

Kas als energiebron

Inspirerende strategieën voor de glastuinbouw

Essay in opdracht van Stichting Innovatie Glastuinbouw (SIGN) en
InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster

Ir. W.J.A. Ruijgrok

Ir. K.J. Braber

KEMA sustainable energy, Arnhem

Het essay is onderdeel van het programma Glastuinbouw 2020.
Programmateam speerpunt “Kas als energiebron” en eindredactie:
Dr.ir. H.J. van Oosten (SIGN en InnovatieNetwerk)
Dr. H.J. Huizing (InnovatieNetwerk)

InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster
Postbus 20401
2500 EK Den Haag
tel.: 070 378 56 53
internet: <http://www.agro.nl/innovatienetwerk/>

Stichting Innovatie Glastuinbouw
Postbus 29773
2502 LT Den Haag
tel.: 070 338 2755
internet: <http://www.lto.nl/>

ISBN: 90 - 5059 - 154 - X

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 02.2.014 (serie achtergrondrapporten), Den Haag,
september 2002

Ten geleide

InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster en de Stichting Innovatie Glastuinbouw (SIGN) hebben het initiatief genomen om samen een ambitieus thema tot ontwikkeling te brengen:

“Glastuinbouw 2020: naar een vitale, duurzame en gerespecteerde glastuinbouw”. Na een eerste fase van toekomstverkenningen is gewerkt aan het opstellen van een concrete actieagenda. In verschillende brainstormsessies met opinion leaders uit het glastuinbouwcluster zijn thema's geïnventariseerd die individuele spelers overstijgen en waarin gezamenlijk zou moeten worden geïnvesteerd. Eén van die thema's is energie.

De glastuinbouw is een grote gebruiker van fossiele energie en daarmee gaat gepaard een grote uitstoot van CO₂. In veel beleidsdiscussies (o.a. over klimaatsverandering) spelen beide aspecten een grote rol. De glastuinbouw is zich daarvan bewust en investeert nu al, samen met de overheid, om het energiegebruik en de CO₂-uitstoot te verminderen. SIGN en InnovatieNetwerk zijn van mening dat een trendbreuk nodig is om ingrijpende veranderingen in het energiegebruik in de glastuinbouw te realiseren. Vanuit de gedachte dat er in Nederland veel meer energie door de zon wordt ingestraald dan er gebruikt wordt is gekozen voor een nieuw perspectief, dat leidt tot een andere manier van denken en handelen: de glastuinbouw niet beschouwen als een grootgebruiker van fossiele energie maar als een potentiële bron van energie. Dit heeft geleid tot het krachtige en aansprekende beeld en metafoor “Kas als energiebron”, met klassieke of wellicht nieuwe tuinbouwproductiefuncties.

SIGN en InnovatieNetwerk hebben verschillende personen gevraagd het toekomstbeeld “kas als energiebron” in een essay of startnotitie uit te werken.

Deze rapportage bevat een essay van een groep van de KEMA sustainable energy. Zij hebben verschillende marsroutes die kunnen leiden tot het realiseren van het toekomstbeeld verkend en beschreven.

SIGN en InnovatieNetwerk hopen met deze ideeën een impuls te geven aan het “anders” of vanuit een nieuw perspectief denken over tuinbouw en energie en daarmee een ingrijpende systeemvernieuwing in de glastuinbouw in gang te zetten.

*Dr. G. Vos,
Directeur InnovatieNetwerk
Groene Ruimte en Agrocluster*

*F.H. Hoogervorst,
Voorzitter Bestuur Stichting
Innovatie Glastuinbouw*

Inhoudsopgave

Ten geleide	i
Inleiding	1
<u>1. Energie-innovatie in de glastuinbouw</u>	3
<u>2. De kas als energiebron: drie strategieën</u>	7
<u>2.1. Kas als energiebron: werkelijk mogelijk of luchtkasteel?</u>	7
<u>2.2. Kernvragen bij strategiekeuze</u>	9
<u>2.3. Strategie 1: Zelfvoorziening door duurzame energie</u>	12
<u>2.4. Strategie 2: Zelfvoorziening door besparing</u>	13
<u>2.5. Strategie 3: Netto-levering door besparen + duurzaam</u>	14
<u>3. Bouwstenen voor de kas als energiebron</u>	18
<u>3.1. Vijf bouwstenen voor invullen van de strategieën</u>	18
<u>3.2. De duurzame bouwstenen voor de toekomst op een rij</u>	19
<u>3.3. De besparende bouwstenen op een rij</u>	22
<u>3.4. Bouwstenen voor meer energiekwaliteit en samenwerking</u>	24
<u>3.5. Het kasontwerp als centrale bouwsteen</u>	26
<u>3.6. Wilde plannen of bronnen van inspiratie</u>	28
<u>3.7. In welke functies en strategieën passen de bouwstenen</u>	30
<u>4. Op weg naar de kas als energiebron: van startnotitie naar acties in innovatietrajecten</u>	33
<u>4.1. In elke strategie komen enkele robuuste elementen terug</u>	33
<u>4.2. Innovatietraject 1: Zelfvoorziening door duurzame energie</u>	35
<u>4.3. Innovatietraject 2: Zelfvoorziening door besparing</u>	36
<u>4.4. Innovatietraject 3: Netto-leveren door besparen+duurzaam</u>	38
<u>4.5. Samenhangend management van innovatietrajecten</u>	39
Bijlage 1: Verslag Workshop "Kas als energiebron" op 27 juni 2002	39
Bijlage 2: Deelnemers Workshop "Kas als energiebron" 27 juni 2002	47



Inleiding

Voor u ligt een essay dat de weg schetst naar de tuinbouwkas als energiebron in drie uiteenlopende strategieën. Dit essay is tot stand gekomen in opdracht en interactie met de Stichting Innovatie Glastuinbouw (SIGN) en InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster als onderdeel van de verkenningstocht van wegen naar een vitale, duurzame en gerespecteerde glastuinbouw in Nederland. Innovatie op energiegebied hoort hier bijna als vanzelfsprekendheid bij.

In deze schets treft u drie sterk uiteenlopende strategieën aan die de kas als energiebron mogelijk maken. Voorop staat in elke strategie dat de kas als bron van energie gaat fungeren. De wijze waarop verschilt echter sterk. In twee strategieën staat zelfvoorziening voorop: de kas is daarbij een bron van energie **voor zichzelf** (mogelijk gemaakt door 100% duurzame energie of zeer sterk besparen). De kas als energiebron **voor de samenleving** keert terug in de samenwerkingsstrategie die we presenteren. Het draait in deze strategie niet alleen om technologische innovatie, maar ook om een andere bedrijfsvoering en positionering van de sector. Welke strategie ook gekozen wordt, om het concept te realiseren zijn trendbreuken nodig in denken, doen en technologie.

Het einddoel van de innovatietocht op energiegebied is ambitieus. De kas als energiebron kan grote veranderingen in de glastuinbouw teweegbrengen. Zo veranderen de bronnen van energie en zal waarschijnlijk ook het kasontwerp sterk op de kop gaan. Maar belangrijker wellicht: het tuinbouwbedrijf van de toekomst levert niet alleen bloemen, planten en groenten, maar ook energie – voor eigen gebruik of aan afnemers elders in Nederland.

We hopen u duidelijk te maken dat het einddoel van de reis, de kas als energiebron, zeker geen luchtspiegeling is maar werkelijkheid kan worden. De bouwstenen zijn binnen bereik en de tocht kan langs verschillende wegen naar het einddoel leiden.

Noot: waar in dit essay korthedshalve wordt gesproken over energiebesparing moet in feite (vergaande) verbetering van de energie-efficiency worden gelezen. Energiebesparing in absolute zin is geen doel op zich behalve wellicht in innovatietraject 2: het gaat er echter om met veel minder energie dezelfde of een hogere toegevoegde waarde te leveren.

1. Energie-innovatie in de glastuinbouw

De Nederlandse glastuinbouw zoekt naar innovaties om zo een gerespecteerde, duurzame bedrijfsvoering op te bouwen. Energie vormt daarbij een belangrijk speerpunt om een aantal redenen:

- energie vormt een significante kostenpost voor een glastuinbouwbedrijf;
- er is een groot, niet benut energieoverschot dat kansen biedt voor gebruik;
- verduurzaming en besparing helpen om de milieubelasting terug te dringen.

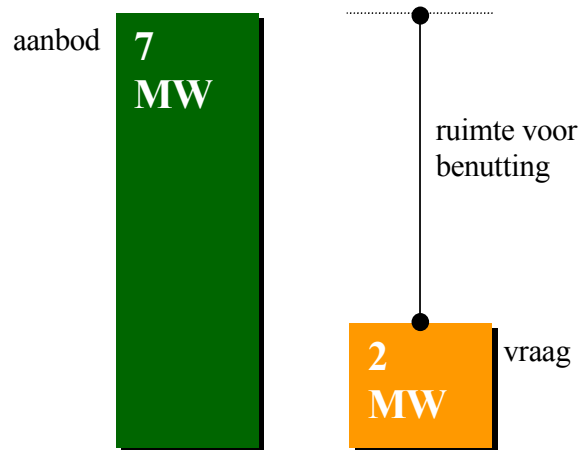
Deze zoektocht naar innovaties voor een gerespecteerde, duurzame bedrijfsvoering met een passende plek voor energie vindt plaats binnen een maatschappelijke context waarin:

- milieu steeds nadrukkelijker op de agenda komt van de glastuinbouw (bijv. via het GLAMI-convenant) ;
- maatregelen in gang zijn gezet om de CO₂ -uitstoot terug te dringen;
- fossiel energiegebruik steeds sterker wordt belast;
- duurzame energie een plaats moet krijgen.

Het toekomstbeeld dat past bij een innovatietraject voor energie in de glastuinbouw is de kas als energiebron. De sector transformeert in dit beeld van grootgebruiker van fossiele energie naar leverancier van (duurzame) energie. De kas als energiebron levert een trendbreuk met de huidige praktijk.

Als we kijken naar de kas van nu, zijn er ook ruime kansen voor handen om de kas om te bouwen naar een energieleverancier in de toekomst. Zo is de warmtevraag voor een kas in de winter globaal 2 MW, terwijl diezelfde kas 's zomers een warmteoverschot kent van 7 MW door instraling van de zon.

De kas van nu heeft een groot overschot aan aanbod van energie. Dit biedt kansen voor benutting.



De vraag is dan ook: hoe is het energieplaatje van de toekomstige kas in te richten zodat deze kas van de toekomst daadwerkelijk een bron van energie wordt. De bouwstenen voor die inrichting zijn te vinden in:

- duurzame energie;
- vergaande energiebesparing;
- verhogen van de energiekwaliteit;
- samenwerken met derden;
- kasontwerp.



De kas als energiebron is samen te stellen met vijf bouwstenen.

Deze bouwstenen vinden op dit moment al hun toepassing in de glastuinbouw (in meer of mindere mate). Het resultaat is dan een efficiëntere kas, maar de kas als energiebron vraagt om nog veel verdergaande stappen. De huidige praktijk van incrementele

verbetering schiet tekort om de benodigde, soms radicale, trendbreuken in denken, doen en technologie te realiseren.

Op verzoek van de Stichting Innovatie Glastuinbouw (SIGN) en InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster verkennen we daarom de routes naar het einddoel van de kas als energiebron. We kijken daarbij naar 2020 – 2030. Tussen nu en die periode zijn op energiegebied belangrijke innovaties te verwachten door de opmars van duurzame energie en nog sterkere eisen aan energiebesparing.

In hoofdstuk 2 zetten we drie strategieën uiteen die langs principieel verschillende routes leiden tot de kas als energiebron. Bouwstenen voor het invullen deze strategieën komen aan de orde in hoofdstuk 3. De strategieën voor de kas als energiebron worden niet vanzelf werkelijkheid, maar vragen om acties. Zonder gerichte inspanning en voorbereiding nu is het einddoel van de reis immers moeilijk te halen. Deze acties komen aan de orde in hoofdstuk 4.

Het einddoel van de innovatietocht op energiegebied is ambitieus. De kas als energiebron kan grote veranderingen in de glastuinbouw teweegbrengen. Zo veranderen de bronnen van energie en zal waarschijnlijk ook het kasontwerp sterk op de kop gaan. Maar belangrijker wellicht: het tuinbouwbedrijf van de toekomst levert niet alleen bloemen, planten en groenten, maar ook energie – voor eigen gebruik of aan afnemers.

De kas als energiebron zorgt voor grote veranderingen in de glastuinbouw. Niet alleen veranderen de bronnen, maar ook het kasontwerp. Bovendien verbreedt het productenpakket. Naast tuinbouwproducten levert de kas ook energie: elektriciteit, warmte en koude.



