



Het Nieuwe Telen Aubergine

Effecten van een nieuw teeltconcept op kasklimaat en energiegebruik

Anja Dieleman, Frank Kempkes en Jan Janse



Referaat

Met het teeltconcept "Het Nieuwe Telen", met als belangrijke onderdelen gebruik van meerdere schermen, scherpere vochtregeling en luchtbehandeling met buitenluchtaanzuiging en verwarming is tot ca. 40% energiebesparing te realiseren is. In 2010/2011 is het project "Het Nieuwe Telen Aubergine" uitgevoerd, met als doelstelling het opstellen van een teeltconcept waarmee 40% energiebesparing gerealiseerd zou moeten kunnen worden met behoud van productie en productkwaliteit.

Op basis van een aantal gesprekken met telers, is een beschrijving van de teelt van aubergine opgesteld. Met het kasklimaatmodel KASPRO is een aantal scenario's met verschillende elementen van Het Nieuwe Telen doorgerekend. Het energiegebruik van de referentieteelt was $37.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$. Het langer gebruiken van een vast foliescherm (tot 10 februari in plaats van tot 10 januari) levert een energiebesparing van $1.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$ op (3%). Wanneer twee beweegbare schermen en ontvochtiging met buitenlucht worden toegepast (Het Nieuwe Telen) leidt dit tot een energiegebruik van $27.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$, een energiebesparing van 26%. In de zomermaanden (eind juni tot begin september) bespaart Het Nieuwe Telen volgens deze opzet geen energie. Er wordt dan een minimumbuis gebruikt om CO_2 te produceren. Wanneer Het Nieuwe Telen wordt toegepast in combinatie met het uitzetten van de minimumbuis ($0 \text{ }^\circ\text{C}$) wordt nog slechts $21.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$ gebruikt, een energiebesparing van 42%, waarmee de energiedoelstelling van het project gehaald wordt.

Hoe deze maatregelen door zullen werken op de ontwikkelingssnelheid aan het begin van de teelt, de verhouding vegetatief/generatief, bloemkwaliteit, verdamping en de beschikbaarheid van CO_2 is nog niet bekend en zou in een (praktijk) proef vastgesteld kunnen worden.

Abstract

With the concept "The next generation greenhouse cultivation", having the use of multiple screens, tight humidity regulation and air treatment with the use of outside air as main elements, an energy reduction of 40% should be possible. In 2010/2011, the application of this concept for eggplant was investigated. A description of the climate and cropping strategy of eggplant was made, based on interviews with growers. Effects of a number of scenario's with different elements of the new concept were calculated with the greenhouse climate model KASPRO. Energy use of the reference was $37.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{year}$. Prolonged use of a fixed foil screen (until 10 February instead of 10 January) results in an energy conservation of $1.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{year}$ (3%). The use of two movable screens and dehumidification with outside air reduces the energy use to $27.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{year}$, a reduction of 26%. In summer, the next generation greenhouse cultivation does not reduce the energy use, due to the use of minimum pipe temperatures to produce CO_2 . When the new concept is applied combined with no minimum pipe ($0 \text{ }^\circ\text{C}$), energy consumption is reduced to $21.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{year}$, a reduction of 42%, with which the goal of the project is realised. Effects of the next generation greenhouse cultivation on plant development rates at the start of the season, the ratio vegetative/generative growth, flower quality, transpiration and availability of CO_2 is not known yet. This might be established in an experiment.

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen
: Postbus 644, 6700 AP Wageningen
Tel. : 0317 - 48 60 01
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

Voorwoord		5
Samenvatting		7
1	Inleiding	9
	1.1	Het Nieuwe Telen Aubergine 9
	1.2	Leeswijzer 9
2	Teeltbeschrijving aubergine	11
	2.1	Kassen en kasuitrusting 11
	2.2	Teeltsysteem en plantdatum 11
	2.3	Teelt in de winter 12
	2.4	Teelt in het voorjaar en de zomer 13
	2.5	Teelt in het najaar 13
	2.6	Kasklimaat 13
3	Het Nieuwe Telen	15
4	Scenarioberekeningen HNT Aubergine	17
	4.1	Modelcalibratie 17
	4.2	Doorgerekende opties 18
5	Bijeenkomsten begeleidingscommissie	23
	5.1	Inleiding op het nieuwe telen aubergine 23
	5.2	Het Nieuwe Telen: kasklimaat en energiegebruik 24
	5.3	Ervaringen met Het Nieuwe Telen 25
6	Economische perspectieven van Het Nieuwe Telen	27
7	Discussie en conclusies	29
8	Referenties	31
Bijlage I	Setpoints en uitrusting van de kas	33

Voorwoord

Nadat in de jaren 2002-2007 veel belangstelling was voor het telen in (semi-)gesloten kassen, werd vanaf 2008 ook gekeken naar alternatieven, die minder investeringskosten met zich mee zouden brengen, maar wel leidden tot een substantiële energiebesparing. Dit leidde tot “Het Nieuwe Telen” dat in 2008 in tomaat en komkommer werd beproefd, en het daarop volgende jaar in paprika. Vanuit het programma Kas als Energiebron werd de ontwikkeling van Het Nieuwe Telen ook voor de kleinere gewassen gestimuleerd. Daarom werd in 2010 het project “Het Nieuwe Telen Aubergine” gestart, waarin voor aubergine nieuwe teeltconcepten opgesteld werden, met Het Nieuwe Telen als uitgangspunt. Voor u ligt het eindrapport van dit project.

Bij het opstellen van de teeltconcepten hebben we regelmatig de stand van zaken besproken met de begeleidingscommissie van dit project. Wij willen daarvoor de auberginetelers Martijn van Onselen, Arjan Vedder, Dennis van Luijk, Jan van Duijn, Peter Boekestein en voorlichter Cock van der Knaap van harte danken, evenals Marian Baas, Huub Welles en Joke Vreugdenhil (gewasmanagers aubergine LTO Groeiservice), Aat Dijkshoorn en Leo Oprel (Kas als Energiebron, respectievelijk Productschap Tuinbouw en Ministerie van EL&I). Tenslotte willen wij Marcel Raaphorst en Patrick van de Voort bedanken, die in de bijeenkomsten van de begeleidingscommissie hun ervaringen gedeeld hebben op het gebied van de economische aspecten van Het Nieuwe Telen en de ervaringen met paprika.

Mei 2011

Anja Dieleman, Frank Kempkes en Jan Janse
Wageningen UR Glastuinbouw

Samenvatting

In de afgelopen jaren is in de teelten van paprika, tomaat en komkommer ervaring opgedaan met Het Nieuwe Telen, een nieuw teeltconcept waarmee tot ca. 40% energiebesparing te realiseren is. De belangrijkste onderdelen uit Het Nieuwe Telen zijn een scherpere vochtregeling, gebruik van meerdere schermen, temperatuurintegratie, luchtbeweging, bevochtiging, luchtbehandeling met buitenluchtaanzuiging en verwarming; en koeling, WKK, warmtepomp en aquifer. In de teelt van aubergine is tot nu toe nog geen ervaring opgedaan met Het Nieuwe Telen, wel is er de nodige belangstelling voor energiezuinig telen bij de auberginetelers. Daarom is in 2010/2011 het project "Het Nieuwe Telen Aubergine" uitgevoerd. Doelstelling van dit project was het opstellen van een teeltconcept waarmee 40% energiebesparing gerealiseerd zou moeten kunnen worden met behoud van productie en productkwaliteit.

Op basis van een aantal gesprekken met telers, is een beschrijving van de teelt van aubergine opgesteld. Met behulp van klimaatdata van twee bedrijven zijn setpointinstellingen voor het kasklimaatmodel KASPRO bepaald. Met dat model is de referentieteelt doorgerekend, en een aantal scenario's met verschillende elementen van Het Nieuwe Telen. Het energiegebruik van de referentieteelt was $37.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$. Het langer gebruiken van een vast foliescherm (tot 10 februari in plaats van tot 10 januari) levert een energiebesparing van $1.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$ op (3%). Wanneer twee beweegbare schermen en ontvochtiging met buitenlucht worden toegepast (Het Nieuwe Telen) leidt dit tot een energiegebruik van $27.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$, een energiebesparing van 26%. In de zomermaanden (eind juni tot begin september) bespaart Het Nieuwe Telen volgens deze opzet geen energie. Er wordt dan een minimumbuis gebruikt om CO_2 te produceren. Wanneer Het Nieuwe Telen wordt toegepast in combinatie met het uitzetten van de minimumbuis ($0 \text{ }^\circ\text{C}$) wordt nog slechts $21.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$ gebruikt, een energiebesparing van 42%, waarmee de energiedoelstelling van het project gehaald wordt.

Wat deze maatregelen betekenen voor het gewas, is nog niet bekend. Op basis van de ervaringen met Het Nieuwe Telen tomaat, komkommer en paprika, en de ervaringen van de auberginetelers zijn een aantal aspecten die mogelijk een rol zullen spelen: de ontwikkelingssnelheid aan het begin van de teelt, de verhouding vegetatief/generatief, bloemkwaliteit, verdamping en de beschikbaarheid van CO_2 gedefinieerd. Het zou goed zijn in een (praktijk)proef na te gaan wat de effecten van Het Nieuwe Telen bij aubergine zijn op gewasgroei, ontwikkeling en productie, en daarnaast vast te stellen of de berekende energiebesparing ook inderdaad te realiseren is.

1 Inleiding

In 2008 is een energiezuinig teeltconcept voor de tomatenteelt opgesteld (Poot e.a., 2008), dat in 2009 als Het Nieuwe Telen met succes is getest. In proeven bij Wageningen UR Glastuinbouw en het Improvement Centre in Bleiswijk is gebleken dat bij tomaat, komkommer en paprika (De Gelder e.a., 2009, 2010) het mogelijk is om zonder hoge investeringen aanzienlijk te besparen op het energieverbruik. Ook bij siergewassen als gerbera, alstroemeria en anthurium is Het Nieuwe Telen succesvol beproefd (Labrie & De Zwart, 2010; Garcia Victoria e.a., 2010). De belangrijkste onderdelen uit Het Nieuwe Telen zijn een scherpere vochtregeling, gebruik van meerdere schermen, temperatuurintegratie, luchtbeweging, bevochtiging luchtbehandeling met buitenluchtaanzuiging en verwarming; en koeling, WKK, warmtepomp en aquifer. Deze onderdelen zouden ook in andere teelten als aubergine kunnen worden toegepast.

In Nederland wordt ca. 95 ha aubergines geteeld, verdeeld over ca. 20 bedrijven (KWIN 2010). Gemiddeld is de productie ca. 53 kg/m² bij een gasverbruik van ca. 42 m³/m²/jaar (KWIN 2010). Aubergine is een gewas waarin ongeveer evenveel energie wordt gebruikt als in de tomatenteelt, maar gemiddeld hogere etmaaltemperaturen gegeven worden. Men streeft er wel naar om veel te schermen, maar vanwege vochtproblemen (bloemkwaliteit) moet het scherm in het voorjaar toch snel open. Mogelijk zou gecontroleerde buitenluchtaanzuiging hier goed kunnen werken. Verder zijn de teelten van tomaat en aubergine vergelijkbaar. Een groot deel van het energiegebruik ligt in de herfst, als er gestookt en geventileerd wordt om de luchtvochtigheid te verlagen. In deze periode is met name energiebesparing te realiseren als op een andere manier de luchtvochtigheid verlaagd kan worden.

