

Energieclustering in de glastuinbouw

Een verkenning

A. van der Knijff (LEI)
H.F. de Zwart (IMAG)
N.J.A. van der Velden (LEI)
R. Bakker (LEI)



Projectcode 64324

Maart 2001

Rapport 3.01.04

LEI, Den Haag

Het LEI beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- Wettelijke en dienstverlenende taken
- Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie
- Natuurlijke hulpbronnen en milieu
- Ruimte en Economie
- Ketens
- Beleid
- Gamma, instituties, mens en beleving
- Modellen en Data

Energieclustering in de glastuinbouw; Een verkenning
Knijff, A. van der, H.F. de Zwart, N.J.A. van der Velden en R. Bakker
Den Haag, LEI, 2001
Rapport 3.01.04; ISBN 90-5242-640-6; Prijs f 57,- (inclusief 6% BTW)
120 p., fig., tab., bijl.

In dit inventariserende onderzoek naar energieclustering in de glastuinbouw zijn de mogelijkheden (potenties), knelpunten (en oplossingsrichtingen) en de bijdrage van energieclustering aan de primair-brandstofbesparing en vermindering van de CO₂-emissie op project- en sectorniveau in kaart gebracht.

In de praktijk komen afgezien van organisatorische verschillen, technisch gezien eigenlijk maar drie verschillende clustervormen voor. De belangrijkste voordelen van energieclustering zijn van financiële en milieukundige aard. De belangrijkste nadelen van zijn: het inleveren van een deel van de ondernemersvrijheid en de extra administratieve rompslomp. De belangrijkste knelpunten zijn: de rentabiliteit en financiële risico's, de liberalisering van de energiemarkt en de onderlinge afhankelijkheid.

In 2010 kan op sectorniveau met energieclustering volgens het optimale scenario maximaal 321 mln. m³ aardgas bespaard worden. Dit is 7% van het verbruik van de totale glastuinbouwsector in 1999.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie@lei.wag-ur.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie@lei.wag-ur.nl

© LEI, 2000

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	9
Samenvatting	11
1. Inleiding	19
1.1 Inleiding	19
1.2 Doel van het onderzoek	20
1.3 Afbakening van het onderzoeksterrein	20
1.4 Leeswijzer	21
2. Materiaal en methode	22
2.1 Inleiding	22
2.2 Fase 1: de theoretische inventarisatie	22
2.3 Fase 2: de praktijkinventarisatie	22
2.4 Fase 3: primair-brandstofbesparing door energieclustering	23
2.5 Fase 4: liberalisering energiemarkt en energieclustering	23
3. De theoretische inventarisatie	24
3.1 De drie dimensies van de clustermatrix	24
3.1.1 Energiesoort	24
3.1.2 Conversietechniek	24
3.1.2.1 Ketel	25
3.1.2.2 Warmtekracht	25
3.1.2.3 Warmtepomp	27
3.1.2.4 Windturbine	28
3.1.2.5 Overzicht conversietechnieken	29
3.1.3 Omvang	29
3.2 De clustermatrix	30
3.3 Type clustervormen	31
3.3.1 Primair-brandstofbesparende en primair brandstofneutrale clustervormen	31
3.3.2 Interne en/of externe clustervormen	33
4. De praktijkinventarisatie	37
4.1 Overzicht bestaande clustervormen en -projecten	37
4.1.1 Warmtelevering met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf	37

4.1.2	Elektriciteitslevering met w/k-installatie door niet-belichtend bedrijf aan belichtend bedrijf	40
4.1.2.1	Directe elektriciteitslevering via eigen kabel	41
4.1.2.2	Indirecte elektriciteitslevering via openbare net	44
4.1.3	Warmte-, elektriciteit- en CO ₂ -levering met w/k-installatie door facilitair bedrijf aan belichtend en niet-belichtend bedrijf	47
4.1.4	Samenvattend overzicht bestaande clustervormen en -projecten	50
4.2	Overzicht plannen nieuwe clustervormen en -projecten	50
4.2.1	Clusterproject Huissen-Bemmel	50
4.2.2	Clusterproject Oranjepolder	51
4.2.3	Clusterproject Bergenschenhoek	51
4.2.4	Overige plannen	51
4.3	Voor- en nadelen van energieclustering	52
4.3.1	Voordelen van energieclustering	53
4.3.2	Nadelen van energieclustering	54
4.4	Knelpunten bij energieclustering	55
4.4.1	Rentabiliteit en financiële risico's	56
4.4.2	Beschikbaarheid van risicodragend vermogen	56
4.4.3	Liberalisering energiemarkt	57
4.4.4	Afhankelijkheid van omgeving	57
4.4.5	(On)deskundigheid en het wijzende vingertje	58
5.	Primair-brandstofbesparing door energieclustering	59
5.1	Inleiding	59
5.2	Van praktijkinventarisatie tot standaardisatie	59
5.3	Uitgangspunten berekening primair-brandstofbesparing op projectniveau	61
5.3.1	Algemene uitgangspunten	61
5.3.2	Omschrijvingen en uitgangspunten niet-netgekoppelde clustervormen	62
5.3.3	Omschrijvingen en uitgangspunten netgekoppelde clustervormen	63
5.4	Perspectieven primair-brandstofbesparing door energieclustering op projectniveau	65
5.4.1	Niet-netgekoppelde clustervormen	65
5.4.2	Netgekoppelde clustervormen	67
5.4.2.1	Warmtelevering met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf	68
5.4.2.2	Elektriciteitslevering met w/k-installatie door niet-belichtend bedrijf aan belichtend bedrijf	69
5.4.2.3	Warmte-, elektriciteit en CO ₂ -levering door facilitair bedrijf aan belichtend en niet-belichtend bedrijf	71
5.4.3	Een casestudy	72

	Blz.	
5.5	Perspectieven primair-brandstofbesparing door energieclustering op sectorniveau	75
5.5.1	Algemene uitgangspunten	75
5.5.2	Omschrijvingen en resultaten scenario's	75
5.5.3	Analyse scenario's	78
6.	Liberalisering energiemarkt en energieclustering	81
6.1	Inleiding	81
6.2	Hoofdlijnen uit de Elektriciteitswet 1998	81
6.3	Hoofdlijnen uit de Gaswet	82
6.4	Gevolgen liberalisering energiemarkt voor clustervormen en -projecten	83
6.4.1	Algemeen	83
6.4.2	Clustervorm 1	84
6.4.3	Clustervorm 2	85
6.4.4	Clustervorm 3	87
6.4.5	Samenvattend overzicht	88
6.5	Oplossingsrichtingen en anticipatiemogelijkheden	89
6.5.1	Oplossingsrichtingen	89
6.5.2	Anticipatiemogelijkheden	90
7.	Slotbeschouwing, conclusies en aanbevelingen	91
7.1	Slotbeschouwing	91
7.2	Conclusies	93
7.3	Aanbevelingen	96
Literatuur		101
Bijlagen		
1	Lijst van geïnterviewden	105
2	Achtergrondinformatie conversietechnieken	106
3	Bedrijfstypen	108
4	Primair brandstof	109
5	Voorkeurlocaties glastuinbouw	110
6	Teeltbeschrijvingen	111
7	Toelichting additionele besparingen	119
8	Uitkomsten scenariostudie warmte van derden	120

Woord vooraf

De laatste jaren staat bij de herstructurering en ontwikkeling van oude en nieuwe glastuinbouwgebieden het clusteren van glastuinbouwbedrijven, vanwege verwachte financiële en milieukundige voordelen, volop in de belangstelling. Glastuinbouwbedrijven kunnen op verschillende terreinen clusteren. Dit onderzoek richt zich op energieclusters. Onder energieclustering wordt verstaan alle mogelijke vormen van samenwerking tussen verschillende glastuinbouwbedrijven, waarbij uitgegaan wordt van decentrale energieopwekking. Een concreet voorbeeld van energieclustering is het leveren van warmte met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf.

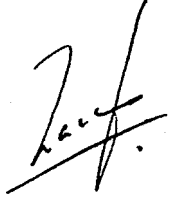
Energieclustering wordt ook dikwijls, met het oog op de MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) en de Integrale MilieuTaakstelling (IMT), genoemd als belangrijke optie om primair brandstof te besparen en de uitstoot van CO₂ te reduceren. Het doel van de MJA-E en de IMT is het verbeteren van de energie-efficiëntie van de glastuinbouwsector. Gestreefd wordt naar een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in het jaar 2000 ten opzichte van het basisjaar 1980 (MJA-E). Op lange termijn wordt gestreefd naar een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% in 2010 (IMT).

Ondanks al deze positieve aandacht en hoge verwachtingen komen clusterprojecten in de praktijk moeilijk van de grond. In dit inventariserende onderzoek zijn de mogelijkheden (potenties) en knelpunten van energieclustering in de glastuinbouw in kaart gebracht. Bovendien zijn de besparingsperspectieven aan primair brandstof door energieclustering geschetst. Speciale aandacht is ook besteed aan de liberalisering van de energiemarkt in relatie tot energieclustering.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij in het kader van de onderzoeksprogramma's 293 'Reductie van het energiegebruik en verbetering van de energie-efficiëntie in de beschermde teelten met behoud van kwaliteit', programma 344 'Klimaatverandering en beleid' en programma 354 '(Inter)nationaal beleidsonderzoek'. Het onderzoek is uitgevoerd door: ir. A. (Anita) van der Knijff (projectleider) met inhoudelijke ondersteuning van ir. R. Bakker, ing. N.J.A. van der Velden en ir. A.P. Verhaegh. Allen zijn medewerkers van het LEI. Door dr.ir. H.F. de Zwart (IMAG) zijn simulatieberekeningen voor het bepalen van de primair-brandstofbesparing op projectniveau (hoofdstuk 5) uitgevoerd.

Het projectteam is bijgestaan door een begeleidingscommissie bestaande uit de volgende personen: mevrouw. ir. J.A.M. Mourits (Ministerie van LNV), drs.ing. L. Oprel (Expertisecentrum LNV), ir. C.H.M.G. Custers (Novem) en drs. P. van der Struijs (Productschap Tuinbouw). Vanaf deze plaats worden de leden van de begeleidingscommissie bedankt voor hun bijdrage aan dit onderzoek. Tot slot wil ik alle geïnterviewden (bijlage 1) danken voor hun bijdrage aan dit onderzoek.

De directeur,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'L.C. Zachariasse', written in a cursive style.

Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse

Samenvatting

Inleiding

De glastuinbouwsector heeft diverse afspraken gemaakt met de overheid om de energie-efficiëntie (primair-brandstofverbruik per eenheid product) van de sector te verbeteren. In het kader van de MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) wordt gestreefd naar een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in het jaar 2000 ten opzichte van het basisjaar 1980. Op lange termijn wordt in het kader van de Integrale Milieu Taakstelling (IMT) gestreefd naar een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% in 2010 (IMT). Bovendien verwacht de overheid dat de glastuinbouwsector door verbetering van de energie-efficiëntie een belangrijke bijdrage kan leveren aan de landelijke CO₂-reductiedoelstelling.

Verbetering van de energie-efficiëntie en reductie van de CO₂-emissie kan bereikt worden door een lager primair-brandstofverbruik. Er zijn verschillende opties om primair brandstof te besparen en de uitstoot van CO₂ te reduceren. Eén daarvan is het ontwikkelen van energieclusters. Onder energieclustering wordt in dit kader verstaan alle mogelijke vormen van samenwerking tussen verschillende glastuinbouwbedrijven op het gebied van energievoorziening, waarbij uitgegaan wordt van decentrale energieopwekking en onderlinge levering van energiesoorten.

Doel van het onderzoek

De laatste jaren staat bij de herstructurering en ontwikkeling van oude en nieuwe glastuinbouwgebieden energieclustering, vanwege verwachte financiële en milieukundige voordelen, volop in de belangstelling. Ondanks al deze positieve aandacht en hoge verwachtingen komen clusterprojecten in de praktijk moeilijk van de grond.

Dit inventariserende onderzoek heeft tot doel meer inzicht te verschaffen in de verschillende aspecten van energieclustering. Kernachtig samengevat kan het doel van dit onderzoek als volgt omschreven worden: het in kaart brengen van de mogelijkheden (potenties), knelpunten (en oplossingsrichtingen) van energieclustering in de glastuinbouw en de bijdrage van energieclustering aan de primair-brandstofbesparing en vermindering van de CO₂-emissie.

Materiaal en methode

Het onderzoek is opgedeeld in vier fasen. In de eerste twee fasen zijn inventarisaties uitgevoerd; een theoretische inventarisatie en een praktijkinventarisatie. Het doel van de theoretische inventarisatie is om handvatten aan te reiken om het denkproces rondom energieclustering te structureren. Zo is op basis van literatuurstudie en een brainstormsessie met energiespecialisten van het LEI een zogenaamde clustermatrix ontwikkeld.

In fase 2 van het onderzoek zijn bestaande en nieuwe clustervormen en -projecten in de praktijk geïnventariseerd. Ook zijn in deze fase van het onderzoek de belangrijkste voor- en nadelen en knelpunten van energieclustering in kaart gebracht. Interviews met tuinders, voorlichters, adviseurs, projectontwikkelaars en accountmanagers van energiebedrijven zijn, aangevuld met literatuurstudie, de basis geweest voor de praktijkinventarisatie.

In fase 3 van het onderzoek is voor de onderscheiden clustervormen uit de praktijkinventarisatie met behulp van simulatieberekeningen een inschatting gemaakt van de primaire-brandstofbesparing op projectniveau. Hiervoor is gebruikgemaakt van het systeemsimulatiemodel KASPRO. Vervolgens zijn de besparingen op projectniveau door middel van een scenariostudie opgeschaald naar sectorniveau.

Tot slot zijn in fase 4 van het onderzoek de effecten van de liberalisering van de energiemarkt en parallel daaraan de nieuwe tariefstructuren voor aardgas en elektriciteit voor de onderscheiden clustervormen uit de praktijkinventarisatie op kwalitatieve wijze beschreven. Literatuurstudie aangevuld met informatie uit de interviews (fase 2) is de belangrijkste inputbron geweest voor de kwalitatieve beschouwing.

Resultaten theoretische inventarisatie

Er is een hulpmiddel, de zogenaamde clustermatrix, ontwikkeld om de mogelijke, theoretische clustervormen te inventariseren. De clustermatrix wordt vormgegeven door een drietal dimensies. Deze drie dimensies zijn: energiesoort, conversietechniek en omvang (uitgedrukt in totale areaal van de geclusterde bedrijven). Elke combinatie van de dimensies energiesoort, conversietechniek en omvang vormt een theoretisch cluster. Theoretisch gezien kunnen oneindig veel clusters onderscheiden worden.

De theoretische clustervormen zijn ingedeeld naar typen clustervormen. Er is een indeling gemaakt op basis van het primair-brandstofverbruik van de geclusterde bedrijven ten opzichte van de uitgangssituatie, waarbij de bedrijven ieder voor zich zorgdragen in de energievoorziening. Zo is er onderscheid gemaakt in primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clustervormen. Een tweede indeling is gemaakt op basis van de eigendomssituatie van de conversietechniek(en) die deel uitmaakt/uitmaken van de clustervorm. Er is gekozen voor een indeling op basis van eigendomsstatus van de conversietechniek, omdat deze factor voor een tuinder erg belangrijk is voor de rentabiliteit, financiering en financiële risico's van energieclustering. Er zijn interne en/of externe clustervormen onderscheiden. Bij interne clustervormen is/zijn de conversietechniek(en) het eigendom van één of meerdere betrokken tuinders en bij externe clustervormen is/zijn de conversietechniek(en) het eigendom van een derde partij (bijvoorbeeld energiebedrijf). Een in-ex clustervorm is een tussenvorm van een interne en externe clustervorm.

Resultaten praktijkinventarisatie

De verschillende clusterprojecten die in de praktijk voorkomen, zijn te herleiden tot de volgende drie clustervormen (met tussen haakjes vermeld het aantal clusterprojecten in 2000 voorzover bekend):

1. warmtelevering met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf (12);
2. elektriciteitslevering met een w/k-installatie door een niet-belichtend bedrijf aan een belichtend bedrijf:
 - a. directe elektriciteitslevering via een eigen kabel (1);
 - b. indirecte elektriciteitslevering via het openbare elektriciteitsnet (2);
3. warmte-, elektriciteit en CO₂-levering met een w/k-installatie door een facilitair bedrijf aan een belichtend en niet-belichtend bedrijf (2).

Bijna alle clusterprojecten zijn het resultaat van clustering van twee bestaande bedrijven (een belichtend en niet-belichtend bedrijf). In veel gevallen is een (grote) verandering in de bedrijfsvoering aanleiding tot clustering. In de praktijk worden door diverse partijen plannen uitgewerkt voor nieuwe clustervormen. Het doel van deze plannenmakers is om een clustervorm te ontwikkelen die gemakkelijk te kopiëren is, zodat van een bepaalde clustervorm een groot aantal clusterprojecten gerealiseerd kan worden. In de meeste plannen wordt ervan uitgegaan dat de geclusterde bedrijven vanuit een facilitair bedrijf op maat bediend worden in de benodigde energiesoorten. In tegenstelling tot de huidige clustervormen (clusterprojecten), waarbij slechts twee bedrijven betrokken zijn, wordt in de plannen uitgegaan van vier tot acht bedrijven.

Tijdens de praktijkinventarisatie zijn ook de belangrijkste voor- en nadelen en knelpunten van energieclustering geïnventariseerd. De voordelen van clustering verschillen per clustervorm en clusterproject, maar zijn over het algemeen van financiële en milieukundige aard (lager primair-brandstofverbruik, en dus een lagere CO₂-uitstoot). De nadelen van clustering verschillen eveneens per clustervorm en clusterproject. Bovendien blijkt dat bepaalde nadelen van clustering door tuinders verschillend worden ervaren. Veelal wordt het inleveren van een deel van de ondernemersvrijheid genoemd als het belangrijkste nadeel van clustering. Andere nadelen van clustering (kunnen) zijn: de extra administratieve rompslomp en de benodigde additionele investeringen.

Bij clustering kunnen zich een aantal knelpunten voordoen. Knelpunten van financiële aard zijn het ontbreken van voldoende financiële middelen voor pilotprojecten en research- & developmentactiviteiten, de rentabiliteit van clusterprojecten en de financiële risico's. Ook de liberalisering van de energiemarkt kan een bedreiging zijn voor de rentabiliteit van clusterprojecten. De exploitatie van een w/k-installatie is namelijk niet of nauwelijks meer rendabel binnen een geliberaliseerde energiemarkt, terwijl juist uit de praktijkinventarisatie blijkt dat warmtekracht de basis is voor alle bestaande clustervormen. Verder wordt ook dikwijls de afhankelijkheid van de omgeving (onder andere het vinden van een geschikte clusterpartner) als belangrijke knelpunten genoemd.

Resultaten berekeningen primair-brandstofbesparing door energieclustering op project- en sectorniveau

Voor de drie onderscheiden clustervormen uit de praktijkinventarisatie is met behulp van simulatieberekeningen een schatting gemaakt van de primair-brandstofbesparing op projectniveau. De hoeveelheid primair brandstof die bespaard wordt, is afhankelijk van de volgende factoren:

1. de belichtingsintensiteit van het belichtende bedrijf;
2. het type niet-belichtende bedrijf (teelttemperatuur- en CO₂-vraag);
3. de oppervlakterelaties tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf;
4. het feit of er al dan niet elektriciteit wordt geleverd aan het openbare elektriciteitsnet in combinatie met rookgasreiniging (niet-netgekoppelde clustervormen versus netgekoppelde clustervormen).

Netgekoppelde clusters besparen additioneel primair brandstof ten opzichte van niet-netgekoppelde clusters. Deze additionele besparingen worden buiten de geclusterde bedrijven gerealiseerd in grote, landelijke elektriciteitscentrales doordat door elektriciteitslevering de elektriciteitsproductie en daarmee het brandstofverbruik door de centrales lager is.

Op projectniveau is voor de niet-netgekoppelde clusters (clustervorm 1) en netgekoppelde clusters (clustervorm 1, 2 en 3) door middel van simulatieberekeningen de primair-brandstofbesparing per m² belichtend rozenbedrijf bepaald. De besparingen zijn bepaald als functie van de oppervlakterelatie tussen het niet-belichtende en belichtende bedrijf voor verschillende niet-belichte teelten (tomaat, paprika, potplant en fresia) en bij verschillende belichtingsintensiteiten (3.000, 4.000, 5.000 en 6.000 lux/m²). Uit de simulatieberekeningen blijkt dat bij clustervormen van het type niet-netgekoppeld (clustervorm 1 uit de praktijkinventarisatie) de warmteoverschotten, die ontstaan bij de elektriciteitsproductie voor belichting, bepalend zijn voor de maximale hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden. De maximale besparing per clusterproject uitgedrukt *per m² belichtend bedrijf (rozenbedrijf)* loopt uiteen van 0,9 m³ a.e./m².jr bij een belichtingsintensiteit van 3.000 lux/m² tot 17,8 m³ a.e./m².jr bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m². Bij clusterprojecten van het type netgekoppeld is de hoeveelheid primair brandstof die maximaal bespaard kan worden afhankelijk van het warmteoverschot dat ontstaat bij de elektriciteitsproductie voor belichting en de hoeveelheid elektriciteit die geleverd wordt aan het openbare net. Dit laatste is per clustervorm (1, 2 en 3) verschillend. De maximale besparing per netgekoppelde clustervorm (als gevolg van het voorkomen van warmtevernietiging) uitgedrukt *per m² belichtend bedrijf (rozenbedrijf)* loopt uiteen van 0,2 m³ a.e./m².jr bij een belichtingsintensiteit van 3.000 lux/m² tot 16,2 m³ a.e./m².jr bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m². Daarbovenop komen dus nog de additionele besparingen als gevolg van elektriciteitslevering aan het openbare net.

Vervolgens is ook voor een clusterproject met een totale oppervlakte van 6 ha de primair-brandstofbesparing berekend voor de verschillende clustervormen bij clustering van een belichtend en niet-belichtend bedrijf voor verschillende belichtingsintensiteiten en voor verschillende niet-belichte teelten. Hieruit blijkt dat de absolute besparingen *per m² cluster* van alle varianten het hoogst is bij clustervorm 3 (netgekoppeld) voor de combinatie tomaat-roos bij een oppervlakterelatie van 1:1 bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m², namelijk 14,6 m³ a.e./m².jr.

Aan de hand van diverse scenario's is een inschatting gemaakt van de primair-brandstofbesparing door energieclustering op sectorniveau. Volgens het optimale scenario kan met energieclustering in 2010 maximaal 321 mln. m³ aardgas worden bespaard. In het optimale scenario wordt ervan uitgegaan dat het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) geclusterd is conform de clustervorm (clustervorm 3) en teeltcombinatie (roos-tomaat) die tot

de hoogste besparingen per m² rozenbedrijf leidt. Van deze 321 mln. m³ a.e. wordt bijna 180 mln. m³ a.e. bespaard door het nuttig aanwenden van warmteoverschotten. De overige besparingen zijn het resultaat van het terugleveren van elektriciteit aan het openbare net. Qua grootte orde komen de besparingen overeen met 7% van het primair-brandstofverbruik van de totale glastuinbouwsector in 1999. Het besparingspotentieel loopt lineair af met het aandeel geclusterde bedrijven; is slechts 10% van het areaal rozen in 2010 geclusterd dan wordt slechts 32 mln. m³ aardgas bespaard.

Resultaten kwalitatieve beschouwing naar de effecten van de liberalisering van de energiemarkt op energieclustering

De liberalisering van de elektriciteits- en gasmarkt en de parallel daaraan nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en gas zijn van invloed op de elektriciteits- en gasprijs voor individuele glastuinbouwbedrijven en energieclusterprojecten. De elektriciteitsprijs zal binnen een geliberaliseerde markt naar verwachting eerst dalen en daarna weer licht stijgen. De aardgasprijs zal daarentegen voor een gespecialiseerd glastuinbouwbedrijf naar verwachting gemiddeld stijgen met 13 à 16 ct/m³. Bij deze berekeningen is geen rekening gehouden met de anticipatiemogelijkheden van tuinders op de nieuwe tariefstructuren.

De effecten van de nieuwe tariefstructuren voor warmte en elektriciteit zijn voor de drie clustervormen uit de praktijkinventarisatie verschillend. Wanneer een vergelijking wordt gemaakt met de situatie met en zonder clustering is voor zowel het belichtende als niet-belichtende bedrijf bij clustervorm 2 (electriciteitslevering) als ook het belichtende bedrijf in clustervorm 1 (warmtelevering) de gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt gelijk als aan de referentiesituatie. Voor het niet-belichtende bedrijf in clustervorm 1 (warmtelevering) zijn de gevolgen van de liberalisering ongunstiger dan in de referentiesituatie. Voor het belichtende en niet-belichtende in clustervorm 3 (warmte-, elektriciteit en CO₂-levering) daarentegen zijn de gevolgen van de liberalisering gelijk aan de referentiesituatie of minder ongunstig. Kortom: clustervorm 3 lijkt binnen een geliberaliseerde energiemarkt zowel vanuit energetisch als bedrijfseconomisch oogpunt de beste perspectieven te hebben. Dit neemt niet weg dat de geclusterde bedrijven net als alle individuele bedrijven te maken krijgen met een (forse) stijging van de aardgasprijs.

De nieuwe tariefstructuur voor aardgas pakt met name negatief uit voor de warmte-inkopende tuinders in clustervorm 1. Door warmte in te kopen die wordt ingezet om in de basislast van de warmtevraag te voorzien, wordt het toch al ongelijkmatige afnamepatroon van een glastuinbouwbedrijf nog ongelijkmatiger, waardoor de 'dure' pieken als het ware versterkt worden. Glastuinbouwbedrijven die warmte inkopen krijgen hierdoor te maken met een extra prijsstijging voor het resterende piekgas (afhankelijk van dekkingsgraad). Bovendien is de warmte-inkopende tuinder doordat de warmteleverende tuinder geen leveringsgarantie afgeeft genoodzaakt om in de situatie met warmtelevering dezelfde contractcapaciteit aan te houden als in de situatie zonder warmtelevering. Mogelijke oplossingen voor dit probleem in clusterverband zijn: 1) verlaging van de contractcapaciteit in combinatie met een verzekering, 2) het gebruik van alternatieve brandstoffen voor de piek of 3) een combinatie van beiden.

Dikwijls wordt energieclustering ook genoemd als optie om te anticiperen op de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en dan met name aardgas. Men verwacht namelijk

dat met energieclusterprojecten een betere bedrijfstijd ofwel gelijkmatiger gasafnamepatroon gerealiseerd kan worden waardoor volstaan zou kunnen worden met een lagere contractcapaciteit voor de geclusterde bedrijven dan van de individuele bedrijven afzonderlijk. Bovendien verwacht men dat een korting bedongen kan worden op de commodityprijs voor gas en elektriciteit. Een aantal kanttekeningen bij deze anticipatiemogelijkheden is echter wel op zijn plaats. In de eerste plaats is het de vraag of er volstaan kan worden met een lagere contractcapaciteit. Immers, de koudste nacht valt voor alle bedrijven op hetzelfde moment. Door het ongelijktijdig opstoken van de bedrijven kan eventueel iets bespaard worden op de contractcapaciteit. Clustering met bedrijven (niet-glastuinbouwbedrijven) met een complementaire warmtevraag lijkt in dit geval meer perspectieven te bieden. Ook is het de vraag of door gezamenlijke inkoop een lagere commodityprijs voor aardgas en elektriciteit behaald kan worden, omdat de clusters relatief kleine partijen (zullen) zijn op de energiemarkt.

Aanbevelingen

Dit inventariserende onderzoek naar energieclustering in de Nederlandse glastuinbouw is afgesloten met een aantal aanbevelingen om energieclustering te stimuleren en knelpunten op te lossen. Eén van deze knelpunten is de liberalisering van de energiemarkt. Dit neemt niet weg dat clustering binnen een geliberaliseerde energiemarkt wel degelijk perspectief heeft. Met name clustervorm 3 lijkt zowel vanuit energetisch als bedrijfseconomisch oogpunt perspectiefvol. In dit kader zijn onderstaande aanbevelingen gedaan richting overheid, onderzoek en voorlichting om knelpunten omtrent clustering op te lossen en clustering te stimuleren:

1. een modelcontract opstellen en/of een checklist van zaken die minimaal in een contract (leveringsovereenkomst voor energiesoorten) vastgelegd moeten worden;
2. nader onderzoek doen naar de verschillende voor- en nadelen van ondernemersvormen (participatievormen) waarin het facilitaire bedrijf onder gebracht kan worden;
3. één of meerdere tools/instrumenten (bijvoorbeeld een eenvoudig rekenmodel) ontwikkelen, waarmee tuinders op gestructureerde wijze de kosten en opbrengsten van energieclustering tegen elkaar kunnen afwegen;
4. de mogelijkheden van een fonds (revolving fund) onderzoeken voor bijvoorbeeld het ondersteunen van research- & developmentactiviteiten en pilotprojecten;
5. nagaan of het mogelijk is om additionele investeringen, die noodzakelijk zijn om energieclustering mogelijk te maken, te plaatsen op de VAMIL- en/of EIA-lijst;
6. bij de oprichting van clusterprojecten, waarbij verschillende partijen betrokken zijn, een beroep doen op een onafhankelijke adviseur/deskundige;
7. daar waar mogelijk is de communicatie omtrent energieclustering stroomlijnen om kennisoverdracht te stimuleren in combinatie met het inzetten van diverse pr-middelen ter stimulering van energieclustering;
8. bij de (her)inrichting van glastuinbouwgebieden meer rekening houden met clusterprojecten (bijvoorbeeld bij uitgifte gronden/kavels);
9. reeds opgestarte voorlichtingsactiviteiten om vragen en onduidelijkheden omtrent de liberalisering van de energiemarkt continueren en hierbij specifiek in te gaan om de gevolgen voor energieclusterprojecten;

10. een oplossing zoeken voor warmteafnemers die als gevolg van het feit dat zij warmte(overschotten) afnemen geconfronteerd worden met een (forse) prijsstijging voor het resterende piekgas. Ook is aanbevolen om nader onderzoek te doen naar de mogelijke oplossingen voor dit probleem:
 - a) verlaging van de contractcapaciteit in combinatie met een verzekering en;
 - b) het gebruik van alternatieve brandstoffen voor de piek of;
 - c) een combinatie van beiden. Tevens is aanbevolen om onderzoek te doen naar clustering van glastuinbouwbedrijven met (niet-glastuinbouw)bedrijven met een complementaire warmtevraag.

1. Inleiding

1.1 Inleiding

Energie-efficiëntiedoelstellingen en CO₂-reductiedoelstellingen

In 1993 hebben de glastuinbouwsector en de overheid een MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) afgesloten. Het doel van deze afspraak is het verbeteren van de energie-efficiëntie¹ van de glastuinbouwsector. Gestreefd wordt naar een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in het jaar 2000 ten opzichte van het basisjaar 1980. Op lange termijn wordt in het kader van de Integrale Milieu Taakstelling (IMT) gestreefd naar een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% in 2010, zoals is vastgelegd in het convenant Glastuinbouw en Milieu, 1997. Voor 1999 is de energie-efficiëntie geraamd op 57% (Bakker et al., 2000). Verbetering van de energie-efficiëntie kan onder andere gerealiseerd worden door een lager primair-brandstofverbruik² per eenheid product. Verlaging van het primair-brandstofverbruik leidt bovendien tot een lagere CO₂-uitstoot.

Tot nu toe zijn tussen de overheid en de glastuinbouwsector nog geen aparte CO₂-reductiedoelstellingen overeengekomen³. Op nationaal niveau heeft Nederland zich echter in het kader van de klimaatconferentie in Kyoto in 1997 verplicht tot een reductie van de broeikasgassen (onder andere CO₂) met 6% in de periode 2008-2012 ten opzichte van het basisjaar 1990. De overheid gaat ervan uit dat de helft van de reductie door middel van maatregelen in Nederland en de andere helft door maatregelen buiten Nederland kan worden gerealiseerd⁴. Het Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) verwacht dat ook de Nederlandse glastuinbouw een aanzienlijke bijdrage zal leveren aan het behalen van deze doelstelling. De opstellers van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid gaan er zelfs van uit dat met de uitvoering van het Convenant Glastuinbouw en Milieu een reductie van 2 Mton CO₂ in 2010 behaald kan worden (VROM, 1999). Uitgaande van de ramingen voor de CO₂-emissie door de glastuinbouw in 1999 van 7,9 Mton (Bakker et al., 2000) komt dit overeen met een reductie van 25%. Al met al betekent dit dat van de glastuinbouwsector een grote inspanning wordt verlangd.

¹ Energie-efficiëntie is gedefinieerd als het primair-brandstofverbruik per eenheid product.

² Primair brandstof is de hoeveelheid (primair) brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiedragers, zoals bijvoorbeeld aardgas, olie, restwarmte, w/k-warmte en elektriciteit, en wordt uitgedrukt in aardgasequivalenten (a.e.). Aardgas en olie zijn reeds uitgedrukt in primair brandstof (bijlage 4).

³ In het kader van de monitoring van de MeerJarenAfspraak-Energie Glastuinbouw (MJA-E) wordt overigens naast de energie-efficiëntie ook jaarlijks de CO₂-emissie van de glastuinbouw bepaald.

⁴ Nederland hanteert het principe dat ten minste de helft van de reductie in eigen land verwezenlijkt moet worden door allerlei maatregelen, zoals bijvoorbeeld het stimuleren van energiebesparing (primair brandstof). Aanvullende 'buitenlandse' maatregelen, zoals bijvoorbeeld het 'opkopen' van emissierechten, moeten leiden tot het behalen van de nationale doelstelling.

Verbetering van de energie-efficiëntie en reductie van de CO₂-emissie in de glastuinbouw door middel van energieclustering

Verbetering van de energie-efficiëntie en reductie van de CO₂-emissie kan bereikt worden door een lager primair-brandstofverbruik. Er zijn verschillende opties om primair brandstof te besparen en de uitstoot van CO₂ te reduceren. Eén daarvan is het ontwikkelen van energieclusters. Onder energieclustering wordt in dit kader verstaan alle mogelijke vormen van samenwerking tussen verschillende glastuinbouwbedrijven op het gebied van energievoorziening, waarbij uitgegaan wordt van decentrale energieopwekking en onderlinge levering van energiesoorten. Een concreet voorbeeld van energieclustering is het leveren van warmte en/of elektriciteit van het ene glastuinbouwbedrijf aan het andere glastuinbouwbedrijf.

Decentrale energieopwekking vormt dus min of meer de basis van een energiecluster. Energieclustering past dan ook goed binnen het beleid dat het Ministerie van Economische Zaken heeft uitgezet in de Derde Energienota (EZ, 1996), namelijk het stimuleren van decentrale opwekking van warmte en elektriciteit. Ook LTO-Nederland ziet in clustering van bedrijven een belangrijke mogelijkheid om de doelstellingen uit de Integrale MilieuTaakstelling (IMT) te realiseren en de uitstoot van CO₂ te reduceren, zo blijkt uit het rapport *Glastuinbouw kiest voor milieu en economie* (LTO, 1998).

1.2 Doel van het onderzoek

In de vorige paragraaf is energieclustering al genoemd als belangrijke optie om primair brandstof te besparen en de uitstoot van CO₂ te reduceren. Mede hierom, maar ook vanwege het verwachte financieel voordeel, staat energieclustering momenteel volop in de belangstelling bij de ontwikkeling en herstructurering van nieuwe en oude glastuinbouwgebieden. Ondanks al deze aandacht komen energieclusterprojecten in de praktijk moeilijk van de grond. Een belangrijke reden hiervoor kan zijn dat in de praktijk ondanks alle belangstelling toch onvoldoende kennis van zaken is over de verschillende mogelijkheden van energieclustering en de financiële en milieutechnische voordelen hiervan. Ook is het denkbaar dat in de praktijk zich allerlei bestuurlijke, organisatorische en juridische knelpunten voordoen. Meer inzicht in deze en andere aspecten is dus wenselijk. Kernachtig samengevat kan het doel van dit onderzoek als volgt omschreven worden:

Het onderzoek is het in kaart brengen van de mogelijkheden (potenties), knelpunten (en oplossingsrichtingen) van energieclustering in de glastuinbouw en de bijdrage van energieclustering aan de primair-brandstofbesparing en vermindering van de CO₂-emissie.

1.3 Afbakening van het onderzoeksterrein

Het onderzoek heeft een inventariserend karakter. Dit betekent dat een aantal afbakeningen van toepassing is op het onderzoeksterrein:

1. in dit onderzoek wordt onder clustering verstaan: clustering van bedrijven op het gebied van energie (energieclustering). Alle andere vormen van clustering, zoals

- bijvoorbeeld op het gebied van afzet, worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten;
2. energieclustering van glastuinbouwbedrijven met bijvoorbeeld woningbouw of industrie worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten;
 3. grootschalige warmtelevering (restwarmte) door elektriciteitscentrales of STEG-eenheden aan glastuinbouwbedrijven (glastuinbouwgebied) wordt buiten beschouwing gelaten. Deze vorm van 'clustering' komt aan de orde in het onderzoek 'Uitbreidingspotentieel voor warmte van derden in de Nederlandse glastuinbouw bij verschillende scenario's' (Bakker, 2000);
 4. bij het in kaart brengen van het aantal bestaande projecten per clustervorm is gestreefd naar een zo volledig mogelijk overzicht. Per clustervorm worden niet alle projecten omschreven; volstaan wordt met één algemene omschrijving (hoofdstuk 4);
 5. bij het in kaart brengen van 'nieuwe' clustervormen is eveneens gestreefd naar een zo volledig mogelijk overzicht. Het is echter niet uitgesloten dat het overzicht niet compleet is, omdat een aantal actoren bepaalde plannen nog niet openbaar wil maken (hoofdstuk 4).

