Het Nieuwe Telen
Energie onder de Knie : Komkommer

Arie de Gelder en Fleur Sterk[1], Marc Grootscholten[2], Jaco Kieviet[3]

[1] Wageningen UR Glastuinbouw – [2] Improvement Centre – [3] Green Q,

Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk Mei 2010

Kas als Energiebron

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Productschap Tuinbouw

Projectnummer: 3242060800 I PTnummer: 13486

Kas als Energiebron

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Productschap Tuinbouw

Rapport GTB-1013

Rapport 1013 cover.indd 1-2

15-06-2010 11:42:32

Samenvatting voor internet

Vanuit het idee dat energiezuinig telen bereikt kan worden door goede isolatie, beheersing van de luchtvochtigheid en aanpassing van het teeltplan is project Het Nieuwe Telen komkommer uitgevoerd. Als doelstelling is geformuleerd een energieinput voor warmte van gelijk aan 25 m3 aardgas en handhaving van de de productie op 80 kg of wel 200 stuks per m^2. Om de haalbaarheid van deze doelstelling te onderzoeken is een afdeling van 1000 m2 uitgerust met drie schermen- één vast folie en twee beweegbare schermen- en een installatie voor geavanceerde ventilatie.
Het teeltplan voorzag in drie teelten komkommer op een normale wijze. In de eerste twee teelten is een meeldauw tolerante cultivar gebruikt. In de laatste teelt een hoofdras voor de praktijk.
De energie doelstelling werd in het experiment gerealiseerd. Het vaste folie werd pas op 26 februari verwijderd. De beide schermen zijn zeer intensief gebruikt – XLS 10 : 2616 uren en XLS 18 : 1674 uren.
De productie doelstellingen in de eerste en derde teelt werden gerealiseerd. In de eerste teelt wel met een geringe vertraging. In de tweede teelt werd de doelstelling niet gehaald. De oorzaak hiervan was niet de techniek van Het Nieuwe Telen, maar de onbalans on het gewas die door een onjuiste teeltwijze voor het ras ontstond.
De intensieve begeleiding door telers heeft bijgedragen aan het slagen van dit experiment en aan de kennisuitwisseling over deze aanpak voor energie zuinig telen.

© 2010 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw
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 Wageningen UR Glastuinbouw

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Rapport 1013 cover.indd 3-4 15-06-2010 11:42:33

Inhoudsopgave

			pagina
1	Inleiding		2
2	Doelstelling		3
3	Opzet		4
	3.1	Begeleiding	4
	3.2	Kasuitrusting	4
		3.2.1 Gewasventilatie	5
		3.2.2 Sensoren	7
	3.3	Registraties	7
	3.4	Publiciteit	8
4	Resultaten		9
	4.1	Teelt	9
	4.2	Klimaat	11
		4.2.1 Energie	11
		4.2.2 Inzet gewasventilatie	12
		4.2.3 CO_2 dosering	12
		4.2.4 Energie simulatie	12
		4.2.5 Watergift en Bemesting	13
	4.3	Teeltervaringen	16
		4.3.1 Voorjaarsteelt	16
		4.3.2 Zomerteelt	18
		4.3.3 Herfstteelt	20
5	Conclusies		23
	5.1	Technische doelstellingen	23
	5.2	Energiedoelstellingen	23
	5.3	Nevendoelstelling	24
6	Literatuur		25

Bijlage I	Teeltconcept komkommer	26
Bijlage II	Energie onder de knie, extra technische uitrusting	35
Bijlage III	Teeltplan Green Q.	38
Bijlage IV	Memo gevelinvloed	41
Bijlage V	Gemeten en berekend energiegebruik komkommerproef HNT 2009	42
Bijlage VI	Buitenklimaat	47
Bijlage VII	Inzet van de gewasventilatie per week	49
Bijlage VIII	Teeltconcept komkommer 2010	50

Basissrapport GTB 1013 .indd 1 15-06-2010 11:40:24

1 Inleiding

In het rapport: **Richtinggevende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen** (Poot et al. 2008) is een beeld geschetst van een energiezuinige tomatenteelt waarmee stapsgewijs de overgang van gangbare teelt naar geconditioneerde teelt op een economisch verantwoorde wijze kan worden gemaakt. Belangrijke elementen uit dit rapport zijn:

- beperking van de warmtevraag,
- verbetering van het klimaat rond de plant door beheersing van de luchtvochtigheid,
- beheersing van de etmaaltemperatuur door gebruik van luchtbevochtiging en koeling.

Deze aanpassingen in de teelt en techniek moeten gepaard gaan met een productie die in hoeveelheid en kwaliteit gelijkwaardig is aan de gangbare teelt.

Om de warmtevraag te beperken moet de isolatiewaarde van de kas worden verhoogd en moet het teeltplan afgestemd op de warmte die de zon levert. Dit laatste kan door de teelt later te starten en de temperatuurregeling sterk afhankelijk te maken van lichtintensiteit en lichtsom per dag.

Bij gebruik van koeling is een belangrijk uitgangspunt dat niet méér energie wordt geoogst dan voor de eigen teelt kan worden ingezet. Bij koeling wordt warmte verzameld, die via lange termijn opslag in de winter kan worden ingezet om de kas te verwarmen.

De richtinggevende beelden zijn uitgewerkt voor zowel komkommer als tomaat. De uitwerkingen zijn gewasspecifiek omdat de technieken die gebruikt worden wel gelijk zijn, maar de gewassen een totaal andere groei kennen. Komkommer heeft bijvoorbeeld een hogere verdamping dan tomaat. Komkommers worden daarbij meerdere keren per jaar na elkaar geplant en tomaat slechts één keer.

Een hoge luchtvochtigheid is over het algemeen gunstig voor gewasgroei, maar problemen kunnen ontstaan door schimmels en door een te lage verdamping. Bij komkommer is in de zomer met bevochtiging een voordeel in productie te halen, omdat de plant niet te sterk gaat verdampen en daardoor de huidmondjes sluit. Gevolg van mindere huidmondjes opening is een verminderde opname van CO_2 en daardoor een mindere fotosynthese.
Telers durven vanwege het risico van mycosphaerella en botrytis niet langdurig te schermen en een hoge luchtvochtigheid te accepteren. Door gecontroleerde ventilatie met buitenlucht is die te voorkomen. Hierbij ontstaat een geringe extra luchtbeweging. Bij onderzoek naar de combinatie van belichting en gesloten kas voor komkommer (De Gelder et al, 2009) is aangetoond dat gecontroleerde luchtbeweging in komkommer heel goed kan en mogelijk voordelen biedt in de teelt. Gecontroleerde ventilatie zoals geschetst in richtinggevende beelden maakt gebruik van een geringe luchtbeweging en zal zeker niet hinderlijk zijn in de teelt.

De uitdaging is om dit richtinggevende beeld realiteit te maken. Door op praktijkschaal (1000 m^2) voor tomaat en komkommer te laten zien dat het beeld zoals geschetst in Richting gevende beelden realiteitswaarde heeft zal de acceptatie van deze werkwijze sterk toenemen. Er zijn groentetelers die investeren in dubbele schermen, maar een teelt waarin het bewijs wordt geleverd, dat nog verder op energie kan worden bespaard zonder risico's, zal telers stimuleren om daadwerkelijk energie te besparen en zo aan de doelstelling van de sector bij te dragen. De technieken kunnen in bestaande bedrijven worden toegepast.
Door gemotiveerde telers actief de teelt te laten begeleiden en controleren zullen de proeven als leerbedrijf gaan dienen en zal overdracht naar en implementatie in de sector plaatsvinden.

Dit verslag beschrijft het doel, de opzet, het verloop en de conclusies voor het gewas komkommer. Voor tomaat wordt een afzonderlijk verslag gemaakt.

De teelt is uitgevoerd bij het Improvement Centre in Bleiswijk. Wageningen UR Glastuinbouw trad op als kennis instelling. De teeltadvisering werd verzorgd door Green Q.

Basissrapport GTB 1013 .indd 2 15-06-2010 11:40:25

2 Doelstelling

De doelstelling voor de komkommerteelt is als volgt geformuleerd In de projectomschrijving:

Technische doelstelling:

- Realisatie in een energiezuinig concept van de teelt voor komkommer met vergelijkbare productie 80 kg/m^2 (200 stuks) gegeven de energiedoelstelling. Voor komkommer wordt een concept gerealiseerd waarin maximale isolatie, beheersing van luchtvochtigheid met gecontroleerde ventilatie en sturing van het klimaat met luchtbevochtiging wordt toegepast.

Energiedoelstelling:

- De warmtevraag in de komkommerteelt wordt gereduceerd tot 25 m^3/m^2 aardgas equivalenten (a.e.) met gelijktijdige realisatie van de productie doelstelling.

Nevendoelstelling:

- Leerdoelstelling

Toepassing van onderzoeksresultaten vindt mondjesmaat plaats door ondernemers. Zeker op het gebied van energiebesparing of geconditioneerd telen, omdat toepassing van dergelijke onderzoeksresultaten direct ingrijpt op het teeltproces. Telers zullen intensief betrokken zijn bij de begeleiding van de proef en dat zal op deze wijze als “leerbedrijf” voor hen fungeren. Door te doen en te constateren op praktijkschaal kunnen zij overtuigd raken van de mogelijkheden en vervolgens tot toepassing overgaan. Bij deze proeven functioneren zij als “ambassadeurs” naar hun achterban.

- Telers via internet een beeld geven van het gerealiseerde klimaat in de afdelingen, zodat de kennis direct voor iedereen beschikbaar is.

De doelstelling voor de komkommerteelt kent drie aspecten: – productie, energie en acceptatie- .
Bij de productiedoelstelling werd door telers de kanttekening geplaatst dat 75 kg/m^2 en175 stuks met een gemiddeld vruchtgewicht van 428 gram realistischer zou zijn. Bij 3 teelten per jaar gaat KWIN 2008[1] uit van 188 stuks, wat bij een vruchtgewicht van 400 gram per komkommer eveneens een productie van 75 kg/m^2 geeft.

1 KWIN 2008 is Kwantitiatieve Informatie voor de Glastuinbouw

Basissrapport GTB 1013 .indd 3 15-06-2010 11:40:25

3 Opzet

Voor aanvang van het experiment is een teelt- en energieplan geschreven (Bijlage I). Dat plan is als leidraad gebruikt, maar indien nodig is er tijdens de uitvoering van het experiment van afgeweken. In dit verslag wordt de gerealiseerde situatie beschreven.

3.1 Begeleiding

Teeltadviseur en telers speelden een belangrijke rol bij de uitvoering van het experiment. Het teeltadvies werd verzorgd door Jaco Kieviet, adviseur bij Green Q, en zelf ook teler te Bruinisse. Verder hebben telers Maarten Post uit Nootdorp, Marco Zuidgeest uit Delfgauw, Ben Bolleboom uit Delfgauw en Aad Zwinkels uit Kwintsheul voor langere of kortere tijd de teelt intensief gevolgd. De adviseur kwam minimaal een keer per week langs bij het Improvement Centre. Tevens was er elke week één van de telers aanwezig. Van alle wekelijkse bezoeken is een verslag gemaakt[2]. Naast teeltadviezen en teeltbeoordelingen zijn er ook weekrapporten geproduceerd, waarin het gerealiseerde klimaat beschreven wordt. De inhoud van de weekrapporten en de teeltadviezen zijn in dit verslag samengevat. Daarbij wordt de teelt chronologisch gevolgd, zodat de leerpunten en de conclusies per periode zijn na te gaan.

Figuur 1 *Links: De begeleidingscommissie bij de start van de teelt.*
Rechts: In de kas lag de folie op een apart dradenbed.

3.2 Kasuitrusting

De basis kasuitrusting is:

Kasdek type	: Venlo dek - Tralie ligger met 2 kappen per tralie.
Glastype en dakhelling	: 91 % lichtdoorlaat en 22 % helling.
Traliebreedte	: 9.60 meter.
Poothoogte	: 6.68 meter.
Luchting	: 2 Halve ramen per 5 meter aan weerszijden.
Verwarming	: Buisrail - per tralie 6 * 2 buizen naast elkaar van 51 mm ø.
	: Groeibuis - per tralie 6 * 2 buizen boven elkaar van 35 mm ø.
	- bovenste boven de kop van het gewas, onderste op 0.75 meter boven de goot.
	: Gevelverwarming bestaat uit twee delen die gekoppeld zijn aan buisrail en groeibuis.
CO_2 dosering	: OCAP, overschakelbaar op zuiver.
	: Doseercapaciteit 180 kg/ha.uur.

2 De weekverslagen zijn beschikbaar op CD

Basissrapport GTB 1013 .indd 4 15-06-2010 11:40:25

Luchtbevochtiging	: Valco luchtbevochtiging, hogedruk nevel met 1 streng per tralie. Maximale nevelcapaciteit 600 gr/m^2.uur.
Klimaatcomputer	: Priva Integro.

Om maximale isolatie te bereiken is de scherminstallatie uitgerust met twee schermen, die een tegengestelde looprichting hebben. Als er kieren in het scherm worden getrokken zitten deze ten opzichte van elkaar versprongen.

Bovenste scherm	: XLS 18 Firebreak.
Onderste scherm	: XLS 10 Ultra Revolux.

In de eerste teelt is tussen plantdatum en 26 februari een AC-folie met 20x20 cm perforatie gebruikt. Dit was op een apart dradenbed vastgemaakt.

In de gevel zitten rolschermen die afzonderlijk stuurbaar zijn.

Teeltsysteem	: V-systeem, hangende goot, 50 cm vanaf de grond.
Goot afstand	: 1.60 meter – Goottype Meteor.
Gewasdraad	: 2.15 meter boven de grond, met kettingen te verhogen tot 2.5 meter boven de grond. : Afstand goot- gewasdraad 1.65/2.00 meter. : Steundraad voor stengels aan ophangbeugels goot 50 cm boven de goot.
Mattype	: Grotop- Master- afmeting 133 cm * 19.5 cm (lengte x breedte).
Mathoogte	: 7.5 en 10 cm.
Mat afstand	: 1.67 meter (34 cm tussen twee matten).
Watergift	: 1 Druppelaar per plant met een afgifte capaciteit van 2 liter/uur.

De twee mathoogtes zijn gekozen, in overleg met Grodan – de leverancier van het substraat in deze proef, met als doel het substraatvolume te variëren. De achtergrond zijn evaringen in de praktijk en de Innokom proef (Improvement Centre 2008), die lieten in verschillende teelten zien dat een hogere mat (10 cm) een hogere productie kon realiseren dan de standaard hoogte (7,5cm).

Door de andere hoogte is de watergift strategie specifiek ingesteld voor de twee hoogtes. In de hogere mat is er door het grotere volume meer beschikbaar volume water (waterbuffer). Bij een vergelijkbare opname in de nacht is de procentuele daling van het water gehalte op het grotere volume kleiner dan op het standaard volume. Als streefwaarde van te voren is aangehouden een daling van 10%v/v voor de 7,5 cm hoge mat en 8%v/v voor de 10 cm hoge mat. Naast de gerealiseerde daling zal ook de beurtgrootte aangepast moeten worden. Dit is echter afhankelijk van de herverzadingscapaciteit van de 10 cm hoge mat. Bij onvoldoende herverzadiging kan de beurtgrootte worden verkleind en de frequentie verhoogd worden. Door omstandigheden heeft er echter onvoldoende fine-tuning kunnen plaatsvinden op het grote volume (10 cm mat) en is de watergift grotendeels gelijk gehouden aan het standaard volume (7,5cm mat).

De raskeuze, plantdatum en stengeldichtheid zijn per teelt bepaald.

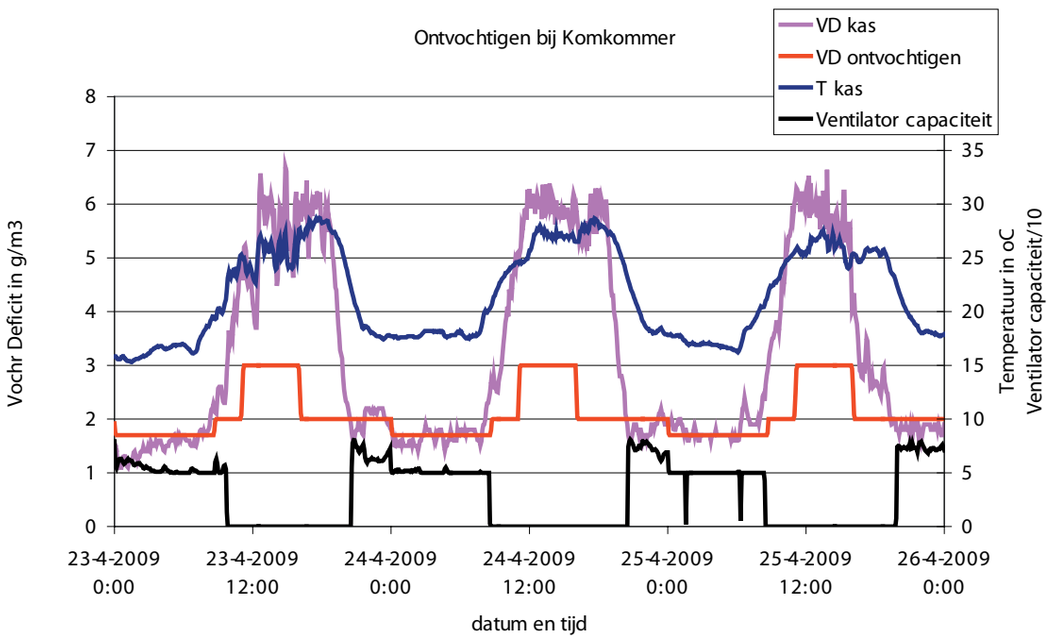
3.2.1 Gewasventilatie

Voor de beheersing van luchtvochtigheid is een systeem voor gecontroleerde ventilatie aangelegd. Dit systeem bestaat uit een luchtbehandelingkast (LBU) die buiten de kas is geplaatst. In deze LBU bevinden zich de ventilator, om lucht aan te zuigen en de kas in te blazen, en een warmtewisselaar om de lucht op te warmen tot gewenste kasluchttemperatuur. De lucht gaat via een hoofdverdeelleiding de kas in en wordt middels slurven onder elke goot in de kas verdeeld. De slurf, met een diameter van 22.5 cm, is aan weerszijden om de 26 cm voorzien van uitblaasopeningen van 1 cm doorsnede. Bij een uitblaassnelheid van 4.3 m/s wordt er per uur per m^2 kas 5 m^3 lucht toegevoerd. Deze uitblaassnelheid is middels metingen gecontroleerd en werd met de ventilator op volvermogen gerealiseerd. In dit verslag wordt voor deze uitrusting de term ‘gewasventilatie’ gehanteerd.

Basissrapport GTB 1013 .indd 5 15-06-2010 11:40:26

Figuur 2: *Links - De luchtbehandelingkast buiten de kas om lucht aan te zuigen voor gecontroleerde ventilatie. In de luchtbehandelingkas zit een ventilator en een warmtewisselaar.*
Rechts – De hoofdverdeelleiding achter in de kas.

De regeling was aanvankelijk zo ingesteld dat als de gewasventilatie aanstond er een minimum raamstand van 1% werd ingesteld. Deze regeling is op 12 maart uit de klimaatcomputer gehaald. In plaats daarvan is een overdrukopening gemaakt in de gevel naar de corridor.
De beweging van de lucht is door middel van een rookproef vastgelegd[3]. De rookproef is gedaan onder een gesloten folie scherm. De verdeling van de lucht in de afdeling onder de folie was zoals verwacht: de lucht wordt door de slangen onder de goten de kas ingeblazen en zorgt voor enige turbulentie; vervolgens komt de lucht naar boven door de paden en door het gewas. De rook liet zien dat de lucht onder de folie door de hele afdeling verspreidt wordt. Opmerkelijk was dat boven de folie de rook niet zichtbaar was. De verwachting was dat de lucht onder invloed van de overdruk onder de folie, door de gaatjes in de folie naar de ruimte daarboven beweegt, maar dit was niet waarneembaar. Mogelijk is daarvoor de mate van luchtverdringing te gering.
Bij tomaat is de rookproef ook uitgevoerd in een kas zonder folie en die proef liet een vergelijkbaar beeld zien.



Figuur 3 Het resultaaat van de ontvochting bij komkommer in de nacht wordt het vochtdeficit rond de 1.7 gehouden.

3 De film van de rookproef is beschikbaar op CD

Basissrapport GTB 1013 .indd 6 15-06-2010 11:40:27

3.2.2 Sensoren

Om de groei en het kasklimaat te volgen zijn naast de standaard meetbox twee extra meetboxen geïnstalleerd: één boven het scherm en één tussen het gewas. De meetbox tussen het gewas was in hoogte verstelbaar. Deze meetboxen registreerden, temperatuur, luchtvochtigheid en CO_2 concentratie.
De gewastemperatuur bij de kop en halverwege het gewas is gemeten met twee IR camera's.
De substraattemperatuur, matvochtigheid en de EC van de mat is gevolgd met twee Grodan WET sensoren.
De wateropname is gemeten met een growscale.
De drain is geregistreerd met een lepelteller.

3.3 Registraties

De productie van eerste kwaliteit komkommers in stuks en kg is geregistreerd per pad. De kromme en stek komkommers zijn geregistreerd voor de vakken met verschillende mathoogte.
De gewasbescherming is vastgelegd in een logboek. Aan het eind van de derde teelt was er reden om de aantasting door Botrytis afzonderlijk te registreren
Het gerealiseerde klimaat is geregistreerd via de Integro. Gegevens zijn opgeslagen per 5 minuten.

Het gerealiseerde klimaat en de productie zijn vastgelegd in weekrapporten[4], die aan de begeleidingscommissie per mail werden toegezonden.

Het energiegebruik voor de warmtevraag van de afdeling is gemeten met behulp van een energiemeter op de aanvoer en retour van de verwarmingsleiding naar de afdeling. Alle verwarmingsnetten – buisrail, groeibuis, gevelverwarming en de warmte wisselaar in de luchtbehandelingkast - werden hiermee van warmte voorzien.

De warmte opgenomen door de luchtbehandelingkast werd in de INTEGRO berekend op basis van aanvoer en retourtemperatuur van deze unit. Het elektriciteitsgebruik van de ventilator is berekend aan de hand van het aantal draaiuren en de stand van de ventilatorcapaciteit.

De afdeling van het Improvement Centre heeft, in vergelijking tot een normaal productiebedrijf, relatief veel buitengevel in verhouding tot het kasoppervlak. Daardoor is de warmtevraag per m^2 kas in de winter groter dan een normaal bedrijf. Het geregistreerde energiegebruik is daarom omgerekend naar een warmtevraag van een normaal bedrijf met een factor die per maand is berekend (Bijlage IV). Daarbij is rekening gehouden met het gegeven dat een deel van het energiegebruik niet direct met warmtevraag heeft te maken, maar met de ontvochtiging en de inzet van de groeibuis rond zonsopgang (om luchtbeweging tussen het gewas te bewerkstelligen). In de situaties dat het energiegebruik niet direct met warmtevraag te maken heeft, is het energiegebruik per m^2 niet afhankelijk van de verhouding geveloppervlak ten opzichte van kasoppervlak.
Deze gekozen correctie is een algemene benadering. Berekening van de warmtevraag op basis van gemeten buitenomstandigheden en kasklimaat met behulp van een model is een aanpak die een betere benadering geeft. In dit project is deze benadering achteraf toegepast ter verificatie (Bijlage V)

4 De weekrapporten zijn beschikbaar op CD

Basissrapport GTB 1013 .indd 7 15-06-2010 11:40:28

3.4 Publiciteit

Op de website Energiek2020.nu is voor dit project een aparte pagina aangemaakt. Op deze website zijn wekelijks grafieken geplaatst van het gerealiseerde klimaat, de energie input en de productie. Daarnaast werd over de voortgang van de teelt gerapporteerd in weblogs[5]. Hierin wijkt dit project af van de normale werkwijze bij onderzoek, omdat tussentijdse resultaten en interpretaties worden gegeven. De informatie in dit rapport kan op onderdelen afwijken van de tussentijdse rapportages, omdat gegevens bij nadere controle zijn bijgesteld. De interpretatie van resultaten kan zijn aangepast aan de inzichten die tijdens de proef zijn verworven.