1.1 Het Nieuwe Telen Aubergine

In het project “Het Nieuwe Telen Aubergine” wordt met een aantal telers en andere betrokkenen de teelt van aubergine bekeken en worden de specifieke punten in de teelt in de verschillende seizoenen benoemd. Dan wordt gekeken hoe de teelt gedurende het hele jaar heen zo energiezuinig mogelijk ingericht kan worden, met behoud van productie en productkwaliteit. Dit moet leiden tot een teeltconcept waarmee 40% energiebesparing gerealiseerd zou moeten kunnen worden.

Het project “Het Nieuwe Telen Aubergine” maakt deel uit van het programma “Kas als Energiebron”, dat wordt gefinancierd door Productschap Tuinbouw en het ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie. Binnen dit programma valt dit project onder het transitiepad “Teeltstrategieën”. Het doel van het programma “Kas als Energiebron” is dat bestaande glastuinbouwbedrijven kunnen profiteren van nieuwe inzichten en zo met zo laag mogelijke investeringskosten kunnen besparen op het energiegebruik. Plant en teelttechniek staan hierbij centraal.

1.2 Leeswijzer

In dit rapport staan de volgende onderdelen beschreven:

Hoofdstuk 2: Teeltbeschrijving aubergine.

Hoofdstuk 3: Het Nieuwe Telen

Hoofdstuk 4: Scenarioberekeningen HNT Aubergine

Hoofdstuk 5: Bijeenkomsten begeleidingscommissie

Hoofdstuk 6: Discussie

Hoofdstuk 7: Conclusies en aanbevelingen

Ad. Hoofdstuk 2. Teeltbeschrijving aubergine

De teeltbeschrijving aubergine is gebaseerd op gesprekken met twee auberginetelers. In deze gesprekken is de kastuitrusting geïnventariseerd, de teeltstrategie besproken uitgesplitst over de verschillende seizoenen en is nagegaan wat er specifiek voor dit bedrijf was en wat generiek voor de aubergineteelt.

Ad. Hoofdstuk 3. Het Nieuwe Telen

In dit hoofdstuk worden de 7 stappen van Het Nieuwe Telen kort beschreven. De inhoud van deze stappen en de gevolgen voor kasklimaat, energiegebruik en productie worden toegelicht.

Ad. Hoofdstuk 4. Scenarioberekeningen HNT Aubergine

Om de modelberekeningen zo realistisch mogelijk te maken, is het van groot belang een goede referentiesituatie als startpunt te hebben. Hiervoor is het gerealiseerde klimaat van één bedrijf grondig bestudeerd en nagebootst. Een tweede bedrijf is daarbij als “back-up” gebruikt door te verifiëren of het wel een representatieve teelt betreft. Voor de modelberekeningen is het kasklimaat simulatieprogramma KASPRO gebruikt. In de klimaatcomputer van het referentiebedrijf was een groot aantal setpoints en gerealiseerde klimaatgegevens opgeslagen. Deze setpoints in combinatie met de kas lay-out, zoals bijvoorbeeld aantal en type verwarmingsbuizen, schermen en schermtypen en kasdekeigenschappen, in dit geval Crystal Clear, zijn in het model ingevoerd. Voor de buitenklimaatomstandigheden is gezien de locatie van het bedrijf dat relatief dicht bij de kust ligt, zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de door het weerstation van de klimaatcomputer gemeten parameters zoals temperatuur, globale straling en windsnelheid. Deze gegevens zijn daar waar informatie ontbrak aangevuld met gegevens uit Bleiswijk (hemeltemperatuur). Het door het model berekende klimaat is vergeleken met het op het bedrijf gerealiseerde kasklimaat. Bij grote afwijkingen zijn setpoints en/of de werking van de kasuitrusting aangepast zodat een goede match tussen meting en berekening ontstond. Deze situatie is de referentie waarna aanvullingen op de kasuitrusting en/of aanpassingen in de klimaatregeling zijn gedaan. Uiteindelijk zijn een viertal aanpassingen op de referentie doorgerekend:

- a. Vaste folie op later tijdstip verwijderen.
- b. Introductie van Het Nieuwe Telen: een combinatie van meer schermen en ontvochtigen met buitenlucht. Gezien het feit dat het gewas aubergine wat verdamping betreft vergelijkbaar is met paprika, is er voor gekozen een maximale ontvochtigingscapaciteit van $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ in te zetten.
- c. Situatie b) + het achterwege laten van de minimumbuis
- d. Als c met enkele aanpassingen van setpoints om (te) grote afwijkingen in gerealiseerd klimaat (temperatuur en RV) ten opzichte van de referentie op te heffen.

Ad. Hoofdstuk 5. Bijeenkomsten begeleidingscommissie

Gedurende het project is een begeleidingscommissie, bestaande uit auberginetelers, een voorlichter, gewasmanager aubergine van LTO groeiservice, coördinator Kas als Energiebron van Productschap Tuinbouw en onderzoekers van Wageningen UR Glastuinbouw een aantal malen bij elkaar geweest. In deze bijeenkomsten zijn de uitgangspunten van Het Nieuwe Telen besproken, zijn proeven met HNT bezichtigd en toegelicht, zijn de modelberekeningen getoond en bediscussieerd, zijn de ervaringen met HNT paprika door een teler toegelicht en zijn de bedrijfseconomische aspecten van HNT gepresenteerd.

Ad. Hoofdstuk 6. Discussie

In dit hoofdstuk worden de bevindingen van de vorige hoofdstukken bediscussieerd. De gevolgen van Het Nieuwe Telen voor energiegebruik, productie en productkwaliteit worden besproken, evenals de bedrijfseconomische aspecten van Het Nieuwe Telen.

Ad. Hoofdstuk 6. Conclusies en aanbevelingen.

In dit hoofdstuk wordt het rapport afgesloten met een aantal conclusies en aanbevelingen op het gebied van Het Nieuwe Telen Aubergine.

2 Teeltbeschrijving aubergine

Deze teeltbeschrijving is gebaseerd op bezoeken aan twee auberginebedrijven, waarbij de kasuitrusting, klimaatregeling en teelt besproken zijn.

2.1 Kassen en kasuitrusting

Een modern auberginebedrijf heeft een kas met poothoogte van 4.5 m of hoger en bij voorkeur een hoge transmissie, gerealiseerd door gebruik van glastypes met een hoge lichtdoorlatendheid en grote glasmaten. Voor de verwarming is warmte beschikbaar via de ketel of een WKK met een vermogen van 0.5 – 1 MW/ha.

Op veel bedrijven is naast CO₂ afkomstig van ketel of WKK ook OCAP CO₂ aanwezig. Afhankelijk van de ventilatiegraad wordt de bron van CO₂ gekozen. Bij WKK CO₂ zijn de risico's op meedoseren van schadelijke gassen zoals etheen en NO_x hoger, dus wordt er voornamelijk CO₂ uit de WKK gedoseerd als er veel geventileerd wordt. Aan het begin van de teelt wordt een maximale concentratie van 800 – 1000 ppm CO₂ aangehouden, in de zomer mag de CO₂ concentratie maximaal 1200 ppm zijn.

Moderne kassen zijn uitgerust met een energiescherm, dat in het begin van de teelt vaak ook overdag gebruikt wordt om de luchtvochtigheid hoog te houden, met een redelijke transmissie en een goede energiebesparing. Op een enkel bedrijf wordt daarnaast nog een vast foliescherm aan het begin van de teelt of een tweede beweegbaar scherm toegepast. Het vaste foliescherm wordt gebruikt van planten (half december) tot ca. half januari, en wordt verwijderd als de luchtvochtigheid te hoog wordt in de kas. Anders zou een zwak gewas en/of wortelstelsel kunnen ontstaan.

De kassen worden verwarmd met een buisrailsysteem en een groeibuis die vast onder de tralie hangt, of beweegbaar is. Een beweegbare groeibuis wordt meegehesen met de groei van de plant en hangt altijd ongeveer 50 cm onder de kop van de plant.

2.2 Teeltsysteem en plantdatum

Het meest geteelde aubergineras in 2011 was Jaylo, geënt op een onderstam, met een zaaidatum van 1 november en een plantdatum van medio december. Wanneer eerder geplant wordt (de vroegste plantdatum toegepast bij aubergine is ongeveer 22 november) valt de eerste productie vroeger, en de eerste kilo's worden over het algemeen goed betaald. Bij bedrijven met meerdere kassen kunnen verschillende zaai/ en plantdata ook gunstig uitpakken i.v.m. arbeids- en energien spreiding. Daarnaast geeft een vroege teelt jaarrond wat fijnere vruchten omdat er over het algemeen een wat minder fors gewas wordt weggezet aan het begin van de teelt. Een nadeel van eerder planten is dat er in die periode wel veel gestookt moet worden. Er is dan nog weinig licht, met als risico dat de planten al aan een hoge plantbelasting zitten bij weinig licht, met als gevolg een mogelijk verlies van zetting daarna, en een minder goed ontwikkeld wortelstelsel. Ook kan een vroege planting aan het einde van de teelt problemen geven m.b.t. de gewaslengte; een hoge kas is dus een vereiste. Het voordeel van een late planting (uiterlijk half januari) is de geringe gewaslengte aan het einde van het teeltjaar en de relatief lagere stookkosten. Een reden om dat niet te doen is vanuit concurrentieoverwegingen: in de periode oktober tot april zijn er aubergines uit Spanje op de markt. Een maand later starten betekent een maand langer ruimte voor aubergines uit Spanje.

Er wordt geteeld in goten, die meestal op de grond liggen of ca. 20 cm boven de grond hangen, met een stengeldichtheid van 5 – 5.5 stengels/m². Per plant worden 3 of 4 stengels aangehouden. Voordelen van de hangende goten zijn dat de mat goed vlak ligt, dat de werkhogte in het begin van de teelt beter is, en dat er meer luchtbeweging onder in het gewas is.

Op de meeste auberginebedrijven wordt geteeld op steenwolmatten met een druppelsysteem. De druppel EC is jaarrond tussen de 2 en 4 dS/m, hetgeen leidt tot een EC in de mat tussen de 2.5 en 5 dS/m. Aan het begin van de teelt is de druppel EC 3.5 tot 4 dS/m, en naar de zomer toe mag dit wegzakken naar 2 tot 2.5 dS/m. Dit laatste mede om de kans op roodverkleuring van de vruchten te verminderen. In het najaar wordt de druppel EC weer iets verhoogd voor steviger cellen van de vruchten. Aan het begin van de teelt worden druppelbeurten gegeven van 100 cc, rond de langste dag wordt dat 150 cc en dit blijft zo tot het einde van de teelt.

