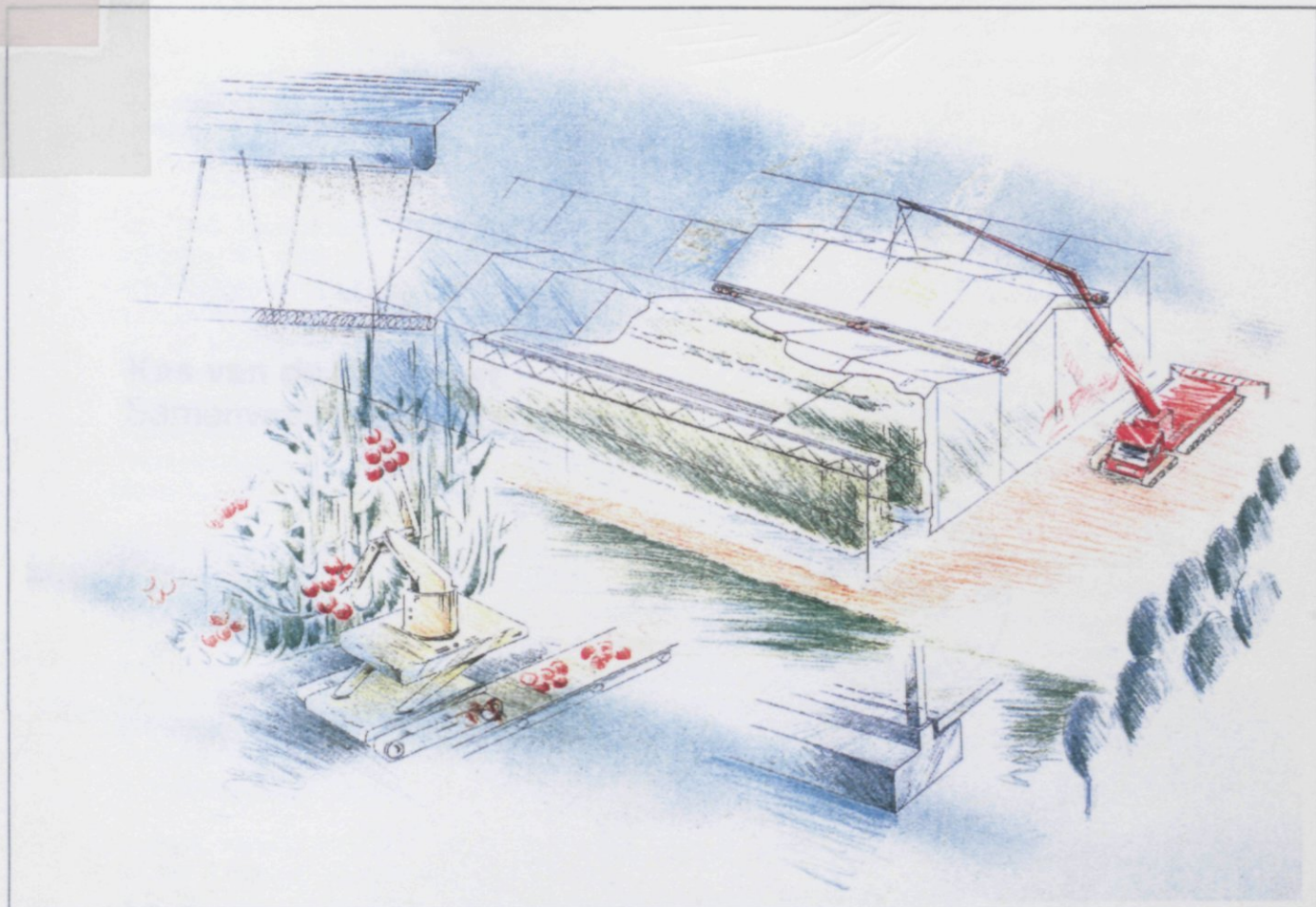


# Kas van de Toekomst

In opdracht van de Provincie Noord Holland



IMAG-DLO

ECOFYS  
energie- en milieuprojecten



Samenvatting en aanbevelingen

September 1998

Eindredactie: J.C. Bakker, IMAG-DLO Wageningen

R  
4  
B  
16

ISBN=947829 H

dubbel ex.

**Kas van de toekomst  
Samenvatting en aanbevelingen**



**Voorwoord**

Het bouwen van een tuinbouwkas leek mij altijd een toek niet al te moeilijke bezigheid. Er worden er vele gebouwd, over het algemeen in den rap tempo, meestal met goed resultaat en dat door toch een aanzienlijk aantal bouwers, dat periodiek met de conjunctuur in de glasbouw toeneemt of afneemt. Toen ik dan ook min of meer toevallig betrokken raakte bij het zeer goede initiatief van het provinciebestuur van Noord-Holland om voor de Floriade in Hoofddorp in 2002 een "Kas van de Toekomst" te ontwerpen, dacht ik verzekerd te zijn van een relatief eenvoudige kas. De gestelde voorwaarden garandeerden ook, dat er geen Utopisch geheel mocht ontstaan, omdat een Floriade een tuinbouw tentoonstelling is voor tuinders en voor de burger, die geïnteresseerd is in de Tuinbouw, zijn producten en productiewijzen. De voorwaarden waren kortgezegd: Zorg dat er een bouwwerk staat dat zoveel vernieuwing in zich draagt, dat deze in 2010 een gangbare kas met inrichting is en zorg ervoor dat deze ook een uitdaging in vinden om de ontwikkelingen daarmee gezamenlijk te laten zien. Het resultaat is dat op de Floriade van 2002 zij zelf een bouwwerk met inrichting presenteren met daarbij snuffels, waarvan wij nu de kansen kunnen dromen of zelfs dat nog niet.

**Kas van de toekomst  
Samenvatting en aanbevelingen**

Er is een projectgroep aan het werk gegaan van praktische instellingen vanuit de instellingen IMAG-DLO, ECN, ECOFYS, TNO Bouw en Energie Noord-West en ontwerpbuurend als voorzitter om een programma te ontwikkelen, dat voldoet aan de gestelde voorwaarden. Om ervan verzekerd te zijn dat de voorstellen ook praktische kennis bij de hand zouden hebben, is besloten een kerngroep in het leven te roepen, die ons kan steunen en vriendig corrigeren. Deze groep is een aantal malen bijeen geweest en heeft ons een aantal zeer nuttige adviezen meegegeven. De instellingen en verenigingen hierin vertegenwoordigd waren:



Arack, AVAP, DICOTU, DLO, DLY, KEA consult, LNV, LTO-technoiefonds, NOVEM, WLTO, Provincie Noord-Holland en STIVAS.

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| J.C. Bakker,      | IMAG-DLO, Wageningen |
| J.C.J. Ammerlaan, | PBG, Naaldwijk       |
| H.D.M. Kool,      | TNO Bouw, Rijswijk   |
| J.J.G. Opdam,     | ECOFYS, Utrecht      |
| D. Snickers,      | ECN, Petten          |



Duklis (Zicht op Ontwikkeling) b.v.

- |                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| W.F.S. Duffhues, | Duklis, Tilburg (voorzitter) |
|------------------|------------------------------|

- |               |                              |
|---------------|------------------------------|
| E.P.G. Snoeks | ENW, Amstelveen (secretaris) |
|---------------|------------------------------|



Energie Noord West

- |           |             |
|-----------|-------------|
| B. Wegman | WLTO/STIVAS |
|-----------|-------------|

© 1998

IMAG-DLO, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroenten, TNO, ECOFYS, ECN.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de betrokken instellingen.



## Voorwoord

Het bouwen van een tuinbouwkas leek mij altijd een toch niet al te moeilijke bezigheid. Er worden er vele gebouwd, over het algemeen in een rap tempo, meestal met goed resultaat en dat door toch een aanzienlijk aantal bouwers, dat periodiek met de conjunctuur in de glastuinbouw toeneemt of afneemt. Toen ik dan ook min of meer toevallig betrokken raakte bij het zeer goede initiatief van het provinciebestuur van Noord Holland om voor de Floriade in Hoofddorp in 2002 een "Kas voor de Toekomst" te ontwerpen, dacht ik verzekerd te zijn van een relatief eenvoudige klus. De gestelde voorwaarden garandeerden ook, dat er geen Utopisch geheel mocht ontstaan, omdat een Floriade een tuinbouwtentoonstelling is voor tuinders én voor de burger, die geïnteresseerd is in de Tuinbouw, zijn producten en productiewijzen. De voorwaarden waren kortgezegd: Zorg dat er een bouwwerk staat dat zoveel vernieuwing in zich draagt, dat deze in 2010 een gangbare kas met inrichting is en zorg ervoor dat de tuinder zich dat ook realiseert als hij deze kas ziet op de Floriade. Tevens moeten kassenbouwers en installateurs er ook een uitdaging in vinden om de ontwikkelingen daarheen te leiden, dat de doelstelling ook daadwerkelijk gehaald wordt én er een ontwikkeling op gang gezet wordt die moet culmineren in het feit dat op de Floriade van 2002 zij zelf een bouwwerk met inrichting presenteren met daarin snufjes, waarvan wij nu nog slechts kunnen dromen of zelfs dat nog niet.