5 De weblogs zijn beschikbaar op CD

Basissrapport GTB 1013 .indd 8 15-06-2010 11:40:28

4 Resultaten

4.1 Teelt

Uitgangspunt voor komkommer waren drie teelten volgens een traditioneel paraplu systeem.
Voor de eerste twee teelten is in het teeltplan gekozen voor meeldauw tolerante rassen, omdat dan geen meeldauw bestrijding, waarbij extra vocht in de afdeling wordt gebracht, hoeft te worden uitgevoerd. De plantdatum van de tweede teelt is bepaald aan de hand van de gewasontwikkeling en plantbelasting zoals die zich in de eerste teelt ontwikkelde. Begin april was dit in te schatten voor de periode daarna.
De keuze voor een gangbaar ras in de derde teelt is gebaseerd op het feit dat voor de najaarsteelt nog geen goede meeldauw tolerante rassen beschikbaar zijn, op de ongunstige ervaring met het ras in de tweede teelt en het argument dat het systeem van Het Nieuwe Telen met het gangbare sortiment moet kunnen.

Figuur 4 De planten aan het begin van de derde teelt op 7 augustus.

In onderstaand overzicht wordt de gerealiseerde opzet per teelt weergegeven en een beknopte samenvatting van de productieresultaten en het energiegebruik.
In de paragrafen daarna wordt per teelt het gerealiseerde klimaat getoond en besproken welke keuzes er in de teelt zijn gemaakt en welke leerpunten voor die periode zijn genoteerd.

Tabel 1 Teeltgegevens

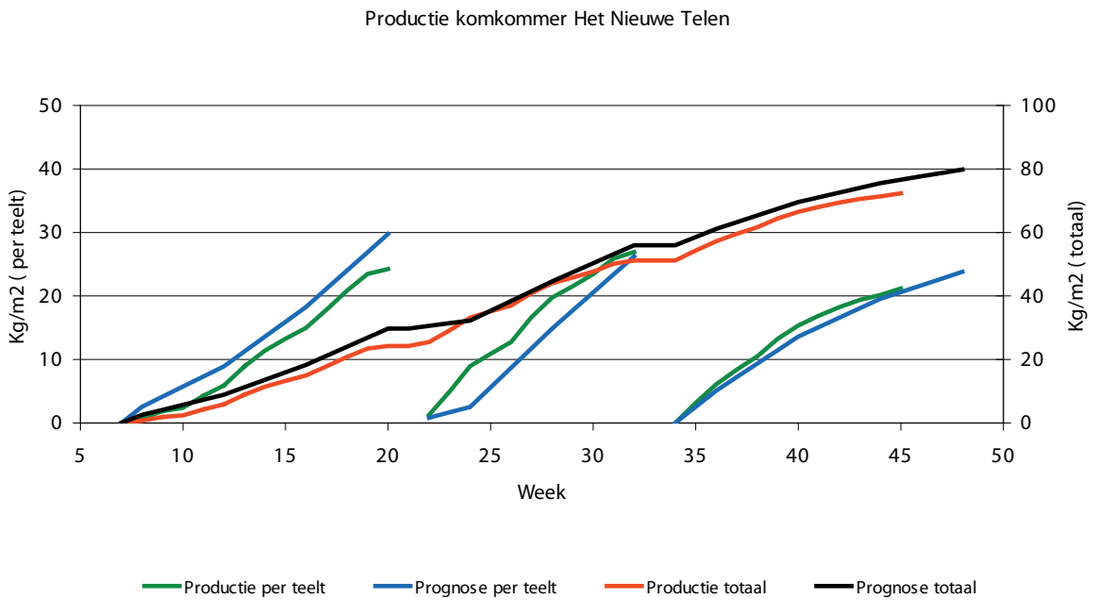
Teelt	Voorjaar	Zomer	Herfst
Cultivar	Sacha	Borgatta	Sheila
Zaaidatum	5 december 2008	15 april	16 juli
Plantdatum	7 januari	5 mei	4 augustus
Planttype	ongetopt	ongetopt	ongetopt
Blok	enkel	duopot	Duopot
Planten	normaal	tussen planten	Normaal
Stengeldichtheid	1.5	1.6	1.6
Eerste oogst	16 februari	28 mei	24 augustus
Laatste oogst	5 mei / 14 mei	3 augustus	6 november

Basissrapport GTB 1013 .indd 9 15-06-2010 11:40:28

Tabel 2 Productie resultaten per teelt

Teelt	7.5 cm mat			10 cm mat		
	Kg/m2	Stuks/m^2	Vrucht gewicht	Kg/m2	Stuks/m^2	Vrucht gewicht
Voorjaar	23.4	54.6	429	25.1	58.4	430
Zomer	26.6	57.5	463	27.2	57.8	471
Herfst	21.3	49.5	430	21.0	48.0	438
Totaal	71.3	161.6	441	73.3	164.2	446

Naast eerste kwaliteit productie is bij de 7,5 cm mat nog 4.8 kg/m^2 en bij de 10 cm mat nog 5.3 kg/m^2 tweede kwaliteit en stek geoogst.



Figuur 5 Verloop van de productie per teelt en totaal.

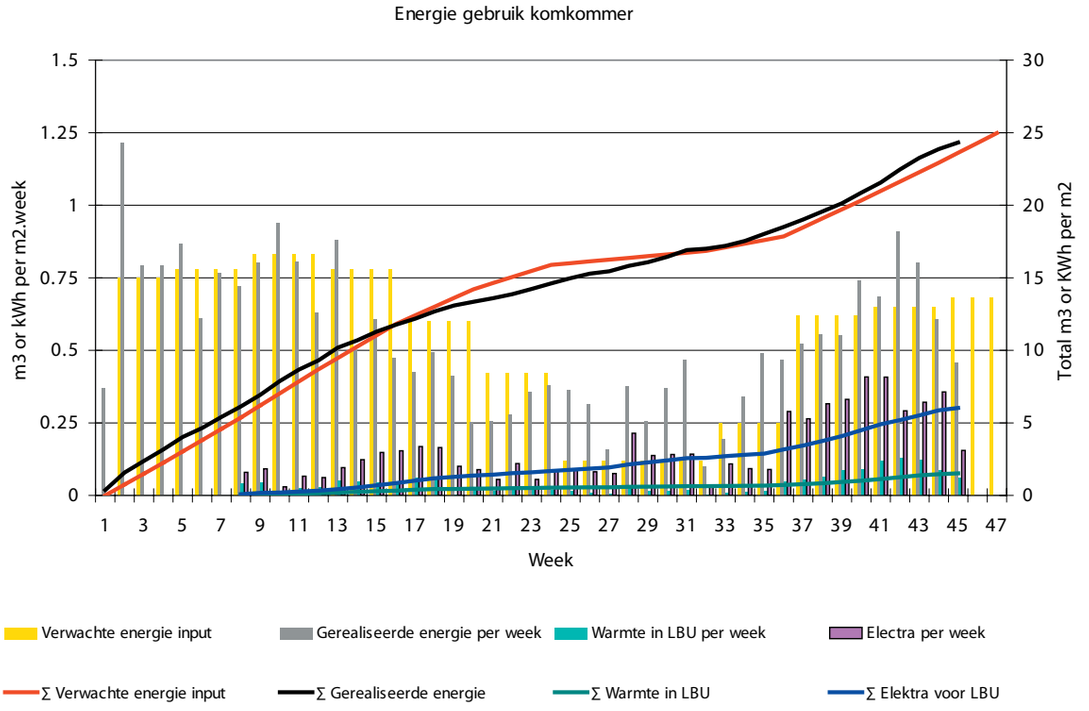
Uit het productieverloop is te zien dat de productie in de eerste teelt later op gang kwam dan verwacht. In de praktijk kwam de voorjaarsteelt in 2008 ook traag op gang, maar het experiment met Het Nieuwe Telen was nog ca 2 dagen langzamer. Dit heeft te maken met de koude periode bij de start van de teelt. In de week 5 is het buiten gemiddeld -2.2 °C geweest. De temperatuur in de afdeling is toen relatief laag gehouden. Deze periode van lage temperatuur is niet gecompenseerd door in de weken daarna een hogere temperatuur aan te houden, omdat dit extra energie zou kosten.
De eerste teeltwisseling is eerder geweest dan in de planning vooraf was gesteld. De reden hiervoor was de gewasontwikkeling. Deze ging met een lichte mate van golven in de productie gepaard. Gericht is gewerkt op teeltwisseling direct na een piek in de oogst. Daarbij kwam dit ook gunstig uit voor de planning naar de derde teelt toe die niet later dan de eerste week augustus zou mogen starten. Daardoor kwam de productie in de tweede teelt eerder op gang. Vanaf week 25 tot het einde van de teelt in week 31 is er echter minder geproduceerd dan verwacht, zodat aan het einde van de teelt de gerealiseerde productie lager was dan geprognotiseerd en dan in de praktijk realistisch is. In de derde teelt liepen verwachting en realisatie goed met elkaar op. Vanwege de teeltwisseling naar paprika is eind oktober de laatste komkommer geoogst, maar de conditie van het gewas had een teelt tot half november zeker mogelijk gemaakt. De productie in de derde teelt kon niet compenseren voor het tekort aan productie in de tweede teelt.

Basissrapport GTB 1013 .indd 10 15-06-2010 11:40:29

4.2 Klimaat

4.2.1 Energie

Een belangrijke doelstelling is: besparing op energiegebruik. Vooraf aan de teelt is een prognose gemaakt van het verwachte energiegebruik per week. Deze prognose is gebaseerd op meerjarige cijfers van energiegebruik in gangbare teelten. Tijdens de teelt is wekelijks het energiegebruik genoteerd. Er is berekend wat het energiegebruik bij een normale bedrijfsomvang zou mogen zijn op de wijze die is beschreven in paragraaf 3.3. In onderstaande figuur (figuur 5) is het verwachte en gerealiseerde energiegebruik weergegeven.



Figuur 6 Energiegebruik per week en totaal in de komkommerteelt

Zowel de wekelijkse hoeveelheid energie (staven in de figuur) als het gesommeerde energiegebruik (lijnen in de figuur) voor de hele teelt is weergegeven. In de eerste week is energie gebruikt om de afdeling op temperatuur te houden en geen koude gevel te creëren voor de afdeling die er naast lag. Bij het verder opstoken voor het planten is meer energie gebruikt dan vooraf gedacht (week 2) . Dit was bovendien een zeer koude week (Bijlage VI). Ook week 5 tot en met 7 waren koude weken. Het energiegebruik is tot week 24 rond verwachting of iets daaronder gebleven. In de zomer is meer energie gebruikt. Dit komt vooral door de inzet van een minimumbuis in de ochtenduren, omdat daarmee meer activiteit van de lucht rond de plant werd nagestreefd. In week 39 - 43 is meer energie gebruikt om de luchtvochtigheid op peil te houden. Omdat het in die periode buiten vochtig was, moest er meer buitenlucht worden toegevoegd om vocht af te kunnen voeren.
De warmte voor het opwarmen van de buitenlucht is opgenomen in de totale warmtevraag van de kas. De energie die de ventilatoren gebruiken is apart weergegeven. Er is voor de ventilator van de buitenlucht aanzuiging 6 kWh/m^2 aan elektriciteit ingezet.

Omdat de teelt eerder is geëindigd dan gepland is het energiegebruik voor warmte onder de 25 m^3/m^2 gebleven. Het gewas had een langere productieperiode toegelaten. Als dit was toegepast dan was het energiegebruik hoger geworden. Aan het einde van de teelt is het een afweging van de kosten van het verwarmen tegenover de verwachte opbrengst van de oogst in die weken.

Basissrapport GTB 1013 .indd 11 15-06-2010 11:40:29

Tabel 3 : Energiegebruik en CO2 vraag over drie teelten

Prognose energiegebruik	758 MJ/m^2	25.0	m^3/m^2
Realisatie energiegebruik voor warmte	737 MJ/m^2	24.3	m^3/m^2
buis verwarming	691 MJ/m^2	22.8	m^3/m^2
verwarming gewasventilatie	46 MJ/m^2	1.5	m^3/m^2
Elektra ventilator gewasventilatie	22 MJ/m^2	6.0	kWh/m^2
CO_2 dosering		33,6	Kg/m^2

4.2.2 Inzet gewasventilatie

Voor de beheersing van de luchtvochtigheid is gebruik gemaakt van de gewasventilatie. De registratie van de inzet is gestart op 18 februari. In de periode er voor is de installatie al wel gebruikt, maar werden de gegevens niet vastgelegd. Van 18 februari tot 1 juli is gebruik gemaakt van de mogelijkheid om de frequentie van de ventilator te regelen tussen 50 en 100% van het maximale vermogen. Vanaf 1 juli tot einde van de proef is de regeling als een aan/uit systeem gebruikt door de minimumstand bij AAN op 100% te zetten. Van 18 februari tot 1 juli heeft de installatie 1191 uur gedraaid met een gemiddelde capaciteit van 60 % van het geïnstalleerd vermogen. Van 1 juli tot eindteelt 1549 uur met 100 % van de capaciteit. Gedurende 3506 uur stonden de ventilatoren uit. Hiermee stonden de ventilatoren gemiddeld 44 % van de tijd aan (Bijlage VII).
In de zomer en de herfst is het buiten vochtiger, in absolute vochtigheid dan in het voorjaar, waardoor het ontvochtigend effect kleiner is. Daarom kan in die periode de regeling als aan/uit worden gebruikt. In het voorjaar, als het buiten droger is, heeft een aan/uit regeling een te sterk effect, waardoor de luchtvochtigheid in de kas sterker gaat varieren. Dit hoeft voor het gewas niet nadelig te zijn, maar als teler moet je er mee leren omgaan.

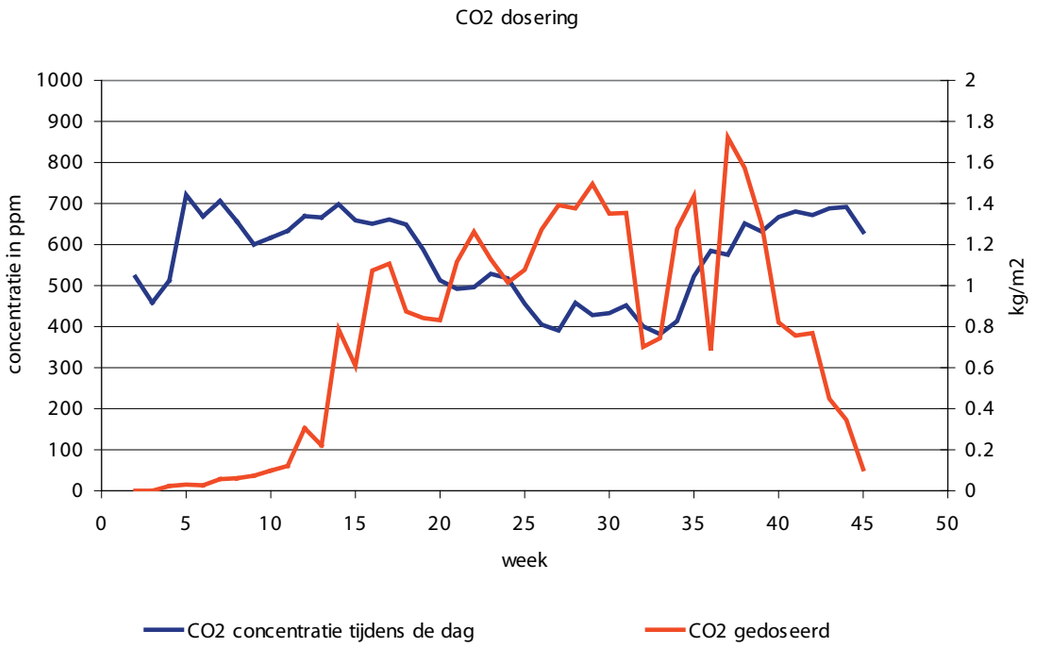
4.2.3 CO_2 dosering

De CO_2 in dit experiment is afkomstig van OCAP. Dat is zuivere CO_2 die via een centrale leiding naar de bedrijven in de regio wordt gebracht. Omdat er geregeld momenten voorkomen dat deze levering niet mogelijk is, is er een back-up systeem van zuiver CO_2 dat handmatig ingeschakeld kan worden.
De CO_2 dosering is ingesteld op 18 gram/m2.uur en is afhankelijk van het gewenste CO_2 niveau in de kas.
Uit de doseertijd is afgeleid hoeveel CO_2 er is gegeven. Gedurende hele teelt is 33,6 kg CO_2/m^2 gedoseerd.
Het CO_2-concentratieverloop per week is weergegeven in *Figuur 7*. De lage dosering in week 32 en 33 heeft te maken met de teeltwisseling. De lage dosering in week 36 met een langere periode van niet doseren als gevolg van niet leveren door OCAP en niet overschakelen op de back-up voorziening.

4.2.4 Energie simulatie

Met het kassimulatie model KASPRO is het energiegebruik bij het gerealiseerde kasklimaat voor een bedrijf van 4 ha berekend. De simulaties laten zien dat de uitgevoerde correctie voor gevel invloeden in de winter nog iets groter had moeten zijn. In de simulatie daalt het energiegebruik voor warmte nog van 24,3 m^3/m^2 naar 22.9 m^3/m^2 (Bijlage V)

Basissrapport GTB 1013 .indd 12 15-06-2010 11:40:29



Figuur 7 CO_2 dosering in kg/m2 per week en de gerealiseerde concentratie tijdens de dag gemiddelde over een week.

4.2.5 Watergift en Bemesting

De matten zijn aan de kopse kant gedraineerd om te voorkomen dat de wortels naar de afvoergoot groeien. Tijdens de verschillende teelten is de watergeefstrategie en de EC-sturing steeds een belangrijk aandachtspunt geweest. De watergeefstrategie is niet bepalend voor het energiegebruik, maar moet wel op de behoefte van het gewas zijn afgestemd. Regelmatig zijn opmerkingen gemaakt over de watergift en de daarmee gegeven EC van het druppelwater. Keuzes van watergift hebben te maken met startmoment, beurtgrootte en stralingsinvloed. Omdat komkommer in de start van de teelt veel voedingselementen opneemt moet voldoende EC in de start van de teelt worden meegegeven.

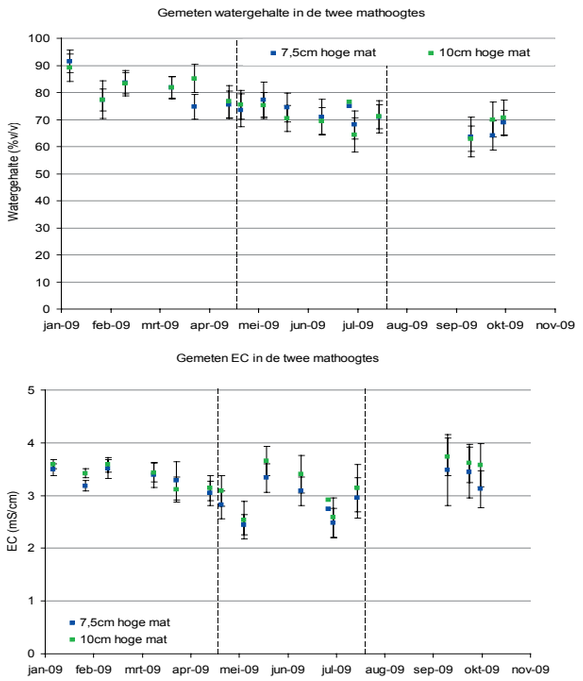
Figuur 8 Bladvergeling op 24 september in de herfstteelt. Links de planten op de 10 cm hoge met en rechts op de 7.5 cm hoge mat.

In zowel de zomer- als de herfstteelt is bladverbranding in de kop geconstateerd. Die bladverbranding gerelateerd aan de watergift en de EC. Dit verschijnsel was het sterkst aanwezig in de derde teelt, waarbij er een duidelijke relatie was met de mathoogte. Een te korte periode van watergift binnen het etmaal zorgt voor onvoldoende opneembaar water op moment dat er geen water meer wordt gegeven en er wel instraling is, gelijktijdig loopt de EC in de mat op wat eveneens een effect op de wateropname heeft. Een zware plantbelasting zorgt daarbij voor een sterke vraag naar vocht door de vruchten.

Basissrapport GTB 1013 .indd 13 15-06-2010 11:40:29

Bij hoge instraling kan de planttemperatuur door een de beperkte verdamping plaatselijk te hoog oplopen en de bladeren chlorotisch worden en gaan verbranden.
Dit probleem is in de proef mogelijk sterker geweest dan in de praktijk, omdat geen lichtafhankelijke verlaging van de druppel EC kon worden toegepast. Het probleem van chlorose en bladverbranding is niet gerelateerd aan de doelstelling van de proef om met weinig energiegebruik te telen.

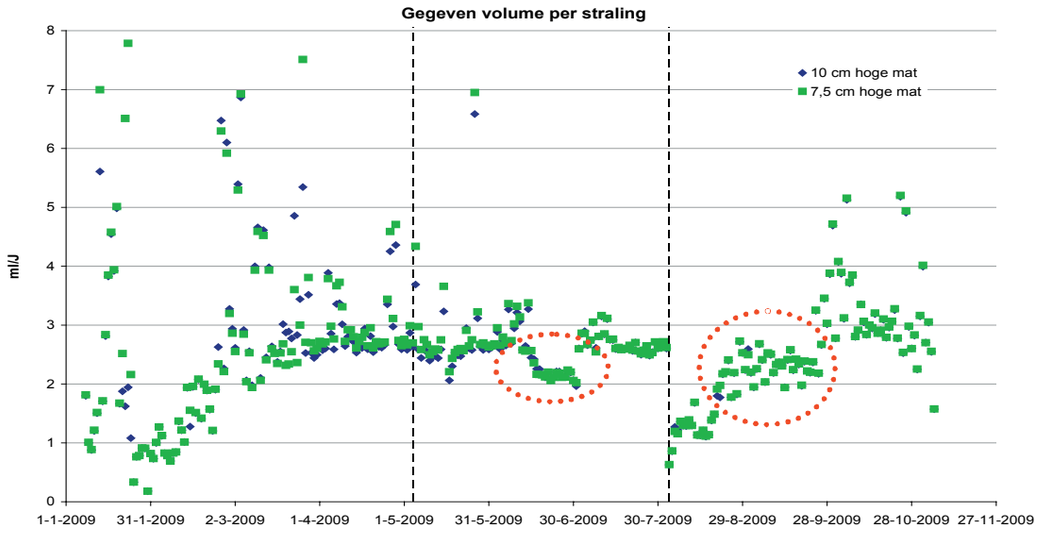
Tijdens de drie teelten is regelmatig het watergehalte en de EC in de twee mathoogtes gemeten, per meetronde zijn 24 matten gemeten. Het gerealiseerde watergehalte in de twee mathoogtes was vergelijkbaar met elkaar (Figuur 9). Tijdens de eerste teelt is het watergehalte rond de 75 en 80% geweest, in de tweede en derde teelt lag dit niveau rond de 70%. Ook de EC was bij de meeste metingen vergelijkbaar tussen de twee mathoogtes. Echter halverwege de tweede teelt was de EC in de 10 cm hoge mat wat hoger (Figuur 9). In deze periode (juni) is er op beide mathoogtes krap water gegeven, advies is om 3 ml J^{-1} te geven, terwijl er 2,1-2,5 ml J^{-1} is gegeven (Figuur 10). Tijdens deze periode van krap water geven is zowel in de handmetingen als in de continu EC metingen een stijging van de EC te zien, in beide mathoogtes. Over al de drie de teelten is er op beide mathoogtes nagenoeg evenveel water cumulatief gegeven, op de 10 cm hoge mat is 11 liter meer water gegeven, 7,5 cm 912 l m^{-2} en de 10 cm 923 l m^{-2}.
Tijdens de eerste teelt is er met de watergift goed gestuurd en is de EC onder controle gebleven en is er voldoende water gegeven. Tijdens de eerste teelt is er rond de 2,8 ml J^{-1} water gegeven dit is vergelijkbaar met andere teelten in geconditioneerde kassen (tomaten proef Energie onder de Knie).
Het begin van de tweede teelt is er vergelijkbaar water gegeven zoals in de eerste teelt tot half juni ongeveer. Op dat moment is de starttijd van 2-2,5 uur na zon-op verzet naar 3,5-4 uur na zon-op, dit is een erg late starttijd zeker in periode met hoge instraling. De stoptijd bleef gelijk waardoor de irrigatieperiode is ingekort wat niet is gecompenseerd door meer water te geven over deze korte periode waardoor op het eind minder water is gegeven over de dag wat leid tot een lagere drain hoeveelheid. In deze periode daalt de gegeven hoeveelheid water naar 2,1-2,5 ml J^{-1}. Het late starten en de beperkte gift is terug te zien in de ontwikkeling van de EC in de mat die meer begint op te lopen en minder onder controle is geweest (Figuur 11). Deze figuur moet worden gezien als de trend van de EC en niet als de absolute EC waardes tijdens de teelt omdat dit is gemeten in 1 mat.