2. De kas als energiebron: drie strategieën

2.1. Kas als energiebron: werkelijk mogelijk of luchtkasteel?

Om de teelt van glastuinbouwproducten zoals bloemen, planten en groenten mogelijk te maken zijn vier essentiële functies nodig die energie vragen:

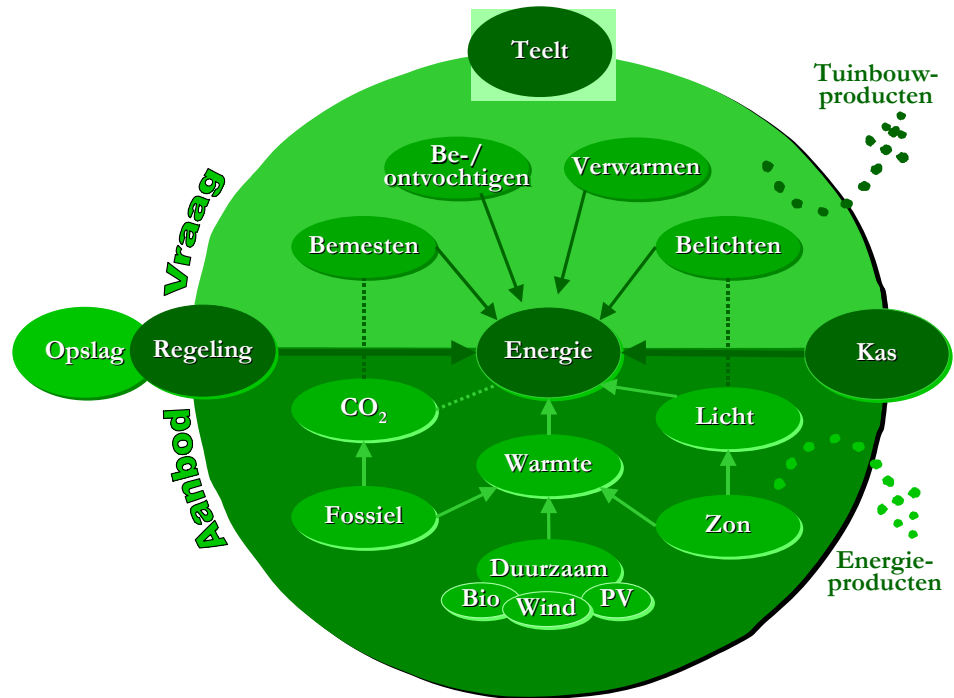
- belichten;
- verwarmen;
- bemesten;
- bevochtigen en ontvochtigen.

Kas en klimaatregeling helpen om energievraag en -aanbod daarbij af te stemmen.

Basisvoorwaarden voor de kas als energiebron

Ook de kas als energiebron moet deze functies vanzelfsprekend vervullen: de teelt moet immers leiden tot producten die naar de markt kunnen. De bouwstenen voor de kas als energiebron moeten dan ook, met elkaar, voorzien in de vier essentiële vraagfuncties. Bovendien moeten de vraag naar en het (natuurlijk) aanbod van energie elkaar niet te veel ontlopen om het concept van de kas als energiebron daadwerkelijk realiteit te laten worden. Dit roept de vraag op: is die ruimte er ook?

Vier essentiële functies bepalen de vraag naar energie. Kas en klimaatregeling zorgen voor afstemming van vraag en aanbod. Bij goed samenspel levert de teelt dan tuinbouwproducten. Met de kas als energiebron komt er bovendien energie als product bij.



Voldoende natuurlijk aanbod om de kas als energiebron te realiseren

De vraagstelling of energievraag en -aanbod wel voldoende met elkaar sporen om de kas als energiebron te realiseren is goed te beantwoorden voor een doorsnee bedrijf. Gemiddeld heeft de huidige glastuinbouw de volgende energievraag:

- circa 45 – 50 m³ gas per m² teeltoppervlak voor verwarming, en
- 12 kWh elektriciteit.

In totaal komt dit neer op een globale energievraag van 1600 MJ per m².

Deze huidige energievraag kunnen we afzetten tegen het jaarlijks aanbod van de zon. Dit aanbod bedraagt gemiddeld over Nederland:

- 3800 MJ per m².

Er is dus ruim voldoende natuurlijk aanbod om de energievraag van een doorsnee glastuinbouwbedrijf in Nederland te dekken en ook energie over te houden voor levering aan derden. Dit biedt dus voldoende perspectief om de kas daadwerkelijk tot energiebron te maken. Het concept van de “kas als energiebron” is dus geen luchtkasteel, maar kan zeker realiteit worden.

Het natuurlijk aanbod van energie overtreft de energievraag van een doorsnee bedrijf. Er is dus voldoende perspectief voor de kas als energiebron.

Typerende kentallen voor vraag en aanbod in een kas

Energievraag	per m²	per bedrijf	gehele sector
gas	45 – 50 m ³	350– 400 duizend m ³	4,3 – 4,8 miljard m ³
Elektriciteit *)	12 kWh	100.000 kWh	1,2 miljard kWh
Totale vraag	1,6 GJ	13 TJ	155 PJ
Energie-aanbod	per m²	per bedrijf	gehele sector
Zoninstraling	3,8 GJ	29 TJ	350 PJ

*) Sectorgemiddelde. Voor teelten met assimilatiebelichting ligt het gebruik hoger.

2.2. Kernvragen bij strategiekeuze

Drie sleutelvraagstukken voor ontwikkeling van het nieuwe kasconcept

De cijfers uit de vorige paragraaf geven aan dat het concept van de kas als energiebron haalbaar is: het natuurlijk aanbod van energie dekt ruimschoots de energievraag van een doorsnee glastuinbouwbedrijf in Nederland. De succesvolle ontwikkeling van het nieuwe kasconcept hangt samen met het vinden van de antwoorden op drie sleutelvraagstukken:

- hoe effectief oogsten we het riant aanbod van natuurlijke energie in de kas;
- hoe stemmen we de vraag (met name in de winter) en aanbod (met name in de zomer) op elkaar af;
- hoe waarborgen we de vier essentiële energiefuncties voor een goede teelt (belichten, verwarmen, bemesten en bevochtigen en ontvochtigen).

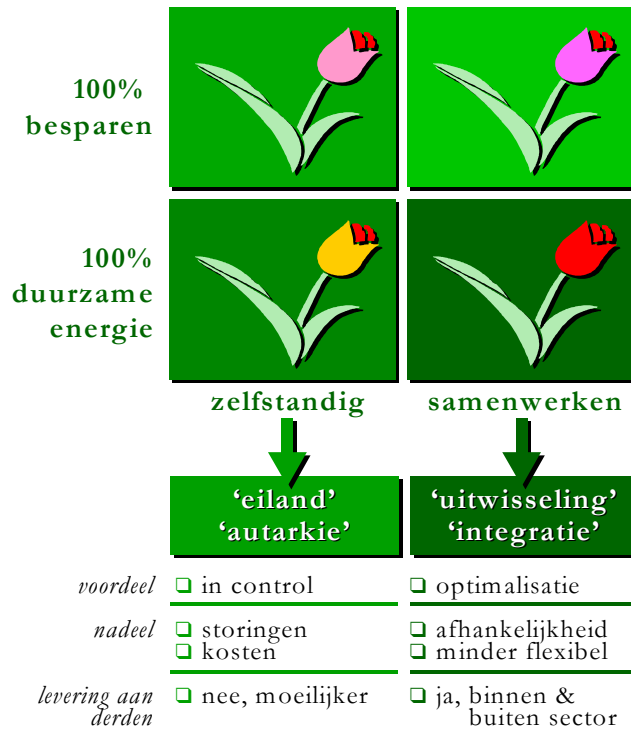
Verschillende strategieën kunnen antwoord leveren

De antwoorden op de drie sleutelvraagstukken zijn te vinden in verschillende bouwstenen, zoals vergaand besparen, meer energiekwaliteit toepassen, duurzame energie gebruiken, het kasontwerp aanpassen en samenwerken. Deze bouwstenen kunnen in verschillende combinaties leiden tot het uiteindelijke bouwwerk: de kas als energiebron. De vraag is nu: langs welke routes kan het einddoel tot stand komen? Dan gaat het bijvoorbeeld om hoe zetten we duurzame

energie in of wat is de bijdrage van energiebesparing. Maar ook of de toekomstige kas als energiebron geheel zelfstandig functioneert of juist via samenwerking een rol speelt. We hebben daarmee twee dimensies¹ die toekomstige marsroutes bepalen:

- kiezen tussen duurzaam of besparing;

Twee dimensies geven vorm aan de innovatiestrategie voor de kas als energiebron: kiezen voor besparing of duurzaam en zelfstandig te werk gaan of samenwerken.



- kiezen tussen zelfstandigheid of samenwerking.

Deze twee richtingbepalers geven in principe ruimte aan een veelheid van mogelijke marsroutes voor de toekomst. Om duidelijkheid te scheppen stellen wij drie strategieën voor die leiden naar de kas als energiebron:

- de zelfvoorzienende kas die volledig op duurzame energie draait;
- de zelfvoorzienende kas die energetisch zeer efficiënt is;
- de kas die netto energie levert aan derden door een slimme combinatie van duurzame energie en besparing.

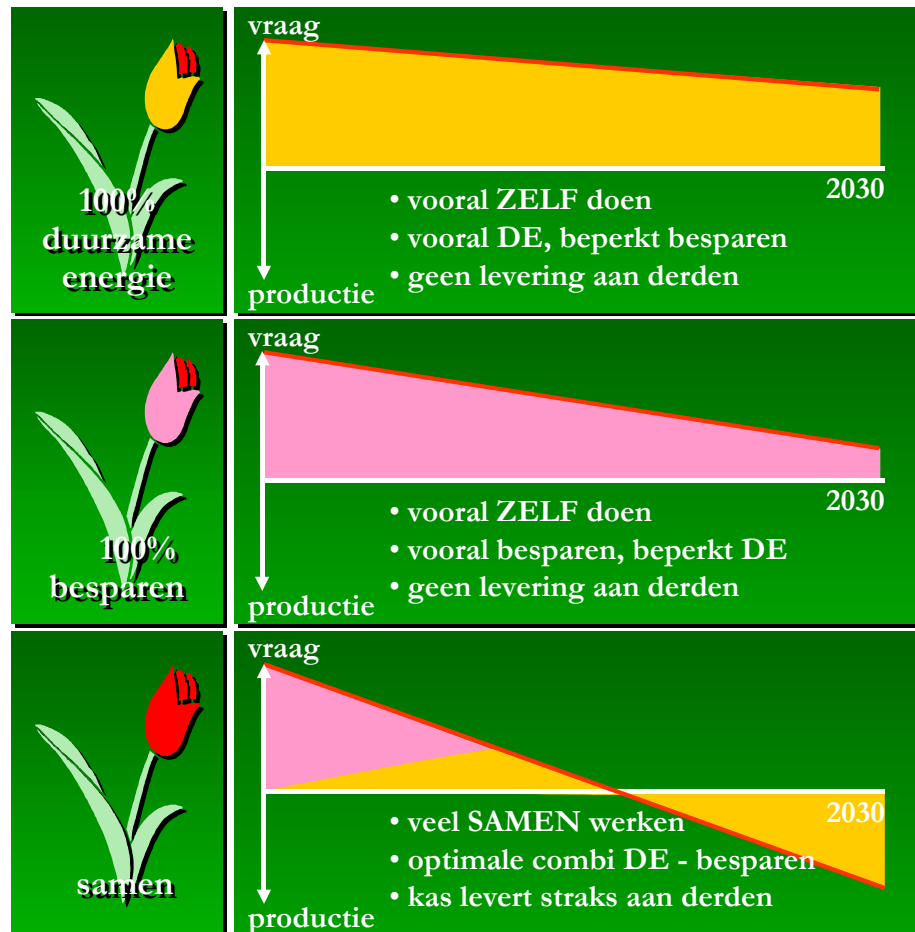
Het energieplaatje voor deze drie denkbeeldige kassen van de toekomst ziet er sterk verschillend uit. De strategie gericht op inzet van 100% duurzame energie levert een kas op die volledig in zijn eigen energiegebruik kan voorzien door het toepassen van duurzame

¹ Vanzelfsprekend spelen veel meer factoren een rol, bijvoorbeeld de kosten van opties. Zulke factoren zijn echter meestal niet te beïnvloeden door de sector zelf. Voor het uitzetten van marsroutes zijn deze factoren wel belangrijke randvoorwaarden, maar niet doorslaggevend voor het maken van keuzes.

bronnen, zoals bijv. zonne-energie. Energiebesparing speelt een beperkte rol. Dit ligt heel anders in de strategie met 100% besparing.

Door zeer sterk te besparen ontstaat een kas die een zeer lage energievraag heeft. Wat resteert kan dan met bijvoorbeeld een beperkte hoeveelheid duurzame energie worden bediend. In beide strategieën is de kas een bron van energie voor zichzelf. Dat ligt anders in de derde strategie waarbij de kas uiteindelijk netto energie kan gaan leveren aan derden. Door een slimme combinatie van besparen en toepassen van duurzame energie ontstaat een overschot dat elders nuttige toepassing vindt.