1.4 Leeswijzer

Het onderzoek is in vier fasen in te delen (hoofdstuk 2). In de eerste fase van het onderzoek zijn de theoretische mogelijke clustervormen geïnventariseerd met behulp van de clustermatrix (hoofdstuk 3). In fase 2 heeft een praktijkinventarisatie plaatsgevonden. In de praktijk is geïnventariseerd: welke clustervormen voor komen, hoe vaak en op welke bedrijfstype. Ook zijn in deze fase van het onderzoek de plannen voor nieuwe clustervormen en -projecten geïnventariseerd. Bovendien zijn tijdens de praktijkinventarisatie ook de belangrijkste voor- en nadelen en knelpunten geïnventariseerd (hoofdstuk 4). Vervolgens is in hoofdstuk 5 een inschatting gemaakt van de hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden met energieclustering op project- en sectorniveau (fase 3). Tot slot van dit onderzoek is in fase 4 stil gestaan bij de liberalisering van de energiemarkt in relatie tot energieclustering (hoofdstuk 6). Het onderzoek is afgerond met een slotbeschouwing en een overzicht van de belangrijkste conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 7).

2. Materiaal en methode

2.1 Inleiding

Het onderzoek bestaat in feite uit vier fasen, namelijk:

1. een theoretische inventarisatie van mogelijke clustervormen;
2. een praktijkinventarisatie van bestaande en nieuwe clustervormen;
3. een schatting van de primair-brandstofbesparing door energieclustering op project- en sectorniveau;
4. een kwalitatieve beschouwing over de liberalisering van de energiemarkt in relatie tot energieclustering.

In de volgende paragrafen worden de verschillende fasen van het onderzoek toegelicht.

2.2 Fase 1: de theoretische inventarisatie

Fase 1 van het onderzoek omvat een theoretische inventarisatie van mogelijke vormen van clustering. Het doel van de theoretische inventarisatie is om handvatten aan te reiken om het denkproces rondom energieclustering te structureren. Zo is op basis van literatuurstudie en een brainstormsessie met energiespecialisten van het LEI een zogenaamde clustermatrix ontwikkeld (paragraaf 3.2). De clustermatrix is vormgegeven door een drietal dimensies. Deze drie dimensies zijn: energiesoort, conversietechniek en omvang (paragraaf 3.1). Elke combinatie van de dimensies energiesoort, conversietechniek en omvang (areaal) vormt een theoretisch cluster.

De vele theoretische clustervormen, die aan de hand van de clustermatrix onderscheiden kunnen worden, kunnen ingedeeld worden naar typen clustervormen. In de eerste plaats is een indeling gemaakt in primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clustervormen. Daarnaast is ook een indeling gemaakt op basis van wie de conversietechnieken het eigendom zijn; namelijk de betrokken tuinders bij het clusterproject of een derde partij (bijvoorbeeld het energiebedrijf).

Met behulp van de clustermatrix en de indeling naar typen clustervormen is geprobeerd om wat structuren aan te leggen. In het vervolg van dit onderzoek is zoveel mogelijk aangesloten bij de terminologie uit de theoretische inventarisatie. Verder staat de theoretische inventarisatie los van de volgende onderzoeksfasen; de praktijkinventarisatie (fase 2) vormt namelijk de basis voor fasen 3 en 4.

2.3 Fase 2: de praktijkinventarisatie

In fase 2 van het onderzoek staat de praktijk centraal. Aan de hand van gesprekken met tuinders, voorlichters, adviseurs, projectontwikkelaars en accountmanagers van energiebedrijven (bijlage 1) en literatuurstudie zijn de diverse bestaande clustervormen en

-projecten, die in de praktijk voorkomen geïnventariseerd. Over de diverse clustervormen is onder andere informatie verzameld met betrekking tot het aantal clusterprojecten per clustervorm, de organisatiestructuur (contracten enzovoort), het type en omvang van de additionele investeringen, eventuele specifieke knelpunten en het primair-brandstofverbruik. Ook zijn in deze fase van het onderzoek plannen voor nieuwe clustervormen en -projecten geïnventariseerd¹. Tot slot zijn in deze fase ook de belangrijkste voor- en nadelen en knelpunten van energieclustering in kaart gebracht.

De uitkomsten van de praktijkinventarisatie vormen de basis voor de berekening van de primair-brandstofbesparing door energieclustering (fase 3) en de kwalitatieve beschouwing van de effecten van de liberalisering van de energiemarkt voor energieclusterprojecten (fase 4).

2.4 Fase 3: primair-brandstofbesparing door energieclustering

In hoofdstuk 1 is reeds gemeld dat energieclustering wordt gezien als een belangrijke optie om primair brandstof te besparen. In deze fase van het onderzoek zijn voor de onderscheiden clustervormen uit de praktijkinventarisatie aan de hand van simulatieberekeningen schattingen gemaakt van de hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden op projectniveau. Voor het bepalen van de primair-brandstofbesparing per onderscheiden clustervorm is gebruikgemaakt van het kassysteemsimulatiemodel KASPRO van het IMAG (De Zwart, 1996). Vervolgens is ook de primair-brandstofbesparing berekend voor een concreet clusterproject (casestudy). Tot slot zijn de besparingen op projectniveau opgeschaald naar sectorniveau.

2.5 Fase 4: liberalisering energiemarkt en energieclustering

In fase 4 van het onderzoek is stil gestaan bij de liberalisering van de energiemarkt en de daaraan parallel ingevoerde nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en gas. In de eerste plaats zijn de belangrijkste hoofdlijnen beschreven uit de Elektriciteitswet 1998 en de nieuwe Gaswet, waarin regelgeving met betrekking tot respectievelijk een vrije elektriciteits- en gasmarkt zijn opgenomen. Vervolgens zijn voor de onderscheiden clustervormen uit de praktijkinventarisatie in kwalitatieve zin de effecten van de liberalisering van de energiemarkt (inclusief de nieuwe tariefstructuren) beschreven. Tot slot is eveneens in kwalitatieve zin ingegaan op de anticipatiemogelijkheden op de liberalisering van de energiemarkt door middel van energieclustering.

¹ Het merendeel van de gesprekken met tuinders, voorlichters, adviseurs, projectontwikkelaars en accountmanagers van energiebedrijven heeft begin 2000 plaatsgevonden. Het is dus niet uitgesloten dat een aantal plannen alweer achterhaald is of anders uitgevoerd is. Voor het beschrijven van de plannen voor nieuwe clustervormen en -projecten is zoveel mogelijk uitgegaan van schriftelijke informatie (plan of aanpak, subsidieaanvraag enzovoort) die begin 2000 openbaar was.

3. De theoretische inventarisatie

3.1 De drie dimensies van de clustermatrix

3.1.1 Energiesoort

Eén van de dimensies van de clustermatrix is *energiesoort* genoemd. Deze dimensie onderscheidt de verschillende energiesoorten, zoals warmte en elektriciteit. Daarnaast wordt koude als tegenovergestelde van warmte beschouwd als een aparte energiesoort, omdat bij sommige gewassen grondkoeling¹ wordt toegepast. CO₂ wordt eveneens aan het rijtje van energiesoorten toegevoegd. De reden hiervoor is dat de CO₂ die vrijkomt bij de productie van warmte en/of elektriciteit met verschillende conversietechnieken (eventueel na behandeling) geschikt is om te doseren aan het gewas. In totaal worden dus vier energiesoorten onderscheiden, namelijk:

1. warmte;
2. koude;
3. elektriciteit;
4. CO₂.

3.1.2 Conversietechniek

De verschillende energiesoorten kunnen 'geproduceerd' worden met verschillende conversietechnieken, waarbij sprake kan zijn van een gecombineerde productie van verschillende energiesoorten. De volgende conversietechnieken worden onderscheiden:

1. ketel;
2. warmtekracht;
3. warmtepomp;
4. windturbine.

Binnen deze vier conversietechnieken kan weer onderscheid gemaakt worden in verschillende typen. Hierna worden de basisprincipes van de conversietechnieken en de verschillende typen één voor één kort toegelicht. Ook wordt per conversietechniek telkens aangegeven welke energiesoorten 'geproduceerd' worden. Dit wil overigens niet zeggen dat in de praktijk deze energiesoorten ook allemaal per definitie toegepast worden op een bepaald bedrijf. Een voorbeeld ter verduidelijking: met een w/k-installatie wordt warmte en elektriciteit geproduceerd, in sommige situaties wordt alleen de warmte aangewend op het bedrijf en wordt de elektriciteit afgezet via het openbare net (bijlage 2).

In paragraaf 3.1.2.5 wordt in figuur 3.1 alles nog een keer samengevat.

¹ Grondkoeling wordt onder andere toegepast bij de teelt van fresia, alstroemeria en amaryllis. Het doel van de koeling is de bol- of knoltemperatuur ook in de zomer zo laag te kunnen krijgen dat knopaanleg plaatsvindt.

3.1.2.1 Ketel

Op de meeste glastuinbouwbedrijven staan één of meerdere ketels opgesteld. In de ketel(s) wordt meestal aardgas verstoekt. Met de warmte die vrijkomt bij de verbranding van aardgas in de ketel wordt het water uit de verwarmingsnetten opgewarmd. Naast warmte komt bij de verbranding van aardgas ook CO₂ vrij. De vrijgekomen CO₂ is geschikt om CO₂ te doseren ter stimulering van de groei en/of productie van het gewas. Vooral in het voorjaar en in de zomermaanden is het overdag onder invloed van een relatief grote lichtinval aantrekkelijk om CO₂ te doseren. Echter tijdens deze periode is de warmtevraag van het gewas over het algemeen laag. In veel gevallen is er dan sprake van een zogenaamd warmteoverschot. Dit warmteoverschot kan onder andere door het inzetten van een minimumbuis afgelucht worden. Een ander, milieuvriendelijker alternatief is 'het opslaan van het warmteoverschot' in een warmteopslagtank. De opgeslagen warmte kan op een later tijdstip weer ingezet worden op het bedrijf.

Samengevat worden de volgende typen onderscheiden met tussen haakjes vermeld de energiesoorten:

1. ketel (warmte en CO₂);
2. ketel in combinatie met een warmteopslagtank (warmte en CO₂).

3.1.2.2 Warmtekracht

In dit kader zijn onder de term warmtekracht alle conversietechnieken samengebracht waarbij sprake is van een gecombineerde productie van warmte en elektriciteit, met uitzondering van de gasgestookte compressiewarmtepomp. Deze warmte/kracht-technieken kunnen weer onderverdeeld worden in drie zogenaamde basistypen: 1) warmte/kracht-installatie, 2) STEG en 3) brandstofcel. Binnen de verschillende basistypen worden weer meerdere varianten onderscheiden.

W/k-installatie

Een warmte/kracht-installatie (w/k-installatie) is in feite een generator. De aardgasmotor komt in de praktijk het meest voor. Andere type w/k-installaties (motoren) draaien op bijvoorbeeld biomassa of afval. Moderne w/k-installaties (aardgasmotor) behalen door de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit gemiddeld een relatief hoog totaal rendement; circa 88%. Dit gemiddeld totale rendement is de som van het gemiddeld elektrisch rendement (circa 35%) en het gemiddeld thermisch rendement (circa 53%) (Bakker et al., 2000). Over het algemeen wordt een w/k-installatie op een glastuinbouwbedrijf ingezet om in de elektriciteits- of warmtevraag te voorzien. Dit betekent dat de regeling van een w/k-installatie gestuurd wordt door de elektriciteits- of de warmtevraag op het bedrijf (bijlage 2).

Door het aansluiten van een warmteopslagtank op een w/k-installatie kan het aantal starts en stops van de w/k-installatie beperkt worden. Dit heeft in de eerste plaats een gunstig effect op de onderhoudskosten van de w/k-installatie. Daarnaast kan met de w/k-installatie, afhankelijk van de omstandigheden, een hogere dekkingsgraad en/of meer draaiuren gerealiseerd worden (bijlage 2).

Een derde variant is een w/k-installatie in combinatie met warmteopslagtank en een rookgasreiniger. Een rookgasreiniger is een katalysator die de rookgassen uit de w/k-installatie zodanig bewerkt dat de CO₂ uit de rookgassen geschikt is voor CO₂-dosering. Bovendien kan door het toepassen van rookgasreiniging met de w/k-installatie, afhankelijk van de omstandigheden, een hogere dekkingsgraad en/of meer draaiuren gerealiseerd worden (bijlage 2).

Theoretisch gezien kan nog een vierde variant onderscheiden worden, namelijk: een w/k-installatie met een rookgasreiniger (dus zonder warmteopslagtank). Deze variant zal naar verwachting in de praktijk niet vaak voorkomen, omdat het economisch (en milieukundig) niet aantrekkelijk is om alle warmte, die vrijkomt bij het CO₂-doseren en niet nuttig aangewend kan worden op het bedrijf, te vernietigen. Deze variant wordt dan ook in het vervolg van dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Samengevat zijn de volgende typen w/k-installaties onderscheiden met tussen haakjes vermeld de energiesoorten:

1. w/k-installatie (warmte en elektriciteit);
2. w/k-installatie in combinatie met warmteopslag (warmte en elektriciteit);
3. w/k-installatie in combinatie met warmteopslag en rookgasreiniging (warmte, elektriciteit en CO₂);

STEG

Een tweede basistype van warmtekracht is de STEG¹. De afkorting STEG staat voor stoom- en gasturbine. Een STEG kan misschien wel het beste omschreven worden als een kleine elektriciteitscentrale. In een STEG wordt aardgas omgezet in elektriciteit. Door in een vroeg stadium van het 'productieproces' van elektriciteit warmte te onttrekken komt hoogwaardige restwarmte vrij. Deze hoogwaardige restwarmte (aanvoertemperatuur 90 à 120^oC) is geschikt om in de glastuinbouw aan te wenden. Nadeel van het onttrekken van restwarmte aan het productieproces is dat het elektrisch rendement van de STEG daalt. Het totaal rendement (elektrisch en thermisch) daarentegen stijgt per saldo (Van der Sluis et al., 1992).

Een STEG kan middenin of nabij een glastuinbouwgebied geplaatst worden. Het restwarmtewater uit de STEG wordt door middel van een wijdvertakt transportsysteem getransporteerd naar de glastuinbouwbedrijven. Via warmtewisselaars op de bedrijven wordt de warmte van het restwarmtewater uit de STEG overgedragen aan het koude water uit de verwarmingssystemen op de bedrijven. De opgewekte elektriciteit kan eveneens aangewend worden op de glastuinbouwbedrijven of kan via het openbare elektriciteitsnet afgezet. Na reiniging zijn de rookgassen uit de STEG geschikt voor CO₂-dosering. De rookgassen worden centraal gereinigd en worden evenals het warme water via een ondergronds leidingensysteem aan de glastuinbouwbedrijven geleverd.

Samengevat worden de volgende twee varianten onderscheiden met tussen haakjes vermeld de energiesoorten:

1. STEG (warmte en elektriciteit);

¹ In paragraaf 1.3 is reeds vermeld dat grootschalige warmteleveringsprojecten door elektriciteitscentrales en STEG-eenheden buiten beschouwing worden gelaten. De STEG wordt hier toch behandeld, omdat het theoretisch gezien mogelijk is dat een groep tuinders zelf (eventueel in samenwerking met derden) een STEG exploiteren.

2. STEG in combinatie met rookgasreinigingstechniek (warmte, elektriciteit en CO₂).

Brandstofcel

De derde basisvariant van warmtekracht, waarbij sprake is van een gecombineerde productie van warmte en elektriciteit is de brandstofcel. Een brandstofcel is een elektrochemische conversietechniek bestaande uit twee elektroden die onderling verbonden zijn via een elektrolyt. In de brandstofcel wordt aan de ene elektrode (anode) waterstofgas toegevoegd en aan de andere elektrode (kathode) zuurstof. Vervolgens vindt aan beide elektroden een chemische reactie plaats; aan de anode vindt oxidatie van de brandstof plaats, terwijl aan de kathode het oxidant wordt gereduceerd. Door de elektrochemische reacties wordt water gevormd. Daarbij ontstaat er een spanningsverschil tussen de anode en de kathode. Wanneer de anode en kathode met elkaar verbonden worden, gaat er een elektrische stroom lopen (TU, 1999). Naast elektriciteit komt ook afvalwarmte vrij. Deze afvalwarmte kan gebruikt worden voor het verwarmen van bijvoorbeeld water.

Een brandstofcel draait dus simpel gezegd op waterstofgas. Waterstofgas kan gemaakt worden uit onder andere water en aardgas. Indien waterstofgas gemaakt wordt uit aardgas komt ook CO₂ vrij. De ontstane CO₂ is zuiver van samenstelling en is geschikt voor CO₂-dosering in de glastuinbouw (Vegter, 1999; Zwarts, 2000).

Een brandstofcel is niet in staat om al het aangevoerde aardgas (ervan uitgaande dat waterstofgas gemaakt wordt uit aardgas) volledig te benutten voor de elektriciteitsopwekking. Grofweg twintig procent van het aardgas wordt niet benut. Dit aardgas kan gebruikt worden om in een brandstofcel geïntegreerde boiler of ketel verbrand te worden. Door deze combinatie kan met een brandstofcel een totaal rendement (elektrisch en thermisch) behaald worden van ongeveer 80% (ECN, 1999a).

Een belangrijk voordeel van een brandstofcel is dat indien het benodigde waterstofgas gemaakt wordt uit water nauwelijks of geen schadelijke gassen vrijkomen. Nadeel is echter dat de productiekosten voor een brandstofcel nog steeds erg hoog zijn. Ook is de capaciteit van een brandstofcel relatief klein. Tot slot worden bij verschillende typen brandstofcellen (nog) vraagtekens gezet bij de betrouwbaarheid en de levensduur (TU, 1999).

Samengevat wordt er slechts één type brandstofcel (aardgas) onderscheiden. Tussen haakjes zijn de energiesoorten vermeld.

1. brandstofcel (electriciteit, warmte en CO₂).

3.1.2.3 Warmtepomp

Simpelweg kan een warmtepomp het beste vergeleken worden met een omgekeerde koelkast: warmte uit een warmtebron (bijvoorbeeld buitenlucht, ventilatielucht, oppervlaktewater, bodem) wordt onttrokken om een ander medium (bijvoorbeeld lucht, water) verder op te warmen. Er bestaan verschillende typen warmtepompen. In het kader van dit onderzoek worden de volgende twee typen warmtepompen onderscheiden: 1) de compressiewarmtepomp en 2) de absorptiewarmtepomp.

Binnen het type compressiewarmtepompen kan weer onderscheid gemaakt worden tussen elektrische en gasgestookte warmtepompen. Het belangrijkste verschil tussen een elektrische en gasgestookte warmtepomp heeft betrekking op het type motor dat de com-

pressor aandrijft. Bij een elektrische warmtepomp wordt de compressor aangedreven door een elektromotor. Bij een gasgestookte warmtepomp wordt de compressor aangedreven door een aardgasmotor (eventueel voorzien van een generatorset). Gasgestookte warmtepompen uitgerust met een generator produceren naast warmte ook elektriciteit. Bovendien kunnen de rookgassen van aardgasmotor na reiniging gebruikt worden voor CO₂-dosering.

Een absorptiewarmtepomp kan in de eerste plaats 'gewoon' ingezet worden om een bepaald medium op te warmen door warmte te onttrekken uit een warmtebron. Daarnaast kan een absorptiewarmtepomp ingezet worden als koelmachine; in plaats van een bepaald medium op te warmen wordt dit medium juist afgekoeld (bijlage 2). Afhankelijk van de toegepaste conversietechniek kunnen de CO₂-rookgassen direct (brander) of na reiniging (gasmotor) worden ingezet voor CO₂-dosering aan het gewas.

Afhankelijk van het type warmtepomp (elektrische of gasgestookte compressiewarmtepomp en absorptiewarmtepomp) kunnen de volgende vier energiesoorten worden geproduceerd: warmte, koude, elektriciteit en CO₂ (bijlage 2). In deze paragraaf wordt volstaan met een overzicht van de zes varianten met tussen haakjes vermeld de energiesoorten:

1. elektrische compressiewarmtepomp (warmte);
2. gasgestookte compressiewarmtepomp (warmte en elektriciteit);
3. gasgestookte compressiewarmtepomp in combinatie met rookgasreiniging (warmte, elektriciteit en CO₂);
4. absorptiewarmtepomp al dan niet in combinatie met rookgasreiniging (warmte en CO₂);
5. absorptiewarmtepomp al dan niet in combinatie met rookgasreiniging (koude en CO₂);
6. absorptiewarmtepomp al dan niet in combinatie met rookgasreiniging en in combinatie met warmte-/koudeopslag (warmte, koude en CO₂).

3.1.2.4 Windturbine

De opwekking van elektriciteit met een windturbine(s) is een duurzame en schone conversietechniek. Duurzaam, omdat wind een onuitputtelijke energiebron is. Schoon, omdat bij de opwekking van elektriciteit geen schadelijke gassen vrijkomen.

De elektriciteitsproductie van een windturbine is in de eerste plaats afhankelijk van het windaanbod ter plaatse. Daarnaast spelen ook een aantal technische factoren, zoals rotoroppervlak en ashoogte een belangrijke rol. De opgewekte elektriciteit kan aangewend worden op het eigen bedrijf of teruggeleverd worden aan het openbare net.

Een windturbine kan 'alleen' opgesteld worden; dit wordt een solitaire windturbine genoemd. Ook worden steeds vaker windturbines (onder andere vanwege het beleid van provincies en gemeenten) in groepsverband opgesteld; ook wel clusters of windparken genoemd.

Samengevat wordt de volgende variant onderscheiden met tussen haakjes vermeld de energiesoort:

1. windturbine(s) (electriciteit).

3.1.2.5 Overzicht conversietechnieken

In figuur 3.1 zijn de hiervoor beschreven basisconversietechnieken inclusief typen nog eens weergegeven. Ook is per conversietechniek aangegeven welke energiesoorten geproduceerd worden.

Conversietechniek	Energiesoort			
	Warmte	Koude	Elektriciteit	CO ₂
<i>Ketel</i>				
- ketel	X			X
- ketel + wo	X			X
<i>Warmte/kracht</i>				
- w/k-inst.	X		X	
- w/k-inst. + wo	X		X	
- w/k-inst. + wo + rgr	X		X	X
- STEG	X		X	
- STEG + rookgasreiniging	X		X	X
- brandstofcel	X		X	
<i>Warmtepomp</i>				
- compressie wp elektrisch	X			
- compressie wp gas	X		X	
- compressie wp gas + rgr	X		X	X
- absorptie wp + (rgr)	X			X
- absorptie wp + (rgr) koeling		X		X
- absorptie wp + (rgr) aquifer	X	X		X
<i>Windturbine</i>				
- windturbine(s)			X	
wo = warmteopslag rgr = rookgasreiniger wp = warmtepomp				

Figuur 3.1 Overzicht van de vier basisconversietechnieken, inclusief de verschillende typen, en de energiesoorten die hiermee geproduceerd worden

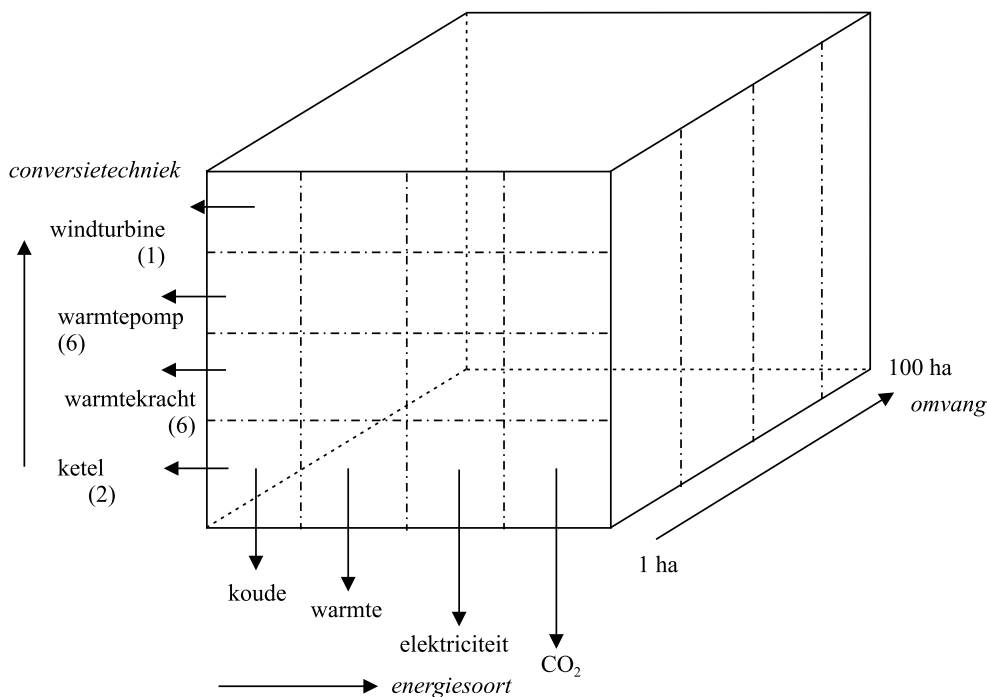
3.1.3 Omvang

De derde dimensie van de clustermatrix geeft de omvang van het clusterproject aan. De dimensie omvang wordt uitgedrukt in het totale areaal van de bedrijven, die deel uit maken van het clusterproject. Hoewel niet weergegeven in de clustermatrix (figuur 3.2) wordt ook onderscheid gemaakt naar het areaal per bedrijfstype, omdat vanuit theoretisch oogpunt verwacht wordt dat energieclustering met name mogelijk is voor bedrijven met verschillende bedrijfstypen. Qua bedrijfstypen wordt aangesloten bij de studie *Kansen voor Kassen*

(Alleblas en Mulder, 1997), waarin zes bedrijfstypen onderscheiden zijn op basis van teeltrichting, kapitaalintensiteit en arbeidsbehoefte (bijlage 3).

3.2 De clustermatrix

De drie dimensies energiesoort, conversietechniek en omvang vormen de basis voor de clustermatrix (figuur 3.2). Op de horizontale as staan de vier energiesoorten: warmte, koude, elektriciteit en CO₂ vermeld. De vier basisconversietechnieken zijn op de verticale as weergegeven met tussen haakjes vermeld het aantal typen. De schuine as naar achteren weerspiegelt de omvang van het clusterproject (totale areaal). Aan het totale areaal is per clusterproject geen theoretisch minimum of maximum verbonden. Gemakshalve is in de clustermatrix (figuur 3.2) de minimale en maximale omvang van een clusterproject gesteld op respectievelijk 1 en 100 ha.



Figuur 3.2 De clustermatrix is een theoretisch raamwerk, waarin de verschillende clustervormen op basis van de drie dimensies energiesoort, conversietechniek en omvang onder gebracht kunnen worden

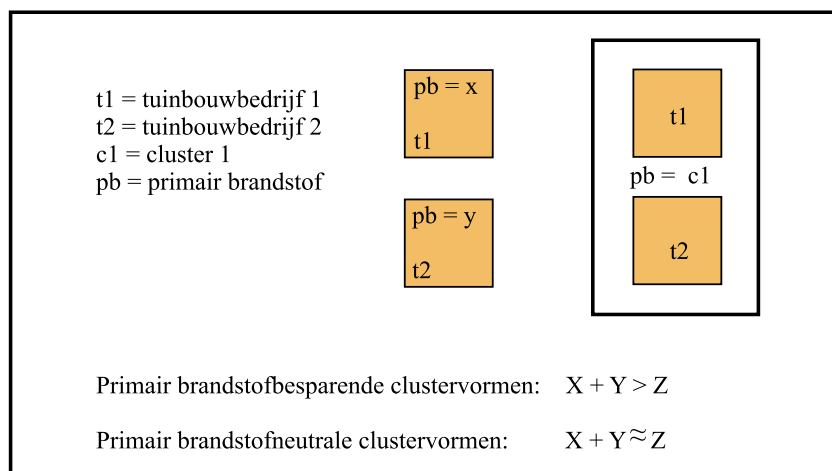
Elke combinatie van de drie dimensies energiesoort, conversietechniek en omvang is een theoretisch clustervorm. Uitgaande van de vier basisconversietechnieken en de vier energiesoorten (de dimensie omvang buiten beschouwing latend) zijn al zestien clustervormen denkbaar. Theoretisch gezien kunnen nog veel meer clustervormen onderscheiden worden. Binnen de vier basisconversietechnieken wordt immers weer onderscheid gemaakt

in vijftien varianten (figuur 3.1). Daarnaast kunnen verschillende combinaties van bedrijven en/of bedrijfsomvangs leiden tot een bepaalde clusteromvang. Ter verduidelijking: een cluster met in totaal 6 ha glas kan bestaan uit 2 bedrijven met elk 3 ha, maar ook uit 3 bedrijven met elk 2 ha enzovoort. Bovendien kunnen ook combinaties van conversietechnieken en energiesoorten binnen één cluster voorkomen. Theoretisch gezien zijn dus oneindig veel clustervormen denkbaar. In de volgende paragraaf wordt geprobeerd meer structuur aan te brengen in deze theoretische clustervormen.

3.3 Type clustervormen

3.3.1 Primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clustervormen

Eén van de doelstellingen van dit onderzoek is om een inschatting te maken van de primair-brandstofbesparing en de vermindering van de CO₂-emissie, die behaald kan worden door middel van clustering van glastuinbouwbedrijven op het gebied van decentrale energievoorziening. Vandaar wordt in deze theoretische inventarisatie onderscheid gemaakt in primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clustervormen¹. Uitgaande van de LCA-gedachte (Life Cycle Analysis) kan gesteld worden dat er sprake is van een primair-brandstofbesparende clustervorm, wanneer door clustering van bedrijven per saldo primair brandstof wordt bespaard door de geclusterde bedrijven in vergelijking met de uitgangssituatie, waarbij de bedrijven ieder voor zich zorgdragen in de energievoorziening (bijlage 4). Bij primair-brandstofneutrale clustervormen daarentegen wordt door de geclusterde bedrijven per saldo geen primair brandstof bespaard. Het primair-brandstofgebruik is (min of meer) gelijk aan de uitgangssituatie, waarbij elk bedrijf zelf in de eigen energievoorziening voorziet. In figuur 3.3 is het principe van primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clustervormen weergegeven.



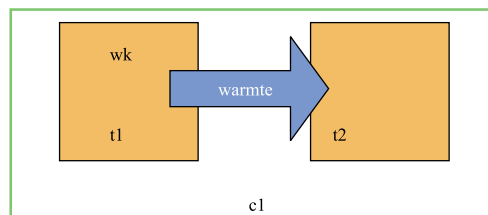
Figuur 3.3 Principe primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clustervormen

¹ Theoretisch gezien is het mogelijk dat het primair-brandstofgebruik van sommige clustervormen groter is dan het primair-brandstofgebruik van de afzonderlijke bedrijven in de uitgangssituatie gesommeerd.

Voorbeeld 1: een primair-brandstofbesparende clustervorm

Een voorbeeld van een primair-brandstofbesparende clustervorm is de levering van het warmteoverschot van de w/k-installatie van tuinder 1 aan tuinder 2. Tuinder 1 uit het voorbeeld teelt rozen (*bedrijfstype 2*). De benodigde elektriciteit voor het toepassen van assimilatiebelichting wekt de tuinder zelf op met zijn eigen w/k-installatie. De warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit kan de tuinder niet allemaal nuttig aanwenden op zijn bedrijf. Tuinder 2, de buurman, is een potplantenkweker (*bedrijfstype 3*) en verwarmt zijn kas met een aardgasgestookte ketel. Tuinder 2 kan het warmteoverschot van tuinder 1 nuttig aanwenden op het bedrijf.

Dit is een voorbeeld van een primair-brandstofbesparende clustervorm, omdat het primair-brandstofgebruik van het cluster lager is dan van de twee bedrijven afzonderlijk opgeteld. Tuinder 2 verstoekt immers minder primair brandstof. Het primair-brandstofgebruik van tuinder 1 zal nagenoeg gelijk zijn maar er vindt geen warmtevernietiging meer plaats. Schematisch kan deze clustervorm als volgt worden weergegeven:



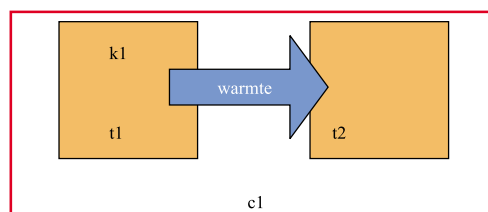
t1 = tuinbouwbedrijf 1 (belichtend bedrijf)
t2 = tuinbouwbedrijf 2 (niet-belichtend bedrijf)
c1 = cluster 1
w/k = w/k-installatie

Figuur 3.4 Theoretisch voorbeeld van een primair-brandstofbesparende clustervorm

Voorbeeld 2: een primair-brandstofneutrale clustervorm

Dit is een simpel (theoretisch) voorbeeld van een primair-brandstofneutrale clustervorm. Twee tuinders (buren) hebben elk op hun eigen bedrijf een ketel staan. De ketels voorzien beide bedrijven in de warmtebehoefte. Tijdens koude nachten is de ketelcapaciteit van tuinder 2 (*bedrijfstype 1*) te klein om het gewas op de gewenste temperatuur te houden. De ketel van tuinder 1 (*bedrijfstype 6*) is daarentegen overgedimensioneerd; ook tijdens koude nachten is er meer dan voldoende capaciteit beschikbaar. Tijdens koude nachten levert tuinder 1 warmte aan tuinder 2.

In vergelijking met de uitgangssituatie waarin beide tuinders zelf volledig in de warmtebehoefte van het bedrijf voorzien (ervan uitgaande dat tuinder 2 een ketel heeft met voldoende capaciteit), wordt geen primair brandstof bespaard (primair-brandstofneutraal). Schematisch kan deze clustervorm als volgt worden weergegeven:



t1 = tuinbouwbedrijf 1 (niet-belichtend bedrijf)
t2 = tuinbouwbedrijf 2 (niet-belichtend bedrijf)
c1 = cluster 1
k1 = ketel 1

Figuur 3.5 Theoretisch voorbeeld van een primair-brandstofneutrale clustervorm

Voor de tuinbouw zijn met het oog op het realiseren van energie-efficiëntiedoelstellingen en het verminderen van de CO₂-uitstoot met name de primair-brandstofbesparende clustervormen interessant. Bij de ontwikkeling van primair-brandstofneutrale clustervormen liggen naar verwachting voornamelijk financiële motieven, zoals bijvoorbeeld het realiseren van schaalvoordelen, ten grondslag. Een theoretisch voorbeeld van een primair-brandstofbesparende en een primair-brandstofneutrale clusterform is beschreven in respectievelijk figuur 3.4 en figuur 3.5¹. Om het verschil tussen beide clusterform tot uitdrukking te laten komen, is de primair-brandstofbesparende clusterform met een groene lijn omlijnd en de primair-brandstofneutrale clusterform met een rode lijn.

3.3.2 Interne en/of externe clustervormen

Een tweede indeling van de verschillende clustervormen berust op de eigendomstatus van de decentrale conversietechnieken; de conversietechniek kan bijvoorbeeld het eigendom zijn van één van de tuinders die betrokken is bij het clusterproject of van een energiebedrijf. Er is gekozen voor een indeling op basis van eigendomsstatus van de conversietechniek, omdat deze factor voor een tuinder erg belangrijk is inzake rentabiliteit, financiering en financiële risico's van energieclustering. In hoofdstuk 4 wordt hierop bij de behandeling van de belangrijkste voor- en nadelen en knelpunten van energieclustering dieper ingegaan.

In deze theoretische inventarisatie wordt onderscheid gemaakt in interne en externe clustervormen. Bij een interne clusterform is/zijn de conversietechniek(en) het eigendom van één of meerdere tuinders, die betrokken zijn bij het clusterproject. Er wordt dus gesproken van een interne clusterform als de energiesoort(en) binnen het cluster (intern) wordt/worden opgewekt². Een externe clusterform daarentegen kan gedefinieerd worden als een clusterform, waarbij de energiesoort(en) opgewekt wordt/worden door conversietechniek(en) die niet het eigendom is/zijn van de betrokken tuinders. De conversietechniek(en) is/zijn in dergelijke situaties bijvoorbeeld het eigendom van een energiebedrijf. De energiesoort(en) wordt/worden figuurlijk gezien buiten de geclusterde bedrijven opgewekt. Tot slot kan nog een derde vorm, een tussenvorm, onderscheiden worden. Bij deze tussenvorm is/zijn de conversietechniek(en) deels het eigendom van de betrokken tuinders en deels eigendom van een derde partij (bijvoorbeeld het energiebedrijf). Deze clusterform wordt in het vervolg de inexclusterform genoemd, waarbij de afkorting inex een samenvoeging is van de beginletters van intern en extern.

De voorbeelden van primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clusterformen uit paragraaf 3.3.1 zijn beide voorbeelden van interne clusterformen. In beide voorbeelden is de conversietechniek, respectievelijk de w/k-installatie en de ketel het eigendom van één van de twee tuinders uit het cluster. Hierna worden in de figuren 3.6 tot en met 3.8 van elke clusterform (intern, extern, inex) een voorbeeld gegeven³. Om de ver-

¹ Beide voorbeelden zijn theoretische voorbeelden. In hoofdstuk 4 worden praktijkvoorbeelden beschreven.

² Bij een interne clusterform maken niet altijd alle conversietechnieken, die op de geclusterde bedrijven aanwezig zijn, ook daadwerkelijk deel uit van het cluster. Alleen de conversietechnieken, waarvan de opgewekte energiesoorten tussen de geclusterde bedrijven onderling geleverd worden, behoren tot het clusterproject.

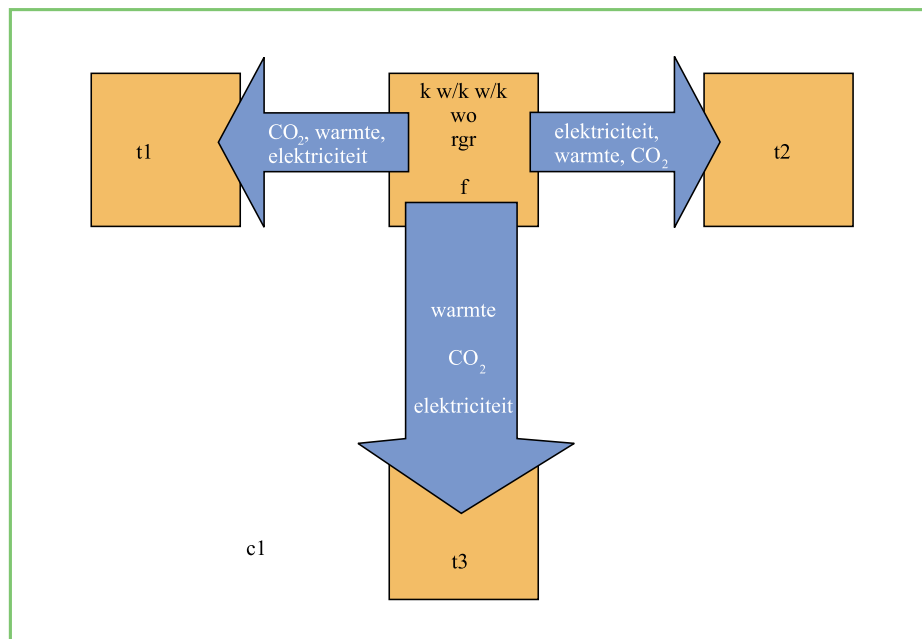
³ De voorbeelden zijn theoretische voorbeelden. In hoofdstuk 4 worden praktijkvoorbeelden beschreven.

schillen tussen interne, externe en inex clustervormen te benadrukken worden interne clustervormen met een doorgetrokken lijn aangegeven, externe clustervormen met een stippellijn en inex clustervormen met onderbroken lijn.

