

Een kas voor elke woonwijk

Duurzame energie voor de gebouwde omgeving uit de glastuinbouw

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de Stichting Innovatie Glastuinbouw Nederland en InnovatieNetwerk.

De studie is onderdeel van het programma “Glastuinbouw 2020”, speerpunt “Energie”.

Programmaleider: Peter Oei.

In samenwerking met ir. K.J. Braber, CEA-groep en de leveranciers van energieproducerende kasconcepten.



Postbus 19197
3501 DD Utrecht
tel.: 070 378 56 53
internet: <http://www.agro.nl/innovatienetwerk/>



p/a Postbus 51
2665 ZH Bleiswijk
tel.: 010 5296764
internet: <http://www.glaskracht.nl>

ISBN: 90 - 5059 - 314 - 3

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 06.2.142, Utrecht, december 2006.



Voorwoord

Rond het jaar 2000 is de kiem gelegd voor een nieuwe denkwijze: de Kas als Energiebron. In plaats van grootverbruiker van aardgas kan de tuinbouwsector als leverancier van warmte optreden. De kassen vangen immers in de zomer meer warmte dan ze 's winters gebruiken. Het concept bleek voor kwekers meer voordelen te bieden: de productie in een gesloten kas is hoger vanwege het hogere CO₂-gehalte en de beter controleerbare klimaatomstandigheden. Inmiddels kunnen verschillende leveranciers systemen leveren waarmee tuinders het klimaat in hun kassen fundamenteel kunnen verbeteren en tegelijkertijd warmte kunnen overhouden. Mede vanwege de hoge en alsmaar stijgende gasprijzen gaan de ontwikkelingen op dit gebied steeds sneller en is er inmiddels een aantal proefprojecten gerealiseerd. In de bijlagen bij deze publicatie beschrijven diverse leveranciers hun systeemconcepten.

De geogste warmte moet natuurlijk wel een nuttige toepassing vinden: de overtollige warmte kan een belendende kas verwarmen, maar ook een woonwijk of een verzorgingshuis. Een dergelijke bundeling van maatschappelijke functies biedt gemeenten perspectief om lokaal de energie-infrastructuur te verduurzamen. Energie als sturend element in de ruimtelijke ordening betekent bijvoorbeeld woningen en kassen juist vlakbij elkaar situeren.

InnovatieNetwerk en SIGN (Stichting Innovatie Glastuinbouw Nederland) hebben verkend hoe warmte in lokale netwerken is te distribueren: de zogenoemde energywebs.

De achterliggende visie van SIGN/InnovatieNetwerk is dat decentrale opwekking en benutting van energie veel voordeliger zijn dan groot-schalige elektriciteitscentrales. In een separaat intermezzo is deze visie verder onderbouwd.

Bij het afwegen van investeringen telt voor een teler vooral hoeveel oogst van goede kwaliteit hij kan verwachten. Energielivering is voor de meeste telers geen corebusiness, en zij zullen dus niet zozeer vanwege het leveren van warmte aan woningen besluiten te investeren in een energieproducerende kas. Vanuit dat perspectief en vanwege de hogere investering en nieuwheid van de concepten is het daarom goed verdedigbaar dat de overheid tijdelijk extra subsidies aan de koplopers verstrekt. Hiermee geeft de overheid impliciet een signaal van vertrouwen in deze innovaties en verkleint zij de risicoperceptie bij de telers.

Provincies en gemeenten kunnen ondernemers ruimte bieden om de omgeving te laten profiteren van hun duurzame energie. Het nieuwe motto is: *Een kas voor elke woonwijk.*

Dr. G. Vos,
Directeur
InnovatieNetwerk

Dhr. F. Hoogervorst,
Voorzitter
Stichting Innovatie
Glastuinbouw Nederland



Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting 1

Summary 5

1. Essay: decentrale energieopwekking 9

2. De rol van de overheid bij energie- infrastructuur 13

3. Rol van de rijksoverheid bij de stimulering van energie- producerende kassen 27

Bijlagen:

1.	GeslotenKas©: “Meer produceren met minder energie”	31
2.	Fiwihex: de Kas als Energiebron	39
3.	Klimrek EnergieScherm	47
4.	Kas zonder gas	53
5.	ETP-systeem voor geklimatiseerd telen	57
6.	Literatuur	61



Samenvatting

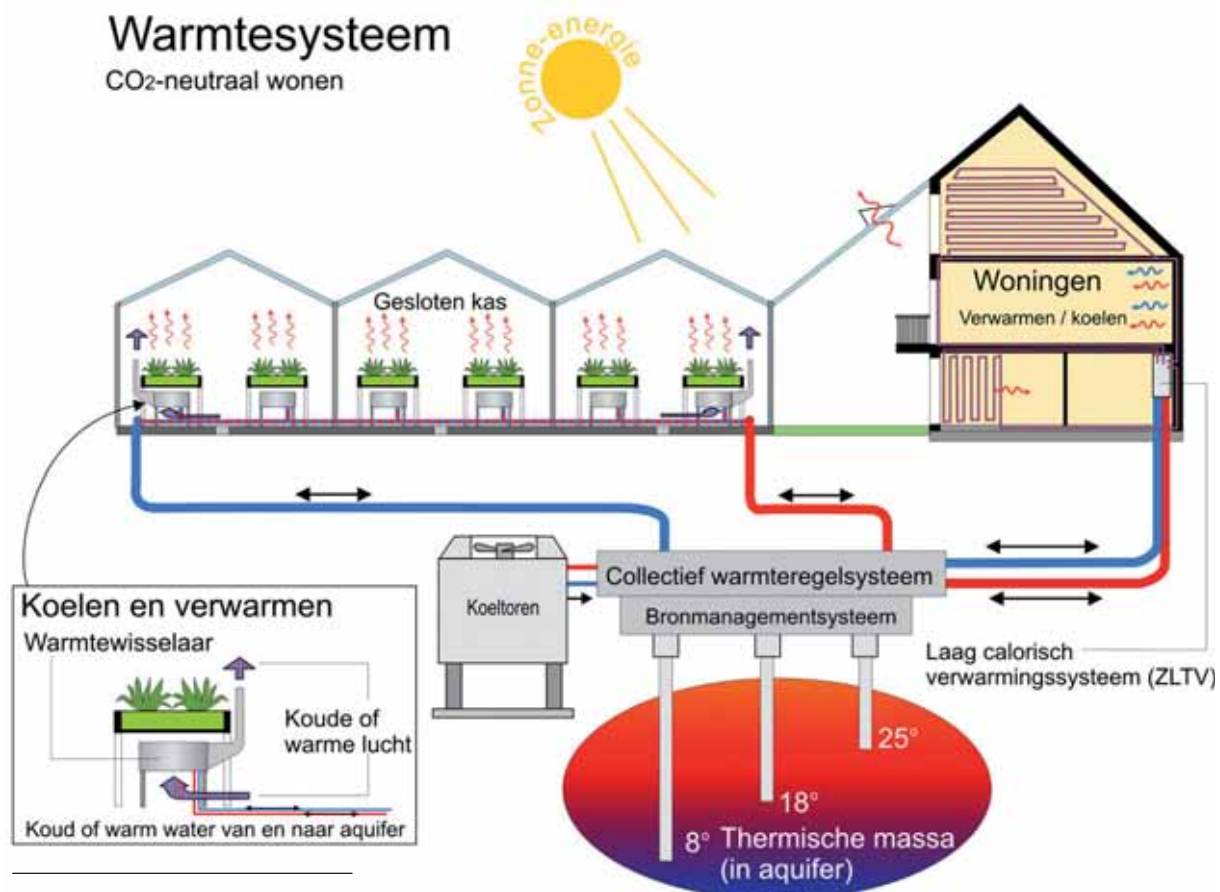
Deze publicatie start met een kort essay over de maatschappelijke voordelen van decentrale opwekking van elektriciteit: betere warmtebenutting, lokaal aanwezige biomassa kunnen benutten, een stabiel en veiliger netwerk, en meer ruimte voor toekomstige innovaties. Daarop volgt in de hoofdtekst een overzicht van de rol van de overheid en welke instrumenten de gemeente in kan zetten om een duurzame energie-infrastructuur te (laten) realiseren. Dat betreft zowel publiek- als privaatrechtelijke instrumenten. Deze publicatie sluit vervolgens af met enkele technische beschrijvingen van de nu leverbare systeemconcepten van energieproducerende en/of gesloten kassen.

Veel gemeenten worstelen met de vraag hoe zij energiebesparing en het gebruik van duurzame energie kunnen bevorderen en hoe zij bijvoorbeeld een hoge Energieprestatie op Locatie (EPL) kunnen realiseren. Daarvoor is een visie nodig op de toekomstige duurzame energievoorziening. Wie heeft wanneer hoeveel energie nodig in de gemeente én wie heeft hoeveel energie beschikbaar, en van welke kwaliteit? En hoe knopen we de energievraag en het lokale aanbod op een goede manier aan elkaar?

Deze vraag naar optimale energie-infrastructuur heeft vooral organisatorische en ruimtelijke orderingscomponenten. Interessant is het om daarbij de parallel met gebiedsontwikkeling te trekken. Het opzetten van een duurzame energie-infrastructuur vereist het inhaken op de natuurlijke momenten: de planning van nieuwe woonwijken en bedrijventerreinen, of de grootschalige herontwikkeling van wijken. We kunnen veel leren van de ervaringen met gebiedsontwikkeling, waarbij duurzame energie-infrastructuur wordt gekoppeld aan projectontwikkeling voor woningbouwlocaties, kantorenlocaties en bedrijventerreinen. Daarbij moeten we tegenwoordig niet alleen meer kijken

naar de bovengrondse ruimtelijke ordeningsaspecten. Aangezien op veel locaties steeds vaker nieuwe energieconcepten als ondergrondse warmte/koudeopslag aan de orde zijn, hebben we dringend behoefte aan een *ondergrondse projectontwikkelaar*, zodat de verschillende energievragers elkaar ondergronds niet in de weg gaan zitten. Het water in een ondergrondse warmte/koudeopslag houdt zich immers niet aan kadastrale grenzen.

Figuur 1 geeft een voorbeeld hoe kassen en woningen in het Zonneterp-concept gezamenlijk gebruikmaken van een ondergrondse opslag voor koude en warmte.



Figuur 1: Warmtesysteem

Bij het verkennen en realiseren van energieverduurzaming is het van groot belang om anders te kijken naar het temperatuurniveau dat verschillende gebruikers nodig hebben: voor de meeste gebruiksfuncties zijn lagere temperaturen mogelijk. Een zeer groot deel van het nationale energieverbruik is nu bestemd voor het verwarmen en koelen van de gebouwde omgeving. Daar valt veel winst te halen, want het standaard verbranden van hoogwaardig gas voor het verwarmen van woningen is een exergetisch laagwaardige toepassing, en daarom minder gewenst. Uit gas valt zoveel meer te halen dan alleen warmte: elektriciteit en CO₂, bijvoorbeeld, zoals tuinders al tientallen jaren doen. De als bijproduct vrijkomende warmte kan dan idealiter zijn weg vinden in een cascade van toepassingen, variërend van warmte met een hoge kwaliteit (stoom, heet water, bijvoorbeeld in industriële toepassingen of op bedrijventerreinen) tot warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater.

In de perceptie van veel tuinders is de grootschalige omschakeling op duurzamere systemen nu nog riskant, vanwege de hogere investeringen en de onzekere terugverdientijden. In een apart kader is aangegeven hoe de introductie van gesloten kassen versneld kan worden met subsidies.

Deze publicatie geeft aan dat warmte in de toekomst steeds meer een restproduct van de tuinbouw kan zijn waarvan bewoners kunnen profiteren. De centrale vraag is daarmee:

Warmte is er voldoende, maar hoe krijg je het op het juiste tijdstip op de goede plaats?

In de bijlagen zijn de verschillende technische concepten weergegeven, zoals die op dit moment voor energieleverende kassen op de markt beschikbaar zijn. Deze verschillen vooral van elkaar in de manier waarop de warmte-uitwisseling plaatsvindt en welk medium de warmte de kas in brengt: lucht of water.

Zij hebben met elkaar gemeend dat alle concepten een substantiële verduurzaming van het energieverbruik van kassen teweegbrengen, en dat sommige zelfs netto energie produceren.



Summary

This publication starts with a short essay on the advantages for society of decentral generation of electricity: better use of heat, locally available biomass, a more stable and secure network and more room for future innovations. Then, in the main text, an overview follows of the role of the government and which instruments local governments can use to realise a sustainable energy infrastructure. This involves both public- and private law instruments. The publication then concludes by giving some technical descriptions of the systems concepts of energy producing and/or closed greenhouses that are available at this moment.

Many local governments are currently struggling with the question of how to encourage energy use reduction and the use of durable energy and how they can realise a high Energy Performance on Location (EPL). That requires a vision of the future durable energy production. Who needs how much energy at what time in the community and who has how much energy available and of which quality? And how do we properly connect the demand for energy to local availability? This question of how to find the best energy infrastructure has mostly organisational and spatial development components. It is interesting to draw a parallel with area development. Setting up a sustainable energy infrastructure requires that we use the natural moments: planning of new urban or business areas or large scale redevelopment of large areas. We can learn a lot from the experiences of area development, in which durable energy infrastructure is linked to projects for housing locations, office locations and business locations. Nowadays we have to look beyond the above-ground spatial planning aspects. Underground storage of heat and cold are more and more issues in current location development, so we need an underground project developer to prevent energy demands getting tangled up underground.

The water in underground cold and heat storage of course doesn't know who owns the land.

An example of how greenhouses and residential buildings in the 'Zonneterp' concept share an underground storage facility of heat and cold: see figure 1 page 2.

When exploring and realising the increase of durable energy it is of great importance to change the way we look at the temperature level that different users need: for most functions lower temperatures are possible. A large part of the national energy consumption is now used for heating and cooling of buildings. Large steps can be made there because the standard burning of high quality gas to heat houses is an energetically low profit option and from that viewpoint less desirable. So much more can be produced from gas than just heat: electricity and CO₂ for example. As commonly practised by greenhouse farmers for decades. The side product that heat is, could ideally find its way into a multitude of applications, varying from high quality heat (steam or hot water in industrial applications or in business areas) to low value heat for room heating and warm tap water.

In the perceptions of many greenhouse farmers the large scale change to more durable systems is risky at the moment, because of the high cost of these investments and uncertainty of the length of time needed to recuperate the money. A separate box points out the possibility of accelerating the introduction of closed greenhouses by means of subsidies.

This publication points out that in the future heat can be a waste product of greenhouse farming that can benefit people. The central question arises:

There is more than enough heat, but how to get it at the right place at the right time?

The addenda outline the different technical concepts, such as the energy supplying greenhouses that are currently available on the market. These mainly differ from each other in the way the heat exchange takes place and which medium takes the heat into the greenhouse: air or water.

They have in common that all concepts produce a substantial higher sustainability of the energy use of greenhouses and in some cases even produce net energy.



I.

Essay: decentrale energieopwekking

Tekst: Jan de Wilt (InnovatieNetwerk), Peter Oei (InnovatieNetwerk/Stichting Innovatie Glastuinbouw Nederland) en Carel de Vries (Courage, Stichting Innovatie Melkveehouderij).

Dit rapport breekt een lans voor decentrale energieopwekking, waarin de land- en tuinbouw een belangrijke rol kan spelen. Decentrale (lokale) energieopwekking is veel geschikter om de gebouwde omgeving te voorzien van energie dan de grote kolengestookte of zelfs nucleaire centrales, zoals energiemaatschappijen die op dit moment plannen. Daar zijn minstens vijf goede redenen voor, die we hierna kort toelichten.

- De warmte die vrijkomt bij decentrale elektriciteitsproductie kunnen we veel beter en met minder transportverliezen lokaal gebruiken;
- Lokaal beschikbare biomassa voor decentrale bio-energie-installaties hoeven we maar over korte afstand te transporteren;
- Een groot aantal lokale installaties geeft meer stabiliteit aan het elektriciteitsnet;
- Lokale opwekking is veiliger omdat restproducten zoals bij kolen- en kerncentrales in veel mindere mate voorkomen;
- De afschrijvings- en levensduur van de installaties is korter, zodat ze toekomstige duurzame innovaties minder in de weg zullen zitten en deze innovaties dus sneller de markt kunnen bereiken.