Er is een projectgroep aan het werk gegaan van praktisch ingestelde onderzoekers vanuit de instellingen IMAG-DLO, ECN, ECOFYS, TNO Bouw en Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, alsmede één praktische tuinder, aangevuld met een secretaris van Energie Noord West en ondergetekende als voorzitter om een programma van eisen te realiseren, dat voldoet aan de gestelde voorwaarden. Om ervan verzekerd te zijn dat wij voldoende ook praktische kennis bij de hand zouden hebben, is besloten een klankbordgroep in het leven te roepen, die ons kon steunen en zonodig corrigeren. Deze groep is een drietal malen bijeen geweest en heeft ons een aantal zeer nuttige adviezen meegegeven. De instellingen en verenigingen hierin vertegenwoordigd waren:

Arcadis, AVAG, DICOTU, DLO, DLV, KEA consult, LNV, LTO-technologiefonds, NOVEM, WLTO, Provincie Noord Holland en STIVAS.

Tijdens de rit bleek al snel, dat door de grote diversiteit in de glastuinbouw er niet één Kas van de Toekomst zal zijn, maar dat de ontwikkelingen er toe zullen leiden dat de tuinbouw in clusters van bedrijven zal opereren, waarbij uiteraard afhankelijk van de rentabiliteit, verschillende gewassen in samenhang zullen worden geteeld. Daarbij zal de kas als bouwwerk in engere zin verschillen vertonen maar t.a.v. energie- en watervoorziening zullen de voorzieningen grootschaliger zijn. De inrichting zal zijn afgestemd op maximale mogelijkheden voor mechanisatie en robotisering, de klimaatregeling zal een vergaande verfijning ondergaan.

Al met al bleek de klus niet zo eenvoudig als hij leek. Ik kan slechts zeggen, dat ik met veel plezier het enthousiasme heb zien groeien en het programma gestalte zag krijgen.

Realisering op de Floriade lijkt ons goed mogelijk. Toch zal er nog heel wat ontwikkeld moeten worden. Daartoe nodigen wij het bouwende en installerende bedrijfsleven van harte uit dit ter hand te nemen. Wij realiseren ons daarbij dat hiervoor de nodige middelen bijeen gebracht zullen moeten worden. De initiatief nemende partij (het provinciaal bestuur van Noord Holland) heeft bereidheid getoond ook in de realisatiefase financieel deel te nemen.

Met het Ministerie van LNV als coördinerend ministerie voor de Floriade-presentatie vanuit de Overheid heeft een eerste verkenning plaatsgevonden. Ook met de Rabobank en de AVAG als overkoepelde organisatie van kassenbouwer en installateurs is gesproken.

Wij bieden hierbij ons eindrapport aan in de verwachting dat dit het begin mag betekenen van de realisering van de Kas van de Toekomst op de Floriade.

Ir. W.F.S. Duffhues, Voorzitter van de projectgroep



## Samenvatting

De Provincie Noord-Holland heeft een project laten uitvoeren dat zicht moet geven op het glastuinbouwbedrijf van de toekomst. Het resultaat van deze studie moet een ontwerp opleveren van een tuinbouwbedrijf in 2010. Het bedrijf zal een van de demonstratieobjecten worden op de Floriade in 2002. Voor deze stap in de toekomst dient het project tevens ontwikkelingen aan de gang te brengen of te versnellen die vernieuwend zijn voor de tuinbouwsector. Nagegaan wordt welke onderdelen van het systeem verder ontwikkeld dienen te worden in samenwerking met fabrikanten en leveranciers.

Bij de uitvoering van het project zijn de Integrale Milieu Taakstelling voor 2010 uit het Convenant Glastuinbouw en Milieu en een rendabele bedrijfsvoering als algemene randvoorwaarden gehanteerd. De ambities van dit project reiken echter op milieuterrein verder dan de einddoelstellingen in dit convenant. Zo zal de energie-efficiëntie méér dan 65 procent moeten verbeteren ten opzichte van het referentiejaar (1980).

Het "Glastuinbouwbedrijf van de Toekomst" voor 2010 wordt gezien in het licht van de visie op de herstructurering van de Nederlandse glastuinbouw. Daarbij gaat het in het bijzonder om gunstige vestigingsplaatsen, die voldoen aan zoveel mogelijk eisen ten aanzien van locatiefactoren.

De toekomstige tuinbouw zal naar verwachting in belangrijke mate geclusterd zijn rond energie-CO<sub>2</sub>- en watervoorzienings-units. Deze units bieden de mogelijkheid om investeringsvoordelen te behalen en een hoge energie-omzettingsefficiëntie te realiseren onder meer door combinatie met andere energiegebruikers (particulieren, industrie). Bij de uitvoering van de studie en voor het analyseren van de diverse effecten (zowel op het terrein van de energiebesparing als van de bedrijfseconomie) is daarom niet gewerkt met een individueel bedrijf als referentie. Er is gekozen voor referentiecluster van 100 ha kasoppervlak waarbij zoveel mogelijk is aangesloten bij de huidige (moderne) bedrijfsuitrusting, teeltsystemen klimaatregeling en instellingen van de apparatuur die voor de teelten nodig is. De samenstelling van de cluster die voor de studie is gehanteerd, heeft niet de pretentie een voor de praktijk vaststaande optimale combinatie te zijn, maar vormt een realistische afspiegeling van het productenpakket van de totale sector.



De samenstelling van de 100 ha die als referentiesituatie is gehanteerd is als volgt:

<p><b>Tomaat</b> Substraatteelt Zonder scherm</p> <p>15 ha</p>	<p><b>Paprika</b> Substraatteelt Met scherm</p> <p>15 ha</p>	<p><b>Radijs</b> Grondteelt Zonder scherm</p> <p>10 ha</p>
<p><b>Roos</b> Substraatteelt Met belichting Energiescherm 20 ha</p>		<p><b>Freesia</b> Grondteelt</p> <p>10 ha</p>
		<p><b>Chrysent</b> Grondteelt Zonder belichting</p> <p>10 ha</p>
<p><b>Potplanten</b> Teelt op tabletten 7.5 ha</p>	<p><b>Potplanten</b> Teelt op betonvloer 7.5 ha</p>	<p><b>Chrysent</b> Grondteelt Met belichting 5 ha</p>

### Omschrijving kas van de toekomst

Het tuinbouwbedrijf van 2010 vormt onderdeel van een divers samengesteld cluster. Het kan daardoor gemakkelijker voldoen aan de wijze van produceren die de maatschappij wenst. Tevens kunnen schaalvoordelen worden behaald en kan een sterke marktpositie worden gecreëerd. Het operationeel beheer van het tuinbouwbedrijf wordt complexer en vraagt daardoor ondersteuning vanuit de informatietechnologie. De ondernemer is keten- en maatschappijgericht en stuurt het bedrijf op hoofdlijnen aan.

De kas zelf heeft een zo optimaal mogelijk uitgevoerd enkelglas kasdek in combinatie met een energiescherm of een dubbel (kunststof) dek. De kas heeft een strokenfundering met ingeklemde kolommen. In de kas is een ontvochtigingsinstallatie aangebracht waarmee water en warmte worden teruggewonnen. De geïntegreerde klimaat- en voedingsregeling maakt gebruik van continue metingen van de gewasreactie en vormt onderdeel van een totaal informatienetwerk. De energievoorziening wordt binnen de cluster verzorgd door middel van brandstofcellen in combinatie met (lange termijn) warmte- en CO<sub>2</sub>-opslagsystemen. De watervoorziening is volledig gebaseerd op regenwater en het uit de kaslucht teruggewonnen water.