Drie strategieën leiden naar de kas als energiebron. In alle gevallen fungeert de kas werkelijk als energiebron: voor zichzelf of ook voor anderen. Het energieplaatje ziet er per strategie echter heel anders uit.



2.3. Strategie 1: Zelfvoorziening door duurzame energie



Deze innovatiestrategie is gericht op het inzetten van 100% duurzame energie voor het energiegebruik van de kas. Door het sterke accent op duurzaam is de noodzaak voor energiebesparing beperkt. Door maximaal gebruik te maken van duurzame bronnen in en rond de kas voorziet deze volledig in zijn eigen energiegebruik. De kas is dus een bron van energie voor zichzelf.

De kas produceert in dit concept zoveel duurzame energie dat het niet nodig is om de warmtevraag in koude periodes sterk terug te dringen met besparingsmaatregelen. Alleen de meest voor de hand liggende maatregelen worden toegepast om het concept makkelijker beheersbaar en regelbaar te maken. Die regeling is een punt van aandacht. Omdat zelfvoorziening de toon voert maken voorzorgsmaatregelen deel uit van het concept om het bedrijf minder kwetsbaar te maken voor storingen.

Het cruciale element in deze strategie is het oogsten van de energie van de zon – zowel in de vorm van elektriciteit als warmte. Daarmee staan de volgende energieinnovaties prominent op de agenda:-

- een nieuw ontworpen dak dat ruimte geeft aan energieproductie;
- toepassen van zonnecellen;
- warmte winnen in de zomer met seizoensopslag om 's winters te gebruiken.

Om de strategie te laten slagen zijn er bovendien aandacht nodig voor:

- slimme regelingen en backup-voorzieningen voor storingen om de leveringszekerheid in dit concept van zelfvoorziening te kunnen garanderen;
- alternatieven voor de CO₂-bemesting (immers: fossiele bronnen ontbreken in dit concept en daarmee ook de vanzelfsprekende aanwezigheid van CO₂).

2.4. Strategie 2: Zelfvoorziening door besparing



Deze innovatiestrategie mikt op maximale energiebesparing en levert als resultaat een kas met een zeer lage energievraag. Door die hoge efficiëntie kan de kas in deze strategie volledig op eigen benen staan voor zijn energievoorziening. Omdat alle denkbare besparingsmaatregelen uit de kast worden gehaald heeft de kas uiteindelijk een heel klein energiegebruik. Er hoeft dus maar een beetje energie van buiten bij. Duurzame energie kan dit voor zijn rekening nemen en het gebruik van fossiele bronnen wordt zo uitgebannen. Door de hoge mate van zelfvoorziening vormen storingen een kwetsbaar punt van het

concept. Daarom maken voorzorgsmaatregelen deel uit van het concept om de betrouwbaarheid van de voorziening te garanderen.

De grote innovatie in deze strategie ligt met name in het herzien van het kasontwerp. Het huidige ontwerp met enkel glas, stoken met de ramen open en grote volumes gaat op de helling. Voor de nieuwe kas vormen lessen uit energiebesparing in andere sectoren een bron van inspiratie. Dat betekent bijvoorbeeld dat opties als sterk isoleren, oriëntatie op de zon, dubbel glas (HR++), het terugdringen van het volume, meervoudig ruimtegebruik, herbenutting van warmte hun intrede kunnen doen. Het doel van het nieuwe ontwerp is een zo gering mogelijke energievraag in de winter.

In kort bestek zijn belangrijke oplossingsrichtingen voor deze strategie:

- een radicaal aangepast kasontwerp met minder volume, sterke isolatie, een gesloten kassysteem, een ander dak en gebruik van de bodem zodat de vraag naar warmte in koude periodes minimaal uitpakt;
- warmtewinning met opslag om zomeraanbod te benutten in koude periodes.

Ook deze strategie vraagt naast energieinnovatie aandacht voor twee randvoorwaarden voor succes:

- slimme regelingen en backup-voorzieningen voor storingen om de leveringszekerheid in dit concept van zelfvoorziening te kunnen garanderen;
- alternatieven voor de CO₂-bemesting want ook nu ontbreken fossiele bronnen en daarmee de vanzelfsprekende aanwezigheid van CO₂.

2.5. Strategie 3: Netto-levering door besparen + duurzaam



Een slimme combinatie van besparen en toepassen van duurzame energie staat centraal in de derde innovatiestrategie. De combinatie leidt er toe dat het overschot aan energie in de kas wordt gewonnen en elders een nuttige toepassing vindt. Dat kan levering aan de buurman

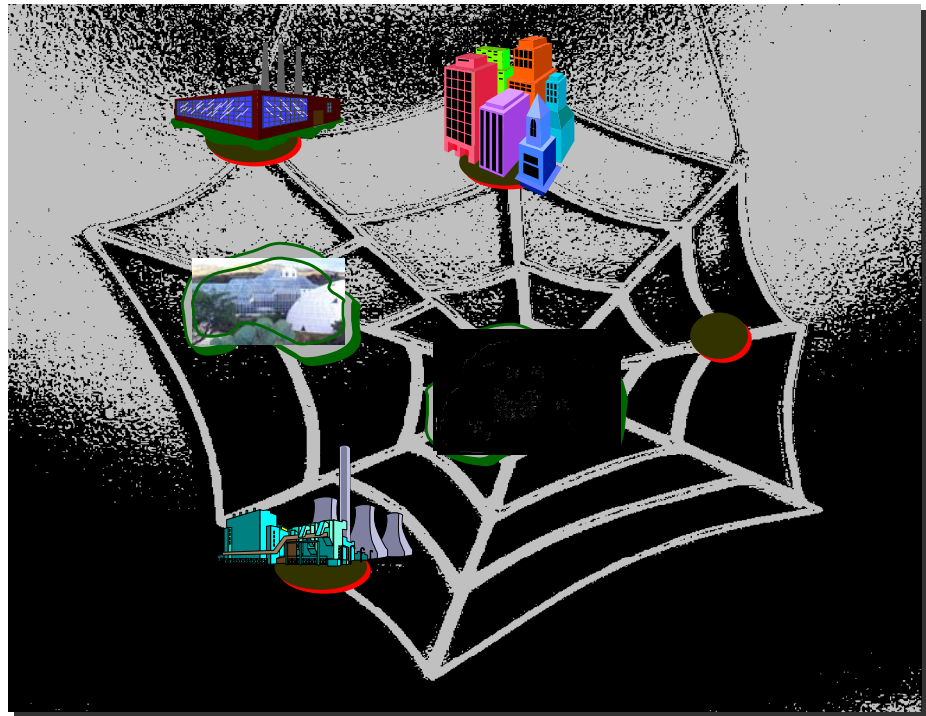
inhouden of bijvoorbeeld aan een woonwijk. De kas wordt dus een bron van energie voor de samenleving als geheel.

Deze strategie combineert technologische innovaties uit de 100% duurzame variant en de 100% besparingsvariant. De kas is echter geen 'optelsom' van opties uit beide strategieën, maar een doordachte keuze. Zo speelt besparing een belangrijke rol om het eigen gebruik van de kas te verminderen en zo meer van de duurzame energieproductie over te houden voor levering aan derden. Wat betreft de rol van duurzame opties wordt niet alles uit de kas gehaald om het hele plaatje regelbaar en betaalbaar te houden: er is immers ook plaats nodig om de besparing te realiseren.

Behalve technologische innovatie staat innovatie van bedrijfsprocessen, sector en samenwerking hoog op de agenda in deze strategie. Integratie en bundeling van processen en energievoorziening zijn cruciale bouwstenen van deze strategie. Door samenwerking, clustering en ketenoptimalisatie ontstaan '*energy webs*' waarbij de kas veelal optreedt als bron van energie maar soms ook als gebruiker. Door de intensieve onderlinge samenwerking en integratie levert het energy web voordelen: energiebesparing, minder kosten of meer zekerheid. Omdat de kas in deze strategie onderdeel vormt van een '*energy web*' is het bedrijf (veel) minder gevoelig voor storingen. Als die zich voordoen, kan het bedrijf terugvallen op een van de andere onderdelen in het web. Bijzondere voorzorgsmaatregelen zijn hier dan ook niet nodig in tegenstelling tot de zelfvoorzienende strategieën.

In deze strategie kan de kas in verschillende vormen als energiebron te voorschijn komen. Er hoeft niet één standaardconcept te zijn, maar specialisatie en differentiatie is even goed mogelijk. Door samenwerking kan de één zo kiezen voor bijvoorbeeld een kas die als bron van elektriciteit fungeert en een ander juist voor warmte zorgt. De specialisatie kan de onderlinge samenwerking versterken en biedt mogelijk aanknopingspunten voor specifieke teelten of product- of bedrijfscombinaties.

In deze strategie wordt de kas als energiebron een onderdeel van een heel netwerk waarbij de kas zorgt voor de energievoorziening van andere partners in het netwerk. Omgekeerd kunnen die partners weer taken vervullen voor de kas. Zo levert samenwerking voordelen.



De grote uitdaging van deze strategie ligt in de gecombineerde innovatie van technologie en integratie en samenwerking. De volgende schetsen geven een impressie wat er technologisch en in bedrijfsvoering en positionering allemaal verandert ten opzichte van de huidige kas.

In kort bestek zijn belangrijke oplossingsrichtingen voor deze strategie:-

- innovatie van bedrijfsvoering en positionering van de sector;
- opzetten van samenwerkingsverbanden en het bouwen van “energy webs”;
- slim combineren van besparen en toepassen van duurzame energie;
- inzetten op flexibele technische concepten zodat tuinders *zelf* kunnen kiezen voor een specialisatie als bijv. warmte-, koude- of elektriciteitsleverancier.

3. Bouwstenen voor de kas als energiebron

3.1. Vijf bouwstenen voor invullen van de strategieën

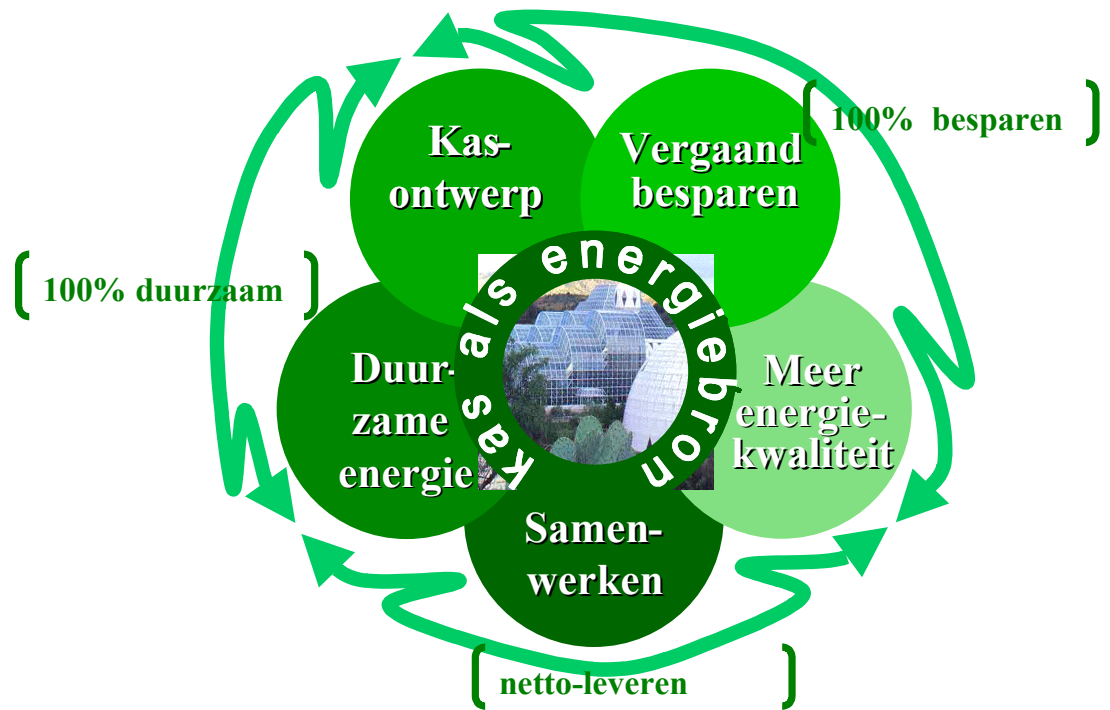
In het vorige hoofdstuk hebben wij drie strategieën beschreven die leiden naar de kas als energiebron:

- zelfvoorziening door 100% duurzame energie te gebruiken;
- zelfvoorziening door 100% besparing toe te passen;
- netto-levering aan derden door samenwerken, duurzame energie en besparing.