Warmtebenutting

Bij het opwekken van elektriciteit komt altijd warmte vrij. Moderne kolencentrales, zoals onder andere E.On Benelux, die wil gaan bouwen in Rijnmond, hebben een netto elektrisch rendement van pakweg 40 tot 45%. De overige 55 tot 60% is warmte, die nu via het koelwater wordt weggekoeld op rivieren of de zee. Het nuttig inzetten van de

afvalwarmte van grote elektriciteitscentrales is duur en moeilijk omdat er veel warmte van lage kwaliteit op één plek vrijkomt. Want anders dan elektriciteit is warmte moeilijker (alleen tegen hogere kosten en hogere verliezen) over grote afstanden te transporteren. Willen we de vrijkomende warmte (kosten)effectief benutten, dan moeten opwekking en warmteafname dicht bij elkaar liggen. In Rijnmond is al een overschot aan warmte vanuit de industrie, zodat de geplande E.On-centrale vooral de Noordzee zou opwarmen. Dat is jammer, want ook die laagwaardige warmte is op zich zeer geschikt voor het verwarmen van huizen. Daar wordt nu meestal veel te hoogwaardig aardgas voor gebruikt. En dat is zonde, want dat gas kun je drie keer inzetten: voor stroomopwekking, warmte én het beter laten groeien van gewassen. Het broeikasgas CO₂, dat vrijkomt bij de verbranding van gas, is immers een meststof voor planten in kassen. Bovendien is het mogelijk om warmte via een cascade van gebruikers achtereenvolgens toe te passen voor verwarmingsdoeleinden, bijvoorbeeld eerst de hoogwaardige warmte in een kas en de deels afgekoelde warmtestroom voor verwarming van woningen.

Benutting lokale biomassa

Een tweede voordeel van lokale installaties is dat ze in combinatie met een vergistinginstallatie, biomassaverbrandingsinstallatie of vergasser gebruik kunnen maken van lokaal beschikbare biomassa. Uit biomassa (mest, plantaardige producten en afval uit de voedingsmiddelenindustrie) ontstaat door vergisting biogas. Maar ook bermgras, bladafval en houtsnippers uit woonwijken vormen een lokale energiebron. Volgens HoSt, een bedrijf dat al enkele tientallen vergistinginstallaties heeft gebouwd, zou biogas in potentie in 24% van de Nederlandse aardgasbehoefte kunnen voorzien. Is vergisten of vergassen van biomassa een interessante optie? Ja, vooral ook weer als het lokaal gebeurt. Biomassa is vaak volumineus en heeft een energie-inhoud (calorische waarde) van vaak aanzienlijk minder dan de helft van fossiele energiedragers, waardoor het transport relatief kostbaar uitpakt. Voor de land- en tuinbouw, traditioneel de grootste producent en verwerker van biomassa in ons land, ligt hier een sleutelrol door de lokale verwerkingsmogelijkheden en energetische aanwending binnen de eigen sector.

Stabiel elektriciteitsnet

Het derde voordeel van lokale centrales is dat ze bijdragen aan de stabiliteit van het elektriciteitsnet en daarmee aan de leveringszekerheid en kwaliteit van elektriciteit. Omdat elektriciteit zich lastig laat opslaan, moet de opgewekte stroom direct een afnemer hebben. Afnemers op hun beurt moeten er zeker van zijn dat er voldoende stroom beschikbaar is als zij de stekker in het stopcontact steken. Een fijnmazig netwerk van een groot aantal regionale centrales heeft een stabiliserend effect op het net en de continuïteit van de energielevering: valt er ergens een installatie uit, dan kan dat eenvoudig door naburige installaties worden opgevangen. Valt in het huidige systeem een grote (kern)centrale uit, dan is dat lastiger op te vangen. Het risico van destabilisatie en onderbreking van stroomlevering neemt dan ook toe naarmate de centrales groter worden en hun aantal geringer.

Veilig en stabiel

Het vierde voordeel is de inherente veiligheid van een decentraal netwerk met honderden centrales. Bij natuurrampen of terroristische aanslagen is een systeem met enkele megacentrales veel kwetsbaarder dan een over heel Nederland verdeeld systeem van lokale centrales. Bovendien ontstaan er bij deze decentrale opwekkers, anders dan bij kern- of kolencentrales, geen (radioactieve respectievelijk zeer volumineuze) afvalstoffen die in de keten tot gevaar kunnen leiden.

Kortere levensduur bevordert innovaties

Het vijfde voordeel van lokale centrales is hun veel kortere afschrijvingstermijn: bijvoorbeeld tien jaar in plaats van de dertig jaar voor een kolentrale. De ontwikkelingen in energieland gaan snel - installaties die nu nog niet rendabel zijn, kunnen dat over vijf jaar wel zijn. Maar bij een levensduur van dertig jaar zit de maatschappij dus nog 25 jaar met dan verouderde technologie opgezadeld. Vergelijk in dit verband de innovatiesnelheid bij treinen en auto's, die ook een aanmerkelijk kortere levensduur en afschrijvingstermijn hebben dan elektriciteitscentrales.

Rol van de overheid

Gemeenten kunnen in de ontwikkeling van centrale naar decentrale energieopwekking een belangrijke rol spelen. Zij moeten de land- en tuinbouw ruimte bieden en stimuleren om als energieleverancier op te treden en om de duurzame warmte lokaal te benutten. Anderzijds moeten zij de energiegebruikers (en vooral ook projectontwikkelaars in nieuwbouw- en herstructureringslocaties) in hun gemeente ertoe "verleiden" om lokaal geproduceerde duurzame warmte (uit een collectief systeem) toe te passen.

Concreet vereist dit bij gemeenten een aangepaste kijk op de ruimtelijke ordening waarin bijvoorbeeld glastuinbouw en vergistinginstallaties op beperkte afstand (tot maximaal enkele kilometers) van nieuwe bebouwing gepland moeten worden. De rijksoverheid kan deze ontwikkeling verder versnellen door subsidies, totdat de duurzame technieken kunnen concurreren met fossiele energie. Gemeenten kunnen deze ontwikkeling verder versnellen door zich - vanuit hun verantwoordelijkheid voor de klimaatproblematiek én ruimtelijke ordening - op te stellen als energieregisseur in het traject voor een optimale energie-infrastructuur met duurzame warmte.

Lokale energie-installaties stellen de discussie over de noodzaak voor nieuwe grootschalige kolen - of zelfs kerncentrales in een heel ander daglicht: ze worden in feite overbodig omdat ze niet de voordelen bieden van flexibele en gegarandeerde elektriciteitslevering en structurele benutting van duurzame warmte.

De concepten voor energieleverende kassen in de bijlagen bij deze publicatie passen in de visie van decentrale energievoorziening; soortgelijke concepten vanuit de melkveehouderij zijn in ontwikkeling.



2.

De rol van de overheid bij energie-infrastructuur

De noodzaak tot verduurzaming van de energie-infrastructuur

De maatschappelijke noodzaak voor een duurzaam systeem voor de energievoorziening berust op politieke, economische en ecologische gronden. De afhankelijkheid van politiek minder stabiele regio's, en daarmee de kans op haperingen in de energielevering, is een risico voor Europa, zoals de wrijvingen tussen Rusland en Oekraïne begin 2006 aantoonde. Veel economische sectoren, en de glastuinbouw in het bijzonder, zijn daardoor kwetsbaar voor onderbreking van de energielevering. Die kwetsbaarheid blijkt ook uit de extreme prijsstijgingen die door deze afhankelijkheid kunnen optreden, zeker in de toekomstige situatie dat we niet meer over de luxe van onze eigen aardgasvoorraden kunnen beschikken. Alleen al in de laatste twee jaar is de gasprijs voor tuinders bijna verdrievoudigd. Ook andere energieintensieve bedrijven zien hun rentabiliteit aangetast door de hoge energieprijzen. Een belangrijk deel van de inflatie voor burgers is veroorzaakt door de sterk gestegen energieprijzen.

Daarnaast is vermindering van CO₂-uitstoot gewenst vanwege klimaatverandering. Voor gebruikers is het uiteraard gewenst dat de kosten voor energie betaalbaar zijn, maar een stabiele en voorspelbare prijs is minstens zo belangrijk.

Definitie van duurzaam energie infrastructuur

De in deze publicatie aangehouden definitie is infrastructuur die voorziet in de energiebehoefte van gebruikers uit duurzame bronnen, dat wil zeggen zon, wind, waterkracht en biomassa. De optimale benutting van duurzame energie vindt plaats als het gebruik past bij de exergie: dat wil zeggen dat hoogwaardig biogas niet gebruikt wordt voor woningverwarming op 22 C, maar voor de opwekking van elektriciteit. De daarbij vrijkomende warmte moet een nuttige toepassing krij-

gen: dat vereist het denken in cascades. De consequentie daarvan is dat dezelfde Joule verschillende keren waarde verkrijgt: optimalisering van duurzaamheid.

Instrumentarium voor duurzame energie-infrastructuur

De sector werkt al vele jaren aan energiebesparing. Een stap verder zijn de recente plannen voor de levering van energie aan de maatschappij. Vandaar dat het Productschap Tuinbouw een *Routeplanner verduurzaming energie op nieuwbouwlocaties in de glastuinbouw* heeft laten ontwikkelen door Kema. Deze geeft een goed beeld van de mogelijkheden voor het realiseren van een duurzame energie-infrastructuur rondom en binnen glastuinbouwlocaties. De mogelijkheden voor een zogenoemd *energyweb* staan kort uitgewerkt in deze Routeplanner.

In dit hoofdstuk volgt een overzicht van hoe de overheid (met name de gemeente) kan bijdragen aan een duurzame energie-infrastructuur. Daarin moeten we onderscheid maken tussen formele en bestuurlijke instrumenten (bestemmingsplan, e.d.) enerzijds, en informele en beleidsinstrumenten (EPL, convenanten, etc.) anderzijds. Om projecten daadwerkelijk gerealiseerd te krijgen dienen gemeenten bovendien een helder inzicht te hebben in de actoren/marktpartijen die betrokken zijn c.q. willen worden bij deze projecten en de beleidsinstrumenten die voorhanden zijn om deze marktpartijen daartoe te bewegen. De gemeente dient zodanige randvoorwaarden te scheppen dat het voor de markt aantrekkelijk is een duurzame energie-infrastructuur aan te leggen en te exploiteren. Maar alvorens in te gaan op het gemeentelijk instrumentarium, beschrijven we eerst de meest gehanteerde procesgang bij de realisatie van grote vastgoedprojecten.

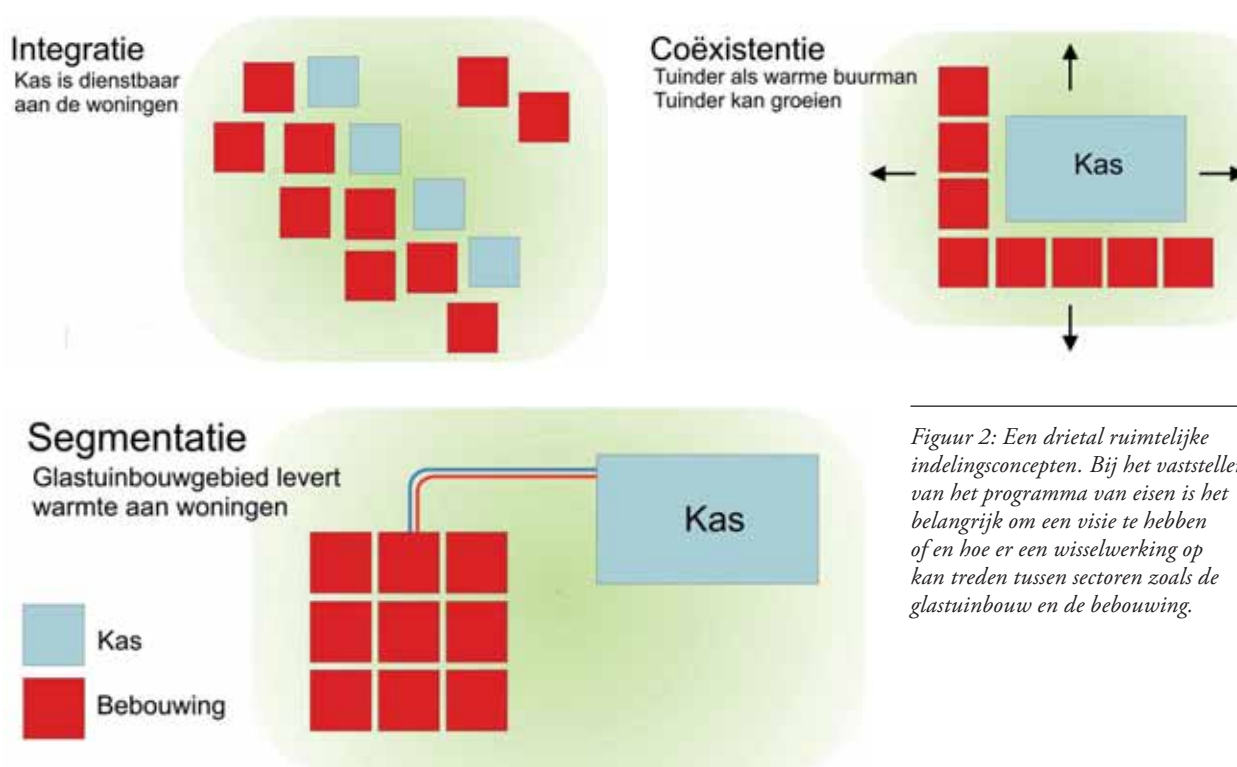
Proces van initiatief tot realisatie van duurzame energie-infrastructuur

Bij een gestructureerde procesaanpak van het inrichten van nieuwe ruimtelijke ontwikkelingsplannen zijn vaak de volgende fasen, activiteiten en tussentijdse “producten” en documenten te onderscheiden:

- Een verkenningsfase, waarin de inventarisatie van stakeholders, belangen en kansen uitmondt in een “Nota van Uitgangspunten” (veelal een door gemeenten opgesteld document);
- Een programmeringsfase, waarin ambities en haalbare concepten worden afgewogen en vastgesteld, die uitmondt in een “programma van eisen” (veelal een gemeentelijk product, maar het kan ook product zijn van projectontwikkelaar(s)). Dit programma van eisen vormt de basis voor het verdere aanbestedings- of gunningstraject;
- Een ontwerpfase, waarin de vertaling plaatsvindt van het programma van eisen naar een (integraal) ontwerp en plan van aanpak;
- Een ontwikkelingsfase, waarin de verdere uitwerking en detaillering van ontwerpen in bestekken en contracten plaatsvindt, met als eindproduct een uitvoeringsprogramma;
- Een realisatiefase, waarin naast de feitelijke uitvoering van de aanleg ook aandacht moet zijn voor borging van de geambieerde duurzaamheidsdoelen.

Het programma van eisen is in dit traject voor energie een heel bepalend document waarin de gemeente vooral de volgende aspecten helder en eenduidig moet vastleggen:

- De uitgangspunten die gelden voor het gebied, zoals de aantallen en typen te bouwen woningen, idem voor wat betreft de bedrijven en de globale “uitrol” (volloop) van het gebied in de tijd;
- De voorwaarden die worden gehanteerd ten aanzien van de energievoorziening, zoals kosten, emissies, ruimtegebruik, aandeel duurzaamheid;
- Het traject en de procedures die de gemeente kan volgen, inclusief beslismomenten;
- De gunningscriteria in het algemeen en als belangrijk criterium “hoogste CO₂-reductie” in het bijzonder. Deze criteria zijn bij voorkeur eenduidig en kwantitatief geformuleerd om een objectieve keuze en besluitvorming mogelijk te maken.



Figuur 2: Een drietal ruimtelijke indelingsconcepten. Bij het vaststellen van het programma van eisen is het belangrijk om een visie te hebben of en hoe er een wisselwerking op kan treden tussen sectoren zoals de glastuinbouw en de bebouwing.

Formeel en bestuurlijk instrumentarium

Gemeenten hebben in de eerste plaats te maken met de wettelijke kaders van hogere overheden, te weten van rijkswege de Nota Ruimte, en van provinciale wege met name de Streekplannen. Vervolgens gebruiken gemeenten zelf als primair instrument de **Bestemmingsplannen** waarin functies aan de (openbare) ruimte worden toebedeeld, maar ook belemmeringen (bijvoorbeeld ten aanzien van de milieucategorie van te vestigen bedrijven) worden aangegeven. In Bestemmingsplannen mogen gemeenten wettelijk alleen ruimtelijke aspecten formeel regelen, zoals aanwijzing van gebieden voor glastuinbouw of woningbouw, maar kwalitatieve aspecten zoals ambitieniveaus ten aanzien van energie mogen hierin niet worden vastgelegd. De **Wet op de Ruimtelijke Ordening en het Bestemmingsplan** geeft de gemeente dus de mogelijkheid (binnen bepaalde grenzen) te bepalen hoe en waar er wat gebouwd mag worden. Deze wet heeft betrekking op gebouwen, maar bijvoorbeeld ook op windturbines.

De **Wet voorkeursrecht gemeenten** geeft de gemeente de mogelijkheid om gronden te verwerven door middel van het “recht van eerste koop”. Door een voorkeursrecht te vestigen, voorkomt de gemeente dat het eigen ruimtelijke ordeningsbeleid wordt doorkruist. Een voorkeursrecht betekent niet dat de eigenaar gedwongen is om zijn grond te verkopen - pas als hij besluit tot verkoop, zal hij het eerst aan de gemeente dienen aan te bieden, die vervolgens een marktconforme prijs moet bieden. Zie verder “privaatrechtelijke overeenkomst bij grondbezit” in de volgende paragraaf.