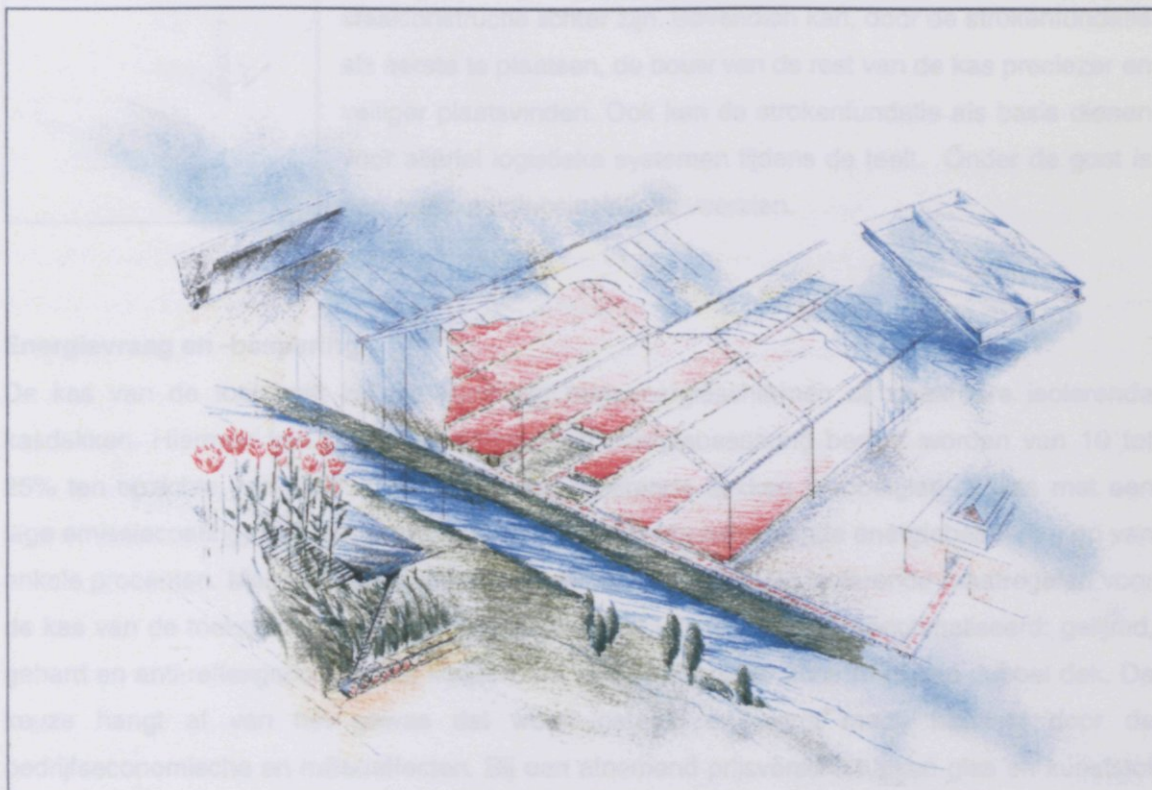
Op het merendeel van de bedrijven vindt geïntegreerde bestrijding plaats. Dit houdt in dat ziekten en plagen zoveel mogelijk biologisch worden bestreden. Wanneer nodig kunnen selectieve chemische middelen worden gebruikt. Oogsthandelingen zijn volledig gerobotiseerd. Afval wordt volledig gerecycled of afgevoerd voor compostering. De energie per eenheid product kan door toepassing van energiebesparende maatregelen, efficiënte opwekking en productieverhoging in de cluster van de toekomst dalen met meer dan 65% ten opzichte van 1980. Het individuele bedrijf behaalt als deel van de cluster een positief bedrijfseconomisch resultaat.



In deze samenvatting leest u hoe de kas van de toekomst eruit ziet op het gebied van:

- constructie
- energievraag en -besparing
- energievoorziening
- teeltsystemen, mechanisatie en arbeid
- milieukundige analyse
- operationeel beheer

De details zijn te vinden in het achterliggende rapport.



### **Constructie**

De kas van de toekomst zal waarschijnlijk een spantoverspanning van tussen de acht en dertien meter hebben. Meer kolommen hinderen de logistiek en de teeltinrichting. Een nog grotere overspanning gaat ten koste van de lichttransmissie. De gewenste grotere kasoverspanning vraagt om voldoende sterk te zijn een draagconstructie die de vorm van het kasdek volgt. Bovendien biedt een dergelijke draagconstructie de mogelijkheid van integratie van draag-, dak- en schermconstructie.

De grotere kasoverspanning zal omhuld worden door grote prefab panelen van glas of kunststof. Glas kan eenvoudig gehard, gelijmd en geprofileerd (gebogen) worden. Door coaten is het mogelijk om de lichttransmissie nog verder te vergroten. Grote ruiten kunnen in de fabriek samengelijmd worden tot grote prefab panelen, die met behulp van speciale kranen en beglaasmachines veilig en snel op de kas aangebracht kunnen worden. Kunststof kanaalplaten kunnen in elke gewenste vorm gemaakt worden. Bij glas zullen schermen voor de flexibele



regeling van de isolatie en het klimaat moeten zorgdragen. Voor de meeste gewassen blijkt de glaskas met de hoogste lichttransmissie nog steeds het meest economisch rendabel. Alleen voor potplanten en voorzichtig ook voor rozen komt een dubbel kasdek in zicht. Dat kan zowel dubbel kunststof alsook dubbel anti-reflectiegecoat glas zijn. Misschien hoort zelfs wel een gelijmd zelfdragend glas-kunststof-composiet kasdek tot de mogelijkheden. De ventilatie zal waarschijnlijk geschieden met doorlopende luchtramen in de nok, al dan niet dubbelzijdig. Die luchtramen zullen (in geval van glas) gehard worden en worden voorzien van insectengaas.

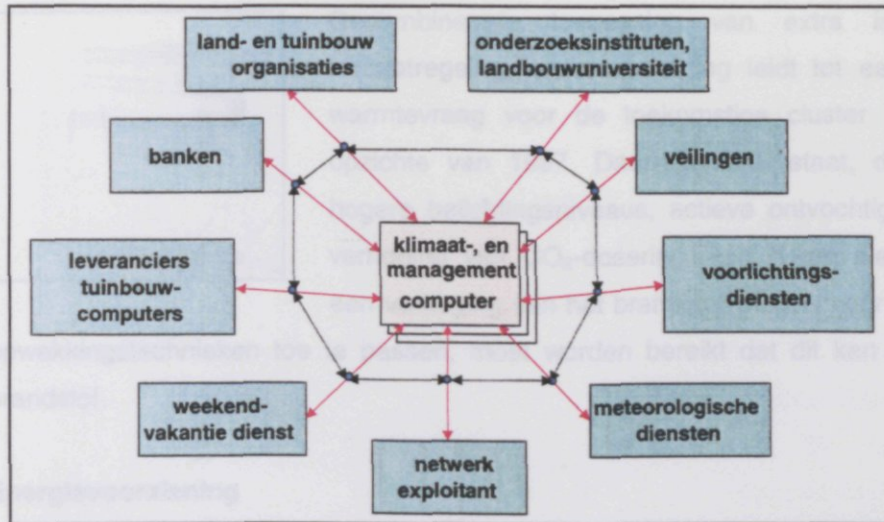


Een strokenfundatie van beton vervangt de zware poer- en paalfundaties. Dankzij 'momentvaste' verbindingen kan de staalconstructie lichter zijn. Bovendien kan, door de strokenfundatie als eerste te plaatsen, de bouw van de rest van de kas preciezer en veiliger plaatsvinden. Ook kan de strokenfundatie als basis dienen voor allerlei logistieke systemen tijdens de teelt. Onder de goot is een ontvochtigingsinstallatie voorzien.

### **Energievraag en -besparing**

De kas van de toekomst zal uitgerust zijn met energieschermen of zwaardere isolerende kasdekken. Hiermee kan op bedrijfsniveau een energiebesparing bereikt worden van 10 tot 25% ten opzichte van 1997. Combinatie van isolerende dekken (dubbelglas of glas met een lage emissiecoating) met een scherm levert een beperkte aanvullende energiebesparing op van enkele procenten. Maar dit gaat gepaard met extra lichtverlies. De isolerende maatregelen voor de kas van de toekomst die het meeste perspectief bieden, zijn een (geoptimaliseerd: gelijmd, gehard en anti-reflexgecoat) enkel kasdek met een beweegbaar scherm of een dubbel dek. De keuze hangt af van het gewas dat wordt geteeld en wordt mede bepaald door de bedrijfseconomische en milieueffecten. Bij een afnemend prijsverschil tussen glas en kunststof is een kunststofkas voor rozen en potplanten een volwaardig alternatief voor glas.

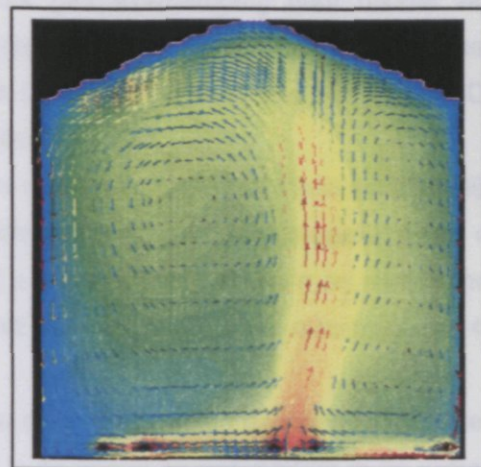
Voor een hoge energiebesparing is een klimaatinstallatie en klimaatregeling noodzakelijk waarbij het hanteren van minimum buis - met minimum grenzen voor de temperatuur van het verwarmingssysteem - achterwege kan blijven. In plaats daarvan worden de besturing van het kasklimaat en de dosering van water en nutriënten onderling gekoppeld. Daarbij zal een meer directe terugkoppeling van de gewasreacties plaatsvinden. Voor de instellingen worden economische, fysische en fysiologische grootheden toegepast. Dit systeem geeft tevens inzicht in de consequenties van deze instellingen voor het energieverbruik. De energiebesparing die met een dergelijke regeling op bedrijfsniveau haalbaar is, ligt in de orde van 10 tot 15% bij een vrijwel gelijkblijvend bedrijfsresultaat.