De bouwstenen voor het invullen van deze strategieën zijn te vinden in:

- duurzame energie;
- vergaande energiebesparing;
- verhogen van de energiekwaliteit;
- samenwerken met derden;
- kasontwerp.

In dit hoofdstuk gaan we kort in op mogelijke ontwikkelingen voor elk van deze bouwstenen. De drie strategieën maken elk op hun eigen manier gebruik van de bouwstenen. Duidelijk is wel dat er duidelijke overlappen zijn. De slotparagraaf geeft aan op welke wijze de bouwstenen zijn toe te passen in één van de drie strategieën die leiden naar de kas als energiebron.



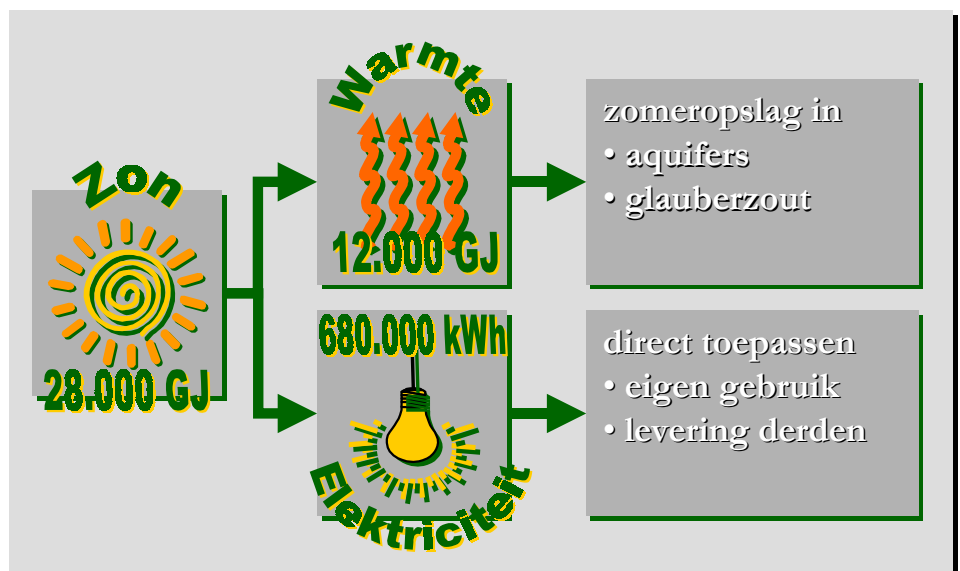
De kas als energiebron is samen te stellen met vijf bouwstenen. De strategieën combineren deze elk op hun eigen wijze.

3.2. De duurzame bouwstenen voor de toekomst op een rij

Gebruik maken van de zon

De zon speelt een hoofdrol in de glastuinbouw: zonder zonlicht is er immers geen assimilatie en groei van de teelt. Bovendien zorgt de zon voor warmte in de kas – zonder maatregelen zelfs voor te veel warmte in de zomer. Dit biedt dan ook ruime perspectieven voor benutting: als warmte of via elektriciteit. Om de warmte te kunnen benutten is opslag een noodzakelijk hulpmiddel. Zo kan het zomeraanbod verschoven worden naar de winter wanneer er vraag is.

Gebruik maken van de zon biedt veel kansen voor de kas als energiebron. De cijfers geven aan hoeveel energie een gemiddeld bedrijf kan produceren met de huidige zonneboiler en zonnecel. Deze productie verbetert (sterk) in de toekomst.



Dak met pv

De Nederlandse glastuinbouw is een van de sectoren die veel dakoppervlak ter beschikking heeft; ca. 10.000 ha. Als dit gehele oppervlak voorzien zou zijn van pv dan zou dit nu 10% van de Nederlandse elektriciteitsbehoefte kunnen dekken. De glastuinbouw herbergt dus een riant potentieel. Zomaar afdekken van de kas blokkeert echter de lichtbehoefte van de teelt. Dit vraagt dus om slimme oplossingen die de lichtbehoefte van de teelt combineren met het produceren van elektriciteit op het dak. We schetsen hier een paar voorbeelden van mogelijke oplossingen.

Om pv breed en betaalbaar toepasbaar te maken in de glastuinbouw is een ambitieus actieprogramma van de sector vereist. Deze acties hebben betrekking op:

- samenwerking met fabrikanten om specifieke technologieontwikkeling voor de sector van de grond te krijgen;
- integratie met het kasontwerp;
- implementatie in proefprojecten.

Lichtscherm met pv-folie

De meeste kassen kennen nu een scherm dat de teelt beschermt tegen te veel direct zonlicht. Door dit scherm te voorzien van pv-folie is elektriciteitsproductie uit zonlicht binnen de kas te brengen. Zulke folies zijn nu nog niet commercieel verkrijgbaar, maar vormen wel een belangrijk speerpunt in het zonnecelonderzoek. In Nederland richten Akzo en Shell zich bijvoorbeeld op deze ontwikkeling. Als op dit punt een doorbraak plaats vindt, ligt hier een wenkend perspectief voor de kas als energiebron.

Gedeeltelijke dakbezetting

Een eenvoudiger oplossing dan het lichtscherm met pv-folie is gedeeltelijk pv plaatsen op het dak van de kas. Zo wordt het doorlaten van voldoende licht voor de teelt gecombineerd met het produceren van elektriciteit. De voortgaande technologische ontwikkeling in zonnecellen zorgt er bovendien voor dat er steeds minder oppervlak nodig is om dezelfde hoeveelheid elektriciteit op te wekken.

Gebundeld licht en minder reflectie

Bij gedeeltelijke dakbezetting met pv bepaalt de lichtbehoefte in de kas in hoge mate hoeveel ruimte er is voor zonnecellen op het dak. Die balans kan gunstiger doorslaan in de richting van zonnecellen als er gebruik zou worden gemaakt van lichtbundeling en minder reflectie.

Golflengte-selectief pv

Een stap verder is het toekomstbeeld van zonnecellen die selectief golflengtes gebruiken voor stroomproductie en de golflengtes die planten nodig hebben voor assimilatie doorlaten. Dit vraagt om technologische ontwikkeling op twee fronten: selectieve zonnecellen gebouwd van lichtdoorlatend materiaal.

Zonneboiler

Door het kasdak uit te voeren als zonneboiler kan de warmte van de zon worden gewonnen op een aantrekkelijk temperatuurniveau en geschikt gemaakt voor bijv. opslag in aquifers of bovengrondse opslagsystemen. Het gebruiken van een aquifer heeft daarbij als bijkomend voordeel dat koud water als koeling van de kas kan dienen. Een bovengronds opslagsysteem (bijv. glauberzouten) heeft weer als voordelen dat uit milieuoogpunt makkelijker te installeren zijn. Beide systemen laten zich goed combineren met een warmtepomp die de warmte kan oppompen tot het gewenste temperatuurniveau.

Grafiet spuiten

Als in de kas een warmtewinsysteem aanwezig zou zijn, kan grafiet spuiten (in plaats van kalken) een middel om het absorberend vermogen te vergroten. Met de maatregel worden twee vliegen in één klap geslagen: het voorkomen van overmatige toetreding van licht én het vergroten van de warmtewinning.

Collectief energie uit biomassa halen en voorzien in CO₂-bemesting

Naast de zon als bron van energie is biomassa onlosmakelijk verboden met de agrarische sector in Nederland, dus ook de glastuinbouw. Hoewel een groot gedeelte van de teelt zijn weg vindt naar de markt, blijven er resten als afval over (bijv. bladgroen). Deze biomassa leent zich goed om te worden ingezet als bron van energie. Omdat de hoeveelheid die per gemiddeld bedrijf ontstaat relatief gering is ligt een collectieve aanpak het meest voor de hand. Gezamenlijk kunnen

bedrijven hun groenafval dan laten verwerken in een vergister of verbrander. Tekorten of schommelingen in het aanbod van biomassa kunnen worden opgelost door samenwerking met bijvoorbeeld andere agrarische sectoren, zodat zekerheid ontstaat over het volume. De biocentrale zet het aangeboden groenafval om in stroom, warmte en CO₂. De stroom en warmte kunnen hun weg vinden naar de reguliere energiemarkt of de deelnemende bedrijven. De CO₂ die de centrale levert is een welkom alternatief om de CO₂ te vervangen die nu uit fossiele brandstoffen wordt opgewekt.

Windenergie en waterkracht van elders

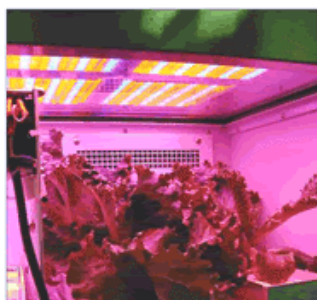
Met de opkomst van een vrije energiemarkt biedt handel ruimere mogelijkheden om te voorzien in een duurzame energievoorziening. Door simpelweg elders in te kopen kan duurzame energie in de kas gehaald worden en ook aantoonbaar toegerekend worden aan een bedrijf. Deze route kan financieel gunstig uitpakken, maar vereist een heel verhaal om duidelijk te maken dat de kas duurzaam is.

3.3. De besparende bouwstenen op een rij

Zuinige assimilatiebelichting

Rood-blauwe LEDs bieden een sterk besparingsvoordeel in vergelijking met de huidige assimilatieverlichting. Door het selectieve aanbod van golflengtes krijgen planten precies dat wat ze nodig hebben, terwijl het energiegebruik een stuk gunstiger uitpakt. De werking van dit alternatief is aangetoond door NASA dat deze methode gebruikt om groente te kweken aan boord van lange ruimtereizen. Een ander alternatief dat zij gebruiken zijn “fiber optics” (glasvezels).

*Rood-blauwe
LEDs bieden een
zuiniger
alternatief voor
assimilatiebelichting
(foto: NASA)*



Sterk isoleren

Glas of kunststof met een hoge isolatiewaarde is een goed hulpmiddel om warmteverliezen in het stookseizoen te beperken. Sterk isoleren van de kas is een trendbreuk met de huidige praktijk van “enkel glas”. De uitdaging voor de toekomst ligt in het ontwikkelen van materialen met een hoge isolatie en behoud van voldoende lichttoetreding in de kas. De kas van de toekomst zou nog een stap verder kunnen gaan: sterk isoleren en zuinige assimilatiebelichting toepassen. Een heel nieuw kasontwerp op de kaart zetten vraagt om een gerichte actie van de sector (zie ook paragraaf 3.5.).

Gesloten kas

Het toepassen van een gesloten kassysteem voorkomt onnodige verliezen van warmte en CO₂ in de zomer. De gesloten kas laat zich goed combineren met:

- warmtewinning in de zomer en seizoensopslag;
- verwarming in de winter met een warmtepomp;
- koeling en ontvochtiging met koud water uit de seizoensopslag.

Warmtepomp met seizoensopslag

De warmtepomp met seizoensopslag vormt een aantrekkelijk perspectief voor de glastuinbouw. Zo vormt deze combinatie een cruciaal onderdeel van de kas van de toekomst die nu op de Floriade staat. De energiebesparing ligt nu in de orde van 20- 30%. De aantrekkelijkheid zal in de toekomst nog toenemen wanneer het rendement van de warmtepomp verder verbetert.

CO₂/H₂O-kringloop sluiten

De gesloten kas vormt een eerste opstap om de CO₂ en waterkringloop in een kas te sluiten. Met slimme regeling en eventueel nog andere technische maatregelen is in de toekomst op dit punt nog meer te bereiken door optimalisatie.

Bodem als temperatuurbuffer en wortelverwarming

Door de kas anders te ontwerpen en bouwen kan de bodem nadrukkelijker worden betrokken in het beheersen van het kasklimaat en zo als temperatuurbuffer gaan fungeren. Ook wortelverwarming behoort tot de mogelijkheden, een concept dat bijvoorbeeld in Japan wordt

toegepast. In combinatie met goede klimaatregeling kan de bodem zo een bijdrage leveren aan energiebesparing.

3.4. Bouwstenen voor meer energiekwaliteit en samenwerking

Van warmte naar elektriciteit

De warmte die in een kas ontstaat heeft een veel lagere kwaliteit ('exergie') dan de fotonen van het zonlicht. Het dak van de kas werkt als een grensvlak waar zonlicht met een hoge energiekwaliteit verandert in warmte met lage kwaliteit. Zo gaan veel gebruiksmogelijkheden van de beschikbare zonne-energie verloren. Het omzetten van zonlicht met zonnecellen op het kasdak in stroom sluit aan op het kwaliteitsprincipe: elektriciteit heeft dezelfde kwaliteit als zonlicht. Behalve dat de kas zo als bron van energie met hoge kwaliteit optreedt kan een doordachte clustering van de energievoorziening ook een verdere besparing elders in de keten mogelijk maken.