Ten aanzien van energie-infrastructuur bestaat er sinds 2001 de **AMvB BAEI (Algemene Maatregel van Bestuur “Besluit Aanbesteding Energie-Infrastructuur”)**. Om een betrouwbare, duurzame, doelmatige en milieuhygiënische energievoorziening te realiseren, heeft het rijk in de Elektriciteitswet 1998 en Gaswet 2000 de mogelijkheid geïntroduceerd dat gemeenten een procedure uitschrijven voor de **aanleg** van (delen van) de energievoorziening in hun gebied. De AMvB BAEI geeft een nadere invulling aan deze bevoegdheid, en is op 20 maart 2001 gepubliceerd in het Staatsblad. AMvB BAEI biedt gemeenten een aantal keuzemogelijkheden in de wijze van aanbesteding. Naast de keuze van een openbare aanbesteding van energie-infrastructuur met als voornaamste beoordelingscriterium “laagste kosten”, kan een gemeente ook kiezen voor (meervoudige) onderhandse aanbesteding, waarna de beste aanbieder, conform vooraf vastgestelde criteria, de energie-infrastructuur mag aanleggen. Aan deze procedure ligt een programma van eisen ten grondslag. Zo kan de gemeente onder andere de ambitie voor een bepaalde nieuwbouwlocatie vastleggen in een CO₂-reductie of Energie Prestatie op Locatie (EPL) - zie hiervoor verder in de volgende paragraaf. De gemeente kan er ook voor kiezen om de aanbesteding van energie-infrastructuur over te laten aan de projectontwikkelaar(s) die op de betreffende locatie aan de slag gaan.

De gemeente kan invloed uitoefenen op bedrijven en instellingen door aan het verlenen van een **milieuvergunning** bepaalde energie- en/of duurzaamheidseisen te stellen. Voor bedrijven en industrie is de **Wet milieubeheer** een van de weinige beleidsinstrumenten om energiebesparing af te dwingen. Daaraan zijn echter nog een aantal wettelijke kaders verbonden. Met vergunningen voor duurzame installaties (windturbines, biomassa-installaties, biomassa-WKK) kan de gemeente ook invloed uitoefenen.

Informeel en privaatrechtelijk instrumentarium

Naast hun formele, wettelijke positie hebben gemeenten ook een vooraanstaande rol in de uitvoering van het klimaatbeleid en de stedelijke vernieuwing. Zo is er op 4 maart 1999 het **BestuursAkkoord Nieuwe Stijl (BANS)** ondertekend. In de paragraaf over klimaatverandering is in het BANS afgesproken dat provincies en gemeenten een grotere rol moeten spelen bij het bereiken van de reductie van broeikasgassen: het Klimaatconvenant. Binnen het **Klimaatconvenant** heeft het rijk extra (financiële) ondersteuning geboden aan provincies en gemeenten, zodat zij hun inspanningsverplichting voor regionaal en lokaal klimaatbeleid ter hand kunnen nemen.

Gemeenten hebben daarbij - in hun hoedanigheid als eigenaar van

gebouwen, als vergunningverlener voor bedrijven, centrale regisseur bij ontwikkelingsprojecten, partner van woningcorporaties en belangengroepen - de meest concrete mogelijkheden in handen om energiezuinigheid en de toepassing van duurzame energie te bevorderen. Gemeenten, die van de diverse overheden bovendien het dichtst bij burgers en bedrijven staan, hebben directe contacten met de doelgroepen en de marktpartijen die de reductie van broeikasgassen, en vooral van CO₂, daadwerkelijk kunnen realiseren. Bij het ontwikkelen en uitvoeren van regionaal en lokaal klimaatbeleid kunnen gemeenten dus een belangrijke initiërende en coördinerende rol vervullen.

In het geval van een gebied waarin een ontwikkelaar een grootschalig vastgoedproject wil realiseren, gebruiken gemeenten vaak het model van de **samenwerkingsovereenkomst (convenanten)**, waarin zij eisen koppelen die veelal iets zeggen over energie en duurzaam bouwen. Dit is een overeenkomst in de privaatrechtelijke sfeer die bedoeld is voor het regelen van bovenwettelijke afspraken.

Bij gebiedsontwikkeling hebben gemeenten de beschikking over het instrument **“Privaatrechtelijke overeenkomst bij grondbezit”**. Dit is een instrument bij nieuwbouw van woningen of bedrijventerreinen. De gemeente kan de grond onder voorwaarden van energiezuinig en/of duurzaam bouwen uitgeven. Aan projectontwikkelaars kunnen (extra) eisen worden gesteld betreffende de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van woningen of gebouwen (wettelijk kader = Bouwbesluit) of de **“Energieprestatie op Locatie” (EPL)**. De EPL is een instrument om het primair energiegebruik van een locatie te berekenen en is geschikt om op beleidsniveau een bepaalde energieprestatie te formuleren die door marktpartijen op verschillende manieren kan worden ingevuld.

Naast de EPL bestaan er nog tal van andere beleidsinstrumenten (zie verder) waarmee duurzaamheid en/of kwaliteit kan worden vormgegeven. Deze zijn allemaal niet formeel en soms zelfs boterzacht, maar desalniettemin wel bruikbaar in het ambtelijke en bestuurlijke beïnvloedingsproces waarvan hier sprake is. Juist de EPL is gericht op het stellen van kwaliteitseisen ten aanzien van de energieopwekking en de energie-infrastructuur. In dit kader laten veel gemeenten een visie op de toekomstige energie-infrastructuur van een locatie opstellen. Een dergelijke **energievisie** speelt vooral bij grootschaligere vastgoedontwikkeling, of dit nu bedrijventerreinen, woonwijken of tuinbouwgebieden zijn, hoewel gemeenten het tot nu toe vooral hebben toegepast op woonwijken en bedrijventerreinen.

Visieontwikkeling, proces en planning

Zoals gezegd laten al veel gemeenten energievisies ontwikkelen. Deze zijn vaak technisch georiënteerd. Naar de aard van project- en gebiedsontwikkeling blijkt er in de praktijk veel tijd te zitten tussen deze energievisies en de daadwerkelijke aanpak van het gebied. In die tussentijd kunnen nieuwe technieken of partijen zijn opgekomen die bij kunnen dragen aan mogelijkheden voor een duurzamere energie-infrastructuur. Een adviesbureau dat de energievisie opstelt, zal niet altijd op de hoogte zijn van de nieuwste ontwikkelingen zoals deze zich in de glastuinbouw voordoen. Naast aandacht voor techniek moet een visie ook het proces beschrijven.

Infrastructuur volgt de ruimtelijke programmering, maar moet (althans in het geval van energie, waterzuivering en drinkwater) altijd vooraf aangelegd worden. De gemeente kan de actoren benoemen die in de verschillende fasen van belang zijn. Elke fase moet logisch in de volgende overlopen - van voorverkenning, verkenning (energievisie), visie op proces, gunningsprocedure, onderhandelingsfase tot en met realisatie. Het procesontwerp moet dusdanig flexibel zijn dat tussentijdse wijzigingen kunnen worden opgevangen en procedures logisch inpassen. Gemeenten die sturen op het eindresultaat in plaats van voorgeschreven technieken, vergroten de kans op creatieve nieuwe concepten.

Daarnaast kunnen gemeenten ervoor kiezen een **actief grondbeleid** te voeren, zelf een (bouw)programma te ontwikkelen en dit aan te besteden. Dit vraagt echter kapitaal, kennis en kunde, wat vaak een bottleneck vormt binnen veel gemeenten. Dit was vroeger een normalere werkwijze, maar tegenwoordig gebeurt het niet meer zo vaak.

Een andere manier is de **bouwclaimconstructie**: de gemeente neemt grond over van een ontwikkelaar tegen een van tevoren afgesproken prijs, ontwikkelt een programma (samen met de ontwikkelaar) en verkoopt grond inclusief programma aan dezelfde ontwikkelaar tegen het van tevoren afgesproken tarief. In een dergelijk grondkostenbeleid kunnen gemeenten ook sleutels opnemen als een **statiegeldregeling of kortingen op de grondprijs** onder voorwaarden van realisatie van de opgenomen ambities ten aanzien van energie-infrastructuur en/of CO₂-reductie. Deze nieuwe mogelijkheid van de statiegeldregeling kan bijvoorbeeld worden toegepast bij vrije kavelbouwers, waarbij een heffing op de grond wordt gelegd die wordt terugbetaald aan de bouwer/bewoner als zijn EPC onder de wettelijke norm ligt. Slechts weinig gemeenten hebben dit tot nu toe toegepast, maar waar dit is toegepast, heeft het een enorme impuls gegeven aan de realisatie van duurzaamheidsambities.

De realisatie van ambities op het gebied van innovatieve technieken staat of valt met **bestuurskracht**. Een eensgezind college dat echt iets wil, bereikt heel veel. Zeker wanneer daarbij ook de ambtelijke ondersteuning adequaat is. Voorbeelden hiervan zijn Apeldoorn, Delft, Tilburg, Leeuwarden, enz. Vanuit een stevige bestuurlijke positie ligt het veld open en kan bijna elk gewenst instrument, mits legaal, worden toegepast. Een dergelijk bestuur is vooral geïnteresseerd in het eindresultaat en rekent daar op af.

Gemeentelijk klimaatbeleid en warmtelevering

Voor het realiseren van warmteleveringsprojecten in gemeenten liggen er kansen op het moment dat er ingrepen plaatsvinden in de ruimtelijke ordening van de gebouwde omgeving. Het kan hier zowel gaan om nieuwbouw als om bestaande bouw (grootschalige herstructurering). Belangrijk voor het welslagen van projecten is dat de **gemeente haar ambities in beleid** heeft vastgelegd en hier consequent mee omgaat. Relevante beleidsvelden waarin dit tot uitdrukking kan komen, zijn milieu- en/of energiebeleidsplannen, volkshuisvestingsplannen en bijvoorbeeld structuurplannen. Maar ook de “Meerjaren Ontwikkelings Programma’s (MOP’s)” die veel gemeenten in het kader van het ISV (Investeringsbudget Stedelijke Vernieuwing) maken.

In de daadwerkelijke uitvoering van dat beleid staat de gemeente een aan-

tal concrete instrumenten ter beschikking. Eén van die instrumenten is een **rekenmodel dat gehanteerd kan worden om te komen tot een Optimale Energie-Infrastructuur (OEI)**. De gemeente is als geen andere organisatie in staat om partijen (denk aan projectontwikkelaars, energiebedrijven, etc.) in een vroeg stadium van het bouwproces bij elkaar te brengen. OEI is niet alleen een rekenmodel maar streeft ook een zo helder en transparant mogelijk proces na om te komen tot een optimale energie-infrastructuur. Van alle energieopties worden de voor- en nadelen bekeken. Warmtelevering, bijvoorbeeld vanuit de glastuinbouw, is één van de te overwegen opties. Het hantieren van het eerdergenoemde BAEI vormt hiervan een essentieel onderdeel.

Ontwerpen: welk schaalniveau?

Typerend voor energie- en nutsfuncties is de schaalgrootte van de voorziening. Bij elektra is het ene uiterste een grootschalige kolen-centrale met distributie over honderden kilometers, en het andere een micro-WKK die per woning (een deel van) de elektra opwekt. In de vastgoedsector is een schaalgrootte van 100-500 woningen per jaar in een bepaald project een goed hanteerbare hoeveelheid. Bij het ontwerpen is een no regret-optie om een lokaal warmtenet aan te leggen dat later op een duurzame warmteleverantie wordt aangesloten. Van groot belang is de afgiftetemperatuur van de systemen in de woningen of de kantoren: wie nu een woonwijk op hoogtemperatuur-warmtelevering aansluit, maakt het technisch en financieel vrijwel onmogelijk om die wijk later op duurzamere laagtemperatuurverwarming over te zetten.

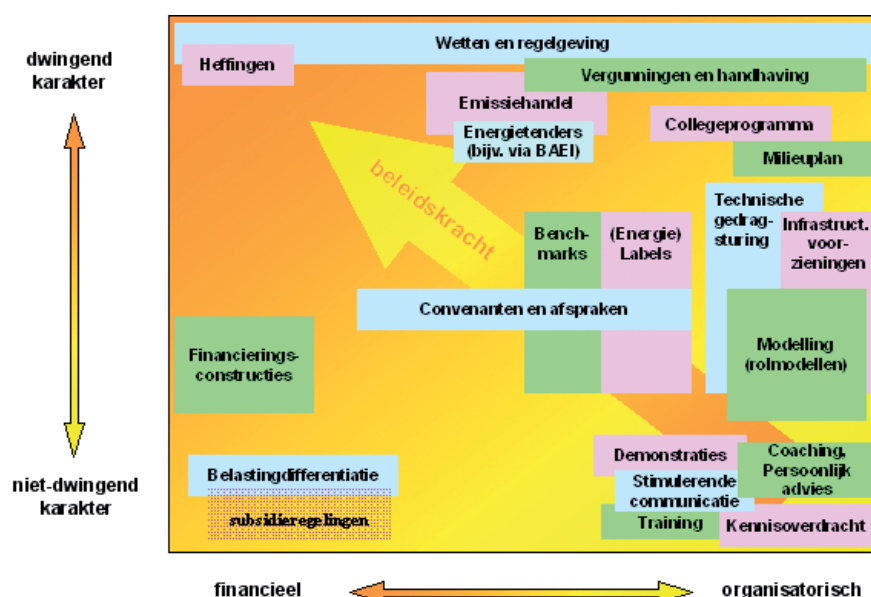
Overzicht van beleidsinstrumenten

Om overzicht te scheppen in het uitgebreide palet aan bestaande beleidsinstrumenten, zijn deze in onderstaande figuur gestructureerd in kaart gebracht op basis van:

- De “kracht” van het beleidsinstrument (dwingend versus niet-dwingend/vrijblijvend);
- De aard van het beleidsinstrument (financieel of meer “organisatorisch”).

Krachtige beleidsinstrumenten zijn maatregelen met een dwingend - bijvoorbeeld wettelijk - karakter, waarbij ook de handhaving goed is geregeld. Vaak zijn ook instrumenten met een sterk financieel karakter erg krachtig, want bij het realiseren van projecten is het financiële plaatje vaak doorslaggevend voor de investeerder/exploitant. Daar staan tegenover beleidsinstrumenten met een niet-dwingend karakter, bijvoorbeeld maatregelen in de sfeer van voorlichting. Een onderdeel van de visie op het beleidsinstrumentarium is dat om een significante CO₂-reductie te realiseren, waar de glastuinbouw een belangrijke bijdrage aan kan leveren, volumemaatregelen nodig zijn. Voor het realiseren daarvan moeten gemeenten vooral gebruik maken van de “krachtige” beleidsmaatregelen. Elk gekleurd blokje of balkje betreft een (cluster van) bestaande beleidsinstrumenten.

Figuur 3: Visie op de belangrijkste bestaande beleidsinstrumenten in een kader van hun beleids"kracht". Als meest krachtig en effectief worden beschouwd instrumenten met financiële impact en/of een dwingend karakter.



Uit de tabel blijkt dat veel beleidsinstrumenten die een gemeentelijke overheid kan hanteren in de niet-dwingende, organisatorische sfeer liggen. De meest krachtige en effectieve beleidsinstrumenten voor een gemeente zijn:

- Wet- en regelgeving (wet Ruimtelijke Ordening, wet Milieubeheer, Gemeentewet);
- Energietenders (m.n. BAEL, Besluit Aanbesteding Energie-Infrastructuur);
- Convenanten en andere afspraken;
- Subsidieregelingen;
- Vergunningen en vergunningshandhaving.

Belangen

Een integrale visie houdt tot op zekere hoogte rekening met de belangen en stuurt die in de gewenste duurzame richting. Een warmteleverancier lijkt in eerste instantie gebaat bij zoveel mogelijk warmteverkoop, en niet bij preventie door energiebesparing. Onderhandelen vanuit grondposities kan co-makership in de weg staan. Het lijkt productiever om belangen en waarden op een transparante manier in het onderhandelingspel in te brengen en naar optimalisatie en win-winsituaties te streven. Belangenorganisaties die zich actief als coproductent mengen in de discussie, hebben een andere rol dan de traditionele reactieve rol.

De belangen van de woonconsumenten, die immers pas jaren later betrokken dan wel "geconfronteerd" worden met de resulterende energievoorziening, moet in deze fase voldoende vertegenwoordigd worden door de gemeenten en/of de projectontwikkelaar, elk vanuit zijn eigen perspectief.