Voorbeeld van communicatienetwerk voor kas van de toekomst

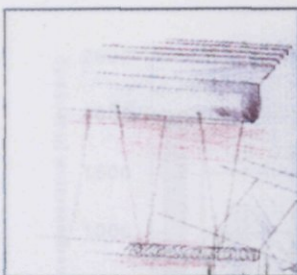
Bij toepassing van nieuwe klimaatregel-concepten is meer communicatie tussen het tuinbouwbedrijf en de buitenwereld noodzakelijk. De tuinbouwcomputer is hierbij een onderdeel van of het middelpunt in een informatieketen waaruit gegevens kunnen worden opgehaald (user driven) en automatisch binnen kunnen komen (provider driven). Bij wijzigingen van de omgeving van het productieproces, zoals van het weer, maar ook van prijzen of van het beleid op energie- en milieugebied, wordt de gehele besturing bijgesteld. Het concept van Internet biedt hiertoe mogelijkheden, evenals de toepassing van een meer gesloten Groen Netwerk volgens het concept van Intranet. Data en service zullen op deze manier voor de ondernemer beschikbaar komen uit een groot aantal verschillende bronnen. Door dit netwerk zal een stap voorwaarts gezet worden in de beslissingen t.a.v. de klimaatbesturing.

In de kas van de toekomst vindt gerichte vochtbeheersing en warmterugwinning plaats. Hierdoor wordt een ten opzichte van de huidige situatie op bedrijfsniveau een energiebesparing van 4 tot 7% bereikt bij directe benutting van de teruggewonnen warmte. De installatie die hiervoor nodig is, heeft een ontvochtigingscapaciteit van globaal 60 gram per m<sup>2</sup> per uur. Het gebruik van de natuurlijke luchtstroom in de kas biedt daarbij goede perspectieven. De teruggewonnen waterhoeveelheid is voldoende om 6 tot 10% van het waterverbruik in de kas te dekken. De energiebesparing en de waterterugwinning kunnen in principe nog verder worden verhoogd. Dan moet onder andere gebruik worden gemaakt van lange termijn warmteopslag en inschakeling van een warmtepomp.



Natuurlijke luchtstroming kan worden benut bij ontvochtiging





Gecombineerde toepassing van extra isolatie, aangepaste klimaatregeling en ontvochtiging leidt tot een verlaging van de warmtevraag voor de toekomstige cluster met circa 35% ten opzichte van 1997. Daartegenover staat, door toepassing van hogere belichtingsniveaus, actieve ontvochtiging en een verdere verhoging van CO<sub>2</sub>-dosering, een hoger elektriciteitsverbruik en een verhoging van het brandstofverbruik voor CO<sub>2</sub>. Door efficiënte opwekkingstechnieken toe te passen, moet worden bereikt dat dit kan met minder fossiele brandstof.

### **Energievoorziening**

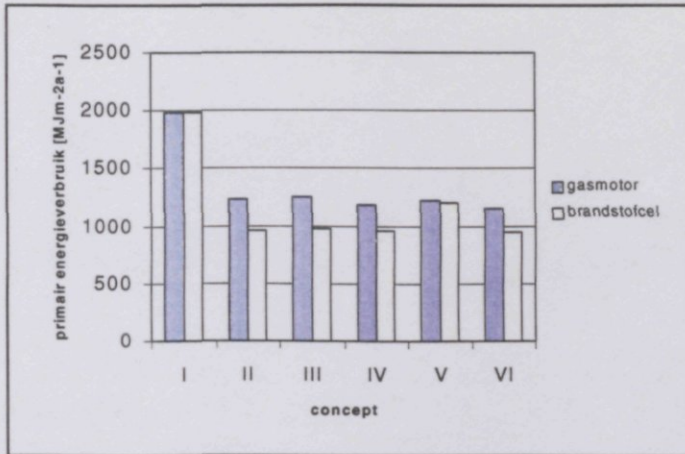
Om aan de energievraag te voldoen, na toepassing van de energiebesparende maatregelen, zijn er varianten van energievoorzieningssystemen mogelijk waarmee de noodzakelijke hoeveelheid primaire brandstof (aardgas) zo laag mogelijk wordt gehouden. Daarbij is een efficiënt gebruik van de aangeboden duurzame zonne-instraling als warmtebron onontbeerlijk. Ook kan gebruik worden gemaakt van windenergie, zonnecellen en biomassa voor de productie van elektriciteit. De verschillende energiebronnen kunnen door middel van conversiesystemen aan elkaar worden gekoppeld tot een zo efficiënt mogelijk totaalsysteem.



Bij het samenstellen van een dergelijk energievoorzieningssysteem is de nadruk komen te liggen op een zo efficiënt mogelijk gebruik van 'passieve' zonne-energie als warmtebron. Uitgangspunt is dat de instraling op de kas zoveel mogelijk direct ten goede moet komen aan de teelt en bijvoorbeeld niet aan grote oppervlakten zonnecellen die met een rendement van 15% elektriciteit opwekken. Voor het optimaliseren van het gebruik van de zonnestraling is een aantal energieconcepten opgesteld waarbij de vraagpatronen naar warmte en CO<sub>2</sub> centraal staan. Hierbij is gebruik gemaakt van korte- en lange termijn warmteopslag en het terugwinnen van de gebruikte zonne-energie voor gewasverdamping door middel van (passieve) ontvochtiging. Bovendien is voor een efficiënte opwekking van warmte en elektriciteit de toepassing van warmte/krachtkoppeling bestudeerd. De daarbij vrijkomende warmte en CO<sub>2</sub> kunnen direct of na opslag, voor de teelt worden gebruikt.

Thans wordt in de zomer veel ingestraalde warmte via ventilatie afgevoerd. Deze warmte blijft dus onbenut. In de nieuwe concepten wordt de ingestraalde warmte zoveel mogelijk direct of later benut. Het gebruik van duurzame (zonne)energie zal aanzienlijk toenemen en samen met een energetisch efficiënte warmte/krachtkoppeling wordt de vraag naar primaire energie met 40 tot 50% ten opzichte van 1997 teruggebracht.

Voor een volledige benutting van de zonnewarmte zou men een (vrijwel) gesloten kas moeten gebruiken met een adequate koeling en ontvochtiging in de zomer en verwarming in de winter. Vooral in de zomer zal een goede koeling extra energie kosten wat het verbruik van primaire energie weer zal doen toenemen. De stap naar een dergelijke kas voor het jaar 2010 wordt onder de gehanteerde randvoorwaarden nog niet realiseerbaar geacht. Kortom, gegeven de



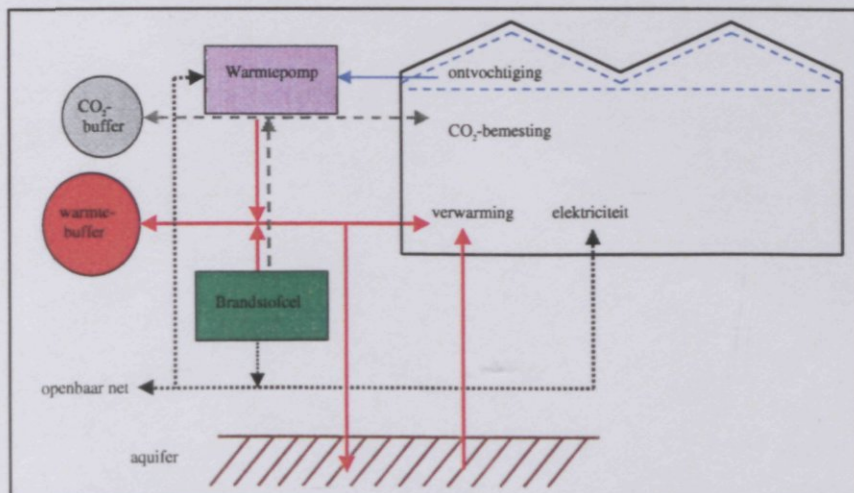
Door optimalisatie van het energieopwekkingsstelsel is 30% besparing haalbaar, gebruik van brandstofcellen geeft daarbij de hoogste besparingen

huidige technologie en de verwachtingen daarvoor voor de nabije toekomst zijn 'state of the art' energieconcepten ontwikkeld en doorgerekend.

Windenergie en biomassa voor de opwekking van elektriciteit hebben als aandachtspunt geen prioriteit gekregen. Het ligt immers voor de hand om voor de elektriciteitsvoorziening een beroep te doen op het net of op de zelfopgewekte elektriciteit met een warmte/krachtinstallatie.