Toepassen warmtecascade

Het toepassen van een warmtecascade, dat wil zeggen dezelfde warmte benutten voor een reeks van functies of processen op steeds dalende temperatuurniveaus, kan een belangrijke bron van besparing vormen. Voor een deel vindt dit principe al toepassing in de glastuinbouw bij tuinders die restwarmte van centrales gebruiken. Dit principe kan in de toekomst sterker worden doorgevoerd door bijvoorbeeld kassen te combineren met andere bedrijven en processen. Ideeën als Deltapark en City Fruitful sluiten aan bij dit perspectief.

Multigeneratie

De Nederlandse glastuinbouw heeft reeds een slag gemaakt van het opwekken van uitsluitend warmte ('monogeneratie') naar gecombineerde opwekking van warmte, elektriciteit en CO₂ ('trigeneratie'). De uitdaging voor de toekomst ligt in multigeneratie: tegelijk voorzien in warmte, elektriciteit, water en CO₂ met één concept.

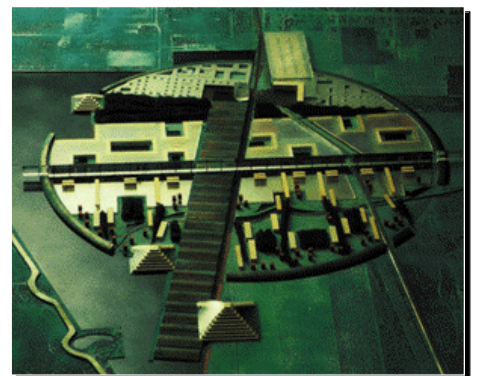
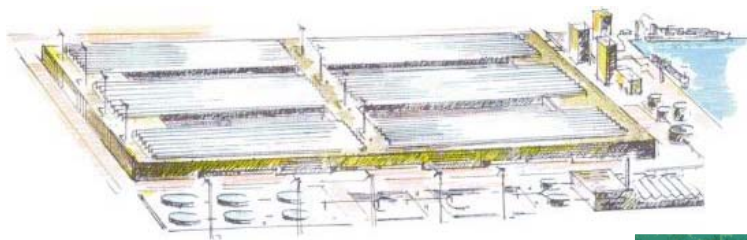
Samenwerking voor een geïntegreerde energievoorziening: building energy webs

Integratie en bundeling van processen en energievoorziening die verder gaat dan het eigen bedrijf of de woonwijk komt nog maar op kleine schaal voor in Nederland. De toepassing van warmtekrachtkoppeling is in feite de eerste stap op weg naar een veel sterkere integratie van de energievoorziening. Door samenwerking, clustering en ketenoptimalisatie zijn “energy webs” te bouwen. De sleutelgedachte in dit concept is: ik lever iets voor mijn buurman en gebruik iets van wat een ander teveel heeft. Door zo’n intensieve onderlinge samenwerking en integratie levert het energy web voordelen: energiebesparing, minder kosten of meer zekerheid. Het bouwen van energy webs brengt twee innovaties tegelijk op gang: nieuwe technologie en een heel andere manier van bedrijfsvoering.

Die andere manier van bedrijfsvoering heeft dan onder andere betrekking op:

- samenwerken met andere partijen (waarbij wat zelfstandigheid om te beslissen wordt ingeleverd voor het kosten- en energievoordeel van de samenwerking) bijvoorbeeld als het gaat om sturen van vraag en aanbod of het leveren of afnemen van energie;
- delen van infrastructuur en voorzieningen; dus niet meer zelf alle apparatuur in huis hebben voor de energievoorziening van de kas maar bewust gebruik maken van de voorzieningen van anderen.

Nieuwe ontwerpen zoals Deltapark of City Fruitful bieden kansen voor energie-innovatie. Samenwerking schept ruimte voor het toepassen van warmtecascade of het bouwen van energy webs. Door integratie ontstaan zo voordelen als energiebesparing, minder kosten of meer zekerheid.



Alle deze bouwstenen (**van warmte naar elektriciteit, toepassen warmtecascade, multigeneratie en samenwerking**) vormen geheel nieuwe elementen voor de glastuinbouw. De ontwikkeling hiervan zal dus niet als “vanzelf” op gang komen, maar vraagt om acties voor een succesvolle toepassing. In beperkte mate betreft het dan in gang zetten van technologische ontwikkeling, maar veel belangrijker is de bedrijfsmatige innovatie die nodig is voor succes.

3.5. Het kasontwerp als centrale bouwsteen

Kas opnieuw, maar dan zuinig ontwerpen

Het herzien van het kasontwerp vormt een grote, uitdagende ontwerpogave en innovatie. Het huidige ontwerp met enkel glas, stoken met de ramen open en grote volumes gaat op de helling. Voor de nieuwe kas vormen lessen uit energiebesparing in andere sectoren een bron van inspiratie. Dat betekent bijvoorbeeld dat opties als sterk isoleren, oriëntatie op de zon, dubbel glas (HR++), het terugdringen van het volume, meervoudig ruimtegebruik, herbenutting van warmte hun intrede kunnen doen. Het doel van het nieuwe ontwerp is een zo gering mogelijke energievraag in de winter.

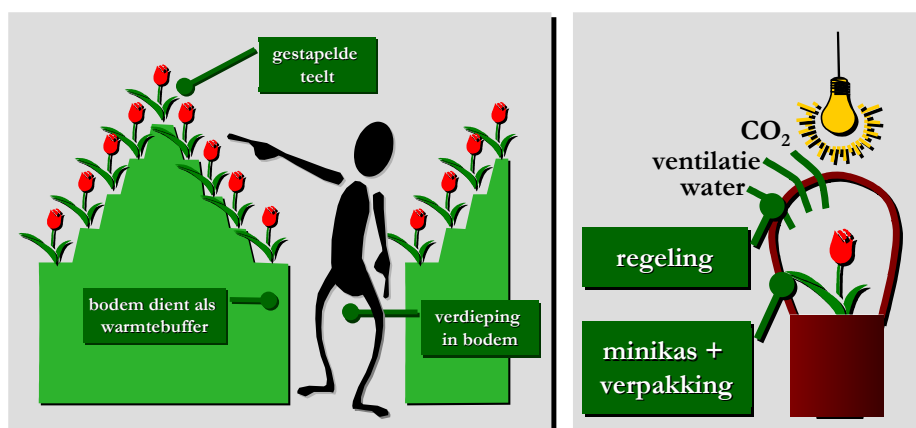
Kasvolume reduceren

De trend in de kassenbouw is niet alleen grotere oppervlaktes, maar ook hoger. Op energiegebied heeft dit een nadeel: meer hoogte betekent meer volume en dus meer verwarming en verliezen. Voor de kas als energiebron ligt hier een uitdagende ontwerpogave: het realiseren van minder kasvolume en daarmee minder energievraag met behoud of zelfs verbetering van teeltcondities.

Stapelen en de grond in

Eén optie om volumereductie te bereiken is het stapelen van teelten om de beschikbare effectiever te benutten. Een aanvulling hierop kan zijn om in plaats van in de hoogte in de grond te bouwen (gangpaden voor materiaal, personeel en leidingen). De bodem zou zo als warmtebuffer benut kunnen worden en tegelijkertijd wordt het kasvolume zo teruggebracht.

Teelt stapelen en de grond in kan een optie zijn om het kasvolume te reduceren. Een ander alternatief is de mini-kas die na oogst tevens als verpakking dient.



Minikassen

De “minikas” vormt een radicale breuk met de traditionele kas. Iedere plant heeft zijn eigen, kleine kasje dat voorzien is van toevoer voor water, ventilatie en CO₂. De aansluiting op een centraal systeem zorgt voor de benodigde regeling. Bij oogst worden de toevoeren weggeknipt en dient het minikasje meteen als verpakking.

Herbezinning en -ontwerp functie van dak en kasvorm

Het huidige kasdak vervult functies als het beschermen tegen invloeden van buitenaf, vasthouden van warmte en toelaten van licht. In kas als energiebron komen hier functies bij: het produceren van elektriciteit en warmte. Om al deze functies tegelijk te laten plaats vinden lijkt herontwerp van het dak noodzakelijk. De nieuwe energiefuncties stellen immers eigen en nieuwe eisen die soms kunnen strijden met de bestaande. Tezamen met het reduceren van het kasvolume ligt hier een uitdagende ontwerpopgave voor nieuwe vormen, materialen en inrichting.

*Het toevoegen van energieproductie als functie aan het kasdak vraagt om herbezinning van het ontwerp. Tezamen met het reduceren van kasvolume ligt hier een uitdagende ontwerpopgave –voor nieuwe vormen en materialen.
(Foto's: Eden, UK)*



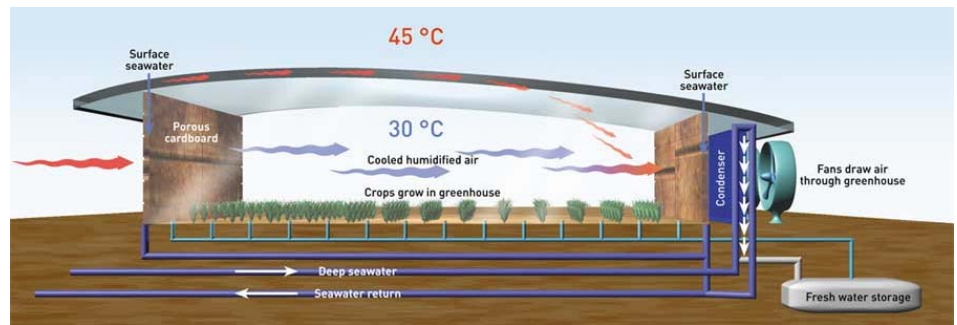
Edenproject: bubbels als kas met lichtgewicht "foliekussens" als dakelementen

3.6. Wilde plannen of bronnen van inspiratie

Zeewaterkas

Een Engelse pionier, Charlie Paton, heeft in Abu Dhabi een kas gerealiseerd die draait op zonne-energie en de verdamping van zeewater. Het resultaat is een aangenaam kasklimaat (bij buitentemperatuur van meer dan 40 °C) en de productie van ruim voldoende zoet water om de kas te voorzien. Het werkingsprincipe is vrij eenvoudig: droge, hete lucht treedt de kas binnen en wordt druppelsgewijs bevochtigd. Door verdamping daalt de temperatuur en stijgt de luchtvochtigheid zodat de vochtbehoefte van het gewas minimaal wordt. Tot slot condenseert het vocht tot zoet water. De kas heeft verder een innovatie in het dak: een dubbellaags constructie die zichtbaar licht doorlaat, maar infrarood buiten reflecteert.

*De regenmaker:
een kas die met
zonlicht uit zee-
water zoet water
maakt en een goed
kasklimaat creeërt.
(bron: New
Scientist)*



Pv in combinatie met waterstofproductie

In paragraaf 3.2. zijn reeds diverse pv-opties aan de orde gesteld. Voor een optimale inpassing van de overdag met pv geproduceerde stroom wordt erover gedacht om de pv-stroom middels elektrolyse om te zetten in waterstof. Deze duurzame waterstof kan dan vervolgens –eventueel na opslag- (min of meer) net als aardgas als gasvormige energiedrager in de glastuinbouw ingezet worden. De CO₂-voorziening komt dan los te staan van de energievoorziening.

Pv-gentechnologie

Een aantal plant- en diersoorten beschikt over de eigenschappen om licht of elektriciteit te produceren (denk aan: lichtgevende algen, glimwormen, sidderalen). Gebruik maken van deze eigenschappen via gentechnologie kan een biologische pv-toepassing opleveren. Dit is één voorbeeld van een wilde doorbraakgedachte.

Puls lichten

Een tweede optie richt zich op het gebruik maken van de eigenschap dat planten in pulsen fotonen opnemen voor fotosynthese. Het aanbieden van gepulst licht kan een nieuwe vorm van energiebesparing zijn.

Gerealiseerde bronnen van inspiratie voor nieuwe ontwerpen

Her en der zijn nieuwe kastoeppingen gerealiseerd die een stap vooruit betekenen en een trendbreuk met de bestaande paden. Ze vormen een bron van inspiratie:

- Kas van de Toekomst, Floriade www.kasvandetoekomst.com;
- Biosphere-II, USA www.bio2.edu;
- Edenproject, UK www.edenproject.com;
- NASA Bioplex, USA advlifesupport.jsc.nasa.gov.

3.7. In welke functies en strategieën passen de bouwstenen

Omdat in een kas vier levensfuncties gewaarborgd moeten zijn voor een succesvolle teelt en niet elke optie alle functies kan vervullen, hebben we hieronder nog eens op een rijtje gezet voor welke functie een bouwsteen te gebruiken is. Bovendien hebben we aangegeven in welke

strategie (100% duurzaam, 100% besparen of netto-leveren) de bouwsteen een passende plaats vindt.