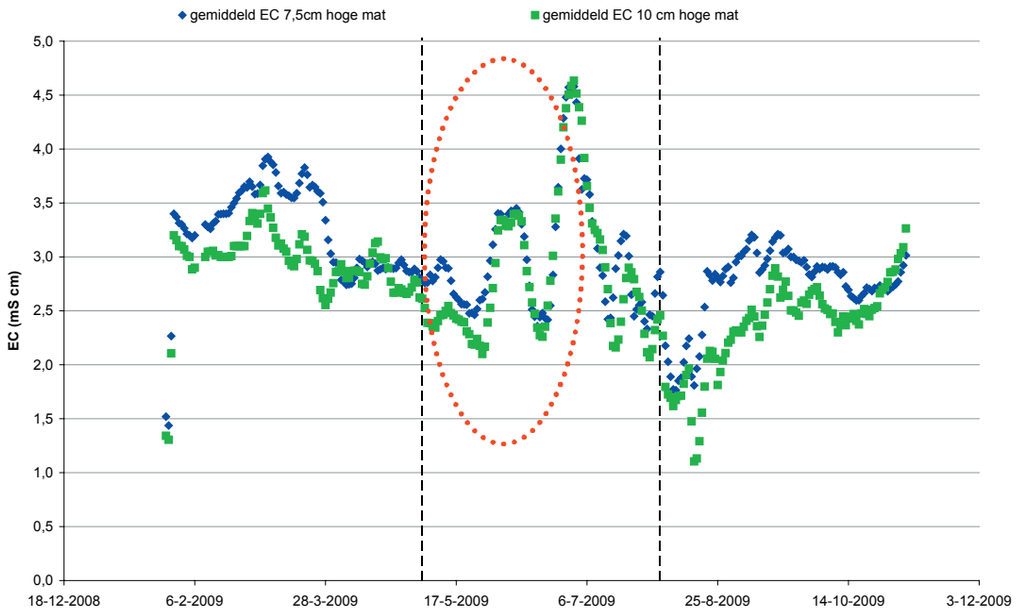
Figuur 9 Gemeten watergehalte (boven) en EC (onder) in de twee mathoogtes tijdens de 3 komkommerteelten, per meting 24 matten gemeten.

Basissrapport GTB 1013 .indd 14 15-06-2010 11:40:29

Tijdens de derde teelt is er in september bladvergeling ontstaan, voorafgaand is er krap water gegeven 2-2,5 ml J^{-1}. Door deze krappe watergift samen met minder controle op de EC (voedingsaanbod en verversing), heeft mogelijk deze vergeling kunnen optreden. Dit valt echter niet op te maken aan de hand van de gegevens.



Figuur 10 Gegeven hoeveelheid water per stralingssom op de twee mathoogtes.



Figuur 11 EC ontwikkeling in de twee mathoogtes gemeten met een Grodan continu meter.

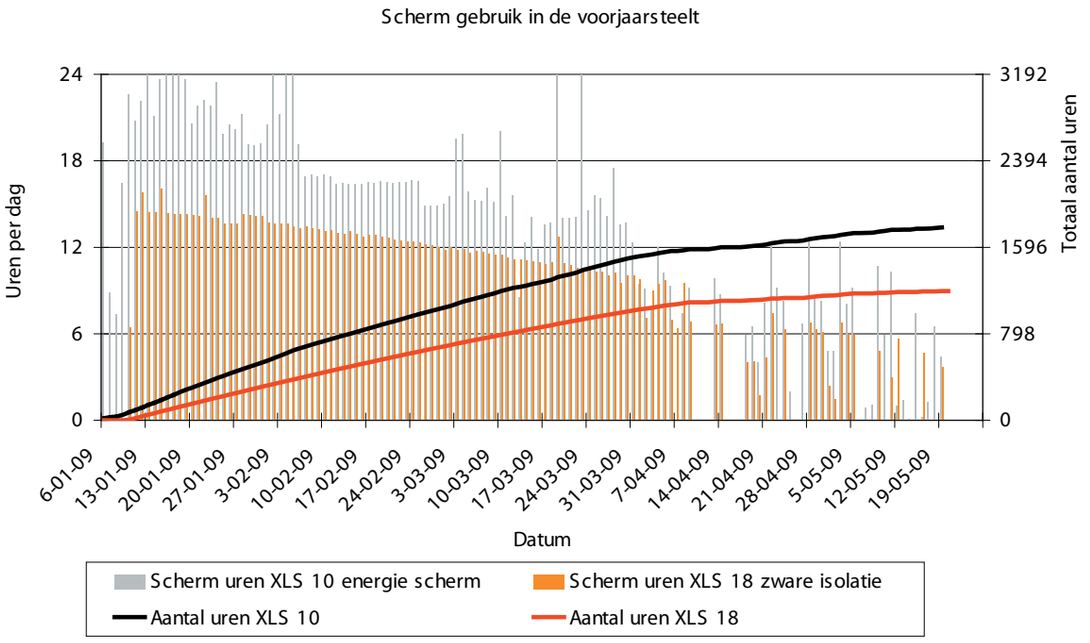
Basissrapport GTB 1013 .indd 15 15-06-2010 11:40:30

4.3 Teeltervaringen

Wekelijks is de proef bezocht door één of meerdere telers, door Jaco Kieviet als adviseur, en door Arie de Gelder als onderzoeker samen met Marc Grootscholten. In die bijeenkomsten is de voortgang van de teelt besproken.
Uit de daarvan opgemaakte verslagen zijn de volgende punten voor de teelten te halen.

4.3.1 Voorjaarsteelt

Techniek
In deze teelt staat het gebruik van de schermen in combinatie met de ontvochtiging centraal, want het maximaal schermen moet leiden tot energiebesparing.



Figuur 12 Gebruik van de schermen in de voorjaarsteelt. De voorjaarsteelt omvat 3192 uren.

Het hoog isolerende scherm is gesloten van zon-onder tot zon-op of zelfs nog iets langer afhankelijk van de instraling en buitentemperatuur. In de figuur is goed te zien dat het aantal schermuren naar het voorjaar toe steeds geringer werd. De instelling van de scherming is op basis van buitentemperatuur zodanig dat bij hogere buitentemperatuur > 12 °C het scherm niet meer sloot.
De waarde van de buitentemperatuur waarop de schermen gesloten zijn, is een punt van discussie geweest. Telers blijken daarbij liever voor lagere waarden van de buitentemperatuur te kiezen, omdat er dan eerder of meer inzet van de buizen op warmtevraag komt en daardoor meer luchtcirculatie. Dit zou de plant te activeren. In deze teelt wordt bij hogere relatieve luchtvochtigheid de luchtbeweging gestimuleerd door gewasventilatie. Het bewust gebruiken van de buitenlucht aanzuiging zorgt voor extra beweging van de lucht.

De schermen zijn vrijwel zonder vertraging of vrijwel zonder stappen open- of dichtgestuurd. Het sterk isolerende scherm gaat eerder open en later dicht dan het energiescherm. Bij openen of sluiten van het hoog isolerende scherm is er daardoor nooit sprake van een kouval of koude door een kier. Tot 26 februari is de folie in de kas aanwezig zodat tot die tijd ook het openen en sluiten van het energiescherm niet tot een kouval kan leiden.
De folie is op 26 februari verwijderd, omdat de koppen van de ranken een broeikop laten zien. Dit duidt op een te lage ver-

Basissrapport GTB 1013 .indd 16 15-06-2010 11:40:30

damping, ondanks de ontvochtiging die is ingezet. Door de folie te verwijderen wordt de luchtvochtigheid lager en kan de plant meer verdampen. De weersverwachting van dat moment heeft een rol gespeeld in deze beslissing, want er werden hogere nacht- en dagtemperaturen verwacht, zodat het folie minder zou bijdragen aan de energiebesparing en overdag zonodig het energiescherm gesloten kan worden.

In de periode daarna is het energiescherm pas geopend op een hoger stralingsniveau dan normaal (rond de 150 W/m^2 instraling). Gecombineerd met de hogere buitentemperaturen waarbij het scherm nog dicht mag zijn is op het moment dat het scherm opende de temperatuur boven het scherm meer opgewarmd. Daardoor ontstaat dan geen kouval.

In januari is getest of alleen het folie voldoende zou zijn om de temperatuur van rond de 20 °C met een maximale buis van 55 °C te handhaven. Dit was gegeven de lage buitentemperaturen niet te realiseren. Om 20 °C te halen moest of het energiedoek gesloten of de groeibuis worden ingezet.

Een opvallende constatering bij het gebruik van folie was dat deze niet nat werd aan de onderkant. Normaal is een AC-folie vochtig. De ontvochtiging zorgde er in deze proef voor dat het folie droog bleef.

Een belangrijke verbetering bij het schermen zou een verbeterde regeling en informatie over de optimale keuze van de instellingen zijn. Nu moet de teler zelf keuzes maken. Het is een afweging van niveau van instraling, buitentemperatuur, windinvloed, energiebesparing door de schermen en gewenste ruimte temperatuur die moeilijk te maken is. Deze afweging wordt nu te veel op gevoel en intuïtie gemaakt en niet ondersteund door middel van berekening.
Een systeem dat hem adviseert over de beste instelling, zodat een stuurwaarde wordt berekend voor het openen of sluiten van de schermen, zou een handvat kunnen zijn om de schermregeling te optimaliseren.
Binnen de buisregelingen zijn bijvoorbeeld wel goede instellingen mogelijk om de temperatuursturing van de buizen te laten anticiperen op de regeling van de schermen. De keuzes in de schermregeling hebben te maken met de afweging van toelaten van licht voor assimilatie tegenover besparen op energie door gesloten houden van een doek.

In deze proef mag de temperatuur in de kas stijgen als gevolg van de actuele instraling. Er is niet gestookt naar een hogere temperatuur. Bij veel instraling mag de temperatuur oplopen tot 27 °C. Als hierdoor een te hoge etmaaltemperatuur wordt gerealiseerd wordt dit gecompenseerd door een verlaging van de temperatuur in de voornacht.

Begin april is het geregeld voorgekomen dat de nachttemperatuur niet werd gehaald, omdat de buizen niet warm genoeg werden. Dit is een specifiek technisch probleem voor het IC, dat niet te maken heeft met de uitvoering van de proef, maar met de inzet van warmtebronnen - warmtepomp en hoge temperatuurbuffer.

Tijdens de proef ontstond er discussie over het optimale luchtvochtigheid niveau. Door de luchtvochtigheid laag te houden kan de plant meer naar generatieve groei worden gestuurd. Een lagere luchtvochtigheid vraagt echter ook om een sterkere ontvochtiging en dat is minder gunstig voor het energiegebruik. Dit is afweging die gemaakt moet worden op basis van de stand van het gewas.

Eind maart wordt overdag het vochtdeficit soms groter dan 6.5 g/m3. Een groot vochtdeficit is nadelig voor de groei van komkommer, daarom is de luchtbevochtiging aangezet. Deze ging aan bij een VD van 5.8 g/m^3 en mocht pulserend werken. Deze instelling is in de tweede en derde teelt gehandhaafd en heeft verder niet tot discussie geleid. Dit werkte naar tevredenheid.
Eind maart is er in de temperatuur ook meer gewerkt met een oplopende temperatuur in de middag, waarbij door het knijpen van de luchtramen meer vocht in de kas bleef.

Het CO_2 niveau wordt bij de start van een komkommerteelt bewust niet te hoog ingesteld.- rond 450 ppm- om groeiremming door een te hoog CO_2 niveau te voorkomen. Dit is in deze proef ook toegepast. Daarbij werd gesignaleerd dat de CO_2 verdeling uit de verdeelleiding niet optimaal was. De afstand tussen de doseergaatjes in de slang, waar zuiver CO_2

Basissrapport GTB 1013 .indd 17 15-06-2010 11:40:30

uitkomt, is ruim 2 meter. Plaatselijk kunnen daardoor tijdelijk grote verschillen in concentratie ontstaan, met als gevolg schade aan het blad.

Gewas

Er is geregeld een gewasfysiologische discussie over de gewenste groeisnelheid van de komkommer, de plantbelasting daarbij en de inzet van warmte en CO_2. Bij de lage buitentemperatuur eind januari, begin februari wordt in de kas een etmaaltemperatuur van 19.3 °C gerealiseerd. Volgens één van de telers is dit te laag om voldoende groeisnelheid in het gewas te krijgen. Uiteindelijk wordt 2 dagen na vergelijkbare teelten uit de praktijk de eerste komkommer geoogst. Twee dagen vertraging lijkt niet veel, maar twee dagen is op een ontwikkelingsduur van de vruchten van zo'n 20 dagen toch 10 %. De trage start heeft niet geleid tot een probleem in de verdere ontwikkeling.

In de eerste teelt is de gewasdraad bij de start van de teelt ca 25 cm hoger gehangen dan normaal (2.1 meter), door de gewasdraad met kettinkjes en S haken omhoog te halen. Op de stam zijn in de eerste teelt 18 bladeren en 6 vruchten aangehouden, de vruchten kunnen dan voldoende grofheid halen. Na het bereiken van de draad is de hoofdstengel getopt en zijn twee ranken per plant aangehouden. Voordat de vruchten bij de gewasdraad kunnen worden geoogst is de gewasdraad weer verlaagd tot de normale hoogte om de vruchten op de gebruikelijke wijze te kunnen oogsten. Het verplaatsen van de gewasdraad is zonder problemen verlopen.
Bij de start van de teelt is er een extra draad gespannen langs de ophangbeugels van de goot om de plant te steunen en om geen omvallende potten te krijgen. Deze techniek is ook in de tweede en derde teelt toegepast.

In de discussie over de ontwikkeling van de plant en vrucht komt naar voren dat hierin de raskeuze van invloed is. Het ras Sacha is in het algemeen wat bleker dan de standaardrassen. Dat was ook in deze proef te zien.
Omdat de plant op de ranken duidelijk in een golvend productiepatroon komt, met op momenten van zware plantbelasting een sterkere abortie van de jonge vruchten, is het moment van teeltwisseling aangepast, zodanig dat de er een optimaal moment van ruimen is. Dat moment is wanneer er veel goed uitgroeiende vruchten kunnen worden geoogst en er weinig halfwas vruchten over zijn. In de praktijk betekende dit vervroeging van de teeltwisseling tussen de eerste en tweede teelt. In plaats van 19 mei wordt het 5 mei. Een bijkomend voordeel is dat dit ook gunstig is voor het moment van de teeltwisseling tussen tweede en derde teelt.

Hoewel geen direct doel van de begeleiding- en leergroep is bij het bezoek aan de proef steeds aandacht geweest voor de kwaliteit van het gewaswerk: goed bladplukken, voldoende licht in het gewas laten komen, ranken recht trekken en juiste vruchtgrootte bij oogsten. Hoewel de gewasverzorging consciëntieus werd gedaan, waren er altijd aanwijzingen te geven.

Aan het eind van de eerste teelt is de overheersende mening dat we er in zijn geslaagd om een prima teelt te realiseren met een laag energiegebruik en een productie die overeenkomt met de praktijk.
In de eerste teelt is geen enkele chemische gewasbescherming nodig geweest, niet voor botrytis of mycosphaerella en niet voor meeldauw. In de kas hebben niet eerder komkommers gestaan, dit is gunstig omdat daardoor de infectiedruk laag kan zijn, zeker voor mycosphaerella.

4.3.2 Zomerteelt

De tweede teelt is gestart als tussenplanting op 5 mei. Op 14 mei zijn de laatste vruchten van de eerste teelt geoogst en is het gewas normaal verdeeld in de kas.

Basissrapport GTB 1013 .indd 18 15-06-2010 11:40:30

Techniek

In het begin van de teelt is de verneveling naar een vochtdeficit van 9 g/m^3 gezet om het gewas sterk te laten verdampen. Later is weer teruggegaan naar een VD van 5.8 g/m^3.

Bij de start van de teelt moet er een voldoende hoge etmaaltemperatuur worden gerealiseerd, maar dit verhoogd het energiegebruik. Daarom is er toch rustig aan gedaan. Achteraf had dit niet gemoeten, want mede hierdoor kwam de plant niet goed in balans. In de derde teelt is daarom bij de start een hogere etmaaltemperatuur gehandhaafd.
In mei is het evenals in de eerste teelt nog voorgekomen dat de nachttemperatuur niet werd gehaald, omdat de buizen niet voldoende warmte kregen. Dit heeft bij de start van de teelt een ongewenste vertraging van de groei gegeven. Het is wel energiezuinig, maar de bezuiniging komt niet op het gewenste moment.

Bij komkommer is het belangrijk om in de start van de teelt geen concessies te doen aan snelheid en dus zo nodig wat extra warmte te gebruiken. Dit komt ten goede aan een goed verloop van de teelt en kan aan het eind betekenen dat er minder energie nodig is.

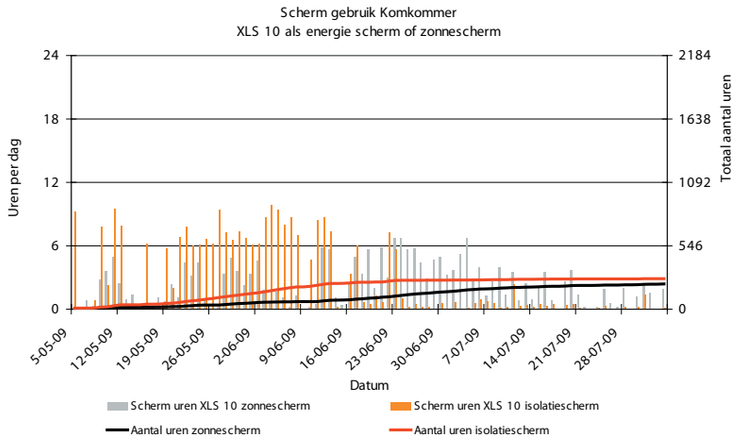
Bij de overgang van de hoofdstengel naar de groei van de ranken zijn de watergift en EC niet in orde, zodat de hele teelt niet optimaal loopt. In een integrale benadering van de teelt als systeem moeten alle factoren optimaal worden gestuurd.

Rond het begin van de oogst is er meer dan normale vergeling van het blad te zien. Achteraf heeft dit mogelijk te maken met plaatselijk te hoge CO_2 concentraties, omdat de verdeling niet goed was en er lokaal een lek in een CO_2 doseerslang zat. Ook dit laat zien dat elk onderdeel van de kasuitrusting optimaal moet functioneren.

Eind juni wordt met een sterk oplopende middagtemperatuur gewerkt die in de nacht met lage temperatuur wordt gecompenseerd om de etmaaltemperatuur te sturen. In de morgenuren rond zonsopgang wordt een minimumbuis gehanteerd die bij een instraling van 150 tot 250 W/m^2 er uitgaat. Deze toepassing van een minimumbuis was punt van discussie. Het kost energie en de vraag is of dit echt nodig is. In de derde teelt is de inzet van een minimumbuis deels vervangen door inzet van gewasventilatie, om wel luchtbeweging tussen het gewas te krijgen.

Tegen het einde van de teelt mag de etmaaltemperatuur oplopen, Dit wordt vooral bereikt door temperatuur op te laten lopen met de instraling van de zon. Er hoeft dan niet meer gecompenseerd te worden in de nacht. Op die wijze wordt de afrijping van de laatste vruchten bevorderd, zonder dat dit extra energie kost.

In de zomerteelt is het XLS10 doek ingezet als energie- en als schaduwdoek (Figuur 13). Het isolerende XLS 18 is tot in juni ingezet wanneer de buitentemperatuur 's nachts lager is dan 12 °C. In de tweede teelt is dat totaal 82 uren geweest.



Figuur 13 Inzet van het XLS 10 scherm als zonnescherm tijdens de dag of als energiescherm tijdens de nacht in de zomerteelt. De zomerteelt omvat 2184 uren.

Basissrapport GTB 1013 .indd 19 15-06-2010 11:40:30

Gewas

Evenals bij de eerste teelt is er nu discussie over het aantal aan te houden stamvruchten. Gelet op de stand van het gewas in het begin en de groeikracht wordt het aanhouden van19 stamvruchten mogelijk geacht. Bij de oogst zijn de vruchten moeilijk op 400 gram te krijgen. Vooral de vruchten halverwege de stam blijven achter in lengtegroei. Gevolg is dat de vruchten toch langer aan de plant blijven en er een te grote plantbelasting ontstaat, wat nadelig is voor de verdere ontwikkeling van ranken en vruchten. Ook blijken een aantal jonge vruchten te aborteren, zodat uiteindelijk minder stamvruchten worden geoogst.

De ogenschijnlijke groeikracht kan het gevolg zijn van de lagere temperatuur bij de start, die tot een verkeerde verwachting van de potentiële groei van het gewas heeft geleid.

Bij de overgang van de hoofdstengel naar de groei van de ranken blijft de ontwikkeling van de ranken sterk achter. Dit geeft een onbalans in de hele ontwikkeling van de plant. Pas na voldoende oogst komt de rankgroei op gang. Om de groei van de ranken te beheersen worden de laatste stamvruchten extra zwaar geoogst.

In de evaluerende bijeenkomst naar aanleiding van de zomerteelt wordt het volgende opgemerkt.

- Bij de start van de teelt is het te koud geweest.
- De luchtbevochtiging heeft op momenten gehaperd door verstopte nozzles.
- De watergift is op momenten met veel instraling te krap geweest.
- De CO_2gift was plaatselijk te hoog.
- Het ras Borgatta heeft een tegenvallende prestatie geleverd.
- De groei is bij de overgang van stam naar rank uit het gewas gegaan.
- In stuks is er een achterstand in productie opgelopen van 10 tot 15 stuks. Aan het einde van de teelt zijn relatief zware vruchten geoogst, zodat de kilogramproductie uiteindelijk nog mee is gevallen.