Uiteraard kunnen windturbines altijd ingepast worden om - via het net of rechtstreeks - een bijdrage te leveren aan een duurzame elektriciteitsvoorziening. Ditzelfde geldt voor een biomassacentrale. Bij voldoende aanbod van GFT-afval kan een biomassacentrale eenvoudig worden opgenomen in het energievoorzieningssysteem.

Bij het samenstellen van de energieconcepten is uitgegaan van één geïntegreerd energievoorzieningssysteem. Plaatsing van een tuinbouwcluster op een locatie waar een overschot bestaat aan warmte en/of CO<sub>2</sub> biedt in het algemeen grote energiebesparende mogelijkheden. Teneinde de resultaten van het onderzoek meer algemeen toepasbaar te maken, is gekozen voor een systeem met hoogstens een uitwisseling van elektriciteit. Iedere potentiële locatie verdient echter een specifiek onderzoek naar de mogelijkheden van energie-uitwisseling met de omgeving. De invloed van de interactie tussen kas en omgeving op het energieverbruik is zeer sterk afhankelijk van de precieze infrastructuur van beide. Daarom is dit



Het energie opwekkingsstelsel bestaat uit een aantal gekoppelde opwekkings- en opslagsystemen



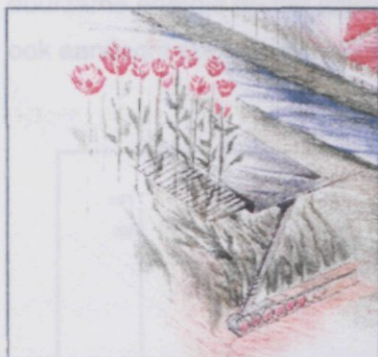
in deze studie buiten beschouwing gelaten. De gebruikte energieconcepten lenen zich er echter wel voor om in een willekeurige omgeving te worden geïntegreerd en te worden doorgerekend.

In het jaar 2010 zal de energie van de glastuinbouwsector nog worden geleverd door systemen gebaseerd op aardgas als brandstof. De optimale energievoorziening berust op een warmte/krachtkoppelingssysteem (met brandstofcellen) met een lange termijn warmteopslag in de vorm van een aquifer en een kortetermijn-CO<sub>2</sub>-opslagsysteem. Opvallend is dat de verschillen in energieverbruik tussen de concepten klein zijn. Verdergaande brandstofbesparing moet vooral gezocht worden in het rendement van de opslagsystemen.

De uiteindelijk haalbare verbetering van de energie-efficiëntie hangt tevens af van de productie-effecten en is berekend binnen de milieukundige analyse. Een economische evaluatie toont aan dat de rentabiliteit van het systeem zeer sterk afhangt van de energietarievenstructuur.

### **Teeltsystemen, mechanisatie en arbeid**

De ontwikkelingen voor de komende jaren op het terrein van teeltsystemen en mechanisatie zijn in kaart gebracht aan de hand van pilotgewassen. Voor alle toekomstige bedrijfstypen geldt dat



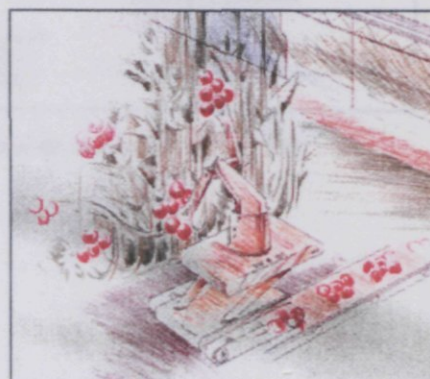
regenwater (met opslag) als gietwater wordt gebruikt. Dit wordt aangevuld met water verkregen uit het ontvochtigen van de kaslucht. De watergift is specifiek voor het teeltsysteem. De regeling vindt plaats met vochtsensoren en de voedingsregeling is ion-specifiek waarbij het drainwater wordt gerecicleerd (bij teelt in de grond voor zover uitvoerbaar). Een aantal gewassen wordt op een inert en goed regelbaar substraat geteeld (tomaat, roos, potplanten), andere blijven in de grond (chrysan, freesia, radijs).

Gewasbescherming gebeurt zoveel mogelijk op biologische wijze. Aanvullend worden ziekten en plagen plaats specifiek met chemische middelen bestreden.

De biologische teelt is ook in 2010 manifest. Het areaal stijgt, maar blijft bescheiden ten opzichte van de geïntegreerde teelt.

Een aantal teelthandelingen (oogsten van vruchtgroenten, sorteren van geoogst product en het planten) wordt (verder) gerobotiseerd. Teelttechnieken en teeltsystemen worden daartoe verbeterd.

Belangrijke frequente afvalstromen bestaan uit (afbreekbare) plastic folies en substraten die door de fabrikant worden gerecycled, en organisch afval dat gecomposteerd kan worden. De afvalverwijdering vindt op een gescheiden en gecontroleerde wijze plaats. Het organisch materiaal wordt zoveel mogelijk binnen de cluster (her)gebruikt.





### Milieukundige analyse

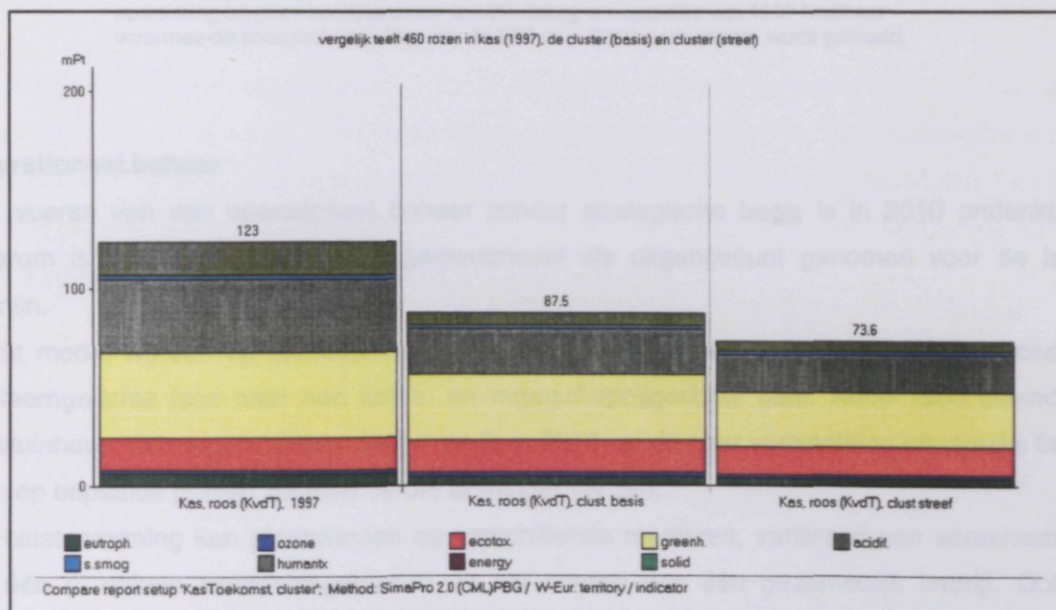
Voor de milieukundige analyse is de teelt van rozen als pilotgewas gekozen. De analyse is uitgevoerd volgens de Levens Cyclus Analyse (LCA) methode waarmee de milieueffecten langs de gehele keten in kaart zijn gebracht. Het broeikaseffect en de verzuring zijn veruit de belangrijkste milieueffecten gevolgd door humane en ecotoxiciteit. Het verbruik van aardgas (elektriciteit via warmte/krachtkoppeling) is voor ruim 70% verantwoordelijk voor de uiteindelijke milieuscore.



De totale milieuscore van de teelt in een PMMA-kas en in een geoptimaliseerde glaskas is respectievelijk ongeveer 2 en 7% lager dan de totaalscore van een teelt in een glazen kas met scherm. Dit verschil komt bijna geheel voor rekening van een verminderd verbruik van energie per eenheid product in een PMMA-kas en een geoptimaliseerde kas.

Een vermindering van het verbruik van fossiele energie resulteert in een bijna evenredige afname van de totale milieuscore van glastuinbouwproducten.