De gewasgroei kan, naast met het klimaat, ook met de vruchtgrootte worden gestuurd. Vruchten moeten geoogst worden voordat ze rood beginnen te verkleuren. De oogstfrequentie varieert van 2 maal per week in het begin van de teelt tot 1 maal per week in de herfstmaanden.

De teelt eindigt medio november, dus de teeltwisseling is ca. 4 weken. Het einde van de teelt wordt bepaald door de lengte van de planten, de productie en de prijzen aan het einde van de teelt en de buitenomstandigheden. Dit kan ertoe leiden dat de teelt een aantal dagen tot 1 week eerder beëindigd wordt.

2.3 Teelt in de winter

Op het moment van planten zijn de planten al gesplitst. Half januari wordt er voor het eerst gediefd waarbij ook de eerste bloem (hartbloem) wordt weggehaald, evenals de bijbloemen. Per blad blijft er dus 1 bloem staan. Tot eind februari bestaat het werk voornamelijk uit indraaien en dieven (tot de 3^e of 4^e splitsing). Daarna worden de dieven niet meer weggehaald en dragen ze over het algemeen 1 tot 2 bloemen/vruchten per dief. De dieven stoppen dan vanzelf met groeien.

Na het planten wordt gedurende ca. 4 weken de temperatuur op 22 – 23 °C vlak (dag en nacht) gehouden (tot half januari de eerste zetting komt). Daarna wordt de etmaaltemperatuur langzaam afgebouwd, en worden dag/nacht temperatuurverschillen aangelegd om de generativiteit te bevorderen. Daarna blijft dit de strategie, waarbij de temperaturen gedurende de dag op mogen lopen met instraling.

De eerste 2 tot 4 weken van de teelt wordt veel geschermd, met vast folie en/of (transparant)energiescherm overdag, met additioneel indien aanwezig een tweede scherm 's nachts. Het openen en sluiten van het scherm wordt elke dag beoordeeld afhankelijk van (uit)straling, buitentemperatuur en stand van het gewas. Bij erg koud weer kan het beweegbare scherm ook overdag (of een gedeelte van de dag) dicht liggen.

De minimumbuis staat ingesteld op 30 °C. Aan het einde van de nacht wordt opgestookt tot een buistemperatuur van 45 – 50 °C in de vroege ochtend. Daarna wordt de minimumbuis in de loop van de dag weer afgebouwd tot 30 °C, met daarop een lichtverlaging. De minimumbuis wordt o.a. ingezet ter voorkoming van het wit (valse meeldauw).

In de teelt wordt de nachttemperatuur constant gehouden op ca. 17-18 °C, maar omdat aan het einde van de nacht de minimumbuis wordt opgestookt, loopt de nachttemperatuur dan al wat op.

2.4 Teelt in het voorjaar en de zomer

Eind februari/ begin maart komen de planten in productie. Vanaf begin maart worden de zijtakken niet meer weggehaald, maar worden ze getopt op 1 blad en 1 bloem (zijtakvrucht). Daarmee loopt de plantbelasting op. De hoogste producties worden gehaald in april, mei en juni, namelijk 2 - 3 kg/m²/week.

In het voorjaar komt er meer licht, de temperatuur mag oplopen met de instraling. In de ochtend staat de temperatuur op ca. 19 °C. Overdag mag de temperatuur oplopen met instraling. Bij veel instraling mag de temperatuur oplopen tot 28 – 29 °C rond 17.00 uur, dat wordt aangehouden tot zon onder. Afhankelijk van ras en gewasstand wordt daarna snel afgekoeld naar een voornacht van 17 - 18 °C. Gestreefd wordt naar etmaaltemperaturen van maximaal 23 °C.

Ook in deze periode wordt de minimumbuis nog erg veel gebruikt. Hierbij wordt, indien aanwezig, vooral via de groeibuis gestookt. Op licht valt de buis wel weg. De strategie, waarbij de temperaturen gedurende de dag op mogen lopen, waarbij in de namiddag het maximum van ca. 28 °C wordt bereikt, wordt in deze periode voortgezet.

Afhankelijk van het klimaat wordt tot ca. week 16 's nachts geschermd met een energiescherm. Er wordt maximaal CO₂ gedoseerd via ketel en WKK en indien aanwezig OCAP.

2.5 Teelt in het najaar

Na de langste dag neemt de luchtvochtigheid in de kas toe. Er wordt 'actiever' geteeld: meer stoken en meer luchten om vocht af te voeren, vaak via een minimumraamstand te zetten.

Er wordt gestuurd met de watergift. Door grotere beurten te geven en er voor te zorgen dat de mat voldoende inteert wordt de plant voldoende "generatief" gehouden.

In de laatste weken van de teelt, wordt er soms weer geschermd, afhankelijk van de buitentemperatuur en uitstraling. Er wordt dan wel een vochtkier aangehouden, om te hoge luchtvochtigheden te voorkomen.

Ook worden naar het einde van de teelt toe (eind september/begin oktober) veelal wat hogere temperaturen aangehouden om snelheid in het gewas te houden. De zetting is dan immers van minder belang.

De teelt wordt ca. half november beëindigd, en het gewas wordt geruimd.

2.6 Kasklimaat

Van de twee bedrijven waar de interviews hebben plaats gevonden, zijn kasklimaatdata opgevraagd. De kasklimaatdata van één van deze bedrijven zijn gebruikt als referentie voor het kasklimaatmodel KASPRO ("referentie"), en de gegevens van het andere bedrijf zijn gebruikt als vergelijking ("back up").

Analyse van het gerealiseerde klimaat op het bedrijf dat als referentie heeft gediend en het "controle" bedrijf hebben een paar opvallende zaken laten zien:

De aubergineplant lijkt qua verdamping sterk op de paprika, waarbij de aubergine zelfs nog iets minder verdampt dan de paprika. Dan is het opmerkelijk dat na ca. 1 maand teelt het vaste folie al verwijderd wordt, terwijl dit bij vergelijkbare teelten zeker enkele weken later gebeurt.

De gekozen setpoint instellingen zorgen ervoor dat er al sterk met de natuur “meegeteeld” wordt. Gedurende de dag mag de kasluchttemperatuur geleidelijk oplopen tot ca. 28 °C waarbij deze top pas in de late namiddag bereikt wordt. De gerealiseerde vochniveaus zijn niet hoog. Dat wordt enerzijds bepaald door het beperkend verdampend vermogen van de plant, maar ook de regelstrategie waardoor er al snel een kier in het raam wordt gezet. De combinatie van, in vergelijking met tomaat en komkommer, een beperkte verdamping met vaak hoge dag- maar zeker ook nachttemperaturen laat een schermgebruik zien dat nog perspectief heeft. Dat zou kunnen door het vaste folie langer te handhaven, maar ook door het beweegbare scherm vaker en langer in te zetten. Ook in de herfst richting het einde van de teelt. Onder de juiste omstandigheden de kasluchttemperatuur op laten lopen hoeft weinig tot geen energie te kosten, de zon kan immers het werk doen. Het valt dan ook op dat in de nacht vaak de hoogste setpoint verwarmingstemperatuur bereikt wordt. Overdag is het vaak een combinatie van veel minimumbuisgebruik en een behoorlijke dode zone tussen setpoint verwarmen en setpoint ventilatie waardoor in de namiddag hoge kasluchttemperaturen bereikt worden.

Deze vorm van regelen van het klimaat is niet de meest logische/energie efficiënte methode. Beter is het om doelstellingen met betrekking tot temperatuur en vocht te definiëren en de regelaar dit laten bereiken. Enkele vergelijkingen en voorbeelden van het gerealiseerde kasklimaat worden in paragraaf 4.1 bij de modelcalibratie besproken.

3 Het Nieuwe Telen

“Het Nieuwe Telen” is energiezuinig telen, waarbij plant en teelttechniek centraal staan, met inzet van technieken om de warmtevraag te beperken en een optimaal teeltklimaat te handhaven. Het Nieuwe Telen combineert kennis uit (semi-) gesloten kassen en traditionele teeltwijze tot een economisch verantwoorde wijze van geconditioneerd telen. De inzet van technieken kan stapsgewijs op een bedrijf plaatsvinden.

Kenmerkend voor Het Nieuwe Telen zijn de volgende 7 stappen:

Stap 1. Niet droogstoken met de minimum buis en de ramen op een kier, maar vocht afvoeren door het toedienen van (droge) buitenlucht.

Traditioneel wordt voor de vochtregulatie gestookt met de minimumbuis en wordt tegelijkertijd geventileerd om vocht af te voeren. Daarmee wordt ook veel warmte afgevoerd. Ontvochtigen kan ook door het inbrengen van buitenlucht. Die is bijna altijd droger dan de kaslucht, maar ook koeler. Dat betekent dat de buitenlucht eerst op kastemperatuur gebracht moet worden, voordat deze de kas ingebracht wordt. Op deze wijze ontvochtigen kan tot 15% energie besparen (5-10 m³ gas per m²) door het verminderd gebruik van de minimumbuis. De ventilatoren die moeten draaien voor aanzuiging van buitenlucht, en het via slurven in de kas brengen verbruiken aan elektriciteit een equivalent van ca. 1.5 m³ per m². Een voordeel van het op deze manier ontvochtigen, is dat de verdeling van temperatuur en luchtvochtigheid in de kas veel gelijkmatiger is dan wanneer buizen beurtelings opgestookt worden en afkoelen, en ramen openen en sluiten. De hoeveelheid buitenlucht die ingebracht wordt, is nauwkeurig te regelen, in tegenstelling tot raamopening, waar bij een zeker percentage raamopening de hoeveelheid lucht die ververst wordt ook afhangt van bijvoorbeeld windrichting en –snelheid. Met name in de herfstmaanden zal het echter op enkele warme en vochtige dagen erg moeilijk zijn om via buitenluchtaanzuiging te ontvochtigen, omdat het verschil in absoluut vochtgehalte met de kaslucht dan gering is. Er zal dan toch op de traditionele manier met de buis gestookt moeten worden om de kasluchttemperatuur te verhogen en met de ramen geventileerd moeten worden om het vocht af te voeren.

Stap 2. Intensief isoleren met meerdere energieschermen.

Het energiegebruik kan verder met 15% verminderd worden door het gebruik van (meerdere) energieschermen en/of folie. Wanneer meerdere schermen gebruikt worden of schermen met een hogere isolatiewaarde, neemt het energiegebruik verder af. De combinatie met ontvochtigen met droge buitenlucht vermindert de noodzaak om te kieren, waardoor het scherm helemaal dicht kan blijven liggen. Hierdoor zijn de temperatuurverschillen in de kas duidelijk geringer. Door de ontvochtiging hoeft er minder snel gestopt te worden met schermen vanwege vochtproblemen, daardoor kan het aantal schermuren in voor- en najaar fors worden verhoogd.