Van de knelpunten die hebben geleid tot een lagere productie is alleen de nachtelijke temperatuurrealisatie aan het begin van de teelt gerelateerd aan de strategie van het zo energie zuinig mogelijk telen. In een integrale benadering van de teelt als systeem moeten alle factoren optimaal worden afgestemd.

4.3.3 Herfstteelt

De derde teelt is gestart op 4 augustus. Er is gekozen voor het ras Sheila, een standaard ras dat in de herfstteelt veel geteeld wordt.

Gewasbescherming

Sheila is gevoelig voor meeldauw. Daarom is er, preventief, vanaf de start van de teelt om de 5 dagen een ruimtebehandeling met Rocket uitgevoerd. Meeldauw is goed onder controle gebleven door deze strategie.

Eind augustus wordt er vrij veel trips waargenomen, maar een week later is deze grotendeels weer verdwenen. Mogelijk is het trips die van buiten kwam.

Begin oktober komt op jonge vruchten botrytis bij de bloem voor. Soms groeit dit door naar de stengel. De botrytis aantasting is zeker niet sterker dan in de praktijk. Half oktober is de constatering dat vrijwel geen planten door botrytis van de voet of het onderste deel van de stengel zijn weggevallen. Wel constateren we dat met toenemende vochtigheid buiten de kas en met hogere temperaturen in de kas de mogelijkheid van het ontvochtigen door gewasventilatie zijn grenzen heeft bereikt. Een extreem voorbeeld van die situatie is de nacht van 6 op 7 oktober: de absolute luchtvochtigheid buiten, gemeten bij de inlaat van de luchtbehandelingkast, is gelijk aan de absolute luchtvochtigheid in de kas (*Figuur 15*). Maar ook bij een verschil in absoluut vocht van slechts 1 g/m^3 is het effect van maximale ontvochtiging slechts 5 g/m^2.uur, wat voor een effectieve ontvochtiging te laag is. De ontvochtiging moet in staat zijn om het vocht dat door verdamping in de kas komt te verdrijven.

Basissrapport GTB 1013 .indd 20 15-06-2010 11:40:31

In de maand oktober is de botrytis aantasting langzaam verder gegaan. Aan het eind van de teelt is door telling van aantal uitgevallen planten en ranken een schatting gemaakt van de ernst van de aantasting.
Karakteristieke plek van aantasting was op de overgang van de hoofdstengel naar de rank, waardoor soms 1 rank en soms beide ranken van een plant waren uitgevallen. Aan het einde van de teelt waren van 3 % van de planten beide ranken dood en was van 3.2 % van de planten 1 rank dood, zodat in totaal 4.7 % van de ranken door botrytis dood was gegaan.
Verder komt er botrytis voor op stengeldelen van de rank halverwege het gewas en op plaatsen waar jonge aborterende vruchten zijn aangetast. Onder in het gewas komt vrijwel geen botrytis voor.

Figuur 14 Voorbeelden van de botrytis aantasting in de herfstteelt eind oktober

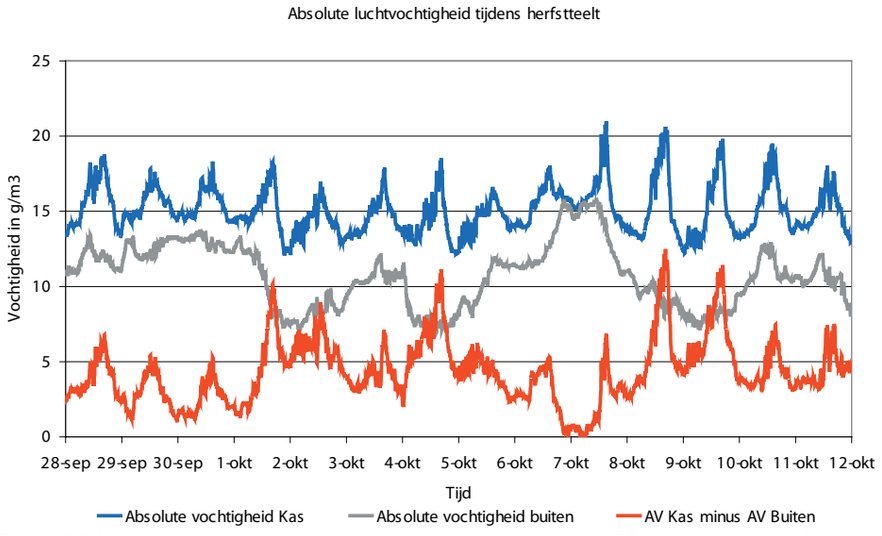
Techniek

Om de luchtbeweging tussen het gewas op gang te houden wordt de gewasventilatie aangezet in plaats van een minimumbuis.

De gewasverzorging is nauwkeurig uitgevoerd. De onderste bladeren zijn afgesneden en ook lobbladen (oortjes) zijn verwijderd om de kans op botrytis aantasting op het onderste deel van de stengel minimaal te houden.

Om het energiegebruik laag te houden wordt de sturing van het energiedoek (XLS 10) ingesteld op energievraag van de verwarming. Als de maximumbuis wordt bereikt om de temperatuur te realiseren wordt het energiedoek dichtgestuurd.

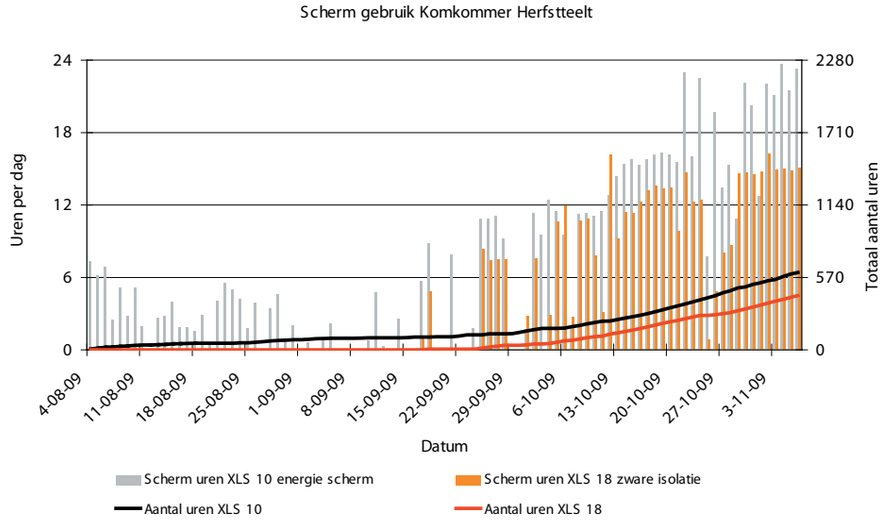
Eind september wordt bladvergeling in de kop geconstateerd (zie *Figuur 8*). Die bladvergeling is gerelateerd aan de watergift. De EC in de mat is opgelopen naar 4.7 en er wordt vrij vroeg gestopt met watergeven. Om verdere bladvergeling te voorkomen is de watergift aangepast.



Figuur 15 Absolute vochtigheid in de kas en buiten in de periode 28 september tot 12 oktober 2009.

Basissrapport GTB 1013 .indd 21 15-06-2010 11:40:31

In de herfstteelt zijn beide schermdoeken gebruikt (*Figuur 16*). Tot begin september is het XLS10 doek vooral overdag gebruikt om een teveel aan instraling tegen te houden. Daarna is het alleen in de nacht gebruikt als energiescherm.
Het isolatiescherm XLS18 is alleen 's nachts gebruikt. De inzet is frequent geweest. Voor de gewasontwikkeling en de groei is dit niet nadelig geweest. Het gewas bleef ondanks het frequente schermgebruik er fris bijstaan.



Figuur 16 Gebruik van de schermen in de herfstteelt. Tot begin september is gebruik van het XLS 10 hoofdzakelijk als zonnescherm overdag, daarna als energiescherm in de nacht.

Basissrapport GTB 1013 .indd 22 15-06-2010 11:40:33

5 Conclusies

5.1 Technische doelstellingen

De realisatie van de inrichting van het energiezuinig teeltconcept voor komkommer is goed verlopen.
De luchtbehandelingkast met verdeelstuk en luchtslangen onder de teeltgoot was technisch goed mogelijk. De luchtverdeling was zoals vooraf verwacht. Het inrichten van de kas met extra doeken en folie gaf geen problemen.

De uitdaging lag vooral in het optimaal inzetten van de instrumenten voor ontvochtiging, isolatie en bevochtiging.
De instrumenten bieden samen veel keuzemogelijkheden en het instellen is zonder goede kennis van de achtergronden van gewasfysiologie en mogelijke gevolgen van de instellingen moeilijk te maken.
Het bleek dat watergift inclusief EC en pH, start en stoptijden, cultivarkeuze, gewasverzorging samen met de instrumenten voor klimaatregeling als een totaal systeem moeten worden gezien om voor een optimale prestatie te kunnen zorgen.

Belangrijk leerpunt is dat de buitenlucht opgewarmd moet worden tot de gewenste of op andere momenten zelfs tot de gerealiseerde kastemperatuur. Zo moet op momenten van veel instraling en een grote afstand tussen verwarmingstemperatuur en ventilatietemperatuur de inblaastemperatuur niet meer dan 1°C onder de werkelijke kastemperatuur liggen, omdat de ingeblazen lucht anders te koud is. Dit leerpunt was bij de tomatenteelt, die parallel aan de komkommerteelt liep, nog duidelijker.

Een stabiel vochtdeficit tussen 1.5 g/m^3 en 6 g/m^3 werd in dit experiment als gunstig voor de groei genoteerd.

De productiedoelstelling is in de voorjaar- en herfstteelt behaald. In de zomerteelt is de productiedoelstelling niet behaald, Dat komt doordat teveel nadruk is gelegd op het verminderen van het energiegebruik, waardoor de teelt te laat op gang kwam.

Wat gewasbescherming betreft, zijn door de keuze voor meeldauwtolerante cultivars in de voorjaar- en zomer teelt duidelijke voordelen behaald. Er was vrijwel geen meeldauw bestrijding nodig. De aantasting door botrytis kon door de combinatie van gecontroleerde vochtigheid in de teelt en zorgvuldige gewasverzorging op een laag niveau worden gehouden.

De teelt van komkommer kent in de praktijk verschillende planttijdstippen voor de start van de eerste teelt. Echt vroege planters starten half december. In de praktijk wordt echter vaak begin januari -zoals in dit experiment- tot eind januari gestart met de eerste teelt. De keuze van het planttijdstip is vooral een afweging van economische kansen.
De momenten van teeltwisseling zijn gekozen op een praktijk conforme wijze. Het tijdstip van het einde van de derde teelt is gekozen vanwege de verhouding tussen kosten aan energie en de opbrengst van de komkommers. De kosten aan energie en arbeid werden hoger dan de opbrengst. Daarnaast moest de kas voor een andere teelt in gereedheid worden gebracht. Gewaskundig had de productie nog wel doorgetrokken kunnen worden tot half of eind november. Het gewas was niet te zwak en niet zwaar aangetast door botrytis.

5.2 Energiedoelstellingen

De warmtevraag in de komkommer teelt is gereduceerd tot 25 m^3/m^2 a.e. Daarbij moet voor het gebruik van de ventilator 6 kWh worden opgeteld. Van de energie voor warmtevraag, 24.3 m^3/m^2, is 1.5 m^3/m^2 gebruikt voor het opwarmen van de voor ontvochtiging aangezogen buitenlucht.

Bij de warmtevraag is rekening gehouden met het effecten van het relatief grote geveloppervlak. Uit de simulaties met

Basissrapport GTB 1013 .indd 23 15-06-2010 11:40:35

KASPRO blijken deze effecten nog iets sterker dan in de algemene benadering was aangenomen. Het gesimuleerde energiegebruik voor de bedrijf van 4 ha komt op 22.9 m^3/m^2 voor warmte vraag.

Voor ontvochtigen bij komkommer is een ontvochtigingscapaciteit van ± 20 gram/m2.uur voldoende. De capaciteit moet zijn afgestemd op de verdamping van het gewas en de vochtigheid in en buiten de kas. In het najaar is er een hoge absolute vochtigheid buiten de kas, waardoor de capaciteit van de installatie beperkt is. In oktober 2009 kwam het bijvoorbeeld voor dat de in te brengen buitenlucht vochtiger was dan de kaslucht. Op zo'n moment moet met traditionele middelen de vochtigheid worden beheerst.

Een energie doelstelling blijkt een goed instrument om bewust om te gaan met energie, maar het mag er niet toe leiden dat in cruciale teeltfases een te zuinige strategie wordt gekozen. Vooral bij de start van de teelt moet de groei optimaal zijn en moet energiegebruik daaraan ondergeschikt zijn.

Voor CO_2 voorziening zal bij een energiezuinige teeltwijze een aanvullende voorziening nodig zijn. In de zomer, als op het gemiddelde glasbedrijf minder dan 0.25 m^3/m^2 aardgas wordt gebruikt, is er uit de verbranding van aardgas slechts 0.45 kg/m^2 CO_2 beschikbaar terwijl in het experiment tot 1.2 kg/m^2 wordt gedoseerd.

5.3 Nevendoelstelling

In de projectomschrijving is aangeven dat telers intensief bij de begeleiding betrokken zouden worden. Dat is gelukt wat de directe begeleiders betreft. De telers die maandelijks de proef zouden volgen zijn daarentegen onvoldoende betrokken geweest. Dit kwam doordat zij of te ver weg woonden of het niet konden combineren met de activiteiten op het eigen bedrijf.

Via Energiek2020.nu is intensief gecommuniceerd en dat is boven verwachting goed gegaan. Er is veelvuldig naar de site gekeken blijkt uit de statistieken daarvan. De informatieve grafieken en weblogs waren een succes, omdat dit duidelijk bijdroeg aan de discussie tussen telers en op moment van bezoek aan de proef.
Ook waren er veel geïnteresseerden die een bezoek brachten aan de proef op het Improvement Centre.
In de vorm van presentaties en door het project 'Kennisverspreiding van energie onder de knie' zijn veel telers bereikt, met als laatste grote bijeenkomst een regionale avond in Bleiswijk, met ruim 50 aanwezigen, hoofdzakelijk telers.

Basissrapport GTB 1013 .indd 24 15-06-2010 11:40:35

6 Literatuur

Gelder, A. de; Nederhoff, E.M.; Janse, J.; Kok, L. de; Nieboer, S.; Keijzer, M.; Raaphorst, M.G.M.; Visser, P.H.B. de (2009)
Totaalconcept komkommerteelt 2008-2010 : teeltproef 2009 aan Innokom+ teeltsysteem met belichting en geconditioneerd telen
Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, (Rapport / Wageningen UR Glastuinbouw 264)

Poot, E.H.; Zwart, F. de; Bakker, J.C.; Bot, G.P.A.; Dieleman, J.A.; Gelder, A. de; Marcelis, L.F.M.; Kuiper, D. (2008)
Richtinggevende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen
Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw, (Nota / Wageningen UR Glastuinbouw 538)

Basissrapport GTB 1013 .indd 25 15-06-2010 11:40:35

Bijlage I: Teeltconcept komkommer

In het rapport **Richtinggevende beelden voor energie zuinig telen in semi-gesloten kassen** (Poot et. al 2008) wordt een toekomstbeeld geschetst om op korte termijn de inzet van fossiele energie in de tuinbouw te verminderen. In deze notitie wordt dit uitgewekt voor een energiezuinige (onbelichte) komkommerteelt ,zoals die getoetst kan worden in afdelingen van het Improvement Centre in Bleiswijk in het teeltjaar 2009. Het beeld is gebaseerd op de in het rapport beschreven technieken en inzichten die nu beschikbaar zijn. Centraal hierin staat het gewas: wat heeft het gewas gedurende het hele jaar nodig om zich goed te ontwikkelen, goed te groeien en een goede productie te leveren. Op basis daarvan is beschreven welke bedrijfsinrichting er nodig is om dit te realiseren. Bij komkommer wordt het meest geteeld in een traditioneel papaplu-systeem. Daarom wordt in dit onderzoek voor deze teeltwijze gekozen.

In het document richtinggevende beelden is beschreven hoe, aan de hand van de mogelijkheden van geconditioneerd telen, een neutrale energiebalans over de hele teelt verkregen kan worden. Energieneutraal betekent onder andere dat er niet méér warmte geoogst en opgeslagen dan in de koudere periodes nodig is voor de eigen teelt. Bij de opbouw van de in te zetten instrumenten voor energiebesparing en conditionering is een modulaire aanpak nagestreefd. Uitgangspunt is een optimale regeling voor het gewas, waarbij wordt ingezet op beperking van de warmtevraag, verhoging van de beschikbaarheid van CO_2 en tenslotte oogst van warmte in de zomer om de warmtevraag te kunnen dekken.
In het rapport richtinggevende beelden wordt het instrument 'warmteoogsten door kaskoeling' genoemd, Dat instrument is in de komkommerteelt niet ingezet. Het is wel ingezet in de tomatenteelt (rapport…).
Bij de komkommerteelt is vanwege de hoge verdampingssnelheid te verwachten dat vochtbeheersing een groter probleem zal gaan vormen dan bij tomaat. Globaal wordt de komkommerproductie in dit document jaarrond gevolgd, over drie teelten. Hieronder volgt een korte beschrijving van de kasuitrusting en de gevolgde teelt/klimaatstrategie.

1.1 Teeltsysteem en plantdatum

De eerste teelt start in de tweede week van januari met een iets grotere plant dan nu gebruikelijk is. Het teeltplan loopt tot week 48. De teelt is daarmee vegelijkbaar met de praktijk die de laatste jaren de teelt heeft ingekort vanwege de aanvoer van komkommer uit andere landen in januari.

Uitgangspunt is een hangende teeltgoot met een pad-afstand van 1.60 m. De plantdichtheid is per teelt verschillend en is aangeven in het teeltplan. (*Zie Teeltplan Green Q.)*
Er wordt geteeld op steenwol met een druppelsysteem. De EC wordt lichtafhankelijk aangepast. De watergift is ook lichtafhankelijk en kan worden aangepast door het drainpercentage.
Op momenten dat dit voor het gewas kan, wordt met een hogere EC geteeld, zodat met minder watergift voldoende nutriënten voor de plant beschikbaar zijn. Dit kan bijdragen aan beperking van de verdamping van de plant en zo tot een geringere hoeveelheid vocht die via ventilatie moet worden afgevoerd.
Vooralsnog is er geen wortelverwarming of koeling. De substraattemperatuur zal daardoor na-ijlen op de ruimtetemperatuur.
Er wordt, indien mogelijk, gekozen voor meeldauw tolerante rassen om minder gewasbescherming uit te hoeven voeren. Bij gespoten gewasbescherming wordt het gewas nat wat leidt tot extra energiegebruik om het te drogen. Door meeldauwtolerante rassen te kiezen wordt dit beperkt. De raskeuze per teelt staat in het teeltplan per week.

1.2 Kasuitrusting en globale klimaatbeheersing

De kas is uitgerust met de volgende elementen
- Normaal glas.
- Buisrailverwarming

Basissrapport GTB 1013 .indd 26 15-06-2010 11:40:35

- Groeibuis.
- Een hogedruk nevelinstallatie [1]
- Een luchtdistributie systeem voor opgewarmde buitenlucht onder de planten [1]
- Nauwkeurig CO_2 dosering en meting van de gedoseerde hoeveelheid
- Een dubbel energiescherm [1]
- Een vast geperforeerd anticondensfoliescherm op de gewasdraad toegepast tot half februari of zoveel langer als nodig is.

Middels de aanzuiging van buitenlucht kan de kas op een gecontroleerde wijze worden ontvochtigd. De buitenlucht is immers bijna altijd droger (in absolute luchtvochtigheid) dan de kaslucht. De warmtewisselaar in de luchtbehandelingskast kan de buitenlucht zonodig opwarmen. Het slurven-systeem zorgt voor een evenwichtige verdeling van deze droge, warme lucht, zodat horizontale temperatuurverschillen zoveel mogelijk voorkomen kan worden. Belangrijk is de beheersing van het klimaat om fusarium in de start van de teelt te voorkomen.

De kas is ook uitgerust met een luchtbevochtigingsinstallatie. Deze zorgt ervoor dat de warmte die per m^3 lucht kan worden afgevoerd gemaximaliseerd kan worden. Bij koeling via de ramen betekent dit dat het ventilatiedebiet klein blijft en daardoor de CO_2concentratie gemakkelijk hoog gehouden kan worden

Er wordt gebruik gemaakt van een standaard CO_2verdeelsysteem voor zuivere CO_2. Immers, CO_2 loopt niet helemaal parallel met koeling en verwarming.

1.1.1 Temperatuurbeheersing

Gedurende de hele teelt wordt zowel het temperatuurverloop over de dag als de etmaaltemperatuur sterk bepaald door de instraling om zoveel mogelijk gebruik te maken van de “gratis” zonne-energie. Dit wordt gerealiseerd door de basisstooktemperatuur met 1 graad te verlagen, maar de lichtafhankelijkheid van de stooklijn (en parallel daaraan de ventilatielijn) met 2.5 graden te verhogen.
Over het jaar heen levert de gewijzigde strategie een temperatuursom vrijwel gelijk aan die van een traditionele strategie, maar dan meer gerealiseerd door zonne-energie. Op sombere dagen is de kas hierdoor kouder dan gebruikelijk en op lichte dagen is de kas warmer dan gebruikelijk. Teneinde de zonne-energie zo gunstig mogelijk te benutten en de CO_2-concentratie gemakkelijker hoog te kunnen houden, wordt er minder fel op temperatuur gelucht. Dit wordt gerealiseerd door een uitgestelde ventilatie, waarmee wordt voorkomen dat de gratis zonnewarmte onnodig wordt afgelucht.
Aan het einde van de dag wordt de temperatuur verlaagd naar de gewenste voornachttemperatuur. Het verlagen van de temperatuur vindt vooral plaats via ventilatie, maar ook door de schermen niet te vroeg dicht te laten lopen. Door deze acties vindt het afkoelen van de kas, nodig om de assimilatenbalans van het gewas goed te houden, zoveel mogelijk met natuurlijke middelen plaats.
Vooralsnog realiseert de gekozen regelstrategie dus een klimaat dat in de voornacht qua temperatuur nauwelijks anders is dan gebruikelijk. De hierboven beschreven algemene werkwijze is in een plan van Green Q concreet gemaakt.

1.1.2 Schermen

De kas is voorzien van twee schermdoeken. De bovenste is een scherm van ge-aluminiseerde bandjes, gemaakt voor een maximale isolatiegraad (XLS- 18 Firebreak: isolatie 72 %, lichtdoorlatendheid 14 %. 1 op de 8 bandjes is open). Het onderste is een transparant bandjesscherm dat op koude dagen met een beperkt verlies van licht in de kas kan worden dichtgetrokken (SLS 10 Ultra Plus; lichtdoorlatenheid 81% isolatie 43 %). Het gebruik van bandjesschermen draagt ’s nachts bij aan de natuurlijke vochtafvoer. Bij de start van de teelt wordt bovendien nog een geperforeerd ACfolie gebruikt

Basissrapport GTB 1013 .indd 27 15-06-2010 11:40:35

om de vochtigheid hoger te houden en minder lichtverlies te hebben.
De lichtintensiteit waarbij het scherm 's ochtends wordt opengetrokken is afhankelijk gesteld van de gemiddelde buitentemperatuur rond het tijdstip van openen. Is de buitentemperatuur laag dan zal de extra productie niet opwegen tegen het extra gasverbruik en kan het scherm beter dicht blijven.

1.1.3 CO_2 dosering

Er wordt uitgegaan van een rookgas CO_2doseercapaciteit van 200 kg/ha/uur die verkregen wordt door OCAP CO_2 in te zetten. Het moment van inzetten wordt bepaald door een economische analyse van de verhouding tussen productie verhoging en kosten van CO_2 doseren (Carbonomic).