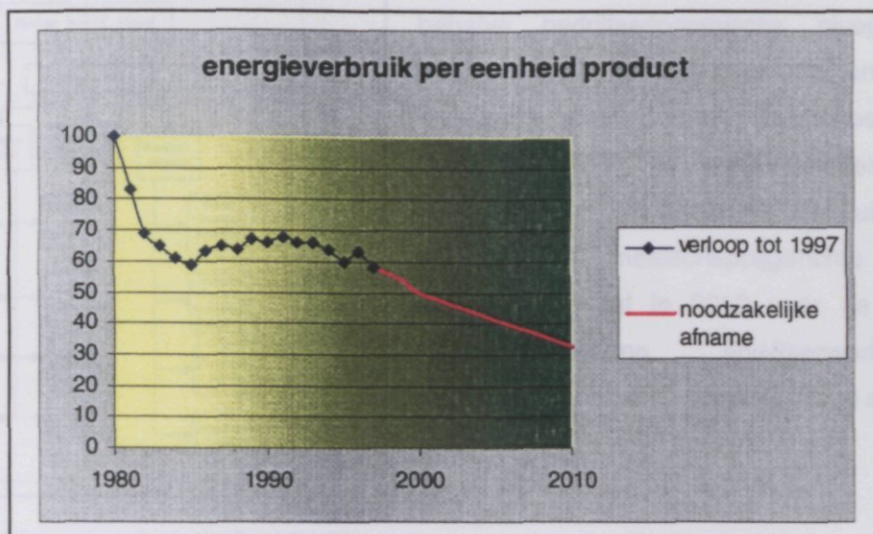
Door het verder toepassen van duurzame energie en het efficiënter opwekken van energie kan de totale milieupact nog verder verlaagd worden. Het relatieve belang van meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen en kasconstructies wordt groter door de toepassing van duurzame energie en het efficiënter opwekken van energie. Behalve voor energiebesparing blijft ook aandacht nodig voor meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen en kasconstructies.



De milieubelasting van de kas van de toekomst zal aanzienlijk lager liggen dan in 1997



Volgens de doelstelling van de Integrale Milieu Taakstelling moet het energieverbruik per eenheid product in 2010 gedaald zijn met 65% van het niveau in 1980. In 1997 is al een daling opgetreden van 42%. Tot 2010 moet dus nog een verdere energie efficiëntie verbetering bereikt worden van 40% ten opzichte van 1997 wat met de gepresenteerde Glastuinbouwcluster van de Toekomst ruimschoots wordt bereikt. Daarmee wordt dus voldaan aan de Integrale Milieu Taakstelling voor 2010 voor wat betreft energie. Tevens wordt gemiddeld een positief bedrijfseconomisch resultaat behaald.



Door de toepassing van energiebesparing in combinatie met een efficiënte energie opwekking en goed bedrijfsbeheer is 42% daling ten opzichte van 1997 haalbaar waarmee de energiedoelstelling van de IMT voor 2010 ruimschoots wordt gehaald.

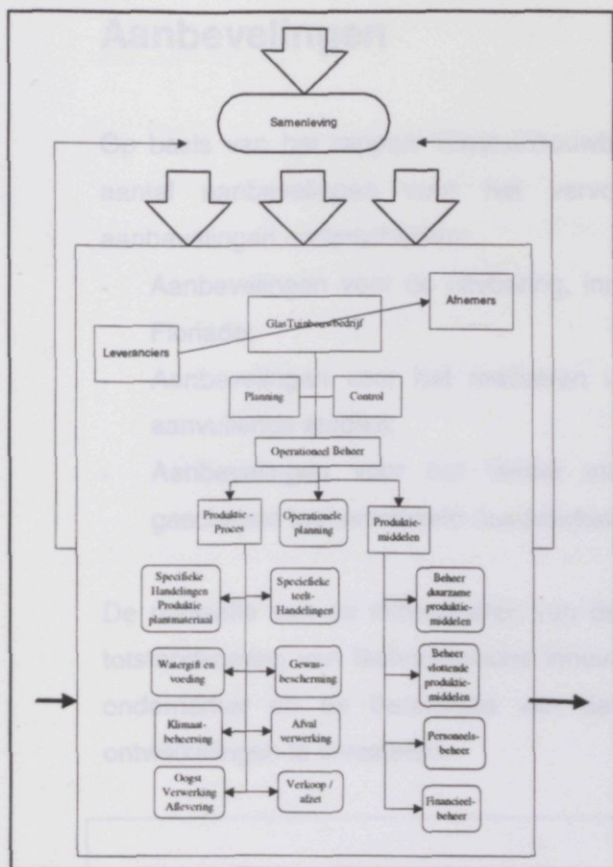
### **Operationeel beheer**

Het voeren van een operationeel beheer zonder strategische basis is in 2010 ondenkbaar. Daarom is het Total Quality Managementmodel als uitgangspunt genomen voor de lange termijn.

In dit model worden vijf achtereenvolgende fasen omschreven: via een product, proces- en systeemgerichte fase naar een keten- en maatschappijgerichte fase. Anno 1998 bevindt de glastuinbouw zich ergens tussen fase 1 en 2; in 2010 zal dit naar verwachting omstreeks fase 4 zijn; op bepaalde punten zal men verder of minder ver zijn.

De clustervorming kan plaatsvinden op verschillende manieren, variërend van samenwerking op één of enkele aandachtsgebieden tot het voeren van één gezamenlijk bedrijf. Ook de breedte van het assortiment kan sterk uiteenlopen. De organisatie- en ondernemingvorm worden daarop aangepast.

Externe en interne ontwikkelingen zullen het gemiddelde glastuinbouwbedrijf in 2010 in belangrijke mate beïnvloeden. In dit opzicht spelen schaalvergroting aan vraag- en aanbodzijde alsmede internationalisering van de handel een grote rol. Het bedrijf wordt niet alleen groter; het wordt ook complexer: de organisatiestructuur wordt breder en dieper. In ruimtelijk opzicht zal de interactie met de omgeving centraal staan.



Het efficiënte, ketengerichte bedrijf anno 2010 zal te maken krijgen met aanzienlijke consequenties ten aanzien van het operationeel beheer.

Hierbij kunnen vier aandachtsgebieden worden onderscheiden: uitgangsmateriaal, teelt(techniek), handel/afzet en toelevering/diensten. Vooral op de laatste twee gebieden is door clustering voordeel te behalen. Schaalgrootte en marktmacht bieden behalve bedrijfseconomische pluspunten ook mogelijkheden op het logistieke en marketing-technische vlak. Ook de disciplines informatietechnologie (IT) en personeelsbeleid zijn in clusterverband efficiënter en eenduidiger op te pakken. De maatschappijgerichte fase van kwaliteitszorg zal in 2010 voor de onderdelen gewasbescherming, afval(verwerking) en energiemanagement waarschijnlijk al realiteit zijn.

Op lange termijn zal de tuinder volgens het Total Quality Management te werk gaan

Er kan gesteld worden dat in 2010 het tuinbouwbedrijf complexer zal zijn (met meerdere lagen, nauw omschreven taken en verantwoordelijkheden) en ketengericht is. De ondernemer is meer manager dan tuinder, met daarbij behorende opleiding en ervaring, en stuurt het bedrijf op hoofdlijnen waarbij de informatietechnologie optimaal wordt ingezet ter ondersteuning van het operationeel beheer.

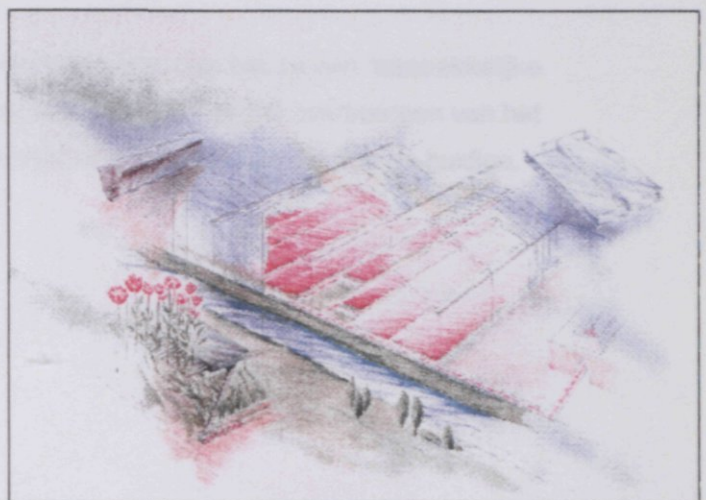
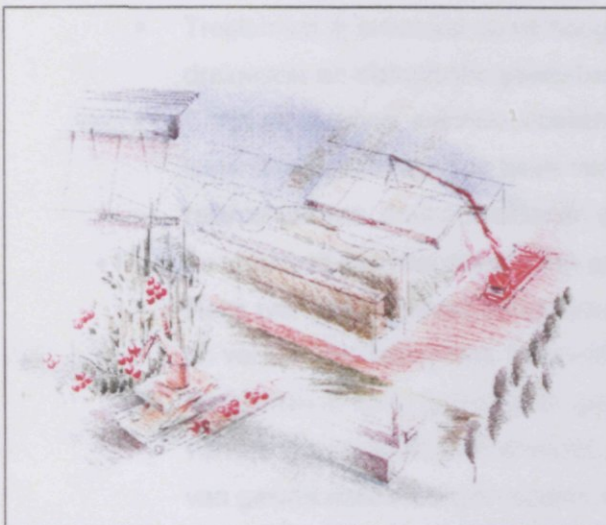


## Aanbevelingen

Op basis van het rapport 'Glastuinbouwbedrijf van de Toekomst' heeft de projectgroep een aantal aanbevelingen voor het vervolgtraject opgesteld. Hierbij worden drie typen aanbevelingen onderscheiden:

- Aanbevelingen voor de uitvoering, inrichting en besturing van de demonstratiekas op de Floriade;
- Aanbevelingen voor het realiseren van de demonstratiekas en hiervoor noodzakelijke aanvullende studies;
- Aanbevelingen voor het verder stimuleren van ontwikkelingstrajecten om het hier geschetste toekomstbeeld daadwerkelijk op grote schaal te kunnen realiseren.