		Verwarmen	Verlichten	Bemesten	Be-/ontvochtigen		100% duurzaam	100% besparen	netto-leveren
duurzaam	pv-toepassing	•	•				•		•
	Zonneboiler	•					•		•
	Warmtepomp + opslag	•		•	•		•	•	•
	Biomassacentrale	•	•	•	•		•		•
	Windenergie		•				•		•
Besparen	sterk isoleren	•						•	•
	gesloten kas	•		•	•		•	•	•
	CO ₂ -waterkringloop sluiten	•		•	•		•	•	•
	zuinige assimilatiebelichting		•					•	•
Kwaliteit	van warmte naar elektriciteit		•				•		•
	Toepassen warmtecascade	•			•			•	•
	Energywebs bouwen	•	•	•	•				•
	Innovatie bedrijfsvoering	•	•	•	•				•
	Samenwerking	•	•	•	•				•
Kasontwerp	nieuw zuinig ontwerp	•		•	•			•	•
	Kasvolume reduceren	•			•			•	•
	stapelen en de grond in	•						•	•
	Minikassen	•		•	•			•	•
	Herontwerp dak voor energie	•	•		•		•	•	•
	Wortelverwarming	•						•	•
wilde plannen	pv-gentechnologie		•				•		•
	puls lichten		•					•	•
	Strooilicht gebruiken	•	•					•	•
	Zeewaterkas	•	•	•	•		•		•

4. Op weg naar de kas als energiebron: van startnotitie naar acties in innovatietrajecten

De verdere invulling van de innovatietrajecten vindt plaats op basis van de workshop die SIGN en InnovatieNetwerk organiseren over de kas als energiebron. Bij de invulling gaat het dan om vragen als:

- hoe is een innovatietraject voor de kas als energiebron in elkaar te steken;
- welke acties zijn nodig;
- welke actoren spelen een rol;
- wie moet wat gaan doen;
- hoe reageren deelnemers en welke rol zien zij voor zichzelf weggelegd;
- hoeveel budget is daarvoor nodig;
- hoe organiseer en garandeer je de benodigde samenhang tussen de verschillende ontwikkeltrajecten.

Deze vragen vormen de kern van de discussie tijdens de workshop op 27 juni 2002. In deze startnotitie beperken we ons tot de beoogde actoren die in de geschetste innovatietrajecten een rol zouden moeten spelen en het nodig geachte programmamanagement om samenhang en synergie in de innovatietrajecten te brengen (paragraaf 4.5.). Het is vervolgens aan de actoren (en de te vormen consortia) zelf om te bepalen in hoeverre en welke rol zij voor zichzelf zien weggelegd.

4.1. In elke strategie komen enkele robuuste elementen terug

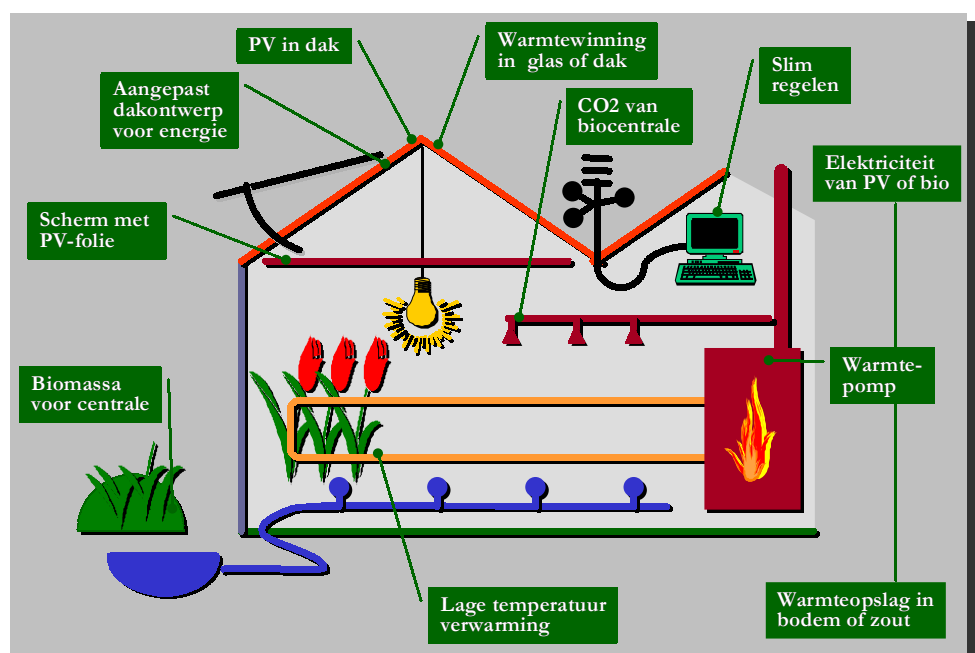
Een aantal bouwstenen keren steeds terug, onafhankelijk van de gekozen strategie. Bovendien zijn er een aantal vaste aandachtspunten die gelden voor elke strategie. Dit beschouwen we verder als robuuste opties en centrale aandachtspunten:

- het kasontwerp als startpunt van en fundament onder elke innovatie;
- slim regelen door een geïntegreerde regelstrategie voor een geoptimaliseerd kasklimaat in relatie tot geoptimaliseerde inzet van energieproductiemiddelen;
- CO₂-voorziening bij sterk afwijkende energievoorzieningsconcepten;
- opslag van energie (seizoensopslag van warmte, opslag van elektriciteit);
- lage temperatuur verwarming, warmteterugwinning en warmtepompen.

Vanwege die robuustheid ligt het voor de hand om voor dergelijke elementen een centraal ontwikkelcluster te scheppen. Dit ontwikkelcluster moet nauw samenwerken met de andere clusters. Hierop wordt nader ingegaan in paragraaf 4.5.

4.2. Innovatietraject 1: Zelfvoorziening door duurzame energie

De inhoudelijke aspecten en bouwstenen uit paragraaf 3.2. voor een duurzame strategie zijn in onderstaande figuur samengevat. In deze paragraaf wordt verder ingegaan op een mogelijke route om de hieruit af te leiden energieconcepten te realiseren.



Een schets wat er kan veranderen in de huidige kas om de 100% duurzame kas te realiseren.

Veel van de voor verduurzaming benodigde technologieontwikkeling gaat autonoom door los van de glastuinbouw. Hier wordt in het kader van deze startnotitie geen aandacht besteed. De uitdaging voor een consortium dat zich gaat bezighouden met het cluster 'verduurzaming voor zelfvoorziening' is om deze technologieontwikkeling zodanig te koppelen aan de ontwikkelingen en marktbehoeften in de glastuinbouw dat doorbraken worden bereikt. Daarbij gaat het met name om het winnen van energie van de zon in de kas (als warmte of elektriciteit). Kritische succesfactoren zijn daarbij de samenstelling van het consortium en de 'trekker' van het consortium. Een consortium bevat minimaal de volgende soorten partijen:

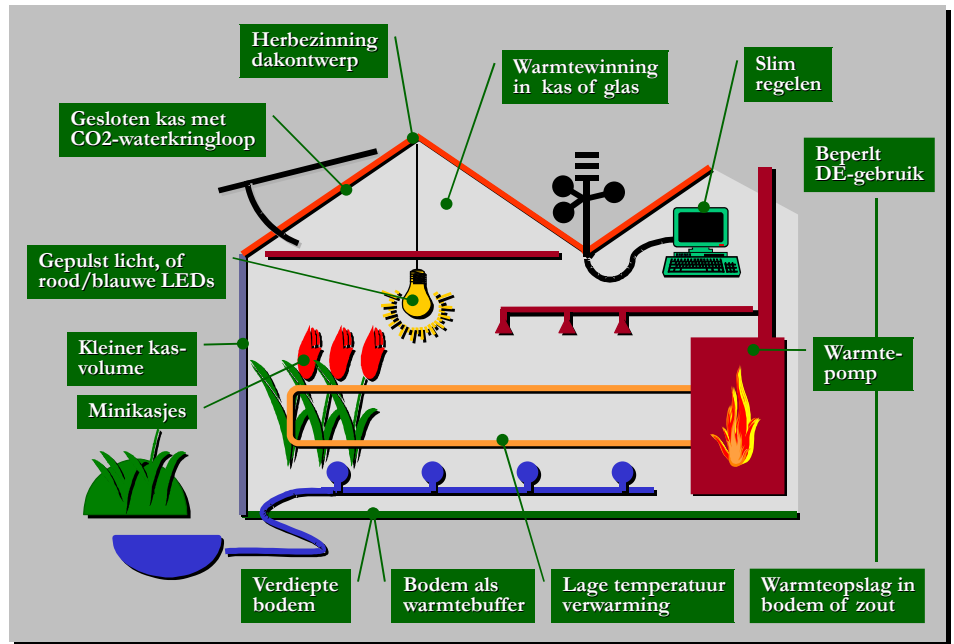
- kennisinstituten met kennis van teelten, kasklimaat en energievoorziening;
- een innovatief ingestelde projectontwikkelaar uit de glastuinbouw met kennis, kunde, belang bij en geloof in duurzame energie;
- een projectontwikkelaar uit de utiliteitsbouw die zijn ervaring met duurzame energie wil vertalen naar de tuinbouw om zijn markt te verbreden.

Het consortium begint met het opstellen van een Programma van Eisen voor de duurzame, zelfvoorzienende kas. Op afstand zijn ook componentleveranciers betrokken, die geprikkeld moeten worden door deze nieuwe afzetmarkt.

4.3. Innovatietraject 2: Zelfvoorziening door besparing

Het concept "zelfvoorziening door besparing" leunt sterk op besparende opties *en* een radicaal nieuw kasontwerp (bijv. gesloten kas, nieuw dak, kleiner volume, sterke isolatie). Een schets van mogelijke veranderingen gebaseerd op de inhoudelijke bouwstenen uit de paragrafen 3.3. en 3.5. staat hieronder.

Een schets wat er kan veranderen in de huidige kas om de 100% besparende kas te realiseren.



Ook hier zal sprake zijn van de nodige autonome technologie-ontwikkeling en is de uitdaging deels vergelijkbaar met die voor het verduurzamingconsortium. Veel centraler dan in de verduurzamingstrategie staat hier echter het kasontwerp. Vanuit die notie moet een consortium bestaan uit tenminste de volgende partijen:

- een innovatief ontwerper van nieuwe kasconcepten, waarbij zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met een minimaal energieverbruik;
- een innovatief ingestelde projectontwikkelaar uit de glastuinbouw die bereid is vergaand vernieuwende kasconcepten mee te helpen ontwikkelen om daarmee een concurrentievoordeel te behalen;
- een projectontwikkelaar uit de utiliteitsbouw die zijn ervaring met energiebesparing wil vertalen naar de tuinbouw om zijn markt te verbreden;
- kennisinstituten met kennis van teelten, kasklimaat en energievoorziening.

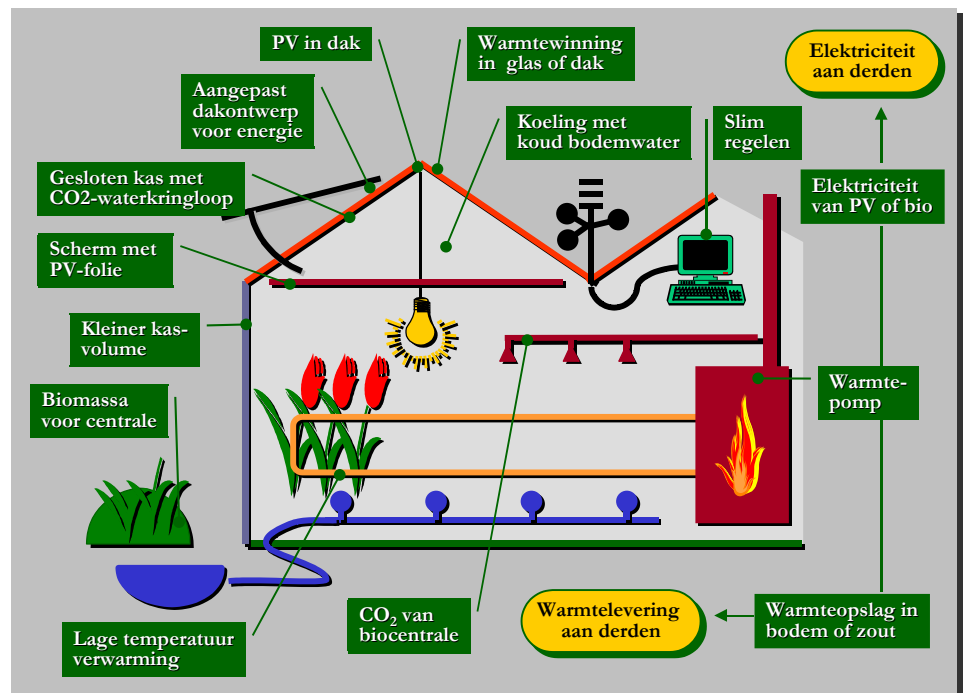
Het consortium begint met het opstellen van een Programma van Eisen voor de zelfvoorzienende kas met maximale energiebesparing. Voor marktgestuurde doorbraken op het gebied van belichtingstechnologie is het nodig om een partij in het consortium op te nemen die zich richt op innovatieve verlichtingssystemen zoals gepulst licht en LED's.