1.3 Inzet van buitenlucht aanzuiging en luchtbevochtiging.

In het teeltconcept speelt de beheersing van de luchtvochtigheid en de homogeniteit van het klimaat een belangrijke rol. Hieronder worden in vier situaties de consequenties van… besproken vanuit de energie balans van de plant.

1.3.1 De nachtsituatie

In de nachtsituatie gedraagt de plant zich in hoofdzaak volgens het "natte bol" principe. De planttemperatuur is meestal iets lager dan de kastemperatuur. Door uitstraling naar een koud kasdek kan de planttemperatuur dalen terwijl de verdamping afneemt. Immers, de toegevoerde convectie-energie wordt dan niet gebruikt om te verdampen, maar om het verlies door uitstraling te compenseren. Bij gebruik van schermen zal het effect van uitstraling lager zijn en dus zal de planttemperatuur iets stijgen.

In de nachtsituatie, waarin sprake is van hoge RV en weinig energietoevoer, ontstaat het gevaar van een ongunstig microklimaat rond bepaalde delen van de plant. Door relatief kleine temperatuur verschillen, al dan niet door uitstraling naar koudere kasdelen, kan op sommige plantdelen condensatie ontstaan. Verse wonden door gewasbehandeling drogen niet op. Ook kan door de minimale verdamping door worteldruk een zodanig hoge turgor ontstaan dat plaatselijk guttatie optreedt. Op deze natte plekken kunnen schimmels zich ontwikkelen. Bovendien kan door het stagnerende watertransport ook de aanvoer van mineralen, waaronder Calcium naar bepaalde plantendelen stoppen waardoor o.a. cellen aangelegd worden met zwakke celwanden.

In deze situatie wordt een optimale klimaatregeling bereikt door:

- geringe mechanische luchtbeweging dat voor een actief en homogeen microklimaat zorgt.
- schermen met energiedoek om energieverlies te beperken en plaatselijke condensatie als gevolg van uitstraling te voorkomen.
- energie zuinige vochtafvoer in combinatie met hoge grenswaarde voor RV.

CO_2 dosering is niet relevant omdat er geen fotosynthese plaatsvindt.

De rol van de huidmondjes is in deze situatie secundair. Vanwege de beperkte grootte van de energiestromen hebben de huidmondjes namelijk een geringe invloed op de verdamping.

1.3.2 De situatie bij opkomend licht, zonsopgang

Onder invloed van licht zullen de huidmondjes zich gaan openen. Door de straling wordt energie toegevoerd voor de

Basissrapport GTB 1013 .indd 28 15-06-2010 11:40:35

verdamping. Door verdamping wordt voorkomen dat de planttemperatuur teveel zou toenemen. Anders gezegd; de plant koelt zichzelf door te verdampen. Tegelijk vindt er onder invloed van PARlicht fotosynthese plaats en de hiervoor benodigde CO_2 wordt door de geopende huidmondjes opgenomen.
Volgens de energiebalans kunnen de huidmondjes bij opkomend licht maximaal openen om CO_2 op te nemen zonder dat dit een excessieve verdamping tot gevolg heeft. Immers, de energietoevoer is hiervoor de beperkende factor.
Daarnaast is er geen enkele reden om in deze situatie zorgen te hebben over onvoldoende verdamping als gevolg van bijvoorbeeld een hoge luchtvochtigheid. De plant zal immers altijd moeten verdampen om de toegevoerde stralingsenergie af te voeren. Bij een hoge RV van de lucht zal de bladtemperatuur zodanig toenemen dat de VPD weer voldoende hoog wordt om te kunnen verdampen. En zolang de plant voldoende water ter beschikking heeft door aanvoer uit de wortels zullen de huidmondjes open blijven om CO_2 op te nemen.

Bij oplopend licht zal aanvankelijk het PAR niveau de beperkende factor zijn voor de fotosynthese, maar daarna kan ook de CO2 beperkend worden. Het heeft echter niet altijd zin om het CO_2 niveau (nog) verder te verhogen. Uit onderzoek is gebleken dat ook de diffusie weerstand voor CO_2 in het bladweefsel, ook wel de Carboxilatie, beperkend kan zijn.

In deze situatie wordt de optimale klimaatregeling volgens de omschreven doelstellingen bereikt door:

- geringe mechanische luchtbeweging dat voor een actief en homogeen microklimaat zorgt.
- een homogene temperatuurverdeling kan een relatief hoge RV worden aangehouden, dit leidt tot minder ventilatie en dus minder CO_2 verlies door de luchtramen.
- voldoende CO_2 dosering zodat het PAR licht maximaal benut kan worden.

Bij zonsopgang levert de zon een aanzienlijke energiestroom. In zo'n geval kan de stand van de huidmondjes op robuuste en betrouwbare wijze uit de energiebalans afgeleid worden. En dat is belangrijk wanneer men CO2 wilt doseren. De huidmondjes zullen in deze situatie waarschijnlijk nog niet sluiten vanwege waterstress, tenzij kortstondig bij snelle toename van de verdamping. Een eventuele sluitreactie van de huidmondjes ten tijde van een toenemend CO_2 niveau zou daarom relatief eenvoudig gedetecteerd kunnen worden. Dit signaal zou gebruikt kunnen worden om niet méér CO_2 te doseren dan nodig is om het aanwezige PAR licht volledig te benutten. Op die manier kan emissie beperkt worden.

1.3.3 De situatie bij hoge instraling

Bij hoge instraling hoort een hoge verdampingsnelheid, en dan kan op den duur watergebrek ontstaan in de plant. Er dreigt (plaatselijke) uitdroging c.q. turgorverlies en hierop zal de plant reageren door (plaatselijk) de huidmondjes gedeeltelijk te sluiten. Het lijkt erop dat de bekende "namiddag depressie", die bij veel planten gesignaleerd wordt, vooral veroorzaakt wordt door watergebrek in combinatie met een lage RV van de lucht. Toch valt niet uit te sluiten dat een oplopende voorraad assimilaten ook een terugloop in de fotosynthese kan veroorzaken (bron). Om dat te voorkomen zou de omzetting daarvan in suikers gestimuleerd moeten worden door een hogere planttemperatuur aan te houden. Dat komt overeen met de gedachte van de "plantbalans", de afgeleide van de "energiebalans" die uitgaat van de theorie dat de sommen aan licht, warmte, CO2 en water steeds met elkaar in balans moeten zijn. Dus bij veel licht ook een hogere etmaal temperatuursom.

Het gedeeltelijk sluiten van de huidmondjes betekent niet dat de verdamping hierdoor evenredig minder wordt. Men zou dit kunnen denken, maar in de praktijk blijkt de verdamping ook tijdens stressmomenten onveranderd hoog te blijven. Vanuit de energiebalans is dat verklaarbaar. Immers als de verdamping aanzienlijk zou verminderen, waar blijft dan de rest van de opgevangen energie? Hierdoor zou ten minste de bladtemperatuur sterk moeten stijgen, en dat wordt niet waargenomen in gewassen zoals tomaat, paprika en roos, tenzij in extreme gevallen van waterstress (bron). De verklaring is dat het blad probeert om de verdamping te verminderen door het sluiten van de huidmondjes, maar dat dit wordt tegengewerkt door het oplopen van de VPD. Het resultaat is dat hierdoor de verdamping hoog blijft, terwijl ook de opname van CO_2 wordt belemmerd. Indirect versterkt dit de verdamping, omdat hierdoor nog meer stralingsenergie in het blad wordt omgezet

Basissrapport GTB 1013 .indd 29 15-06-2010 11:40:36

in warmte.
In de praktijk worden verschillende methoden aangewend om stresssituaties, waarbij de plant in moeilijkheden komt door watergebrek en te hoge planttemperaturen, te voorkomen:

- Het wegschermen van licht. Hierdoor wordt de verdamping verlaagd en komt de waterbalans weer op orde, maar het betekent tegelijk een verlaging van de potentiële fotosynthese. Dit is dus schadelijk, behalve voor gewassen waar lichtverzadiging optreedt.
- Het verhogen van de CO_2concentratie. Hierdoor wordt het sluiten van de huidmondjes deels gecompenseerd en blijft de fotosynthese op een hoog niveau. Dit veroorzaakt echter wel een hogere CO_2 emissie en het is de vraag of de fotosynthese in geval van waterstress optimaal is. In diverse onderzoeken komt naar voren dat dit niet het geval is (bron).
- Vanuit de energie balans geredeneerd is de meest effectieve methode echter het verhogen van de RV in de kas. Het blijkt dat hierdoor de verdamping wordt teruggebracht met 5 – 15% ten opzichte van een situatie met lage RV.
- Doordat hierdoor de wortels de aanvoer van water beter en langer volhouden, zal de stress verminderen, de huidmondjes blijven (meer) open en de fotosynthese zet goed door zonder verdere verhoging van de CO_2 concentratie.

In de situatie met hoge instraling wordt de optimale klimaatregeling volgens de omschreven doelstellingen dus bereikt door het aanhouden van een **hoge luchtvochtigheid**; allereerst door minder te ventileren en indien nodig door water te vernevelen met een nevel installatie. Door deze hoge RV te combineren met een hogere kastemperatuur wordt de energie-inhoud van de kaslucht hoger zodat het **ventilatievoud verminderd** kan worden. Hierdoor wordt de CO_2 concentratie in de kas hoger bij dezelfde doseerkosten. Dit remt de piekverdamping. Omdat de piekverdamping wordt afgeremd komt de plant minder in stress en blijven de huidmondjes langer open. Tevens maakt de verhoogde CO2concentratie het mogelijk **meer PAR licht** toe te laten door minder te schermen. Tot slot kan door de hogere kastemperatuur overdag **'s nachts een lagere temperatuur** worden aangehouden (temperatuursintegratie) waardoor energie kan worden bespaard.

De rol van de huidmondjes is in deze situatie van groot belang. De stand van de huidmondjes kan in deze situatie waar de zon een aanzienlijke energiestroom levert op robuuste en betrouwbare wijze uit de energiebalans afgeleid worden.

Het gedrag van de huidmondjes kan informatie leveren om:

- de vernevel-installatie in te zetten als sluiting van de huismondjes door overmatige gewasverdamping dreigt. En niet eerder, opdat niet onnodig wordt verneveld als de plant zelf de verdamping nog goed aan kan.
- De watergift te vergroten of de frequentie van druppelbeurten te verhogen als watertekort gesignaleerd wordt.
- De CO_2 dosering te verminderen als sluiting van huidmondjes als gevolg van te hoge CO_2 gesignaleerd wordt.
- Het zonnescherm in te zetten als blijkt dat ondanks genoemde maatregelen waterstress dreigt doordat de plant de hoeveelheid zonne-energie niet kan verwerken.

1.3.4 De situatie aan het einde van de dag bij afnemend licht

Aan het eind van de dag als het licht afneemt krijgt de plant het weer "gemakkelijker" omdat de energietoevoer vermindert en dus ook de noodzakelijke koeling door verdamping. Wel speelt hierbij een belangrijke rol hoe de plant de voorgaande uren van hoge verdamping en dus potentiële stress is doorgekomen. In de praktijk wordt vaak aangenomen dat de plant "uitgeput" is na een warme dag en daarom wordt nogal eens overgegaan tot het zogenaamde "lucht knijpen" of "vochtsparen". Door minder te ventileren blijft er meer vocht in de kas, de RV loopt op en niet zelden wordt het in de kas zelfs koeler dan buiten. Vanuit de energiebalans is dit weer relatief eenvoudig te verklaren. Omdat de absolute straling afneemt, loopt ook de verdamping terug en krijgt de plant de waterhuishouding weer op orde. Met als gevolg dat het gewas dankzij het natte bol effect energie uit de kas kan absorberen. Omdat na een warme zonrijke dag ook de RV buiten vaak daalt, ontstaat er meer ruimte voor adiabatische koeling.
In deze situatie zullen de huidmondjes gewoonlijk geen reden hebben om te sluiten en kan het fotosynthese proces doorgaan om het aanwezige PARlicht volledig te benutten.

Basissrapport GTB 1013 .indd 30 15-06-2010 11:40:36

In deze situatie met afnemende instraling wordt de optimale klimaatregeling volgens de omschreven doelstellingen bereikt door:

- Het aanhouden van een hoge luchtvochtigheid door minder te ventileren, “vochtsparen”.
- Door de combinatie van hoge RV en hogere kastemperatuur wordt de energie inhoud van de kaslucht hoger zodat het ventilatievoud verminderd kan worden. Hierdoor wordt de CO_2 concentratie in de kas hoger bij de zelfde doseerkosten.
- Omdat de piekverdamping wordt afgeremd komt de plant minder in stress en blijven de huidmondjes langer open.
- Hierdoor kan ook meer PAR licht toegelaten worden door het eventuele scherm eerder weer te openen.
- Voldoende CO_2 doseren om het beschikbare PAR licht volledig te benutten.
- Door de hogere kastemperatuur overdag kan ’s nachts een lagere temperatuur worden aangehouden (temperatuursintegratie) waardoor energie kan worden bespaard.

1.4 Korte omschrijving van de gevolgde teelt en klimaatstrategie per seizoen

1.4.1 Winter

De gehele teelt wordt warmte eerst ingebracht via het ondernet, waarbij de buistemperatuur wordt begrensd op maximaal 55 °C. De temperatuur wordt overdag hoger aangehouden dan ’s nachts. Op bijna 60% van de dagen zal het echter energetisch interessant zijn om een hogere nachttemperatuur aan te houden dan overdag om daarbij ’s nachts maximaal te kunnen profiteren van het dubbele scherm, terwijl overdag de schermen open moeten om het gewas het licht te laten gebruiken. Het toepassen van deze negatieve DIF remt de strekking van stengel en bladeren wat leidt dit tot een langzamere toename van LAI, waarvan de gevolgen doorwerken in periode daarna. Door de gehanteerde schermcriteria wordt frequent geschermd in het experiment/in de praktijk?.
In de winter wordt de luchtbevochtiging niet gebruikt..
Om fusarium en mycosphearella te voorkomen is een goede beheersing van het klimaat belangrijk.

1.4.2 Voorjaar

De teeltstrategie is gebaseerd op het laten meelopen van de temperatuur met het licht (met de natuur mee-telen). Er wordt een ruime afstand aangehouden tussen stooktemperatuur en ventilatietemperatuur. Dat betekent dat de kas opgewarmd wordt wanneer er voldoende instraling is, maar dat op donkere dagen de temperatuur lager blijft. Het gebruik van een sterke lichtafhankelijke setpointverhoging (4°C over een traject van 100 tot 400 W/m^2) leidt tot een sterke koppeling van de etmaaltemperatuur aan de lichtsom. Het temperatuurregime zal zo het karakter krijgen van een meerdaagse temperatuurintegratieregeling. Het belangrijkste verschil is echter dat de klassieke temperatuurintegratieregelingen naar een vastgestelde etmaaltemperatuur toewerken die nauwelijks afhankelijk is van de lichtsom, terwijl in de nu gehanteerde strategie juist een sterke koppeling ligt tussen lichtsom en etmaaltemperatuur. De combinatie van de beschikbaarheid van buitenlucht-aanzuiging en luchtbevochtiging en de lage buitentemperaturen in het voorjaar zal er voor zorgen dat maar met weinig buitenlucht gekoeld zal hoeven worden. De CO_2 concentratie kan dus makkelijk hoog gehouden worden.
Er zal in het voorjaar nog steeds veel worden geschermd. Omdat het gewas zo groot is dat er veel verdamping plaatsvindt, zal er meer moeten worden geregeld op vocht. Door het bovenste en onderste scherm tegen elkaar in te laten openen kan de luchtuitwisseling tussen de vochtige kaslucht en de veel drogere (maar koude) lucht boven het schermpakket goed gecontroleerd plaatsvinden. Kouval wordt op deze manier voorkomen.

Basissrapport GTB 1013 .indd 31 15-06-2010 11:40:36

Doordat de kas is uitgerust met luchtbehandelingkasten die buitenlucht kunnen aanzuigen en doordat deze lucht via slurven door de kas kan worden verdeeld, kan de luchtvochtigheid nauwkeurig worden beheerst.
De toegepaste luchtvochtigheidregeling kan worden gekarakteriseerd als een uitgestelde, maar feller ingrijpende regeling. Er wordt pas buitenlucht aangevoerd wanneer de RV boven de 85% komt (in de referentieteelt worden de ramen al bij 80% RV geopend), maar er wordt dan sterk gereageerd. Als het nodig is gaan de ramen volledig open om de luchtvochtigheid in de hand te houden.
In het voorjaar zullen nog niet veel dagen voorkomen met een te lage luchtvochtigheid, maar als het gewenst is, kan een vernevelinginstallatie met een capaciteit van 500 gram/(m² uur) worden ingezet. De inzetstrategie is hiervoor beschreven in….. Het inzetten van de vernevelingsinstallatie zal vooral gebeuren op momenten van sterke overgangen in het weer (bv van bewolkt naar helder), omdat de plant dan onvoldoende in staat is om vocht voor verdamping aan te voeren.

1.4.3 Zomer

In de zomer zullen er veel dagen voorkomen waarbij de temperatuur in de kas structureel hoger op zal lopen dan gewenst. Er zal dan moeten worden geventileerd. Door de inzet van de luchtbevochtiging kan ventilatie beperkt.blijven en dat vermindert emissie, Zowel voor ventileren met buitenlucht als voor koelen met een koelinstallatie geldt dat dit efficiënter verloopt met vochtige lucht dan met drogere lucht. Bij warmteafvoer via de ramen zit de winst in de grotere hoeveelheid afgevoerde warmte door vochtigere lucht.
De kas wordt daarom uitgerust met een vernevelinginstallatie met een capaciteit van 500 gram/(m² uur).

De doseringsstrategie van de rookgas-CO_2 is een constante basisdosering vanuit de WKK, aangevuld met een geoptimaliseerd profiel met zuivere CO_2. De dosering is gebaseerd op het (carbonomic-)algoritme dat van moment tot moment een afweging maakt tussen de kosten van de zuivere CO_2 en de opbrengsten daarvan. Het algoritme houdt onder meer rekening met de instraling, het ventilatiedebiet en gewastemperatuur.

1.4.4 Najaar

In het najaar zijn over het algemeen de nachttemperaturen nog hoog en is de gewasverdamping hoog. De luchtvochtigheid in de kas kan hierdoor sterk oplopen. Door vocht af te voeren via gecontroleerde inbreng van buitenlucht, kan de luchtvochtigheid in de kas teruggebracht worden tot acceptabele niveaus. Overigens zouden deze niveaus hoger kunnen liggen dan nu gedacht wordt en kunnen bijvoorbeeld de risico's op schimmelaantasting door goed doordachte, geringe luchtbeweging beheerst worden.
Niet alleen in het najaar, maar door de hele teelt wordt pas op vocht gereageerd als de RV boven de 85% komt en niet als deze boven de 80% komt, zoals gebruikelijk. De actie die de klimaatregelaar neemt als de RV te hoog wordt (ventileren) is echter in de energiezuinige teelt feller dan gebruikelijk. Hierdoor wordt de gemiddelde RV in de kas hoger, maar is het aantal extreme situaties minder dan in de gangbare teelt.

De teelt wordt in week 48 beëindigd. Tegen het eind van de teelt worden hoge luchtvochtigheden toegestaan en wordt intensief geschermd. Zo wordt de laatste productie energiezuinig gerealiseerd. De teeltwisseling duurt bijna 2 maanden, waarbij in de relatief donkere decembermaand de kas leeg staat en alleen vorstvrij gehouden wordt.

Basissrapport GTB 1013 .indd 32 15-06-2010 11:40:36

1.5 Gewas en teeltregistratie

In onderstaande tabel worden de gewas en teeltregistraties opgesomd.

Teeltregistraties

Er wordt van uitgegaan dat voor een normale teelt uitvoering veel zaken standaard worden geregistreerd, een aantal hiervan kunnen in onderstaande lijst staan.

Gewas				
	Pad/afdeling			
	arbeid	uren per handeling per afdeling	per keer	
	productie	kg en stuks per pad/behandeling	per keer	
		totaal en sortering in kg en stuks per behandeling	per keer	
	Meetveld/ at random			
	lengte		per week	
	stengeldiameter		per week	
	zetting	per gewas andere wijze van telling	per week	
	bladafsplitsing		per week	
	bladlengte		per week	
	productie	kg per pad/behandeling	per keer	
	Gewasweging	met gewas aan weegbalk	continu per minuut	
	bladtemperatuur	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseerd	
Ziekte en plagen				
	scouting en registratie		wekelijks	
	maatregelen	middelen en concentratie	per inzet	
Weer				
	Globale straling	som per 10 minuten		
	Temperatuur	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	
	RV en/ of VD	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	
	CO2	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	
	Windsnelheid	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	
	Windrichting	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	
Klimaat				
	PAR-lichtsom	som per 10 minuten	totaal	
			zon	
			kunstlicht	
	Temperatuur	gemiddelde per 10 minuten	gewenst	
			gerealiseeerd	per meetbox, meer der hoogtes
	RV en/ of VD	gemiddelde per 10 minuten	gewenst	
			gerealiseeerd	per meetbox, meer der hoogtes
	CO_2 concentratie	gemiddelde per 10 minuten	gewenst	
			gerealiseeerd	per afdeling, meerdere hoogtes
	Buis Temperatuur	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	per net
	Raamstand	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	luwe en wind zijde
	Scherm	stand per 10 minuten	gerealiseeerd	per scherm
	Gewastemperatuur	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	
	Mattempereruur	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	
	Energie	som per 10 minuten	gerealiseeerd	per warmte/koude instrument
	Ventilatorstand	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseeerd	per ventilator systeem
Water				
	watergiftsom	som per 10 minuten		
	EC gift	per 10 minuten	gewenst	
			gerealiseerd	
	pH gift	per beurt	gewenst	
			gerealiseerd	
	EC mat	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseerd	
	Vochtgehalte mat	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseerd	
	Drain	hoeveelheid per 10 minuten	gerealiseerd	
		% van gift per 10 minuten	gerealiseerd	
	EC drain	gemiddelde per 10 minuten	gerealiseerd	
	Nutrienten	samenstelling	per keer/na wijziging	
		samenstelling mat	per 2 weken	
		samenstelling drain	per 2 weken	
	Wateropname	weeggoot	continu	

Basissrapport GTB 1013 .indd 33 15-06-2010 11:40:36

Basissrapport GTB 1013 .indd 34 15-06-2010 11:40:38

Bijlage II: Energie onder de knie, extra technische uitrusting

Componenten

1. ***Een hogedruk nevelinstallatie*** die de RV in de kas onder alle omstandigheden moet kunnen verhogen naar 90%. Dat betekent een installatie van 500 gram/m^2/uur. Belangrijk is dat er geen water op de planten komt en de ruimte boven de planten zo uniform mogelijk bevochtigd wordt. Van groot belang is het doel waarvoor deze installatie zal worden ingezet. Dat is primair het bereiken van een hogere CO_2 concentratie in de kas. Dat impliceert het handhaven van gelijke of zelfs hogere ventilatie-temperaturen dan gewoonlijk. Gebruik maken van het koelend effect van verdampend water, om de ruimtetemperatuur te verlagen, is dus niet aan de orde, tenzij kan worden aangetoond dat verlaagde kastemperaturen meer opleveren dan verhoogde CO_2 niveaus. Maar dat lijkt vooralsnog niet te verwachten. Het verhogen van het vochtniveau in de kas reduceert het ventilatievoud dat nodig is om een teveel aan energie af te voeren. Een lager ventilatievoud is gunstig om CO_2 in de kas te houden. Van belang is daarom dat de regeling van de raamstand op adequate wijze is aangepast aan de inzet van de verneveling. Een regeling op vochtdeficit (VD), om deze klein te houden, is daarbij uit den boze omdat een laag VD bij lage stralingsniveaus zal leiden tot een te lage verdamping. De aansturing moet daarom gebeuren op basis van energiebalans: de verhouding tussen warmteafvoer via verdamping en via convectie (verschil kas-bladtemperatuur).