De realisatie van de milieudoelen van de kas van de toekomst hangt niet alleen af van de totstandkoming van technologische innovaties. Van groot belang zijn ook de kwaliteit van de ondernemer en de bereidheid van de sector en de politiek om gezamenlijk in deze ontwikkelingen te investeren.





## **Aanbevelingen voor de uitvoering, inrichting en besturing van de demonstratiekas op de Floriade in 2002**

- De kas van de toekomst moet als onderdeel van een cluster van glastuinbouwbedrijven en bijbehorende voorzieningen getoond worden. Tuinbouwprofessionals en het brede publiek moeten een beeld krijgen van het bedrijf en de cluster in fysiek opzicht (prototype van de kasconstructie, nutsvoorzieningen, teeltsystemen en mechanisatie, illustratie van planologische aspecten en milieubalans). Maar ook moeten de bezoekers een duidelijke indruk krijgen van zaken die minder gemakkelijk fysiek toonbaar zijn (operationeel beheer). Dit laatste moet in beeld worden gebracht, omdat de kas van de toekomst méér is dan alleen een technische innovatie.
- De getoonde kasconstructie(s) moeten het beeld overbrengen van een minimaal lichtverlies, een maximum aan energiebesparing en goede mogelijkheden voor een efficiënte inrichting met teeltsystemen en mechanisatie. Om voldoende aan te sluiten bij de variatie binnen de toekomstige bedrijven dienen twee kastypen, elk met bij voorkeur twee teeltsystemen, te worden getoond:
  - Super-glaskas met scherm met daarin bij voorkeur twee gewassen:
    - Trostomaat in substraat op verhoogde goot, gerobotiseerde oogst, recirculatie drainwater en biologische gewasbescherming;
    - Chrysant in grond, assimilatiebelichting, gerobotiseerde oogst en verwerking, water/ mestgiftregeling op basis van verdampingsmodel en vochtsensoren en recirculatie van drainagewater en geïntegreerde gewasbescherming.
  - Roeloze kunststof-kas met daarin twee gewassen:
    - Roos (van stek tot bloei) in substraat, assimilatiebelichting, gerobotiseerde oogst en verwerking, recirculatie drainwater en geïntegreerde gewasbescherming;
    - Potplanten in walking-plantgoot, geautomatiseerd intern transportsysteem en verwerking, recirculatie drainwater, geïntegreerde gewasbescherming. Toediening van gewasbeschermingsmiddelen via spuitrobot.
- Bij de demonstratie dient extra aandacht te worden gegeven aan het op een "aantrekkelijke wijze" presenteren van de gewassen en de productiemethoden en het overbrengen van het feit dat de getoonde productie wijze aanzienlijk minder milieu belastend is dan de huidige.





- Elementen van de twee kassen die (eventueel op ooghoogte) gedemonstreerd dienen te worden:
  - Super-glaskas met scherm
    - Gehard en/of in de sponning gelijmde glaspanelen van ca. 2,40 x 2,50 meter;
    - AR-coating op het glas;
    - Prefab-constructiepanelen bestaande uit een aantal ruiten, die met behulp van een speciaal ontwikkelde kraan en een transport/montage-wagen geplaatst worden;
    - Vakwerkliggers met daarin geïntegreerd de ontvochtigingsinstallatie, goten en scherm pakket;
    - Strokenfundatie van beton.
  - Roeloze kunststof-kas
    - Isolerende kunststof panelen van relatief grote lengte en beperkte breedte, die op innovatieve wijze via een klikverbinding aan elkaar gemonteerd kunnen worden;
    - Breedkap-achtige constructie;
    - Opengewerkte gordingen van spant naar spant.
- Demonstratie bij het gewas tomaat van de modelgestuurde klimaat- en voedingsregeling. Speciale aandacht dient daarbij te worden gegeven aan het voorkomen van condensatie op het gewas en het gebruik van on-line metingen van de gewasrespons (verdamping, groei, fotosynthese, water- en nutriëntenopname). Deze processen dienen direct voor de bezoeker zichtbaar te worden gemaakt.
- De integratie van de bedrijfs/klimaatcomputer via Internet of via een meer gesloten netwerk in een totale informatieketen en toepassing van beslissingsondersteuningssystemen voor het realiseren van de energie zuinige klimaatbesturing.
- Van de energievoorziening moeten de volgende componenten (al dan niet fysiek aanwezig) zichtbaar gemaakt worden:
  - WKK-installatie gebaseerd op brandstofcellen;
  - Warmtepomp voor verwarming en ontvochtiging ;
  - Korte en lange termijn warmteopslag;
  - CO<sub>2</sub> dosering door gebruik van (gezuiverde) CO<sub>2</sub> vanuit de brandstofcel;
  - CO<sub>2</sub> opslagsysteem. De CO<sub>2</sub> kan in vloeibare (onder hoge druk) of in gasfase (onder atmosferische druk) worden opgeslagen.



- Hoewel de verwerking van biomassa een naar verwachting beperkte rol speelt bij de energievoorziening wordt aanbevolen in enige vorm energiewinning uit biomassa en afval te demonstreren. Dit kan door presentatie van reeds operationele systemen.
- De verschillende energiestromen in de kas/ cluster en de koppeling tussen de energievoorziening van de cluster en de omgeving moet in beeld gebracht worden. Schematische weergave en gebruik van schaalmodellen is hierbij een bruikbare optie.
- De clustering kan goed gedemonstreerd worden door gebruik te maken van overzichten van de in 2002 naar verwachting reeds gerealiseerde herstructureringsgebieden. Door middel van maquettes, virtual reality dient de landschappelijke inpassing te worden gedemonstreerd (Park van de 21ste eeuw).
- Het operationeel beheer (bedrijfsvoering anno 2010) kan worden uitgebeeld in de vorm van een managementspel waarbij de bezoekers zittend op de stoel van de tuinder/manager beleidsmatige beslissingen moeten nemen. De effecten van de genomen beslissingen worden doorberekend naar verbruiken van vlottende productiemiddelen, kosten en opbrengsten ed. Aanbevolen cases zijn o.a.:
  - Efficiënt Consumer Response (ECR)-model met praktijkvoorbeeld;
  - Energiezuinige klimaatbeheersing: simulatie van verbruik, typen brandstof; CO<sub>2</sub> -uitwisseling met industrie, warmte uitwisseling met woonomgeving en/of industrie;
  - Milieu-impact van de productie van glastuinbouwproducten;
  - Rentabiliteit van de Kas van de Toekomst ten opzichte van de kas van nu.
- In de demonstratiekas en de presentatie daaromheen dienen alle deelonderwerpen te worden getoond. Afhankelijk van de mogelijkheden op de Floriade zijn wordt gebruik van vier presentatiewijzen aanbevolen:
  - Fysiek: constructie, teeltsysteem, robotisering, klimaatbeheersing en energievoorziening
  - Schaalmodellen, video's en fotopresentaties: clustering, inpassing in landschap
  - Panelen: energiestromen binnen het bedrijf, cluster en omgeving
  - Computersimulaties en multimedia technieken: operationeel beheer en milieu management



## **Aanbevelingen voor het realiseren van de demonstratiekas op de Floriade in 2002 en hiervoor noodzakelijke aanvullende studies**

- Gezien de complexiteit van de te realiseren demonstratiekas op de Floriade wordt *de zeer* aanbevolen hiervoor een projectleider aan te stellen die bekend is met de realisatie van turn-key projecten in de glastuinbouw.
- Er dienen presentaties te worden uitgewerkt gebaseerd op multimedialen technieken om de*
- Voor de aansturing/begeleiding van de diverse individuele marktpartijen en de afstemming van het geheel moet een projectgroep gevormd worden waarin vertegenwoordigers uit tuinbouwbedrijfsleven, industrie en de betrokken onderzoekdisciplines zitting hebben.
- Dit zal van een aantal andere en gerichte samenwerkingsactiviteiten rond het totale*
- Door de beperkte periode totdat daadwerkelijk met de bouw gestart moet worden dient bij de realisatie van de diverse componenten zoveel mogelijk gebruik gemaakt te worden van nu reeds beschikbare technieken en lopende projecten op dit terrein te worden versterkt.
- Dat een korte voorlopige door de provincie te worden ingezet.*
- De toeleverende industrie moet vanaf het begin bij de ontwikkeling van de diverse componenten betrokken zijn om de diverse technische details optimaal vorm te geven.
- De realisatie van de kasconstructie moet in samenwerking tussen de kassenbouwindustrie, scherminstallateurs en het onderzoek nader worden uitgewerkt rekening houdend met de randvoorwaarden die uit de aard van de toegepaste materialen voortvloeien.
- Voor de realisatie van de kasdekken kan het beste worden aangesloten bij reeds bewezen technieken op het gebied van harden, coaten en lijmen van glas en bekende kunststoftechnologie om de technische risico's te beperken. Snelle initiatie van een beperkt aantal gerichte samenwerkingsprojecten van glas-, kunststofindustrie en onderzoek is een noodzaak gezien het beperkte ontwikkelingstraject.
- De ontwikkeling van een energie-efficiënte ontvochtigingsinstallatie voor kassen bevindt zich nog in de beginfase. Gestreefd moet worden naar het demonstreren van een operationeel prototype. Extra ondersteuning van lopende projecten en inbreng van de toeleverende industrie wordt hierbij aanbevolen.
- Er dient op korte termijn een definitieve dimensionering van het energievoorzienings systeem uitgewerkt te worden uitgaande van de beschikbare kasoppervlakte en overige energievragers op de Floriade.