4.4. Innovatietraject 3: Netto-leveren door besparen+duurzaam

In deze ontwikkelstrategie gaat het meer om het tot stand brengen van samenwerking binnen en vooral ook buiten de sector dan om technologieontwikkeling. Het gaat dan om:

- een optimale optelsom van vergaand geïntegreerde besparende en duurzame energietechnologieën;
- optimaal hergebruik van warmte binnen de sector en levering van overschotten aan warmte en elektriciteit aan derden (veelal buiten de sector).

De inhoudelijke aspecten en bouwstenen uit § 3.2 tot en met § 3.6 die voor een strategie van nettolevering belangrijk zijn, zijn gebundeld in onderstaande figuur.



Een schets wat er kan veranderen in de huidige kas om de samenwerkingsstrategie te realiseren.

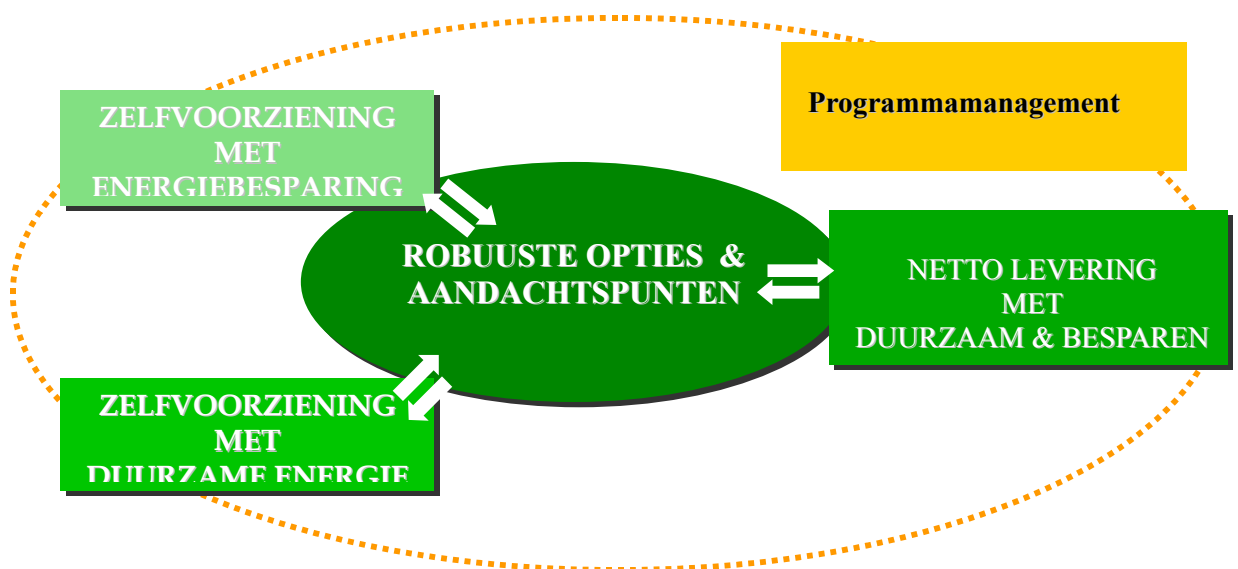
Belangrijke uitdaging in deze laatste innovatiestrategie is de **organisatie en langdurige bundeling** van een groot aantal partijen met vaak uiteenlopende belangen. Dit stelt bijzondere eisen aan de 'trekker' van dit consortium. Naast consortiumpartners zoals in paragraaf 4.2. en 4.3. zijn vermeld, is het nodig (ivm de nodige kennis met betrekking tot netcodes en dergelijke) dat in dit consortium partijen worden betrokken wiens 'core-business' bestaat uit het leveren van (en handelen in) warmte en elektriciteit. Dat kunnen traditionele energiebedrijven zijn,

maar ook de nieuwe toetreders op de vrije energiemarkt. Deze partijen kunnen in een latere fase bij het consortium worden betrokken. Daarnaast vereist deze innovatiestrategie dat de betrokken bedrijven ook bereid zijn tot verregaande innovaties in hun bedrijfsstructuur. Dat zal vooral een kwestie zijn van 'on-the-job' inspiratie opdoen en ervaringen opbouwen.

4.5. Samenhangend management van innovatietrajecten

De verschillende innovatieclusters zoals beschreven in voorgaande paragrafen staan niet op zich, sterker nog: ze vertonen en behoeven een grote mate van verwevenheid en interactie. Juist op dit vlak ontbreekt het bij veel van de her en der lopende projecten. Daaraan liggen veelal allerlei concurrentieoverwegingen ten grondslag. Het programma "De Kas als Energiebron" moet voorkomen dat de verschillende clusters elkaar teveel overlappen, danwel teveel gaan divergeren en dat ieder voor zich 'het wiel uitvindt'. Bovendien moeten de clusters maximaal gebruik maken van en inspelen op de kennis en ervaring die wordt opgedaan in het in paragraaf 4.1 voorgestelde centrale cluster met de robuuste opties. Een belangrijke kritische succesfactor voor het welslagen van het programma "De kas als Energiebron" is dan ook het overkoepelend en integrerend programmamanagement, dat vanuit een

Drie ontwikkelende consortia worden ondersteund vanuit een centraal consortium dat de kennis voor de robuuste elementen ontwikkelt. Het programmamangement staat garant voor de interactie, samenhang en kennis- en budgetbeheer.



visie op het eindresultaat sturing geeft aan de projectleiders en projectpartners van de verschillende consortia. Het

programmamanagement betreft dus bepaald niet alleen een rol als beheerder van (financiële) middelen.

In het centrale consortium is in ieder geval een sleutelrol weggelegd voor een ontwikkelaar van ICT en regelstrategieën, en een partij die de rol van 'systemintegrator' op zich kan nemen.

Op basis van deze startnotitie en de input van workshop moet een plan worden ontwikkeld en een budget worden vrijgemaakt om de geschetste ontwikkeltrajecten mogelijk te maken. De werving en selectie van consortiumpartners kan dan verder geschieden via gangbare aanbestedings- en tenderprocedures, waarbij partijen kunnen intekenen op één of meer ontwikkeltrajecten. Belangrijk hierbij is dat in ieder geval die partijen die cruciale rol moeten spelen, worden uitgenodigd. SIGN en InnovatieNetwerk nemen hierin het voortouw.

Bijlage 1:

Verslag Workshop “Kas als energiebron” op 27 juni 2002

Ir. H.J.H. Koehorst (SIGN)

Kas als energiebron

Stichting Innovatie Glastuinbouw (SIGN) en InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster (InnovatieNetwerk) hebben op 27 juni 2002 een workshop georganiseerd rondom het thema *Kas als energiebron*. SIGN en InnovatieNetwerk willen met de metafoor *Kas als energiebron* de mogelijkheden verkennen van energieconcepten die op termijn (voor 2020) in de glastuinbouw kunnen leiden tot substantiële besparingen op het energiegebruik en mogelijk kunnen zelfs tot kasconcepten die energie leveren. Op de lange termijn is een trendbreuk in het gebruik van energie in de glastuinbouw noodzakelijk om te kunnen voldoen aan de energiedoelstellingen. De metafoor *Kas als energiebron* dient hiervoor als inspiratie en denkrichting.

Opdracht aan KEMA

Met de metafoor *Kas als energiebron* in 2020 als vertrekpunt, is aan KEMA gevraagd om beelden te schetsen van kasconcepten die op termijn tot een minimaal energiegebruik kunnen leiden of zo mogelijk tot een energieoverschot zodat vanuit de glastuinbouw energie geleverd zou kunnen worden aan derden. Gevraagd is om tenminste 2 strategieën te ontwikkelen: één strategie gebaseerd op maximale besparing van fossiele energie, en de andere strategie uitsluitend op basis van duurzame energie. Ook het ontwerp van de kas mocht in de beschouwingen worden betrokken. Uitgangspunt is dat het kassysteem als een tuinbouwproductie-eenheid blijft functioneren.

Als start van dit project werd een creatieve brainstorm van KEMA, SIGN en InnovatieNetwerk georganiseerd. Daarin zijn tal van technologische opties en ruimtelijke configuraties geïnventariseerd die zouden kunnen bijdragen aan de “Kas als energiebron”. In deze fase is bewust geen aandacht besteed aan de financieel economische haalbaarheid van ideeën of concepten. Dat is pas later aan de orde.

De ideeën zijn in het thans voorliggende rapport opgenomen.

Energie nu en in de toekomst

Het onderwerp *energie* is voor de glastuinbouw erg belangrijk. In de afgelopen jaren heeft de sector op basis van afspraken met de overheid een enorme inspanning geleverd om energie efficiënter te benutten. Het energiegebruik per eenheid is daardoor sterk afgenomen. Toch blijft het absolute energiegebruik per hectare hoog. De mogelijkheden om het energiegebruik in tuinbouwkassen verder te optimaliseren zijn nog lang niet uitgeput en kassen vormen in principe een potentiële energiebron. In de komende jaren staat in het energiedossier de uitstoot van CO₂ centraal. In de glastuinbouw wordt het energiegebruik straks getoetst op de uitstoot van CO₂. Beperking van de uitstoot van CO₂ bij handhaving en groei van het huidige energiegebruik is nodig. De benutting van duurzame energiebronnen als zonlicht en windenergie kan een geweldige bijdrage leveren aan beperking van de CO₂-uitstoot.

Workshop op 27 juni 2002

Deskundigen op het gebied van glastuinbouw en energie hebben op de workshop gediscussieerd over de door de KEMA voorgestelde strategieën. Daarbij zijn de uitdagingen, de haalbaarheid, mogelijke belemmeringen bij realisatie en de nog te ontwikkelen kennis en technologie besproken.

De scenario's in het kort

De KEMA heeft 3 scenario's uitgewerkt:

- a. een kassysteem met uitsluitend duurzame energiebronnen;
- b. een kassysteem waarbij uitgegaan wordt van maximale (fossiele) energiebesparing;
- c. een combinatie van de 2 genoemde scenario's.

De technologische opties van elk der strategieën zijn door de KEMA kort toegelicht. Tevens werd ingegaan op het feit, dat de strategieën niet alleen kennisontwikkeling vragen, maar ook organisatorische consequenties kunnen hebben voor de tuinbouw ondernemers, en dat er allerlei institutionele vernieuwingen noodzakelijk zijn om tot doorbraken te komen.

In elk van de strategieën wordt er van uit gegaan dat de kas als een tuinbouwproductie-eenheid blijft functioneren.

Referaat Prof.dr.ir. L. Jansen (voormalig directeur DTO)

Op verzoek van SIGN en InnovatieNetwerk staat Prof. Jansen stil bij gepresenteerde scenario's van KEMA. De heer Jansen vindt het inspirerend en uitdagend om vanuit een toekomstperspectief 2020 te denken over nieuwe kas- en tuinbouwconcepten.

De heer Jansen plaatst het huidige kasconcept in een historisch en toekomstperspectief. De glastuinbouw is 60 jaar geleden zeer eenvoudig begonnen met bakken en glasplaten. De technologische vooruitgang heeft geleid tot de moderne en efficiënte kassystemen van nu. De technologische vooruitgang maakt ook in de toekomst een sterke verbetering mogelijk. De Kas als energiebron zou in 2020/2030 daardoor werkelijkheid kunnen zijn.

In het door hem geleide programma "Duurzame technologie Ontwikkeling DTO" is een methodiek van "back casting" ontwikkeld om vanuit een toekomstoriëntatie in kaart te brengen welke stappen nu al gezet kunnen worden om het gewenste toekomstbeeld te realiseren. Dit wordt geïllustreerd met sheets 1 en 2. Vanuit de DTO-aanpak zijn voor het traject "Kas als energiebron" verschillende aandachtspunten te formuleren (sheet 3). Het is bijvoorbeeld heel belangrijk om de systeemgrenzen goed te definiëren en vroegtijdig de relevante stakeholders in kaart te brengen.

Om te komen tot vernieuwende, operationele kasconcepten is een stapsgewijs ontwikkelingsproces nodig. In dit proces moeten telkens kleine stappen worden genomen met concrete resultaten. Het maken van een grote stap is onmogelijk. Andere aandachtspunten in het ontwikkelingsproces zijn het:

- formuleren van de behoefte en het vaststellen van de probleem-eigenaar;
- ontwikkelen van een kasconcept in een breder agroproductie-systeem;
- hebben van een trekkende partij met voldoende commitment en die erkenning vindt in de uitdaging.