2. ***Een luchtdistributie systeem onder de planten*** dat buitenlucht moet kunnen opwarmen tot kastemperatuur. Daarvoor is een verwarmingscapaciteit van 50 W/m^2 nodig en een luchtdebiet van 5 m^3/m^2/uur. Daarmee moet de RV onderin het gewas verlaagd kunnen worden tot 85% zolang de buitenomstandigheden (vochtinhoud van de lucht) dat toelaten. Deze installatie zorgt voor een overdruk onder het scherm, zodat twee schermen volledig gesloten kunnen blijven. Het debiet komt bij een 7m hoge kas neer op minder dan één verversing van de kasinhoud per uur. Die hoeveelheid zal zelfs bij vrijwel gesloten ramen door lekkage kunnen verdwijnen. Dankzij de luchtstroming onderin het gewas zal er extra droging van wonden ontstaan waardoor het gevaar op botrytis afneemt. Bovendien ontstaat door het systeem een verticale luchtbeweging waardoor de verticale temperatuurverschillen binnen het gewas verkleinen en er zelfs bij hoger gekozen RV's geen condensatie op het gewas zal ontstaan. Het heeft geen zin om met deze installatie ook kaslucht bij te mengen omdat daarmee het drogende effect sterk wordt verminderd..

   De lucht moet worden gedistribueerd via foliebuizen met, gegeven een kaslengte van 30 meter, een diameter van 160 mm waarin per plant horizontaal (aan weerszijden van de slang) 2 gaatjes van 8mm- afstand tussen de gaatjes is 30cm. In de kas komt 1 foliebuis per teeltgoot met een onderlinge afstand van 1.60 meter.

   De regeling is gebaseerd op het handhaven van een ingestelde RV en een uitblaastemperatuur die gelijk is aan de gewenste kasluchttemperatuur om daarmee onnodige verdamping te voorkomen. De beslissing om het slangensysteem te gebruiken of de traditionele vochtregeling op basis van stoken en ventileren wordt gebaseerd op enthalpieverschil binnen/buiten. Bij gebruik van het luchtslangensysteem zal het doek dichtliggen. Ook de ramen blijven in principe dicht, totdat het enthalpieverschil boven en onder het doek te klein wordt. – dit betekent dat een meetbox boven het schermdoek aanwezig moet zijn.
   De ventilator wordt aan-/uitgeregeld om altijd een goede luchtverdeling te behouden.
   Om aanzuigen van insecten te voorkomen moet een gaasscherm voor de aanzuigopening worden geplaatst. De ervaring leert dat dit gaas al snel vervuilt en dat daardoor het geleverde luchtdebiet sterk verminderd. Daarom is het gewenst om de hele installatie buiten te plaatsen en te voorzien van een aanzuigkooi met een dubbele laag gaas, grofmazig (koolvlieggaas, maaswijdte 1,35x1,35m) en daarachter fijnmazig (tripsgaas, maaswijdte 0,22x0,31mm). Die lagen moeten eenvoudig verwisseld of gereinigd kunnen worden en een zo groot mogelijk oppervlak hebben.

Basissrapport GTB 1013 .indd 35 15-06-2010 11:40:38

3. ***Nauwkeurige dosering van CO_2***. Gezien het grote belang van een goed afgestemde CO_2-concentratie op de beschikbare hoeveelheid licht is een snel en nauwkeurig reagerende doseerinstallatie van groot belang. Uitgaande van de situatie van het IC met OCAP CO_2 is vooral de regeling van de dosering per afdeling en de volumemeting essentieel.

4. ***Een dubbel energiescherm*** , Het onderste scherm is een SLS10 Ultra plus dat van zonsondergang tot zonsopkomst gesloten zal zijn, zolang het buiten kouder is dan binnen. Het bovenste scherm is een XLS 18 firebreak. Dat in tegengestelde richting kan bewegen. Van belang is een zeer goede afsluiting bij gesloten doek. In overleg met de leverancier kunnen wellicht extra maatregelen worden genomen om dat te garanderen. Met een zeer goede afsluiting is het mogelijk de lucht, door de overdruk van het luchtdistributiesysteem (2), gelijkmatig verdeeld door het doek te persen. Daardoor zal het kasdek zo min mogelijk worden opgewarmd, waardoor deze volop ontvochtigd bij buitentemperaturen die onder dauwpunt liggen en kunnen de ramen gesloten blijven. Bij zonsopkomst wordt eerst het bovenscherm geopend, zodat eventueel opgehoopt vocht op het onderste scherm valt. Om kouval te voorkomen kan ook eerst een kier worden getrokken in beide schermen. Omdat de luchtslangen onderin het gewas overdruk opbouwen zal er warme lucht boven het scherm belanden en zal kouval achterwege blijven. Om kortsluiting van lucht te voorkomen verdient het aanbeveling om de kieren van beide schermen niet boven elkaar te plaatsen en de verticale ruimte langs het spant tussen de schermen met lichtdoorlatende folie af te sluiten.. In de zomer kan het onderscherm ook gebruikt worden als zonnescherm om te grote instraling tegen te gaan.

5. ***Een vast geperforeerd anticondensfoliescherm*** bij het begin van de teelt geplaatst op de gewasdraden. Toepassing is afhankelijk van de dicussie met de gewasspecialisten. Bij paprika en komkommer waarschijnlijk toegepast, bij tomaat onzeker

Voor één afdeling tomaat (niet van toepassing voor dit komkommer concept

6. **Luchtbehandelingskasten *(LBK) boven het gewas*** waarmee zonnewarmte geoogst kan worden. Daarvoor is een capaciteit van 100 W/m^2 nodig en een uitblaastemperatuur die maximaal 5 ^{0}C onder de ruimtetemperatuur ligt (ΔT_{max} = 5^{o}C).
   De aanvoertemperatuur van het koude water is 8.5 ^{o}C. De maximale capaciteit moet bereikt kunnen worden bij een luchttemperatuur van 20 ^{o}C. Daaronder zal niet de maximale capaciteit bereikt kunnen worden. Door omzetten van een klep kan met dezelfde installatie ook verwarmd worden met een vermogen van 50 W/m^2 en een uitblaastemperatuur die maximaal 5 ^{0}C boven de gewenste ruimtetemperatuur ligt. Deze installatie wordt niet gebruikt om te ontvochtigen en ook niet om de dagtemperatuur te verlagen. Mogelijk kan wel in de avond gekoeld worden om met name in het najaar de etmaal temperatuursom te verlagen. De exacte plaatsing en uitvoering van de LBK's is nog te bepalen, basis is een systeem dat in opzet gelijk is aan het systeem in de Greenportkas Venlo. Deze LBKs'hebben de ventilator aan de uitblaaszijde om zonder hoge druk een groot debiet aan lucht te kunnen realiseren. Keuze is of de LBK dwars op de kas of juist in lengte richting van de kas, maar wel met luchtbeweging die deels tegen elkaar in gaat en zo voldoende turbulentie geeft om homogene verdeling te krijgen.

In alle afdelingen

7. ***Een meetnet*** waarmee het klimaat en de plantreactie op het klimaat bepaald kunnen worden. Een deel van de sensoren is zuiver voor registratie, anderen zijn ook nodig in de klimaatregeling. Daartoe behoren:
   a. Gerealiseerd binnenklimaat en lichtniveau (meetpaal):
      - Temperatuur op 3 hoogten, waarvan één boven het scherm
      - RV op 3 hoogten, waarvan één boven het scherm
      - PAR net onder het scherm
      - CO_2 op 3 hoogten, waarvan één boven het scherm
      - Bladtemperatuur met IR meter op 2 hoogten onder het scherm

Basissrapport GTB 1013 .indd 36 15-06-2010 11:40:38

De sensoren onder het scherm moeten op 2 stabiele steunen gemonteerd worden die eenvoudig in hoogte verstelbaar moeten zijn tussen 0,5 meter en de onderkant van het scherm. De bekabeling moet het toelaten dat alle sensoren tussen die hoogten ingesteld kunnen worden. De sensoren boven het scherm kunnen vast gemonteerd worden, minimaal 0,5 meter van de kasgoot verwijderd en net boven het scherm.

b. Groei en verdamping (bij de meetpaal), in de directe omgeving wordt in een telveld ook productie en kwaliteit geregistreerd:
- weeggoot met geïntegreerde drainmeting en een lengte afgestemd op de vakmaat. De constructie mag niet doorbuigen en moet een voldoende afschot kennen
- weegbalk voor de meting van het gewicht en een lengte afgestemd op de vakmaat

c. Raamstanden

d. Schermdoekstanden

e. Verwarming
- Aanvoer en retourtemperatuur per net
- Debiet per net

IC beschikt over energiemeting per afdeling.

f. Luchtbehandelingskasten
- Aanvoer en retourtemperatuur koeling
- Debiet koeling
- Aanvoer en retourtemperatuur verwarming
- Debiet verwarming
- Toerental ventilator
- Energiemeting.

g. Buitenluchtventilatie
- Aanvoer en retourtemperatuur verwarming
- Debiet verwarming
- Ventilator aan/uit
- Energiemeting

h. Gedoseerde CO_2

i. Watergift: start- en stoptijden, EC, pH gift en drain.
Mattemperatuur, mat vochtigheid, EC en pH mat

j. Buitenklimaat (naast de standaard metingen)
- RV
- CO_2

Alle metingen moeten via ***Letsgrow of een vergelijkbaar systeem*** zichtbaar gemaakt kunnen worden en beschikbaar zijn. De direct betrokkenen moeten on-line gewenste overzichten kunnen maken.
Gelet op het karakter van het experiment zal de praktijk via internet mee moeten kunnen kijken en ook daartoe uitgenodigd moeten worden. De beste toegankelijkheid hiervoor is een website op internet – bijvoorbeeld via Kijk in de kas technologie.

8. Een aangepaste klimaatregeling. In ieder geval bestaande uit aansturing van de componenten:
- buitenlucht aanzuiging
- raamstandregeling in relatie to nevelinstallatie
- LBK

De daarvoor benodigde aanpassingen zijn hierboven al beschreven. Daarnaast kunnen nog aanpassingen nodig zijn op basis van de nog te maken teeltplannen.

Basissrapport GTB 1013 .indd 37 15-06-2010 11:40:38

Bijlage III: Teeltplan Green Q.

Deze bijlage is gebasseerd op de originele teeltplannen geleverd door Green Q.

Uitgangspunt

Uitgangspunt is het telen van komkommers d.m.v. het traditionele paraplusysteem met maximaal 25 m3 gas/m2 op jaarbasis, waarbij niet ingeleverd wordt op productie en kwaliteit in vergelijking met de praktijk.
Gezien de vertaling van …naar de praktijk en de chemische middelen die in de toekomst gaan verdwijnen, gaat de voorkeur uit naar het telen van meeldauwtolerante rassen, indien beschikbaar voor de periode waarin geteeld wordt.

Technische inrichting

- Afdeling 7. Groot 1000m2.
- Buisrailverwarming gecombineerd met een groeibuis.
- Slurf onder de teeltgoot voor opgewarmde buitenlucht d.m.v. warmtepomp.
- Dubbel energiescherm: XLS 18 fire-break (72% energiebesparing) en SLS 10 Ultra plus (43% energiebesparing)
- Vast foliescherm, perforatie 20x20 (maximaal 15% energie besparing)
- Hoge druk verneveling.
- Substraat; steenwol Grodan : 10 cm en 7,5 cm mat.
- CO2 infrastructuur met capaciteit van 200kg/uur.
- Gewasdraad op 2.15 meter boven het maaiveld.
- Rijafstand is 1,6 meter.

Eerste teelt

- Ras : Sacha MDR (de Ruiter Seeds) ongetopt, enkele pot.
- Plantafstand 1,45 planten per meter (afhankelijk van de bestaande druppelslangen) bij de gewasdraad met twee ranken doortelen.
- Plantdatum : woensdag 7 januari, week 2-2009 (32 daagse plant)
- Zaaidatum : 6 december 2008
- Teeltduur : 19 weken. Tot week 21, 20 mei tussenplanten. (afhankelijk van de gewasstand)

Tweede teelt

- Ras : Borgatta MDR(Nunhems) ongetopt, enkele pot.
- Plantafstand 1,45 planten per meter.
- Plantdatum : woensdag 20 mei, week 19-2009 (23 daagse plant)
- Zaaidatum : 26 april 2009
- Teeltduur : 10 weken. Tot week 31, 29 juli.

Derde teelt

- Ras : nog nader in te vullen. Op dit moment zijn er nog geen meeldauwtolerante rassen die interessant zijn voor de herfst.
- Plantafstand : 1,45 planten per meter.
- Plantdatum : 29 juli, week 31-2009 (20 daagse plant)
- Zaaidatum : 8 juli 2009
- Teeltduur : uitgaande van de praktijk zal week 46 het maximaal haalbare zijn. Het beslissingsmoment is nog nader te bepalen tijdens de teelt.

Teeltregime eerste teelt

Na het planten de eerste 2 weken schermen vanwege het kleine plantje. In de derde week mag het scherm open tussen

Basissrapport GTB 1013 .indd 38 15-06-2010 11:40:38

11.30 uur en 14.00 uur met een instraling van 150 watt en meer. In de daarop volgende weken elke week het scherm een uur langer open. Een eventuele lichtverhoging pas instellen minimaal 2,5 week na het poten. Deze lichtverhoging is sterk afhankelijk van de gewasstand, hoge of geen vruchtbelasting. Niet gelijk bij de eerste dag na een donkere periode deze lichtverhoging toepassen, maar doe het de tweede dag. Tussen de 150 en 250 watt mag een verhoging worden gehanteerd van 2 graden.
De etmaaltemperatuur na het planten dienen de eerste twee dagen laag te zijn. Laat de plant acclimatiseren. 19 °C vlak is voldoende. De daarop volgende periode is mede afhankelijk van het weer en de plantbalans. Vuistregel op dagbasis:

- 0 joules etmaal 19,5 °C
- 100 joules etmaal 19,7 °C
- 200 joules etmaal 19,9 °C
- 300 joules etmaal 20,1 °C
- 400 joules etmaal 20,3 °C

Bij een etmaal onder de 19 °C. staat een komkommerplant stil.
De watergift is tot het moment van uitbloei eerste bloem beperkt. 1 tot 2 beurten is in deze periode al voldoende. Boven de 500 joules 1 tot 2 beurten extra. Watergift opbouwend tot maximaal 3 keer de straling wanneer volledig in productie. De start EC dient 3.0 -3.4 te zijn. PH 5.5. Doseer in de beginfase vloeibare kalksalpeter. Ammoniumnitraat niet toestaan in de beginfase, werken op groei.
Plantbelasting: tot aan de gewasdraad maximaal 8 stamkomkommers voor een goede overgang op de rank. De 1e komkommer aanhouden op het 6e of 7e blad. (afhankelijk van de sterkte van het vrucht) Daarna 2 keer om en om dunnen, vervolgens 2 keer een setje van 2 vruchten, om te eindigen met een setje van 3 vruchten. Een en ander is afhankelijk van het aantal bladeren wat realiseerbaar is onder de gewasdraad. In dit voorbeeld is met 19 bladeren gerekend.
Co2 strategie: tot aan bloei waardes hanteren van 400-450 ppm. Na bloei mag de dosering worden verhoogd op licht. Van in het begin van de teelt maximaal 650 ppm tot 1000 ppm naar het einde.

Teeltregime tweede teelt

Afhankelijk van balans, ziektes en plagen, tussenplanten in week 19. Om en om een rij rooien en overplanten. Door het tussenplanten rekken de jonge planten harder dan normaal. In deze fase bekijken hoe lang het oude gewas er tussen mag staan. Mijn voorkeur gaat uit naar maximaal 10 dagen. Het nieuwe gewas dient te zijn overgehangen voor de kop eruit gaat. Door de tussenplanting wordt een plant minder selectief. Hier moet goed op gereageerd worden, door bijvoorbeeld hogere etmalen te hanteren.
Etmaal op dagbasis:

- 500 joules etmaal 20,5 °C.
- 1000 joules etmaal 21,0 °C.
- 1500 joules etmaal 21,5 °C
- 2000 joules etmaal 22,0 °C
- 2500 joules etmaal 22,5 °C.

Watergift: EC 3,2 met 0,8 punt lichtverlaging. PH 5,5.
Plantbelasting: tot aan de gewasdraad maximaal 14 stamkomkommers. Indien sterk genoeg, het eerste vrucht op het 5e blad. Vruchtdunning op dat moment bepalen. Daarna met 2 scheuten (ranken)per plant verder.
Co2 strategie: minmaal 550 pm tot maximaal 1000 ppm op licht.

Teeltregime derde teelt

Gewas ruimen geheel en planten in week 31. Op dag van het planten het scherm ¾ dicht, indien zonnig weer.
De planten op gang helpen met een niet al te hoog EC. Ook ruim voldoende water geven met aanvullende nachtbeurten. Verder in de teelt waardes hanteren zoals in voorgaande teelt.
Plantbelasting: tot aan de gewasdraad maximaal 17 stamkomkommers, waarbij de 1e komkommer aangehouden wordt op het 5e blad. Omdat er van het licht af geteeld wordt dient er zo gesnoeid te worden dat de plantbelasting onderin groter is dan bovenin om de rank krachtig te houden. Dit betekent dat er bovenin setjes gemaakt moeten worden.
Co2 strategie hetzelfde als voorgaande teelt.

Basissrapport GTB 1013 .indd 39 15-06-2010 11:40:38

De teelt zal tot maximaal week 48 duren. Dit zal waarschijnlijk veel moeite kosten, ook gezien het financieele plaatje.

Algemeen

Met behulp van meerdaagse temperatuurintegratie zal geprobeerd worden de energie-input tot een minimum te beperken. Met andere woorden; een donkere dag na een mooie dag of periode mag in etmaal lager zijn dan normaal, mits er een compensatie plaatsvindt in het voor of na traject. Ook op de dag zelf zal er, indien het zich voordoet, een maximale DIF worden gecreëerd waarbij een hogere dag gemiddelde een lager nachtgemiddelde compenseert.

Ook door het verwarmen van buitenlucht middels warmtepomp en slurven, en dus actief ontvochtigen, kan er met weinig energie worden geteeld. Er hoeft immers niet op vocht worden afgelucht. De CO2 benutting is hierdoor maximaal, wat positief bijdraagt aan de productie.

De luchtbevochtiging zal ingezet worden wanneer de waardes onder niveau dreigen te gaan. Hierdoor blijft het gewas voldoende actief en is de assimilatie maximaal.

Om plagen het hoofd te bieden is de voorkeur om de eerste teelt een twee tot drietal bestrijdingen uit te voeren met Vertimec voor een eventuele trips, mineervlieg of spint. Ook het bestrijden met Fungaflor (halve dosering) preventief, vroeg in de eerste teelt heeft de voorkeur. Ook al is het ras meeldauwtolerant. De laatste jaren is schimmelpluis in de komkommers een groot probleem. Dit als o.a. gevolg van energiebesparing. Fungaflor is het enige middel die deze schimmel aanpakt. In het verdere verloop van het seizoen zal continue bepaald worden of verdere bestrijding noodzakelijk is. Verder zal er maximaal biologisch worden geteeld.

Het gebruik van OCAP CO2 geeft al een energiebesparing van minimaal 4 m3 gas/m2 op jaarbasis. Dit moet naar mijn idee echter wel worden verrekend naar telers die alleen ketelstook toepassen. Zij hebben in de zomer immers CO2 nodig.

Basissrapport GTB 1013 .indd 40 15-06-2010 11:40:38

Bijlage IV Memo gevelinvloed

1 juli 2009 Correctie energiegebruik voor gevelinvloeden van afdelingen IC

Tot nu toe werd het energiegebruik van de afdeling van “Energie onder de knie – tomaat” bij het Improvement Centre (afdeling 7) gecorrigeerd met de factor 0,80. Met deze factor werd gecorrigeerd voor relatief meer geveloppervlak ten opzichte van het afdelingsoppervlak dan voor een kas van 5 ha. Echter bij toepassing van alleen een minimum buis is het niet terecht om met deze factor te corrigeren. Daarom is nog eens met een frisse blik naar de correctiefactor gekeken.

In de winter wordt de berekende buistemperatuur (na te streven buistemperatuur) volledig bepaald door de verwarmingsregeling om de kasluchttemperatuur op temperatuur te houden. De warmteverliezen vinden ook door de gevel plaats. Een correctiefactor van 0,80 is dan juist. Als de warmtevraag geringer wordt, wordt de berekende buistemperatuur voor verwarming ook lager. Onder ’s zomerse omstandigheden zonder warmtevraag maar met minimum buis hoeft het energiegebruik niet voor gevelinvloeden gecorrigeerd te worden, immers de warmteverliezen door de gevel zullen dan zeer gering zijn.

Voorgesteld wordt om de correctiefactor als volgt gedurende het jaar te variëren:

jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
0,80	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80

Tabel 4 *Correctie factor om geregistreerde energiegebruik om te rekenen naar een energiegebruik voor een tuinbouw bedrijf*

Weken	Van	Tot	Correctie factor
1 -9	12/29/2008	3/1/2009	0.8
10-13	3/2/2009	3/29/2009	0.85
14-18	3/30/2009	5/3/2009	0.9
19-22	5/4/2009	5/31/2009	0.95
22-35	6/1/2009	8/30/2009	1
36-40	8/31/2009	10/4/2009	0.95
41-44	10/5/2009	11/1/2009	0.9
45-48	11/2/2009	11/29/2009	0.85
48-53	11/30/2009	1/3/2010	0.8

Basissrapport GTB 1013 .indd 41 15-06-2010 11:40:38

Bijlage V Gemeten en berekend energiegebruik komkommerproef HNT 2009

Aanleiding

Bij het nieuwe telen komkommer op het Improvement Centre is de energie input van de afdeling gemeten met een warmtemeter, die een gebruik registreert in GJ. De warmtevraag van deze afdeling mag echter niet zonder meer worden omgezet naar de warmtevraag van een normaal bedrijf. De kasafdeling waarin deze proef is uitgevoerd, kenmerkt zich namelijk door een relatief groot buitengeveloppervlak. Op een kasoppervlakte van 1008m^2 is het geveloppervlak 470 m^2 buitengevel. In een kas van 4 ha. is de buitengevel nog slechts 13% van het kasoppervlak. Een factor 3.5 kleiner dan in deze proefafdeling.

Indien aan de gevel altijd gelijke energiebesparende maatregelen zouden worden genomen als aan het dek, dan zou de gevelinvloed constant zijn. Echter door de variatie in het schermgebruik in het horizontale vlak is deze verhouding niet constant. Daar komt het effect van windbelasting nog eens bij. Aan de gevel is slechts één, zei het goed, scherm welke in de periode met energievraag constant gesloten geweest. Deze gevel zal op drie manieren het energiegebruik beïnvloeden.

1. Door het enkelvoudige gevelscherm zal dit gevelscherm regelmatig een lagere temperatuur bereiken dan dauwpunttemperatuur waardoor op dit gevelscherm condensatie kan plaatsvinden. Door deze ontvochtiging van de kaslucht zal deze droger worden waardoor minder snel behoefte zal ontstaan aan ontvochtiging.
2. De isolatiewaarde van 1 goed scherm zal lager zijn dan van 3 gesloten horizontale schermen, waardoor het gevelverlies groter uitvalt dan het verlies naar het kasdek.
3. Door het grote geveloppervlak (ca. 3.5 keer zo groot als in een kas van 4 ha.) zal het gevelverlies ook ruim drie keer zo groot worden als van een grote kas.