Stap 3. Telen met de natuur mee: gebruik van temperatuurintegratie

Voor hun ontwikkeling reageren planten over het algemeen voornamelijk op etmaalgemiddelden van temperatuur. Naarmate de instraling hoger is, is de assimilatenaanmaak van het gewas hoger. Daarmee kan voor een evenwichtige groei ook de temperatuur, en daarmee de groeisnelheid, hoger zijn. Wanneer van dit principe meer gebruik gemaakt wordt, mag de temperatuur op zonnige dagen verder oplopen, en wordt op donkere dagen minder gestookt. Dit kan tot ca. 5% energie besparen. Wanneer dit binnen bepaalde grenzen wordt uitgevoerd (onder- en bovengrens van temperatuur) heeft dit geen nadelige effecten op de gewasgroei.

Stap 4. Zorgen voor gecontroleerde luchtbeweging voor een betere temperatuur- en vochtverdeling.

Luchtbeweging zorgt voor een homogener klimaat. Daarmee zijn koude plekken met lokaal een hoge luchtvochtigheid te voorkomen. Dit zorgt er voor dat er op deze plaatsen in de kas minder snel (schimmel)aantastingen plaatsvinden. Verder betekent een homogener klimaat ook dat voor de luchtvochtigheid minder veiligheidsmarge ingesteld hoeft te worden om kans op lokale natslag te voorkomen.

Stap 5. Luchtbevochtiging bij warm en zonnig weer waardoor de ramen langer dicht kunnen blijven.

Luchtbevochtiging zorgt voor een koelend effect in de kas, waardoor de ramen langer dicht kunnen blijven, en daarmee

de CO₂ concentratie in de kas hoger kan blijven. Een verhoogde CO₂ concentratie leidt, zeker bij veel instraling en een hogere temperatuur tot meer productie van assimilaten. Verder heeft vernevelen het voordeel dat het voorkomt dat de luchtvochtigheid te laag wegzakt, waardoor huidmondjes sluiten en de opname van CO₂ beperkt wordt. Over het algemeen zijn planten zelf via de verdamping goed in staat de luchtvochtigheid in de kas te regelen. Inzetten van verneveling is alleen nodig op "extreme" dagen, met veel instraling en een lage luchtvochtigheid in de buitenlucht.

Stap 6. Actief koelen voor meer productie of een betere kwaliteit.

Bij actieve koeling wordt de temperatuur gecontroleerd door het inblazen van gekoelde lucht, in plaats van via ventilatie. Omdat daardoor de ramen langer dicht kunnen blijven, neemt de CO₂ concentratie van de kaslucht toe, met positieve gevolgen voor de groei en productie.

Stap 7. Voor teelten waar actief wordt gekoeld, zijn lange termijn opslag en warmtepomp interessant.

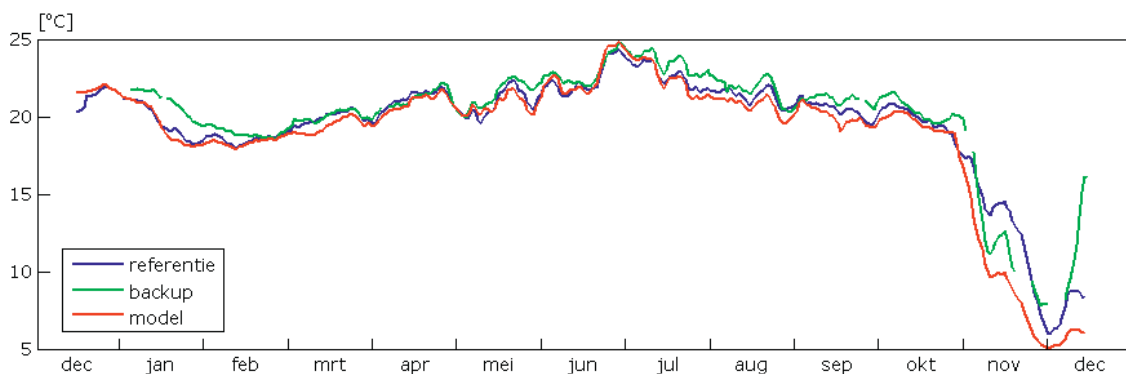
Voor teelten waarin actief wordt gekoeld, kan het warmte-overschot van de zomer opgeslagen worden in een aquifer, zodat deze warmte in de winter gebruikt kan worden om met een warmtepomp de kas te verwarmen. Dit kan tot 25% extra energiebesparing opleveren.

4 Scenarioberekeningen HNT Aubergine

4.1 Modelcalibratie

Vanuit een analyse van de gerealiseerde klimaatdata zijn de setpointinstellingen voor het kasklimaatmodel KASPRO bepaald. De kasuitrusting op het referentiebedrijf van 53000 m² bestond uit een vast geperforeerd folie in de periode start teelt (15 december) tot 15 januari en een beweegbaar formalux doek. Er is geen belichting. Er is een buffer van 150 m³/ha. Alle relevante setpoint instellingen en de kasuitrusting zijn in bijlage I beschreven.

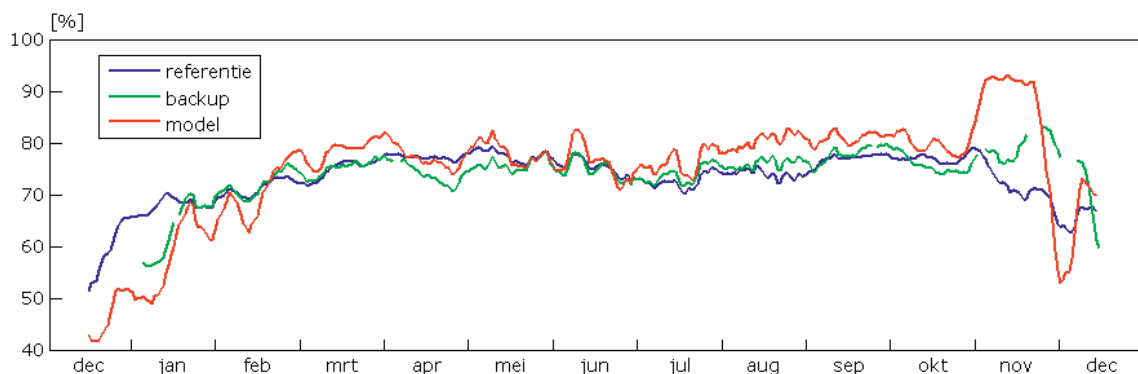
In Figuur 4.1. worden de berekende kasluchttemperatuur (model), de gerealiseerde kasluchttemperatuur op het referentiebedrijf en de gemeten kasluchttemperatuur op het back-up (controle) bedrijf weergegeven. Het back-up bedrijf is enkele weken later gestart dan het referentiebedrijf en is ongeveer één week later gestopt.



Figuur 4.1. Berekende en gemeten etmaal kastemperaturen weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over één week.

De gerealiseerde kasluchttemperatuur in de modelberekeningen volgt de metingen op het referentiebedrijf goed.

In Figuur 4.2. worden de berekende kaslucht RV (model), de gerealiseerde kaslucht RV op het referentiebedrijf en de gemeten kaslucht RV op het back-up bedrijf weergegeven.



Figuur 4.2. Berekende en gemeten etmaal kaslucht RV weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over één week.

De gerealiseerde kaslucht RV in de modelberekeningen wordt in het begin van de teelt duidelijk onderschat. Er zijn geen duidelijke aanwijsbare redenen gevonden waardoor dit veroorzaakt wordt. Echter in het begin van de teelt is in werkelijkheid de RV ook zodanig laag dat dit geen extra energiegebruik ten behoeve van ontvochtiging met zich meebrengt. Aan het eind van de teelt is er ook een opvallende afwijking waar wederom geen verklaring voor te geven is. Er wordt volop geschermd maar op de praktijkbedrijven wil het vochniveau maar niet stijgen waar dit in het model wel het geval is. Het referentie en back-up bedrijf volgen elkaar sterk gedurende het jaar. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het gekozen referentiebedrijf “representatief” voor de teelt is.

Het model is met de gekozen setpoints en regelingen goed in staat om de praktijksituatie voor wat betreft kasluchttemperatuur en RV na te bootsen. Deze uitgangspunten zijn dan ook de basis voor de verdere berekeningen. Het berekende energiegebruik voor deze referentieteelt is $38 \text{ m}^3/\text{m}^2$ welke goed overeenkwam met de 39 m^3 van het referentiebedrijf.

4.2 Doorgerekende opties

Het Nieuwe Telen houdt in dat de isolatie van de kas vergroot wordt en dat vocht afgevoerd wordt via een ontvochtigingsinstallatie. Discussies met de ondernemers en analyse van het gerealiseerde klimaat heeft een aantal potentiële besparingsmogelijkheden opgeleverd welke zijn doorgerekend. De scenario's zijn:

1. Langer vast folieschermd gebruiken (**folie**)

Het vast folieschermd wordt pas verwijderd op 10 februari in plaats van op 10 januari

2. Twee beweegbare schermen + ontvochtiging met buitenlucht (**hnt**)

In dit scenario wordt ontvochtigd met buitenlucht. Voor de ontvochtiging is gezien de “beperkte” verdamping van het gewas gekozen voor een systeem met een maximale capaciteit van $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$. In de referentie wordt al een Formilux energieschermd gebruikt. In deze case wordt een tweede beweegbaar scherm toegevoegd, dat is een aluminium bandjesschermd. Dit scherm moet overdag geopend worden om het gewas van voldoende licht te kunnen voorzien. Bij een globaal stralingsniveau van $20 \text{ á } 30 \text{ W}/\text{m}^2$ wordt dit tweede scherm in alle gevallen geopend.

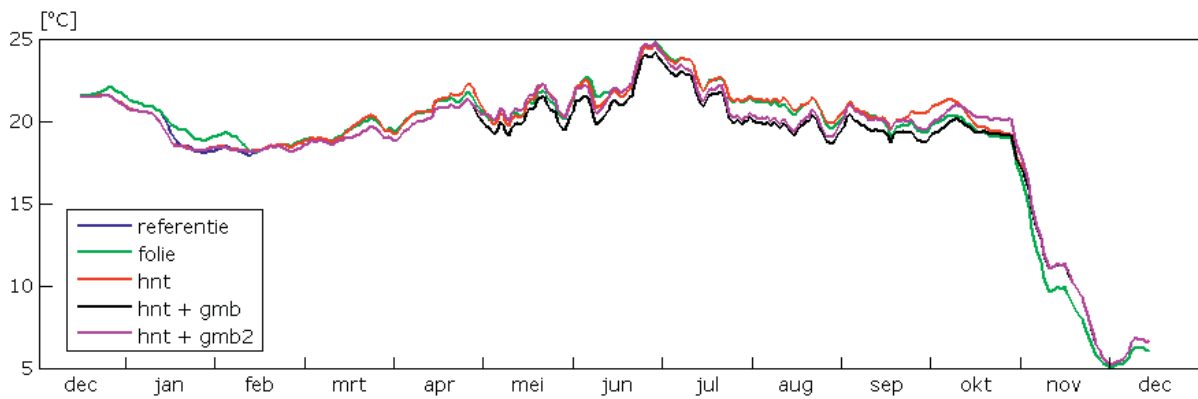
3. Twee beweegbare schermen + ontvochtiging met buitenlucht + geen minimumbuis (jaarrond $0 \text{ }^\circ\text{C}$) (**hnt + gmb**)

Dit scenario is vergelijkbaar met scenario 2, waarbij daarnaast ook de minimumbuis jaarrond op $0 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt ingesteld, dat wil zeggen dat er geen minimumbuis wordt toegepast.