- Bij een aantal siergewassen zijn reeds gerobotiseerde oogstsystemen beschikbaar, voor de vruchtgroente loopt voor komkommer een ontwikkelingstraject dat mogelijk interessante opties oplevert voor demonstratie op de Floriade. Benutting van de reeds beschikbare "robosant" en stimulering van het lopende initiatieven bij vruchtgroente is vanwege de zeer beperkte tijd een noodzaak.
  - Optimaliseren van kwaliteit en maximale levensduur van grote tuilen van gewerd glas;
- Er dienen presentaties te worden uitgewerkt gebaseerd op multimedia technieken om de bedrijfsvoering anno 2010 in beeld te brengen waaronder het genoemde "management spel".
  - Ontwikkeling van een management spel, in de constructie integreerbare schermmaterialen en ontbrekende schermmaterialen.
- Opzet van een publicatieplan en gerichte kennisoverdracht activiteiten rond het totale project.
  - Ontwikkeling van een publicatieplan.
- Voor het realiseren van de noodzakelijke financiering vanuit overheden en bedrijfsleven dient een kleine werkgroep door de provincie te worden ingesteld.
  - Samenwerking met de provincie en andere stakeholders. Optimalisatie van de bedrijfsvoering.
- Klimaatbestendigheid
  - Ontwikkeling van een klimaatbestendigheid met hoge capaciteit in combinatie met warmte-afgifte.
  - Verdiepde ontwikkeling van een klimaatbestendigheid voor on-line metingen van de gewasrespons en de invloed van klimaatbestendigheid op de gewasproductie.
  - Uitvoering operationele klimaatbestendigheid van de gewasrespons op bovengrondse klimaatfactoren met name de temperatuur en vochtigheid naar andere gewasgroepen.
  - Optimalisatie van de klimaatbestendigheid van de gewasrespons op bovengrondse klimaatfactoren met name de temperatuur en vochtigheid naar andere gewasgroepen.
  - Het ontwikkelen van de klimaatbestendigheid van de gewasrespons op bovengrondse klimaatfactoren met name de temperatuur en vochtigheid naar andere gewasgroepen.
- Energiebestendigheid
  - Toekenning van de klimaatbestendigheid van de gewasrespons op bovengrondse klimaatfactoren met name de temperatuur en vochtigheid naar andere gewasgroepen.
  - Ontwikkeling van de klimaatbestendigheid van de gewasrespons op bovengrondse klimaatfactoren met name de temperatuur en vochtigheid naar andere gewasgroepen.
  - Mogelijkheid van een klimaatbestendigheid van de gewasrespons op bovengrondse klimaatfactoren met name de temperatuur en vochtigheid naar andere gewasgroepen.
  - Verdiepde ontwikkeling van systemen om de besturing van passieve zonnenergie te verbeteren en verbeteren van de klimaatbestendigheid.



**Aanbevelingen voor het verder stimuleren van ontwikkelingstrajecten om het hier geschetste toekomstbeeld in 2010 daadwerkelijk op grote schaal te kunnen realiseren**

- Kasdek en schermmaterialen
  - Ontwikkeling van low cost Anti Reflex- en lage emissiecoatings voor glas en kunststof;
  - Optimaliseren van kwaliteit en maatnauwkeurigheid van grote ruiten van gehard glas;
  - Kunststoftechnologie: verbetering van optische en thermische eigenschappen, verhoging van de levensduur en vermindering brandbaarheid;
  - Ontwikkelen van nauwkeurig regelbare, in de constructie integreerbare scherminstallaties en onbrandbare schermmaterialen.
  
- Kassenbouw/constructie
  - Lijmtechnologie van glas op aluminium c.q. staal en toepassing bij prefab systemen;
  - Ontwikkeling aangepaste constructie- en bevestigingstechnieken voor kunststof panelen;
  - Ontwikkeling beglazings- en reparatiemachines voor grote glaspanelen;
  - Geotechnologische en betontechnologische ontwikkelingen. Optimalisatie van de strokenfundatie.
  
- Klimaatbeheersing
  - Ontwerp van ontvochtiging/koelinstallatie met hoge capaciteit in combinatie met warmteopslag;
  - Verdere ontwikkeling van sensortechnologie voor on-line metingen van de gewasrespons en toepassing in besturingsalgorithmen;
  - Uitbreiding dynamische modelbeschrijvingen van de gewasresponsie op bovengrondse klimaatfactoren met water en mineralen en verbreding naar andere gewasgroepen;
  - Opbouw en uitbreiding van een totaal informatienetwerk gericht op (automatische) beslissingsondersteuning.
  - Het elektriciteitsverbruik van de kassen neemt toe, mede door toename van de belichting. Aanbevolen wordt na te gaan welke opties er zijn om een efficiëntere belichting te ontwikkelen.
  
- Energievoorziening
  - Toolontwikkeling voor dimensionering, systeemontwerp en optimalisatie van energievoorziening en -infrastructuur voor glastuinbouwgebieden rekening houdend met locatiegebonden randvoorwaarden zoals beschikbaarheid restwarmte, mogelijkheden voor aquifers en energieuitwisseling met industrie en woonwijken;
  - Ontwikkeling van CO<sub>2</sub> scheidingstechnieken en lange termijn CO<sub>2</sub> opslag;
  - Mogelijkheden van gecombineerde warmte/ CO<sub>2</sub> opslag;
  - Verdere ontwikkeling van systemen om de benutting van passieve zonne-energie te verhogen (in combinatie met klimatisering);



- Introductie van brandstofcelsystemen in de glastuinbouw: haalbaarheidsstudie gericht op voor en nadelen van de verschillende systemen, capaciteiten en het gebruik van de rookgassen voor bijvoorbeeld het direct verwarmen van de kas.
  
- Teeltsystemen en robotisering
  - Teelt- en bedrijfskundig onderzoek tomatomaat in verhoogde goot;
  - Onderzoek en ontwikkeling van prototypen oogstrobot voor roos en (tros)tomaat;
  - Ontwikkeling prototype water/meststofgiftregeling bij chrysant op basis van verdampingsmodel en vochtsensoren;
  - Plant-/teeltkundig en bedrijfskundig onderzoek van de teelt van stek tot bloei bij roos.
  
- Bedrijfsmanagement en milieubeheer
  - Ontwikkeling van voor de ondernemer bruikbare beslissingsondersteuningssystemen voor een milieukundige beoordeling afgezet tegen de IMT doelen in combinatie met een integrale kostprijsberekening;
  - Gerichte informatietechnologie opleidingen voor toekomstige managers;
  - Ontwikkelen en toepassing van Efficient consumer response model;
  - Milieukundige beoordeling voor álle onderdelen van de toekomstige tuinbouwclusters;
  - Ontwikkelen ECR-model met daarin onder andere onderwerpen als padregistratie, tracking & tracing, en ketensimulatie;
  - Systeemontwikkeling voor snelle scheiding en locale verwerking van afval;
  - Versterking opleidingsmogelijkheden op het terrein van bedrijfsmanagement en milieubeheer voor de huidige en toekomstige ondernemers.

#### **Overige aanbevelingen**

- Bij de uitwerking van de hier genoemde dienen diverse partijen betrokken te zijn. Op een groot aantal terreinen lopen reeds ontwikkelingen. Aanbevolen wordt om per onderwerp te inventariseren welke partijen een bijdrage kunnen en willen leveren, wat de omvang van het desbetreffende ontwikkelingstraject is in termen van tijd en kosten, hoe groot de afbreuk risico's zijn en hoeveel extra financiering noodzakelijk is om lopende ontwikkelingen te versnellen en/of nieuwe te starten.
  
- De inpassing van kassen en clusters van bedrijven in het landschap en de mogelijke combinatie met andere functies dient nader te worden onderzocht en vorm gegeven. Aanbevolen wordt hiervoor een gerichte studie te laten uitvoeren.