Voorbeeld 3: een interne, primair-brandstofbesparende clustervorm

Een voorbeeld van een interne clustervorm is de gezamenlijke exploitatie van een facilitair bedrijf door drie tuinbouwbedrijven. Het facilitaire bedrijf is in feite een kleine 'energiebedrijfje' dat de totale energievoorziening voor de drie bedrijven regelt. Het facilitaire bedrijf is uitgerust met een ketel, een warmteopslagtank en twee w/k-installaties, waarvan één w/k-installatie is uitgerust met een rookgasreiniger. Alle conversietechnieken zijn dus het eigendom van de drie tuinders.

Vanuit het facilitaire bedrijf worden de drie bedrijven in de benodigde energiesoorten voorzien. Bedrijf 2 (*bedrijfstype 2*) neemt in vergelijking met de andere twee bedrijven veel elektriciteit af. Bedrijf 1 (*bedrijfstype 1*) neemt verhoudingsgewijs juist weer veel CO₂ af van het facilitaire bedrijf. Voor bedrijf 3 (*bedrijfstype 5*) is warmte verreweg de belangrijkste energiesoort. Door deze verschillen in vraag naar energiesoorten kunnen de drie bedrijven vanuit het facilitaire bedrijf op maat bediend worden. Per saldo kan door deze drie bedrijven bij een juiste regeling primair brandstof bespaard worden, omdat producten die voor het ene bedrijf overbodig zijn (in feite dus afval zijn), zijn voor het andere bedrijf juist nuttig. Schematisch kan deze interne, primair-brandstofbesparende clustervorm als volgt worden weergegeven:



- t1 = tuinbouwbedrijf 1 (niet-belichtend bedrijf)
- t2 = tuinbouwbedrijf 2 (belichtend bedrijf)
- t3 = tuinbouwbedrijf 3 (niet-belichtend bedrijf)
- f = facilitair bedrijf
- c1 = cluster 1
- k = ketel
- w/k = w/k-installatie
- wo = warmteopslagtank
- rgr = rookgasreiniger

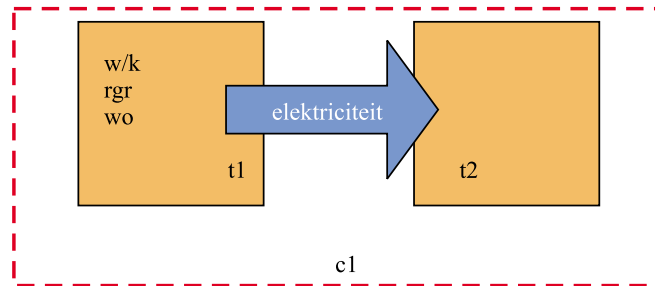
Figuur 3.6 Theoretisch voorbeeld van een interne, primair-brandstofbesparende clustervorm

Voorbeeld 4: een externe clustervorm, primair-brandstofneutrale clustervorm

In dit voorbeeld van een externe clustervorm worden door twee tuinders en een energiebedrijf een clusterproject gevormd. De twee tuinders zijn burens. Tuinder 1 is een groenteteler (*bedrijfstype 1*). Op zijn bedrijf heeft het energiebedrijf een w/k-installatie inclusief een rookgasreiniger en een warmteopslagtank geplaatst. Het energiebedrijf is de eigenaar van alle conversietechnieken en dus de producent van de warmte, elektriciteit en CO₂.

Tuinder 1 koopt de warmte en CO₂ van het energiebedrijf. Alle met de w/k-installatie opgewekte elektriciteit kan de tuinder niet nuttig aanwenden. Tuinder 2 (*bedrijfstype 2*) neemt 'rechtstreeks' via het openbare elektriciteitsnet de met w/k-installatie opgewekte elektriciteit af van het energiebedrijf. Hierdoor hoeft het energiebedrijf minder elektriciteit in te kopen bij een landelijke elektriciteitscentrale, waardoor het energiebedrijf tuinder 2 de elektriciteit tegen een lager tarief kan leveren in vergelijking met levering vanuit het hoofdnnet.

Door deze clustervorm wordt op de glastuinbouwbedrijven geen primair brandstof bespaard (primair-brandstofneutrale clustervorm). Het primair-brandstofgebruik van beide bedrijven is immers gelijk aan de uitgangssituatie. Wanneer echter door het clusteren van de twee tuinbouwbedrijven de w/k-installatie meer draaiuren kan maken in vergelijking met de uitgangssituatie kan tuinder 1 een hogere dekkingsgraad behalen. Dit betekent dat tuinder 1 per saldo minder primair brandstof verbruikt. In dat geval is er dus sprake van een primair-brandstofbesparende clustervorm. Schematisch ziet deze externe, primair-brandstofneutrale clustervorm er als volgt uit:



t1 = tuinbouwbedrijf 1 (niet-belichtend bedrijf)

t2 = tuinbouwbedrijf 2 (belichtend bedrijf)

w/k = w/k-installatie

wo = warmteopslagtank

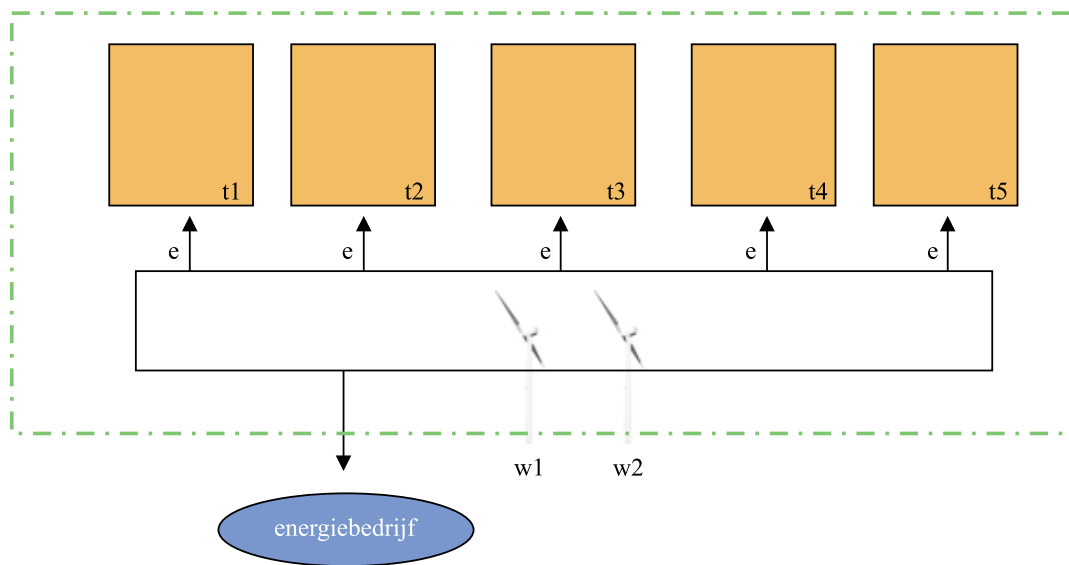
rgr = rookgasreiniger

Figuur 3.7 Theoretisch voorbeeld van een externe, primair-brandstofneutrale clustervorm

Voorbeeld 5: een inex, primair-brandstofbesparende clustervorm

In dit theoretische voorbeeld van een inex-clustervorm wordt gebruikgemaakt van duurzame energie. Akkerbouwer 1 heeft op zijn land twee windturbines staan. De windturbines zijn voor 75% het eigendom van de akkerbouwer. De overige 25% van de aandelen zijn verdeeld over vijf tuinders; elk heeft 5% van de aandelen in zijn bezit. De twee windturbines produceren zoveel elektriciteit dat de vijf glastuinbouwbedrijven (*bedrijfstype 2*) hiermee grotendeels in hun elektriciteitsbehoefte kunnen voorzien. In de resterende elektriciteitsbehoefte van de bedrijven wordt voorzien met 'grijze stroom' uit het openbare elektriciteitsnet. Daarnaast vindt op momenten waarop niet alle duurzaam opgewekte elektriciteit afgezet kan worden op de glastuinbouwbedrijven teruglevering plaats aan het openbare elektriciteitsnet.

Op de vijf tuinbouwbedrijven wordt door het gebruik van deze duurzaam opgewekte elektriciteit primair brandstof bespaard. Voor de opwekking van elektriciteit met de windturbine wordt immers geen gebruikgemaakt van primair brandstof. Met andere woorden gezegd: de omrekeningsfactor van duurzaam, opgewekte elektriciteit naar primair brandstof is gelijk aan nul (bijlage 4). Schematisch kan deze clustervorm als volgt worden weergegeven:



- t 1 = tuinbouwbedrijf 1
- t 2 = tuinbouwbedrijf 2
- t 5 = tuinbouwbedrijf 5
- e = elektriciteit
- w 1 = windturbine 1
- w 2 = windturbine 2

Figuur 3.8 Theoretisch voorbeeld van een inex, primair-brandstofbesparende clustervorm

Ter afsluiting van de theoretisch inventarisatie van mogelijke clustervormen kan geconcludeerd worden dat er theoretisch gezien oneindig veel clustervormen denkbaar zijn. Verwacht wordt dat in de praktijk slechts een beperkt aantal clustervormen voorkomen. In het volgende hoofdstuk worden de resultaten van de praktijkinventarisatie vermeld.

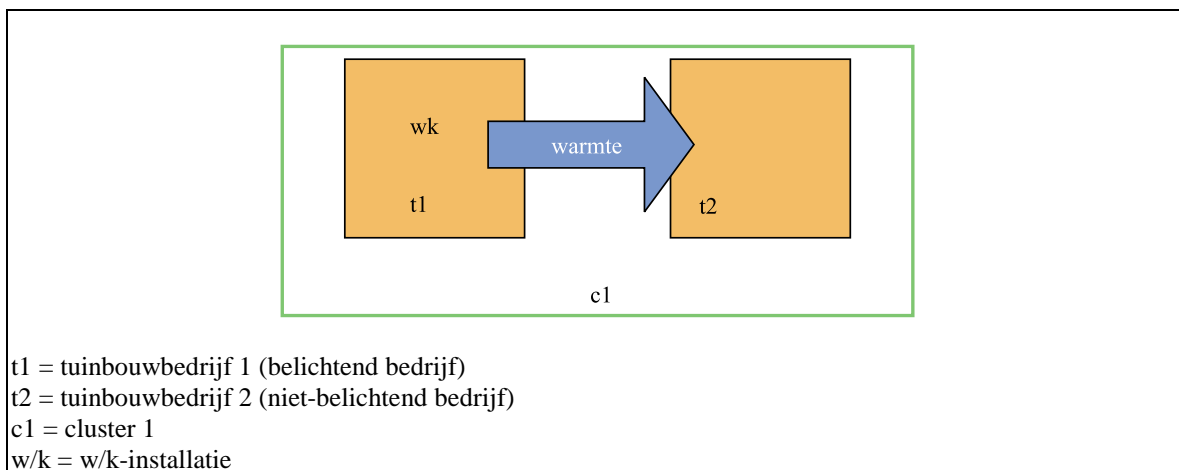
4. De praktijkinventarisatie

4.1 Overzicht van bestaande clustervormen en -projecten

4.1.1 Warmtelevering met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf

Omschrijving clustervorm

Uitgaande van de drie dimensies van de clustermatrix¹ kan deze clustervorm als volgt omschreven worden: warmtelevering met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf (*bedrijfstype 2*) aan een niet-belichtend bedrijf (*alle bedrijfstypen, uitgezonderd bedrijfstype 2*). De w/k-installatie vormt dus de basis voor deze clustervorm. De w/k-installatie is gedimensioneerd op de elektriciteitsvraag van het belichtende bedrijf. De warmte, die vrijkomt bij de productie van elektriciteit, wordt eventueel in combinatie met warmteopslag zoveel mogelijk nuttig aangewend op het bedrijf. Naast w/k-warmte heeft de tuinder ook de beschikking over ketelwarmte, die vrijkomt bij het CO₂-dosereren. Bovendien geven ook de assimilatielampen warmte af. In veel gevallen kan de belichtende tuinder al deze warmte niet nuttig aanwenden op zijn bedrijf. Er is dus sprake van een warmteoverschot. In plaats van deze overtollige warmte te vernietigen, kan het in zo'n geval aantrekkelijk zijn om warmte te leveren aan een ander bedrijf (bij voorkeur een niet-belichtend bedrijf). In figuur 4.1 is deze clustervorm schematisch weergegeven.



Figuur 4.1 Warmtelevering met een w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf

¹ Energiesoort, conversietechniek en omvang, waarbij de omvang van het clusterproject wordt uitgedrukt in totaal areaal en areaal naar bedrijfstypen (paragraaf 3.1).

In de praktijk komen, voorzover bekend, alleen clusterprojecten voor met slechts twee bedrijven (een belichtend en niet-belichtend bedrijf). Theoretisch gezien is er qua omvang in hectares geen minimum of maximum verbonden aan deze clustervorm. Uiteraard is voor het realiseren van een maximale besparing aan primair brandstof een bepaalde oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf noodzakelijk¹. Anderzijds is warmtelevering vanaf een bepaalde oppervlakteverhouding pas energetisch en bedrijfseconomisch interessant.

Conform de indeling naar type clustervormen (paragraaf 3.3.) kan deze clustervorm omschreven worden als een interne, primair-brandstofbesparende clustervorm. Concreet betekent dit dat de conversietechniek (de w/k-installatie) het eigendom is van één van de tuinders uit het cluster en dat door clustering van beide bedrijven per saldo primair brandstof wordt bespaard. In figuur 4.1 is dit weergegeven met een groene (primair-brandstofbesparende clustervorm), doorgetrokken (interne clustervorm) lijn.

Primair-brandstof

Deze clustervorm wordt een primair-brandstofbesparende clustervorm genoemd, omdat het primair-brandstofverbruik van de geclusterde bedrijven lager is dan van de twee bedrijven afzonderlijk. Door warmte te leveren aan het niet-belichtende bedrijf voorkomt tuinder 1 dat het warmteoverschot van zijn bedrijf (volledig) moet vernietigen. Door warmte in te kopen, verstoekt tuinder 2 minder aardgas in zijn ketel; ofwel er wordt primair brandstof bespaard. Het primair-brandstofgebruik van tuinder 1 is daarentegen nagenoeg gelijk. Per saldo wordt door de geclusterde bedrijven primair brandstof bespaard.

Aantal clusterprojecten

Exacte gegevens over het aantal clusterprojecten van deze clustervorm² ontbreken. In de periode 1995-2000 is voor 46 warmtedistributieprojecten in het kader van de LSET-regeling³ en SWG-regeling⁴ subsidie aangevraagd. Tot en met 1999 is aan 12 projecten subsidie verleend⁵. Uitgaande van deze cijfers komen in de praktijk 12 warmtedistributieprojecten voor. Onduidelijk is of naast deze projecten ook projecten in de praktijk voorkomen waarvoor geen subsidieaanvraag is ingediend. Ook is onduidelijk of bij deze clusterprojecten naast warmte ook elektriciteit en/of CO₂ wordt geleverd⁶.

¹ Afhankelijk van de belichtingsintensiteit van het belichtende bedrijf en de warmte- en CO₂-vraag van het niet-belichtende bedrijf (hoofdstuk 5).

² In Schipluiden zijn drie tuinders bij een soortgelijk project betrokken. Bij dit project wordt aan drie tuinders w/k-warmte geleverd. De w/k-installatie is niet het eigendom van één van de tuinders, maar van een derde partij. Het bijzondere aan dit project is dat biomassa wordt gebruikt als input voor de w/k-installatie (houtverbrander). Door gebruik te maken van biomassa in plaats van aardgas wordt bij dit clusterproject primair brandstof bespaard (Lamers, 1997).

³ Subsidierегeling voor warmte/kracht-voorzieningen in de glastuinbouw van het Landbouwschap.

⁴ Subsidierегeling voor warmte/kracht-voorzieningen in de glastuinbouw van Productschap Tuinbouw.

⁵ De aangevraagde subsidie wordt uitgekeerd indien het project daadwerkelijk is gerealiseerd. Gegevens over 2000 zijn nog niet bekend.

⁶ In de praktijkinventarisatie is dit als een aparte clustervorm onderscheiden (paragraaf 4.1.3).

Organisatievorm

Een warmteleveringsovereenkomst tussen de tuinders vormt bij alle clusterprojecten de basis. Een warmteleveringsovereenkomst wordt over het algemeen aangegaan voor een periode van 5 à 10 jaar. In alle contracten is vastgelegd hoe de afgenomen warmte wordt afgerekend. Verder bestaan er behoorlijke verschillen tussen de warmteleveringsovereenkomsten. In de praktijk variëren de contracten dan ook van een eenvoudig faxje aangevuld met een aantal mondelinge afspraken tot een in de puntjes uitgewerkt contract.

In (bijna) alle gevallen wordt de afgenomen hoeveelheid warmte (GJ) omgerekend naar de hoeveelheid aardgas (m³), die in een ketel verstoekt had moeten worden om eenzelfde hoeveelheid warmte te produceren. Over dit aantal kuubs aardgas wordt dan afgerekend op basis van de tuinbouwgasprijs met daarop een bepaalde korting (percentage).

Volgens sommige contracten is de warmteleverende tuinder verplicht jaarlijks een minimale hoeveelheid warmte te leveren, terwijl in andere contracten geen leveringsplicht is opgenomen. Iets soortgelijks doet zich ook voor met betrekking tot de warmteafname. Volgens sommige contracten is de inkopende tuinder verplicht een minimale hoeveelheid warmte af te nemen, terwijl volgens andere contracten de inkopende tuinder niet verplicht is warmte af te nemen. In weer andere contracten staat een zinsnede opgenomen dat de inkopende tuinder verplicht is zoveel mogelijk warmte af te nemen, met dien verstande dat de inkopende tuinder wel met zijn eigen ketel CO₂ mag doseren en de warmte die daarbij vrijkomt op het eigen bedrijf mag gebruiken (Vegter, 1997). In sommige contracten is vastgelegd dat het voor de warmteleverende tuinder verboden is om aan anderen warmte te leveren.

Verder is in veel contracten vastgelegd dat de erfscheiding bepalend is voor rekening van wie (leverende of inkopende tuinder) bepaalde additionele investeringen zijn en het onderhoud daarvan is.

Opvallend is dat zowel tuinders met een eenvoudig contract als tuinders met een zeer gedetailleerd contract aangeven dat vooral het onderlinge vertrouwen een reden is voor de inhoud (omvang) van het contract. Voor tuinders met een 'simpel' contract is het onderlinge vertrouwen een reden om alleen de onderlinge verrekeningprijs voor de warmte vast te leggen. 'Voor de rest komen we er in de praktijk wel uit', zo redeneert deze groep tuinders. Voor tuinders met een gedetailleerd contract is het onderlinge vertrouwen juist een reden om 'alles' vast te leggen. Zij redeneren in de trant van: 'Als je elkaar vertrouwt, is er toch geen enkele reden om niet alle afspraken vast te leggen op papier.'

Additionele investeringen

Om warmtelevering tussen twee bedrijven mogelijk te maken, is een aantal aanpassingen op beide bedrijven noodzakelijk. De additionele investeringen voor de warmteleverende tuinder bestaan onder andere uit: ondergrondse transportbuizen voor het verwarmingswater (heen en retour) tot de erfafscheiding, kleppen en pompen. Daarnaast zijn vaak ook softwarematige aanpassingen voor de regeling van de w/k-installatie (en warmteopslagtank) noodzakelijk. Voor de warmteafnemende tuinder bestaan de additionele investeringen eveneens uit ondergrondse transportbuizen voor het verwarmingswater tot aan de erfafscheiding. De overige additionele investeringen zijn onder andere: warmtewisselaar(s), warmtemeters en in veel gevallen softwarematige aanpassingen in de klimaatcomputer. De

omvang van de additionele investeringen verschillen per clusterproject, omdat deze mede bepaald worden door de situatie ter plekke (onderlinge afstand tussen de bedrijven, type klimaatcomputer enzovoort).

Specifieke knelpunten

Een belangrijk knelpunt dat uit de gesprekken met tuinders, medewerkers van energiebedrijven en adviesbureaus naar voren is gekomen, zijn de hoge additionele investeringen voor de ondergrondse transportbuizen, die noodzakelijk zijn voor het transport van verwarmingswater. Daarnaast zijn ook in verschillende gesprekken de warmteverliezen tijdens het transport genoemd. Maar in vergelijking met de transportkosten voor het verwarmingswater zijn deze warmteverliezen volgens anderen slechts 'peanuts'. Een relatief, korte transportafstand voor het verwarmingswater is dan ook een belangrijke, kritische succesfactor voor de rentabiliteit van deze clustervorm.

4.1.2 Elektriciteitslevering met w/k-installatie door niet-belichtend bedrijf aan belichtend bedrijf

Algemene omschrijving clustervorm

Deze clustervorm kan met behulp van de drie dimensies van de clustermatrix in een notendop als volgt gekenmerkt worden: elektriciteitslevering met een w/k-installatie door een niet-belichtend bedrijf (*alle bedrijfstypen, uitgezonderd bedrijfstype 2*) aan een belichtend bedrijf (*bedrijfstype 2*). In tegenstelling tot de in paragraaf 4.1.1 omschreven clustervorm is de w/k-installatie gedimensioneerd op de warmtevraag van het niet-belichtende bedrijf¹. De w/k-installatie wordt ingezet om in de basislast van de warmtebehoefte te voorzien. De ketel vangt meestal in zulke situaties de pieken op. De opgewekte elektriciteit wordt via het openbare net afgezet (w/k-installatie is eigendom van het energiebedrijf) of wordt aan het openbare net teruggeleverd (w/k-installatie is het eigendom van de niet-belichtende tuinder).

Tot voor kort had de (niet-belichtende) tuinder geen andere keuze dan de elektriciteit tegen een vaste terugleververgoeding terug te leveren aan het regionale energiebedrijf. Door de liberalisering van de elektriciteitsmarkt, die vanaf 1998 stapsgewijs wordt uitgevoerd, zijn sommige tuinders op dit moment al vrij om de opgewekte elektriciteit aan de hoogst biedende partij (bijvoorbeeld een belichtende tuinder) te verkopen². Ook voor energiebedrijven kan het onder bepaalde omstandigheden aantrekkelijk zijn om de opgewekte elektriciteit niet 'zomaar' het openbare net in te pompen, maar specifiek te produceren voor en leveren aan bepaalde klanten (bijvoorbeeld belichtende tuinders).

In de praktijkinventarisatie zijn de volgende twee clustervormen onderscheiden, namelijk directe elektriciteitslevering via een eigen kabel (w/k-installatie is eigendom tuinder) en indirecte elektriciteitslevering via het openbare net (w/k-installatie is eigendom

¹ In de uitgangssituatie (bij clustering van bestaande bedrijven) is de w/k-installatie gedimensioneerd op de warmtevraag van het niet-belichtende bedrijf. In de geclusterde situatie wordt de w/k-installatie min of meer gestuurd door de elektriciteitsvraag van het belichtende bedrijf (paragraaf 4.2.1.1 en 4.2.1.2).

² Sommige tuinders zijn volgens de letter van de wet op dit moment nog niet vrij, maar mogen met toestemming van het regionale energiebedrijf als aanbieder van elektriciteit op de elektriciteitsmarkt opereren (hoofdstuk 6).

energiebedrijf). Conform de indeling naar clustertypen (paragraaf 3.3) is de clustervorm, waarbij direct elektriciteit geleverd wordt via een eigen kabel een interne clustervorm genoemd en de clustervorm, waarbij indirect elektriciteit (via het openbare net) wordt geleverd een externe clustervorm genoemd.

4.1.2.1 Directe elektriciteitslevering via eigen kabel

Specifieke omschrijving clustervorm

Voor belichtende bedrijven (*bedrijfstype 2*) die de belichtingsintensiteit op het bedrijf willen verhogen, kan het aantrekkelijk zijn om in een gedeelte van de elektriciteitsvraag te voorzien door elektriciteit in te kopen bij een niet-belichtend bedrijf (*alle bedrijfstypen, uitgezonderd bedrijfstype 2*)¹. Om in de extra elektriciteitsvraag als gevolg van een hogere belichtingsintensiteit te voorzien heeft de belichtende tuinder in principe drie alternatieven, te weten:

1. zelf elektriciteit opwekken met een eigen w/k-installatie;
2. elektriciteit inkopen bij het regionale energiebedrijf;
3. elektriciteit inkopen bij een derde partij (bijvoorbeeld een niet-belichtende tuinder)².

Naar verwachting zal de belichtende tuinder in de eerste plaats op basis van bedrijfs-economische factoren de drie alternatieven tegen elkaar afwegen. Daarnaast kunnen ook energetische factoren een rol spelen bij het afwegen van alternatieven.

Wanneer ervan uitgegaan wordt dat de w/k-installatie van het belichtende bedrijf in de uitgangssituatie (dus bij een lage belichtingsintensiteit) over voldoende capaciteit beschikt om ook in de extra elektriciteitsvraag (bij een hoge belichtingsintensiteit) te voorzien zijn de kosten voor het opwekken van deze extra elektriciteit gelijk aan de variabele kosten. Bij een variabele kostprijs circa van circa 8 ct/kWh³ is het zelf opwekken van elektriciteit in ieder geval te prefereren boven belichting uit het openbare net tegen een prijs van circa 13 à 14 ct/kWh (Van der Maas, 2000). Echter in veel gevallen zal de capaciteit van de w/k-installatie onvoldoende zijn om in de extra elektriciteitsvraag te voorzien. In een dergelijke situatie is een extra w/k-installatie noodzakelijk, waardoor het kostenplaatje voor het zelf opwekken hoger uitpakt. Rekening houdend met de warmteoverschotten, die hierbij ontstaan kan het aantrekkelijk zijn om elektriciteit in te kopen bij het regionale energiebedrijf of een niet-belichtende tuinder. Een niet-belichtende tuinder zal naar verwachting de elektriciteit aanbieden tegen een prijs dit lager is dan de elektriciteitsprijs af net, maar hoger dan de terugleververgoeding van het energiebedrijf⁴. Aldus lijkt alternatief 3 (het inkopen van elektriciteit bij een niet-belichtende tuinder) voor

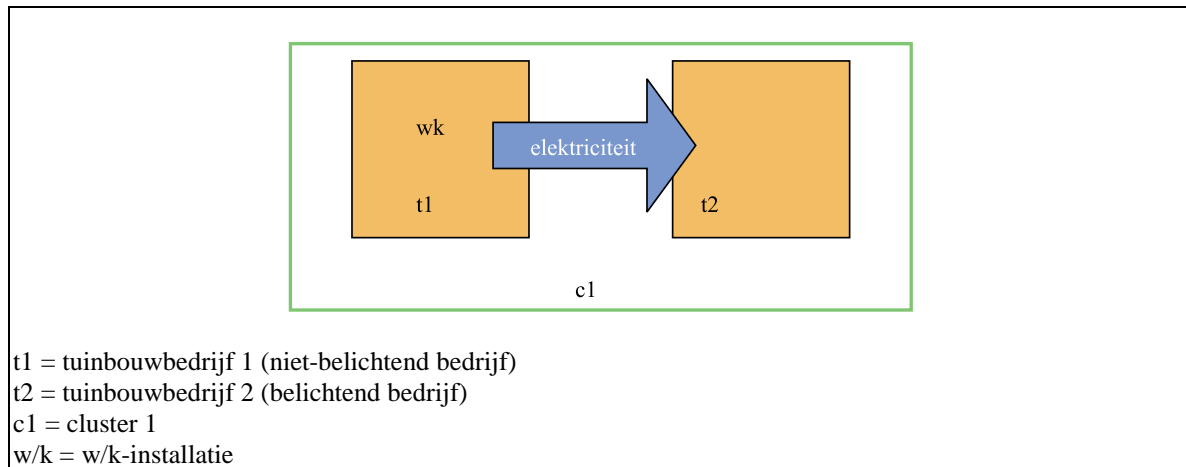
¹ Sommige (belichtende) tuinders zijn, onder bepaalde voorwaarden, vrij om elektriciteit te kopen bij andere partijen dan het regionale energiebedrijf (bijvoorbeeld een niet-belichtende tuinder).

² Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de tuinder 'vrij' is (een niet-beschermde afnemer).

³ De variabele kostprijs van elektriciteit opgewekt met een w/k-installatie is afhankelijk van het elektrisch rendement (33%) van de w/k-installatie en de w/k-gasprijs (25 ct/m³). Het elektrisch rendement is bepaald op basis van de onderste verbrandingswaarde (o.w.) van het aardgas. De onderste verbrandingswaarde van 1 normale m³ aardgas is 0,03165 GJ, wat overeenkomt met 8,79 kWh (Verhoeven et al., 1995).

⁴ De vaste terugleververgoeding voor elektriciteit bestaat niet meer voor niet-beschermde afnemers. De prijs is de uitkomst van onderhandelingen tussen de terugleverende tuinder en het energiebedrijf.

de belichtende tuinder, zowel bedrijfseconomisch als energetisch gezien, het beste alternatief. In figuur 4.2 is deze clustervorm schematisch weergegeven.



Figuur 4.2 Directe levering van elektriciteit met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf

In de praktijk komt, voorzover bekend, slechts één clusterproject van deze clusterform voor. Bij dit project zijn twee bedrijven (een belichtend en niet-belichtend bedrijf) betrokken. Theoretisch gezien is er qua omvang in hectares geen minimum of maximum verbonden aan deze clusterform. Uiteraard is afhankelijk van het elektriciteitaanbod en -vraag een bepaalde oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf wenselijk.

Conform de indeling naar type clusterformen (paragraaf 3.3) kan deze clusterform omschreven worden als een interne, primair-brandstofbesparende clusterform. Concreet betekent dit dat de conversietechniek (de w/k-installatie) het eigendom is van één van de tuinders uit het cluster en dat door clustering van beide bedrijven per saldo primair brandstof wordt bespaard. In figuur 4.2 is dit weergegeven met een groene (primair-brandstofbesparende clusterform), doorgetrokken (interne clusterform) lijn.

Primair brandstof

In het begin van deze paragraaf is reeds opgemerkt dat verhoging van de belichtingsintensiteit op het belichtende bedrijf aanleiding is tot clustering. Dit betekent dat het primair-brandstofverbruik van de geclusterde bedrijven per saldo hoger is dan van de twee bedrijven voor clustering afzonderlijk. Het is echter onjuist om op basis van deze vergelijking te concluderen dat clustering leidt tot een hoger primair-brandstofverbruik, omdat immers de belichtingsintensiteit van het belichtende bedrijf in de geclusterde situatie hoger is. Als referentiekader moet daarom uitgegaan worden van een belichtend bedrijf met een hoge belichtingsintensiteit (gelijk aan de geclusterde situatie), waarbij ervan uitgegaan wordt dat met een eigen w/k-installatie volledig in de elektriciteitsbehoefte wordt voorzien. Wanneer het primair-brandstofverbruik van de geclusterde bedrijven afgezet wordt tegen de twee bedrijven afzonderlijk (referentiesituatie) luidt de conclusie het tegenovergestelde, namelijk dat er per saldo primair brandstof wordt bespaard. In de referentiesituatie zou op het

belichtende bedrijf bij een hoge belichtingsintensiteit immers warmteoverschotten zijn ontstaan.

Aantal clusterprojecten

Voorzover bekend komt in de praktijk slechts één clusterproject voor, waarbij een niet-belichtend bedrijf met een w/k-installatie via een eigen kabel elektriciteit levert aan een belichtend bedrijf.

Organisatievorm

Door beide tuinders is zelf een contract opgesteld. De belangrijkste aspecten die in het contract zijn beschreven, zijn: de wijze waarop de elektriciteitsprijs wordt bepaald, recht op afschakeling van het belichtende bedrijf bij piekvragen in het net en 'leveringsgarantie'.

De elektriciteitsprijs is opgebouwd uit een brandstofvergoeding (afhankelijk van gasprijs), een vergoeding voor de opwekkingskosten voor elektriciteit en een vergoeding voor onderhoud aan de w/k-installatie. De elektriciteitsprijs ligt tussen het minimale teruglevertarief in de nacht en het maximum teruglevertarief overdag (Van de Voort, 2000).

Verder is in het contract vastgelegd dat de niet-belichtende tuinder ten behoeve van elektriciteitslevering aan het openbare net afgeschakeld mag worden bij piekvragen in het net. De afschakeling gaat min of meer automatisch, omdat de w/k-installatie in on-line-verbinding staat met het regionale energiebedrijf.

In het contract is expliciet geen leveringsgarantie opgenomen. Een 24-uurs servicecontract voor het verhelpen van storingen aan de w/k-installatie is een soort verkapte 'leveringsgarantie' (Vegter, 1998).

Formeel gezien is in het contract niet sprake van een leveringsplicht c.q. een afnameverplichting. Dit is volgens één van de betrokken tuinders ook niet noodzakelijk, omdat het door de gunstige prijstelling voor beide partijen aantrekkelijk is om elektriciteit te leveren c.q. af te nemen (Van de Voort, 2000).

Additionele investeringen

Tussen beide bedrijven zijn acht elektriciteitskabels aangelegd. De kabels variëren in lengte van 100 tot 300 meter. De additionele investeringen voor de kabels zijn voor rekening gekomen van de belichtende tuinder. De additionele investering voor rekening van de niet-belichtende tuinder bestaan uit softwarematige aanpassingen in de regeling van de w/k-installatie; de w/k-installatie wordt gestuurd door de elektriciteitsvraag van het belichtende bedrijf (Van de Voort, 2000).

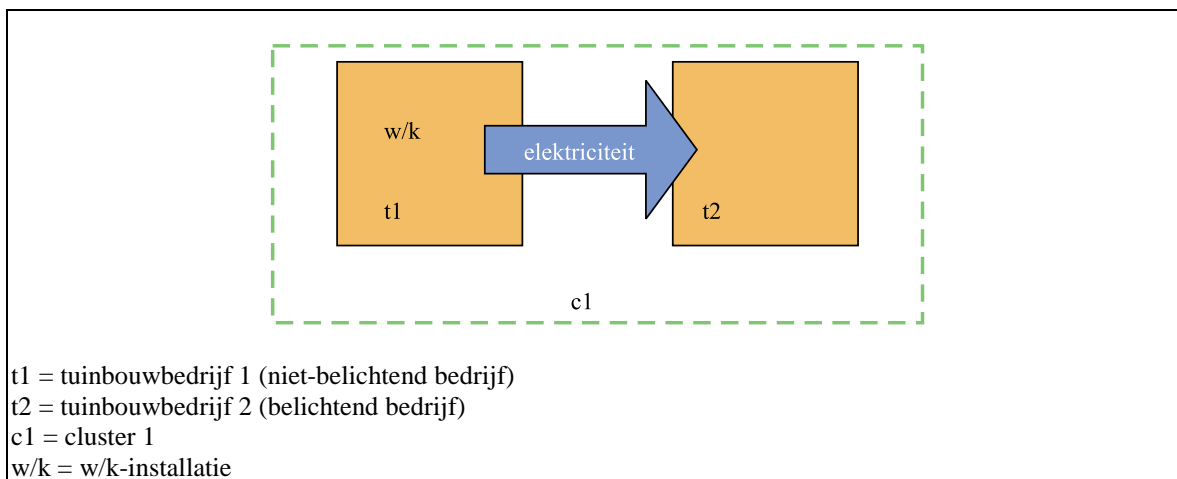
Specifieke knelpunten

Bij dit clusterproject hebben zich geen specifieke knelpunten voorgedaan. Bij nieuwe clusterprojecten waarbij de bedrijven (relatief) ver uit elkaar liggen, zouden zich problemen kunnen voordoen met de vergunningverlening; zolang de kabels over eigen grond lopen is er geen vergunning noodzakelijk, indien de kabels over openbare gronden lopen is een vergunning noodzakelijk (Van de Voort, 2000).

4.1.2.2 Indirecte elektriciteitslevering via openbare net

Omschrijving clustervorm

Deze clustervorm komt in grote lijnen overeen met de in de vorige paragraaf omschreven clustervorm. Belangrijkste verschillen zijn dat bij deze clustervorm de w/k-installatie op het niet-belichtende bedrijf het eigendom is van het energiebedrijf en dat de opgewekte elektriciteit indirect (via het openbare net) geleverd wordt aan het belichtende bedrijf. In figuur 4.3 is deze clustervorm schematisch weergegeven.



Figuur 4.3 Indirecte levering van elektriciteit met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf

In de praktijk komen, voorzover bekend, twee clusterprojecten van deze clustervorm voor, waarbij twee bedrijven betrokken zijn (een belichtend en niet-belichtend bedrijf). Theoretisch gezien is er qua omvang in hectares geen minimum of maximum verbonden aan deze clustervorm. Uiteraard is afhankelijk van het elektriciteitaanbod en -vraag een bepaalde oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf wenselijk.

Conform de indeling naar type clustervormen (paragraaf 3.3.) wordt deze clustervorm getypeerd als een externe, primair-brandstofbesparende clustervorm. Met de term extern wordt aangeduid dat de conversietechniek (de w/k-installatie) niet het eigendom is van één van de betrokken tuinders, maar van een derde partij (in dit geval het energiebedrijf). In figuur 4.3 is dit weergegeven met een groene (primair-brandstofbesparende clustervorm) stippellijn (externe clustervorm).