Dit betekent overigens niet dat de maatregelen "rechtsonder" uit de figuur (organisatorisch, niet-dwingend) niet nodig zijn. Deze zijn belangrijk voor het vergroten van het kennisniveau en kweken van draagvlak bij de diverse marktpartijen, en zijn belangrijk ter ondersteuning van de krachtige beleidsmaatregelen. De effectiviteit van krachtige beleidsmaatregelen kan erdoor worden vergroot. Uit de figuur blijkt verder dat er voor de gemeente weinig beleidsinstrumenten zijn met een financieel én dwingend karakter. Heffingen en subsidies

zijn vaak een zaak van de landelijke overheid. Op basis van de wet Milieubeheer kunnen boetes of sancties worden opgelegd, maar de eisen die een gemeente in het kader van de wet Milieubeheer op energiegebied mag stellen, zijn beperkt.

Ook de belastingen die een gemeente mag opleggen, zijn in de Gemeentewet beperkt, maar het verdient aanbeveling om na te gaan of er bijvoorbeeld geen gedifferentieerd OZB-tarief kan worden toegepast op basis van energiezuinigheid.

Overige dwingende gemeentelijk beleidsinstrumenten op financieel gebied ontbreken. Als alternatief daarvoor komt het regelmatig voor dat gemeenten met hoge ambities deelnemen in **PPS-constructies (Publiek-Private Samenwerking)** dan wel een rol op zich nemen in het afdekken van de investeringsrisico's van private investeerders en/of energiebedrijven. Ook het inzetten van de grondprijs in de onderhandelingen met marktpartijen is een belangrijk stuurmiddel voor de realisatie van duurzaamheid: het waarmaken van hoge ambities op het gebied van CO₂-reductie door investerende marktpartijen wordt beloond met een lagere grondprijs.

Vanzelfsprekend dient de gemeente eerst de “progressieve” marktpartijen (koplopers) te benaderen. Succesvolle afspraken kunnen dan weer als voorbeeld dienen voor anderen. Ook kan een onderlinge wedijver aangewakkerd worden door het uitschrijven van **een prijsvraag voor gebiedsontwikkeling**. Dit instrument is recentelijk meer toegepast.

Grondposities

De eigenaar van de grond bepaalt op welke wijze hij voldoet aan de duurzaamheidsnorm die de gemeente oplegt. De gemeente kan hierin actief sturen als zij zelf de eigenaar van de grond is. Bij de overdracht van de grond aan een ontwikkelaar kan zij bepalingen opnemen. Bijvoorbeeld een verplichting om warmte, koude en gietwater van een coöperatie af te nemen, waarvan de grondbezitter automatisch eigenaar wordt. In dit kader kan een gemeente ook de aansluitverplichting op warmtelevering opnemen in de grondovereenkomst.

Vanwege de veelheid en complexiteit van het instrumentarium en de veelal lange doorlooptijd van de diverse procesfasen, heeft een aantal gemeenten in het kader van de BANS-afspraken een **klimaatcoördinator** aangesteld. Deze klimaatcoördinator zorgt ervoor dat op de juiste momenten de relevante input wordt geleverd om de voortgang en convergentie van het proces naar een verduurzaming van de energievoorziening bij gebiedsontwikkelingen te waarborgen.

Gedreven door de veranderde marktomstandigheden onderzoeken nu ook gemeenten als Rotterdam en Utrecht de mogelijkheden om (delen van) **de traditionele rol van het energiebedrijf weer op zich te nemen**. Het gaat dan steeds om projecten met hoge investeringen in moeilijk rendabel te exploiteren energie-infrastructuren (vooral warmtenetten), die in de huidige tijd moeilijk of niet van de grond komen. Dit gaat veelal via PPS-constructies. Ook de gemeente Emmen is een activiteit gestart als “energiebedrijf” gericht op het belevaren van de glastuinders van project “Rundedal”. Het is echter de vraag of een dergelijke aanpak (“terug naar het gemeentelijk energiebedrijf”) nog past bij het moderne marktdenken, de internationalisering van de energiemarkt en de gangbare rol van gemeenten, die principieel niet ligt in

het risicodragend investeren. Daar staat tegenover dat liberalisering van een markt niet in alle gevallen tot betere dienstverlening leidt.

In onderstaande tabel staat een overzicht van de diverse soorten afspraken die gemeenten en bouwpartners (veelal projectontwikkelaars) met relatie tot energievoorziening en energie-infrastructuur kunnen maken. Deze afspraken hebben soms direct, maar meestal indirect gevolgen voor energielevering vanuit de glastuinbouw.

Soorten afspraken	Definitie	Kenmerk/inhoud	Kansen
<i>Bestemmingsplan</i>	Hierin legt de gemeente vast welke bestemming de grond heeft (woningen, soort bedrijvigheid)	<ul style="list-style-type: none"> • Eenzijdig • Juridisch hard voor zover zaken ruimtelijk relevant zijn 	<ul style="list-style-type: none"> • Partijen moeten het naleven • Duurzaamheidsparagraaf in de toelichting • Met daarin verscherpte EPC, oriëntatie, verkaveling, ontsluitingspatronen en eventuele studies (energievisie) • Ruimte voor warmte/koudeopslag, technische ruimtes en leidingentracés bestemmen
<i>Grondovereenkomst</i>	Vrijwillige afspraak met particuliere eigenaren over inrichting en kosten van openbare voorzieningen	<ul style="list-style-type: none"> • Bij faciliterende grondpolitiek • Gemeente is vragende partij • Moet wel voor beide partijen acceptabel zijn • Gemeente maakt bouwrijp en wijzigt bestemmingsplan • Bouwpartij betaalt voor bouwrijp maken en draagt gronden over voor openbare ruimte 	<ul style="list-style-type: none"> • Onderhandelen over energieaspecten in bestemmingsplan
<i>Bouwclaimconstructie</i>	Een vorm van Publiek-Private Samenwerking waarbij de gemeente veel bepaalt maar ook de risico's draagt	<ul style="list-style-type: none"> • Bij actieve grondpolitiek • Grond terugkopen en weer verkopen, soms in andere verkaveling • Gemeente maakt grond bouwrijp, legt voorzieningen aan • Ook andere zaken zijn te regelen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeente bepaalt kaders waarbinnen private partijen mogen ontwikkelen • Opnemen Programma van Eisen
<i>Gemeentelijke Exploitatie Maatschappij/ Joint Venture</i>	Verdergaande vorm van Publiek-Private Samenwerking waarbij overheid en markt samen een onderneming oprichten	<ul style="list-style-type: none"> • In overleg verdelen de gemeente en de bouwpartner(s) de taken en risico's 	<ul style="list-style-type: none"> • Samen vaststellen Programma van Eisen
<i>Concessiemodel</i>	Overeenkomst waarbij ontwikkelaars alle gronden krijgen	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeente beperkt zich tot opstellen Programma van Eisen • Inrichting openbare gebied voor rekening ontwikkelaars • Markt draagt risico's 	<ul style="list-style-type: none"> • Opnemen energiedoelstellingen in Programma van Eisen
<i>Statiegeldregeling</i>	Korting op de grondprijs wanneer duurzaam wordt gebouwd	<ul style="list-style-type: none"> • Kan op basis van maatregelenlijst of EPC-verlaging • Looptijd meerdere jaren 	<ul style="list-style-type: none"> • Goed communicatiemoment, bijv. via folder, over de voordelen van energiemaatregelen
<i>Aanbesteding energie-infrastructuur</i>	Gemeenten gunnen middels openbare procedure de aanleg van nieuwe energie-infrastructuur aan natuurlijk persoon of rechtspersoon	<ul style="list-style-type: none"> • Op basis van bestek van gemeente • Kan op basis van BAEl, een AMvB 	<ul style="list-style-type: none"> • Opnemen energiedoelstellingen in bestek

Soorten afspraken	Definitie	Kenmerk/inhoud	Kansen
<i>Intentieverklaring</i>	Eenzijdig of gezamenlijk document waarin brede bedoelingen aan het publiek bekend worden gemaakt	<ul style="list-style-type: none"> • Vrijwillig • Op zichzelf zwak • Sterk wanneer vervolg snel komt • Dus afhankelijk van doorpakken 	<ul style="list-style-type: none"> • Brede energiedoelstellingen en zoekrichtingen • Afspraken voor organisatie en communicatie
<i>Convenant</i>	Gezamenlijke werkafpraak, vaak geldig over meerdere jaren	<ul style="list-style-type: none"> • Vrijwillig • Resultaat van gezamenlijk proces • Gaat uit van gezamenlijk belang 	<ul style="list-style-type: none"> • Sanctiemogelijkheden indien partijen zich niet (geheel) aan de afspraken houden, zijn meestal wel beschreven • Uitoefenen hiervan vereist lef en gebeurt in praktijk zelden • Het convenant levendig houden, is de uitdaging
<i>Prestatieafspraken</i>	Nadere detaillering van convenant of intentieverklaring	<ul style="list-style-type: none"> • Kan tussen gemeente en corporaties of bouwpartijen 	<ul style="list-style-type: none"> • Grondslag voor afspraken met corporatie over energie is ook te vinden het Besluit beheer sociale huursector (Bbsh)

Voor wat betreft de fasen van projectontwikkeling, de betrokken actoren en hun rollen en taken, wordt hier kortheidshalve verwezen naar paragraaf 3.1 van de **“Routeplanner verduurzaming energie op nieuwbouwlocaties in de glastuinbouw”**.

Risico's

Gemeenten neigen ernaar zoveel mogelijk risico's bij marktpartijen neer te leggen. Soms leggen gemeenten eisen in een gunningsprocedure neer die niet voldoende marktconform en soms zelfs niet reëel zijn: de marktpartij moet garanderen dat een bepaalde vergunning tijdig is afgegeven, terwijl dat een publieke taak is. Of er moet een vaste aansluitbijdrage per woning gegarandeerd worden terwijl het uitgiftetempo nog niet bekend en al helemaal niet gegarandeerd is. Het gevolg van dit soort eisen is dat er weinig aanbieders zijn en dat deze hun risico's in de vorm van onnodig hoge risico-opslagen in hun prijsvorming opnemen. Om een duurzaam nutsbedrijf van de grond te krijgen kan het nodig zijn om als gemeente of provincie zelf risicodragend te participeren. Een dergelijke aanpak is bij Bergerden zeer succesvol gebleken. De tuinders nemen bij aankoop van de grond een aandeel in de energiecoöperatie over van de lokale overheid.

Financiering en eigendom energie-infrastructuur

In de financiering gaat het steeds om de vragen wie op welk moment de eigenaar is van welk deel van de infrastructuur en wat de variabele kosten zijn van het gebruik van het systeem, tegenover de zekerheid dat de aangesloten locaties warmte c.q. koude afnemen. In de woningbouw vormen de bijdrage in de aansluitkosten (BAK), warmte- en vastrechtarieven en huur c.q. verkoop van apparatuur, communicerende vaten. Als de gemeente lage koopprijzen wil, zal de meerinvestering van bijvoorbeeld een warmtepompboiler, de projectontwikkelaar in de problemen brengen. De oplossing kan er dan in liggen de energiebesparing om te zetten in de huur voor de installatie, zodat de totale jaarlasten voor energie voor de bewoner gelijk blijven. De aansluitbijdrage, de restwaarde en het vastrecht zijn deels communicerende vaten.

Een fiscale optimalisering kan de investering c.q. exploitatie aanzienlijk gunstiger maken. Specifieke regelingen daarvoor zijn de Groenregeling (gunstige financiering tegen extra lage rente) en de Energie Investerings Aftrek.



3.

Rol van de rijks- overheid bij de stimulering van energieproducerende kassen

Op het niveau van de ruimtelijke ordening heeft de rijksoverheid de afgelopen jaren veel taken bij de lagere overheden gelegd. De belangrijkste rol ten aanzien van energietransitie op lokaal niveau is het bieden van een stabiel investeringsklimaat. Bij de transitie naar een duurzame energie-infrastructuur zijn in de aanvangsfase hogere investeringen benodigd, die zich op termijn terugverdienen. De liberalisering van de energiesector heeft ertoe geleid dat innovaties minder aandacht krijgen. Dat heeft er bijvoorbeeld toe geleid dat de overheid in Rijnmond zelf het initiatief nam tot de oprichting van een warmtebedrijf. Hier investeren de overheden zelf in de uitkoppeling (het 'aftappen') van de industriële warmte.

Op het niveau van tuinders is een financiële stimulans in deze risicovolle eerste fase van groot belang, omdat financiers juist minder financiering verstrekken op risicovolle investeringen.

Nut en noodzaak van financiële overheidsstimulering van de Energieproducerende Kas

Vanwege het innovatieve karakter van Gesloten Kasconcepten is er voorlopig nog sprake van een meerinvestering ten opzichte van de huidige gangbare teeltconcepten. De extra kosten bedragen ± € 90,-/m² voor het deel dat als GeslotenKas wordt gerealiseerd. Voor andere concepten kan de meerprijs wellicht lager uitvallen, maar de meerkosten vormen voor veel tuinders een initiële drempel, omdat ze - als gevolg van de nieuwheid en daarom nog beperkte praktijkervaringen - geen zekerheid hebben over de kwantitatieve opbrengsten, overige voordelen en terugverdienmogelijkheden als gevolg van de toename van de productie, verbeterde productkwaliteit en sterk verlaagde energiekosten.

Vanwege datzelfde innovatieve karakter en de risicoperceptie van financiers ten aanzien van innovaties, hanteren deze strengere regels

voor de financiering dan bij gangbare teeltconcepten, zoals:

- Bij de financierbaarheid op basis van het criterium “zekerheid” stellen banken de executiewaarde van de investeringen in het gesloten deel, gezien het nog innovatieve karakter, op slechts 70% in plaats van de 85% van de normatieve stichtingskosten bij gangbare onroerende zaken;
- Door de fors hogere investeringen ontstaat er een balansverlenging waardoor het relatieve eigen vermogen onder druk kan komen te staan;
- Een eis ten aanzien van de te hanteren terugverdientijd binnen 5 jaar.

Indien op de extra investering 10% wordt afgeschreven en een terugverdientijd van 5 jaar wordt nagestreefd, is berekend dat er voor het gesloten maken van een bestaande kas 70% en bij een nieuwe kas 40% overheidssubsidie op de meerinvestering nodig is (bron: LEI-rapport “Onderbouwing aanvullend stimuleringsinstrument energie-innovatie en reductie CO₂-emissie glastuinbouw”). De besparingspercentages en opbrengstverhogingen zijn daarbij gebaseerd op het succesvolle Themato-project¹. De door financiële instellingen gekozen terugverdientijd is zo kort omdat het volgens hun redenering gaat om een techniek in ontwikkeling van een (semi-) gesloten kas naar de uiteindelijke Kas als Energiebron. Daarbij is bovendien ook de sector nog wat afwachtend omdat nu nog niet duidelijk is of de huidige concepten (zie verder in dit rapport) “het” concept zijn. Derhalve dienen tuinders in de ogen van de financiers uit te gaan van deze relatief korte terugverdientijd. Bovendien speelt hierbij een rol dat er door de nieuwheid en het relatieve gebrek aan praktijkervaring, op dit moment nog niet meer informatie voorhanden is om gunstigere uitgangspunten aan te nemen.

¹ Bron financiële kengetallen:
Sectormanagement Food & Agri,
Rabobank Nederland, LEI.

Daarnaast is van belang dat bij het verstrekken van de benodigde financiële stimulering, de overheid impliciet haar vertrouwen meegeeft aan deze vergaande doorbraken in techniek-, systeem- en sectorinnovatie. Gezien het grote maatschappelijke belang is cofinanciering vanuit de overheid dus zeer goed verdedigbaar, temeer omdat de bestaande (fiscale) stimuleringsregelingen zoals EIA (energie investeringsaftrek), MIA (milieu-investeringsaftrek) en Vamil (vrije afschrijving milieu-investeringen) geen soelaas bieden bij bedrijven die geen winst maken.

De Rijksoverheid heeft de ambitie neergelegd om in 2050 de helft van de benodigde energiebronnen te verduurzamen en is een ambitieus transitieprogramma gestart. Eén van de platform is ketenefficiency. Arthur D. Little heeft voor energieproducerende kassen (Smart greenhouses) nadrukkelijk in de lijst van zes meest veelbelovende technologieën, die een besparing van 130 PJ per jaar kan opleveren.

De sector lijdt nu sterk onder sterk gestegen gasprijzen; het mag straks niet zo zijn, dat we prachtige innovatieve technieken ontwikkelen, maar dat de helft van de bedrijven failliet is gegaan voordat die technieken de markt hebben bereikt.

Kortom: de markt en de techniek staan op doorbreken (zie de bijlagen van deze rapportage), de CO₂-besparingen zijn bijzonder groot, dus voor de rijksoverheid is er alle aanleiding om de glastuinbouw te stimu-

leren om te investeren in grootschalige energie-innovaties. Dat kan via innovatieve stimuleringsconstructies zoals een apart Borgstellingfonds met een speciale categorie voor gesloten kassen, dan wel een aparte UKR-subsidie (Unieke Kansen Regeling, subsidieregeling van het ministerie van EZ) voor de marktintroductie van energieproducerende kassen.

De volgende bijlagen geven technische beschrijvingen van energieproducerende kassen.