4. Twee beweegbare schermen + ontvochtiging met buitenlucht + geen minimumbuis + aangepast setpoint verwarmen temperatuur + een aangepast vochtsetpoint (**hnt + gmb2**)

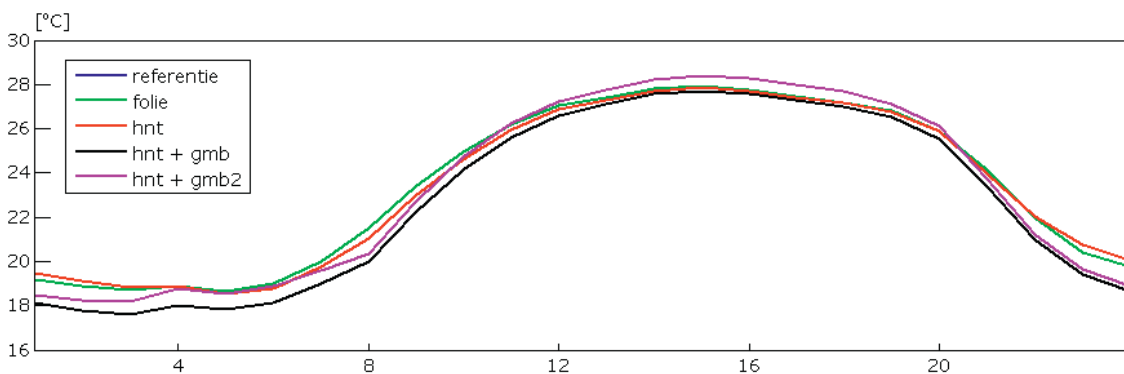
Bij berekening van scenario 3 bleek de gerealiseerde kasluchttemperatuur door het weglaten van de minimumbuis temperatuur soms achter te blijven ten opzichte van de referentie. Het is niet de bedoeling om kouder te gaan telen, daarom wordt in dit scenario via een setpoint verhoging op de stooklijn toch een gelijke kasluchttemperatuur gerealiseerd. Daarnaast is na 1 juli het vochtsetpoint iets verlaagd om door de aanpassingen het vochniveau niet te veel te laten stijgen.

In Figuur 4.3 is voor de referentie en de 4 scenario's het etmaalgemiddelde van de berekende kasluchttemperatuur gegeven. Het scenario “folie” verschilt alleen tussen half januari en 10 februari van de referentieteelt. De groene lijn ligt dan ook de rest van het jaar over de blauwe lijn heen. Het folie zorgt voor een hogere temperatuur. In de gevallen met het tweede beweegbare scherm is het tweede scherm overdag altijd geopend om het gewas van voldoende licht te kunnen voorzien. De gerealiseerde temperatuurverschillen zijn niet groot. Het weglaten van de minimumbuis zorgt voor een verlaaging van de gerealiseerde temperatuur.



Figuur 4.3. Berekende etmaal kastemperaturen weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over één week voor de referentie en 4 scenario's.

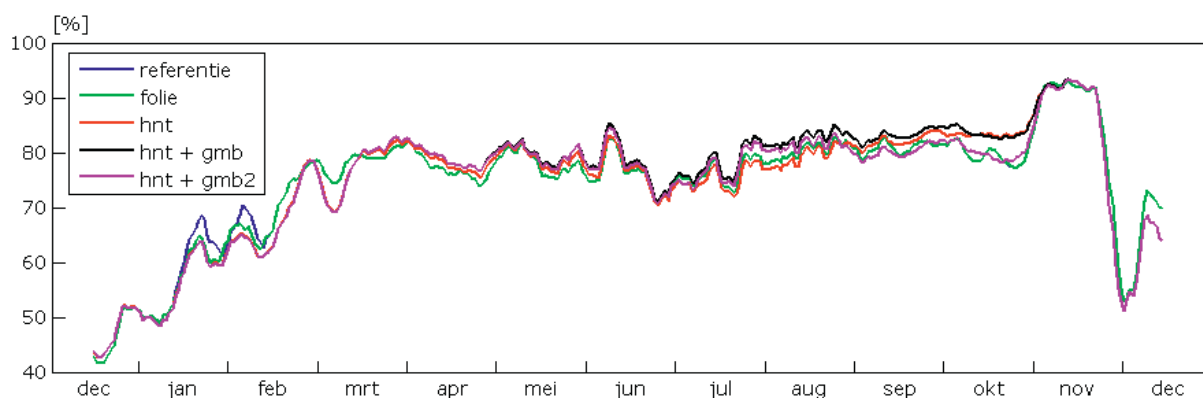
Om de effecten van de verschillende regelingen te verduidelijken is in Figuur 4.4. het cyclisch gemiddelde van de 5 scenario's voor de maand juli gegeven.



Figuur 4.4. Cyclisch gemiddelde verloop van de kasluchttemperatuur in de maand juli voor de referentie en de 4 scenario's.

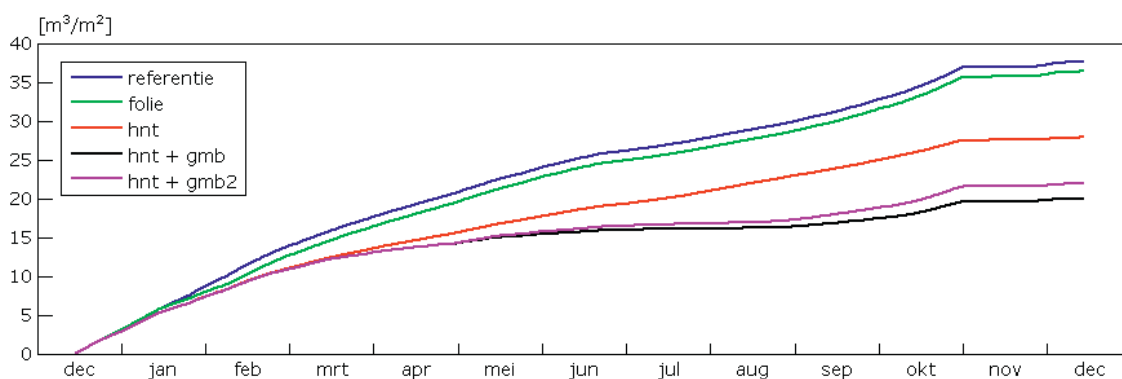
Figuur 4.4. laat duidelijk zien dat de minimumbuis de nachttemperatuur met ca. 2 °C verhoogd. Op maandbasis is dit verschil precies 1 °C. Dat is in case "hnt + gmb 2" (gedeeltelijk) gecompenseerd door overdag de kasluchttemperatuur wat verder te verhogen. Daardoor is het verschil met 0.4 °C verminderd. Teelttechnisch zal bepaald moeten worden of dit acceptabel is of dat er aan verdere compensatie behoefte is.

Dat deze aanpassingen invloed zullen hebben op de luchtvochtigheid is evident. Dat wordt getoond in Figuur 4.5. Opvallend daarbij is dat ondanks het langer aanhouden van het vaste folie tussen half januari en februari de etmaal RV daalt. Dat komt door de hoge temperaturen die overdag bereikt worden (in die periode gemiddeld 1.5 °C warmer overdag) en in de referentie komt het als gevolg van de "bepaalde" contractcapaciteit een paar keer voor dat de gerealiseerde kasluchttemperatuur onder het setpoint verwarmen blijft. Dit heeft een zodanige invloed op het vochniveau dat het etmaalgemiddelde bij langer toepassen van een folie gaat dalen. In werkelijkheid zal waarschijnlijk middels wijzigingen in de setpointinstellingen een ander resultaat bereikt worden. In de nazomer (september, oktober) laat de figuur duidelijk zien dat hnt de RV iets laat stijgen, wat vooral veroorzaakt wordt door een toegenomen schermgebruik. Wordt echter het vochtsetpoint verlaagd dan is het goed mogelijk weer op de oude niveaus uit te komen door de ontvochtigingsunit meer te laten werken. Het weglaten van de minimumbuis zorgt voor een toename van de vollaasturen van de ontvochtigingsunit van 700 op jaarbasis.



Figuur 4.5. Berekende etmaal kaslucht RV's weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over één week voor de referentie en 4 scenario's.

De gevolgen voor het energiegebruik zijn in Figuur 4.6. getoond. De figuur toont overduidelijk dat de minimumbuis de energiegebruiker in de zomermaanden is. In de scenario's 'gmb' is het gebruik in de periode medio mei tot medio augustus vrijwel 0. Dit heeft ontegenzeggelijk grote invloed op de CO₂ voorziening van het bedrijf. Hiervoor zal een adequate oplossing moeten komen.



Figuur 4.6. Berekende cumulatieve gasgebruik voor de referentie en 4 scenario's.

De gevolgen voor het energiegebruik zijn in Tabel 4.1 opgenomen. Het langer gebruiken van het folie bespaart bijna 1.5 m³/m². De minimumbuis gebruikt zo'n 8 m³. Hoewel de compensatie in case "hnt +gmb2" wellicht nog niet geheel toereikend is, moet het weglaten van de minimumbuis toch zo'n 5 á 6 m³ op kunnen leveren.

Tabel 4.1 Gasgebruiken voor de referentie en 4 scenario's.

Behandeling	Gasgebruik (m ³ /m ² /jaar)	Energiebesparing t.o.v. referentie (%)
Referentie	37.7	-
Folie	36.4	3
Hnt	27.9	26
Hnt + gmb	20.0	47
Hnt + gmb2	21.9	42

Uit Figuur 4.6. blijkt dat de energiebesparing van de folie gerealiseerd wordt van half januari tot half februari. In Het Nieuwe Telen (Hnt) wordt gedurende het hele jaar energie bespaard, behalve in de periode eind juni tot begin september, wanneer er niet gestookt wordt om de temperatuur te verhogen, maar de minimumbuis gebruikt wordt om CO₂ te kunnen doseren. In de scenario's waarbij geen minimumbuis wordt gebruikt, wordt er in de maanden juli en augustus wel energie bespaard. Voor het tekort aan CO₂ dat gepaard gaat met het niet gebruiken van de minimumbuis zal een andere oplossing gezocht moeten worden (OCAP-CO₂ of zuivere CO₂).

De gevolgen van deze aanpassingen op de gewasgroei en productie zijn moeilijk vast te stellen. Door in deze scenario's te rekenen met zuivere CO₂ dosering met een maximum capaciteit van 150 kg/ha/uur is het energiegebruik en de CO₂ voorziening losgekoppeld. Wel is door het toepassen van de ontvochtiging met buitenlucht het CO₂ gebruik wat toegenomen. Hoe meer uren de unit functioneert des te meer CO₂ er ook uit de kas wordt afgevoerd welke weer moet worden aangevuld.