Aanleiding clustervorm

In paragraaf 4.2.1 is reeds opgemerkt dat het ook voor energiebedrijven onder bepaalde omstandigheden aantrekkelijk kan zijn om de opgewekte elektriciteit niet 'zomaar' het openbare net in te pompen, maar specifiek te produceren voor en leveren aan bepaalde klanten (bijvoorbeeld belichtende tuinders). Anderzijds blijkt uit onderstaande praktijksitu-

atie¹ dat in andere situaties deze clustervorm voor het energiebedrijf min of meer een noodoplossing is.

Bij een rozenteler, die geen assimilatiebelichting toepaste, was namelijk in het verleden een w/k-installatie van het energiebedrijf geplaatst. De tuinder nam de warmte van de w/k-installatie af en de elektriciteit werd via het openbare elektriciteitsnet afgezet. Na een aantal jaren besloot de rozenteler assimilatiebelichting toe te passen op zijn bedrijf. Hierdoor werd het voor de rozenteler steeds aantrekkelijker om zelf elektriciteit te gaan opwekken met een eigen w/k-installatie in plaats van elektriciteit in te kopen tegen een prijs van 13 à 14 ct/kWh (Van der Maas, 2000). De tuinder wilde dan ook graag de w/k-installatie overnemen van het energiebedrijf. Het energiebedrijf ging echter niet akkoord met het bod van de tuinder. Het contract voor de warmtelevering liep immers nog een paar jaar door. Om de tuinder toch enigszins tegemoet te komen, kwam het energiebedrijf met een tegenvoorstel: de tuinder kon de w/k-installatie leasen van het energiebedrijf en de elektriciteit 'gratis' afnemen.

Ondanks dat de rozentuinder alle elektriciteit van de w/k-installatie zelf kon afnemen, kwam hij nog circa 150 kW-vermogen tekort. Een voorlichter kwam toen op het idee om elektriciteit in te koop bij een niet-belichtende tuinder met eveneens een w/k-installatie van het energiebedrijf, waarbij de opgewekte elektriciteit werd afgezet via het openbare net. Door beide bedrijven te clusteren kan de rozentuinder nu onder bepaalde voorwaarden elektriciteit tegen een aantrekkelijk tarief afnemen van het openbare net. De warmtetuinder wordt door het energiebedrijf beloond met een hogere warmtekorting.

Voor het energiebedrijf is deze clustervorm dus een manier om bepaalde klanten te behouden, anderzijds levert deze clustervorm een stukje afzetzekerheid op voor het energiebedrijf.

Primair brandstof

Voor deze clustervorm waarbij sprake is van indirecte levering van elektriciteit geldt dat net als bij directe levering van elektriciteit (paragraaf 4.1.2.1) het referentiekader bepalend is voor de vraag of er al dan niet primair brandstof wordt bespaard. Om in de resterende elektriciteitsvraag (150 kW-vermogen) te voorzien, heeft de belichtende tuinder in principe drie alternatieven, te weten:

1. zelf elektriciteit opwekken met een eigen w/k-installatie;
2. elektriciteit inkopen bij het regionale energiebedrijf;
3. elektriciteit inkopen bij een derde partij (een niet-belichtende tuinder)

Ook voor deze situatie geldt dat het zelf opwekken van elektriciteit met een w/k-installatie het referentiekader dient te zijn². Dit betekent dus dat met deze clustervorm primair brandstof bespaard wordt, omdat voorkomen wordt dat er warmte wordt vernietigd.

¹ Deze informatie is gebaseerd op vakbladartikelen (Honkoop, 1998; De Kreij, 1998; en Visser, 1998) en een gesprek met de heer Van der Maas (bijlage 1).

² Voor een toelichting op de keuze van de referentiekader wordt verwezen naar paragraaf 4.1.2.1.

Aantal clusterprojecten

Voorzover bekend komen alleen in het verzorgingsgebied van NUON twee van dergelijke clusterprojecten voor¹. Ook het voormalige Traedon (het huidige Essent) heeft eind jaren negentig flink geïnvesteerd met onder andere subsidiegelden van Senter² om een soortgelijk, grootschalig clusterproject van de grond te krijgen. Het plan was om 27 bedrijven administratief te clusteren door de w/k-installaties van belichtende tuinders en warmtetuinders te 'koppelen'. De opgewekte elektriciteit door de niet-belichtende tuinders zou via het openbare elektriciteitsnet geleverd worden aan de belichtende tuinders. Het project is echter niet van de grond gekomen, omdat de plannen voor dit project zijn ingehaald door de tijd (liberalisering elektriciteitsmarkt) aldus Essent (Van der Holt, 2000).

Organisatievorm

Beide clusterprojecten zijn min of meer proefprojecten. De tuinders hebben een contract afgesloten met het energiebedrijf voor een periode van drie jaar. In de contracten zijn allerlei zaken vastgelegd, zoals: verplichte draaiuren w/k-installatie, extra warmtekorting voor de warmtetuinder, de elektriciteitsprijs voor de belichtende tuinder en een boeteclausule.

De belichtende tuinder least 'zijn' w/k-installatie tegen een vast bedrag per maand en neemt alle elektriciteit 'gratis' af. De niet-belichtende tuinder met een w/k-installatie van het energiebedrijf koopt de warmte in bij het energiebedrijf en de elektriciteit wordt geleverd aan het openbare net. De belichtende tuinder kan deze elektriciteit inkopen tegen 10 ct/kWh en de niet-belichtende tuinder krijgt een hogere warmtekorting (15% in plaats van 10%) onder de volgende randvoorwaarden:

1. er kan alleen elektriciteit afgenomen worden als de w/k-installatie van de niet-belichtende tuinder draait. De niet-belichtende tuinder is verplicht (verantwoordelijk) om de belichtende tuinder op de hoogte te brengen als de w/k-installatie niet draait door bijvoorbeeld een storing;
2. de w/k-installatie van de niet-belichtende tuinder moet in de wintermaanden overdag draaien van 8.00 tot 20.00 uur. In de zomermaanden moet de w/k-installatie draaien van 9.00 tot 15.00 uur;
3. de belichtende tuinder mag slechts een gecontracteerde hoeveelheid kilowatturen elektriciteit afnemen (150 kW-vermogen);

¹ Daarnaast komt in het verzorgingsgebied van NUON nog een clusterproject voor dat grote overeenkomsten vertoont met de hierboven beschreven clustervorm. Een niet-belichtende tuinder levert met een eigen w/k-installatie via het openbare net elektriciteit aan twee belichtende tuinders. In feite koopt NUON dus de elektriciteit in en verkoopt deze op zijn beurt weer tegen een concurrerend tarief aan de twee belichtende tuinders. De tuinder, die elektriciteit levert, krijgt echter alleen een vergoeding voor de geleverde elektriciteit tijdens de zogenaamde dure uren, wanneer de elektriciteit de meeste waarde heeft voor het energiebedrijf. In de wintermaanden is dit van 8.00 tot 20.00 uur en in de zomermaanden van 9.00 tot 15.00 uur. De tuinders hebben voor deze clustervorm gekozen, omdat vanwege de grote afstanden tussen de bedrijven het bijna onmogelijk was om een eigen kabel aan te leggen. Bovendien mag alleen een eigen kabel aangelegd worden, wanneer deze niet via openbare gronden loopt (Elektriciteitswet, 1998).

² Aan dit project is subsidie toegekend in het kader van de Regeling nieuwe energie-efficiënte combinaties met warmte/kracht-systemen (NEWS).

4. de belichtende tuinder betaalt een boete in de vorm van een hogere elektriciteitsprijs (60 ct/kWh) als hij elektriciteit af neemt op momenten dat de w/k-installatie van de niet-belichtende tuinder niet draait of wanneer hij meer afneemt dan gecontracteerd (Van der Maas, 2000; Honkoop, 1998; De Kreij, 1998; en Visser, 1998).

Additionele investeringen

Voor deze clustervorm zijn geen additionele investeringen vereist. Bij het hierboven beschreven clusterproject is echter door het energiebedrijf geïnvesteerd in een warmteopslagtank voor de warmtetuinder. Hierdoor kan de w/k-installatie van de warmtetuinder overdag draaien, wanneer de elektriciteit voor het energiebedrijf de meeste waarde heeft.

Specifieke knelpunten

Voorzover bekend doet zich bij deze clustervorm één praktisch knelpunt voor, namelijk de onderlinge afstand tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf. NUON heeft namelijk als randvoorwaarde voor dergelijke clusterprojecten gesteld dat de tuinders op dezelfde middenspanningskabel aangesloten moeten zijn. Indien dit niet het geval is, moeten namelijk extra transportkosten betaald worden, waardoor de prijs voor de te leveren elektriciteit niet of nauwelijks meer kan concurreren met prijs voor 'gewone' elektriciteit uit het openbare net (Van der Maas, 2000).

In theorie zouden er echter geen grenzen moeten bestaan. Theoretisch is het mogelijk dat een belichtende tuinder in Friesland elektriciteit kan afnemen van zijn collega uit Limburg.

4.1.3 Warmte-, elektriciteit- en CO₂-levering met w/k-installatie door facilitair bedrijf aan belichtend en niet-belichtend bedrijf

Omschrijving clustervorm

Bij deze clustervorm worden de geclusterde bedrijven vanuit een facilitair bedrijf voorzien in de benodigde energiesoorten (warmte, elektriciteit en CO₂). Het facilitaire bedrijf, het centrale ketelhuis, vormt de kern van het clusterproject. Uit de praktijkinventarisatie blijkt dat ook bij deze clustervorm een of meerdere w/k-installaties aan de basis staan van de energievoorziening van de bedrijven. In tegenstelling tot de hierboven beschreven cluster vormen wordt niet slechts één energiesoort onderling geleverd, maar alle benodigde energiesoorten dus warmte, elektriciteit en CO₂¹.

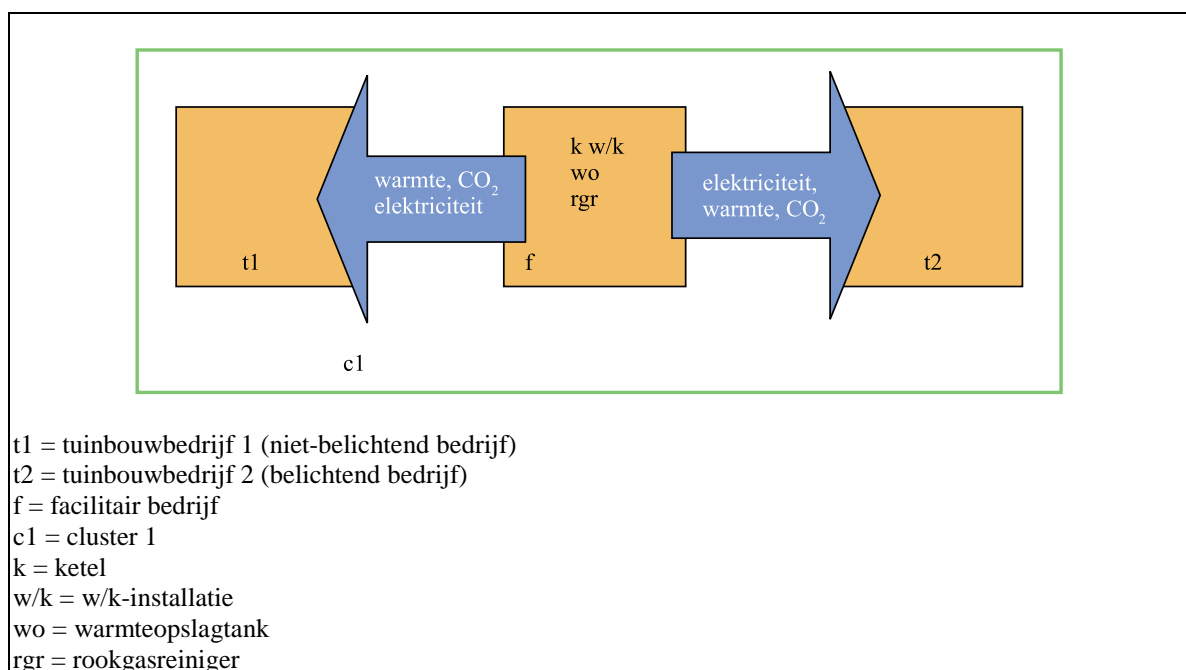
Bij clustering van bestaande bedrijven kan het ketelhuis van één van de deelnemende tuinders uitgebouwd worden tot een centraal ketelhuis. Bij nieuwbouw daarentegen zal het facilitaire bedrijf waarschijnlijk in veel gevallen ook fysiek ondergebracht worden in een apart gebouw. Ook qua eigendomspositie van het facilitaire bedrijf zijn verschillende vormen denkbaar. Zo kan het facilitaire bedrijf het eigendom zijn van één of meerdere tuinders, het energiebedrijf of het gezamenlijk eigendom van de tuinders en het energiebedrijf. Conform de typologie uit paragraaf 3.3 kan deze clustervorm respectievelijk een interne, externe en inex clustervorm genoemd worden.

¹ Onderlinge levering van koude komt in de praktijk, voorzover bekend, niet voor.

Het facilitaire bedrijf is dus in feite een kleine 'energiebedrijfje' dat de totale energievoorziening voor de deelnemende bedrijven uit het cluster regelt. Afhankelijk van de capaciteit van het facilitaire bedrijf kan het clusterproject variëren in omvang. Tot nu toe zijn in de praktijk bij dergelijke clusterprojecten slechts twee bedrijven betrokken. Concreete plannen voor nieuwe clusterprojecten gaan uit van vier of zeven bedrijven (paragraaf 4.3.1 en 4.3.2).

Voor een optimaal rendement van het facilitaire bedrijf (onder andere energetisch) is het wenselijk om bij de clustersamenstelling rekening te houden met de vraag naar de verschillende energiesoorten; ofwel een juiste mix van belichtende en niet-belichtende bedrijven.

In figuur 4.4 is een schematisch voorbeeld van deze clustervorm weergegeven, waarbij uitgegaan is van twee bedrijven (een belichtend en niet-belichtend bedrijf). Het facilitaire bedrijf is eigendom van de tuinders. Dit is in figuur 4.4 weergegeven met de doorgetrokken lijn. Per saldo wordt door het cluster primair brandstof bespaard. In figuur 4.4 is dit weergegeven met een groene lijn.



Figuur 4.4 Warmte-, elektriciteit- en CO₂-levering met w/k-installatie door facilitair bedrijf aan een belichtend en niet-belichtend bedrijf

Primair-brandstof

Afhankelijk van de samenstelling van het clusterproject kan met deze clustervorm primair brandstof bespaard worden. Bij een juiste balans in de vraag naar de verschillende energiesoorten kan primair brandstof bespaard worden, omdat producten die voor het ene bedrijf overbodig zijn voor het andere bedrijf juist nuttig zijn.

Aantal clusterprojecten

Voorzover bekend komen in de praktijk twee projecten voor waarbij deze clustervorm wordt toegepast. In het ene geval betreft het nieuwbouw. Een paprika- en een rozentuinder worden vanuit één centraal ketelhuis, dat gevestigd is op paprikabedrijf voorzien in de benodigde energiesoorten. Het facilitaire bedrijf is uitgerust met 2 ketels, 2 w/k-installaties, 2 rookgasreinigers en 2 warmtebuffers en levert de twee bedrijven op maat warmte, elektriciteit en CO₂ (Van der Meer, 1999; Visser, 2000).

In het andere geval zijn twee bestaande bedrijven gaan clusteren. Het betreft een potplanten- en een rozenbedrijf, die beide belichting toepassen. Het facilitaire bedrijf is het eigendom van de potplantenkweker en is uitgerust met drie w/k-installaties, waarbij één w/k-installatie voorzien is van een rookgasreiniger. Vanuit het facilitaire bedrijf wordt warmte en elektriciteit geleverd aan de rozenkweker. Daarnaast voorziet de rozenkweker met een eigen ketel voor een deel in zijn warmtebehoefte. Qua CO₂-voorziening is de rozenkweker volledig zelfvoorzienend (De Bruijn, 2000).

Organisatievorm

Hierboven is reeds vermeld dat bij het clusterproject met de twee bestaande bedrijven het facilitaire bedrijf het eigendom is van één van de tuinders. De afnemende tuinder betaalt per afgenomen hoeveelheid warmte en elektriciteit. De warmte- en elektriciteitsprijs is gekoppeld aan de aardgasprijs (De Bruijn, 2000).

Bij het andere clusterproject (nieuwbouw) is het facilitaire bedrijf ondergebracht in een besloten vennootschap (BV). De twee tuinders zijn de aandeelhouders van de BV. De twee bedrijven kopen dus de benodigde warmte, elektriciteit en CO₂ (gratis) in bij het facilitaire bedrijf. Daarnaast zijn de tuinders een vastrechtbedrag verschuldigd aan de BV. Het elektriciteitsoverschot van het facilitaire bedrijf wordt verkocht aan het regionale energiebedrijf (Visser, 2000).

Additionele investeringen

Voor het clusterproject met de twee bestaande bedrijven zijn de volgende additionele investeringen noodzakelijk geweest: transportleidingen, kabels, warmtemeter, kilowattuurmeter, frequentiegestuurde pomp en vergroting drukvat. Alle investeringen zijn gedaan door de eigenaar van het facilitaire bedrijf. Daarnaast is een transportregeling ontworpen en zijn diverse bestaande regelingen aangepast (De Bruijn, 2000).

Bij het nieuwbouwproject bestaan de additionele investeringen uit: transportleiding, kabels en de benodigde meetapparatuur. Tegenover deze additionele investeringen staan ook een aantal besparingen. Aangezien het een nieuwbouwproject was, kon volstaan worden met één ketelhuis.

Specifieke knelpunten

Voorzover bekend hebben zich zowel bij het clusterproject van de bestaande bedrijven als bij het nieuwbouwproject zich geen specifieke knelpunten voorgedaan.

4.1.4 Samenvattend overzicht bestaande clustervormen en -projecten

In tabel 4.1 zijn van de belangrijkste kenmerken enzovoort van de hierboven beschreven bestaande clustervormen nog eens schematisch weergegeven. Voor de details wordt verwezen naar paragraaf 4.1.1 tot en met 4.1.3.

Tabel 4.1 Overzicht belangrijkste kenmerken van de drie verschillende clustervormen en -projecten

Omschrijving clustervorm	Aantal projecten	Aantal bedrijven per project	Primair-brandstofbesparing
1. warmtelevering met w/k-installatie a)	12	2	ja
2. elektriciteitslevering met w/k-installatie b)			
a) direct (via eigen kabel)	1	2	ja
b) indirect (via het openbare net)	2	2	ja
3. warmte-, elektriciteit- en CO ₂ -levering met w/k-installatie c)	2	2	ja

a) Door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf; b) Door niet-belichtend bedrijf aan belichtend bedrijf; c) Door facilitair bedrijf aan belichtend en niet-belichtend bedrijf.

4.2 Overzicht van plannen voor nieuwe clustervormen en -projecten

4.2.1 Clusterproject Huissen-Bemmel

Vier tuinders uit Huissen-Bemmel hebben vergaande plannen om in het nieuwe glastuinbouwgebied Bergerden te gaan clusteren op onder andere het gebied van energievoorziening. Het idee is om de vier bedrijven vanuit een vijfde bedrijf (facilitair bedrijf) te voorzien in de benodigde energiesoorten. De vier bedrijven zijn van plan om 19 ha land te kopen en daarvan bijna 8 ha in productie te nemen, waarvan 3 ha potplanten op hydrocultuur, 2 ha cactussen en groene planten, 2,8 ha hortensia's (Vegter, 1997; Van Dijck, 1998). Het facilitaire bedrijf zal uitgerust worden met één of meerdere ketels, w/k-installaties, warmtebuffers, trafostations, koelcellen, klimaatcellen eventueel aangevuld met een rookgasreiniger en een warmtepomp. Op basis van een studie van DLV (1998) worden de jaarlijkse besparingen geschat op gemiddeld 3,30 gld./m². Deze kostenbesparing is enerzijds het resultaat van schaalvoordelen op het gebied van investeringen en anderzijds het resultaat van primair-brandstofbesparing. Verwacht wordt dat het primair-brandstofverbruik van de vier geclusterde bedrijven 13% lager is dan het totaal van de vier individuele bedrijven (DLV, 1998). Met deze clustervorm kan primair brandstof bespaard worden, omdat de vraag en het aanbod van elektriciteit, warmte en CO₂ van de vier bedrijven op elkaar afgestemd zullen worden. Daarnaast zal meer gebruikgemaakt worden energiezuinigere technieken, zoals bijvoorbeeld warmtekracht.

4.2.2 Clusterproject Oranjepolder

In het kader van het CO₂-reductieplan is subsidie toegekend aan een plan voor het realiseren van een clusterproject in de Oranjepolder. Het gaat hierbij om een plan waarbij in totaal zeven bedrijven met een totale glasoppervlak van 31 ha betrokken zijn. Het idee is om door het aanbod en de vraag naar elektriciteit van de zeven bedrijven (drie bedrijven passen assimilatiebelichting toe) op elkaar af te stemmen primair brandstof te besparen. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van diverse elektrische warmtepompen, w/k-installaties uitgerust met rookgasreinigers en warmtebuffers. Verwacht wordt dat door de inzet van diverse conversietechnieken in combinatie met warmteopslag in de bodem op jaarbasis circa 10,8 Kton CO₂ met dit clusterproject wordt bespaard (Novem, 2000). Omgerekend komt dit overeen met een besparing van ruim 19 m³ a.e./m².

4.2.3 Clusterproject Bergschenhoek

In het kader van het programma Duurzame Bedrijventerreinen van Novem is door Agro-AdviesBuro een haalbaarheidsstudie uitgevoerd voor een clusterproject in Bergschenhoek¹. Het clusterproject omvat zes glastuinbouwbedrijven met een totale oppervlakte van ruim 20 ha, waarvan 13 ha groenten (paprika en tomaat) en 4,5 ha snijbloemen (gerbera) en 2,5 ha potplanten (bromelia)². De insteek van de zes bedrijven is om door middel van clustering op het gebied van energie, water en logistiek schaalvoordelen te behalen.

In de haalbaarheidstudie zijn verschillende alternatieven onder de loep genomen onder andere: 1) één gezamenlijk ketelhuis (facilitair bedrijf) dat de zes bedrijven voorziet in de benodigde energiesoorten 2) alle bedrijven een eigen ketelhuis 3) variant 1 of 2 in combinatie met een restwarmteaansluiting (en CO₂). Uit eindelijk is gekozen voor een gezamenlijk ketelhuis in combinatie met een restwarmte- en CO₂-aansluiting op de RoCa-centrale (Visser, 2000b). Verder krijgen de zes bedrijven één gezamenlijke gasaansluiting, waarbij per bedrijf een gasmeter wordt geplaatst (Smit, 2000). De zes tuinders verwachten op deze wijze, met het oog op de liberalisering van de aardgasmarkt, per saldo te kunnen volstaan met iets lagere contractcapaciteit. Daarnaast verwachten de tuinders dat zij een sterkere onderhandelingspositie hebben met Gasunie over de commodityprijs. Tot slot wordt overwogen om met behulp van een alternatieve brandstof (bijvoorbeeld propaan) de 'dure' pieken in het gasverbruik op te vangen (Smit, 2000).

Voor de tuinders waren met name de bedrijfseconomische voordelen van energieclustering aanleiding om onderling te gaan samenwerken op energiegebied. Dit neemt niet weg dat door de tuinders ook gestreefd wordt naar primair-brandstofbesparing (Smit, 2000).

4.2.4 Overige plannen

In de interviews is naar voren gekomen dat diverse energiebedrijven, energieadviesbureaus en projectontwikkelaars bezig zijn met het ontwikkelen van 'energieconcepten' voor clus-

¹ Deze informatie is ontleend aan een gesprek met de heer P.X. Smit van AgroAdviesburo (begin 2000), aangevuld met informatie die later via de vakbladen openbaar is geworden (Visser, 2000b).

² Halverwege 2000 is gestart met de bouw.

terprojecten. De basis van dergelijke energieconcepten wordt gevormd door een facilitair bedrijf dat de 'geclusterde' glastuinbouwbedrijven voorziet in de benodigde energiesoorten (warmte, koude, elektriciteit en CO₂). In de plannen wordt uitgegaan van vier tot acht glastuinbouwbedrijven per project. Participanten van het facilitaire bedrijf kunnen zijn tuinders, energiebedrijven, projectontwikkelaars, banken enzovoort.

Deze energieconcepten moeten leiden tot een soort 'standaards' voor bepaalde type clustervormen. Deze 'standaards' moeten makkelijk te kopiëren zijn, zodat van een bepaalde clustervormen een groot aantal projecten gerealiseerd kan worden. De verschillende energiebedrijven, energieadviesbureaus en projectontwikkelaars willen deze 'standaards' met name toepassen in de tien glastuinbouwgebieden (bijlage 5), die 'onderdeel uitmaken van' de intentieverklaring van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de LTO-vakgroep Glastuinbouw¹.

Naast de plannen om bij de inrichting van deze gebieden te werken met kleinschalige energieclusterprojecten zijn er ook plannen voor grootschalige gebiedsvoorzieningen. Hoewel gebiedsvoorzieningen niet tot het onderzoeksterrein horen (paragraaf 1.3) wordt bij wijze van uitzondering kort stil gestaan bij de plannen voor het gebied Bergerden, waar juist kleinschalige clusterprojecten de basis vormen voor de gebiedsvoorziening. De kern van het plan is om twee 'ringleidingen' (gas en elektriciteit) voor het gebied aan te leggen, waarop kleinschalige energieclusters en individuele bedrijven kunnen 'inpluggen' (Huisman, 2000). Met het oog op de liberalisering van de aardgasmarkt wordt verwacht dat het mogelijk is om de 'pieken in de gasafname' af te vlakken. Een centrale rol in de plannen is weggelegd voor het Energiebedrijf Bergerden, dat gezien kan worden als een soort facilitair bedrijf op gebiedsniveau. Afhankelijk van het gewenste ambitieniveau zal het Energiebedrijf Bergerden voor de individuele bedrijven en clusters in het gebied diverse taken gaan vervullen met betrekking tot de energievoorziening. Dit varieert van een eenvoudige inkooporganisatie voor gas (ambitieniveau 1) tot een (complexe) organisatie (ambitieniveau 3), die verantwoordelijk is voor de totale energieopwekking (KPMG, 1999).

Tot slot worden door diverse partijen op dit moment clustervormen uitgedacht die optimaal moeten kunnen anticiperen op een liberale energiemarkt. In hoofdstuk 6 wordt hierop teruggekomen.

4.3 Voor- en nadelen van energieclustering

Als onderdeel van de praktijkinventarisatie zijn ook de belangrijkste voor- en nadelen van energieclustering geïnventariseerd. De voor- en nadelen kunnen per clustervorm c.q. clusterproject verschillen. Hierna worden de belangrijkste voor- en nadelen opgesomd. Voor sommige tuinders zijn echter bepaalde nadelen van clustering zo groot dat zij voor deze tuinders eigenlijk een knelpunt vormen. De belangrijkste knelpunten komen in paragraaf 4.5 aan bod.

¹ Rondom de eeuwwisseling hebben het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de LTO-vakgroep Glastuinbouw het 'Bestuurlijk afsprakenkader herstructurering glastuinbouw' getekend om zich in te zetten voor de herstructurering van de glastuinbouw. Om deze afspraak kracht bij te zetten is een lijst van tien voorkeurlocaties opgesteld, waarvoor de minister en LTO zich hard zullen maken.

4.3.1 Voordelen van energieclustering

Financiële voordelen

Tuinders kunnen door samen te werken met andere tuinders op het gebied van energievoorziening financiële voordelen behalen. Deze financiële voordelen van clustering verschillen per clustervorm, maar tussen de clusterprojecten van hetzelfde type kunnen zich door specifieke omstandigheden verschillen voordoen.

In de eerste plaats kan hierbij gedacht worden aan schaalvoordelen. Schaalvoordelen in de vorm van kwantumkortingen kunnen behaald worden bij investeringen in duurzame productiemiddelen, zoals bijvoorbeeld een ketel of w/k-installatie. Schaalvoordelen kunnen met name gerealiseerd worden bij nieuwbouwprojecten in tegenstelling tot projecten waarbij bestaande bedrijven gaan clusteren.

Een tweede voordeel is dat dure nieuwe energiezuinige technieken voor een cluster van bedrijven wel rendabel kan zijn, terwijl dit voor kleine individuele bedrijven niet het geval is. Hierbij kan gedacht worden aan technieken als warmte/kracht, warmtepompen en langetermijnwarmteopslag in de bodem.

Bij clustervormen waarbij vanuit een facilitair bedrijf de verschillende bedrijven in het cluster van de benodigde energiesoorten worden voorzien, kan bij nieuwbouw ruimte (grond) bespaard worden, omdat volstaan kan worden met één ketelhuis.

Ook kan afhankelijk van de clustervorm primair brandstof bespaard worden. Dit is niet alleen een pluspunt voor het milieu, maar leidt ook tot een kostenbesparing.

Verder verwachten tuinders en 'plannenmakers' met het oog op de liberalisering van de aardgasmarkt dat door middel van clustering (fysiek of virtueel) de pieken in de gasafname te kunnen afvlakken. Daarnaast verwachten sommige ook dat clusterprojecten een soort kwantumkorting kunnen bedingen in de vorm van een lagere commodityprijs voor aardgas (hoofdstuk 6).

Tegenover deze financiële voordelen staan ook additionele investering. Veelal zijn additionele investeringen noodzakelijk om energieclustering mogelijk te maken (paragraaf 4.3.2).

Milieukundige voordelen

Hierboven is reeds naar voren gekomen dat met clustering niet alleen financiële voordelen behaald kunnen worden, maar ook milieukundige voordelen namelijk een lager primair-brandstofverbruik¹ met dan gevolg een lagere CO₂-uitstoot en een betere energie-efficiëntie. Er kan door een clustervorm primair brandstof bespaard worden doordat een energiesoort (bijvoorbeeld warmte) voor het ene bedrijf een restproduct is, terwijl deze energiesoort voor het andere bedrijf juist een nuttig product is. Met andere woorden door de vraag en het aanbod van energiesoorten (elektriciteit, warmte, koude en CO₂) op elkaar af te stemmen kan primair brandstof bespaard worden. Daarnaast kan primair brandstof bespaard worden doordat in clusterverband gebruikgemaakt kan worden van energiezuinige technieken, terwijl dit op de individuele bedrijven niet haalbaar (rendabel) is.

¹ In paragraaf 3.3.1 is reeds naar voren gekomen dat niet alle clustervormen per definitie een lager primair-brandstofverbruik hebben (en dus een lagere CO₂-uitstoot).

Overige voordelen

Afhankelijk van de clustervorm kunnen er voor de betrokken tuinders nog een aantal voordelen aan energieclustering zitten. Zo zijn vaak de financieringslasten voor de energievoorziening plus de daarbij behorende financiële risico's voor tuinders die deel uitmaken van een externe of inex clustervorm (paragraaf 3.3) nihil of zeer laag, omdat de conversietechnieken het eigendom zijn van een derde partij bijvoorbeeld het energiebedrijf. Bovendien komt ook het onderhoud van de conversietechnieken voor rekening van in dit geval het energiebedrijf. Daartegenover staat dat de tuinders in veel gevallen een jaarlijkse gebruikersvergoeding moeten betalen of deze vaste kosten worden verrekend in de tarieven voor de verschillende energiesoorten. In het verlengde hiervan kan bij externe (en inex) clustervormen het energiemanagement volledig uitbesteed worden aan derden bijvoorbeeld het energiebedrijf¹. Op basis van de vraagpatronen naar de verschillende energiesoorten en eventuele randvoorwaarden draagt het energiebedrijf zorg voor het aanbod van deze energiesoorten, waarbij gestreefd wordt naar een optimale inzet van de verschillende conversietechnieken.

Ook de kleinschaligheid van een energieclusterproject kan een belangrijk voordeel zijn. Kleinschalige clusterprojecten zijn vaak in vergelijking met grootschalige, collectieve energievoorzieningen op gebiedsniveau gemakkelijker te realiseren, omdat er vaak minder partijen bij betrokken zijn. Bovendien kunnen vaak de eerste tuinders die zich vestigen in een glastuinbouwgebied waar gebiedsvoorzieningen aangeboden worden hiervan niet optimaal profiteren, omdat de gebiedsvoorzieningen in veel gevallen pas gerealiseerd worden als een minimum hoeveelheid glas gebouwd is. Bij kleinschalige clusterprojecten zal dit probleem zich veel minder snel voordoen.

4.3.2 Nadelen van energieclustering

Inleveren ondernemersvrijheid

Het inleveren van een deel van de ondernemersvrijheid wordt in het algemeen door de meeste tuinders als het belangrijkste nadeel van energieclustering gezien. Voor sommige tuinders weegt dit nadeel niet op tegen de voordelen van clustering. Voor deze tuinders is het inleveren van een deel van de ondernemersvrijheid en het afhankelijk zijn van anderen een belangrijk knelpunt (paragraaf 4.5).

Het deel van de ondernemersvrijheid dat bij clustering ingeleverd moet worden verschilt per clustervorm. Bij sommige clustervormen zijn tuinders immers meer van elkaar afhankelijk dan bij andere clustervormen; onder andere het aantal betrokken tuinders, eventuele derden en de complexiteit van de clustervorm spelen hierbij een rol. Onder complexiteit van de clustervorm kan bijvoorbeeld worden verstaan het aantal energiesoorten dat onderling geleverd wordt; worden alleen warmteoverschotten geleverd of worden zowel warmte, elektriciteit als CO₂ onderling geleverd.

Niet alleen tussen clustervormen kunnen er verschillen voordoen in de 'hoeveelheid' ondernemersvrijheid die ingeleverd moet worden, maar ook tussen verschillende clustervormen van hetzelfde type zijn in de praktijk verschillen waarneembaar. Deze verschillen zijn af te leiden uit de bepalingen die vastgelegd zijn in de onderlinge contracten (paragraaf

¹ Ook individuele bedrijven kunnen het energiemanagement uitbesteden aan energiebedrijven. Veelgebruikte termen in dit verband zijn: powercontracting, outsourcing enzovoort.

4.1.1). Belangrijke factoren die bepalend zijn voor de ondernemersvrijheid die tuinders moeten inleveren zijn: contractperiode, keuzevrijheid van teeltplan, uitstapmogelijkheden, leverings- c.q. afnameverplichtingen enzovoort. Aan de andere kanten brengen deze bepaalde verplichtingen, die tot gevolg hebben dat een deel van de ondernemersvrijheid ingeleverd moet worden, ook bepaalde zekerheden met zich mee met betrekking tot de continuïteit van het clusterproject.

Uit gesprekken met tuinders die deelnemen aan een clusterproject, blijkt dat het inleveren van een stukje ondernemersvrijheid niet per definitie een onoverzienbaar nadeel is. Althans voor hen woog dit nadeel niet op tegen de (financiële) voordelen van energieclustering.

Additionele investeringen

In paragraaf 4.3.1 zijn de financiële voordelen van energieclustering opgesomd. Tegenover deze financiële voordelen staan ook additionele investeringen. Veelal zijn additionele investeringen noodzakelijk om clustering mogelijk te maken. Alleen bij de clustervorm, waarbij indirect elektriciteit (via het openbare net) geleverd wordt, zijn voorzover bekend geen additionele investeringen vereist (paragraaf 4.1.2.2). Voor alle overige clustervormen die in de praktijkinventarisatie naar voren zijn gekomen, zijn additionele investeringen noodzakelijk. De additionele investeringen variëren van de benodigde meetapparatuur en softwarematige aanpassingen tot ondergrondse transportbuizen voor warm water. De additionele investeringen verschillen in de eerste plaats per clustervorm, maar ook tussen de verschillende clusterprojecten van hetzelfde typen kunnen zich door specifieke omstandigheden verschillen voordoen.

Deze additionele investeringen kunnen ondanks eventuele subsidies het financiële rendement van een clusterproject flink drukken. Zover zelfs dat bepaalde clusterprojecten niet rendabel zijn (Westland Energie Services, 2000). In feite is er dan dus sprake van een knelpunt (paragraaf 4.4).

Administratieve rompslomp

Afhankelijk van de clustervorm kan het clusteren van verschillende bedrijven een flinke hoeveelheid administratieve rompslomp met zich meebrengen. Met name geldt dit voor clustervormen waarbij meerdere bedrijven vanuit een facilitair bedrijf voorzien worden in de benodigde energiesoorten. Uiteraard speelt hierbij de eigendomssituatie van het facilitaire bedrijf een belangrijke rol. Anderzijds kan bij clustervormen waarbij slechts twee bedrijven betrokken zijn, die onderling warmte- en/of elektriciteit leveren in veel gevallen volstaan worden met een eenvoudige factuur per bepaalde periode (bijvoorbeeld kwartaal).

4.4 Knelpunten bij energieclustering

Ondanks het feit dat clustering van bedrijven telkens weer een hot-item is bij het (her)inrichten van nieuwe en oude glastuinbouwgebieden komen in de praktijk slechts op beperkte schaal clusterprojecten voor (paragraaf 4.1). Al met al lijkt de praktijk nog niet echt warm te lopen voor clustering. De grote vraag is dan ook waarom de daad niet bij het woord wordt gevoegd. Uit de gesprekken met tuinders, voorlichters, adviseurs, projectont-

wikkelaars en accountmanagers van energiebedrijven is een aantal knelpunten naar voren gekomen. De specifieke knelpunten per clustervorm zijn reeds in paragraaf 4.1 beschreven. De belangrijkste (algemene) knelpunten zijn hieronder weergegeven. Een aantal van deze knelpunten vertoont raakvlakken met de nadelen van energieclustering die genoemd zijn in paragraaf 4.3.

4.4.1 Rentabiliteit en financiële risico's

Voor tuinders is de keuze om wel of niet in een clusterproject te stappen in de eerste plaats niets anders dan een 'gewone' investeringsbeslissing, waarbij een beslissing genomen dient te worden op basis van bedrijfseconomische criteria, zoals terugverdientijd en netto contante waarde. Simpel gezegd, de kosten en opbrengsten van clustering zullen tegen elkaar afgewogen moeten worden.