De juistheid van de verstrekte informatie is voor rekening van de betreffende leveranciers. Bij een aantal projecten (o.a. de Gesloten Kas) heeft wetenschappelijk onderzoek plaatsgevonden en zijn de uitgangspunten geverifieerd. Bij de FiwiHex-kassen was het onderzoek ten tijde van het publiceren nog niet afgerond. De concepten van Klimrek, Energie Totaal Projecten en Zaal zijn nog in aanbouw, zodat de praktijkervaringen hiermee pas in 2007 zijn te verwachten.



Bijlage I: GeslotenKas©: “Meer produceren met minder energie”

Tekst en afbeelding: Innogrow.

Het GeslotenKas©-systeem is in 1997 ontwikkeld door *Ecofys*, een onderzoek- en adviesbureau op het gebied van duurzame energie en energiebesparing. Op Europees niveau adviseert Ecofys overheden en energiebedrijven over de inzet van water, wind, zonne-energie en energie uit biomassa.

Als deelnemer van de werkgroep “Kas van de toekomst” heeft Ecofys een systeemconcept ontwikkeld waarmee het mogelijk wordt zonne-warmte te oogsten en het kasklimaat te sturen. Ecofys heeft het concept verder uitgewerkt tot het GeslotenKas©-systeem. In januari 2003 heeft Ecofys het stokje overgedragen aan Innogrow.

Innogrow

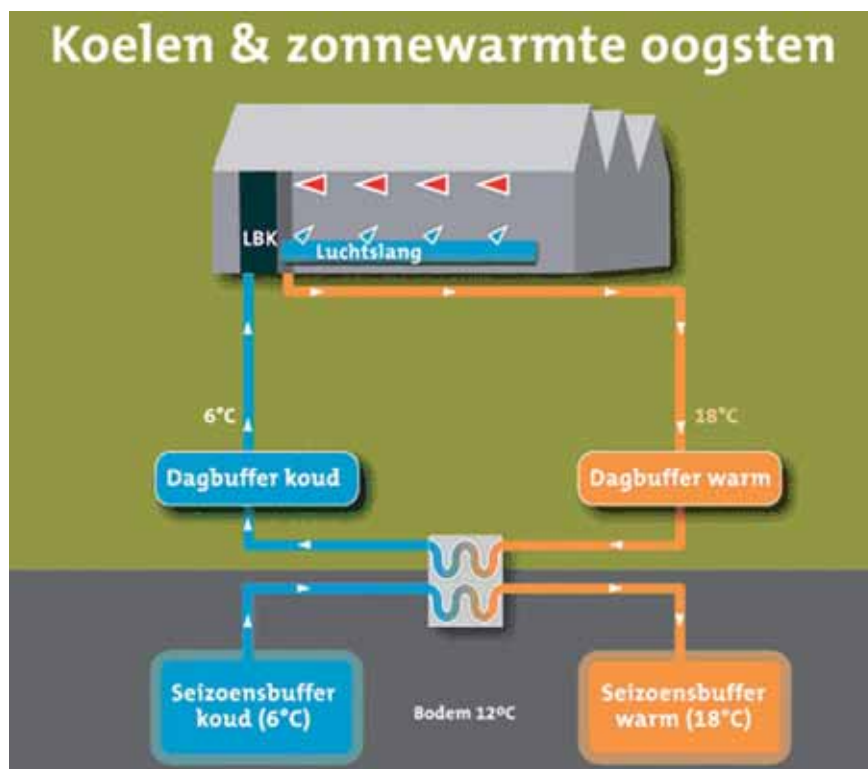
Innogrow is de architect van de GeslotenKas©. Innogrow verkoopt, ontwerpt en begeleidt de realisatie van het energie- en klimaatsysteem en zorgt ervoor dat de kweker er optimaal mee kan werken.

Innogrow is een kennisgedreven organisatie en specialist in het energetisch en economisch doorrekenen van gesloten teelt. Hierbij redeneren we niet vanuit de techniek, maar vanuit de plant.

Het *kassimulatiemodel* en onze klimaat- en energiespecialisten vormen de spil van onze dienstverlening. Op deze manier kunnen we voor u een op maat gesneden systeem ontwerpen of een advies op maat geven.

De GeslotenKas© van Innogrow is een integraal energie- en klimaatsysteem. Eén deel van de GeslotenKas© functioneert als energiebron. In de GeslotenKas© wordt de overtollige zonnewarmte geoogst, opgeslagen en gebruikt op het moment dat daar behoefte aan is, zowel in het gesloten deel als het ‘normale’ kasdeel met te openen ramen.

Het aanwenden van deze energie resulteert in energiebesparing van 20-50% op het *totale areaal*.



De zonnewarmte die wordt geoogst in de gesloten afdeling voorziet de 1,4 ha gesloten kas van warmte; daarnaast is er nog energie over om de 4 ha open kas op temperatuur te brengen. De benodigde hoogwaardige energie in de gesloten kas (ook de extra hulpenergie voor ventilatoren, warmtepomp en aquiferpompen) wordt ruimschoots gecompenseerd. Bovendien wordt er op de 4 ha "open" kas ook nog eens ongeveer 3,5 kuub gas/m² minder verbruikt.

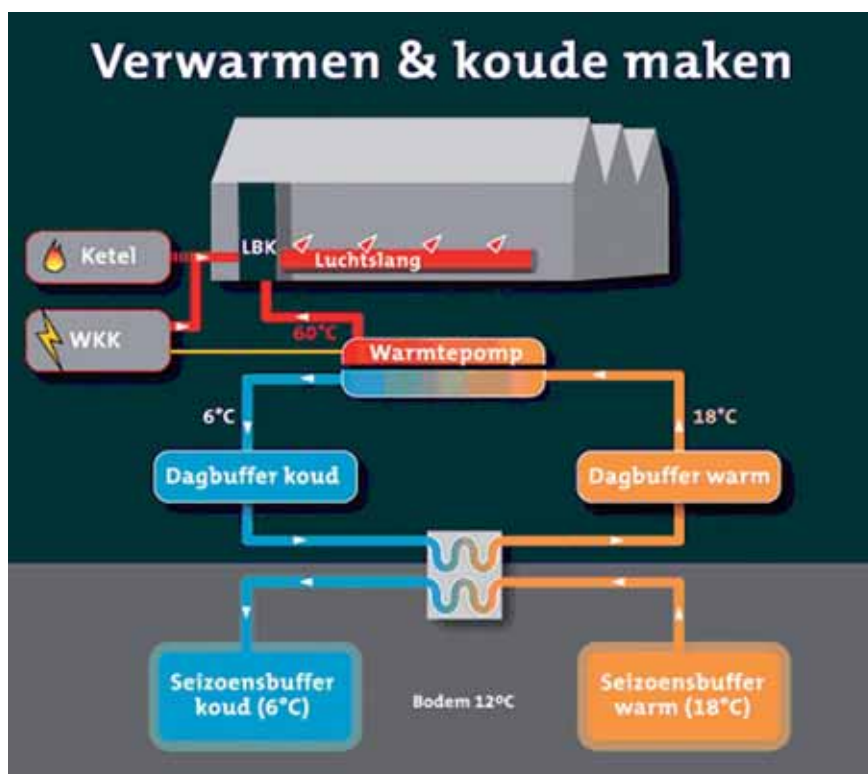
Op basis van de ervaringen uit 2005 heeft het Themato, het eerste bedrijf dat een GeslotenKas exploiteert, besloten de ketel aan de kant van de weg te zetten. Met behulp van een extra warmtepomp gaat Themato zijn gehele bedrijf verwarmen met de zonnewarmte die in de GeslotenKas© geoogst wordt. Voor 2006 is er een gascontact afgesloten voor 1,6 mio m³ gas. Ten opzicht van 2003 betekent dit een besparing van 46% op het totale areaal. Het gasverbruik is hiermee gedaald van 54,6 m³/m² naar 29,6 m³/m², terwijl de productie significant steeg.

De energieproductie in de GeslotenKas© bij Themato kan ook rechtstreeks worden afgeleid uit het feit dat in 2005 26% van het gesloten areaal zorgt voor 36% energiebesparing op het totale areaal. Dit resulteert in een energieproductie van 10%.

Naast het produceren van energie en het regelen van de energiehuishouding, is de GeslotenKas© een geavanceerd klimaatsysteem waarmee de kweker maximale controle krijgt over de groeifactoren luchtvochtigheid (RV), temperatuur (T) en CO₂. Het direct kunnen sturen van het kasklimaat leidt tot een productiestijging, die kan oplopen tot 30% per m².

Werking

Een tuinbouwkas is één grote zonnecollector. Alleen is de invloed van de zon niet gelijkmatig verdeeld over de jaargetijden. In het voorjaar en in de zomer komt er te veel zonnewarmte in de kas, en in de winter weer te weinig. De overtollige zonnewarmte wordt met behulp van een luchtbehandelingkast (LBK) uit de kas afgevoerd en opgeslagen in een aquifer. In de winter wordt het warme bronwater opgepompt en door een warmtepomp verwarmd tot maximaal 60°C. Het koude water dat gelijktijdig met het verwarmen wordt gemaakt, wordt opgeslagen in een koudewaterbron. Dit koude water wordt gebruikt om de kas te koelen en te ontvochtigen.



Luchtbehandeling

Het kasklimaat komt tot stand door de circulatie van geconditioneerde lucht. De kaslucht wordt in een luchtbehandelingkast op de gewenste luchtvochtigheid en temperatuur gebracht, en via luchtslangen in de kas verdeeld. In de luchtbehandelingkast wordt tevens CO₂ toegevoegd.

Klimaatsturing

In de GeslotenKas© kan de kweker het gewenste klimaat “maken”. Het volledig computergestuurde systeem zorgt ervoor dat de kastemperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en CO₂ op het gewenste niveau komen en blijven. Het GeslotenKas©-systeem volgt heel nauwkeurig, als een soort climate control, de ingestelde setpoints. Hiermee behoren de klimaat-schommelingen die optreden bij klimaatbeheersing via buizen en ramen tot het verleden.

Voordelen

De belangrijkste voordelen van de GeslotenKas© zijn:

- Zelf produceren van energie, wat resulteert in een energiebesparing op het totale areaal van 20-50%;
- Productiestijging per m² van 20-30%;

- Afname gewasbescherming;
- Terugwinnen van condenswater;
- Verlagen van de CO₂-uitstoot.

Productiestijging

De productiestijging is voor een belangrijk deel te verklaren door CO₂. Met het GeslotenKas©-systeem is een constant CO₂-niveau van 1.000 p.p.m. en hoger reëel. Verder gedijt het gewas goed bij een vlakke luchtvochtigheid en temperatuur, en wordt het gewas productiever door de luchtbeweging rondom de plant.

De praktijk wijst uit dat de productiestijging zich niet alleen beperkt tot de “gesloten” afdeling. Overtollig CO₂ uit de GeslotenKas(r) kan immers worden aangewend in de open afdelingen. Daarnaast leidt kennis over gesloten teelt tot inzichten die de productie in de open kas doen stijgen.

Afname gewasbescherming

Het gecontroleerde kasklimaat in een GeslotenKas(r) geeft veel schimmelziektes en infecties geen kans. Door de gedwongen luchtbeweging ontstaat er nooit een dood klimaat. Verder is invliegen uitgesloten door het jaarrond gesloten houden van het kasdek.

Maatschappelijke betekenis

In de GeslotenKas© gaan “intensief” en “duurzaam” hand in hand. De kweker kan zijn concurrentiepositie behouden en tegelijkertijd kan hij de schaarse natuurlijke hulpbronnen respecteren.

Daarnaast kan de Nederlandse glastuinbouw een extra functie krijgen. De primaire functie ligt bij het produceren van de lekkerste tomaten of de mooiste rozen, maar de kas kan tevens ingezet worden als energieproducent.

Een kweker kan met de GeslotenKas© kiezen om energie te leveren aan zichzelf of aan een collega-kweker. Maar ook het leveren van warmte aan een naburige woonwijk behoort tot de mogelijkheden.

Projectinformatie

Inmiddels werken vier telers met het GeslotenKas©-systeem. Daarnaast wordt er veel interesse getoond vanuit het buitenland en de grote tuinbouwgebieden die in ontwikkeling zijn. De energie-infrastructuur en de inpassing van GeslotenKas©-systemen hebben daarbij bijzondere aandacht. Innovatieve ontwikkelingsprojecten zorgen ervoor dat energie een prominente plek krijgt in het masterplan.

Om u een beeld te geven van de projecten, volgt hieronder een korte schets van de vier GeslotenKas©-projecten.

1. Themato

Bedrijfsgegevens

Oppervlakte:	5,4 ha
Teelt:	Pruimtomaat
Productie:	3,3 miljoen kilo
Afzetorganisatie:	The Greenery
Afzetmarkt:	Nederland en Europa
Vestigingsplaats:	Berkel en Rodenrijs
Productontwikkeling:	Syngenta
Overige informatie:	Naast de eigen productie, sorteert en distri-

bueert Themato tomaten van 5,8 ha van collega-telers. De verkoop vindt plaats onder de naam Red Fresh-pruimtomaten. Themato is The Greenery-teler van het jaar 2002 en winnaar van de MVO-stimuleringsprijs 2004.

Systeemomschrijving:

Locatie: Berkel en Rodenrijs
 Oppervlakte: 1,4 ha
 Inpassing: Bestaande bouw
 Energieproductie: 1,4 -> 5,4 ha (26% -/- 36% = 10%)

Ontwerp en realisatie

Systeemontwerp: Innogrow
 Installatie: NVM
 Computer: Priva (www.priva.nl)
 Bouwbegeleiding: Innogrow
 Bedrijfsklaar: Sinds februari 2004

Resultaten teeltseizoen 2005

Energieproductie: 26% - 36% = 10%
 Energiebesparing: 36% op het totale areaal
 Meerproductie: 22% gesloten afdeling; 9% open afdeling

De GeslotenKas© bij Themato was de eerste energieproducerende kas ter wereld. Om de markt te informeren heeft Themato vanaf het eerste teeltseizoen een democentrum geopend. In december 2005 sloot het democentrum zijn deuren nadat er ±3.600 bezoekers de GeslotenKas© hebben bezocht. Vanwege de successen in de GeslotenKas© wordt er in 2006 een proef met paprika gehouden in de gesloten afdeling. Productiegroei en besparen op de energiekosten zouden zeer welkom zijn bij dit gewas.

Op basis van de ervaringen in 2005 heeft Themato besloten de ketel aan de kant van de weg te zetten. Met behulp van een extra warmtepomp gaat Themato zijn gehele bedrijf verwarmen met de zonnewarmte die in de GeslotenKas© geogst wordt. Voor 2006 is er een gascontact afgesloten voor 1,6 mio m³ gas. Ten opzicht van 2003 betekent dit een besparing van 46% op het totale areaal. Het gasverbruik is hiermee gedaald van 54,6 m³/m² naar 29,6 m³/m², terwijl de productie toenam.

Klimaat:

De bekende zomerproblemen als extreem lage RV's, lage CO₂-niveaus en niet-beheersbare temperaturen behoren in de GeslotenKas© tot het verleden. De RV kon constant tussen de 80 en 85 procent gehouden worden terwijl de RV in de "open" kas op momenten terugliep naar 40%. Het vochtdeficit liep in de "open" kas soms op tot 20 in tegenstelling tot de GeslotenKas©, waar het vochtdeficit nooit boven de 6 is uitgekomen. Het CO₂-niveau in de GeslotenKas© bleef constant hoog (>700 ppm) ondanks de instraling die op sommige momenten 900 W/m² bedroeg. In de "open" afdeling gleed het CO₂-niveau af naar buitenwaarde (maximaal 420 ppm).

Het controleerbare kasklimaat resulteerde onder meer in een hogere plantbelasting. In de "open" kas hingen gemiddeld 5 trossen per plant; in de GeslotenKas© maakte de plant gemiddeld 7 trossen aan.

2. Van der Lans

Bedrijfsgegevens:

Oppervlakte:	36 ha
Teelt:	Tros-cherry-tomaat/grove pruimtomaat
Telersvereniging:	Action Pearl
Afzetmarkt:	Nederland en Europa
Vestigingsplaats:	Diverse locaties Westland en Zeeland

Systemomschrijving:

Locatie:	Rilland
Oppervlakte:	1,6 ha
Inpassing:	Nieuwbouw
Energieproductie:	1,6 -> 6 ha (21% -/- 30% = 9%)

De GeslotenKas© bij Van der Lans is geschikt gemaakt voor belichte teelt onder een volledig gesloten kasdek. In Rilland wordt er gebruik gemaakt van een kasomhulling o.b.v. de SunergieKas© van de P.L.J. Bomgroep. Antireflecterend glas en het achterwege laten van het raammechanisme in deze kasomhulling zorgen voor een aanzienlijke lichtwinst van (\pm 8%). Daarnaast zal in de kas gebruik worden gemaakt van de laatste productinnovatie: het gecontroleerd bijmengen van buitenlucht. Hierdoor neemt de koellast af.