Resultaat bespreking scenario *duurzame energie*

De benutting van *duurzame energie* biedt perspectieven voor de toekomst door de voortschrijdende technologische ontwikkeling en de groeiende maatschappelijke belangstelling. In de ontwikkeling van duurzame energie als energieconcept voor de toekomst in de glastuinbouw is het essentieel om het gewas als vertrekpunt te nemen. De teelt van bloemen, planten en groenten en fruit blijft de core-business van de glastuinbouw; niet de levering van energie. Energiebesparing en duurzaam energie moeten geïntegreerd ontwikkeld worden met het gewas als vertrekpunt. Energielevering uit duurzame energie is geen doel, maar kan het resultaat zijn van voortschrijdende technologische ontwikkeling. In dit scenario staat de benutting van de beschikbare warmte in kassen centraal.

Het *duurzame energie-scenario* van KEMA stelt zonlicht en windenergie te nadrukkelijk centraal. In de workshop wordt ook stil gestaan bij de mogelijkheden van energie uit waterstof (H₂), kernenergie of energie uit koude kernfusie. Daarnaast kunnen benutting van aardwarmte en geothermische toepassingen in de toekomst mogelijkheden bieden. De uitdaging voor de glastuinbouw en haar energieleveranciers is bestaande technieken en technologieën te integreren in een totaalconcept. Uit modelstudies is reeds gebleken dat bijvoorbeeld in de potplantenteelt een energiebesparingspotentie van een factor 20 realiseerbaar is. Het kernprincipe hierachter is het 'stapelen' van energiebronnen.

Belemmeringen om de beschikbare warmte optimaler te benutten zijn bijvoorbeeld:

- Het transport en opslag van warmte, dat nu nog als laagwaardig product wordt beschouwd;
- Milieutechnische ontwikkelingen, zoals de klimaatverandering en de effecten ervan op de productieomstandigheden;
- Continue ontwikkelingen in de markt die invloed hebben op de teeltschema's;
- De effecten van maatschappelijke ontwikkelingen.

In de workshop wordt het scenario *duurzame energie* als interessant beoordeeld. De deelnemers aan de workshop adviseren om in de uitwerking van de scenario's, als vervolgstap op de huidige stap, de

visie-ontwikkeling te verbreden en 'de teelt en de teeltwijze van de toekomst' hierin te betrekken. Vervolgens is het nodig om vanuit dit toekomstbeeld een terugvertaling te maken naar de huidige stand van de techniek. Op basis van de huidige stand van de techniek en het perspectief op langere termijn kan een ontwikkelingstraject worden uitgezet om de omvorming van energiegebruik naar energielevering gestalte te geven. Dit ontwikkelingstraject moet vervolgens fasegewijs worden opgepakt door flexibele allianties of combinaties uit het bedrijfsleven, onderzoek en overheid.

Resultaat bespreking scenario *besparing*

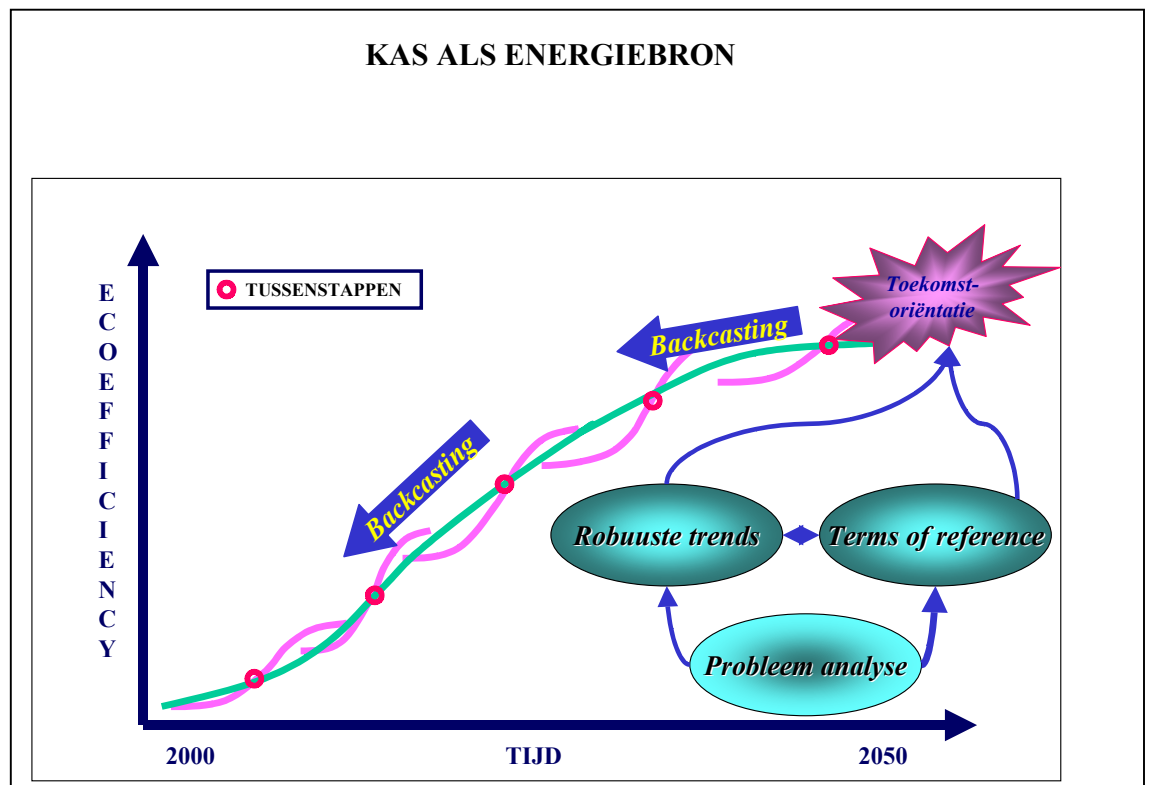
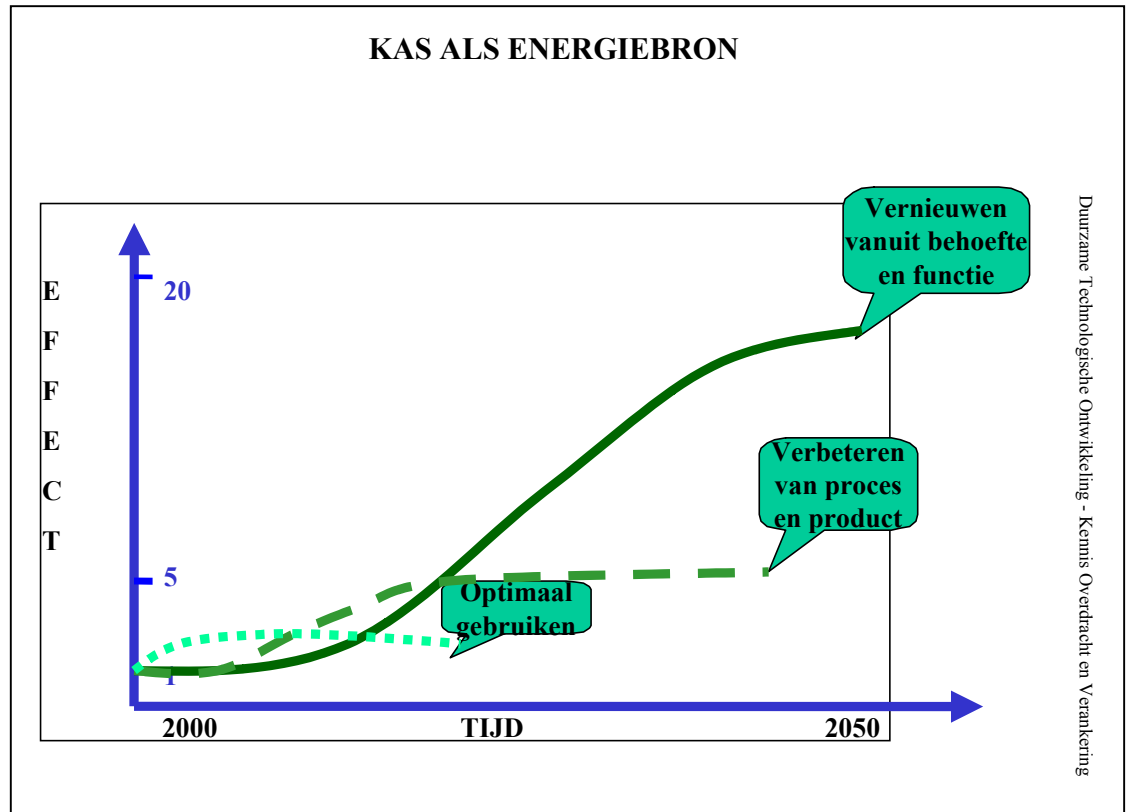
Besparing van het energiegebruik in de glastuinbouw is een belangrijk streven. Het is noodzakelijk vanuit het oogpunt van imago, verbetering van het (financiële) rendement, het leveren van een schoon en veilig product aan de consument en het versterken van de concurrentiepositie in het internationale krachtenveld. Naast het kernwoord *besparing* zijn efficiency, zelfvoorziening, benutting, geen fossiele brandstof en communicatie belangrijke begrippen. De deelnemers aan de workshop spreken liever over *efficiëntie* dan over *besparing*.

In de ontwikkeling van het *efficiëntie- of besparingsspoor* moet de sector het uitgangspunt zijn. Belangrijke criteria zijn echter wel maatschappelijke randvoorwaarden, economische en marktomstandigheden. De uitwerking van dit scenario biedt kansen, maar kent ook barrières. Kansen zijn bijvoorbeeld:

- De beschikbaarheid van oppervlak (bijvoorbeeld het dakoppervlak van de kassen) voor de inzet van technologieën die een efficiëntere benutting van het energiegebruik mogelijk maken;
- De beschikbaarheid van kennis, het innovatiepotentieel en de korte verbindinglijnen tussen onderzoek en praktijk;
- De mogelijkheden voor regionalisering van de energieproductie bij glastuinbouwlocaties.

Een barrière bij de uitwerking van het scenario vormt de maatschappelijk acceptatie van oplossingsrichtingen. De deelnemers aan de workshop stellen voor om de uitwerking gezamenlijk op te pakken, waarbij de sector het voortouw neemt onder de noemer *Kas als energiebron*. Voorgesteld wordt om een demonstratiekas, volgens het

concept van de Kas van de Toekomst, te bouwen gericht op het ontwikkelen en demonstreren aan tuinders en aan burgers van de energiebesparingsmogelijkheden in de glastuinbouw.



KAS ALS ENERGIEBRON

AANDACHTSPUNTEN

Systeemgrenzen:		
Waar liggen de grenzen?	Inhoudelijk.	Welke behoefte / functie? “C-S-T”
Wie zijn de stakeholders?	Geografisch.	Enkele kas Agroproductiepark. Productielocatie Energie web
Hoe verder ?		
Kema studie als startpunt: Technologieverkenning		
Programma management	Trekker	
Niche zoeken	Partijen	
Bepalen systeemgrenzen	Probleemanalyse	
	Trend analyse	
	Programma van Eisen	
Rol Overhe(i)d(en)	Risico delen	
	Faciliteren	

Bijlage 2: Deelnemers

Workshop “Kas als energiebron” 27 juni 2002

Andel, van, Dr.ir. E.	Fiwihex
Brogtrop, Ir. A.	Projectbureau Duurzame Energie
Bot, Prof.dr.ir. G.P.A.	IMAG B.V.
Braber, Ir. K.J.	Kema Nederland B.V.
Chin Kong Sung, Ing. R.	ENECO Energie
Custers, Ir. C.H.M.G.	NOVEM
Daeij Ouwens, Prof.dr. C.	TUE
Derikx, Dr. P.J.L.	IMAG B.V.
Dieleman, Ir. M.	NOVEM
Duffhues, Ir. W.F.S.	Duklis B.V.
Hoogervorst, F.H.	LTO / SIGN
Huisman, S.	Tuinbouwondernemer
Huizing, Dr. H.J.	InnovatieNetwerk
Jansen, Prof.dr.ir. J.L.A.	
Kleijn, Prof.dr. C.	TUD
Koehorst MBA, Ir. H.J.H.	SIGN
Marion, van, P.	Westland Energie
Merbel, van de W.N.	Tuinbouwondernemer
Oosten, van, Dr.ir. H.J.	InnovatieNetwerk/SIGN
Oprel, L.	Expertisecentrum LNV
Ruijgrok, Dr. W.	Kema Nederland B.V.
Smits, Ir. P.J.	Productschap Tuinbouw
Valk, van der, Ir. R.	LTO Nederland
Westerwoudt, Th.	Clingendael (voorzitter)
Wunnik, van, Ir. A.W.M.	Projectbureau Duurzame Energie
Zuurbier, C.G.	Zuurbier & Co. Rozenkwekerijen