In paragraaf 4.3.1 zijn schaalvoordelen en een lager primair-brandstofverbruik genoemd als de belangrijkste opbrengsten van clustering. Daartegenover worden de additionele investeringen als belangrijkste kostenpost genoemd (paragraaf 4.3.2). Door allerlei specifieke omstandigheden onder andere de samenstelling en de omvang van de verschillende bedrijfstype binnen het cluster, de afstand tussen de bedrijven en de inzet van bepaalde conversietechnieken, kunnen er grote verschillen bestaan in rentabiliteit en financiële risico's tussen verschillende clustervormen en -projecten. Niet alle clustervormen en -projecten zijn dan ook per definitie rendabel. Andere clustervormen, waarbij forse additionele investeringen noodzakelijk zijn, hebben een (te) lange terugverdientijd. Bovendien moet voor alle deelnemende partijen (investeerders) de investering in het clusterproject rendabel zijn, met andere woorden er zal sprake moeten zijn van een win-win-situatie. Rentabiliteitsberekeningen specifiek afgestemd op een bepaald clusterproject geven pas werkelijk een goede indruk van de rentabiliteit. Maatwerk en inzicht in de verschillen zijn dus vereist om een goede beslissing te kunnen maken.

Een belangrijke bedreiging voor de rentabiliteit van bestaande clustervormen en clusterprojecten, waarbij warmtekracht vaak een centrale rol vervuld, is de liberalisering van de elektriciteits- en gasmarkt. In paragraaf 4.4.3 en in hoofdstuk 6 wordt hierop dieper ingegaan.

4.4.2 Beschikbaarheid van risicodragend vermogen

In diverse interviews is ook het ontbreken van voldoende financiële middelen als belangrijk knelpunt genoemd voor research- & developmentactiviteiten in het kader van energieclustering en eventuele pilotprojecten. Diverse partijen (energiebedrijven, projectontwikkelaars enzovoort) hebben in de interviews aangegeven dat zij moeilijk aan risicodragend vermogen kunnen komen om 'energieconcepten' te kunnen ontwikkelen die moeten leiden tot bepaalde standaards voor bepaalde type clustervormen. Voor sommige partijen is dit een groot knelpunt. Opvallend detail is echter wel dat deze partijen ervan overtuigd zijn dat hun plannen tot rendabele clustervormen en -projecten zullen leiden (waarvan zij in de toekomst ook een deel van de vruchten kunnen plukken), maar op dit moment toch niet bereid zijn om hun geld hierop in te zetten.

4.4.3 Liberalisering energiemarkten

De liberalisering van de energiemarkt (gas- en elektriciteitsmarkt) wordt door bijna alle geïnterviewden gezien als een belangrijke knelpunt. In de eerste plaats vanwege de vele vragen en onduidelijkheden hieromtrent. Anderzijds hebben sommige partijen zich tot nu toe onvoldoende verdiept in deze problematiek en beschikt men dus over onvoldoende kennis om de gevolgen van de liberalisering te kunnen overzien. Vrij vertaald: 'Men heeft de klok wel horen luiden, maar men weet niet waar de klepel hangt.' Ten tweede is de liberalisering van de energiemarkt een belangrijke bedreiging voor de rentabiliteit van w/k-installaties in de glastuinbouw (Van der Velden et al., 1999), terwijl juist uit de praktijkinventarisatie blijkt dat warmtekracht eigenlijk de basis is voor alle bestaande clustervormen in de praktijk.

De liberalisering van de energiemarkt wordt door de geïnterviewden niet enkel gezien als een bedreiging. Het clusteren van bedrijven biedt volgens hen ook mogelijkheden om te kunnen anticiperen op de nieuwe tariefstructuren binnen een geliberaliseerde markt, waarbij nieuwe clustervormen kunnen ontstaan. In hoofdstuk 6 wordt nader stil gestaan bij de bedreiging die de liberalisering van de energiemarkt kan zijn voor bestaande clustervormen, maar ook de kansen die het biedt voor nieuwe clustervormen.

4.4.4 Afhankelijkheid van omgeving

Een belangrijk kenmerk van clustering is dat verschillende bedrijven samenwerken. Ofwel clustering doet een tuinder niet alleen, maar met zijn 'omgeving'. Dit betekent dus dat de tuinder ook afhankelijk is van zijn omgeving. De afhankelijkheid komt in de eerste plaats tot uiting in de directe omgeving; namelijk het vinden van een geschikte clusterpartner. Met name in bestaande glastuinbouwgebieden is het vinden van een geschikte clusterpartner een toevalstreffer. Uit de praktijkinventarisatie blijkt dan ook dat clusterprojecten van bestaande bedrijven met name ontstaan, wanneer op één van de bedrijven een grote verandering in de bedrijfsvoering heeft plaatsgevonden. Vooral het toepassen of afschaffen van assimilatiebelichting of het verhogen van de belichtingsintensiteit blijkt in de praktijk aanleiding te zijn tot clustering. Ook voor tuinders in nieuwbouwgebieden geldt deze onderlinge afhankelijkheid, maar bij de inrichting van een nieuw gebied kan hierin meer gestuurd worden door bijvoorbeeld belichtende en niet-belichtende tuinders bij elkaar in de buurt te plaatsen.

Ondanks dat voor sommige tuinders in hun directe omgeving een geschikte clusterpartner voor handen is, wensen zij toch niet deel te nemen aan een clusterproject. Het aangaan van langetermijncontracten voor een periode van 5 à 10 jaar met daarin opgenomen allerlei boeteclausules bij contractbreuk en lastige, kleine letters beangstigt sommige tuinders. Met andere woorden het inleveren voor een deel van de ondernemersvrijheid en het afhankelijk zijn van anderen is voor hun een knelpunt.

Bij clustering is een tuinder niet alleen afhankelijk van zijn directe omgeving (clusterpartner), maar ook zijn indirecte omgeving. Bij indirecte omgeving kan onder andere gedacht worden aan het energiebedrijf, de projectontwikkelaar en de gemeente. Regelmatig doen zich problemen voor van bestuurlijke en organisatorische aard. Ook kunnen zich problemen voordoen indien bovengenoemde partijen niet over de juiste deskundigheid

beschikken en/of elkaar hiervan beschuldigen. Hierdoor kan het onderlinge vertrouwen dat nodig is om een clusterproject op te richten, beschadigd worden, wat kan leiden tot vertraging in de uitvoering of zelfs het niet doorgaan van de plannen. In paragraaf 4.4.5 zal aan dit knelpunt meer aandacht worden besteed.

4.4.5 (On)deskundigheid en het wijzende vingertje

Hierboven is al aangekaart dat verschillende partijen die betrokken zijn bij het oprichten van een clusterproject niet altijd beschikken over de juiste deskundigheid en/of elkaar hiervan onderling beschuldigen. Ook in diverse interviews die in het kader van dit onderzoek zijn gehouden, werd dikwijls de beschuldigende vinger naar anderen uitgestoken en onderlinge verwijten uitgesproken. Aangezien dit punt ook in diverse interviews genoemd is als een belangrijk knelpunt worden hieronder ter illustratie een aantal onderlinge beschuldigingen c.q. verwijten opgesomd:

- tuinders wordt verweten niet makkelijk van het eigen-baas-zijn-principe te willen afstappen en daardoor angstig zijn voor vergaande samenwerkingsvormen;
- energiebedrijven worden dikwijls bestempeld als zijnde ondeskundig aangaande de energiehuishouding en behoefte van glastuinbouwbedrijven;
- projectontwikkelaars worden ervan beschuldigd voor nieuw in te richten glastuinbouwgebieden ouderwetse plannen te maken, waarbij geen rekening wordt gehouden met clustering;
- gemeenten worden beschuldigd van een ongestructureerd uitgiftebeleid bij nieuwe glastuinbouwgronden, waarbij onvoldoende rekening wordt gehouden met tuinders die willen clusteren (ofwel de hoogst biedende partij krijgt voorrang bij perceelkeuze);
- instituten en organisaties enzovoort worden verweten beschikbare kennis en modellen, die ingezet kunnen worden om haalbaarheidsstudies voor clusterprojecten door te rekenen niet of alleen tegen zeer hoge bedragen ter beschikking te willen stellen aan derden.

Uit deze beschuldigingen c.q. verwijten blijkt dat het niet zozeer alleen om gebrek aan deskundigheid gaat, maar blijkt ook dat het ontbreken aan 'de wil' om clustering te stimuleren een belangrijk knelpunt is. Al deze beschuldigingen c.q. verwijten en het ontbreken van een drijfveer om over te gaan tot actie (drive) doen afbreuk aan de benodigde vertrouwensbasis die noodzakelijk is om clusterprojecten van de grond te krijgen.

5. Primair-brandstofbesparing door energieclustering

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden met energieclustering op a) projectniveau en b) sectorniveau. De drie clustervormen die tijdens de praktijkinventarisatie naar voren gekomen zijn, vormen de basis voor de schattingen op projectniveau. In paragraaf 5.2 wordt van deze drie clustervormen een korte omschrijving gegeven. Aan de hand van deze achtergrondinformatie zal van alle drie de clustervormen een standaard ofwel basisvorm vastgesteld worden. Op basis hiervan worden vervolgens de uitgangspunten van de berekeningen vastgesteld (paragraaf 5.3). Voor het bepalen van de primair-brandstofbesparing per onderscheiden clustervorm wordt gebruikgemaakt van het kassysteemsimulatiemodel KASPRO van het IMAG (De Zwart, 1996). De uitkomsten van de simulatieberekeningen worden gepresenteerd in paragraaf 5.4. In paragraaf 5.4 worden eveneens de resultaten van een casestudy op projectniveau gepresenteerd. Tot slot van dit hoofdstuk wordt in paragraaf 5.5 een inschatting gemaakt van de primair-brandstofbesparing door energieclustering op sectorniveau voor het jaar 2010 door aan de hand van verschillende scenario's de besparingen op projectniveau op te schalen naar sectorniveau.

5.2 Van praktijkinventarisatie tot standaardisatie

Korte omschrijving drie clustervormen uit de praktijkinventarisatie

Uit de praktijkinventarisatie (hoofdstuk 4) is naar voren gekomen dat in de praktijk, afgezien van organisatorische verschillen, technisch gezien eigenlijk maar drie verschillende clustervormen voorkomen. Bovendien zijn bij verreweg de meeste clusterprojecten slechts twee bedrijven betrokken, namelijk een belichtend en een niet-belichtend bedrijf. De drie verschillende clustervormen kunnen in het kort als volgt omschreven worden:

1. warmtelevering met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf;
2. elektriciteitslevering met een w/k-installatie door een niet-belichtend bedrijf aan een belichtend bedrijf (via eigen kabel of indirect via openbare elektriciteitsnet);
3. warmte-, elektriciteit- en CO₂-levering met (onder andere) een w/k-installatie door een facilitair bedrijf aan een belichtend en een niet-belichtend bedrijf.

Uit de praktijkinventarisatie blijkt dat de clustervormen 1 en 2 veelal het resultaat zijn van clustering van bestaande bedrijven. Clustervorm 3 is in de praktijkinventarisatie ook gesignaleerd bij een clusterproject van bestaande bedrijven¹, maar lijkt vooral geschikt

¹ Bij dit project wordt alleen warmte- en elektriciteit geleverd. Beide bedrijven voorzien zelf in de CO₂-vraag van het gewas (paragraaf 4.2.3).

voor nieuwbouwprojecten. Bij clustering van bestaande bedrijven is in veel gevallen een grote verandering in de bedrijfsvoering van één van de bedrijven aanleiding tot het vormen van een clusterproject. Een concreet voorbeeld van een verandering in de bedrijfsvoering is het verhogen van de belichtingsintensiteit, waardoor niet meer alle warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit met een w/k-installatie nuttig op het bedrijf aangewend kan worden. In zo'n geval kan het aantrekkelijk zijn om warmte te leveren aan een niet-belichtend bedrijf (bijvoorbeeld de buurman) dat de warmte wel nuttig kan gebruiken. Ook het tegenovergestelde kan zich voordoen, namelijk wanneer door wisseling van teelt assimilatiebelichting overbodig is geworden. In zo geval is er dus sprake van een overschot aan elektriciteit, waardoor het aantrekkelijk kan zijn om elektriciteit te leveren aan een belichtend bedrijf.

Het doel van clustering van bestaande bedrijven is meestal het verbeteren van het rendement van de w/k-installatie (gebruik van warmte en elektriciteit uit de w/k-installatie) nadat dit als gevolg van een verandering in de bedrijfsvoering is verslechterd. Voor nieuwbouwprojecten ligt het doel vaak nog iets hoger. Daar wordt immers niet zozeer gehandeld vanuit de gedachte om een bepaalde situatie te herstellen (of te verbeteren), maar is optimalisatie (ook qua capaciteit van de conversietechnieken) vaak het uitgangspunt.

Primair brandstof besparen door energieclustering

Wanneer uitgegaan wordt van de veronderstelling dat het elektrisch vermogen van de w/k-installatie gedimensioneerd is op de elektriciteitsvraag van het belichtende bedrijf is het doel van alle drie de clustervormen het voorkomen c.q. nuttig aanwenden van warmteoverschotten die voortkomen uit de elektriciteitsvraag voor belichting. Warmteoverschotten doen zich voor wanneer het belichtende bedrijf niet alle warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit met een w/k-installatie nuttig kan aanwenden op datzelfde bedrijf. Zolang het elektrisch vermogen van de w/k-installatie onder een niveau van circa 20 We/m² ligt, kan de w/k-warmte zonder meer op het belichtende bedrijf worden benut (tabel 5.1). Wanneer echter het w/k-vermogen toeneemt (lees: het geïnstalleerd belichtingsvermogen toeneemt) komen er meer en meer perioden waarin de warmtevraag kleiner is dan het aanbod aan w/k-warmte. Wanneer warmtevraag en -aanbod in beperkte mate en over korte tijdsspannen uit elkaar lopen kan dit worden opgelost door het gebruik van kortdurende warmteopslag (etmaalbuffering). Bij een grotere asynchroniteit in tijd en hoeveelheid is etmaalbuffering echter geen oplossing. Dit doet zich voor bij bedrijven met belichtingsvermogens vanaf ongeveer 30 We/m². Langetermijnbuffering is voor deze bedrijven evenmin een oplossing, omdat hiervoor zeer grote buffers noodzakelijk zouden zijn die desalniettemin relatief weinig warmte opslaan (De Zwart, 2000). Om toch te kunnen blijven belichten wordt in de praktijk vaak het warmteoverschot vernietigd. Een ander (energiezuiniger) alternatief is om het warmteoverschot te leveren aan een niet-belichtend buurbedrijf. De mate waarin het warmteoverschot (en dus de mate waarin primair brandstof bespaard kan worden) benut kan worden, hangt af van:

1. de belichtingsintensiteit van het belichtende bedrijf (bepalend voor de omvang van het warmteoverschot);
2. het type niet-belichtende bedrijf (bepalend voor de warmtevraag);
3. de oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf.

Naast bovengenoemde factoren is ook de vraag van belang of de w/k-installatie uitsluitend voor belichting wordt gebruikt (niet-netgekoppeld) of ook ten behoeve van elektriciteitslevering aan het openbare net (netgekoppeld). In een netgekoppeld cluster zijn, namelijk door elektriciteitslevering aan het openbare net, de mogelijkheden voor warmtelevering in periode met weinig belichting (in de zomer) groter dan in een niet-netgekoppeld cluster. Hierdoor kunnen met een netgekoppeld cluster additionele besparingen gerealiseerd worden ten opzichte van een niet-netgekoppeld cluster. Deze additionele besparingen worden buiten het cluster gerealiseerd, namelijk in de grote, landelijke elektriciteitscentrales. In paragraaf 5.3 wordt bij de verdere uitwerking van de uitgangspunten voor de simulatieberekeningen hierop terug gekomen. De omvang van de additionele besparingen zijn sterk afhankelijk van het feit of er al dan niet rookgasreiniging wordt toegepast. Door toepassing van rookgasreiniging neemt het aantal draaiuren van de w/k-installatie met name zomers overdag toe. Daarom is er bij de simulatieberekeningen voor de netgekoppelde clustervormen van uitgegaan dat de w/k-installatie is uitgerust met een rookgasreiniger (paragraaf 5.3).

Samenvatting

Samengevat kan gesteld worden dat bij het berekenen van het besparingspotentieel onderscheid gemaakt moeten worden in niet-netgekoppelde (w/k-installatie exclusief rookgasreiniger) en netgekoppelde clustervormen (w/k-installatie inclusief rookgasreiniger). In totaal worden er dus zes (3*2) verschillende clustervormen onderscheiden. Wanneer de drie niet-netgekoppelde clustervormen met elkaar vergeleken worden, hebben deze alle drie tot doel warmte- en/of elektriciteitoverschot nuttig aan te wenden door onderling warmte en/of elektriciteit te leveren. Voor de netgekoppelde clustervormen met rookgasreiniging ligt de zaak echter complexer. Naast het nuttig aanwenden van warmte- en/of elektriciteitoverschotten, wordt ook gestreefd naar de maximalisering van het aantal draaiuren van de w/k-installatie door toepassing van rookgasreiniging en elektriciteitslevering aan het openbare net.

In het vervolg van dit hoofdstuk worden voor niet-netgekoppelde clustervormen alleen de primair-brandstofbesparing voor clustervorm 1 doorgerekend, aangezien clustervormen 2 en 3 (bijna) altijd net-gekoppeld zijn. De primair-brandstofbesparing wordt voor de net-gekoppelde clustervormen voor alle drie afzonderlijk berekend. In de volgende paragraaf wordt een uitvoerige beschrijving gegeven van de niet-netgekoppelde en de netgekoppelde clustervormen. Tevens worden ook de belangrijkste uitgangspunten die bij de berekeningen worden gehanteerd weergegeven.

5.3 Uitgangspunten berekening primair-brandstofbesparing op projectniveau

5.3.1 Algemene uitgangspunten

In paragraaf 5.2 is reeds opgemerkt dat, uitgaande van de aanname dat het elektrisch vermogen van de w/k-installatie gedimensioneerd is op het geïnstalleerd belichtingsvermogen op het belichtende bedrijf, de mate waarin primair brandstof bespaard kan worden door vier factoren beïnvloed wordt, namelijk:

1. de belichtingsintensiteit van het belichtende bedrijf;
2. het type niet-belichtende bedrijf (de teelttemperatuur en CO₂-vraag);
3. de oppervlakteverhouding tussen beide bedrijven;
4. elektriciteitslevering aan het net in combinatie met rookgasreiniging.

Aangezien het effect van al dan niet elektriciteit leveren aan het openbare net, en het daaraan gekoppeld gebruik van rookgasreiniging zo groot is op het besparingspotentieel worden de perspectieven voor clusters met en zonder net-koppeling apart behandeld (paragraaf 5.3.2 en 5.3.3).

Bij alle berekeningen wordt ervan uitgegaan dat het belichtende bedrijf een rozenbedrijf is. Het effect van de belichtingsintensiteit wordt meegenomen door alle berekeningen uit te voeren voor een belichtingsintensiteit van 3.000, 4.000, 5.000 en 6.000 lux/m². De effecten van teelttemperatuur en CO₂-vraag van het niet-belichtende bedrijf worden in de berekeningen meegenomen door clusters met verschillende bedrijven door te rekenen, namelijk tomaat-, paprika-, potplanten- en fresiabedrijf. De paprika, en met name de tomaat gelden daarbij als energie- en CO₂-intensieve teelten. De potplant als een energie-intensieve, maar CO₂-extensieve teelt en de fresia als energie- en CO₂-extensieve teelt. Het effect van de oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf wordt in de berekeningen opgenomen door deze verhouding als onafhankelijke variabele op te nemen. In bijlage 6 is van de hier gebruikte teelten (belichtend en niet-belichtend) een standaardteeltbeschrijving opgenomen.

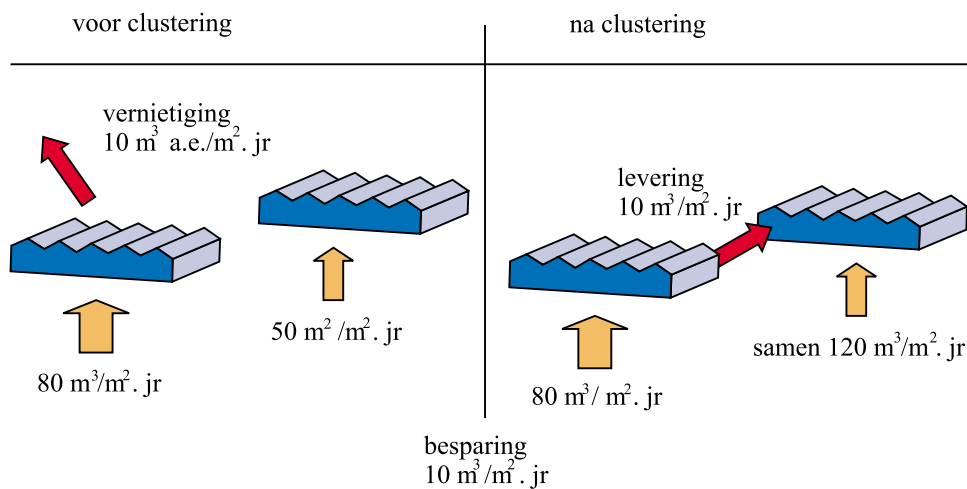
Ten slotte is ook het thermisch en elektrisch rendement van de w/k-installatie(s) van invloed op de uiteindelijke resultaten. In alle berekeningen is uitgegaan van een moderne w/k-installatie met een thermisch rendement van 52% en een elektrisch rendement van 36% (beide ten opzichte van de onderste verbrandingswaarde van aardgas (31,65 MJ/m³)). De overige 12% wordt verondersteld verloren te gaan met de rookgassen.

5.3.2 Omschrijvingen en uitgangspunten niet-netgekoppelde clustervorm

In paragraaf 5.2 is reeds naar voren gekomen dat clustervorm 1 (warmtelevering met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf) tot doel heeft het voorkomen c.q. nuttig aanwenden van warmteoverschotten, die voortkomen uit de elektriciteitsvraag voor belichting. Anderzijds betekent dit dus dat de maximale hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden, begrensd wordt door het warmteoverschot dat ontstaat bij de elektriciteitproductie voor belichting. Naast de algemene uitgangspunten die in paragraaf 5.3.1 zijn geformuleerd, gelden voor deze niet-netgekoppelde clustervorm ook de volgende specifieke uitgangspunten:

1. de belichtende tuinder kent een zodanige prioriteit aan belichting toe dat bij dreigende warmteoverschotten (ook ondanks warmtelevering) niet van het belichtingsschema wordt afgeweken;
2. omgekeerd wordt er ook van uitgegaan dat de belichtende tuinder zijn aantal belichtingsuren niet zal opvoeren in geval door warmtelevering minder warmteoverschotten ontstaan;
3. beide bedrijven (belichtend en niet-belichtend) voorzien met behulp van een eigen ketel in de CO₂-vraag van het gewas.

In figuur 5.1 is nog eens op schematische wijze weergegeven hoe de primair-brandstofbesparing bij een niet-netgekoppelde clustervorm totstandkomt.



Figuur 5.1 Primair-brandstofbesparing door warmtelevering met een w/k-installatie (niet-netgekoppeld) door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtende bedrijf. De getallen stellen gasverbruiken voor (of equivalente hoeveelheden warmte) en zijn fictief

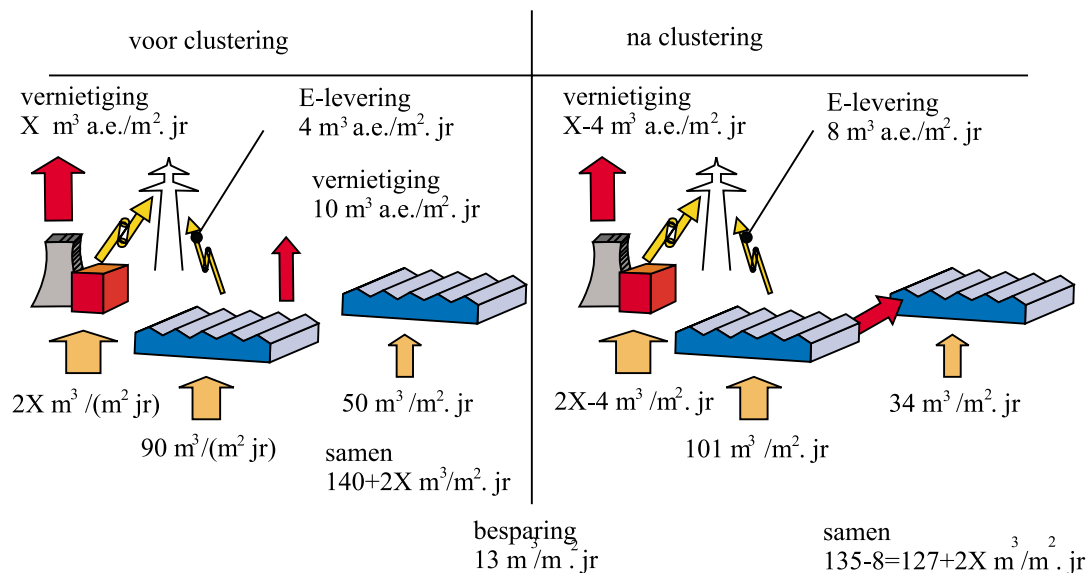
5.3.3 Omschrijvingen en uitgangspunten netgekoppelde clustervorm

In paragraaf 5.2 is geconcludeerd dat de primair-brandstofbesparing per netgekoppelde clustervorm verschilt. De primair-brandstofbesparing wordt daarom voor de drie netgekoppelde clustervormen afzonderlijk berekend. Echter de uitgangspunten voor de simulatieberekeningen voor alle drie de clustervormen zijn gelijk. Naast de algemene uitgangspunten die in paragraaf 5.3.1 geformuleerd zijn, gelden voor deze netgekoppelde clustervormen ook de volgende specifieke uitgangspunten:

1. de w/k-installatie is standaard uitgerust met een rookgasreiniger;
2. het elektrisch vermogen van de w/k-installatie is gedimensioneerd op de elektriciteitsvraag van het belichtende bedrijf. In periode van weinig of geen elektriciteitsvraag voor belichting wordt elektriciteit geleverd aan het openbare net, zolang alle warmte nuttig aangewend kan worden;
3. bij clustervorm 1 en 2 wordt de CO₂ uit de rookgassen van de w/k-installatie aangewend op het bedrijf, waar de w/k-installatie opgesteld staat. Bij clustervorm 3 wordt de CO₂ uit de rookgassen tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf verdeeld op basis van afgenomen hoeveelheden warmte.

In paragraaf 5.2 is reeds naar voren gekomen dat met netgekoppelde clustervormen ten opzichte van niet-netgekoppelde clustervormen additioneel brandstof bespaard kan worden door elektriciteitslevering aan het openbare net in combinatie met rookgasreiniging. De additionele besparingen vinden echter buiten het cluster plaats (in grote landelijke elektriciteitscentrales). Doordat het cluster elektriciteit levert aan het openbare net neemt

de elektriciteitsproductie (en daarmee het brandstofgebruik) in de elektriciteitscentrales af. Bovendien wordt in het cluster de warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit nuttig aangewend, dit in tegenstelling tot in grote elektriciteitscentrales waar deze warmte niet wordt benut. In paragraaf 5.4.2 wordt aan de hand van tabel 5.2 inzichtelijk gemaakt hoe groot het effect van rookgasreiniging is op de omvang van de additionele besparingen. De additionele besparingen bedragen $0,08 \text{ m}^3/\text{kWh}$; ofwel per elke extra geleverde kilowattuur elektriciteit wordt $0,08 \text{ m}^3$ a.e. bespaard. In bijlage 7 wordt toegelicht hoe deze $0,08 \text{ m}^3/\text{kWh}$ afgeleid kan worden. Deze additionele besparing van $0,08 \text{ m}^3/\text{kWh}$ komt, zoals het woord al zegt, bovenop de brandstofbesparing die met clustering behaald kan worden door het nuttig aanwenden van warmteoverschotten, die ontstaan bij de productie van elektriciteit voor de belichting. In figuur 5.2 is aan de hand van clustervorm 1 (warmtelevering met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf) het een en ander nog eens schematisch weergegeven; met behulp van een aantal fictieve doch reële getallen is de primair-brandstofbesparing in kaart gebracht.



Figuur 5.2 Primair-brandstofbesparing door warmtelevering met een w/k-installatie (netgekoppeld) door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf. De getallen stellen gasverbruik voor (of equivalente hoeveelheden warmte) en zijn fictief

In de situatie zonder clustering wordt net als in figuur 5.1 $10 \text{ m}^3 \text{ a.e./m}^2 \cdot \text{jr}$ vernietigd. Na clustering wordt deze warmte nuttig gebruikt (net als in figuur 5.1). Bovendien wordt er ook nog eens $4 \text{ m}^3 \text{ a.e.}$ extra elektriciteit aan het openbare net geleverd en daarmee 6 m^3 extra warmte aan het niet-belichtende bedrijf. Uit figuur 5.2 blijkt dat de totale primair-brandstofbesparing dan op $13 \text{ m}^3 /(\text{m}^2 \cdot \text{jr})$ uitkomt; dus $3 \text{ m}^3 /(\text{m}^2 \cdot \text{jr})$ meer dan in figuur 5.1. Dit strookt geheel met de hierboven afgeleide besparing van $0,08 \text{ m}^3/\text{kWh}$ ($4 \text{ m}^3 \text{ a.e.}$ elektriciteit is gelijk aan 36 kWh en $36 \cdot 0,08$ is afgerond 3).

5.4 Perspectieven primair-brandstofbesparing door energieclustering op projectniveau

5.4.1 Niet-netgekoppelde clustervormen

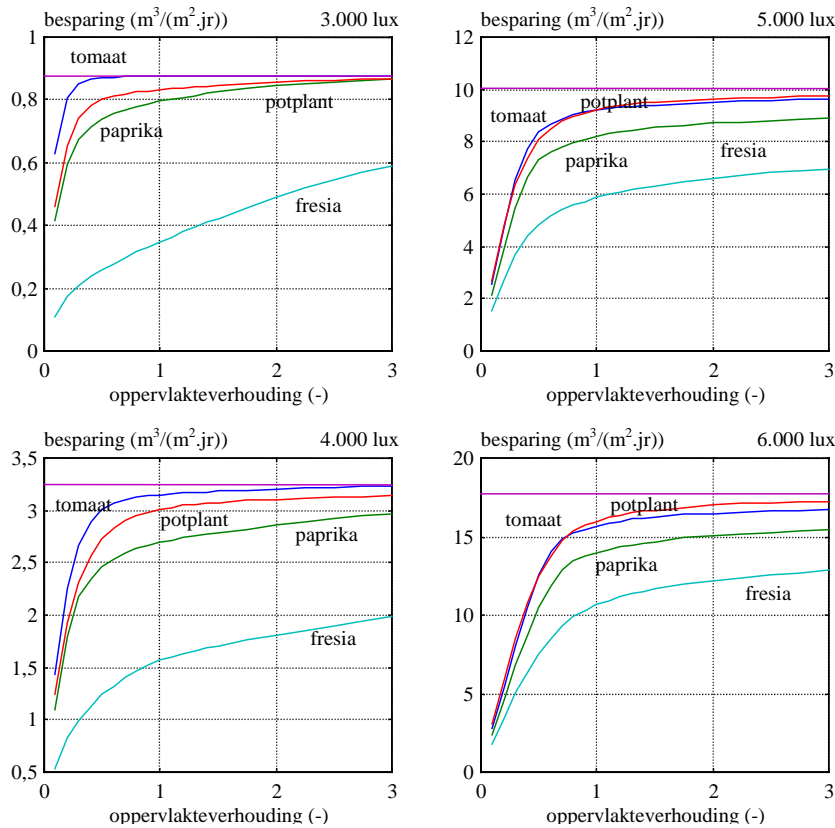
In paragraaf 5.3.2 is aangegeven dat de besparing aan primair brandstof voortkomt uit de vermeden warmtevernietiging (figuur 5.1). De maximale besparing wordt begrensd door het warmteoverschot op het standaard rozenbedrijf en is dus afhankelijk van de belichtingsintensiteit (tabel 5.1). De warmteafzet (benutting warmteoverschot) wordt beperkt door de warmtevraag van het niet-belichtende bedrijf. Deze warmtevraag wordt enigszins beperkt door de warmte die vrijkomt bij het CO₂-dosereren met de ketel door het niet-belichtende bedrijf.

Tabel 5.1 *Jaarlijks warmteoverschot van een standaard rozenbedrijf bij verschillende belichtingsintensiteiten bij gebruik van de w/k-installatie in eilandbedrijf*

Belichtingsintensiteit lux/m ²	W/m ²	Warmteoverschot m ³ a.e./m ² .jr
2.350	20,0	0
3.000	25,5	0,9
4.000	34	3,3
5.000	42,5	10,0
6.000	51	17,8
Als functie van lux/m ² (bij lux>4.000)		0,007 lux - 25,9

De maximale besparing aan primair brandstof wordt gerealiseerd op het moment dat in een cluster tegenover een m² belichtend bedrijf een zodanig oppervlak aan niet belichtend bedrijf staat dat alle warmteoverschotten kunnen worden opgenomen. Het 'benodigde' oppervlak is afhankelijk van de warmtevraag van het niet-belichtende bedrijf. De warmtevraag is bij de simulatieberekeningen afhankelijk gesteld van het gewas dat op het niet-belichtende bedrijf wordt geteeld (tomaat, paprika, potplant en fnesia).

In figuur 5.3 is met een aantal grafieken aangegeven hoe de te realiseren besparing aan primair brandstof afhangt van de oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf bij verschillende niet-belichte gewassen en verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichte gewas (roos). Op de horizontale as is de oppervlakteverhouding tussen het niet-belichtende bedrijf en het belichtende bedrijf weergegeven; een oppervlakteverhouding van 2 betekent dat het niet-belichtende bedrijf 2* zo groot is als het belichtende bedrijf.



Figuur 5.3 Primair-brandstofbesparing per m² belichtend rozenbedrijf bij clustering met een niet-belichtend bedrijf als functie van de oppervlakteverhouding tussen beide bedrijven voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf, waarbij het belichtende bedrijf met een w/k-installatie warmte levert aan het niet-belichtend bedrijf

Aan de hand van de grafieken kunnen diverse verbanden afgeleid worden. De belangrijkste verbanden zijn puntsgewijs weergegeven:

1. de horizontale lijn in de grafieken (paars) is het warmteoverschot en hangt samen met de belichtingsintensiteit (tabel 5.1). De horizontale lijn weerspiegelt dus eigenlijk het absolute maximum voor de hoeveelheid warmte die aan het niet-belichtende bedrijf geleverd kan worden gezien het warmteoverschot. Dit geeft dus tevens de maximale hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden weer;
2. uit de grafieken blijkt dat er een duidelijk verband is tussen belichtingsintensiteit (maximale besparingen) en de oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf. Bij een lagere belichtingsintensiteit wordt de maximale besparingen bij een kleinere oppervlakteverhouding (veel kleiner dan 1 bij 3.000 lux/m²) bereikt dan bij een hogere belichtingsintensiteit (veel groter dan 1 bij 6.000 lux/m²). Daarnaast blijkt uit de grafieken dat in de meeste gevallen het effect van grotere oppervlakteverhoudingen (groter dan 2) tot een relatief geringe toename van de primair-brandstofbesparing leidt;
3. uit de grafieken blijkt dat er een relatie is tussen de niet-belichte teelt (tomaat, paprika, potplant of fresia) en de oppervlakteverhouding tussen het belichte en niet-

belichte bedrijf waarbij de maximale besparingen wordt bereikt. Zo vereist een fresiabedrijf veel grotere oppervlakteverhoudingen om een bepaalde besparingsniveau te realiseren dan bij clustering met bedrijven met één van de andere drie niet-belichte teelten. Dit komt omdat de andere gewassen in vergelijking tot fresia veel energie-intensiever zijn. Op basis van de grafieken lijkt clustering met een potplant- of tomaatbedrijf betere perspectieven te bieden dan met een paprikabedrijf. Uiteraard wordt deze conclusie bepaald door de gehanteerde uitgangspunten met betrekking tot de klimaatinstellingen (bijlage 6).

5.4.2 Netgekoppelde clustervormen

De hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden, is afhankelijk van de clusterform. De verschillen in primair-brandstofbesparing hangen in belangrijke mate samen met het feit of er al dan niet onderling CO₂ wordt geleverd en de vraag of de w/k-installatie (uitgerust met rookgasreiniger) gelokaliseerd is op het belichtend of niet-belichtende bedrijf. Hierna zijn de besparingsperspectieven voor de verschillende clustervormen in kaart gebracht, waarbij telkens een belichtend bedrijf met een netgekoppelde w/k-installatie als referentiesituatie is genomen (tabel 5.2). In vergelijking met de referentiesituatie uit paragraaf 5.4.1, waarbij uitgegaan is van een belichtend bedrijf met w/k-installatie in eilandbedrijf, zijn de warmteoverschotten iets lager. Dit komt doordat er bij toepassing van rookgasreiniging iets meer opslagcapaciteit voor w/k-warmte in de buffer overblijft.

Tabel 5.2 Jaarlijks warmteoverschot van een standaard rozenbedrijf bij verschillende belichtingsintensiteiten bij gebruik van een w/k-installatie uitgerust met een rookgasreiniger in parallelbedrijf

Belichtingsintensiteit		Warmteoverschot m ³ a.e./m ² .jr	Elektriciteit voor openb. net kWh/m ² .jr
lux/m ²	W/m ²		
3.000	25,5	0,2	66,9
4.000	34	2,4	50,0
5.000	42,5	8,7	41,3
6.000	51	16,2	39,4

Aan de hand van tabel 5.2 kan het effect van rookgasreiniging op de omvang van de additionele besparingen¹ inzichtelijk worden gemaakt. Vermenigvuldiging van de derde kolom met 0.08 zou kunnen worden opgevat als de primair energiebesparing die door de toepassing van rookgasreiniging kan worden gerealiseerd².

De energiebesparing in netgekoppelde *clusters* komt voort uit het voorkomen van warmteoverschotten (2^e kolom van tabel 5.2) en de toename van de elektriciteitsproductie naar het openbaar net (ten opzichte van 3^e kolom in tabel 5.2) Wanneer in deze paragraaf

¹ Additionele besparingen ten opzichte van niet-netgekoppelde clustervormen.