Ontwerp en realisatie

Systeemontwerp:	Innogrow
Installatie:	Van der Arend (www.arend.nl)/Bom groep (www.bomgroep.nl)
Computer:	Priva (www.priva.nl)
Bouwbegeleiding:	Innogrow
Bedrijfsklaar:	April 2006

3. Prominent

Bedrijfsgegevens

Oppervlakte:	104 ha
Teelt:	Trostomaat
Afzetorganisatie:	The Greenery
Afzetmarkt:	Nederland, Europa en VS
Vestigingsplaats:	's-Gravenzande
Overige informatie:	Prominent bestaat uit 22 kwekers uit het Westland. Zij investeren gezamenlijk in innovaties. De ervaring die ze hiermee opdoen, wordt onderling gedeeld. In het verleden werd er onder meer geïnvesteerd in een distributiecentrum en een WKK-cluster. Prominent is de winnaar van de NTO themaprijs 2006.

Systemomschrijving:

Locatie:	's-Gravenzande
Oppervlakte:	3,6 ha
Inpassing:	9,5 ha nieuwbouw
Energieproductie:	3,6 ha -> 9,5 ha
Bijzonderheden:	Het klimaat- en energiesysteem is op maat gemaakt voor 9,5 ha nieuw te bouwen kas. Hiermee is Prominent de eerste partij die het GeslotenKas©-systeem

grootschalig gaat inzetten. In de nieuwbouwkas wordt 3,6 ha gesloten. De gesloten afdeling voorziet zichzelf van warmte. Daarnaast wordt de resterende warmte gebruikt op 5,9 ha open kas. Bij de GeslotenKas© van Prominent zal gebruik gemaakt worden van de meest recente vinding: het gecontroleerd bijmengen van buitenlucht.

Ontwerp en realisatie

Systeemontwerp: Innogrow
 Installatie: Van Arend
 Computer: Priva (www.priva.nl)
 Bouwbegeleiding: Innogrow
 Bedrijfsklaar: Medio 2006

4. Tas

Bedrijfsgegevens

Oppervlakte: 5,4 ha
 Teelt: Pruintomaat
 Afzetmarkt: Nederland en Europa
 Vestigingsplaats: Zevenhuizen

Tas kiest voor uitbesteding van het beheer van het GeslotenKas©-systeem. Het beheer, inclusief het onderhoud en de vereiste investeringen komen voor rekening van NUON business via het nieuwe TBEA (Totaal Beheer Energy Activiteiten) model. Met dit model gaat NUON business niet alleen de WKK beheren, maar ook de verschillende andere technische aspecten van de GeslotenKas©. Denk hierbij aan het bronnenbeheer en de vereiste rapportages t.b.v de gebruiksvergunning.

Systemomschrijving:

Locatie: Zevenhuizen
 Oppervlakte: 0,7 ha
 Inpassing: Bestaande bouw
 Energieproductie: 0,7 -> 5,4ha

Het systeem is ontworpen op belichte teelt. Tevens is de mogelijkheid tot het gecontroleerd bijmengen van buitenlucht geïntegreerd. Deze productinnovatie draagt er toe bij dat de koelinstallatie kleiner gedimensioneerd kan worden. Dit resulteert in een lagere initiële investering.

Ontwerp en realisatie

Systeemontwerp: Innogrow
 Installatie: PB-Techniek
 Computer: Hortimax (www.hortimax.nl)
 Bouwbegeleiding: Innogrow
 Bedrijfsklaar: Maart 2006

Innogrow BV
 Postbus 8408, 3503 RK Utrecht
 Kanaalweg 16-G, 3526 KL Utrecht
 T 030 - 280 78 10, F 030 - 280 78 20, E info@innogrow.nl



Bijlage 2:

Fiwihex: de Kas als Energiebron

Tekst en afbeeldingen: Ir. A. ter Beek, Fiwihex BV.

Er zijn sinds het voorjaar 2006 twee Fiwihex-proefkassen in bedrijf: bij Aad Cornelissen in Berlicum en bij Stef Huisman in Huissen. De oppervlaktes van deze kassen zijn 1.000 m² en 2.500 m². Verwacht wordt dat in 2007 in totaal 20 hectare Fiwihex-kassen gebouwd worden. Fiwihex-kassen bieden voordelen in de teelt én in exploitatie. Ervaring die nu opgedaan wordt in Fiwihex-proefkassen veroorzaakt een omwenteling in de glastuinbouw. De glastuinbouw in Nederland wordt onafhankelijk van aardgas.

a. De Fiwihex Gesloten Kas, 90% besparing op fossiele brandstof

De Fiwihex gesloten kas bespaart 90% op het gebruik van fossiele brandstof ten opzichte van een met aardgas verwarmde kas. Dit is mogelijk door de combinatie van de Fiwihex-water/luchtwarmtewisselaars en warmteopslag in de bodem en in dagbuffers.

Fiwihex-warmtewisselaars vormen een doorbraak op het gebied van warmteoverdracht tussen lucht en water. Warmteoverdracht in Fiwihex-warmtewisselaars is eenvoudigweg veel goedkoper dan met elke andere warmtewisselaar. Dit uit zich in de prijs van de warmtewisselaar én de resterende energiekosten voor het verplaatsen van lucht en water door warmtewisselaar (10.000 euro per jaar per hectare Fiwihex-kas). Bij koelen wordt koud water uit de aquifer gebruikt van 10°C. Dit water wordt opgewarmd tot 26°C. De luchttemperatuur in de kas is dan 28°C.

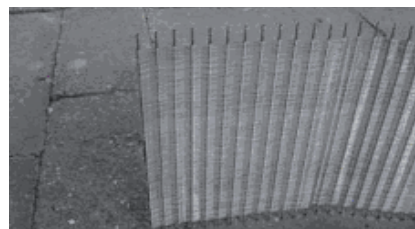
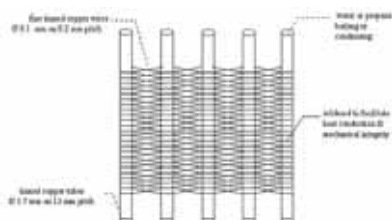
Bij een buitentemperatuur van 0°C is een watertemperatuur van 23°C voldoende om de kas tot 20°C te verwarmen.

Onder Nederlandse condities bestaat er een warmteoverschot in de kas van zo'n 75%. Per hectare kas kan dus met restwarmte aanvullend 0,75 hectare conventionele kas verwarmd worden. Hiervoor is wel een warmtepomp nodig. Water uit de aquifer of uit de dagbuffer moet opgewarmd worden tot 50-60°C. De netto kostenbesparing op het energieverbruik voor het verwarmen van de conventionele kas is 60%.

b. De Fiwihex-warmtewisselaar



De koelcapaciteit van de Fiwihex-warmtewisselaar op bovenstaande afbeelding is 25 kW. De Fiwihex-warmtewisselaar is uitgerust met een dwarsstroomventilator. De maximum koelcapaciteit wordt bij een luchtsnelheid van 6 m/sec door de warmtewisselaar bereikt. De afmetingen van het apparaat zijn 1,2 x 0,8 x 0,2 meter. Binnenkort wordt het apparaat vervangen door een vernieuwde versie met een 40% kleiner volume en dezelfde warmteoverdracht. De efficiënte warmteoverdracht tussen lucht en water wordt gerealiseerd door een sterk vergroot contactoppervlak voor warmteoverdracht. (Koel)water stroomt door parallel geplaatste capillairen (2,6 mm), om de capillairen is weefsel van koperdraad (0,1mm) aangebracht. Warmtetransport vindt plaats vanuit het capillair naar het koperdraad en van het koperdraad naar de lucht. Door het gebruik van het koperdraad wordt het oppervlak voor warmteoverdracht met een factor 10 vergroot. Zie onderstaande figuren en www.fiwihex.nl. De luchtverplaatsing is per Fiwihex-warmtewisselaar 500 tot 4.000 m³/hr. De lucht in de kas wordt dus 3 tot 20 maal per uur behandeld. De maximale koelcapaciteit, en daarmee ventilatiecapaciteit is nodig bij sterke instraling van de zon.



c. Plaatsing van Fiwihex in de kas



De koelcapaciteit van een Fiwihex-warmtewisselaar is zodanig gekozen dat er per kassegment een Fiwihex-warmtewisselaar geplaatst wordt. Kassegmenten hebben doorgaans een oppervlakte van 40-50 m². Fiwihex gesloten kassen worden gebouwd met een koelcapaciteit van 600 W/m². Per segment is dus een koelcapaciteit van circa 23 kW nodig. De maximale koelcapaciteit van een Fiwihex-warmtewisselaar is 25kW. Er worden circa 250 Fiwihex-warmtewisselaars geplaatst per hectare kasoppervlak. Warmteoverdracht vindt decentraal plaats in de kas. Warmtetransport met water vergt veel minder ruimte dan warmtetransport met lucht. Decentraal plaatsen van de warmtewisselaars maakt dat de impact op de indeling en het ruimtegebruik in de kas minimaal is. De huidige proefopstelling in Berlikum is op eenvoudige wijze opgebouwd in een bestaande kas. De watertransportleidingen liggen op de grond. De installatie is uitgevoerd in een kas waarin de teelt aanwezig was. De

plaatsing van de Fiwihex-warmtewisselaars is afhankelijk van het gewas. Bovenstaande afbeelding is gemaakt in de proefopstelling.

d. Gebruik van een Fiwihex-kas

De Fiwihex-kas wordt bedreven als een gesloten kas. Het warmteoverschot 's zomers wordt weg gekoeld met koelwater uit de aquifer. Het geproduceerde warme water wordt vervolgens opgeslagen in de dagbuffer en vandaaruit naar de aquifer getransporteerd.

Verwarmen van de kas vindt van maart tot november plaats vanuit de dagbuffer. In die periode is er netto over het etmaal een warmteoverschot in de kas. In de drie wintermaanden wordt warmte voor verwarmen onttrokken aan de aquifer.

Bij een goed functionerende warmteopslag in de aquifer is het verbruik aan fossiele brandstof voor verwarming na één tot twee jaar na de opstart tot nul gereduceerd.

In de winter wordt koud koelwater geproduceerd in een koeltoren of in een warmtepomp. Het overall warmteoverschot van de kas wordt naar de atmosfeer afgevoerd of gebruikt voor verwarming van een conventionele kas.

De Fiwihex-warmtewisselaars maken verwarming van de Fiwihex-kas mogelijk zonder het gebruik van een warmtepomp of enig ander mechanisch hulpmiddel. De temperatuur in de kas is gedurende koelen 6-10°C hoger dan bij verwarmen met water uit de aquifer.

Bij verwarming vanuit de dagbuffer is het temperatuurverschil beperkt tot 4-6°C. Er zijn dan nauwelijks opslagverliezen.

Het energieverbruik van de kas is beperkt tot het stroomverbruik van de pompen en ventilatoren. De kosten van elektriciteit zijn 5 tot 10% van de verwarmingskosten van een conventioneel verwarmde kas (gasgestookt). De temperatuur in de kas is 's zomers gedurende daglicht tussen 26 en 30°C; gedurende (koude) winternachten is de temperatuur in de kas altijd tussen 16 en 20°C (16°C bij een buitentemperatuur van -20°C).

Daarnaast bestaan ook andere voordelen bij toepassing van de Fiwihex-kas naast minimaal 90% besparing op fossiele brandstof. Het klimaat in de kas is veel stabiel en is beter beheersbaar. Er is een regelmatig verloop van vochtigheid en temperatuur. Plotselinge veranderingen treden niet op omdat de ramen van de kas gesloten blijven. Groeistress wordt vermeden. Verwacht wordt dat dit een productietoeename tot gevolg zal hebben.

Omdat de kas gesloten is, moet CO₂ aangevoerd worden via een CO₂-dosering. De CO₂-concentratie kan echter op een hogere concentratie ingesteld worden dan het natuurlijke niveau, waardoor de groei bevordert wordt. De efficiency van de CO₂-dosering is veel hoger dan in normale kassen omdat het verlies naar de omgeving vrijwel nihil is (geen verlies van CO₂ door open dakramen).

Omdat de kas nauwelijks geopend wordt, is er een sterke afname van het aantal insecten in de kas. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kan verminderd worden.

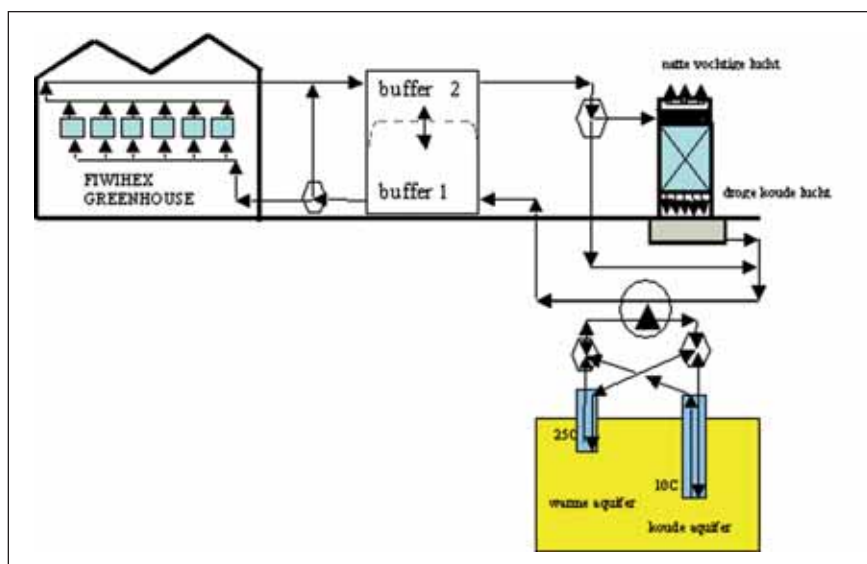
In Fiwihex-warmtewisselaars wordt vrijwel al het water dat door de planten verdampt, wordt weer opgevangen als condensaat en kan het water hergebruikt worden als irrigatiewater. In veel gevallen kan hierdoor de kwaliteit van het water verbeterd worden, waardoor een aan-

zienlijke verhoging van de productie verkregen kan worden. Verwacht wordt dat er een toename van de productie gerealiseerd kan worden ten opzichte van een conventioneel bedreven kas. Schattingen van deze toename lopen uiteen van 10 tot 20%.

e. De Fiwihex-installatie

De Fiwihex-installatie bestaat uit een vloeistofcirculatiesysteem. Onderdelen van het circulatiesysteem zijn de Fiwihex-warmtewisselaars, de koeltoren, de dagbuffer, de scheidingswarmtewisselaar en vloeistofcirculatiepompen. De koeltoren kan vervangen worden door een warmtepomp met warmtelevering aan conventionele kassen. Daarnaast vindt een separate vloeistofcirculatie plaats over de koude en warme opslag in de aquifer (zie flowsheet/figuur 1). Het proces wordt gestuurd afhankelijk van de vraag naar koeling of verwarming in de kas. Daarnaast bestaan er regelkringen voor de CO₂-suppletie en beheersing van de vochtigheid in de kas. De uitgangspunten van de regelstrategie staan apart beschreven.

Figuur 4: Kas met Fiwihex-installatie



Dagbuffer

De dagbuffer dient voor het opvangen van de schommelingen in koudwatervraag over het etmaal. De vraag naar koeling is vrijwel uitsluitend afhankelijk van de instraling van de zon. 's Nachts is de vraag naar koeling vrijwel nihil. In juli neemt de koelwatervraag overdag toe vanaf vrijwel nihil bij zonsopgang tot 300 m³/h/ha om 14.00 uur. Daarna neemt de vraag weer af tot vrijwel nul bij zonsondergang. Gemiddeld over een etmaal is de koud water vraag 130 m³/h/ha. Door toepassing van een dagbuffer kan de capaciteit van de aquifer beperkt blijven tot de gemiddelde vraag over het etmaal. Hierdoor wordt een aanzienlijke kostenbesparing gerealiseerd op de aanleg van de warmteopslagen in de aquifer.

Gedurende de maanden maart tot en met oktober bestaat er een netto warmteoverschot in de kas. In die periode wordt en geen (of nauwelijks) gebruik gemaakt van het warm water uit de aquifer. In de warmtevraag wordt voorzien uit de dagbuffer. Overdag gewonnen warmte wordt gebruikt voor verwarming 's nachts.

Het benodigde volume van de dagbuffer varieert tussen 1000 m³ en 1600 m³ per hectare.

Koeltoren of warmtepomp

De koeltoren wordt gebruikt in de winterperiode voor de productie van koud water 's zomers. In de winter is gedurende minimaal 3 maanden de dauwpunttemperatuur lager dan 5°C, waardoor koelwater van 9°C geproduceerd kan worden. Koud water van 10°C is 's zomers nodig, om dan de maximale koelcapaciteit van de FiwiHex-warmtewisselaar beschikbaar te hebben. De capaciteit van de koeltoren is afgestemd op de koudwatervraag 's zomers.