Om deze redenen is het aanbrengen van een correctie op het gemeten energiegebruik te rechtvaardigen, echter hoe groot moet deze correctie zijn?

Aanpak

Met behulp van het kasklimaat simulatieprogramma KASPRO is een berekening gemaakt van het verwachte kasklimaat en het daarbij horende energiegebruik, rekening houdend met de eigenschappen van de kas, de toegepaste schermen, het gewas en de klimaatsetpoints. Vergelijk van het gemeten energiegebruik, met dat van het berekende energiegebruik geeft dan een goede indicatie met betrekking tot de invloed van de gevels op het energiegebruik.

Gegeven zijn het gemeten energiegebruik en een op basis van een geschatte correctie voor gevelinvloed gecorrigeerde waarde. Deze kunnen worden vergeleken met een berekend energie gebruik voor de afdeling van 1008 m2 en die voor een bedrijf van 4 ha.

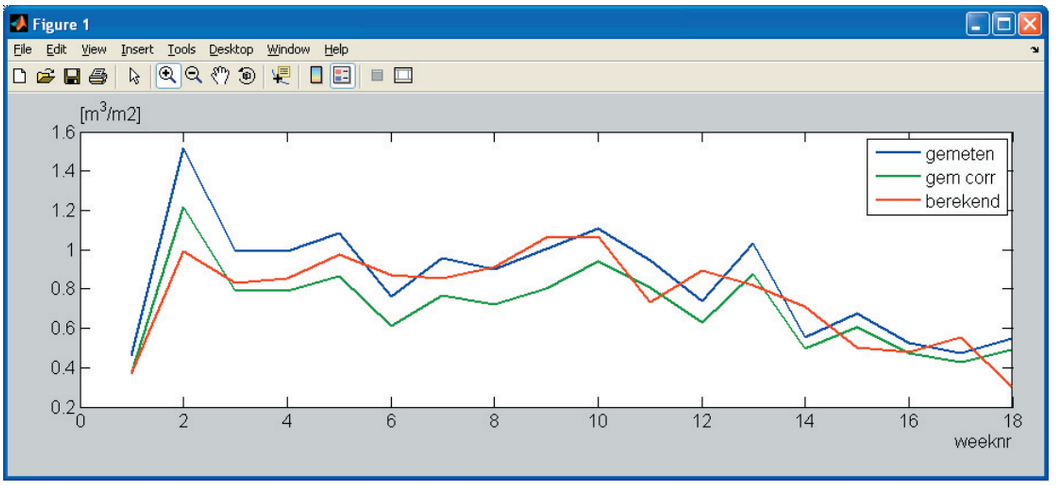
De energie berekeningen zijn gedaan voor de 3 teelten die in Het Nieuwe Telen zijn uitgevoerd.

Teelt	Voorjaar	Zomer	Herfst
Plantdatum	7 januari	5 mei	4 augustus

De voorjaarsteelt.

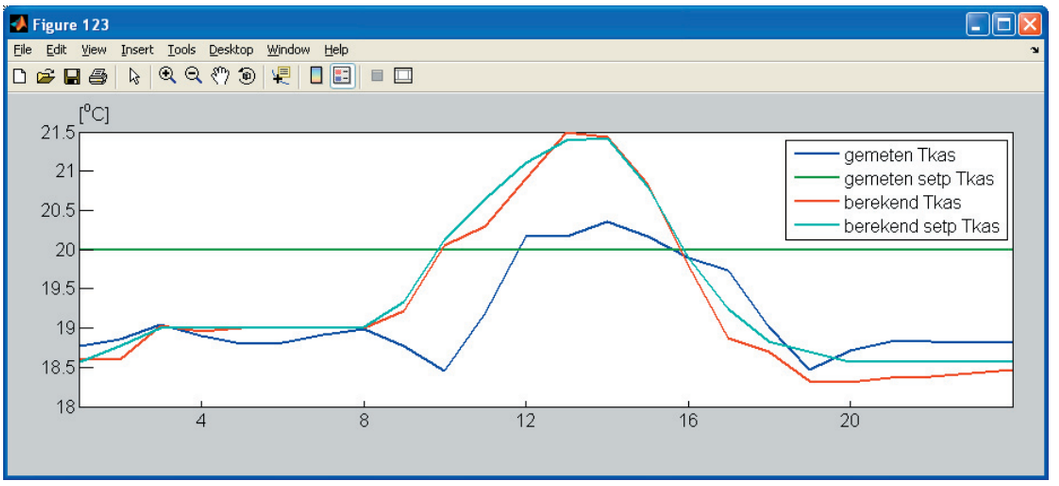
In eerste instantie is gerekend alsof ook het klimaatmodel met een kleine kas van 1000 m^2 te maken had. In figuur 1 zijn dan ook het gemeten energiegebruik (gemeten), het berekende energiegebruik (berekend) en het voor gevelinvloed gecorrigeerde energiegebruik (gem corr) gegeven.

Basissrapport GTB 1013 .indd 42 15-06-2010 11:40:38



Figuur 1 *Het gemeten, voor gevelinvloed gecorrigeerde en berekende energiegebruik voor de voorjaarsteelt.*

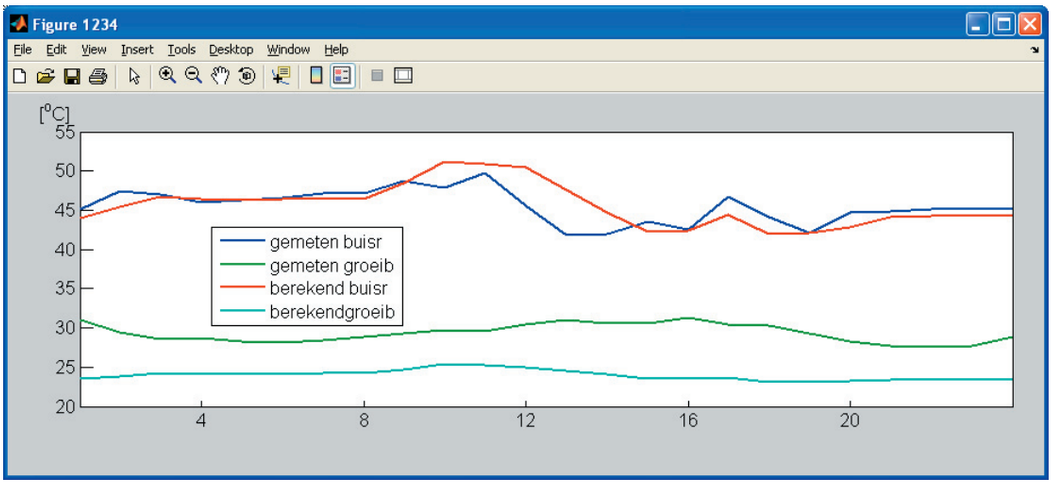
Het gemeten en berekende energiegebruik zouden op gelijk niveau moeten liggen. Week 2 valt direct op door de grote afwijking, waar de andere weken het gemeten en berekende energiegebruik weinig afwijken. Het lage energiegebruik van week 1 wordt veroorzaakt doordat deze week slechts 3 dagen gestookt is.
Wat kan de oorzaak zijn van de grote afwijking in week 2, bijvoorbeeld andere kasluchttemperaturen dan verwacht, opstoken van de afdeling bij de start van de teelt, ander schermgebruik, andere buistemperaturen enz. enz. Echter de oorzaak van deze ca. 50% afwijking kan niet gevonden worden. Om dit te verduidelijken zijn in figuur 2 voor week 2 het cyclisch gemiddelde van de gemeten en berekende kasluchttemperatuur en de bijbehorende setpoints gegeven.



Figuur 2 *Cyclisch gemiddelde van de gemeten en berekende kasluchttemperatuur en de bijbehorende setpoints in week 2.*

In de avond en nacht zijn er hoe genaamd geen verschillen in berekende en gemeten kasluchttemperatuur, maar overdag ligt de gemeten kasluchttemperatuur consequent ca. 1 graad lager dan berekend. Het gemeten setpoint verwarmen is voor deze week niet bruikbaar. Overdag komt de kas dus warmte te kort. Als dat zo is, zouden de berekende en gemeten buistemperaturen (ver) uit elkaar moeten liggen. In figuur 3 zijn deze buistemperaturen gepresenteerd.

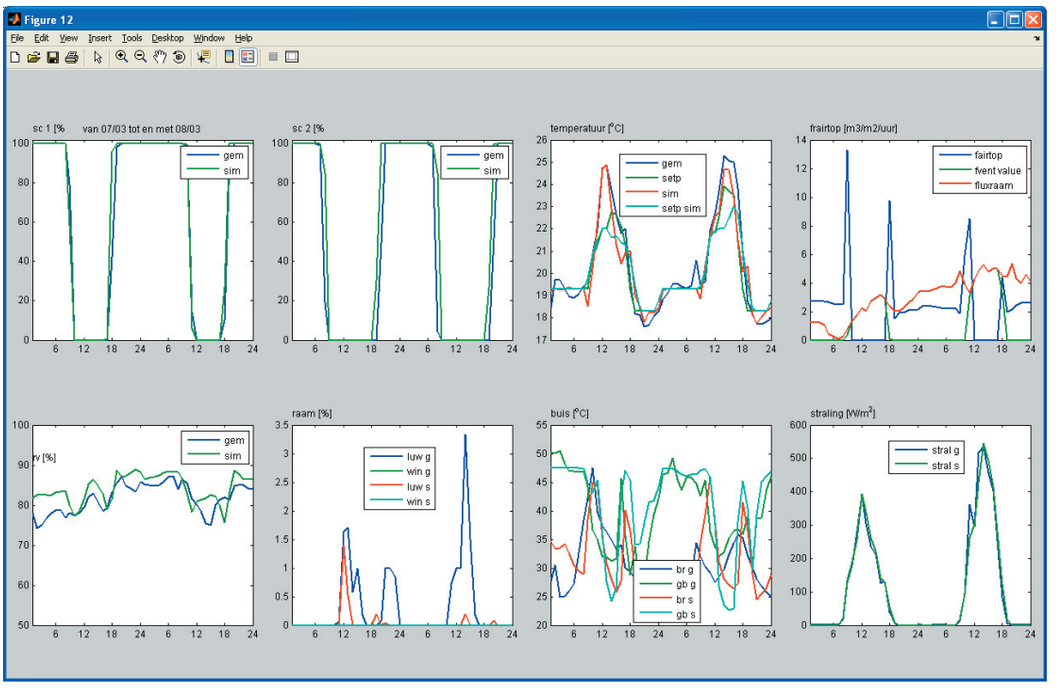
Basissrapport GTB 1013 .indd 43 15-06-2010 11:40:38



Figuur 3 *Cyclisch gemiddelde van de berekende en gemeten buistemperaturen van week 2.*

Van belang bij deze figuur is dat de gemeten buistemperaturen, de temperaturen op het verdeelstuk zijn, en de weergegeven berekende buistemperaturen de gemiddelde spiraaltemperatuur zijn. Bij een exact juiste weergave van de simulatie en gemeten waarden zal de berekende buistemperatuur dus altijd enkele graden onder de gemeten buistemperatuur moeten liggen. Voor de groeibuis is dit ook het geval, echter voor de buisrail regelmatig niet. Anders gezegd kan uit de buistemperaturen niet worden afgeleid dat er een groot verschil is tussen berekend en gemeten energiegebruik in week 2. Het verschil in berekend en gemeten energiegebruik (figuur 1), kan dan ook niet verklaard worden.

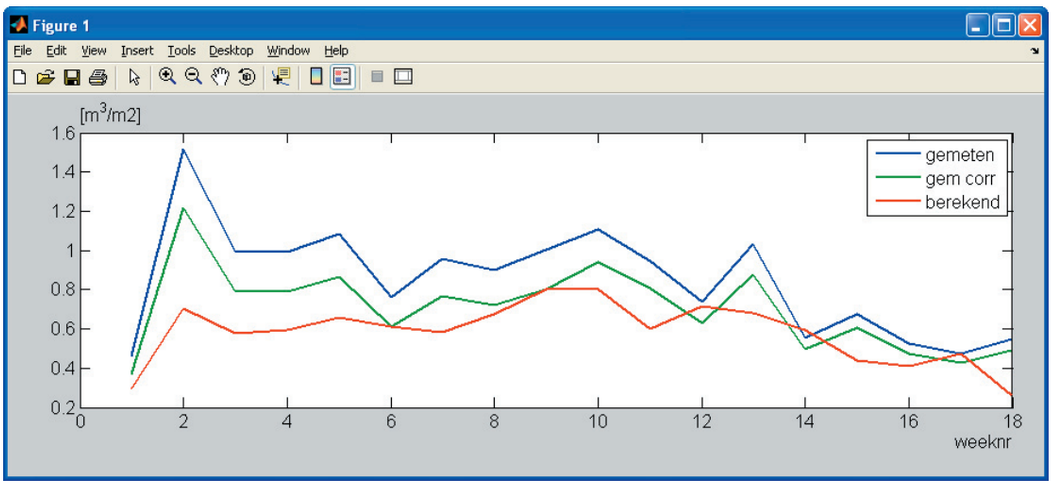
Dat het model het gerealiseerde klimaat goed kan reproduceren blijkt uit figuur 4.



Figuur 4 *Gerealiseerd en berekend klimaat op 7 en 8 maart 2009.*

Nadat gebleken is dat de berekende waarden de gerealiseerde waarden goed volgen, zijn de zelfde klimaatsetpoints gebruikt, maar nu in een kas van 4 ha. Het berekende en gemeten energiegebruik komen nu verder van elkaar maar juist weer dichter bij de gecorrigeerde waarde te liggen, zoals uit figuur 5 blijkt.

Basissrapport GTB 1013 .indd 44 15-06-2010 11:40:38



Figuur 5 Gemeten, het voor gevelinvloed gecorrigeerde en het voor een grote kas berekende energiegebruik voor de voorjaarsteelt

Vergelijk van figuur 1 met figuur 5 laat zien dat in de eerste fase van deze teelt waar naast twee beweegbare schermen ook nog een vast folie aanwezig was (t/m week 7), het berekende energiegebruik nog onder het gecorrigeerde energiegebruik komt. Het grote verschil van week 2 is nog groter geworden, wat ook te verwachten is, er is immers geen oorzaak voor het oorspronkelijke verschil aan te geven. De laatste weken, zo rond begin mei is er vrijwel geen verschil meer, echter door de hoge buitentemperaturen in die periode was dat ook niet te verwachten. De gevelverliezen worden dan klein.

De voorjaarsteelt kan als volgt worden samengevat.

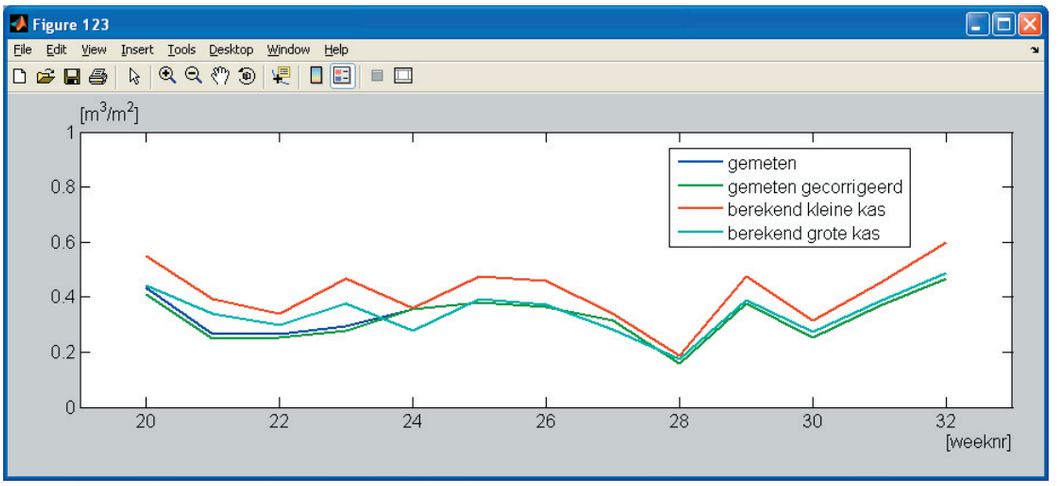
Tabel 1 Energiegebruik eerste teelt, bepaald middels vier methoden [m^3/m^2].

Gemeten	gecorrigeerd	berekend kleine kas	berekend grote kas
15.3	12.7	13.8	10.5

Zomer en herfstteelt

Voor de zomer en herfstteelt is op een met de voorjaarsteelt vergelijkbare werkwijze de analyse gemaakt.

Figuur 6 geeft voor de zomerteelt het gemeten gebruik, het gecorrigeerd verbruik voor de gevelverliezen, het voor de kleine afdeling berekende en het voor een grote kas berekende energiegebruik.



Figuur 6 Gemeten en berekende energiegebruiken voor de zomerteelt.

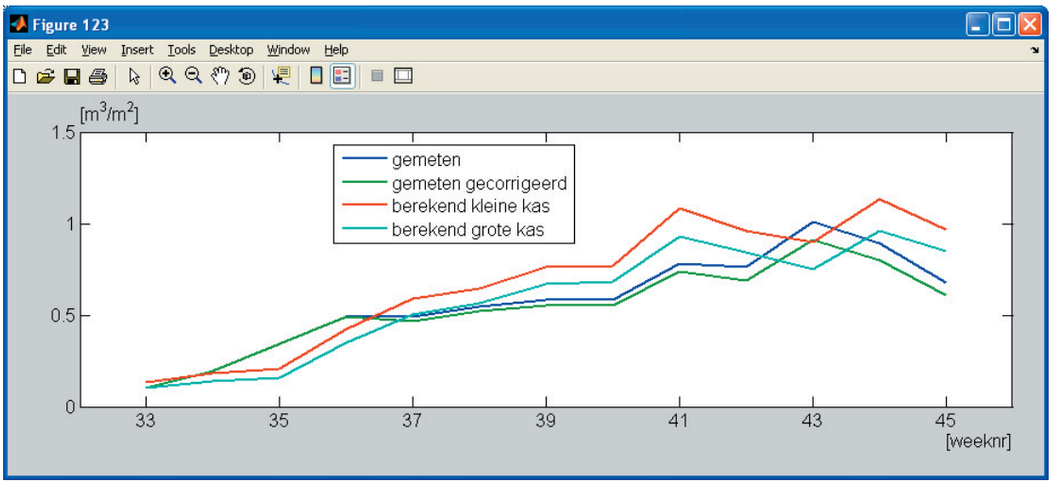
Na week 24 is er geen correctie meer op het gemeten energiegebruik doorgevoerd. In tabel 2 zijn de totalen gegeven.

Basissrapport GTB 1013 .indd 45 15-06-2010 11:40:39

Tabel 2 Energiegebruik zomerteelt, bepaald middels vier methoden [m^3/m^2].

Gemeten	gecorrigeerd	berekend kleine kas	berekend grote kas
4.3	4.2	5.4	4.5

Figuur 7 geeft voor de herfstteelt het gemeten gebruik, het gecorrigeerd verbruik voor de gevelverliezen, het voor de kleine afdeling berekende en het voor een grote kas berekende energiegebruik.



Figuur 7 Gemeten en berekende energiegebruiken voor de najaarsteelt.

Vanaf week 37 zijn er weer correcties op het gemeten energiegebruik doorgevoerd. In tabel 3 zijn de totalen gegeven.

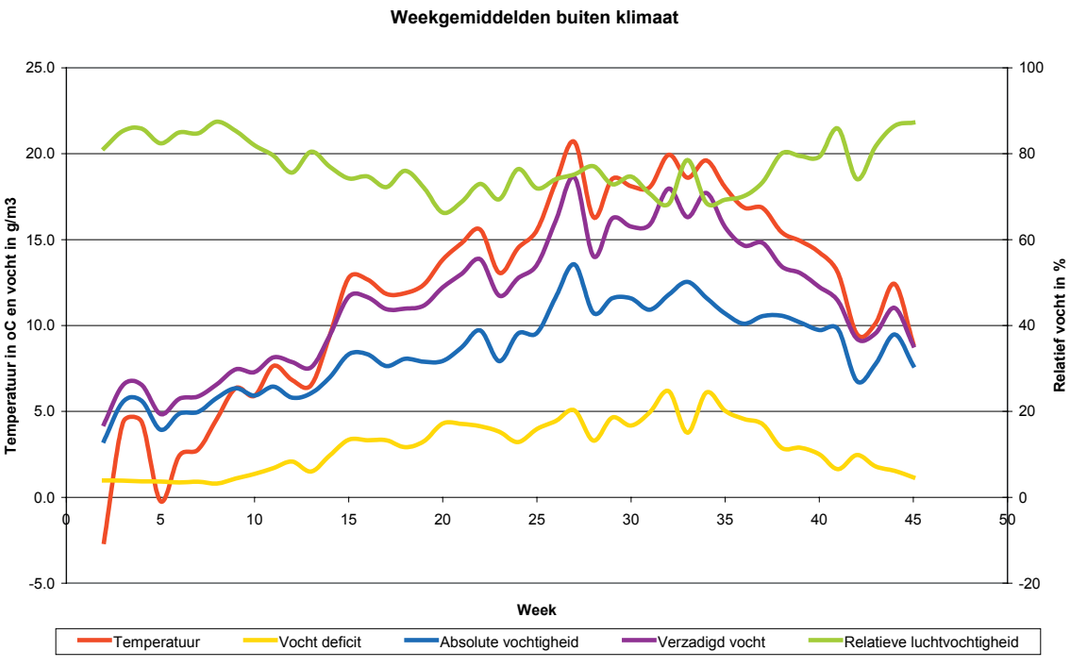
Tabel 3 Energiegebruik zomerteelt, bepaald middels vier methoden [m^3/m^2].

Gemeten	gecorrigeerd	berekend kleine kas	berekend grote kas
7.4	7.0	8.7	7.5

Basissrapport GTB 1013 .indd 46 15-06-2010 11:40:39

Bijlage VI. Buitenklimaat

In tabel en figuur worden temperatuur en luchtvochtigheid gemiddeld per week weergegeven.