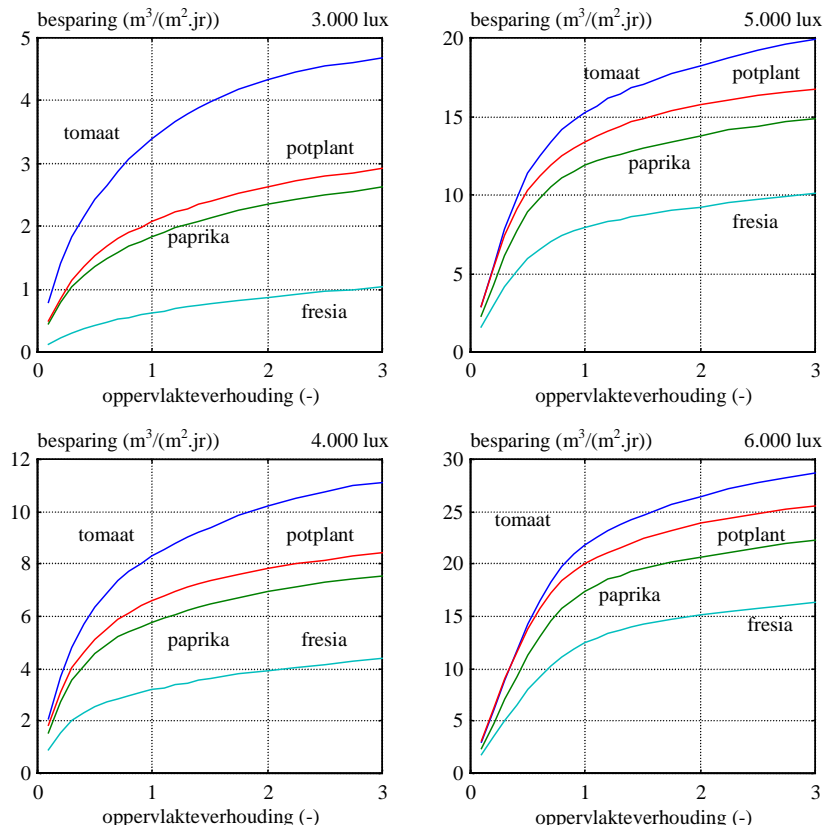
² Eerder is aangegeven dat het macroenergetisch effect van 1 kWh levering bij gebruik van de restwarmte door een tuinbouwbedrijf tot 0,08 m³ a.e. energiebesparing leidt.

gesproken wordt over brandstofbesparing dan wordt hiermee de som van deze effecten bedoeld.

5.4.2.1 Warmtelevering met w/k-installatie door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf

Bij clustering van een belichtend bedrijf met een niet-belichtend bedrijf, waarbij alleen warmte wordt geleverd, biedt de warmtevraag van het niet-belichtende bedrijf in de eerste plaats de mogelijkheid om de warmteoverschotten die ontstaan bij de productie van elektriciteit voor de assimilatiebelichting op te nemen. Daarnaast biedt clustering de mogelijkheid om het aantal draaiuren ten behoeve van elektriciteitslevering aan het openbare net te laten toenemen. Daarbij is rekening gehouden met het feit dat de niet-belichtende tuinder in de eerste plaats warmte uit zijn eigen warmteopslagtank gebruikt (deze is gevuld met warmte die vrijgekomen is bij CO₂-dosering in periode zonder warmtevraag). Pas als de warmteopslagtank leeg is, zal er warmte van de belichtende tuinder worden afgenomen.

In figuur 5.4 is het besparingseffect als som van de voorkomen warmtevernietiging en de extra elektriciteitsproductie weergegeven.



Figuur 5.4 Primair-brandstofbesparing per m² belichtend rozenbedrijf bij clustering met niet-belichtend bedrijf als functie van de oppervlakteverhouding tussen beide bedrijven voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf, waarbij het belichtende bedrijf met een w/k-installatie warmte levert aan het niet-belichtende bedrijf

Het eerste wat opvalt in figuur 5.4 in vergelijking tot figuur 5.3 is dat de besparingen geen duidelijk maximum hebben. Dit komt doordat de elektriciteitsproductie voor het openbare net bij toenemende oppervlakteverhouding steeds verder kan toenemen. Er is overigens wel een maximum, namelijk op het moment dat de w/k-installatie zonder warmteoverschotten 8.760 uur op volle capaciteit zou kunnen draaien.

De belangrijkste conclusies op basis van figuur 5.4 zijn:

1. de besparingen per m² rozenbedrijf nemen bij toenemende oppervlakteverhoudingen tussen het rozenbedrijf en het niet-belichtende bedrijf af (afnemende meeropbrengsten);
2. de besparingen per m² rozenbedrijf zijn bij alle belichtingsintensiteit het hoogst bij clustering met een tomatenbedrijf gevolgd door een potplanten- en paprikabedrijf. De besparingen per m² rozenbedrijf zijn het laagst bij clustering met een fresiabedrijf.

Verder kan op basis van vergelijking van figuur 5.3 en figuur 5.4 geconcludeerd worden dat bij lage belichtingsintensiteiten de meeste primair-brandstofbesparing voortkomt uit de elektriciteitsproductie voor het openbare net. De behaalde besparingen zijn immers aanzienlijk groter dan het warmteoverschot (tabel 5.1). Bij hoge belichtingsintensiteiten levert het voorkomen van warmteoverschotten een ongeveer even grote bijdrage aan de besparingen als de toename van de elektriciteitsproductie voor het openbare net.

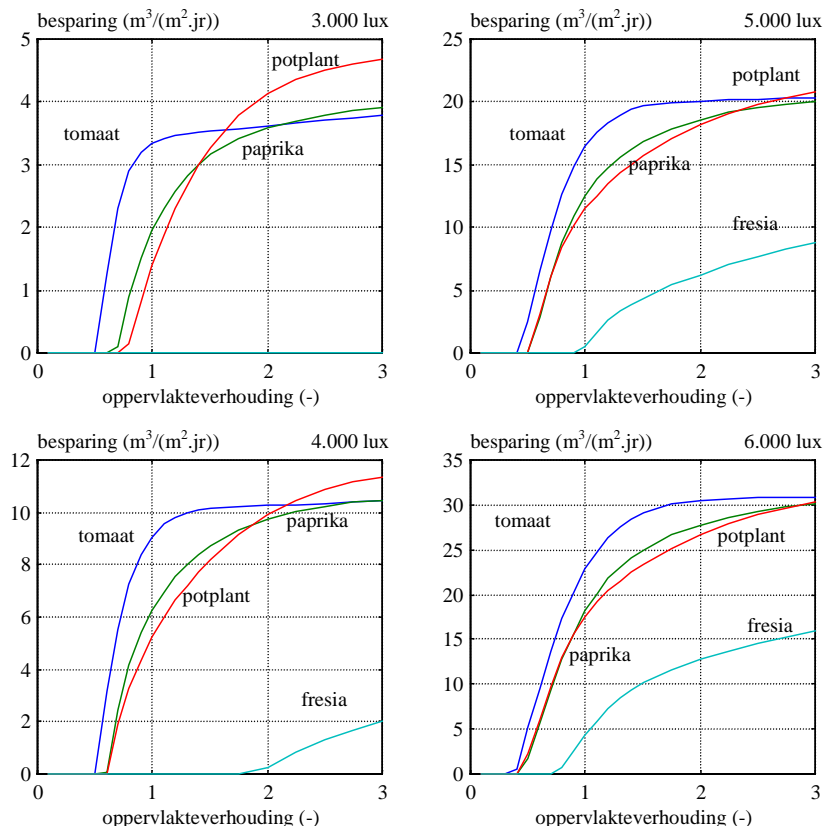
5.4.2.2 Elektriciteitslevering met w/k-installatie door niet-belichtend bedrijf aan belichtende bedrijf

Bij clustering van een belichtend bedrijf met een niet-belichtend bedrijf, waarbij de w/k-installatie op het niet-belichtend bedrijf is geplaatst kan ook warmtevernietiging worden voorkomen. Ook hier hangt dit natuurlijk in belangrijke mate af van de oppervlakteverhouding. Bij onvoldoende oppervlakteverhouding kunnen de warmteoverschotten zelfs toenemen¹ ten opzichte van de referentiesituatie (netgekoppelde w/k-installatie op het belichtende bedrijf, paragraaf 5.4.2). Eenzelfde effect treedt op bij elektriciteitslevering aan het openbare net. Wanneer de warmtevraag van het niet-belichtende bedrijf minder is dan van het rozenbedrijf in de referentiesituatie, zal minder elektriciteit geleverd worden aan het openbare net dan in de referentiesituatie, waardoor er per saldo meer brandstof gebruikt wordt.

Omwille van de systematiek in de scenarioberekeningen is in alle gevallen het w/k-vermogen zodanig gekozen dat het voldoende is voor de belichting op het rozenbedrijf. De consequentie hiervan is dat bij kleine oppervlakteverhoudingen relatief grote w/k-installaties op de niet-belichtende bedrijven zijn opgesteld.

In figuur 5.5 is de primair-brandstofbesparing van het cluster (uitgedrukt per vierkante meter rozenbedrijf) weergegeven ten opzichte van de referentiesituatie, waarbij de w/k-installatie (uitgerust met rookgasreiniger) op het rozenbedrijf is opgesteld.

¹ Het is echter de vraag of in de praktijk in dergelijke situaties wel onderling elektriciteit geleverd zal worden.



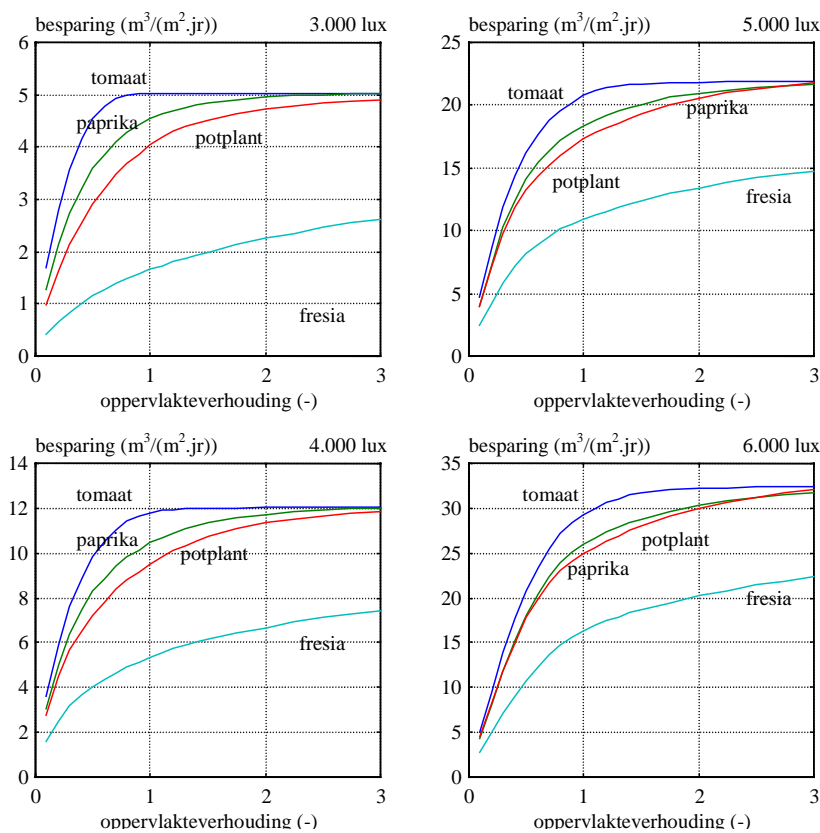
Figuur 5.5 Primair-brandstofbesparing per m^2 belichtend rozenbedrijf bij clustering met een niet-belichtend bedrijf als functie van de oppervlakteverhouding tussen beide bedrijven voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf, waarbij het niet-belichtende bedrijf met een w/k-installatie elektriciteit levert aan het belichtende bedrijf

De opvallendste zaken uit figuur 5.5 zijn:

1. pas bij een oppervlakteverhouding tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf vanaf circa 0,75 wordt door het rozenbedrijf primair brandstof bespaard (daaronder treedt het genoemde effect op dat het (ongunstige) cluster meer energie verbruikt dan de niet geclusterde situatie);
2. de besparingen per m^2 rozenbedrijf zijn bij clustering met een fnesia bedrijf zeer gering. Bij een belichtingsintensiteit van $3.000 \text{ lux}/\text{m}^2$ is elektriciteitslevering door een fnesia bedrijf zelfs bij alle oppervlakteverhoudingen energetisch ongunstiger dan de referentiesituatie. In de referentiesituatie is uitgegaan van een solitair rozenbedrijf met een w/k-installatie in parallelbedrijf;
3. de extra besparingen per m^2 rozenbedrijf nemen bij het toenemen van de oppervlakteverhouding snel afnemen (afnemende meeropbrengsten). Dit geldt zeker in vergelijking met figuur 5.4.

5.4.2.3 Warmte-, elektriciteit en CO₂-levering door facilitair bedrijf aan belichtend en niet-belichtend bedrijf

Bij clustering van een belichtend en een niet-belichtend bedrijf, waarbij warmte, elektriciteit en CO₂ vanuit een facilitair bedrijf aan beide bedrijven wordt geleverd, wordt in tegenstelling tot de voorgaande clustervormen het aantal draaiuren van de w/k-installatie niet beperkt doordat één van beide bedrijven in een deel van de warmtevraag voorziet met ketelwarmte die vrijgekomen is bij het CO₂-dosereren. Door CO₂-levering uit de rookgassen van de w/k-installatie aan beide bedrijven in combinatie met elektriciteitslevering aan het openbare net kan het aantal draaiuren van de w/k-installatie worden gemaximaliseerd. In figuur 5.6 zijn de besparingsperspectieven voor deze clustervorm weergegeven ten opzichte van de referentiesituatie (netgekoppelde w/k-installatie is uitgerust met rookgasreiniger en is opgesteld op het rozenbedrijf).



Figuur 5.6 Primair-brandstofbesparing per m² belichtend rozenbedrijf bij clustering met een niet-belichtend bedrijf als functie van de oppervlakteverhouding tussen beide bedrijven voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf, waarbij een facilitair bedrijf beide bedrijven van warmte, elektriciteit en CO₂ voorziet

De belangrijkste conclusies op basis van figuur 5.6 zijn:

1. de besparingen per m² rozenbedrijf zijn het hoogst bij clustering met een tomatenbedrijf gevolgd door een potplanten- en paprikabedrijf (afhankelijk van de

- belichtingsintensiteit). De besparingen zijn het laagst bij clustering met een fresiabe-drijf;
- de maximale besparing per m^2 rozenbedrijf wordt bereikt bij een lage oppervlakte-verhouding tussen het rozenbedrijf en het niet-belichtende bedrijf (circa 0,5 bij 3.000 lux/ m^2 en circa 1,25 bij 6.000 lux/ m^2) met uitzondering van de combinatie roos-fresia.

In vergelijking met de figuren 5.4 en 5.5 kan geconcludeerd worden dat de maximale brandstofbesparing per m^2 rozenbedrijf bij alle drie de clustervormen ongeveer gelijk is. Bij clustervorm 3 wordt deze maximale besparing echter al bij kleinere oppervlakteverhoudingen tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf gerealiseerd.

5.4.3 Een casestudy

In deze paragraaf wordt aan de hand van een casestudy de resultaten van de berekeningen uit de voorgaande paragrafen samengevat. Er wordt uitgegaan van een clusterproject bestaande uit twee bedrijven; een belichtend bedrijf en een niet-belichtend bedrijf. Het belichtende bedrijf is een rozenbedrijf, waarvoor de belichtingsintensiteit wordt gevarieerd (3.000, 4.000, 5.000 en 6.000 lux/ m^2). Voor het niet-belichtende bedrijf wordt uitgegaan van verschillende teelten (tomaat, paprika, potplant en fresia). Het cluster heeft een totale oppervlakte van 6 ha waarbij uitgegaan van de volgende twee oppervlakteverhoudingen tussen het niet-belichtende en belichtende bedrijf; 1:1 en 2:1. In tegenstelling tot voorgaande paragrafen wordt de primair-brandstofbesparing in deze paragraaf uitgedrukt in m^3 a.e. per m^2 cluster per jaar in plaats van m^3 a.e. per m^2 belichtend bedrijf per jaar. In de tabel 5.3 zijn de resultaten weergegeven voor een niet-netgekoppeld cluster.

Tabel 5.3 Primair-brandstofbesparing in m^3 aardgas per m^2 cluster bij clustering (niet-netgekoppeld) van een belichtend rozenbedrijf en een niet-belichtend bedrijf (totaal oppervlakte 6 ha) bij twee verschillende oppervlakteverhoudingen tussen beide bedrijven voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf

Belichtingsintensiteit		Cluster inclusief oppervlakteverhouding							
lux/ m^2	W/ m^2	tomaat - roos		paprika - roos		potplant - roos		fresia - roos	
		3 - 3	4 - 2	3 - 3	4 - 2	3 - 3	4 - 2	3 - 3	4 - 2
3.000	25,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
4.000	34	1,6	1,1	1,3	1,0	1,5	1,0	0,8	0,6
5.000	42,5	4,6	3,2	4,1	2,9	4,6	3,2	2,9	2,2
6.000	51	7,8	5,5	7,0	5,0	8,0	5,7	5,3	4,1

Uit tabel 5.3 blijkt duidelijk dat de primair-brandstofbesparing per m^2 cluster in alle gevallen bij een oppervlakteverhouding (tussen het niet-belichtende en belichtende bedrijf) van 1:1 hoger is dan bij een oppervlakteverhouding van 2:1. Ook blijkt uit tabel 5.3 dat,

uitgaande van de teeltbeschrijving conform bijlage 6, de absolute besparingen per m² cluster voor een niet-netgekoppeld cluster het hoogst is voor de combinatie van potplanten en rozenbedrijf. Op de voet gevolgd door de combinatie van tomaat- en rozenbedrijf.

In tegenstelling tot bij de berekeningen voor het niet-netgekoppelde cluster is bij de berekeningen voor het netgekoppelde cluster ervan uitgegaan dat de w/k-installatie is uitgerust met een rookgasreiniger en dat er elektriciteit wordt geleverd aan het openbare net. Voor het netgekoppelde cluster zijn alle drie de clustervormen doorgerekend: 1) warmtelevering door belichtend bedrijf aan niet-belichtend bedrijf, 2) elektriciteitslevering door niet-belichtend bedrijf aan belichtend bedrijf en 3) warmte-, elektriciteit- en CO₂-levering door facilitair bedrijf aan belichtend en niet-belichtend bedrijf. In tabellen de 5.4 tot en met 5.6 zijn de resultaten weergegeven voor deze netgekoppelde clusters.

Tabel 5.4 Primair-brandstofbesparing in m³ aardgas per m² cluster bij clustering (netgekoppeld) van een belichtend rozenbedrijf en een niet-belichtend bedrijf (totaal oppervlakte 6 ha) bij twee verschillende oppervlakteverhoudingen tussen beide bedrijven) voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf, waarbij het belichtende bedrijf met een w/k-installatie warmte levert aan het niet-belichtende bedrijf

Belichtingsintensiteit		Cluster inclusief oppervlakteverhouding							
lux/m ²	W/m ²	tomaat - roos 3 - 3 4 - 2		paprika - roos 3 - 3 4 - 2		potplant - roos 3 - 3 4 - 2		fresia - roos 3 - 3 4 - 2	
3.000	25,5	1,7	1,4	0,9	0,8	1,0	0,9	0,3	0,3
4.000	34	4,2	3,4	2,9	2,3	3,3	2,6	1,6	1,3
5.000	42,5	7,6	6,1	5,9	4,6	6,7	5,2	4,0	3,1
6.000	51	10,9	8,8	8,7	6,9	10,0	8,0	6,2	5,0

Tabel 5.5 Primair-brandstofbesparing in m³ aardgas per m² cluster bij clustering (netgekoppeld) van een belichtend rozenbedrijf en een niet-belichtend bedrijf bij twee verschillende oppervlakteverhoudingen tussen beide bedrijven (totaal oppervlakte 6 ha) voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf, waarbij het niet-belichtende bedrijf met een w/k-installatie elektriciteit levert aan het belichtende bedrijf

Belichtingsintensiteit		Cluster inclusief oppervlakteverhouding							
lux/m ²	W/m ²	tomaat - roos 3 - 3 4 - 2		paprika - roos 3 - 3 4 - 2		potplant - roos 3 - 3 4 - 2		fresia - roos 3 - 3 4 - 2	
3.000	25,5	1,7	1,2	1,0	1,2	0,7	1,4	-2,8	-1,0
4.000	34	4,5	3,4	3,1	3,3	2,6	3,3	-1,8	0,1
5.000	42,5	8,2	6,7	6,3	6,2	5,7	6,1	0,3	2,1
6.000	51	11,4	10,2	9,1	9,3	8,8	8,9	2,2	4,3

Tabel 5.6 *Primair-brandstofbesparing in m³ aardgas per m² cluster bij clustering (netgekoppeld) van een belichtend rozenbedrijf en een niet-belichtend bedrijf (totaal oppervlakte 6 ha) bij twee verschillende oppervlakteverhoudingen tussen beide bedrijven voor verschillende niet-belichte teelten en bij verschillende belichtingsintensiteiten voor het belichtende bedrijf, waarbij een facilitair bedrijf beide bedrijven van warmte, elektriciteit en CO₂ voorziet*

Belichtingsintensiteit		Cluster inclusief oppervlakteverhouding							
lux/m ²	W/m ²	tomaat - roos		paprika - roos		potplant - roos		fresia - roos	
		3 - 3	4 - 2	3 - 3	4 - 2	3 - 3	4 - 2	3 - 3	4 - 2
3.000	25,5	2,5	1,7	2,3	1,7	2,0	1,6	0,8	0,7
4.000	34	5,9	4,0	5,2	3,9	4,8	3,8	2,7	2,2
5.000	42,5	10,4	7,3	9,2	7,0	8,6	6,9	5,4	4,5
6.000	51	14,6	10,7	13,0	10,1	12,4	10,0	8,2	6,7

Allereerst leert vergelijking van tabel 5.3 met de tabellen 5.4 tot en met 5.6 dat netgekoppelde clusters hogere besparingen realiseren dan niet-netgekoppelde clusters. Verder blijkt uit tabel 5.4 dat bij warmtelevering door het belichtende bedrijf aan het niet-belichtende bedrijf de primair-brandstofbesparing per m² cluster in alle gevallen bij een oppervlakteverhouding (tussen het niet-belichtende en belichtende bedrijf) van 1:1 hoger is dan bij een oppervlakteverhouding van 2:1. Dit geldt ook voor het cluster, waarbij een facilitair bedrijf beide bedrijven warmte, elektriciteit en CO₂ levert (tabel 5.6). Voor de clustervorm, waarbij het niet-belichtende bedrijf elektriciteit levert aan het belichtende bedrijf, is afhankelijk van de niet-belichte teelt de besparing per m² cluster het hoogst bij een oppervlakteverhouding van 1:1 of bij een oppervlakteverhouding van 2:1.

Vergelijking van tabel 5.4 en tabel 5.5 leert dat elektriciteitslevering door het niet-belichtende bedrijf aan het belichtende bedrijf in de meeste gevallen tot hogere besparingen leidt dan warmtelevering door het belichtende bedrijf aan het niet-belichtende bedrijf. Een belangrijke uitzondering hierop is de combinatie van fresia- en rozenbedrijf. Elektriciteitslevering door het fresiabedrijf aan het rozenbedrijf kan zelfs tot extra energieverbruik leiden. Vergelijking van de tabellen 5.4. tot en met 5.6 leert verder dat de clustervorm, waarbij een facilitair bedrijf warmte, elektriciteit en CO₂ levert aan beide bedrijven, tot de hoogste besparingen leidt. De absolute besparingen per m² cluster is voor een netgekoppeld cluster het hoogst voor de combinatie van tomaat- en rozenbedrijf. Achtereenvolgens gevolgd door de combinaties van paprika- en rozenbedrijf, potplanten- en rozenbedrijf en tot slot fresia- en rozenbedrijf. Voor al deze conclusies met betrekking tot de combinaties van belichtende en niet-belichtende teelt moet in acht worden gehouden dat deze alleen gelden wanneer de klimaatinstellingen voldoen aan de in de bijlage 6 beschreven uitgangssituaties. In de praktijk kunnen de teeltwijzen hier aanzienlijk van afwijken.

5.5 Perspectieven primair-brandstofbesparing door energieclustering op sectorniveau

5.5.1 Algemene uitgangspunten

Het effect van energieclustering op de primair-brandstofbesparing op sectorniveau wordt geschat voor het jaar 2010, waarbij de resultaten van de praktijkinventarisatie en de uitkomsten van de simulatieberekeningen op projectniveau de basis vormen. De besparingen op sectorniveau worden geschat aan de hand van verschillende scenario's. In het vervolg van deze paragraaf worden eerst de algemene uitgangspunten beschreven die voor alle scenario's gelden en vervolgens wordt bij omschrijving van de scenario's de specifieke uitgangspunten per scenario vermeld. De belangrijkste algemene uitgangspunten zijn:

1. in 2010 komen geen andere energieclustervormen voor dan de drie clustervormen die uit de praktijkinventarisatie naar voren zijn gekomen (hoofdstuk 4 en paragraaf 5.2);
2. de drie verschillende clustervormen sluiten elkaar uit. Met andere woorden een bedrijf kan slechts in één clusterproject (ongeacht clustervorm) participeren;
3. in 2010 zijn de besparingen per m² belichtend rozenbedrijf gelijk aan de besparingen zoals berekend in paragraaf 5.4 voor de drie clustervormen op basis van de teeltbeschrijvingen in bijlage 6;
4. voor 2010 wordt voor het totaal areaal glastuinbouw uitgegaan van het EC-scenario, waarbij uitgegaan is van de spreiding van het areaal over de bedrijfstypen conform het onderzoek *Kansen voor kassen* (Alleblas en Mulder, 1997). Bovendien is ervan uitgegaan dat het areaal van bedrijfstype 2 voor 100% bestaat uit belichtende rozenbedrijven. Verder kunnen de niet-belichtende teelten die in paragraaf 5.4 zijn doorgerekend in de volgende bedrijfstypen worden ondergebracht: tomaat en paprika (bedrijfstype 1), potplanten (bedrijfstype 3) en fresia (bedrijfstype 6). In bijlage 3 is een korte beschrijving opgenomen van de zes bedrijfstypen, tevens is per bedrijfstype het verwachte areaal in 2010 vermeld.

Op basis van deze uitgangspunten kan geconcludeerd worden dat het areaal belichtende rozenbedrijven bepalend is voor het maximale areaal c.q. maximum aantal clusterprojecten in 2010¹. Dit in het achterhoofd houdend zijn vijf scenario's uitgewerkt. Scenario 1 staat voor het optimale scenario (paragraaf 5.5.2). De andere vier scenario's zijn afgeleiden hiervan. In het vervolg van deze paragraaf zijn de vijf scenario's omschreven inclusief de bijbehorende uitgangspunten.

5.5.2 Omschrijvingen en resultaten scenario's

Omschrijving en resultaat scenario 1

Scenario 1 staat voor het optimale scenario. Dit betekent dat ervan uitgegaan wordt dat in 2010 het totale areaal rozen geclusterd is. Bovendien wordt ervan uitgegaan dat geclusterd is conform de clustervorm die leidt tot de hoogste besparingen per m² belichtend rozenbe-

¹ Deze conclusie wordt afgeleid uit het feit dat alle drie de clustervormen gevormd worden door een belichtend rozenbedrijf en een niet-belichtend bedrijf en het gegeven dat het areaal belichtende snijbloemen (bedrijfstype 2) kleiner is dan het areaal niet-belichtende bedrijven (bedrijfstypen 1, 3 en 6).

drijf, waarbij er tevens vanuit is gegaan dat geclusterd is met een niet-belichte teelt¹ die gegeven de clustervorm leidt tot de hoogste besparingen per m² belichtend rozenbedrijf. Concreet betekent dit dat in 2010 het totale areaal rozenbedrijven geclusterd is met tomatenbedrijven volgens clustervorm 3, waarbij de rozenbedrijven een belichtingsintensiteit hanteren van 6.000 lux/m². In tabel 5.7 zijn de resultaten van scenario 1 weergegeven inclusief de resultaten van gevoeligheidsanalyse, waarbij respectievelijk 50%, 25% en 10% van het areaal rozen is geclusterd.

Uit tabel 5.7 kan afgeleid worden dat het energieverbruik van het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m² 321 mln. m³ lager is als alle rozenbedrijven clusteren met tomatenbedrijven conform clustervorm 3 (faciliteit bedrijf) in vergelijking met de referentiesituatie (alle rozenbedrijven hebben een eigen w/k-installatie in parallelbedrijf en leveren geen warmte).

Tabel 5.7 Aardgasbesparing en CO₂-reductie op sectorniveau voor scenario 1 bij verschillende percentages van het totaal areaal rozen dat in 2010 geclusterd is

Areaal rozen a)	100%	50%	25%	10%
Scenario 1 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	321	161	80	32
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	578	289	145	58

a) Percentage van het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) dat geclusterd is; b) Uitgaande van de aardgasbesparingen per m² rozen bij toepassing van clustervorm 3, bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m² voor het rozenbedrijf en een (bijna) optimale oppervlakteverhouding (1:1) tussen belichte teelt (roos) en niet-belichte teelt (tomaat).

Omschrijving en resultaat scenario 2

Scenario 2 is een afgeleide van scenario 1. Ook bij scenario 2 wordt ervan uitgegaan dat het totale areaal rozenbedrijven geclusterd is met tomatenbedrijven volgens clustervorm 3. Maar in plaats van een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m² wordt uitgegaan van een belichtingsintensiteit van 4.000 lux/m² bij rozenbedrijven. In tabel 5.4 zijn de resultaten van scenario 2 vermeld. Ook zijn in tabel 5.8 de resultaten van scenario 2 weergegeven indien niet 100% van de rozenbedrijven geclusterd is, maar 50%, 25% of 10% van de bedrijven.

Uit vergelijking van tabel 5.7 en 5.8 blijkt dat het besparingspotentieel bij een belichtingsintensiteit van 4.000 lux/m² nog niet de helft is van het besparingspotentieel bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m². Dit kan verklaard worden komt doordat de warmteoverschotten en het w/k-vermogen bij een belichtingsintensiteit van 4.000 lux/m² kleiner is dan bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m².

¹ Eén van de niet-belichtende teelten die in paragraaf 5.2 zijn geselecteerd (tomaat, paprika, potplanten en fresia).

Tabel 5.8 Aardgasbesparing en CO₂-reductie op sectorniveau voor scenario 2 bij verschillende percentages van het totaal areaal rozen dat in 2010 geclusterd is

Areaal rozen a)	100%	50%	25%	10%
Scenario 2 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	130	65	32	13
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	234	117	58	23

a) Percentage van het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) dat geclusterd is; b) Uitgaande van aardgasbesparingen per m² rozen bij toepassing van clustervorm 3, bij een belichtingsintensiteit van 4.000 lux/m² voor het rozenbedrijf en een (bijna) optimale oppervlakteverhouding (1:1) tussen belichte teelt (roos) en niet-belichte teelt (tomaat).

Omschrijving en resultaat scenario 3

Scenario 3 is eveneens een afgeleide van scenario 1. Hierbij is in plaats van clustering met tomaat (de niet-belichte teelt die tot de hoogste besparingen leidt) geclusterd met de vier onderscheidde niet-belichte teelten (tomaat, paprika, potplant en fresia) naar rato van het areaal dat in 2010 voor deze bedrijfstypen verwacht wordt. Dit leidt tot de volgende combinaties: 165 ha roos-tomaat, 165 ha roos-paprika, 550 ha roos-potplanten en 220 ha roos-fresia¹. Net als in scenario 1 wordt ervan uitgegaan dat alleen clustervorm 3 wordt toegepast en het rozenbedrijf een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m² toepast. Tabel 5.9 geeft de resultaten weer van scenario 3, tevens zijn de resultaten weergegeven indien niet 100% van het areaal rozen maar respectievelijk 50%, 25% en 10% van het areaal rozen is geclusterd.

Tabel 5.9 Aardgasbesparing en CO₂-reductie op sectorniveau voor scenario 3 bij verschillende percentages van het totaal areaal rozen dat in 2010 geclusterd is

Areaal rozen a)	100%	50%	25%	10%
Scenario 3 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	264	132	66	26
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	474	237	119	47

a) Percentage van het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) dat geclusterd is; b) Uitgaande van aardgasbesparingen per m² rozen bij toepassing van clustervorm 3, bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m² voor het rozenbedrijf en een (bijna) optimale oppervlakteverhouding (1:1) tussen belichte teelt (roos) en niet-belichte teelt (respectievelijk tomaat, paprika, potplant en fresia).

Omschrijving en resultaten scenario 4

Scenario 4 is qua clustering gelijk aan scenario 3, maar qua belichtingsintensiteit gelijk aan scenario 2 (dus 4.000 lux/m²). De resultaten van scenario 4 zijn weergegeven in tabel 5.10.

¹ Aanvullend op uitgangspunt 4 (paragraaf 5.6.1) is ervan uitgegaan dat potplanten (bedrijfstype 3) ook bedrijfstype 5 vertegenwoordigd en fresia (bedrijfstype 6) eveneens bedrijfstype 4 vertegenwoordigd.

Tabel 5.10 Aardgasbesparing en CO₂-reductie op sectorniveau voor scenario 4 bij verschillende percentages van het totaal areaal rozen dat in 2010 geclusterd is

Areaal rozen a)	100%	50%	25%	10%
Scenario 4 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	101	51	25	10
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	182	91	46	18

a) Percentage van het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) dat geclusterd is; b) Uitgaande van aardgasbesparingen per m² rozen bij toepassing van clustervorm 3, bij een belichtingsintensiteit van 4.000 lux/m² voor het rozenbedrijf en een (bijna) optimale oppervlakteverhouding (1:1) tussen belichte teelt (roos) en niet-belichte teelt (respectievelijk tomaat, paprika, potplant en fresia).

Omschrijving en resultaten scenario 5

Ook scenario 5 is een afgeleide van scenario 1. In plaats van dat alle rozenbedrijven clustervorm 3 toepassen (scenario 1) wordt er bij scenario 5 ervan uitgegaan dat in 2010 clustervorm 1, 2 en 3 wordt toegepast naar ratio van het aantal projecten per clustervorm anno 2000 (praktijkinventarisatie). Concreet betekent dit dat van het totale areaal rozen in 2010 respectievelijk 730 ha clustervorm 1, 220 ha clustervorm 2 en 150 ha clustervorm 3 toepast (100%-situatie). Daarbij is ervan uitgegaan dat 50% van het areaal dat clustervorm 1 toepast niet-netgekoppeld is en de andere 50% netgekoppeld. Het totaal areaal rozen is geclusterd met tomaat, met uitzondering van 365 ha rozen (clustervorm 1, niet-netgekoppeld), welke geclusterd is met potplanten. Verder is ervan uitgegaan dat alle rozenbedrijven een belichtingsintensiteit toepassen van 6.000 lux/m². De resultaten van scenario 5 zijn in tabel 5.11 weergegeven.

Tabel 5.11 Aardgasbesparing en CO₂-reductie op sectorniveau voor scenario 5 bij verschillende percentages van het totaal areaal rozen dat in 2010 geclusterd is

Areaal rozen a)	100%	50%	25%	10%
Scenario 5 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	232	116	58	23
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	417	209	104	42

a) Percentage van het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) dat geclusterd is; b) Uitgaande van aardgasbesparingen per m² rozen bij toepassing van respectievelijk clustervorm 1,2 of 3, bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m² voor het rozenbedrijf en een (bijna) optimale oppervlakteverhouding (1:1) tussen belichte teelt (roos) en niet-belichte teelt (respectievelijk tomaat en potplanten).

5.5.3 Analyse resultaten scenario's

In de vorige paragraaf is met behulp van een vijftal scenario's een indicatie gegeven van de bijdrage die energieclustering in het jaar 2010 in energiebesparing kan opleveren. In het

vervolg van deze paragraaf worden deze vijf scenario's geanalyseerd aan de hand van tabel 5.12. Deze tabel is een samenvoeging van de tabellen 5.7 tot en met 5.11.

Scenario 1 geeft een theoretische maximum dat qua primair-brandstofbesparing behaald kan worden in 2010 gegeven huidige clustervormen (praktijkinventarisatie) en huidige wijze van telen (bijlage 6 'teeltbeschrijvingen'). Volgens dit optimale scenario kan 321 mln. m³ a.e. bespaard worden met energieclustering. Qua grootte orde is dit 7% van het verbruik van de totale glastuinbouwsector in 1999. Van deze 321 mln. m³ a.e. wordt bijna 180 mln. m³ a.e. bespaard door het nuttig aanwenden van warmteoverschotten¹. De overige besparingen zijn het resultaat van het terugleveren van elektriciteit aan het openbare net.

Tabel 5.12 Aardgasbesparing en CO₂-reductie op sectorniveau voor scenario 5 bij verschillende percentages van het totaal areaal rozen dat in 2010 geclusterd is

Areaal rozen a)	100%	50%	25%	10%
Scenario 1 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	321	161	80	32
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	578	289	145	58
Scenario 2 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	130	65	32	13
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	234	117	58	23
Scenario 3 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	264	132	66	26
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	474	237	119	47
Scenario 4 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	101	51	25	10
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	182	91	46	18
Scenario 5 b)				
- Aardgasbesparing (m ³ * 10 ⁶)	232	116	58	23
- CO ₂ -reductie (kg * 10 ⁶)	417	209	104	42

a) Percentage van het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) dat geclusterd is; b) Uitgaande van aardgasbesparingen per m² rozen.

De scenario's 2 tot en met 5 geven een beeld van de gevoelheden van een aantal factoren op het besparingspotentieel van clustering. Zo laat scenario 2 zien dat de belichtingsintensiteit een belangrijke factor is. Hoewel hiervoor een logische verklaring is het besparingspotentieel in scenario 2 minder dan de helft dan dat in scenario 1 (bij een lagere belichtingsintensiteit zijn de warmteoverschotten lager en dus is per definitie minder te besparen). Scenario 3 geeft aan dat het type niet-belichtende bedrijf (via de warmte- en CO₂-vraag) eveneens een belangrijke factor is die bepalend is voor het besparingspotentieel van clustering. Scenario 5 geeft op zijn beurt aan dat de clustervorm sec ook bepalend is voor de hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden door energieclustering. Uiteraard is ook het areaal bepalend in deze. Bij elke scenario is daarom ook aangegeven wat

¹ 1.100 ha * 16,2 m³ a.e./m² (tab. 5.2) = 178 mln. m³ a.e.

het effect is wanneer niet het totale areaal rozen in 2010 geclusterd is maar slechts 50, 25 of 10% van het areaal¹. Er zijn immers diverse redenen op te noemen op basis waarvan verondersteld kan worden dat in 2010 niet alle rozenbedrijven participeren in een energieclusterproject: tuinder is niet bereid om een deel van zijn zelfstandigheid in te leveren ten behoeve van samenwerking in een energieclusterverband, geen geschikte clusterpartner in directe omgeving van het bedrijf enzovoort.