5 Bijeenkomsten begeleidingscommissie

Gedurende het project is een aantal bijeenkomsten georganiseerd in het kader van het project “Het Nieuwe Telen Aubergine”, waarbij auberginetelers, een voorlichter, de gewasmanager aubergine van LTO Groeiservice, de coördinator Kas als Energiebron van Productschap Tuinbouw en onderzoekers van Wageningen UR Glastuinbouw aanwezig waren. In onderstaande lijst staat een overzicht van de bijeenkomsten en de onderwerpen die behandeld zijn.

5.1 Inleiding op het nieuwe telen aubergine

Op 15 november 2010 werd de eerste bijeenkomst van de begeleidingscommissie van Het Nieuwe Telen Aubergine gehouden. De bijeenkomst begon met een bezoek aan de proef “Het Nieuwe Telen met LED belichting” bij tomaat bij het Improvement Centre, waar een toelichting werd gegeven op HNT en de proef.

Vervolgens werden bij Wageningen UR Glastuinbouw de 7 stappen van Het Nieuwe Telen besproken, en werd bediscussieerd in hoeverre deze toepasbaar zouden zijn bij aubergine.

1. Ontvochtigen met droge buitenlucht

Deze stap kan leiden tot een energiebesparing van 5 – 10 m³/m² door minder tot geen gebruik van minimumbuis. Dit is voornamelijk interessant in combinatie met langduriger schermen en meer of beter isolerende schermen. Het gasverbruik is op auberginebedrijven momenteel in één excursiegroep waar een aantal telers in meelopen 30 tot 52 m³/m² en in de andere groep 41 tot 46 m³/m². Het energiegebruik hangt mede af van plantdatum, gebruik AC-folie en minimumbuis. Bedrijven die een WKK hebben ‘lozen’ in de zomer vaak warmte via de minimumbuis. Volgens de telers hebben de hoogste verbruikers vaak ook de hoogste productie, maar dat kan ook te maken hebben met meer beschikbaarheid van CO₂. Enkele bedrijven hebben een teelt op goten. Hier zouden slurven onder gehangen kunnen worden. Men ziet ook mogelijkheden voor gebruik van slurven bij teelt met matten op de grond.

2. Energieschermen

Door met meer schermen te schermen en meer schermuren te maken is 15% energiebesparing mogelijk. Zonder een ontvochtigingsinstallatie is het klimaat moeilijk te sturen als er gekierd moet worden met het scherm vanwege vocht. Gebruik van AC-folie in combinatie met ontvochtiging zou dan aantrekkelijk zijn. Vooral in vroege morgenuren als het buiten op z'n koudst is, zou langer schermen plus ontvochtiging mogelijkheden bieden. Sommige telers maken echter gebruik van kouval door het scherm in de morgenuren snel open te trekken, waardoor planten korter blijven. Momenteel schermen auberginetelers in het najaar vrij weinig. In oudere lage kassen is het ook niet altijd goed mogelijk omdat het gewas dan bij het scherm komt.

3. Temperatuurintegratie

Bij temperatuurintegratie wordt gebruik gemaakt van het feit dat plantontwikkeling vooral afhangt van de gemiddelde etmaaltemperatuur. Het dagpatroon van temperatuur is bij aubergine wat minder rigide dan bij tomaat. Aan het einde van de middag worden temperaturen van 28-29 °C toegestaan, dus temperatuurintegratie wordt bij aubergine al redelijk toegepast. Problemen die bij aubergine voor kunnen komen zijn kelkrot/steelrot, drukplekken, klappers (=neusrot), zwarte zaden. Dit laatste is waarschijnlijk gevolg van slechte zetting en/of te overrijpe vrucht.

4. Luchtbeweging

Door luchtbeweging krijg je een homogener klimaat, minder klimaatschokken en minder kans op schimmelaantasting. In de praktijk worden soms grote temperatuurverschillen tussen gevel en midden kas gemeten., Eén van de telers meet temperatuurverschillen van 1.5 °C. Telers hebben het idee dat je ook de lucht in de kas regelmatig moet verversen in verband met ophoping van schadelijke gassen vanuit de ondergrond of uit het gedoseerde verbrandingsgas. Hiervoor wordt soms extra geventileerd.

5. Verneveling

Verneveling wordt door één aubergineteler gebruikt, het kan helpen in de realisatie van het gewenste klimaat, maar het wordt snel te veel ingezet, waardoor het gewas te welig kan worden.

6 en 7. Actieve koeling en warmteopslag

Hier wordt slechts kort op ingegaan, omdat dit hoge investeringen vergt.

5.2 Het Nieuwe Telen: kasklimaat en energiegebruik

Op 24 januari 2011 werd de tweede bijeenkomst van de begeleidingscommissie van het project gehouden. De bijeenkomst begon met een bezoek aan de Venlow Energy Kas, waar een tomatengewas staat, en het experiment waar in 5 afdelingen bij Wageningen UR Glastuinbouw de effecten van diffuus kasdek op lichtverdeling, fotosynthese, groei en productie van tomaat wordt bestudeerd.

Bij Wageningen UR Glastuinbouw werd vervolgens door Frank Kempkes een presentatie gegeven over de resultaten van de modelberekeningen op gebied van kasklimaat en energiegebruik (zie hoofdstuk 4).

Voor de berekeningen van het kasklimaat en energiegebruik is de verdamping van een gewas van groot belang. Voor aubergine is op de praktijk bedrijven niet bekend wat de gewasverdamping is, daarom is hier de aanname gedaan dat de verdamping van aubergine 90% is van de verdamping van een paprikagewas. Er ontstaat een discussie over de invloed van een droge (zand) of vochtige (klei) ondergrond van de kas op de luchtvochtigheid in de kas. Volgens de telers is er wel degelijk een verschil, en verklaart dat ook waarom sommige telers nooit een (te) hoge luchtvochtigheid hebben, en anderen veel moeten doen om de luchtvochtigheid op het gewenste niveau te houden. Aan het begin van de teelt wordt al vroeg het vaste folie verwijderd, terwijl er nog geen sprake is van een vochtprobleem. Dit wordt gedaan om sterke bloemen te krijgen volgens de telers, en om de gewasverdamping te stimuleren.

Het kasklimaatmodel blijkt goed in staat om het kasklimaat en energie van een aubergineteelt na te rekenen.

Daarom kon dit model gebruikt worden door een aantal scenario's door te rekenen, te weten:

- Het foliescherm blijft er langer in liggen, tot 10 februari in plaats van tot 15 januari
- Twee beweegbare schermen en een ontvochtigingsinstallatie
- Twee beweegbare schermen, een ontvochtigingsinstallatie en geen gebruik van de minimumbuis.

Dit laat de volgende resultaten zien:

- Luchtvochtigheid: Opvallend is dat het langer gebruiken van folie een lagere RV wordt gerealiseerd. Volgens het model leidt het koudere kasdek tot meer condensatie bij de afvoer van warme kaslucht en genereert daarmee een hogere vochtafvoer en dus een droger kasklimaat.
- Kasluchttemperatuur: Er wordt vooral in het najaar een lagere kasluchttemperatuur gerealiseerd door minder inzet van de minimumbuis.
- Energie: De resultaten van de modelberekeningen zijn:
 - Langer doorgaan met foliescherm levert 3% energiebesparing op
 - Het Nieuwe Telen (dubbel scherm en ontvochtigen) levert 25% energiebesparing op
 - Het Nieuwe Telen en geen inzet van de minimumbuis levert 45% energiebesparing op.

In de discussie geven de telers aan dat het langer laten liggen van het folie moeilijk is. De kasluchttemperatuur moet laag genoeg zijn om een sterke bloem te krijgen. Zetting bij aubergine is veel gevoeliger dan bij tomaat. Een lagere voornacht durven de telers dan ook niet aan.

Door de telers wordt opgemerkt dat het werken met een dubbel scherm in de praktijk de ervaring heeft opgeleverd dat er dan ook sprake is van een hogere planttemperatuur. Hier moet de kasluchttemperatuur ook op aangepast worden. Dus dit geeft dan een dubbele energiebesparing. De berekeningen zijn een indicatie van de mogelijkheden. Bij verdere teeltoptimalisatie kan het resultaat nog verbeterd worden.

Een aantal vragen die bij de telers nog leven gaan over schermen en ontvochtigen. Wat gebeurt er met de opbouw van het gewas als er langer geschermd wordt, en wat gebeurt er dan met de wortelgroei en kwaliteit van de wortels? Met name over de wortelgroei onder deze omstandigheden is weinig bekend. Is een minimumbuis nodig om het gewas te activeren? Daarover wordt gesteld dat het gewas met veel minder verdamping toe kan, zonder dat dit gevolgen heeft voor de gewasgroei of de productie. Wat zijn de ervaringen met ontvochtigen tot nu toe? De ervaringen met Het Nieuwe Telen tot nu toe zijn dat buitenluchtaanzuiging een betere verdeling oplevert van de kasluchttemperatuur dan een traditionele minimumbuis.

In het algemeen is de mening van de telers dat er op energiegebied toch iets zal moeten gebeuren gezien de prijsverwachtingen van fossiele energie. Het Nieuwe Telen is een aantrekkelijke optie vanwege de toepassingsmogelijkheid in bestaande kassen.

5.3 Ervaringen met Het Nieuwe Telen

De laatste bijeenkomst van de begeleidingsgroep is gehouden op 21 februari 2011 bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. Op deze bijeenkomst werden de ervaringen met Het Nieuwe Telen tot nu toe besproken, met name de ervaring op teeltgebied met paprika. Daarvoor was Patrick van der Voort, paprikateler te gast. Vervolgens werden de bedrijfseconomische ervaringen met Het Nieuwe Telen door Marcel Raaphorst gepresenteerd.

1. De ervaringen met Het Nieuwe Telen paprika toelichting door Patrick van der Voort

Patrick van der Voort zat in de begeleidingscommissie van de proef HNT paprika bij het Improvement Centre in 2010. In deze proef werd Derby (gele paprika) gezaaid op 10 oktober 2009 en gepland op 2 december 2009 met een plantdichtheid van 3.3 planten per m² (2 stengels per plant). Er werd geoogst tussen 25 maart en 18 november 2010. In de afdeling hingen twee beweegbare schermen: ALS 18 (donker) en LS10, met in het begin ook in eerste instantie EH-foliescherm en daarna AC-folie (verwijderd op 24 februari). Het donkere scherm ging open bij zonop.

De lage temperatuur aan het begin van de teelt leidde tot een trage zetting en knoperige vruchten in het begin van de teelt. Later werd snelheid ingehaald, want het derde zetsel was vroeg. Er werd met de buisrail verwarmd (maximumbuis van 38 °C nacht en 42 °C dag) in het begin van de teelt, achteraf gezien was het beter geweest meer te stoken met de groeibuis, om zo de warmte in te brengen bij de plant. Doel van deze teelt was 30 kg/m² productie bij een energiegebruik van 20 m³/m². Gerealiseerd werd 30 kg/m² (inclusief knopen) met 22 m³ gas per m². Er waren niet meer ziektes of afwijkingen dan in andere paprikakassen. Er zijn bewaarproeven gedaan, maar daarin werd geen binnenrot gevonden.