Basissrapport GTB 1013 .indd 47 15-06-2010 11:40:39

	Temperatuur	Relatieve luchtvochtigheid	Vocht deficit	Absolute vochtigheid
	in oC	in %	in g/m3	in g/m3
Voorjaarsteelt	7.3	79	1.99	6.24
Zomer teelt	16.2	73	4.13	10.05
Herfstteelt	15.0	77	3.38	9.95
Week	Temperatuur	Relatieve luchtvochtigheid	Vocht deficit	Absolute vochtigheid
2	-2.6	81	0.98	3.28
3	4.3	85	0.97	5.55
4	4.4	86	0.93	5.62
5	-0.2	82	0.92	3.93
6	2.4	85	0.87	4.86
7	2.8	85	0.90	4.97
8	4.6	87	0.80	5.78
9	6.4	85	1.10	6.35
10	5.9	82	1.36	5.93
11	7.6	80	1.70	6.44
12	6.8	76	2.08	5.80
13	6.5	80	1.50	6.06
14	9.4	77	2.44	6.99
15	12.8	74	3.36	8.33
16	12.7	75	3.33	8.32
17	11.8	72	3.32	7.64
18	11.9	76	2.92	8.07
19	12.4	72	3.27	7.89
20	13.8	66	4.29	7.93
21	14.8	69	4.27	8.73
22	15.6	73	4.14	9.72
23	13.1	69	3.82	7.92
24	14.5	76	3.22	9.53
25	15.6	72	3.97	9.56
26	18.4	74	4.45	11.66
27	20.7	75	5.06	13.56
28	16.3	77	3.30	10.73
29	18.5	73	4.64	11.59
30	18.1	75	4.18	11.58
31	18.1	71	4.95	10.92
32	19.9	68	6.18	11.80
33	18.6	79	3.77	12.54
34	19.6	69	6.11	11.61
35	18.0	69	5.03	10.70
36	16.9	70	4.56	10.10
37	16.8	73	4.25	10.55
38	15.4	80	2.87	10.57
39	14.9	79	2.89	10.17
40	14.3	79	2.51	9.74
41	13.1	86	1.64	9.79
42	9.5	74	2.47	6.76
43	10.1	82	1.79	7.76
44	12.4	86	1.54	9.49
45	8.9	87	1.16	7.67

Basissrapport GTB 1013 .indd 48 15-06-2010 11:40:39

Bijlage VII Inzet van de gewasventilatie per week

		Uit		Aan				
Week	Aantal dagen met registraties	Uren	Minuten	Uren	Minuten	Percentage tijd UIT	Percentage tijd AAN	Gemiddelde stand bij AAN
8	5	75	20	44	40	63	37	63
9	7	114	0	54	0	68	32	60
10	7	149	15	18	45	89	11	55
11	7	127	10	40	45	76	24	57
12	7	124	50	39	35	76	24	56
13	7	109	10	57	35	66	34	59
14	7	90	5	77	55	54	46	57
15	7	77	50	90	0	46	54	59
16	7	73	30	94	30	44	56	58
17	7	68	45	99	15	41	59	60
18	7	65	55	102	5	39	61	57
19	7	95	10	72	50	57	43	49
20	7	95	5	58	30	62	38	55
21	7	129	20	38	35	77	23	51
22	7	103	15	64	45	62	38	56
23	7	131	15	36	35	78	22	54
24	7	109	30	58	20	65	35	54
25	7	102	25	65	35	61	39	50
26	7	114	0	54	0	68	32	50
27	7	124	20	41	5	75	25	72
28	7	87	5	79	20	52	48	97
29	7	115	30	52	30	69	31	94
30	7	113	45	54	15	68	32	94
31	7	113	45	53	20	68	32	95
32	7	154	5	13	50	92	8	82
33	7	124	10	43	50	74	26	90
34	7	132	40	35	20	79	21	93
35	7	132	45	35	15	79	21	89
36	7	61	10	106	10	37	63	97
37	7	69	35	98	25	41	59	96
38	7	51	15	116	45	31	69	97
39	7	45	0	123	0	27	73	97
40	7	18	25	149	35	11	89	98
41	7	18	40	149	20	11	89	98
42	7	40	55	111	25	26	74	94
43	7	46	15	121	40	28	72	94
44	7	34	5	133	40	20	80	96
45	5	66	15	53	35	55	45	85
Totaal	262	3505	30	2740	35	56	44	

Basissrapport GTB 1013 .indd 49 15-06-2010 11:40:39

Bijlage VIII Teeltconcept komkommer 2010

Na een jaar ervaring is het goed om het teeltconcept komkommer volgens de benadering van Het Nieuwe Telen te herzien. Uitgangspunt is het paraplu-systeem met drie teelten per jaar. Dit is een algemeen toegepaste teeltstrategie. Een aantal elementen uit een standaard teeltplan worden als gegeven aangenomen en niet uitgeschreven. Dit teeltconcept moet vooral de afwijkende situaties beschrijven. Voor andere teeltplannen zal het teeltconcept aangepast moeten worden, maar de basis elementen blijven vergelijkbaar.

Het Nieuwe Telen is een aanpak om in meerdere stappen te komen tot een energie-zuinige teelt. In het teeltconcept voor komkommer worden de eerste vier stappen van Het Nieuwe Telen benut. Deze stappen zijn:

- Gecontroleerd vocht afvoeren
- Maximaal isoleren
- Telen met de natuur mee
- Bevochtigen

Bij de komkommerteelt is vanwege de hoge verdampingssnelheid vochtbeheersing een belangrijk instrument om de teelt goed te sturen en problemen met schimmels – Fusarium, Botrytis en Mycosphaerella te voorkomen. Daarvoor is een systeem van gecontroleerde ventilatie nodig, waarbij buitenlucht, die droger is dan de kaslucht, gericht in de kas kan worden gebracht. Dit systeem maakt het mogelijk om schermen beter te gebruiken, zodat meer uren met sterk isolerende schermen kan worden gewerkt. Door de eerste teelt pas in januari te starten wordt vrijwel niet op productie ingeleverd, terwijl wel energie wordt bespaard. Later in het jaar moet de zon de kas opwarmen en wordt minder of geen minimumbuis gehanteerd om de kas naar een gewenst temperatuur en vochtniveau te sturen. In de zomer kan met behulp van bevochtiging het vochtniveau in de kas beter op peil worden gehouden, wat gunstig is voor de ontwikkeling en groei van de planten.

Voordat met de teeltwijze van Het Nieuwe Telen gewerkt gaat worden is het belangrijk de theorie over vocht en vochtbeheersing met de techniek van gecontroleerde ventilatie goed te kennen. Hetzelfde geldt voor de instrumenten: maximale inzet van de schermen, het maximaal benutten van het zonlicht en de inzet van de bevochtiging. Naast de theorie is het raadzaam om vooraf goed door te nemen welke instellingen op de klimaatcomputer mogelijk zijn om de instrumenten optimaal in te zetten.

Gecontroleerd ventileren is gebaseerd op het verschil in absolute vochtigheid tussen de kaslucht en de buitenlucht. In een kas bevat de lucht vrijwel altijd meer grammen vocht dan de lucht buiten de kas. Alleen in het najaar zijn er momenten dat het buiten net zo vochtig kan zijn als in een kas. De rest van het jaar is buitenlucht droger dan kaslucht. Normaal wordt dit verschil gebruikt door de luchtramen te openen en zo vocht boven in de kas af te voeren. Door met een ventilator en luchtverdeelsysteem de buitenlucht gericht in de kas te brengen komt de droge lucht daar waar dit gewenst is. De overdruk, die door het gebruik van een lucht inblazende ventilator in de kas ontstaat, leidt er toe dat kaslucht, die meer vocht bevat, door de altijd aanwezige lekken de kas verlaat.
De mate van vocht afvoer hangt af van het verschil in vochtgehalte van kaslucht en buitenlucht en van de hoeveelheid lucht die wordt vervangen.

6.1 Kasuitrusting

De kas is uitgerust met de volgende standaard elementen

- Normaal glas en normale luchting.
- Buisrailverwarming.
- CO_2 dosering op een normale wijze. Het luchtdistributie systeem voor de vochtbeheersing heeft een veel te grote luchtverplaatsing om deze voor CO_2 dosering in te zetten. Bovendien moet dit systeem dan extra draaien

Basissrapport GTB 1013 .indd 50 15-06-2010 11:40:41

als er CO_2 wordt gedoseerd terwijl het voor de vochtbeheersing dan mogelijk niet nodig is. Aandachtspunt is wel dat als er minder warmte vraag is er een aanvullende bron voor CO_2 nodig kan zijn.

- Gevelschermen of goed geïsoleerde gevels.

Extra elementen die passen bij Het Nieuwe Telen zijn

- Een luchtdistributie systeem voor opgewarmde buitenlucht onder de planten. Dit systeem is uitgerust met de nodige temperatuur en vochtsensoren om adequaat te kunnen sturen. Belangrijk is een goede meting van de vochtigheid buiten, zodat het verschil in absoluut vocht tussen kaslucht en buiten kan worden gevolgd en in de sturing kan worden gebruikt. De buitenlucht kan worden opgewarmd tot de gewenste kasluchttemperatuur of de gerealiseerde kasluchttemperatuur. De sturing van het systeem heeft als belangrijkste regelgrootheid het vocht deficit van de kaslucht. De luchtverversing van het systeem moet 5 tot 7 m^3/m^2 kas zijn. Om zeker te zijn dat er geen grote overdruk ontstaat kunnen een aantal overdruk roosters in de kasgevel worden gemonteerd. In theorie kan het lucht distributie systeem gebruikt worden om de kaslucht te laten bewegen door alleen kaslucht rond te blazen. De voordelen daarvan zijn in experimenten nog onvoldoende aangetoond. Daarbij wordt de installatie complexer, omdat er extra voorzieningen nodig zijn om zowel kaslucht als buitenlucht te kunnen aanzuigen en in een juiste verhouding te mengen. Daarom wordt deze voorziening bij de huidige stand van zaken niet meegenomen in het teeltconcept.
- Een dubbel beweegbaar energiescherm. Hiervan is één scherm een hoogisolerend scherm dat vooral in de nacht kan worden toegepast. Het tweede doek is een licht doorlatend scherm dat in de zomer als schaduwdoek kan worden gebruikt. De volgorde van de schermen is een praktische keuze. Bij het Improvement Centre is het hoog isolerende scherm gebruikt als bovenscherm. Het hoog isolerende scherm wordt altijd als eerste geopend. Door het dan nog aanwezig energiescherm is er geen kouval op het gewas. Het lichtdoorlatende energiescherm kan dan geopend worden als de zon de ruimte boven het scherm heeft opgeward. (Verschil in temperatuur tussen de kas en boven het scherm). Om het temperatuur verschil tussen de kas en boven de schermen te kunnen volgen is een meetbox met temperatuur opnemer boven het scherm nodig. De energieschermen moeten wel vochtdoorlatend zijn, om vocht vanuit de teeltruimte onder de schermen naar het kas gedeelte boven de schermen te kunnen laten bewegen, zodat het via condensatie tegen het kasdek en lekverliezen kan worden afgevoerd.
- Een vast geperforeerd anticondensfolie scherm op de gewasdraad of een afzonderlijk draden dat wordt toegepast vanaf start in januari tot eind februari. Het vaste folie mag onder de standaard recirculatie ventilatoren zitten, omdat het systeem van geforceerde ventilatie kan bijdragen aan de luchtbeweging onder het folie. (NB in de proef van 2010 met Paprika en Tomaat bleek dat Extra Helder folie als scherm niet goed werkt, vanwege de condens vorming die wel optreed. Alleen de mate van druppel vorming aan een AC folie is met de zware isolatie er boven minder dan in de praktijk.)
- De groeibuis heeft een dubbele uitvoering zodat een buis boven de gewasdraad bij de kop kan hangen en een buis tussen het gewas. De groeibuis zal een deel van de tijd als primaire verwarming worden gebruikt. Om de temperatuur en vochtigheid onder de groeibuis, rond de voet van de planten te volgen is een extra meetbox ter hoogte van de teeltgoot gewenst.
- Een hogedruk nevelinstallatie zorgt ervoor dat de warmte die per m^3 lucht kan worden afgevoerd gemaximaliseerd kan worden. Bij koeling via de ramen betekent dit dat het ventilatiedebiet klein blijft en daardoor de CO_2concentratie gemakkelijk hoog gehouden kan worden
  De nevelinstallatie kan 300 tot 500 gram/m2.uur aan water nevel produceren. Bij een hoge druk nevel installatie is de goede verdeling en ongestoorde werking een belangrijk aandachtspunt. Als de installatie niet goed functioneert kan het gewas lokaal nat slaan.

6.2 Teeltsysteem

Uitgangspunt is een hangende teeltgoot met een pad-afstand van 1.60 m. De teeltgoot hangt omdat daardoor onder de

Basissrapport GTB 1013 .indd 51 15-06-2010 11:40:41

teeltgoot ruimte ontstaat om een luchtslurf op te hangen die de buitenlucht onder de goot inblazen. De teeltgoot hangt maximaal 50 cm vanaf de grond, om voldoende ruimte tot de gewasdraad over te houden.

Verdere opbouw van het teeltsysteem is zoals gangbaar in de praktijk. Dit kan per ondernemer verschillen. Het systeem zoals gebruikt bij het IC kende de volgende praktische elementen.
De gewasdraad wordt bij de start van een teelt iets hoger gehangen zodat voldoende bladeren en vruchten op de stam kunnen worden aangelegd voordat de kop uit het gewas wordt gehaald en de ranken tot ontwikkeling komen. Na het koppen wordt het gewas lager gehangen om de stamvruchten bij de draad goed te kunnen oogsten en de ranken goed te kunnen leiden.
Om het zakken van het gewas goed te laten verlopen worden de planten schuin aangebonden en wordt een steundraad gebruikt zodat de planten niet breken.
Alle zaadlobben en de eerste bladeren worden enige tijd na de start van de plant afgesneden om infectie risico voor botrytis te verkleinen.

Er wordt geteeld op steenwol met een druppelsysteem. De EC wordt lichtafhankelijk aangepast. De watergift is ook lichtafhankelijk en kan worden aangepast door het drainpercentage.
Op momenten dat dit voor het gewas kan, wordt met een hogere EC geteeld, zodat met minder watergift voldoende nutriënten voor de plant beschikbaar zijn. Dit kan bijdragen aan beperking van de verdamping van de plant en zo tot een geringere hoeveelheid vocht die via ventilatie moet worden afgevoerd.

Er is geen wortelverwarming of koeling. De substraattemperatuur zal daardoor na-ijlen op de ruimtetemperatuur.

6.3 Teeltwijze

Bij de start van de verschillende teelten in een jaar is het belangrijk dat de groei goed start. Daarvoor zal de warmte input niet te beperkt moeten zijn. Als in het begin te koud wordt geteeld levert dit later onbalans in het gewas op.
Bij de start van de teelt wordt de kas primair verwarmd met de groeibuis, die onder de teeltgoot ligt. Als het gewas voldoende lengte heeft ontwikkeld, wordt de groeibuis als primair net gebruikt. Wel met een begrenzing tegen te hoge temperatuur van ca 48 °C.
Omdat niet met een minimumbuis op het buisrailnet wordt gewerkt zal de vrucht ontwikkeling iets vertragen. Daarom moet wel een minimum kastemperatuur van 18.5 °C worden gehanteerd. Hoewel uit onderzoek met temperatuur intregatie bekend is dat komkommer lagere temperaturen kan hebben, is het voor de ontwikkeling van een goede plantbalans nodig dat de temperatuur niet te laag komt.

Zowel het temperatuurverloop over de dag als de etmaaltemperatuur wordt na de start van de teelt sterk bepaald door de instraling om zoveel mogelijk gebruik te maken van de “gratis” zonne-energie. Dit wordt gerealiseerd door de basisstooktemperatuur te verlagen en een grotere lichtafhankelijkheid van straling en stralingssom van de stooklijn (en parallel daaraan de ventilatielijn) te hanteren en in de nacht de stooklijn te verhogen op basis van stralingssom. Onder gesloten schermen kan gemakkelijker de gewenste temperatuur worden gerealiseerd. De precieze keuze van de licht en lichtsom trajecten zijn een keuze van de teler, mede op basis van de gewasstand.

Als het gewas goed in balans is gestart kan later in de teelt energiezuiniger worden geteeld.

De schermen worden maximaal benut, waarbij de vochtbeheersing wordt gerealiseerd door de gecontroleerde ventilatie. Bij de start van de teelt is het folie scherm dicht, dit zal mede door de zware isolatie van de schermen minder vochtig worden. Voor de lichtdoorlatendheid van het AC-folie heeft dit vrijwel geen gevolgen. Het foliescherm wordt zolang mogelijk gehandhaafd. Te verwachten is dat het eind februari wordt verwijderd.

Basissrapport GTB 1013 .indd 52 15-06-2010 11:40:41

Als het folie scherm is verwijderd kan het lichtdoorlatende energiedoek bij koude, donkere dagen overdag gesloten blijven zodat op energie wordt bespaard en relatief weinig licht wordt verloren. De grens voor het sluiten van het lichtdoorlatende doek is ongeveer 125 W/m^2 globale straling.

Het VD wordt groter van 1.7 g/m^3 gehouden om de kans op aantasting door botrytis te minimaliseren. In de zomer wordt de luchtbevochtiging gebruikt bij een VD groter dan 5.8 g/m^3.

Rond begin mei zal in de nacht de temperatuur voldoende hoog gaan worden en in combinatie met de isolerende schermen zal de warmtevraag gering zijn. In die periode kan om de verdamping in de morgen iets te stimuleren het systeem van geforceerde ventilatie worden gebruikt door op een groter VD te gaan sturen. In de praktijk wordt dan vaak een minimumbuis gehanteerd van 2 uur voor zonopgang tot een moment dat de globale straling een bepaald niveau bereikt. Dit hoeft dan niet gedaan te worden. De combinatie van instellingen kan gedurende lange tijd in de zomer worden gehanteerd.

Het systeem van gecontroleerde ventilatie moet worden gebruikt voor de doelstelling waarvoor het is ontworpen: het beheersen van het vocht in de kas. Dat betekent dat er veel momenten zullen zijn dat het systeem niet actief is, omdat het vocht geen probleem vormt. Accepteer als teler deze situaties, vergelijkbaar met de ventilatie en verwarmingsregeling. Ga niet proberen er meer mee te doen, omdat u denkt dat dit mogelijk wel zo zou kunnen werken. Ga ook niet extra droog telen, want dat kost energie in plaats van energiebesparing op te leveren.

Over het jaar heen levert de gewijzigde strategie een temperatuursom vrijwel gelijk aan die van een traditionele strategie, maar dan meer gerealiseerd door zonne-energie. Op sombere dagen is de kas hierdoor kouder dan gebruikelijk en op lichte dagen is de kas warmer dan gebruikelijk. Teneinde de zonne-energie zo gunstig mogelijk te benutten en de CO_2-concentratie gemakkelijker hoog te kunnen houden, wordt er minder fel op temperatuur gelucht. Dit wordt gerealiseerd door een uitgestelde ventilatie, waarmee wordt voorkomen dat de gratis zonnewarmte onnodig wordt afgelucht.

De planttijden per teelt zijn een keuze van de ondernemer. Ook de keuze voor opnieuw starten of tussen planten is een ondernemers beslissing. Vroeg starten – voor 10 januari- zal extra energie kosten. De herfstteelt start begin augustus en worden doorgetrokken zolang het economisch verantwoord is.

De cultivar keuze is eveneens een ondernemers beslissing. Meeldauw tolerante rassen hebben een voordeel omdat minder gewasbescherming wordt toegepast wordt er minder extra vocht in de kas gebracht. Dit is voor de vochtbeheersing gunstig.

Aan het einde van de dag wordt de temperatuur verlaagd naar de gewenste voornachttemperatuur. Het verlagen van de temperatuur vindt vooral plaats via ventilatie, maar ook door de schermen niet te vroeg dicht te laten lopen. Door deze acties vindt het afkoelen van de kas, nodig om de assimilatenbalans van het gewas goed te houden, zoveel mogelijk met natuurlijke middelen plaats.
Vooralsnog realiseert de gekozen regelstrategie dus een klimaat dat in de voornacht qua temperatuur nauwelijks anders is dan gebruikelijk.

6.4 Teeltregime eerste teelt

Na het planten de eerste 2 weken ook overdag schermen vanwege het kleine plantje. In de derde week mag het scherm open tussen 11.30 uur en 14.00 uur met een instraling van 150 watt en meer. In de daarop volgende weken elke week het scherm een uur langer open. Een eventuele lichtverhoging pas instellen minimaal 2,5 week na het poten. Deze lichtverhoging is sterk afhankelijk van de gewasstand, hoge of geen vruchtbelasting. Niet gelijk bij de eerste dag na een donkere periode deze lichtverhoging toepassen, maar doe het de tweede dag. Tussen de 150 en 250 watt mag een verhoging worden gehanteerd van 2 graden.

Basissrapport GTB 1013 .indd 53 15-06-2010 11:40:41

De etmaaltemperatuur na het planten dienen de eerste twee dagen laag te zijn. Laat de plant acclimatiseren. 19 °C vlak is voldoende. De daarop volgende periode is mede afhankelijk van het weer en de plantbalans. Vuistregel op dagbasis:

- 0 joules etmaal 19,5 °C
- 100 joules etmaal 19,7 °C
- 200 joules etmaal 19,9 °C
- 300 joules etmaal 20,1 °C
- 400 joules etmaal 20,3 °C

De watergift is tot het moment van uitbloei eerste bloem beperkt. 1 tot 2 beurten is in deze periode al voldoende. Boven de 500 joules 1 tot 2 beurten extra. Watergift opbouwend tot maximaal 3 keer de straling wanneer volledig in productie. De start EC dient 3.0 -3.4 te zijn. PH 5.5. Doseer in de beginfase vloeibare kalksalpeter. Ammoniumnitraat niet toestaan in de beginfase.
Plantbelasting: tot aan de gewasdraad maximaal 8 stamkomkommers voor een goede overgang op de rank. De 1e komkommer aanhouden op het 6e of 7e blad (afhankelijk van de sterkte van het vrucht). Daarna 2 keer om en om dunnen, vervolgens 2 keer een setje van 2 vruchten, om te eindigen met een setje van 3 vruchten. Een en ander is afhankelijk van het aantal bladeren wat realiseerbaar is onder de gewasdraad. In dit voorbeeld is met 19 bladeren gerekend.
CO2 strategie: tot aan bloei waardes hanteren van 400-450 ppm. Na bloei mag de dosering worden verhoogd op licht. Van in het begin van de teelt maximaal 650 ppm tot 1000 ppm naar het einde.

6.5 Teeltregime tweede teelt

Afhankelijk van balans, ziektes en plagen, tussenplanten begin mei. Om en om een rij rooien en overplanten. Door het tussenplanten rekken de jonge planten harder dan normaal. In deze fase bekijken hoe lang het oude gewas er tussen mag staan. Verwacht wordt maximaal 10 dagen. Het nieuwe gewas dient te zijn overgehangen voor de kop eruit gaat. Door de tussenplanting wordt een plant minder selectief. Hier moet goed op gereageerd worden, door bijvoorbeeld hogere etmalen te hanteren.
Etmaal op dagbasis:

- 500 joules etmaal 20,5 °C.
- 1000 joules etmaal 21,0 °C.
- 1500 joules etmaal 21,5 °C
- 2000 joules etmaal 22,0 °C
- 2500 joules etmaal 22,5 °C.

Watergift: EC 3,2 met 0,8 punt lichtverlaging. PH 5,5.
Plantbelasting: tot aan de gewasdraad maximaal 14 stamkomkommers. Indien sterk genoeg, het eerste vrucht op het 5e blad. Vruchtdunning op dat moment bepalen. Daarna met 2 scheuten (ranken)per plant verder.
CO_2 strategie: minmaal 550 pm tot maximaal 1000 ppm op licht.

6.6 Teeltregime derde teelt

Gewas ruimen geheel en planten begin augustus. Op dag van het planten het scherm ¾ dicht, indien zonnig weer.
De planten op gang helpen met een niet al te hoog EC. Ook ruim voldoende water geven met aanvullende nachtbeurten. Verder in de teelt waardes hanteren zoals in voorgaande teelt.
Plantbelasting: tot aan de gewasdraad maximaal 17 stamkomkommers, waarbij de 1e komkommer aangehouden wordt op het 5e blad. Omdat er van het licht af geteeld wordt dient er zo gesnoeid te worden dat de plantbelasting onderin groter is dan bovenin om de rank krachtig te houden. Dit betekent dat er bovenin setjes gemaakt moeten worden.
CO_2 strategie hetzelfde als voorgaande teelt. In de herfstteelt is de vochtbeheersing met het systeem van geforceerde ventilatie minder effectief. Dan kan het nodig zijn om de normale wijze van vochtbeheersing door met de verwarming de kastemperatuur te verhogen om zo toch nog vocht af te voeren gebruikt wordt.
De teelt zo lang doorzetten als gewastechnisch en economisch verantwoord is.

Basissrapport GTB 1013 .indd 54 15-06-2010 11:40:41

Basissrapport GTB 1013 .indd 55 15-06-2010 11:40:41

Basissrapport GTB 1013 .indd 56 15-06-2010 11:40:41