Samenvattend kan gesteld worden dat in de meeste optimale situatie (scenario 1) met energieclustering op sectorniveau een behoorlijke hoeveelheid primair brandstof bespaard kan worden; 321 mln. m³ aardgas. Dit komt overeen met 7% van het primair-brandstofverbruik van de sector in 1999. Ofwel een besparing van 3,6 m³/m² op sectorniveau. De besparingen per m² cluster liggen uiteraard fors hoger, namelijk 14,6 m³/m² cluster (tabel 5.6). Het besparingspotentieel op sectorniveau loopt lineair af met het aandeel geclusterde bedrijven; is slechts 10% het areaal rozen in 2010 geclusterd dan wordt slechts 32 mln. m³ aardgas bespaard (scenario 1).

¹ In paragraaf 5.5.1 is geconcludeerd dat het areaal rozen in 2010 de beperkende factor is.

6. Liberalisering energiemarkt en energieclustering

6.1 Inleiding

Door de Nederlandse overheid zijn reeds verschillende stappen ondernomen die moeten leiden tot een vrije energiemarkt. Zo heeft het parlement in 1999 de Elektriciteitswet 1998 aangenomen, waarin regelgeving met betrekking tot een vrije elektriciteitsmarkt is vastgelegd. Verder is door het parlement in 2000 de nieuwe Gaswet aangenomen, waarin regelgeving met betrekking tot een vrije gasmarkt is opgenomen. Beide wetten hebben grote gevolgen voor de Nederlandse glastuinbouw en dan met name voor warmtekracht (Van der Velden et al., 1999; Van Dril et al, 1999). Uit beide studies blijkt dat de liberalisering van de energiemarkten een belangrijke bedreiging is voor de rentabiliteit van w/k-installaties in de glastuinbouw. Terwijl juist uit de praktijkinventarisatie is gebleken dat warmtekracht eigenlijk de basis vormt van alle bestaande clustervormen (hoofdstuk 4). Kortom de liberalisering van de energiemarkt vormt voor deze clustervormen dus een belangrijke bedreiging. Anderzijds is uit de interviews gebleken dat de liberalisering van de energiemarkt niet per definitie als een bedreiging wordt gezien. Energieclustering wordt namelijk ook gezien als mogelijkheid om te anticiperen op de nieuwe tariefstructuren binnen een vrije energiemarkt.

In dit hoofdstuk is stil gestaan bij de verschillende facetten van de liberalisering van de energiemarkt in relatie tot energieclustering. Eerst zijn in paragraaf 6.2 en 6.3 de hoofdlijnen uit de Elektriciteitswet 1998 en de nieuwe Gaswet beschreven die van belang zijn voor energieclusterprojecten. Vervolgens zijn in paragraaf 6.4 de effecten van beide wetten beschreven voor de drie clustervormen uit de praktijkinventarisatie. Tot slot van dit hoofdstuk is in paragraaf 6.5 ingegaan op de anticipatiemogelijkheden van energieclustering op de nieuwe tariefstructuren.

6.2 Hoofdlijnen uit de Elektriciteitswet 1998

De Nederlandse overheid wil door middel van liberalisering van de elektriciteitsmarkt bestaande monopolieposities doorbreken met als doel betere kwaliteit en service tegen verhoudingsgewijs lagere prijzen voor zowel consumenten als bedrijven (EZ, 1999). Om dit proces van liberalisering te stroomlijnen is door de Nederlandse overheid regelgeving met betrekking tot de productie, het transport en de levering van elektriciteit vastgelegd in de Elektriciteitswet 1998. In de Elektriciteitswet is ook vastgelegd dat de elektriciteitsmarkt gefaseerd wordt vrijgegeven voor respectievelijk bijzondere grootverbruikers, grootverbruikers en kleinverbruikers. De bijzondere grootverbruikers (afnemers met een vermogen groter dan 2 MW) hebben onmiddellijk na de invoering van de Elektriciteitswet (1 juli 1999) de vrijheid gekregen om zelf een elektriciteitsleverancier te kiezen. Vanaf 2002 is ook de middengroep (afnemers met een vermogen kleiner dan 2 MW, maar met

een maximale doorlaatwaarde van meer dan $3 * 80$ Ampère) vrij in de keuze van elektriciteitsleverancier. De laatste groep, de kleinverbruikers, kan met ingang van 2004 hun eigen elektriciteitsleverancier kiezen. Glastuinbouwbedrijven behoren tot de tweede en derde groep en zijn dus respectievelijk met ingang van 2002 en 2004 vrij. Afnemers die vrij zijn in het kiezen van een elektriciteitsleverancier worden vrije afnemers genoemd. Afnemers die nog geen keuzevrijheid hebben qua elektriciteitsleverancier worden ook wel beschermde afnemers genoemd.

De Elektriciteitswet 1998 onderscheidt naast elektriciteitsproducenten netbeheerders en leveranciers. Alleen leveranciers die beschikken over een leveringsvergunning mogen elektriciteit leveren aan beschermde afnemers. Conform het onderscheidt in netbeheerders en leveranciers zijn de elektriciteitstarieven gesplitst in een netwerkstarief en een leveringstarief. Het netwerkstarief bestaat op zijn beurt weer uit drie elementen: het aansluitstarief, het transportstarief en het systeemdienststarief. Vrije afnemers betalen het netwerkstarief dat vastgesteld is door de netbeheerder op wiens net de vrije afnemer is aangesloten. Vrije afnemers zijn vrij in het kiezen van hun elektriciteitsleverancier en betalen dus het leveringstarief dat de door hen uitgekozen leverancier hanteert. Voor beschermde afnemers, die nog geen keuzevrijheid hebben, wordt het leveringstarief vastgesteld door de Minister van Economische Zaken. Voor de beschermde afnemers geldt ook een apart netwerkstarief.

6.3 Hoofdpijnen uit de Gaswet

Met ingang van 10 augustus 2000 is de nieuwe Gaswet van kracht. In de Gaswet is regelgeving met betrekking tot de liberalisering van de gasmarkt vastgelegd. De liberalisering van de gasmarkt vindt gefaseerd plaats. De eerste groep afnemers (gasverbruik hoger dan 10 mln. m³ gas) zijn inmiddels al vrij in de keuze van gasleverancier. Op 1 januari 2002 volgt de tweede groep afnemers (gasverbruik hoger dan 1 mln. m³ gas). De laatste groep afnemers (gasverbruik lager dan 1 mln. m³ gas) kan met ingang van 2004 hun eigen gasleverancier kiezen. De meeste glastuinbouwbedrijven (circa 90%) hebben gasafname lager dan 1 mln. m³ per jaar en behoren dus tot groep 3 (Van der Velden en Bakker, in voorbereiding).

De Gaswet onderscheidt evenals de Elektriciteitswet netbeheerders en leveranciers. Een leverancier mag alleen gas leveren aan een beschermde afnemer (een afnemer die nog niet vrij is in de keuze van gasleverancier) als hij daartoe een vergunning heeft verkregen.

Parallel aan de nieuwe Gaswet is door Gasunie een nieuw tariefsysteem geïntroduceerd voor vrije afnemers; het CDS. De afkorting CDS staat voor Commodity Diensten Systeem. Dit systeem onderscheidt twee tariefcomponenten, namelijk het tarief voor het gas zelf (commodity) en een tarief voor diverse diensten om levering van gas mogelijk te maken. De volgende drie factoren zijn bepalend voor de tweede tariefcomponent (de diensten):

1. de contractcapaciteit (de maximale hoeveelheid aardgas die per uur kan worden afgenomen);
2. het volume (de totale hoeveelheid aardgas die per jaar wordt afgenomen);

3. de locatie van het bedrijf (de afstand tot het dichtstbijzijnde entrypoint en de afstand tot Noordbroek).

Simpel gezegd leidt dit systeem er toe dat afnemers met een gelijkmatig afnamepatroon beloofd worden met een relatief lage prijs en afnemers met een ongelijkmatig afnamepatroon betalen een relatief hoge prijs voor de geleverde diensten. De commodityprijs is daarentegen binnen het CDS (en dus bij gasafname bij Gasunie) voor iedere afnemer gelijk¹.

6.4 Gevolgen liberalisering energiemarkt voor clustervormen en -projecten

6.4.1 Algemeen

De liberalisering van de elektriciteits- en gasmarkt en de parallel daaraan nieuwe tariefstructuren zijn van invloed op de elektriciteits- en gasprijs voor individuele glastuinbouwbedrijven en energieclusterprojecten. In deze paragraaf wordt in het kort de algemene effecten beschreven. In de volgende paragraaf worden de specifieke gevolgen per onderscheiden clustervorm uit praktijkinventarisatie beschreven.

In de eerste plaats vervalt met de invoering van het CDS de tuinbouwgasprijs en de w/k-gasprijs. Simpel gezegd krijgen tuinders onder het CDS te maken een kale gasprijs plus een prijs voor de geleverde diensten. Met name de tariefstructuur voor 'de diensten' pakt ongunstig uit voor de glastuinbouw, omdat bij een ongelijkmatige gasafname (zoals voor glastuinbouwbedrijven) een hogere prijs betaald moet worden voor de diensten dan bij gelijkmatige (continue) afnamepatroon. Door de invoering van het CDS zal de gasprijs voor een gespecialiseerd glastuinbouwbedrijf gemiddeld stijgen met circa 13 à 16 ct/m³; voor individuele bedrijven loopt de stijging uiteen van 2 tot 57 ct/m³ (Van der Velden, et al., 1999). Bij deze berekeningen is geen rekening gehouden met de anticipatiemogelijkheden van tuinders op de nieuwe tariefstructuren.

De elektriciteitsprijs zal binnen een geliberaliseerde markt naar verwachting eerst dalen en daarna weer licht stijgen. Deze verwachting is gebaseerd op de veronderstelling dat de geliberaliseerde elektriciteitsmarkt het karakter zal hebben van een markt met volledige mededinging (kenmerken onder andere homogeen product, veel aanbieders en vragers). Dit betekent dat de prijs voor elektriciteit voornamelijk bepaald zal worden door de marginale kosten voor de opwekking van elektriciteit. Wanneer de bestaande overcapaciteit op elektriciteitsmarkt is verdwenen, zal naar verwachting de prijs voor elektriciteit gelijk zijn aan de gemiddelde opwekkingskosten (Van Dril et al, 1999).

De liberalisering van de energiemarkten heeft ook zijn effect op het gebruik van warmte van derden (restwarmte en warmte van w/k-installaties van energiebedrijven). Warmte van derden wordt veelal ingezet om in de basislast van de warmtevraag te voorzien. De ketel wordt alleen ingezet voor het opvangen van pieken in de warmtevraag en voor CO₂-dosering. Het gevolg hiervan is dat het toch al ongelijkmatige afnamepatroon van een glastuinbouwbedrijf door warmte in te kopen bij derden nog ongelijkmatiger

¹ Theoretisch gezien bestaat er wel de mogelijkheid om over de commodityprijs te onderhandelen.

wordt. Dit betekent dus dat glastuinbouwbedrijven die gebruikmaken van warmte van derden te maken krijgen met een extra gasprijsstijging voor het resterende piekgas. Hierdoor komt het bedrijfseconomisch voordeel van warmte van derden flink onder druk te staan. Bovendien zijn de warmte-inkopende tuinders doordat de warmteleveranciers geen leveringsgarantie afgeven genoodzaakt om in de situatie met warmtelevering dezelfde contractcapaciteit aan te houden als in de situatie zonder warmtelevering. Het effect van het CDS op de gasprijs is afhankelijk van de dekkingsgraad. Uit onderzoek blijkt dat de prijsstijging voor het piekgas kan oplopen tot 22,5 ct/m³ bij een dekkingsgraad van 40% en 57 ct/m³ bij een dekkingsgraad van 70% (Van der Velden et al., 1999). Door deze forse prijsstijging voor het piekgas komt het bedrijfseconomisch voordeel voor warmte van derden voor de tuinders onder druk te staan. Anderzijds staat ook voor energiebedrijven de exploitatie van w/k-installaties door de liberalisering van de energiemarkt onder forse druk; de energiebedrijven hebben aan de ene kant te maken met een forse kostenstijging (hogere gasprijs) en aan de andere kant met lagere opbrengsten (lagere opbrengstprijzen voor elektriciteit) (Van der Velden et al., 1999; Van Dril et al., 1999).

6.4.2 Clustervorm 1

Clustervorm 1 kan in het kort als volgt omschreven worden: warmtelevering met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf. Bij deze clustervorm zijn het warmteleverende en het warmte-inkopende bedrijf 'gewoon' twee aparte bedrijven met een aparte gas- en elektriciteitsaansluiting. Het effect van energieclustering (warmtelevering) wordt daarom apart beschreven voor het warmteleverende en het warmte-inkopende bedrijf, waarbij een vergelijking wordt gemaakt met de referentiesituatie namelijk geen energieclustering.

Het belichtende, warmteleverende bedrijf

Uitgaande van de in paragraaf 5.3.2 en 5.3.3 geformuleerde uitgangspunten met betrekking tot de regeling van de w/k-installatie kan geconcludeerd worden dat het effect van de invoering van een nieuw tariefstructuur voor respectievelijk gas en elektriciteit voor het warmteleverende bedrijf gelijk is als in de referentiesituatie (geen warmtelevering). Doordat de contractcapaciteit en de jaarlijkse gasafname door warmtelevering niet zal stijgen respectievelijk zal dalen, zal de gasprijs voor het warmteleverende bedrijf ten opzichte van de referentiesituatie niet veranderen. Dit neemt niet weg dat het warmteleverende bedrijf in vergelijking met de huidige situatie (voor invoering van het CDS) naar verwachting te maken krijgt met een (forse) prijsstijging voor aardgas.

Daarnaast krijgt de warmteleverende tuinder bij een netgekoppelde clustervorm binnen een geliberaliseerde energiemarkt te maken met lagere opbrengstprijzen voor aan het openbare net geleverde elektriciteit. Ook hiervoor geldt dat warmtelevering aan de buurman geen effect heeft op de te verwachte opbrengstdaling in vergelijking met de referentiesituatie (geen warmtelevering). Wel krijgt de warmteleverende tuinder in vergelijking met de referentiesituatie (geen warmtelevering) een vergoeding voor het warmteoverschot dat vrijkomt bij de levering van elektriciteit aan het openbare net. Echter de warmte-inkopende tuinder zal naar verwachting alleen bereid zijn warmte af te nemen

indien de prijsstijging voor het resterende piekgas gecompenseerd wordt met een lagere warmteprijs.

Het niet-belichtende, warmte-inkopende bedrijf

Voor de warmte-inkopende tuinder is het effect van warmte inkopen bij de buurman vergelijkbaar met het gebruik van warmte van derden (paragraaf 6.4.1). In vergelijking met de referentiesituatie (geen warmte inkopen) zal het jaarlijkse gasverbruik bij een gelijkblijvende contractcapaciteit dalen, waardoor de gasprijs voor het resterende piekgas zal stijgen (de prijsstijging is afhankelijk van de dekkingsgraad). Bovendien is de warmte-inkopende tuinder doordat de warmteleverende tuinder geen leveringsgarantie afgeeft genoodzaakt om in de situatie met warmtelevering dezelfde contractcapaciteit aan te houden als in de situatie zonder warmtelevering, zodat in geval van storing met behulp van de ketel volledig in de warmtebehoefte van het gewas voorzien kan worden. Bovendien is het de vraag of het warmteleverende bedrijf in periode van extreme koude (grootste piek) überhaupt te kampen heeft met warmteoverschotten en dus in staat is om warmte te leveren. Voor de warmte-inkopende tuinder is het bedrijfseconomisch voordeel van warmte inkopen na invoering van het CDS door de prijsstijging voor het piekgas lager dan in de huidige situatie (voor invoering van CDS). Afhankelijk van dekkingsgraad (bepalend voor de prijs van het piekgas) en de warmteprijs kan het bedrijfseconomisch voordeel van warmte inkopen voor de inkopende tuinder zelfs negatief zijn. De warmte-inkopende tuinder zal naar verwachting daarom alleen bereid zijn warmte af te nemen indien de prijsstijging voor het resterende piekgas gecompenseerd wordt met een lagere warmteprijs.

6.4.3 Clustervorm 2

Bij clustervorm 2 wordt met behulp van een w/k-installatie opgewekte elektriciteit door een niet-belichtend bedrijf elektriciteit geleverd aan een belichtend bedrijf. Dit kan door middel van directe levering (via een eigen kabel) of indirecte levering (via het openbare net). Het elektriciteitleverende en het elektriciteitinkopende bedrijf zijn ondanks er sprake is van energieclustering twee aparte bedrijven. Het effect van energieclustering (elektriciteitslevering) wordt daarom apart beschreven voor het elektriciteitleverende en het elektriciteitinkopende bedrijf, waarbij een vergelijking wordt gemaakt met de referentiesituatie namelijk geen energieclustering.

Het niet-belichtende, elektriciteitleverende bedrijf

Door liberalisering van de energiemarkt krijgen tuinders met een eigen w/k-installatie de mogelijkheid om elektriciteit te verkopen aan de hoogst biedende partij (bijvoorbeeld een belichtende tuinder) in plaats van tegen een vaste vergoeding terug te leveren aan het regionale energiebedrijf (voor liberalisering). Hiertegenover staat dat een stukje afzetzekerheid verdwijnt. Ervan uitgaande dat de elektriciteitleverende tuinder alleen elektriciteit zal leveren (via een eigen kabel) aan een belichtende tuinder als deze de hoogst biedende partij is, zal het effect dus gelijk zijn als voor de referentiesituatie, waarbij elektriciteit geleverd wordt aan de hoogst biedende partij (niet per definitie een belichtende tuinder). Dit neemt niet weg dat elektriciteitleverende bedrijf ten opzichte van de huidige situatie (voor volle-

dige liberalisering van elektriciteitsmarkt) naar verwachting te maken krijgt met (tijdelijk) dalende opbrengstprijzen voor elektriciteit (paragraaf 6.4.1).

Het effect van de invoering van het CDS zal naar verwachting voor de elektriciteitleverende tuinder gelijk zijn als in de uitgangssituatie. De contractcapaciteit en de jaarlijkse gasafname zal immers door elektriciteitslevering aan een belichtende tuinder in plaats van bijvoorbeeld aan het regionale energiebedrijf niet stijgen respectievelijk niet dalen. Echter ten opzichte van de huidige situatie (voor invoering CDS) zal naar verwachting het elektriciteitleverende bedrijf te maken krijgen met een prijsstijging voor aardgas (w/k-gasprijs vervalt).

Bij indirecte levering van elektriciteit (via het openbare net) is de w/k-installatie eigendom van het energiebedrijf. Het leveren van elektriciteit aan het belichtende bedrijf gaat eigenlijk helemaal buiten het niet-belichtende bedrijf om; voor het belichtende bedrijf maakt het in principe niet uit of de opgewekte elektriciteit via het openbare net gericht wordt afgezet aan een bepaalde belichtende tuinder of bijvoorbeeld een bejaardentehuis. Anderzijds leidt de invoering van het CDS, hoewel het effect gelijk is als in de referentiesituatie, voor de elektriciteitleverende tuinder (indirecte wijze) en tevens warmte-inkopende tuinder tot een extra stijging van de gasprijs (afhankelijk van de dekkinggraad). Door warmte in te kopen wordt het toch al ongelijkmatige afnamepatroon van de warmte-inkopende tuinder nog ongelijkmatiger. Bovendien is de warmte-inkopende tuinder bij een lagere gasafname genoodzaakt om een gelijkblijvende contractcapaciteit aan te houden (paragraaf 6.4.1).

Samengevat kan gesteld worden dat naar verwachting het effect van de invoering van een nieuwe tariefstructuur voor respectievelijk gas en elektriciteit voor de op indirecte wijze elektriciteitleverende tuinder gelijk is als in de referentiesituatie, maar dat ten opzichte van de huidige situatie (oude tariefsysteem) de gasprijs (fors) zal stijgen.

Het belichtende, elektriciteitinkopende bedrijf

Door de liberalisering van de energiemarkt worden afnemers vrij in de keuze van de elektriciteitleverancier. Dit betekent dus dat een belichtende tuinder niet per definitie elektriciteit hoeft af te nemen van het regionale energiebedrijf, maar ook de mogelijkheid krijgt om elektriciteit in te kopen bij derden bijvoorbeeld een ander energiebedrijf of een warmtetuinder met een eigen w/k-installatie. Ervan uitgaande dat de elektriciteitinkopende tuinder alleen elektriciteit zal afnemen via directe of indirecte levering als dit de partij is die de laagste prijs vraagt, zal het effect dus gelijk zijn als voor de referentiesituatie, waarbij elektriciteit afgenomen wordt van de goedkoopste aanbieder (niet per definitie een elektriciteitleverende tuinder). Gezien de verwachte prijsdaling voor elektriciteit lijkt het voor de hand te liggen dat het elektriciteitinkopende bedrijf op een geliberaliseerde markt goedkoper elektriciteit kan inkopen ten opzichte van de huidige situatie (geen vrijheid in keuze elektriciteitleverancier). Aangezien het inkopen van elektriciteit bij een niet-belichtend bedrijf niet van invloed is op de contractcapaciteit en de jaarlijkse gasafname door het belichtende bedrijf zal naar verwachting het effect van de invoering van het CDS gelijk zijn als voor de referentiesituatie. Dit neemt niet weg dat het elektriciteitinkopende bedrijf in vergelijking met de huidige situatie (voor invoering CDS) naar verwachting te maken krijgt met een (forse) prijsstijging voor aardgas.

6.4.4 Clustervorm 3

Clustervorm 3 kan in het kort als volgt omschreven worden: warmte-, elektriciteit- en CO₂-levering met behulp van (onder andere) een w/k-installatie door een facilitair bedrijf aan een belichtend en niet-belichtend bedrijf. Bij clustervorm 3 kopen het belichtende en niet-belichtende bedrijf als het ware kant en klare producten, namelijk warmte, elektriciteit en CO₂. Deze bedrijven beschikken derhalve niet over een aparte gas- en elektriciteitsaansluiting per bedrijf, maar in plaats daarvan beschikt het facilitaire bedrijf over een gezamenlijke aansluiting voor respectievelijk gas en elektriciteit. In deze paragraaf wordt het effect van de invoering van een nieuw tariefsysteem voor respectievelijk gas en elektriciteit voor deze clustervorm beschreven. Als referentiesituatie wordt hierbij uitgegaan van een belichtend bedrijf met een eigen w/k-installatie en een niet-belichtend bedrijf met een w/k-installatie van het energiebedrijf.

Voor zowel het belichtende bedrijf als niet-belichtende bedrijf geldt dat deze alleen warmte, elektriciteit en CO₂ bij het facilitaire bedrijf zullen inkopen als dit financieel voordeel met zich meebrengt. Met andere woorden de door het facilitaire bedrijf gehanteerde tarieven voor warmte, elektriciteit en CO₂ moeten kunnen concurreren met de opwekkings-/productiekosten c.q. tarieven in de referentiesituatie. De vergelijking met de referentiesituatie is simpelweg gebaseerd op de belangrijkste energiesoort voor respectievelijk het belichtende bedrijf (elektriciteit) als het niet-belichtende bedrijf (warmte). Voor een gedetailleerde vergelijking dient uiteraard een totaal plaatje opgesteld te worden.

Het belichtende bedrijf in de referentiesituatie zal ten opzichte van de huidige situatie (oude tariefstructuren) te maken krijgen met een stijgende gasprijs (w/k-gasprijs vervalt). Dit betekent dat de opwekkingskosten voor elektriciteit zullen toenemen. Anderzijds zal naar verwachting de elektriciteitsprijs op een geliberaliseerde markt dalen op korte termijn dalen, maar op langere termijn weer stijgen (paragraaf 6.4.1). Verwacht wordt dat de elektriciteitsprijzen minder zullen dalen dan de stijging van de opwekkingskosten, waardoor het voor referentiebedrijf binnen een geliberaliseerde energiemarkt aantrekkelijk blijft om zelf elektriciteit op te wekken. Het belichtende bedrijf zal dus alleen elektriciteit inkopen bij het facilitaire bedrijf, wanneer de prijs voor elektriciteit concurreert met het zelf opwekken van elektriciteit. Op basis van het voorgaande wordt verwacht dat het belichtende bedrijf bereid is om elektriciteit in te kopen bij het facilitaire bedrijf tegen opwekkingskosten, als hij hierdoor niet meer te kampen heeft met de negatieve gevolgen van warmteoverschotten¹.

Het niet-belichtende bedrijf, dat gebruikmaakt van warmte van derden, zal in de referentiesituatie te maken krijgen met een (forse) stijging voor het piekgas (deze prijsstijging is afhankelijk van de dekkingsgraad). Aangezien het facilitaire bedrijf slechts één gasaansluiting heeft voor de w/k-installatie en de ketel (voor resterende warmtevraag) zal de warmteprijs van het facilitaire bedrijf naar verwachting kunnen concurreren met de warmteprijs en de piekgasprijs in de referentiesituatie.

Op basis van bovenstaande beschouwing is naar verwachting voor zowel het belichtende als niet-belichtende bedrijf vanuit bedrijfseconomisch oogpunt gezien clustering (inkoop van energiesoorten bij een facilitair bedrijf) te prefereren boven de referentiesituatie. Het bedrijfseconomisch voordeel van clustervorm 3 ten opzichte van de

¹ Warmteoverschotten kunnen leiden tot een minder gunstig kasklimaat en kan dus leiden tot een lagere productie.

referentiesituatie kan mogelijk nog iets groter zijn, wanneer de gezamenlijke contractcapaciteit van de geclusterde bedrijf (facilitair bedrijf) lager is dan gesommeerde contractcapaciteit van de individuele bedrijven. In paragraaf 6.5 wordt hierop teruggekomen bij de anticipatiemogelijkheden voor energieclusterprojecten op de nieuwe tariefstructuur.

6.4.5 Samenvattend overzicht

In de voorgaande paragrafen zijn de gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt voor de bestaande clustervormen en -projecten beschreven. Hierbij is telkens voor het belichtende en niet-belichtende bedrijf een vergelijking gemaakt van de situatie met en zonder energieclustering binnen een geliberaliseerde markt. In tabel 6.1 zijn de gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt voor de bestaande clustervormen en -projecten nogeens schematisch weergegeven. Voor de details en een beschrijving van de referentiesituatie wordt verwezen naar paragraaf 6.4.2 tot en met 6.4.4.

Tabel 6.1 Gevolgen liberalisering van de energiemarkt voor bestaande clustervormen en projecten ten opzichte van referentiesituatie (geen energieclustering)

<i>Clustervorm</i>	<i>Gevolgen a)</i>
Clustervorm 1	
- belichtend bedrijf	0
- niet-belichtend bedrijf	-
Clustervorm 2	
- belichtend bedrijf	0
- niet-belichtend bedrijf	0
Clustervorm 3	
- belichtend bedrijf	0/+
- niet-belichtend bedrijf	0/+

a) 0 = gelijk aan referentiesituatie, - = verslechtering t.o.v. referentiesituating, + = verbetering t.o.v. referentiesituatie.

Bij de interpretatie van de resultaten uit tabel 6.1 moet echter wel enige voorzichtigheid in acht worden genomen. In tabel 6.1 zijn namelijk de gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt voor de verschillende clustervormen beschreven, waarbij telkens een vergelijking is gemaakt van de situatie met en zonder energieclustering binnen een geliberaliseerde markt. Dit neemt niet weg dat de gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt en de invoering van de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas voor het cluster negatief kunnen uitpakken in vergelijking met de huidige situatie (voor invoering nieuwe tariefstructuren).

Op basis van de kwalitatieve beschouwing van de gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt voor energieclustering lijkt clustervorm 3 binnen een geliberaliseerde energiemarkt zowel vanuit bedrijfseconomisch als energetisch (hoofdstuk 5) oogpunt de beste perspectieven te hebben. Bovendien kan clustervorm 3 naar waarschijnlijk ook het

beste anticiperen op de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas. In de slotbeschouwing (paragraaf 7.1) wordt hierop nog teruggekomen.

6.5 Oplossingsrichtingen en anticipatiemogelijkheden

In de vorige paragraaf zijn de negatieve gevolgen van de liberalisering van de energiemarkten in zijn algemeenheid en de specifieke gevolgen voor de drie clustervormen uit de praktijkinventarisatie beschreven. In deze paragraaf wordt ingegaan op mogelijke oplossingen c.q. oplossingsrichtingen. Daarnaast wordt ook stilgestaan bij de anticipatiemogelijkheden van energieclusterprojecten op de nieuwe tariefstructuren.

6.5.1 Oplossingsrichtingen

Bij het beschrijven van de gevolgen van het CDS op energieclusterprojecten is ervan uitgegaan dat het CDS één op één wordt toegepast voor de eindgebruiker (tuinder). Op dit moment is dat echter nog onzeker. Mede gezien de grote gevolgen die de invoering van het CDS heeft voor individuele glastuinbouwbedrijven en energieclusterprojecten lijkt het niet één op één toepassen van het CDS of het aanpassen van het CDS de meest simpele oplossing. Bij aanpassing van het CDS wordt concreet gedacht aan een minder sterk prijsverhogend systeem bij een ongelijkmatig afnamepatroon. Ondanks het politieke lobbywerk door onder andere het Productschap Tuinbouw en LTO-Nederland is op dit aspect tot nog toe geen resultaat behaald. Wel is door de DTE in de 'Richtlijnen Gaswet' (DTE, 2000) bepaald dat de tarieven niet aveerzuchtig mogen werken met het oog op energiebesparing. Daarnaast is mede naar aanleiding van het lobbywerk van bovengenoemde partijen door het kabinet een stimuleringspakket voor warmtekracht opgesteld. Het stimuleringspakket voor warmtekracht bestaat samengevat uit de volgende drie onderdelen: 1) verhoging van de Energie-InvesteringsAftrek (EIA) voor investeringen in w/k-installaties naar 55%, 2) vrijstelling van de Regulerende EnergieBelasting (REB) voor met de w/k-installatie opgewekte elektriciteit die aangewend wordt voor eigen gebruik en 3) afdrachtkorting REB voor aan het openbare net geleverde elektriciteit à la duurzame energie (Jorritsma, 2000). Bovendien is door de Minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij dit stimuleringspakket aangevuld met een verhoging van de afdrachtkorting met 1 ct/kWh voor een periode van twee jaar (Brinkhorst, 2000).

Het stimuleringspakket komt eigenlijk alleen tegemoet aan de eigenaren van w/k-installaties (de warmteleverende partij), terwijl uit de vorige paragraaf naar voren gekomen is dat ten opzichte van de referentiesituatie de pijn met name bij de warmte-inkopende tuinders zit (clustervorm 1). Hieronder worden een aantal oplossingsrichtingen opgesomd die er met name opgericht zijn om dit laatste probleem het hoofd te kunnen bieden. Deze oplossingen zijn in eerder onderzoek aangedragen voor tuinders die restwarmte of w/k-warmte van energiebedrijven afnemen (Bakker, 2000) en eigenlijk met dezelfde problemen te kampen hebben als warmte-inkopende tuinders (clustervorm 1). Hoewel aan deze oplossingen nog wel wat haken en ogen kleven, lijken deze oplossingen toch mogelijkheden te bieden in clusterverband:

1. verlaging van de contractcapaciteit in combinatie met een verzekering. Bij een hoge dekkinggraad kan het aantrekkelijk zijn om de contractcapaciteit fors te verlagen en tegelijkertijd een verzekering af te sluiten om eventuele calamiteiten (uitval van warmtelevering) financieel op te vangen. Momenteel is een dergelijke verzekering nog niet voor handen;
2. gebruik alternatieven brandstof voor piek. Een andere optie is om bij een hoge dekkinggraad volledig af te zien van het gebruik van aardgas en in plaats daarvan over te schakelen op een alternatieve brandstof (bijvoorbeeld olie, propaan). Een belangrijk nadeel is dat een aantal alternatieve brandstoffen het milieu zwaarder belast dan aardgas.

De vraag is in hoeverre deze oplossingen (of combinatie hiervan) voldoende zijn om de negatieve gevolgen van de nieuwe tariefsystemen te compenseren. Een andere optie zou zijn om clustervorm 1 (warmtelevering) te vervangen door clustervorm 3 (facilitair bedrijf). Bij clustervorm 3 speelt het probleem van een hoge prijs voor het piekgas immers niet (of minder), ervan uitgaande dat het facilitaire bedrijf beschikt over een 1 gezamenlijke gasaansluiting voor het belichtende bedrijf ('warmteleverende bedrijf') en niet-belichtende bedrijf ('warmte-inkopende bedrijf').

6.5.2 Anticipatiemogelijkheden

Aan het begin van dit hoofdstuk is al vermeld dat met name in interviews de liberalisering van de energiemarkt ook gezien wordt als een kans voor energieclusterprojecten. Energieclusterprojecten zouden namelijk beter in staat zijn om in te spelen op de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en gas. Hierbij zijn dikwijls de volgende twee redenen genoemd:

1. betere bedrijfstijd. De geïnterviewden verwachten dat door clustering een betere bedrijfstijd gerealiseerd worden ofwel een gelijkmatiger afnamepatroon voor gas (de gezamenlijke contractcapaciteit van de geclusterde bedrijven is lager dan van de individuele bedrijven afzonderlijk);
2. korting commodityprijs. De geïnterviewden verwachten dat door clusterprojecten een korting bedongen kan worden op de commodityprijs voor gas en elektriciteit.

Een aantal kanttekeningen bij de hierboven genoemde redenen is echter op wel op zijn plaats. In de eerste plaats is het de vraag of er volstaan kan worden met een lagere contractcapaciteit. Immers, de koudste nacht valt voor alle bedrijven op hetzelfde moment. Door ongelijktijdige opstoken van de bedrijven kan eventueel iets bespaard worden op contractcapaciteit. Clustering met bedrijven (niet-glastuinbouwbedrijven) met een complementaire warmtevraag lijkt in dit geval meer perspectieven te bieden. Ook is het de vraag of door gezamenlijke inkoop een lagere commodityprijs voor aardgas en elektriciteit behaald kan worden, omdat de clusters relatief kleine partijen (zullen) zijn op de energiemarkt.

7. Slotbeschouwing, conclusies en aanbevelingen

7.1 Slotbeschouwing

Theoretische inventarisatie versus praktijkinventarisatie

Uit de theoretisch inventarisatie is naar voren gekomen dat er oneindig veel clustervormen denkbaar zijn uitgaande van de drie dimensies van de clustermatrix (energiesoort, conversietechniek en omvang/areaal naar bedrijfstype). In de praktijk komen echter tot nu toe slechts drie verschillende clustervormen voor, namelijk: 1) warmtelevering met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf, 2) elektriciteitslevering met een w/k-installatie door een niet-belichtend bedrijf aan een belichtend bedrijf en 3) warmte-, elektriciteit en CO₂-levering met een w/k-installatie door een facilitair bedrijf aan een belichtend en niet-belichtend bedrijf. Opvallend hierbij is dat bij alle drie de clustervormen de w/k-installatie aan de basis staat en het cluster bestaat uit een belichtend en niet-belichtend bedrijf. Hoewel opvallend ligt ook een logische verklaring voor de hand: een w/k-installatie produceert zowel warmte als elektriciteit; voor het belichtende bedrijf is elektriciteit een nuttig product, terwijl elektriciteit voor het niet-belichtende bedrijf juist een restproduct is (en andersom geldt dit min of meer ook voor warmte).

Ook met een STEG, brandstofcel en een gasgestookte compressiewarmtepomp kan zowel warmte als elektriciteit geproduceerd wordt, maar tot nu toe zijn deze conversietechnieken nog niet ingezet in clusterprojecten in de glastuinbouw. De STEG wordt daarentegen wel ingezet bij grootschalige warmteleveringsprojecten, maar deze projecten vallen buiten de definitie van energieclustering. De brandstofcel moet zich in de glastuinbouw nog bewijzen; anno 2000 is één proefproject opgestart (individueel glastuinbouwbedrijf). Voor de warmtepomp geldt min of meer hetzelfde. In de jaren tachtig zijn op diverse glastuinbouwbedrijven warmtepompen geplaatst, maar deze zijn onder andere wegens technische problemen weer weggehaald. De nieuwe generatie warmtepompen moet zich in de glastuinbouw nog bewijzen. Overigens worden in de plannen voor het clusterproject in de Oranjepolder ervan uitgegaan dat in het cluster elektrische warmtepompen ingezet zullen worden.

Naast bovengenoemde conversietechnieken zijn in de theoretische inventarisatie ook de gasgestookte ketel en de windturbine onderscheiden. Ook deze conversietechnieken worden, zover als bekend, niet ingezet in energieclusterprojecten. Tenminste als basis conversietechniek; de ketel wordt echter (bijna) altijd ingezet ter aanvulling op de w/k-installatie, hetzij op de individuele glastuinbouwbedrijven (clustervorm 1 en 2) hetzij in het facilitaire bedrijf (clustervorm 3). Voorzover bekend is anno 2000 op twee glastuinbouwbedrijven een windturbine opgesteld en worden er geen windturbines ingezet in energieclusters. Momenteel wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van elektriciteitslevering door middel van windturbines aan glastuinbouwbedrijven (Huijs et al, 2000).