Ook in de zomer werd veel energie bespaard, omdat in de zomer (nagenoeg) geen minimumbuis gebruikt werd. In juli is er zelfs twee weken helemaal niet gestookt. Dit kon omdat OCAP CO₂ werd gebruikt. De paprikaproef bij het IC lag in een afdeling met een buitengevel, dat leverde wel veel gevelinvloed op. Het blad in de kop stond wel eens wat getrokken, maar werd niet als negatief ervaren. De ontvochtiging in de verschillende periodes stond meestal: voornacht uit, nanacht 2 à 2.5 en 's morgens 5 g/m³. Dit laatste was vrij hoog. In het najaar is de ontvochtiging in de nanacht uitgezet.

2. Presentatie Marcel Raaphorst: bedrijfseconomische aspecten van Het Nieuwe Telen

In zijn presentatie licht Marcel Raaphorst de voor- en nadelen van HNT toe. De voordelen zitten met name in de energiebesparing en het gelijkmatige klimaat, de nadelen met name in de investeringskosten en meerkosten voor elektriciteit.

Van de verschillende onderdelen (schermen, gevelisolatie, luchtbehandelingskasten) wordt aangegeven wat de investeringskosten zijn, en welke keuzes een aantal praktijkbedrijven nu gemaakt hebben. Het installeren van gevelschermen met buitenluchtaanzuiging is lastig, daarom hebben sommige bedrijven stegdoppelplaten in de gevels. Welke warmtebron het meest voordelig is (ketel, WKK, warmtepomp) is sterk afhankelijk van de gasprijs en de elektriciteitsprijs.

Marcel licht een rekenmodel toe, waarmee het resultaat wordt berekend van de investeringen, afschrijvingen en besparingen, toe te passen voor het eigen bedrijf met de aannames voor een bepaalde situatie.

3. Ervaringen

Als afsluiting van deze bijeenkomst wordt aan de telers de mogelijkheid gegeven te reageren op alles wat ze in de deze en de vorige bijeenkomsten hebben gehoord over Het Nieuwe Telen. Een aantal reacties op HNT, de toekomst er van, en de mogelijkheden voor henzelf:

- Een punt is de beschikbaarheid van CO₂ bij Het Nieuwe Telen, zeker gezien de onregelmatigheid van levering van OCAP CO₂.
- Een aantal telers heeft al kritisch gekeken naar hun energiegebruik. Mogelijk kan een hogere RV worden getolereerd dan altijd gedacht, waarbij schimmelziektes wel in het oog gehouden moeten worden.
- Eén van de telers geeft aan dat hij opziet tegen de investeringskosten van HNT
- Een aantal telers geeft aan dat er in de aubergineteelt nog wel wat te winnen is, en dat zij graag een proef zouden willen zien met HNT om meer inzichten te verkrijgen en de grenzen op te zoeken. Ook is het interessant wat er met het gewas in de zomer gebeurt.

6 Economische perspectieven van Het Nieuwe Telen

In 2010 is door LEI en Wageningen UR Glastuinbouw een studie gedaan naar de economische perspectieven van semi-gesloten telen en Het Nieuwe Telen (Ruijs e.a., 2010) voor de gewassen tomaat, roos, phalaenopsis, gerbera en freesia. In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van hun bevindingen voor tomaat, omdat deze naar alle waarschijnlijkheid het dichtst liggen bij aubergine.

Voor tomaat zijn drie varianten doorgerekend:

1. Semi-gesloten kas waarin kan worden gekoeld en verwarmd met luchtbehandelingskasten. De koude en een deel van de benodigde warmte worden voorzien door een warmtepomp en aquifer. Door de lagere resterende warmtebehoefte kan met een kleinere WKK worden volstaan.
2. Stappen 1 tot en met 3 van Het Nieuwe Telen: ontvochtigen met buitenlucht, meer schermen en het gebruik van temperatuurintegratie.
3. Stappen 1 tot en met 7 van Het Nieuwe Telen: als 2, met daarnaast gecontroleerde luchtbeweging, luchtbevochtiging, actieve koeling, warmtepomp en aquifer.

Er is gerekend met een gasprijs van € 0.20/m³ en een elektriciteitsprijs (inkoop peak) van € 0.10/kWh.

Het economisch resultaat is iets lager bij variant 2 dan bij de referentie (circa € 0.50/m²). De extra investering bedraagt hoogstens € 10,-/m². De uitgebreidere systeemuitvoeringen met actieve koeling en warmte/koude opslag (varianten 1 en 3) resulteren bij tomaat in een grote daling van het gasverbruik, maar zijn economisch nadelig ten opzichte van de referentie (€ -2.10/m²). De lagere warmtebehoefte en/of grotere koudebehoefte leidt tot een kleinere WKK met minder elektriciteit teruglevering. De hogere energiekosten worden niet gecompenseerd door hogere opbrengsten.

Bij hogere gas- en elektriciteitsprijzen verbetert het economisch resultaat. Bij een gasprijs van € 0.25/m³ en een elektriciteitsprijs (peak verkoop) van € 0.08/kWh is bij tomaat het resultaat van variant 2 (stappen 1-3 van HNT) gelijk aan de referentie. Voor de varianten 1 en 3 (met actieve koeling) ligt het omslagpunt bij een gasprijs van minimaal € 0.40/m³ en een elektriciteitsprijs van € 0.115/kWh.

Voor variant 2 (stappen 1-3 van HNT) is bij tomaat een meerproductie nodig van 0.5% om de extra kosten te compenseren. Voor de varianten 1 en 3 is dat bijna 15%.

Bij een investeringssubsidie van 25% wordt variant 2 (stappen 1-3 van HNT) economisch aantrekkelijk. Voor de varianten met actieve koeling is een investeringssubsidie van 40% nog ontoereikend.

7 Discussie en conclusies

In de afgelopen jaren is in de teelten van paprika, tomaat en komkommer ervaring opgedaan met Het Nieuwe Telen (De Gelder e.a., 2009, 2010, 2011). Bij elk van deze projecten werden van te voren doelstellingen geformuleerd voor de productie en voor het energiegebruik. Over het algemeen werden deze doelstellingen, een energiebesparing van ca. 40% bij een gelijkblijvende productie redelijk gehaald. In de meeste teelten kwam de productie later op gang dan gebruikelijk, hetgeen alles te maken had met het aanhouden van (te) lage temperaturen aan het begin van de teelt, door de lage energiedoelstelling. De aanbeveling hieruit is om met name in het begin van de teelt warmte gericht in te brengen met de groeibuis, op de plaats waar de warmtebehoefte het grootst is (De Gelder e.a., 2010, 2011). In de teelt van aubergine is tot nu toe nog geen ervaring opgedaan met Het Nieuwe Telen, wel is er de nodige belangstelling voor energiezuinig telen bij de auberginetelers. Daarom is in 2010/2011 het project “Het Nieuwe Telen Aubergine” uitgevoerd, waarin de mogelijkheden voor de toepassing van HNT voor aubergine zijn verkend.

De doelstelling van dit project was het opstellen van een teeltconcept waarmee het mogelijk is tot 40% energie te besparen. In het project zijn een aantal elementen van Het Nieuwe Telen afzonderlijk en gezamenlijk doorgerekend met het kasklimaatmodel KASPRO (De Zwart, 1996). De referentieteel had een gasgebruik van $37.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$, hetgeen al $4.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$ lager is dan het energiegebruik volgens de KWIN (2010). Het toepassen van twee beweegbare schermen en een ontvochtigingssysteem dat buitenlucht gebruikt, levert een energiebesparing op van 26%, tot $27.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$. Wanneer daarnaast ook de minimumbuis volledig uitgezet wordt, wordt een energiebesparing gerealiseerd van 47% ($20.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$). Bij het scenario waarbij geen minimumbuis meer wordt gebruikt, kan de opmerking worden gemaakt dat de kasluchttemperaturen achterblijven, hetgeen mogelijk problemen op kan leveren met de snelheid van gewasontwikkeling. Wanneer in dit scenario het setpoint verwarmen wordt verhoogd, zodat er nauwelijks meer een temperatuurverschil overblijft met de referentie, is de energiebesparing nog 42% ($21.9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$). Hiermee is de energiedoelstelling van dit project gehaald. Verder geldt dat onder een dubbel scherm de planttemperatuur hoger is dan bij dezelfde kasluchttemperatuur zonder scherm. Dat betekent dat bij de toepassing van schermen het setpoint voor de kasluchttemperatuur verlaagd zou kunnen worden, hetgeen nog verder bijdraagt aan energiebesparing.

Wat de effecten van deze aanpassingen in kasklimaat op het gewas zijn, is nog niet bekend. Een aantal aspecten die hierbij mogelijk een rol zullen spelen:

- Ontwikkelingssnelheid bij de start van de teelt. In een aantal teelten (komkommer, paprika, tomaat) is aan het begin van de teelt de temperatuur (te) laag ingesteld om de teelt energiezuinig te starten. Dit heeft tot een vertraging van de gewasontwikkeling geleid, en tot een vertraging van de eerste productie. Het heeft echter niet altijd geleid tot een verlaging van de totale vruchtproductie. Een aanbeveling is om in het begin van de teelt de setpoints zo in te stellen dat de gewenste temperaturen gerealiseerd worden, en gericht warmte in te brengen met de groeibuis bij de kop van het gewas.
- Gewaskwaliteit: Door de telers werd in de bijeenkomsten aangegeven dat zij aarzelend zijn meer en langer te schermen dan nu gebruikelijk is vanwege het feit dat zij verwachten dat het gewas vegetatiever zal worden, dat het problemen op kan leveren met de bloemkwaliteit en daarmee de zetting en mogelijke problemen met wortelgroei en wortelkwaliteit. In een traditionele teeltwijze is langer doorschermen bijna automatisch gekoppeld aan hogere luchtvochtigheden, die een deel van deze problemen (kunnen) veroorzaken. Bij Het Nieuwe Telen echter zijn langer schermen en een hogere luchtvochtigheid losgekoppeld door de ontvochtiging met droge buitenlucht. In hoeverre deze problemen zich bij Het Nieuwe Telen aubergine echt voor zouden kunnen doen, zal dus moeten blijken uit een experiment of praktijkproef.
- Beschikbaarheid van CO₂: Als er minder energie wordt gebruikt, is er minder CO₂ beschikbaar om te doseren. Om de CO₂ concentratie in de kaslucht op het gewenste niveau te houden, zal er OCAP-CO₂ of zuivere CO₂ gedoseerd worden, waar kosten aan verbonden zijn. Voor de gewasgroei, zetting en productie is CO₂ van groot belang, het CO₂ plaatje zal binnen Het Nieuwe Telen dan ook goed ingevuld moeten worden.