Een alternatief voor een koeltoren is een warmtepomp. Hiermee wordt de restwarmte opgewerkt voor gebruik in conventionele kassen of voor eventuele levering van warmte extern (woningen, utiliteitsbouw, enz).

Scheidingswarmtewisselaar

Er wordt een scheidingswarmtewisselaar toegepast tussen water uit de aquifer en de circulatie van water over de FiwiHex-installatie. Deze scheidingswarmtewisselaar wordt toegepast om verstopping van de aquifer te vermijden. De vloeistofcirculatie van FiwiHex-installatie is niet volledig dicht voor lucht. Vanwege kosten worden pvc-leidingen toegepast voor het deel van de installatie dat in de kas aangelegd wordt. Door deze leidingen vindt enige zuurstofdiffusie plaats. Ook vindt er in de koeltoren beluchting plaats. Water uit de aquifer is vrij van zuurstof. Door beluchting van dit water treedt een chemische verandering op waardoor opgelost ijzer, dat vrijwel altijd aanwezig is in het bronwater, neerslaat als ijzerhydroxide. Ijzerhydroxide is aanleiding tot verstopping van de aquifer rondom de bron.

f. Concepten voor FiwiHex-kassen

In samenwerking met tuinders zijn diverse concepten ontwikkeld waarin FiwiHex-kassen toegepast worden. Deze concepten worden dit jaar en volgend jaar gerealiseerd.

De gesloten FiwiHex-kas met afvoer van warmte naar een koeltoren is het basisconcept. Dit concept is bovenstaand beschreven. De koeltoren is nodig om het warmteoverschot in de winterperiode af te voeren.

Halfgesloten FiwiHex-kas in belichte kas met restwarmtelevering aan woningen.

Uitvoering als half gesloten kas is tevens mogelijk. Het geïnstalleerde koelvermogen bepaalt in hoeverre ramen 's zomers gesloten kunnen blijven. Ook is de mate waarin bespaard op fossiele brandstof afhankelijk van het geïnstalleerde koelvermogen.

Gesloten FiwiHex-kas met restwarmtelevering aan conventionele kas.

Een gesloten kas met restwarmtelevering biedt aanvullende besparingen op het gebruik van fossiele brandstof. Per hectare kan in Nederland circa 0,75 ha conventionele kas verwarmd worden met restwarmte. Hiervoor is een warmtepomp nodig. Dit concept lijkt het meest geschikt voor omschakeling van aardgas naar FiwiHex-technologie (zie kostenevaluatie).

Gesloten FiwiHex-kas in combinatie met vergister en restwarmtelevering aan conventionele kas.

Een aanvulling op dit concept is een combinatie met een vergister. Biogas uit de vergister wordt gebruikt voor opwekking van elektriciteit. Restwarmte wordt gebruikt voor verwarming van 0,75 ha kas. Elektriciteit wordt gebruikt voor pompen en ventilatoren van de Fiwihex-kas en de warmtepomp voor de verwerking van restwarmte van de Fiwihex-kas. Daarnaast wordt 60% van de elektriciteit aan het openbare net geleverd. Dit concept bestaat uit een (1 ha) Fiwihex-kas, restwarmtelevering aan totaal 1,5 ha conventionele kas, een vergister met bijbehorende warmtekrachtkoppeling. Het voordeel van dit concept is dat er nuttig gebruik gemaakt wordt van de productstromen uit de vergister + wkk (restwarmte, CO₂ en elektriciteit) (Zie kostenevaluatie).

Daarnaast bestaat er het Zonneterp-concept, waarbij ook de water-, stikstof- en koolstofkringlopen tussen woningen en kassen ontwerpuitgangspunt zijn. Hiervoor wordt verwezen naar de website www.zonneterp.nl.

g. Exploitatiemodellen van Fiwihex-kassen

In onderstaande tabel worden op vereenvoudigde wijze exploitatierekeningen weergegeven van diverse Fiwihex-kasconcepten. Deze berekeningen zijn globaal en afhankelijk van specifieke omstandigheden van de afnemer.

Door de overheid is voor een aantal projecten een bijzondere EOS-demo respectievelijk EOS-UKR-subsidie verleend. Deze subsidie is verleend om de haalbaarheid van de technologie te demonstreren. Verwacht wordt dat er nog op een aantal projecten EOS-UKR verleend zal worden. Een EOS-demo is alleen mogelijk op nieuwe ontwerpen die de economische haalbaarheid van het concept verder vergroten. In het onderstaande overzicht wordt alleen rekening gehouden met standaard 44% MIA investeringsaftrek.

Concept	1 ha Fiwihex-kas Restwarmtelevering 0,8 ha conventionele kas	1 ha Fiwihex-kas Restwarmtelevering 1,5 ha conventionele kas Leveren van elektriciteit aan openbaar
<i>Hoofidcomponenten</i>	250 Fiwihex-warmtewisselaars 1.600 m ³ Scheidingswarmtewisselaar Warmteopslag in aquifer Warmtepomp	250 Fiwihex-warmtewisselaars Dagbuffer 1.600 m ³ Scheidingswarmtewisselaar Warmteopslag in aquifer Warmtepomp Vergister + wkk
<i>Fiwihex-installatie</i>	€ 1.470.000	€ 2.400.000
<i>Kosten van conventionele verwarmingsinstallatie</i>	€ 100.000	€ 100.000
<i>44% MIA aftrek (=15% investering)</i>	€ 205.500	€ 345.000
<i>Netto extra investering</i>	€ 1.164.500	€ 1.955.000
<i>Exploitatievoordeel 3 jaar na in gebruikname¹⁾</i>		
<i>Besparing aardgas Fiwihex-kas²⁾</i>	€ 137.500	€ 137.500
<i>Meeropbrengst Fiwihex-kas³⁾</i>	€ 72.000	€ 72.000

Concept	1 ha Fiwihex-kas Restwarmtelevering 0,8 ha conventionele kas	1 ha Fiwihex-kas Restwarmtelevering 1,5 ha conventionele kas Leveren van elektriciteit aan openbaar
Besparing aardgas restwarmtelevering 0,75 ha conv. Kas; min kosten elektriciteit warmtepomp ⁴⁾	€ 66.000	€ 176.000
Kosten CO ₂ -bemesting ⁵⁾	€ 0	€ 0
Besparing op waterverbruik ⁶⁾	€ 11.680	€ 11.680
Onderhoud van Fiwihex-installatie ⁷⁾	-€ 68.500	-€ 115.000
Kosten elektriciteit Fiwihex-installatie	-€ 10.000	-€ 10.000
Exploitatiekosten vergister	€ 0	-€ 150.000
Exploitatievoordeel	€ 208.680	€ 457.582
Terugverdientijd in jaren (zonder effect opwarmen buffer ⁸⁾)	Circa 6,6 jaar	Circa 5,0 jaar

Er bestaan daarnaast andere exploitatievoordelen. De kwaliteit van de producten verbetert duidelijk. De groei is gelijkmatiger. Het gebruik van gewassenbeschermingsmiddelen neemt af. Deze voordelen zijn in dit stadium nog niet goed te kwantificeren.

Marcel ter Beek
Fiwihex BV
Kleibultweg 2 a
7575BN Oldenzaal
T 0541-532181 of 06-20 996280
E marcel@fiwihex-international.com

¹ Exploitatievoordeel neemt toe in de eerste jaren. De warmtebuffer in de aquifer moet worden opgewarmd. Dit vergt 2-3 jaar.

² Aardgasprijs € 0,25 per m³ (verwachte prijs in 2008).

³ In een Fiwihex-proefkas in Almeria (tuinbouwgebied in Spanje) is in 2004 een meerproductie gerealiseerd van 50-100%. Voor Nederlandse condities wordt een meerproductie verwacht van 10-20%. In dit voorbeeld is gerekend met 15%.

⁴ De COP van de warmtepomp is 6. De kosten van elektriciteit zijn 40% van de besparing op het aardgasverbruik.

⁵ Vaak is gedurende een groot deel van het jaar CO₂-bemesting mogelijk vanuit een bestaand ketelhuis. De kosten voor CO₂-bemesting zijn niet meegerekend.

⁶ Het netto waterverbruik van de kas is vrijwel nihil. Water dat door planten wordt verdampt, condenseert grotendeels in de Fiwihex-warmtewisselaars en kan gerecirculeerd worden. Tijdens experimenten is gebleken dat 80-90% recirculatie mogelijk is.

⁷ Voor onderhoud van de Fiwihex-installatie wordt jaarlijks 5% van de investering begroot.

⁸ Dit is slechts een indicatie van de terugverdientijd. Diverse factoren beïnvloeden de exploitatie.



Bijlage 3:

Klimrek

EnergieScherm

Tekst en afbeeldingen: Sjaak van Dijk, Klimrek Producten.

We hebben de ontwikkeling gestart om met een beperkte investering een systeem te realiseren dat zowel een teeltinstrument als een energiesysteem omvat. Doordat we deze beide uitgangspunten als ontwerpcondities gekozen hebben wordt de terugverdientijd aanmerkelijk verkort en daardoor zal voor een groot deel van de kwekers een energieleverende kas binnen bereik komen.

Het basisprincipe van het Klimrek EnergieScherm is een transparante warmtewisselaar boven in de kas, vlak onder het kasdek. De mogelijkheden voor warmteogst zijn daar het beste, tevens is het ook de plek waar de warmteverliezen uit de kas plaatsvinden. Over de warmtewisselaar, een zeer transparante folie, stroomt een waterfilm die de warmte opneemt en afvoert.

De marktpositionering is die van een geavanceerd standaard scherm dat als een totaal systeem of als deelsysteem toepasbaar is.

Een proefopstelling van het EnergieScherm laat zien dat er goede mogelijkheden zijn echter het wachten is op een praktijktest.

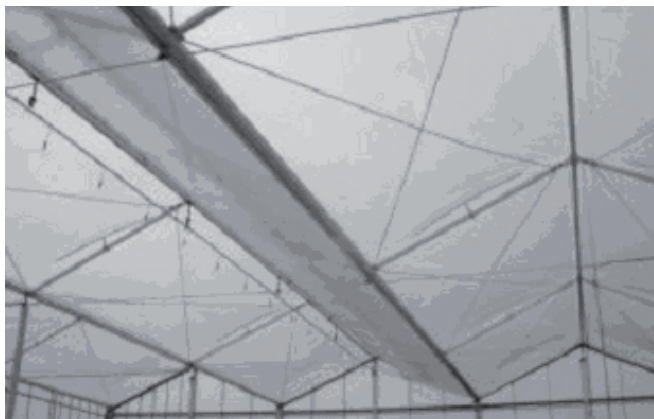
Omdat gesloten telen nu nog grote investeringen vergen is dit nu nog niet rendabel, Door gebruik te maken van de combinatie van luchtbehandelingskasten of Fiwihex warmtewisselaars met een Klimrek EnergieScherm kunnen de kosten van het gesloten kassysteem fors verlaagd worden.

Een scherminstallatie is bij nieuwbouw een standaard onderdeel van de bedrijfsuitrusting. Het voordeel van de energiebesparing weegt

ruimschoots op tegen het lichtverlies en de investeringskosten van de scherminstallatie. Het schermstelsel van Klimrek heeft echter belangrijke voordelen ten opzichte van het standaard scherm. Het laat namelijk meer groeilicht in de kas toe, het realiseert meer energiebesparing en het zorgt verder voor een beter stuurbaar kasklimaat.

We combineren de lichtdoorlatende voordelen van een helder folie met de stuurmogelijkheden van een beweegbare scherminstallatie. Het

gebruik van het scherm in de zomer is voor actieve koeling van de kas, en in de winter het verhogen van de isolatiewaarde.



a. Schermen met de dekhelling mee

Het Klimrek EnergieScherm loopt niet zoals gebruikelijk horizontaal, maar evenwijdig met de schuine zijden van het dek naar de nok van de kas. De kleinere 'spouw' tussen kasdek en scherm geeft een hogere isolatiewaarde dan bij een standaard horizontaal scherm. Een verder voordeel dat het scherm schuin staat is dat het condenswater in een geïntegreerde condensgoot opgevangen wordt waardoor het in de kas droog blijft.

Er kunnen meer scherm uren gerealiseerd worden met een Klimrek EnergieScherm doordat de schermen van beide dekhelften onafhankelijk van elkaar te bedienen zijn. Hierdoor kan in de winter bijvoorbeeld eerst de zonkant geopend worden, en pas later de andere zijde. Door deze wijze van schermen zijn klimaatschokken bij het openen beter op te vangen. Een verder voordeel van de kleinere spouw is dat deze minder 'kouval' bij het openen veroorzaakt waardoor er nauwelijks klimaatschokken optreden.

b. Helder folie

Als schermmateriaal is gekozen voor UV-bestendig duurzaam folie met een lichtdoorlatendheid van 94%. Er kan echter ook voor diffuus folie gekozen worden. WUR onderzoek geeft aan dat diffuus licht tot 10 procent meer productie kan geven. Een groot deel van het lichtverlies van het foliescherm wordt hiermee gecompenseerd. Door de helderheid van de folie kan er bovendien langer geschermd worden.

Overigens als er warmte geoogst wordt of gekoeld wordt zal dit bij grote instraling plaatsvinden zodat enig lichtverlies eerder positief dan negatief zal zijn.

In het profiel waarmee het scherm richting de nok wordt getrokken zitten de sproeiers gemonteerd. Deze sproeiers zorgen ervoor dat er een dun waterlaagje over de folie stroomt. De wateraanvoer is afhankelijk van de gewenste koelcapaciteit. Aan het water zijn hulpstoffen toegevoegd die onder andere algenvorming tegengaan.

Het (meestal) geopende scherm zit opgerold in een profiel. De slechts 40 millimeter brede profielen zitten links en rechts tegen de goot aan en daarmee onderscheppen ze minder licht dan bij de standaard

scherm pakketten tegen een tralieligger. Het opgerolde foliescherm onderschept slechts 1 tot maximaal 2 procent licht, een standaard scherm-pakket 3 tot 4 procent.

De profielen van de opbergcassettes worden ter plekke gewalst en zijn voorzien van een dubbelzijdige plastisol coating. Dit voorkomt lekkage of scherpe delen waarop het folie kapot zou kunnen gaan. De rolbuis met de folie wordt van twee kanten aangedreven zodat in de praktijk een aandrijfbuis (een standaard omloopdraad systeem) bij de zijgevel en bij het betonpad volstaat.

c. Klimaat regelen met Klimrek EnergieScherm

Het scherm is geopend, volledig opgerold in de cassette of indien gesloten, volledig uitgerold tot bovenin de nok. Ook bijna gesloten met een kier van bijvoorbeeld 5 tot 10 cm is mogelijk, met de stand van de luchtramen is in dat geval de afvoer van vocht te regelen of de afvoer van overtollige warmte.

Door te luchten boven het scherm zal het natte foliescherm als een soort 'koeltoren' gaan fungeren zodat er extra koelvermogen ontstaat zonder dat dit koelvermogen met hoogwaardige energie gegenereerd hoeft te worden. Door de hoge temperaturen bovenin de kas zal de waterfilm op de folie opwarmen en zal het koelvermogen door de hogere verdamping sterk toenemen.

Op warme dagen koelt de koude waterfilm het foliescherm af, warmte van de verdampende planten stijgt op en condenseert tegen het koude folie, de kaslucht wordt daardoor gekoeld. Het scherm is daarmee een transparante warmtewisselaar die met een beperkte input een elektrisch vermogen functioneert dit is een belangrijk voordeel ten opzichte van veel andere semi- gesloten systemen.

Omdat het hele systeem is gebaseerd op koeling door verdamping zijn er in de kas ter ondersteuning vernevelaars aangebracht, die de kas bevochtigen in het geval dat er niet voldoende verdampend gewas in de kas aanwezig is.

Het opgewarmde water wordt opgevangen in het schermprofiel en opgeslagen in een buffer om later weer te gebruiken. Dit bespaart een groot deel op de stookkosten.

De ervaringen van de diverse gesloten kassen geven aan dat de temperatuursverschillen tussen onder en bovenin de kas zeer groot kunnen zijn. Temperaturen van 55 graden bovenin de kas zijn geen uitzondering, dat betekent dat er warmte van een hoge temperatuur geogst kan worden!! Naast verwarmen kan deze warmte gebruikt worden om het gewas te activeren. De warmte wordt dan onder het gewas gebracht. Warmte van een dergelijke 'kwaliteit' is goed te transporteren waardoor deze ook aan derden geleverd kan worden.



Figuur 5: Pompenset voor de Klimrek-scherminstallatie

d. Temperatuurintegratie

Als de teler ervoor kiest om het overdag warmer te laten worden om een hogere luchtvochtigheid en een hoger CO₂-gehalte te realiseren kan met het koelvermogen van het scherm de kastemperatuur snel terugge-

koeld worden. Het systeem is daarmee zeer geschikt om temperatuur-integratie toe te passen.