- Verdamping: In de discussies kwam een aantal malen naar voren dat het gewas voldoende “geactiveerd” moet worden. Hoe hoog de verdamping van aubergine in de praktijk is, en in hoeverre de verdamping teruggebracht kan worden, is (nog) niet bekend. Wel is uit andere studies met tomaat en komkommer bekend dat de verdamping met ca. 30% teruggebracht kan worden zonder negatieve gevolgen voor gewasgroei en productie. De verwachting is daarom dat bij Het Nieuwe Telen bij aubergine, de verdamping niet beperkend zal zijn voor een goede gewasgroei.

Tijdens de discussies van de begeleidingscommissie van het project bleek dat de telers zeer geïnteresseerd zijn in de mogelijkheden van Het Nieuwe Telen bij aubergine, maar ook dat men aarzelend is om Het Nieuwe Telen al op het eigen bedrijf toe te passen. Deze aarzelingen hebben te maken met de investeringen, maar met name ook met het feit dat het nog niet duidelijk is wat de gevolgen van toepassing van Het Nieuwe Telen op het gewas zullen zijn. Om een verdere energiebesparing via Het Nieuwe Telen bij aubergine te realiseren zou het daarom aanbeveling verdienen een experiment te doen, waarbij een aubergineteelt volgens Het Nieuwe Telen vergeleken wordt met een moderne teelt volgens de teeltstrategie zoals beschreven in hoofdstuk 2. Deze proef zou begeleid moeten worden door een aantal auberginetelers om relevantie voor de praktijk te waarborgen.

8 Referenties

- De Gelder, A. E.M. Nederhoff, J. Janse, L. de Kok, S. Nieboer, M., M.G.M. Raaphorst, M.G.M., P.H.B. de Visser, 2009.
Totaalconcept komkommerteelt 2008-2010: teeltproef 2009 aan Innokom + teeltsysteem met belichting en geconditioneerd telen. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw 264, 35 pp.
- De Gelder, A., F. Sterk, M. Grootsholten, J. Kieviet, 2010.
Het nieuwe telen: energie onder de knie: komkommer. Wageningen UR Glastuinbouw, rapport GTB-1013, 24 pp.
- De Gelder, A., M. Warmenhoven, M. Grootsholten, J. Zwinkels, 2011.
Het Nieuwe Telen Paprika. Wageningen UR Glastuinbouw, rapport GTB-..., 25 pp.
- De Zwart, H.F., 1996.
Analysing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. Proefschrift Wageningen Universiteit, 236 pp.
- Garcia Victoria, N., H. F. de Zwart, C.W. Labrie, 2010.
Het Nieuwe Telen Anthurium: Ontwerpen en doorrekenen van een energiezuinig teeltconcept. Wageningen UR Glastuinbouw, rapport GTB-1056, 43 pp
- Labrie, C.W., H.F. de Zwart, 2010.
Het Nieuwe Telen Alstroemeria: Energiezuinig teeltconcept snijbloemen met een lage warmtebehoefte. Wageningen UR Glastuinbouw, rapport GTB-1031, 63 pp
- Poot, E., De Zwart, F., Bakker, S., Bot, G., Dieleman, A., De Gelder, A., Marcelis, L. Kuiper, D. 2009.
Richtinggevendende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen. Nota 568, Wageningen UR Glastuinbouw.
- Ruijs, M.N.A., M.G.M. Raaphorst, Y. Dijkhoorn, 2010.
Meer mogelijkheden voor energiezuinige teeltconditionering. Economische perspectieven. LEI Rapport 2010-006, 56 pp.
- Vermeulen, P.C.M. (red.), 2010.
Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 2010. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport GTB-1037, 211 pp.

Bijlage I Setpoints en uitrusting van de kas

KASCONSTRUCTIE

Dimensies

Akas:	53000
Padbreedte:	6
hGutter:	5.7
Roofslope:	22
Kapbreedte:	4.8
Vakmaat:	5

Eigenschappen

GHorient:	0
frSunAir:	0.06
Dekmateriaal	gog_do
InclusiefGevel:	Ja
Leakage:	0.5 e-4

Luchtramen 1

Windowlength:	2.5
Windowheight:	1.30
fr_Window:	0.0417

Geoinformatie

Latitude:	52
-----------	----

VERWARMINGSNETTEN

KiPipe:	0.96	
KpPipe:	6	
PrimNet:	15/12	15/01 Low
"	15/01	15/12 Upp

Ondernet

Ondernettype:	51-er
nLowPerKap:	6

Bovennet

Bovennetype:	35-er
nUppPerKap:	5

VERWARMINGSUNITS

K e t e l

Pketel: 100
Ketelverlies: 1
TrookgasKetel: 140
Vultemp: 95
Ketelcondensor: combi

WARMTEOPLAG

B u f f e r

Buffervolume: 150
AlsBufVol: stoppen

GEWAS

Gewas: Aubergine
Plantdatum: 15-12
Ruimdatum: 01-11
LAIfile: lai_aubergine_test

SETPOINTS

StookTemp:	15/12	22/12	21.5		
"	22/12	29/12	22	20.5	
"	29/12	05/01	21	20	
"	05/01	13/01	20.5		
"	13/01	20/01	18.5		
"	20/01	02/02	18.2		
"	02/02	10/02	18	18.5	
"	10/02	17/02	17.5	18	
"	17/02	24/02	18	18.5	
"	24/02	17/03	17.3	18	
"	17/03	01/04	17	18	18.5
"	01/04	14/04	17	18	
"	14/04	01/05	18	17	18.5
"	01/05	01/06	17.5	18	
"	01/06	15/06	16.5	17	
"	15/06	06/07	17	18	
"	06/07	20/07	15.5	16.5	
"	20/07	15/08	14	16	
"	15/08	01/09	15	17	
"	01/09	08/09	17	18	
"	08/09	06/10	17.5	18	
"	06/10	15/12	18	20	

StookTempTijdstip:	15/12	22/12	0		
"	22/12	05/01	on	op	
"	05/01	02/02	0		
"	02/02	17/02	on	op	
"	17/02	17/03	on	2	
"	17/03	01/04	18	23	9
"	01/04	14/04	20	7	
"	14/04	01/05	9	20	3
"	01/05	01/06	20	4	
"	01/06	20/07	21	3	
"	20/07	01/09	21	7	
"	01/09	08/09	21	3	
"	08/09	06/10	21	8	
"	06/10	15/12	21	8	
DodeZone:	15/12	19/01	8		
"	19/01	17/02	6		
"	17/02	01/04	1.5	4	
"	01/04	15/05	2	7	
"	15/05	01/06	1	5	
"	01/06	02/07	2	2	8
"	02/07	15/09	3	7	
"	15/09	27/10	3	0.5	6
"	27/10	15/12	6		
DodeZoneTijdstip:	15/12	17/02	0		
"	17/02	01/06	on+3	on	
"	01/06	02/07	0	10	20
"	02/07	15/09	on+3	on	
"	15/09	27/10	22	8	17
"	27/10	15/12	0		
LichtVbeg:	15/12	07/04	50		
"	07/04	03/11	200		
"	03/11	15/12	100		
LichtVend:	15/12	17/02	400		
"	17/02	17/03	500		
"	17/03	07/04	600		
"	07/04	03/11	700		
"	03/11	15/12	200		
LichtV:	23/12	27/01	2		
"	27/01	17/02	4		
"	17/02	15/07	4		
"	15/07	03/11	4		
"	03/11	23/12	1		
BuientempAfhVerl:	0				

V o c h t

SpVocht:	15/12	15/01	95				
"	15/01	15/04	85				
"	15/04	01/07	85	80	80	85	
"	01/07	15/12	85				
SpVochtTijdstip:	15/12	15/04	0				
"	15/04	01/07	4	5	9	10	
"	01/07	15/12	0				
KpRV:	(5,2)	(12,4)					
Vochtmetbuis:	0						
CO ₂							
SpCO ₂ :	1200						
SpCO ₂ Tijdstip:	0						
CO ₂ bron:	zuiver						
kgCO ₂ :	150						

T e m p e r a t u u r i n t e g r a t i e

Bandbreedte:	0
Luchtramen 2	
Vorstgrens:	-1
StartWhet:	50
WinLeeMin:	0
WinWhetMin:	0
WinLeeMax:	100
WinWhetMax:	100
MaxWin:	45
PL_regeling:	Nee
KpVent:	20

B u i z e n

MinBuisLow:	15/12	15/01	40				
"	15/01	24/02	34				
"	24/02	15/06	30	42	40	35	40
"	15/06	15/12	28	40	38	30	28
MinBuisLowTijdstip:	15/12	24/02	0				
"	24/02	15/12	5	7	11	13	16
MinBuisUpp:	15/12	24/03	36				
"	24/03	01/04	25	32	30	28	25
"	01/04	15/05	25	35	35	36	25
"	15/05	15/12	27	40	34	30	27
MinBuisUppTijdstip:	15/12	15/03	0				
"	15/03	15/12	6	7	12	16	20
MinBuisBeg:	15/12	15/03	100				
"	15/03	15/10	600				
"	15/10	15/12	100				
MinBuisEnd:	15/12	15/03	400				
"	15/03	15/10	900				
"	15/10	15/12	200				

MaxBuisLow:	15/12	22/12	58			
"	22/12	03/03	54			
"	03/03	08/09	45	40		
"	08/09	15/12	40			
MaxBuisLowTijdstip:	23/12	03/03	0			
"	03/03	23/12	on	op		
MaxBuisUpp:	15/12	20/01	35			
"	20/01	25/09	10	35	35	10
"	25/09	15/12	50			
MaxBuisUppTijdstip:	15/12	20/01	0			
"	20/01	10/02	9	10	16	17
"	10/02	15/12	7	8	16	17
T2ndAcc:	23/12	08/09	20			
"	08/09	23/12	20			
F o g g i n g						
Fogging:	Nee					

SCHERM

Gevelschem:	vast		
O n d e r s t e S c h e r m			
Scherm:	Ja		
Schermtype:	PhSuper		
IGlobOpen:	15/12	22/12	100
"	22/12	15/01	10
"	15/01	25/02	50
"	25/02	15/12	100
TbuitMax:	15/12	15/01	10
"	15/01	09/03	8
"	09/03	07/04	10
"	07/04	25/05	7
"	25/05	01/10	1
"	01/10	20/10	7
"	20/10	15/12	8
Scrfile:	none		
VerduisterSchermOpenDicht:	0	0	
MaxTexcess:	5		
VoorloopSchermkier:	0		
MaxVochtKier:	0		

B o v e n s t e S c h e r m

SchermBoven:	ja		
SchermtypeBoven:	perforatedfoil		
IglobOpenBoven:	1000		
TbuitMaxBoven:	15/12	15/01	30
"	15/01	15/12	-20
ScrfileBoven:	none		
MaxTexcessBoven:	10		
VoorloopSchermkierBoven:	0		
MaxVochtKierBoven:	0		

K r i j t e n

Krijten:	nee
----------	-----