Het scherm komt het beste tot zijn recht in een hoge kas omdat de temperaturen bovenin een hoge kas veel hoger zullen zijn. Door deze hoge temperatuur kan met minder koud water toch voldoende warmte opgenomen worden (immers voor de warmteopname is de verschiltemperatuur tussen folie en kastemperatuur van belang) Er wordt door de hoge kastemperatuur efficiënter vocht afgevoerd en ook het koelvermogen zal sterk toenemen.

e. Meerinvesteringen

De extra investeringen bedragen ongeveer 10 euro per vierkante meter ten opzichte van standaard scherminstallaties. Het systeem is uit te breiden met ondergrondse seizoensopslag van koude en warmte in aquifers. Bij het scherm horen aangepaste luchtramen die bij de nok opengaan. Bestaande mechanieken zouden namelijk met de standaard raam opdruckers door het ondergelegen scherm gaan. Natuurlijk kan er ook voor gekozen worden om steeds 1 zijde van het kasdek te schermen, met de andere zijde kan dan gelucht worden.

De terugverdientijd komt uit op ongeveer 2 jaar, dat is op basis van 20 procent energiebesparing per jaar en 15 procent opbrengstverhoging

Meer productie en een hogere kwaliteit met minder energiekosten door het Klimrek EnergieScherm. Doordat de kweker minder afhankelijk is van de buiten omstandigheden worden de mogelijkheden voor planmatig telen vergroot.

Voor het Klimrek EnergieScherm kan gebruik maken van folie's met infrarood reflectie hierdoor zal het koelvermogen voor de kas beperkt worden. In de toekomst zijn ook flexibele zonnecellen als folie denkbaar zodat er naast bloemen en groenten ook warmte en elektriciteit geleverd kan worden.

Bedrijf: Klimrek Producten
Initiator: Sjaak van Dijk
Klimrek BV
Europalaan 44
2641 RX Pijnacker
T 015-3697603
F 015-3612080
E info@klimrek.com/www.klimrek.com



Bijlage 4:

Kas zonder gas

Bedrijf: Van der Hoorn Orchideeën in Ter Aar.
Tekst en afbeeldingen: Frans van Zaal Totaal Techniek.

De eerste semi-gesloten kas zonder gasaansluiting wordt op dit moment, augustus 2006, geïnstalleerd door Frans van Zaal Totaal Techniek bij Van der Hoorn Orchideeën in Ter Aar. Een phalaenopsis-kwekerij heeft tegelijkertijd warmte en koude nodig voor de teelt. Op de nieuwe kwekerij worden bestaande en nieuwe technieken gecombineerd op zo'n manier dat men zonder gasaansluiting kan.

De nieuwe kas van 15.000 m² is speciaal ontworpen voor de teelt van potphalaenopsis. De kasconstructie bij Van der Hoorn is van het type breedkapper en heeft een goothoogte van 6 meter. Het kasdek en de gevels zijn bedekt met acrylaatplaten (stegdoppelplaten). Deze platen hebben een veel gunstigere isolatiewaarde dan enkelglas. In de afdeling opkweek wordt belicht met 5.500 lux, in de afdeling afkweek met 10.000 lux. Er wordt geschermd met een vlakscherm en een dekrolscherm, beide met brandwerend (Revolux-)schermmateriaal.

Warmtepomp

Het hart van de installatie bestaat uit een ammoniak warmtepomp van 1.500 kW die zorgt voor de benodigde warmte en koude. De warmtepomp produceert warmte en koude tegelijk. Als de warmtepomp op warmtevraag draait, is de geproduceerde koude een welkom bijproduct. Tijdens een groot aantal maanden van het jaar is in de afdeling opkweek, de helft van het bedrijf, warmtevraag en is in de afdeling afkweek, de andere helft van het bedrijf, koudevraag. Dit verklaart de keus voor de warmtepomp. Voor de opkweek van potphalaenopsis is een temperatuur van 28 graden Celsius nodig, en voor de afkweek 20 graden Celsius. Dit is een ideale situatie voor een warmtepomp, waarbij geen ketel of wkk nodig is voor de productie van extra

warmte. In de zomer wordt de kas gekoeld met het water uit de aquifers en draait de warmtepomp niet.

Aquifers

De koude wordt opgeslagen in aquifers. Hiervoor zijn zes bronnen geslagen: drie koude en drie warme, op 95 meter diepte in de tweede watervoerende zandlaag. De bronnen hebben een totale capaciteit om 180 m³ water per uur op te pompen.

Geen warmtekrachtkoppeling

Een warmtekrachtkoppeling (wkk) zou interessant zijn om zelf stroom op te wekken voor de belichting en om stroom terug te leveren aan het net, maar een warmtepomp en een warmtekrachtkoppeling zitten elkaar warmte-technisch in de weg. Op het moment dat de wkk meer uren gaat draaien, gaat automatisch het aantal uren van de warmtepomp omlaag. Om de investering van dit soort installaties rendabel te maken moeten ze zoveel mogelijk uren draaien, en is het dus beter één van beide installaties te installeren.

De meeste kwekers van Phalaenopsis moeten juist in de zomer een koelmachine gebruiken om te koelen. Deze kwekers moeten dan overdag duurdere stroom inkopen voor de koelmachine en hebben dan een ketel of warmtekrachtkoppeling nodig voor verwarming.

Bedrijven die een warmtepomp in combinatie met een warmtekrachtkoppeling hebben, hebben veelal tijdens de winterperiode te weinig kou opgeslagen in aquifers. Hierdoor moeten ze in de zomerperiode de warmtepomp extra laten draaien voor koude op de uren met duurdere stroomtarieven.

Veel stroom

Een kas kan dus zonder gas, maar niet zonder elektriciteit. De warmtepomp en de belichting vragen heel veel stroom. Daarbij wordt met de warmtepomp wel zoveel mogelijk in de daluren gedraaid, omdat stroom dan goedkoper is. Bovendien draait de warmtepomp alleen in de winter, om warmte te produceren voor de kas, en daarmee dus koude voor de zomer.

Warmteafgiftesystemen

De warmte wordt via een laagwaardig net met een temperatuur van maximaal 50 graden Celsius afgegeven aan de kas. Hogere temperaturen zijn niet mogelijk en niet nodig doordat gebruik wordt gemaakt van een PE-leidingstelsel. Voor de kortetermijnopslag van warmte worden twee bovengrondse warmteopslagtanken geïnstalleerd, met elk een inhoud van 200 m³.

Speciale warmtewisselaars

Het meest innovatieve van het nieuwbouwproject is de manier waarop de warmtewisselaars met apart gemonteerde ventilatoren in de kas worden geplaatst. De koeling en verwarming van de kas gaan volledig via deze warmtewisselaars. Actieve ontvochtiging is niet mogelijk. De warmte of koude in het water wordt via lamellen afgegeven aan de lucht. De warmtewisselaars hebben een extreem lage weerstand door een uitgekiend ontwerp, waardoor de warmteoverdracht 80% minder elektriciteit vraagt dan standaard lamellenwisselaars. Dit kost in vergelijking met andere systemen heel weinig elektriciteit.

Koudeoverschot

Gesloten of semi-gesloten kassen hebben meestal een warmteoverschot. Dat geldt niet voor de kas zonder gas. Een berekening met de klimaatinstellingen van de teler geeft aan dat de kas op jaarbasis een overschot aan koude heeft. De oorzaak ligt in het feit dat in de phalaenopsis-teelt veel meer wordt geschermd dan in (semi-)gesloten kassen in de groenteteelt. In de phalaenopsis-teelt gaan de schermen al dicht bij een instraling groter dan 200 watt. Daardoor wordt veel warmte van de zon tegengehouden.

Back-up ketelinstallatie

Voor noodgevallen wordt een oliigestookte ketel geïnstalleerd voor de verwarming. Dit is een eis van de verzekeringsmaatschappij, omdat er nog weinig ervaring is met warmtepompen in de tuinbouw.

Systeemontwerp:	Frans van Zaal Totaal Techniek BV
Productontwikkeling:	Frans van Zaal Totaal Techniek BV
Bouwbegleiding:	Marcovadi b.v.
Installatie:	Frans van Zaal Totaal Techniek BV
Computer:	Hoogendoorn Economic, pakket Aircomatic
Bedrijfsklaar:	Najaar 2006

Frans van Zaal Totaal Techniek
Bedrijvenweg 10
1424 PX DE KWAKEL
Postbus 110
1420 AC UITHOORN
T 0297-344344
F 0297-326280
E info@vanzaal.com/www.vanzaal.com



Bijlage 5: ETP-systeem voor geklimatiseerd telen

Tekst en afbeeldingen: M. Klootwijk, Energie Totaal Projecten

Bij Kwekerij De Grevelingen in Sirjansland is op basis van het ETP-systeem voor geklimatiseerd telen een semi-gesloten kas gerealiseerd met een areaal van 5 ha. De investering bestaat uit bewezen, standaard systemen met warmtepompen en bronnen in combinatie met speciaal voor de toepassing in kassen ontwikkelde luchtbehandelingsunits en bevochtiging.

De toepassing houdt echter niet op bij de techniek. Daarom is sinds de eerste proefnemingen in 2001 vooral geïnvesteerd in het ontwikkelen van een teeltstrategie die optimaal gebruik maakt van de klimatiseringsmogelijkheden die ontstaan met actieve koeling, ontvochtiging en bevochtiging.

Standaard energieopslagsystemen

Bij het systeem wordt gebruik gemaakt van de gestandaardiseerde warmtepompcentrales en bronsystemen die ETP als marktleider levert in gebouwen en industrie. De warmtepompcentrales bevatten één of twee warmtepompen, warmtewisselaars, diverse pompenkleppen en de complete besturing voor het energieopslagsysteem.

Doordat de centrales en bronsystemen door ETP al geruime tijd worden toegepast voor grote gebouwen en productieprocessen, hebben deze een hoge betrouwbaarheid gekregen.

Om naast maximale betrouwbaarheid ook het energierendement te realiseren, heeft ETP voor haar centrales zelf warmtepompen ontwikkeld. Vooral in deellastbedrijf is het rendement van de ETP-warmte-



pompen beduidend hoger dan van in de markt beschikbare machines van de grote leveranciers.

Luchtbehandelingunits in de kas

De kern van het klimatiseringssysteem in de kas wordt gevormd door speciaal ontwikkelde luchtbehandelingunits, welke zowel onder de teeltgoot als boven het gewas kunnen worden geplaatst.

Deze bevatten koel- en verwarmingsblokken, waardoor deze kunnen worden ingezet voor koeling, verwarming en ontvochtiging.

Doordat de weerstand van de blokken zo laag mogelijk is gehouden, en door de toepassing van HR-ventilatoren met frequentieregelaar, is het benodigde elektrisch vermogen sterk verminderd ten opzichte van andere luchtbehandelingsystemen in kassen.

De luchtbehandelingunits werken volgens het inductieprincipe dat ook op grote schaal wordt toegepast in kantoren en gekoelde opslag om een zo gelijkmatig mogelijke luchtverdeling te realiseren. Het resultaat hiervan is een goede temperatuur en vochtverdeling rondom de units.



Door ca. 250 units verdeeld over de kas te plaatsen, wordt uiteindelijk een zeer gelijkmatig klimaat in de kas gerealiseerd. Hierbij wordt de lucht buiten bereik van het gewas in beweging gebracht en gemengd door snelle luchtstralen. Vervolgens stroomt de gemengde lucht met gelijkmatige snelheid door het gewas terug.

Adiabatische koeling en bevochtiging

Om tijdens warme, droge dagen de kastemperatuur te verlagen en tevens plantstress door een te hoog vochtdeficit te verminderen, wordt gebruik gemaakt van adiabatische koeling en bevochtiging.

Door onder warme en droge buitencondities de lucht te bevochtigen daalt de temperatuur, terwijl door de hogere R_v de te hoge druk op de plant afneemt om te verdampen.

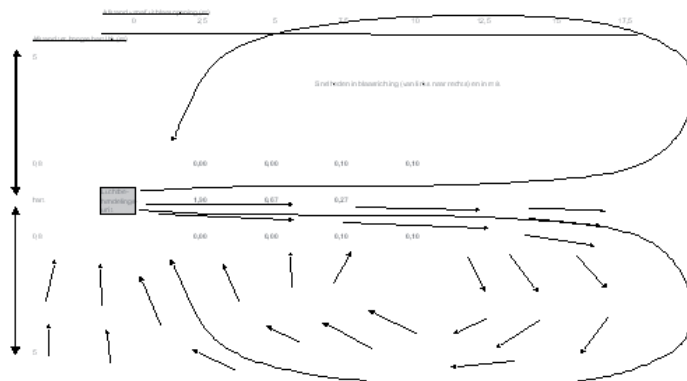
Teeltstrategie

Het door ETP ontwikkelde teeltsysteem is gebaseerd op een teeltstrategie waarmee door koeling, ontvochtiging en bevochtiging, de productie en de kwaliteit worden verhoogd.

Deze strategie omvat elementen als: het sturen van de assimilatie/dissimilatiebalans van de plant, snelle gewasactivering bij zonsopgang, het verhogen van de beplantingsdichtheid, nauwkeurige vochtsturing tijdens koude, droge perioden, het realiseren van hogere CO_2 -concentraties en het voorkomen van plantstress tijdens warme, droge perioden.

Een kas- en plantmodel geeft hierbij nader inzicht in de effecten op kasklimaat, assimilatie en dissimilatie.

Stromingspatroon en snelheden in de blaasrichting van de ventilator: bovenaanzicht



Stromingspatroon en snelheden in de blaasrichting van de ventilator: bovenaanzicht.

Besturing

Om het energiegebruik van het systeem te minimaliseren, is een integrale besturingsstrategie uitgedacht, waarbij de optimale instellingen van temperaturen en debieten in het systeem worden gerealiseerd.

Hierdoor wordt naast de productieverhoging, een zo hoog mogelijke energiebesparing gerealiseerd.

Semi-gesloten voor het beperken van de investeringen

Het volledig gesloten houden van een kas vergt hoge vermogens, en daardoor ook grote installaties die voor het grootste deel van de tijd slechts heel beperkt worden ingezet.

Door uit te gaan van het semi-gesloten principe zijn de investeringen ten opzichte van gesloten kassen sterk verminderd. Met een beperkt geïnstalleerd vermogen en lagere investeringen wordt zo toch een zo hoog mogelijk voordeel gerealiseerd.

Energie Totaal Projecten

M. Klootwijk

Einsteinstraat 67

3316 GG Dordrecht

T 078-6521156/06-51110842

F 078-6521157

E www.etp.tv/marcel.klootwijk@etp.tv



Bijlage 6:

Literatuur

1. Handleidingen PPS bij gebiedsontwikkeling; Kenniscentrum Stedelijke Vernieuwing, Rotterdam, 2006, via www.kei-centrum.nl
2. Samenwerkingsmodellen en de juridische vormgeving daarvan bij PPS bij gebiedsontwikkeling; Kenniscentrum PPS van het Ministerie van Financiën, Den Haag, januari 2004
3. Dure plannen, goedkope oplossingen; Adviseren over organisatie en financiering van energiebesparing in de utiliteitsbouw; SenterNovem, Utrecht, 2005, publicatienummer 1KPUB05.02
4. BAEI biedt kansen voor CO₂-reductie; Bestuurlijke en politieke ervaringen gemeente Almere; Novem, Sittard, oktober 2003, publicatienummer 1KPGE03.15
5. Warmtelevering binnen uw gemeente; Een plan van aanpak; Novem, Sittard, 2000, publicatienummer DV2.1.123 00.01
6. www.senternovem.nl/warmtelevering/besluitvorming/streekplan/index.asp; december 2004
7. [Idem/structuurplan/index.asp](http://www.senternovem.nl/warmtelevering/besluitvorming/streekplan/index.asp)
8. [Idem/bestemmingsplan/index.asp](http://www.senternovem.nl/warmtelevering/besluitvorming/streekplan/index.asp)
9. [Idem/stedenbouwkundig/index.asp](http://www.senternovem.nl/warmtelevering/besluitvorming/streekplan/index.asp)
10. [Idem/realisatie/index.asp](http://www.senternovem.nl/warmtelevering/besluitvorming/streekplan/index.asp)
11. www.senternovem.nl/warmtelevering/beleid/epl/index.asp; december 2005
12. Procesbeschrijving afspraken energiebesparing en duurzame energie tussen gemeenten en woningcorporaties, projectontwikkelaars en/of andere bouwpartijen; CEA, Delft, mei 2006
13. Warmtelevering in de utiliteitsbouw; Een systems thinking benadering van de mogelijkheden; afstudeerverslag H.W. Knuvers, TU Delft, Smartest Buildings, januari 2005
14. Routeplanner verduurzaming energie op nieuwbouwlocaties in de glastuinbouw; KEMA, Arnhem, in opdracht van programma "Kas als Energiebron", april 2006
15. Innovatieprogramma "Kas als Energiebron" - Plan van Aanpak, SIGN/InnovatieNetwerk, april 2003
16. Innovatieprogramma Energieweb - Plan van Aanpak, SIGN/InnovatieNetwerk, juni 2005