Nieuwe clustervormen spelen in op liberalisering energiemarkt

In de kwalitatieve beschouwing naar de effecten van de liberalisering van de energiemarkt voor energieclusterprojecten is het realiseren van een betere bedrijfstijd ofwel een gelijkmatiger afnamepatroon voor gas genoemd als belangrijke anticipatiemogelijkheid voor energieclusters (de gezamenlijke contractcapaciteit van de geclusterde bedrijven lager is dan van de individuele bedrijven afzonderlijk). Anderzijds is hierbij ook de aantekening gemaakt dat de mogelijkheden hiervan beperkt zijn, omdat de koudste nacht voor alle glastuinbouwbedrijven zich op hetzelfde moment voordoet. Alleen door het ongelijktijdig opstoken van de bedrijven zou iets bespaard kunnen worden op de gezamenlijke contractcapaciteit. Clustering van glastuinbouwbedrijven met andere bedrijven (niet-glastuinbouw) met een complementaire warmtevraag lijkt meer perspectieven te bieden. Een aantal energiebedrijven ziet voor zichzelf op dit terrein een belangrijke rol weggelegd; door enerzijds te participeren in een facilitair bedrijf dat diverse energiesoorten levert aan een cluster glastuinbouwbedrijven en anderzijds een virtueel cluster te vormen met andere gasafnemers. Het virtuele cluster bestaat dus naast het cluster glastuinbouwbedrijven uit (alle) overige warmteafnemers (gasafnemers) van het energiebedrijf. Door ongelijktijdigheden in warmtevraag van de verschillende afnemers verwacht het energiebedrijf te kunnen volstaan met een lagere contractcapaciteit voor alle afnemers gezamenlijk dan de gesommeerde contractcapaciteit van alle afnemers afzonderlijk. Op basis hiervan verwacht een aantal energiebedrijven een concurrerende warmteprijs te kunnen aan bieden aan haar afnemers (onder andere het cluster glastuinbouwbedrijven). Bovendien verwacht een aantal energiebedrijven dat bij een juiste samenstelling van het aantal belichtende en niet-belichtende bedrijven binnen het cluster alle met de w/k-installaties opgewekte elektriciteit in het facilitaire bedrijf binnen het cluster te kunnen afzetten (eventueel via eigen kabels), waardoor de transportkosten voor elektriciteit vermeden kunnen worden.

Naast het energiebedrijf kunnen uiteraard ook de betrokken tuinders participeren in het facilitaire bedrijf.

Primair-brandstofbesparing door energieclustering versus primair-brandstofbesparing door warmte van derden

Energieclustering is een belangrijke optie om primair brandstof te besparen. Op sectorniveau kan volgens het optimale scenario in 2010 maximaal 321 mln. m³ aardgas bespaard worden. Qua grootte orde is dit 7% van het primair-brandstofverbruik van de totale glastuinbouwsector in 1999. In het optimale scenario is ervan uitgegaan dat het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) geclusterd is conform de clustervorm (clustervorm 3) en teeltcombinatie (roos-tomaat) die tot de hoogste besparingen per m² rozenbedrijf leidt. In hoofdstuk 5 zijn diverse redenen genoemd waarom naar alle waarschijnlijk dit percentage niet gehaald zal worden. Deze redenen hadden (bijna) allemaal betrekking op het belichtende rozenbedrijf uitgaande van de veronderstelling dat het areaal rozen in 2010 de beperkende factor is.

Ook vanuit het niet-belichtende bedrijf zijn er beperkende factoren aanwijsbaar; zo sluiten clustervormen waarbij niet-belichtende bedrijven warmte afnemen van een belichtende tuinder (clustervorm 1) en het gebruik van warmte van derden (restwarmte of w/k-warmte van energiebedrijven) elkaar min of meer uit. Immers, zowel warmte van derden als warmte geleverd door een belichtende tuinder wordt op het niet-belichtende bedrijf in-

gezet om in de basislast van de warmtevraag te voorzien. Dit geldt min of meer ook voor warmtelevering vanuit een facilitair bedrijf (clustervorm 3), waarbij veelal in de totale warmtevraag (basislast en deellast) wordt voorzien. Een niet-belichtende tuinder die de keuze heeft tussen het afnemen van warmte in clusterverband of het afnemen van warmte van elektriciteitscentrales of energiebedrijven zal onder andere op basis van prijsoverwegingen, dekkingsgraad en ondernemersvrijheid een beslissing nemen.

Doordat energieclustering en het gebruik van warmte van derden elkaar soms uitsluiten, kan de totale hoeveelheid primair brandstof die met deze beide opties in 2010 behaald kan worden, lager zijn dan volgens de (optimale) scenario's afzonderlijk. Concreet betekent dit dat geschatte primair-brandstofbesparing in 2010 van 782 mln. m³ door het gebruik van warmte van derden (Bakker, 2000) en de geschatte 321 mln. m³ door energieclustering niet zomaar bij elkaar opgeteld kunnen worden. In bijlage 8 zijn de belangrijkste uitkomsten van de scenariostudie naar het gebruik warmte van derden in 2010 vermeld.

7.2 Conclusies

Dit inventariserende onderzoek naar energieclustering kan met de volgende conclusie kernachtig samengevat worden: *energieclustering is maatwerk!* Maatwerk is vereist, omdat a) er grote verschillen bestaan tussen glastuinbouwbedrijven onderling, b) er grote verschillen bestaan tussen clustervormen c.q. -projecten en c) clustering door tuinders verschillend beleefd wordt.

Hierna worden puntsgewijs de 'overige', belangrijke conclusies per onderzoeksfase opgesomd.

Theoretische inventarisatie

- Elke clustervorm (en elk clusterproject) kan omschreven worden aan de hand van de drie dimensies van de clustermatrix; conversietechniek, energiesoort en omvang (areaal).
- Aan de hand van de clustermatrix kunnen (oneindig) veel theoretische clustervormen worden onderscheiden. De theoretische clustervormen kunnen ingedeeld worden naar typen clustervormen op basis van het primair-brandstofverbruik van de geclusterde bedrijven (primair-brandstofbesparende en primair-brandstofneutrale clustervormen) en de eigendomstatus van de conversietechniek(en) die deel uit maakt/maken van het cluster (interne, externe en inex clustervormen).

Praktijkinventarisatie

- De verschillende clusterprojecten die in de praktijk voorkomen, zijn te herleiden tot de volgende drie clustervormen met tussen haakjes vermeld het aantal clusterprojecten in 2000 (voorzover bekend):
 1. warmtelevering met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf (12);
 2. elektriciteitslevering met een w/k-installatie door een niet-belichtend bedrijf aan een belichtend bedrijf;
 - a. directe elektriciteitslevering via een eigen kabel (1);

- b. indirecte elektriciteitslevering via het openbare elektriciteitsnet (2);
- 3. warmte-, elektriciteit en CO₂-levering met een w/k-installatie door een facilitair bedrijf aan een belichtend en niet-belichtend bedrijf (2).
- Bijna alle clusterprojecten zijn het resultaat van clustering van twee bestaande bedrijven (een belichtend en niet-belichtend bedrijf). In veel gevallen is een (grote) verandering in de bedrijfsvoering aanleiding tot clustering.
- Bij (bijna) alle clusterprojecten vormt een leveringscontract voor de betreffende energiesoort(en) de juridische basis van het clusterproject.
- In de praktijk worden door diverse partijen plannen uitgewerkt voor nieuwe cluster vormen. Het doel van de plannenmakers is om een clustervorm te ontwikkelen die gemakkelijk te kopiëren is, zodat van deze clustervorm een groot aantal projecten gerealiseerd kan worden. In de meeste plannen wordt ervan uitgegaan dat de geclusterde bedrijven vanuit een facilitair bedrijf op maat bediend worden in de benodigde energiesoorten. In tegenstelling tot de huidige clustervormen (clusterprojecten), waarbij slechts twee bedrijven betrokken zijn, wordt in de plannen uitgegaan van vier tot acht bedrijven.
- De voordelen van clustering verschillen per clustervorm en clusterproject. De belangrijkste voordelen zijn financiële voordelen (onder andere schaalvoordelen) en milieukundige voordelen (primaar-brandstofbesparing en dus een lagere CO₂-uitstoot).
- De nadelen van clustering verschillen eveneens per clustervorm en clusterproject. De belangrijkste nadelen van clustering (kunnen) zijn: inleveren deel ondernemersvrijheid, de extra administratieve rompslomp en de benodigde additionele investeringen. Sommige nadelen wegen zo zwaar (bijvoorbeeld inleveren deel ondernemersvrijheid), dat er sprake is van een knelpunt.
- Bij clustering kunnen zich knelpunten voordoen. Ook hiervoor geldt dat deze per clustervorm en clusterproject kunnen verschillen. De belangrijkste knelpunten zijn: rentabiliteit en financiële risico's clusterproject, beschikbaarheid van risicodragend vermogen pilotprojecten en research & developmentactiviteiten, de liberalisering van energiemarkt (exploitatie w/k-installatie is niet rendabel, warmte inkopen is niet aantrekkelijk), afhankelijkheid directe omgeving (clusterpartner) en indirecte omgeving (onder andere energiebedrijf, projectontwikkelaar en gemeente) en de (on)deskundigheid en onderling afwijzende vinger van (indirect) betrokkenen.

Primair-brandstofbesparing door energieclustering

- De hoeveelheid primair brandstof die per clustervormen (de drie clustervormen uit de praktijkinventarisatie) bespaard kan worden, is afhankelijk van de volgende factoren:
 1. de belichtingsintensiteit van het belichtende bedrijf;
 2. het type niet-belichtende bedrijf (de teelttemperatuur- en de CO₂-vraag);
 3. de oppervlakteverhoudingen tussen het belichtende en niet-belichtende bedrijf;
 4. het feit of er al dan niet elektriciteit wordt geleverd aan het openbare elektriciteitsnet in combinatie met rookgasreiniging (niet-netgekoppelde en netgekoppelde clustertypen).
- Netgekoppelde clusters (electriciteitslevering aan het openbare net) besparen additioneel primair brandstof ten opzichte van niet-netgekoppelde clusters (geen

elektriciteitslevering aan het openbare net). Deze additionele besparingen worden buiten het cluster gerealiseerd; door elektriciteitslevering aan het openbare net kan de elektriciteitsproductie door de landelijke centrales omlaag, waardoor er primair brandstof wordt bespaard. Alleen van clustervorm 1 komen in de praktijk zowel niet-netgekoppelde als netgekoppelde clusterprojecten voor.

- Bij clusterprojecten van het type niet-netgekoppeld (clustervorm 1) is het warmteoverschot dat ontstaat bij de elektriciteitsproductie voor belichting bepalend voor de maximale hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden. De maximale besparing per clusterproject uitgedrukt *per m² belichtend bedrijf (rozenbedrijf)* is dus afhankelijk van de belichtingsintensiteit en loopt uiteen van 0,9 m³ a.e./m².jr (3.000 lux/m²) tot 17,8 m³ a.e./m².jr (6.000 lux/m²).
- Bij clusterprojecten van het type netgekoppeld is de hoeveelheid primair brandstof die maximaal bespaard kan worden afhankelijk van het warmteoverschot dat ontstaat bij de elektriciteitsproductie voor belichting en de hoeveelheid elektriciteit die geleverd wordt aan het openbare net. De maximale besparing per netgekoppelde clustervorm (als gevolg van het voorkomen van warmtevernietiging) uitgedrukt *per m² belichtend bedrijf (rozenbedrijf)* is dus afhankelijk van de belichtingsintensiteit en loopt uiteen van 0,2 m³ a.e./m².jr bij een belichtingsintensiteit van 3.000 lux/m² tot 16,2 m³ a.e./m².jr bij een belichtingsintensiteit van 6.000 lux/m². Hierboven komen dus nog de besparingen als gevolg van elektriciteitslevering aan het openbare net. Deze besparingen verschillen per clustervorm (1, 2 en 3).
- Op sectorniveau kan met energieclustering in 2010 maximaal 321 mln. m³ aardgas worden bespaard ervan uitgaande dat het totale areaal rozen in 2010 (1.100 ha) geclusterd is conform de clustervorm (clustervorm 3) en teeltcombinatie (roos-tomaat) die tot de hoogste besparingen per m² rozenbedrijf leidt. Qua grootte orde is dit 7% van het primair-brandstofverbruik van de totale glastuinbouwsector in 1999. Van deze 321 mln. m³ a.e. wordt bijna 180 mln. m³ a.e. bespaard door het nuttig aanwenden van warmteoverschotten. De overige besparingen zijn het resultaat van het terugleveren van elektriciteit aan het openbare net.

Liberalisering energiemarkt

- De effecten van de nieuwe tariefstructuren voor warmte en elektriciteit zijn voor de drie clustervormen uit de praktijkinventarisatie verschillend. Wanneer een vergelijking wordt gemaakt met de situatie met en zonder clustering is voor zowel het belichtende als niet-belichtende bedrijf bij clustervorm 2 (elektriciteitslevering) als ook het belichtende bedrijf in clustervorm 1 (warmtelevering) de gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt gelijk als aan de referentiesituatie. Voor het niet-belichtende bedrijf in clustervorm 1 (warmtelevering) zijn de gevolgen van de liberalisering ongunstiger dan in de referentiesituatie. Voor het belichtende en niet-belichtende in clustervorm 3 (warmte-, elektriciteit en CO₂-levering) daarentegen zijn de gevolgen van de liberalisering gelijk aan de referentiesituatie of minder ongunstig. Kortom: clustervorm 3 lijkt binnen een geliberaliseerde energiemarkt vanuit bedrijfseconomisch oogpunt de beste perspectieven te hebben.
- Het warmte-inkopende bedrijf (clustervorm 1) krijgt bij toepassing van het CDS te maken met een extra prijsstijging voor aardgas. Dit komt doordat de warmte die in-

gekocht wordt, ingezet wordt om in de basislast van de warmtevraag te voorzien, waardoor het toch al ongelijkmatige gasafnamepatroon nog ongelijkmatiger wordt. Hierdoor worden de 'dure' pieken als het ware versterkt wat resulteert in een extra prijsstijging voor het resterende piekgas (afhankelijk van de dekkingsgraad). Bovendien is de warmte-inkopende tuinder doordat de warmteleverende tuinder geen leveringsgarantie afgeeft genoodzaakt om in de situatie met warmtelevering dezelfde contractcapaciteit aan te houden als in de situatie zonder warmtelevering. Mogelijke oplossingen voor dit probleem in clusterverband zijn: 1) verlaging van de contractcapaciteit in combinatie met een verzekering, 2) het gebruik van alternatieve brandstoffen voor de piek of 3) een combinatie van beiden.

- De anticipatiemogelijkheden door middel van energieclustering op de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en met name aardgas in de vorm van een lagere gezamenlijk contractcapaciteit en/of een lagere commodityprijs lijken beperkt. Clustering met niet-glastuinbouwbedrijven met een complementaire warmtevraag lijkt meer perspectieven te bieden. Van de drie bestaande clustervormen uit de praktijkinventarisatie kan clustervorm 3 naar waarschijnlijkheid het beste anticiperen op de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas.

7.3 Aanbevelingen

Dit inventariserende onderzoek naar energieclustering in de Nederlandse glastuinbouw wordt afgesloten met een aantal aanbevelingen om energieclustering te stimuleren en knelpunten op te lossen. Eén van deze knelpunten is de liberalisering van de energiemarkt. Dit neemt niet weg dat clustering binnen een geliberaliseerde energiemarkt wel degelijk perspectief heeft. Met name clustervorm 3 lijkt zowel vanuit energetisch als bedrijfseconomisch oogpunt perspectiefvol. In dit kader zijn onderstaande aanbevelingen gedaan richting overheid, onderzoek en voorlichting om knelpunten omtrent clustering op te lossen en clustering te stimuleren. Deze aanbevelingen zijn mede voortgekomen uit de interviews met tuinders, projectontwikkelaars, voorlichters, adviseurs en accountmanagers van energiebedrijven personen (bijlage 1).

Modelcontracten

Uit de praktijkinventarisatie blijkt dat de contracten (leveringsovereenkomsten voor één of meerdere energiesoorten) variëren van een eenvoudig faxje tot een in de puntjes uitgewerkt contract. Het moge duidelijk zijn dat in het eerste type contracten veelal een aantal essentiële zaken niet is geregeld. Aanbevolen wordt om een overzicht (checklist) op te stellen van zaken die minimaal in een contract vastgelegd moeten worden (contractperiode, prijsafspraken, ontbindende voorwaarden enzovoort). Ook kan overwogen worden om voor veel voorkomende clustervormen een modelcontract op te stellen.

Participatie-/ondernemersvormen facilitair bedrijf

Uit de praktijkinventarisatie is naar voren gekomen dat tot nu toe slechts twee clusterprojecten in de praktijk voorkomen, waarbij vanuit een facilitair bedrijf een cluster op maat bediend wordt in de benodigde energiesoorten. In de meeste plannen voor nieuwe cluster-

projecten (clustervormen) daarentegen wordt bijna per definitie ervan uitgegaan dat een facilitair bedrijf de basis vormt voor het cluster. In principe kunnen diverse partijen participeren in het facilitaire bedrijf (bijvoorbeeld tuinders, energiebedrijven, projectontwikkelaars en banken). Ook zijn er diverse participatie-/ondernemersvormen voor het facilitaire bedrijf denkbaar (bijvoorbeeld vennootschap onder firma, besloten vennootschap). Gezien het feit dat de meeste plannen voor nieuwe clustervormen en -projecten uitgaan van een facilitair bedrijf wordt aanbevolen om nader onderzoek te doen naar de voor- en nadelen van participatie-/ondernemersvormen van het facilitaire bedrijf. Belangrijke aandachtspunten hierbij moeten onder andere zijn: de financiële risico's, mogelijkheden om gebruik te maken van eventuele subsidies en fiscale maatregelen, zelfstandigheid (ondernemersvrijheid) tuinders, uitstapmogelijkheden voor tuinders en continuïteit cluster.

Tools voor economische en energetische analyse clusterprojecten

Voor tuinders is de keuze om wel of niet in een clusterproject te stappen in de eerste plaats niet anders dan een 'gewone' investeringsbeslissing, waarbij een beslissing dient genomen te worden op basis van bedrijfseconomische criteria, zoals terugverdientijd en netto contante waarde. Aanbevolen wordt om één of meerdere tools/instrumenten (bijvoorbeeld een eenvoudig rekenmodel) te ontwikkelen, waarmee tuinders op gestructureerde wijze de kosten en opbrengsten van energieclustering tegen elkaar kunnen afwegen. Hierbij wordt aanbevolen om na te gaan of het mogelijk is om reeds bestaande modellen in eenvoudige vorm beschikbaar te stellen aan tuinders.

Startkapitaal, stimuleringsmaatregelen en fiscale maatregelen

Uit de praktijkinventarisatie is naar voren gekomen dat door diverse partijen (energiebedrijven, projectontwikkelaars) het ontbreken van voldoende financiële middelen (risicodragend vermogen) als belangrijk knelpunt wordt ervaren. Aanbevolen wordt om de mogelijkheden van een fonds (revolving fund) te onderzoeken. Vanuit dit fonds kunnen bijvoorbeeld research- & developmentactiviteit en pilotprojecten worden ondersteund. Ook kan met het geld eventuele exploitatieverliezen van grootschalige, nieuwbouwprojecten (clusterprojecten) opgevangen worden. Uiteraard dient er naar gestreefd te worden dat deze investeringen zich weer (deels) terugverdienen en dat het startkapitaal in een later stadium weer teruggestort wordt in het fonds om weer opnieuw ingezet te worden voor nieuwe projecten.

In plaats van bijvoorbeeld research- & developmentactiviteiten en pilotprojecten vanuit een revolving fund te ondersteunen kan ook overwogen om subsidies te verlenen of fiscale maatregelen te treffen. Zo kan bijvoorbeeld overwogen worden om additionele investeringen die noodzakelijk zijn om energieclustering mogelijk te maken te plaatsen op de VAMIL- en/of EIA-lijst.

Communicatie

Eén van de knelpunten van energieclustering die tijdens de praktijkinventarisatie naar voren is gekomen is het feit dat de verschillende partijen die betrokken zijn bij het oprichten van een clusterproject niet altijd beschikken over de juiste deskundigheid en/of elkaar hiervan onderling beschuldigen. Dit knelpunt is deels te ondervangen met een goede

communicatie. Een goede communicatie tussen de betrokkenen onderling is immers één van de basisvoorwaarden om te komen tot een onderlinge vertrouwensrelatie. Aanbevolen wordt om bij de oprichting van clusterprojecten, waarbij verschillende partijen betrokken zijn, een beroep te doen op een onafhankelijke adviseur/deskundige. Deze onafhankelijke adviseur/deskundige kan een facilitairende rol vervullen met als belangrijkste taak de betrokken partijen bij elkaar te brengen en te houden.

Anderzijds is een goede communicatie noodzakelijk in verband met kennisdoorstroming op diverse niveaus. Aanbevolen wordt om daar waar mogelijk de communicatie omtrent energieclustering te stroomlijnen. Dit kan onder andere door beleidsbeslissing die van invloed zijn op energieclustering (bijvoorbeeld nieuwe stimuleringsmaatregelen) en kennis ontleend aan onderzoek (dat in opdracht van de overheid is uitgevoerd) naar energieclustering standaard in makkelijk toegankelijke vorm (bijvoorbeeld via vakbladen) te verspreiden onder de bij energieclustering betrokken partijen.

Tot slot kan een goede communicatie een belangrijk pr-middel zijn om energieclustering te stimuleren. Aanbevolen wordt dan ook om één of meerdere pr-middelen te ontwikkelen. Een concreet voorbeeld is het ontwikkelen van een stappenplan voor energieclustering dat tuinder(s) die overwegen om te gaan clusteren kunnen/moeten doorlopen.

(Her)inrichting glastuinbouwgebieden

Uit de praktijkinventarisatie blijkt dat het vinden van een geschikte, naburige clusterpartner met name in bestaande glastuinbouwgebieden een toevalstreffer is. Voor (bijna) alle clusterprojecten, die ontstaan zijn door clustering van bestaande bedrijven, was een grote verandering in de bedrijfsvoering op één van de bedrijven aanleiding tot clustering. Ook in nieuwe glastuinbouwgebieden blijkt het vinden van een geschikte clusterpartner nog veelal een toevalstreffer, omdat bij de inrichting van nieuwe glastuinbouwgebieden onvoldoende rekening wordt gehouden met bedrijven die willen clusteren. Te meer daar de voordelen van clustering (onder andere primair-brandstofbesparing) naar verwachting voor nieuwe bedrijven groter zijn dan voor bestaande bedrijven, wordt aanbevolen om de (her)inrichting van glastuinbouwgebieden meer rekening te houden met clusterprojecten. Dit kan onder andere door bij de uitgifte van grond/kavels door gemeente of projectontwikkelaar; zo zouden bijvoorbeeld naast elkaar gelegen kavels 'gereserveerd' kunnen worden voor clusterprojecten.

Liberalisering energiemarkt

De liberalisering van de energiemarkt en de daaraan parallel in te voeren nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en gas zijn als belangrijk knelpunt uit de praktijkinventarisatie naar voren gekomen. In de eerste plaats is liberalisering van de energiemarkt een belangrijk knelpunt vanwege de vele vragen en onduidelijkheden hieromtrent. Aanbevolen wordt om reeds opgestarte voorlichtingsactiviteiten, zoals bijvoorbeeld in het project 'Gas voor de Kas', te continueren en ook specifiek in te gaan op de gevolgen voor energieclusterprojecten.

Ten tweede is de liberalisering van de energiemarkt een belangrijke bedreiging voor de rentabiliteit van warmte/kracht. Het onlangs gepresenteerde stimuleringspakket warmtekracht komt alleen tegemoet aan de exploitanten van w/k-installaties (energiebedrijven en belichtende tuinders met een w/k-installatie die eventueel ook warmte leveren aan een

niet-belichtend bedrijf) en niet aan afnemers van w/k-warmte. Aanbevolen wordt om een oplossing te zoeken voor warmteafnemers die als gevolg van het feit dat zij warmte(-overschotten) afnemen geconfronteerd worden met een (forse) prijsstijging voor het resterende piekgas. Ook wordt aanbevolen om nader onderzoek te doen naar de in de kwalitatieve beschouwing aangedragen oplossingen voor het feit dat warmteleveranciers geen leveringsgarantie afgegeven en warmteafnemers dus genoodzaakt zijn om in de situatie met warmtelevering dezelfde contractcapaciteit aan te houden als in de situatie zonder warmtelevering, namelijk: 1) verlaging van de contractcapaciteit in combinatie met een verzekering en 2) gebruik van alternatieve brandstoffen voor de piek of 3) een combinatie van beiden. Tevens wordt aanbevolen om onderzoek te doen naar clustering van glastuinbouwbedrijven met (niet-glastuinbouw)bedrijven met een complementaire warmtevraag.

Literatuur

Alleblas, J.T.W. en M. Mulder, *Kansen voor kassen; Naar een economische hoofdstructuur glastuinbouw*. PR 97.02. LEI-DLO, Den Haag, 1997.

Bakker, R., *Uitbreidingspotentieel voor warmte van derden in de Nederlandse glastuinbouw bij verschillende scenario's*. Rapport 2.00.06. LEI, Den Haag, 2000.

Bakker, R., A. van der Knijff, N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh, *Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1999*. Rapport 3.00.07. LEI, Den Haag, 2000.

Brinckhorst, L.J., *Brief aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal; over brandstofprijzen, energiemaatregelen en overleg tussen de glastuinbouw- en de tuinbouwsector*. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag, 2000.

Bruijn, de W.J., 'Ook twee bestaande bedrijven kunnen zinvol clusteren'. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (2000) 3.

Bruijn, de W.J., *Persoonlijke mededeling*. DLV, 2000.

Dijck, van P., 'Investerings in duurzame energie rendabel; vier potplantenkwekers stellen nutsvoorzieningen in aparte onderneming'. In: *Oogstplus Groenten*, nummer 47, 1998.

Convenant Glastuinbouw en Milieu 1995-2010. 1997.

DLV, *Glastuinbouwcluster Huissen-Bemmel*. Horst, 1998.

Dril, A.W.N. van, F.A.M. Rijkers, J.J. Battjes en A. de Raad, *Toekomst warmtekrachtkoppeling; verkenning van de economische aantrekkelijkheid in een geliberaliseerde markt*. ECN, Petten, 2000.

DTE, *Richtlijnen Gaswet*. Dienst uitvoering en Toezicht Energie, www.dte.nl.

ECN, *ECN verbetert brandstofcel*. <http://www.ecn.nl/news/n990910.html>, 1999a.

ECN, *Warmtepompen*. http://www.ecn.nl/unit_de/document/warmtep/index.html, 1999b.

EZ, *Derde Energienota*, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 1996.

EZ, *Energierapport 1999*. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 1999.

- Holt, A. van der, *Persoonlijke mededeling*. Essent, 2000.
- Honkoop, E., 'Tuinder levert elektriciteit aan buurman'. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (1998) nummer onbekend.
- Huisman, S., *Persoonlijke mededeling*. Huissen, 2000.
- Huijs J.P.G., H.F. de Zwart, F.L.K. Kempkes, N.J. v.d. Braak en J.J.G. Breuer, *De toepassing van windenergie in tuinbouwclusters, analyse synchroniteit van windaanbod en elektriciteitsvraag*. Nota P 2000-79. IMAG, Wageningen, 2000.
- Jorritsma-Lebbink, A., *Brief aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal; stimuleringsmaatregelen WKK*. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 2000.
- KPMG, *Collectieve energievoorziening glastuinbouwgebied Bergerden (concept eindrapportage)*. KPMG Metrum, De Meern, 1999.
- Kreij, de R., 'Drie keer winst in Almere met clusterovereenkomst; tuinder levert collega elektriciteit via het gewone net'. In: *Oogst* (1998) 29/30.
- KWIN, *Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 1999-2000*. Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk, 1999.
- Lamers, A., 'Houtverbrander nieuw leven ingeblazen'. In *Groenten en Fruit*, 1997.
- LNV en LTO, *Bestuurlijk afsprakenkader herstructurering glastuinbouw*. 's Gravenhage, 2000.
- LTO, *Glastuinbouw kiest voor milieu en economie; plan van aanpak voor de herstructurering van de glastuinbouw*. LTO-Nederland, 1998.
- Maas, van der K., *Persoonlijke mededeling*. NUON, Arnhem, 2000.
- Meer, van der M., 'Nieuwkomers profiteren van tuinbouwtraditie; koekoekspolder bouwt aan reputatie als hervestigingsgebied'. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (1999) 54.
- Novem, *Voorbeeld van een project van de EZ-regeling 'Besluit subsidies CO₂-reductieplan'*. http://www.novem.nl/co2/project/warmtepomp_pb2.htm.
- Sluis, van der B.J., K.R. Nawrocki, N.J.A. van der Velden, *Dekkingsgraden van restwarmte in de glastuinbouw*. Publikatie 4.133, Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag, 1992.
- Smit, P., *Persoonlijke mededeling*. Agro Adviesburo, Den Hoorn, 2000.

Swinkels, G.L.A.M., *Standaardteeltbeschrijvingen*. Instituut voor Milieu en Agritechniek, Wageningen, 2000.

TU, *Brandstofcellen*. <http://www.lmak.stm.tudelft.nl/materiaalkunde/colleges/brandstofcel/brandstofcel.html>, 1999.

Vegter, B., 'Eén en één is drie; warmtedistributieproject Franssen/Van der Lugt levert goedkopere stroom en warmte'. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (1997a) 4.

Vegter, B., 'Clusterproject: zekerheden inbouwen, daar draait om het om; 's lands eerste samenwerkingsvorm van telers in beslissingsfase'. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (1997b) 27.

Vegter, B., 'Stroomlevering van teler aan teler: de vonken vliegen eraf; tussenstand demonstratieproject Mijdrecht'. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (1998) 11.

Vegter, B. *Brandstofcel komt voor tuinbouw snel dichterbij*. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (1999) 50.

Velden, N.J.A., A.P. Verhaegh, R. Bakker en A. van der Knijff, *Liberalisering aardgasmarkt; verkenning glastuinbouw*. Rapport 1.99.07. LEI, Den Haag, 1999.

Velden, N.J.A. en O. Hietbrink, *Mogelijkheden voor een mengvorm tussen energieverbruik voor en na omrekening primair brandstof als indicator voor het energiegebruik per m² kas voor glastuinbouwbedrijven*. Interne Nota. LEI, Den Haag, 1999.

Velden, N.J.A. en R. Bakker, *Analyse homogene groepen bedrijven ter ondersteuning onderzoek naar anticipatiemogelijkheden CDS*. LEI, Den Haag (in voorbereiding).

Verhoeven, A.T. M., F.L.K. Kempkes en N.J.A. van der Velden, *Warmte/krachtinstallaties in de glastuinbouw; gebruiksrendementen en dekkingsgraden*. LEI-DLO en Instituut voor Milieu en Agritechniek, Den Haag, 1995.

Visser, P., 'Belichten met stroom van je buurman'. In: *Groenten en Fruit* (1998) nummer onbekend.

Visser, P., 'Flinke besparingen mogelijk in cluster'. In: *Groenten en Fruit* (2000a) 13.

Visser, P., 'Flexibel inkopen, zelfstandig klimaat sturen'. In: *Groenten en Fruit* (2000b) 26.

VROM, *Uitvoeringsnota Klimaatbeleid; maatregelen sector landbouw*. <http://www.vrom.nl/milieu/broeikaseffect/41901004.htm>, 1999.

Westland Energie Services, 'Fysieke energiecluster (nog) niet altijd lucratief'. In: *Joules*, 2000.

Zwart, H.F. de, *Analyzing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model*. Rapport 96-05. Instituut voor Milieu en Agritechniek, Wageningen, 1996.

Zwart, H.F. de, *Energiezuinige vochtregulatie door middel van warmtepompen en warmteopslag*. Instituut voor Milieu en Agritechniek, Wageningen, (in voorbereiding).

Zwarts, G., 'Brandstofcel: alleen nog een kwestie van tijd'. In: *Vakblad voor de Bloemisterij* (2000) 15.

Bijlage 1 Lijst van geïnterviewden

De volgende personen hebben een bijdrage geleverd aan het onderzoek door mee te werken aan een interview.

De heer W.J. de Bruijn	DLV
De heer A. Fransen	Tuinder
De heer A. van der Holt	Essent
De heer S. Huisman	Tuinder
De heer M. Klootwijk	Kea
De heer J.J.M. Koop	DLV
De heer K. van der Maas	NUON
De heer P. van Marion	Westland Energie Services
De heer J. Mulder	Tuinder
De heer J.A.M. Schepers	Grontmij
De heer P.X. Smit	Agro Adviesburo
De heer J. van de Voort	Tuinder
De heer B. Wegman	Tuinder
De heer G.G. Zuurbier	Tuinder

Bijlage 2 Achtergrondinformatie conversietechnieken

Warmte/kracht-installatie

Op bedrijven die assimilatiebelichting toepassen wordt de warmte/kracht-installatie (w/k-installatie) veelal ingezet om in de elektriciteitsvraag te voorzien. De warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit wordt zoveel mogelijk nuttig aangewend op het bedrijf eventueel in combinatie met een warmteopslagtank. De w/k-installatie is op deze bedrijven meestal het eigendom van de tuinder. Energiebedrijven plaatsen met name w/k-installaties op bedrijven die geen assimilatiebelichting toepassen. De w/k-installatie wordt op deze bedrijven ingezet om in de basislast van de warmtebehoefte te voorzien. De ketel vangt meestal in zulke situaties de pieken op. De tuinder koopt dus de geproduceerde warmte van het energiebedrijf. De geproduceerde elektriciteit daarentegen wordt door het energiebedrijf via het openbare elektriciteitsnet afgezet.

Het aandeel w/k-warmte in de totale warmtebehoefte van een bedrijf wordt dekingsgraad genoemd. Voor bedrijven die de w/k-installatie inzetten om in de warmtebehoefte te voorzien is het realiseren van een hogere dekingsgraad aantrekkelijker. Een hogere dekingsgraad levert de tuinder goedkopere warmte op; het inkopen van één eenheid warmte uit een w/k-installatie is over het algemeen goedkoper dan het produceren van één eenheid warmte met behulp van de ketel. Bovendien wordt bij een hogere dekingsgraad per saldo meer primair brandstof bespaard. Afhankelijk van de omstandigheden heeft de tuinder twee mogelijkheden om een hogere dekingsgraad te realiseren. In de eerste plaats kan een hogere dekingsgraad behaald worden door gebruik te maken van een warmteopslagtank. Op momenten dat niet alle warmte uit de w/k-installatie nuttig aangewend kan worden op het bedrijf, kan deze opgeslagen worden in de warmteopslagtank om op een ander moment weer aangewend te worden op het bedrijf. Hierdoor kan de dekingsgraad en het aantal draaiuren van de w/k-installatie toenemen. Dit laatste is gunstig voor het energiebedrijf, omdat er meer elektriciteit geproduceerd kan worden met de w/k-installaties op momenten dat de elektriciteit het meest waard is voor het energiebedrijf (overdag).

De inzet van de w/k-installatie in combinatie met warmteopslag kan door het toepassen van rookgasreiniging nog verder geoptimaliseerd worden. Door rookgasreiniging in combinatie met warmteopslag kan de w/k-installatie overdag wanneer de vraag naar CO₂ juist het grootst is, en de vraag naar warmte relatief laag of zelfs nihil is, gewoon blijven draaien. Ook voor het energiebedrijf is stijging van het aantal draaiuren overdag lucratief, omdat overdag de elektriciteit tegen de hoogste prijs afgezet kan worden door het energiebedrijf. Rookgasreiniging in combinatie met warmteopslag kan dus voor beide partijen voordeel opleveren.

Warmtepomp

In het kader van dit onderzoek worden de volgende twee typen warmtepompen onderscheiden: 1) de compressiewarmtepomp en 2) de absorptiewarmtepomp, waarbij binnen

het type compressiewarmtepompen weer onderscheid gemaakt wordt tussen de elektrische en gasgestookte compressiewarmtepomp.

Een compressiewarmtepomp bestaat in feite uit een verdamper, een compressor, een condensor en een smoorventiel. In de verdamper wordt onder invloed van de warmte uit een warmtebron een koudemiddel (bijvoorbeeld propaan of fluorkoolwaterstof) verdampt. Door het koudemiddel wordt dus warmte onttrokken uit de warmtebron; de warmtebron daalt in temperatuur en het koudemiddel verdampt. Het verdampte koudemiddel wordt samengedrukt door een compressor, waardoor het koudemiddel in temperatuur stijgt, en vervolgens naar een condensor gepompt. In de condensor condenseert de damp weer en stroomt het koudemiddel over het smoorventiel terug naar de verdamper (ECN, 1999b). De warmte die vrij komt bij de condensatie kan bijvoorbeeld gebruikt worden om lucht of water op te warmen. Naast warmte wordt met een gasgestookte warmtepomp (voorzien van een generator) ook elektriciteit geproduceerd. Bovendien kunnen de rookgassen van de aardgasmotor na reiniging gebruikt worden voor CO₂-dosering.

Bij een absorptiewarmtepomp is de compressor vervangen door een 'thermische compressor' bestaande uit een absorber, een vloeistofpompje, een generator en een smoorventiel. Bij een absorptiewarmtepomp is in tegenstelling tot een compressiewarmtepomp een tweetal kringlopen te onderscheiden; de kringloop van het koudemiddel en de kringloop van het mengsel. Net als bij compressiewarmtepomp wordt in de verdamper een koudemiddel (bijvoorbeeld water of ammoniak) verdampt. De damp wordt in de absorber geabsorbeerd door een mengsel (bijvoorbeeld lithiumbromide/water of water/ammoniak). De warmte die hierbij vrijkomt wordt afgegeven aan de omgeving. Vervolgens wordt het mengsel door de compressor naar de generator gepompt. In de generator verdampt onder invloed van toegevoegde warmte, door middel van bijvoorbeeld een brander, het koudemiddel. Het koudemiddel wordt naar de condensor gepompt. Na condensatie stroomt het koudemiddel terug naar de condensor. Het mengsel stroomt over het smoorventiel terug naar de absorber (ECN, 1999b). De warmte die vrijkomt bij de condensatie kan bijvoorbeeld gebruikt worden om lucht of water op te warmen. Afhankelijk van de toegepaste conversietechniek kunnen de CO₂-rookgassen direct (brander) of na reiniging (gasmotor) worden gebruikt voor CO₂-dosering.

Een andere toepassing van een absorptiewarmtepomp is het gebruik van de warmtepomp als koelmachine. Bij sommige processen is juist behoefte aan koude. In dit geval is het niet de bedoeling om met behulp van een warmtebron een ander medium op temperatuur te brengen, maar om een medium in temperatuur te laten zakken. Het rendement van een absorptiewarmtepomp kan verhoogd worden door warmte- c.q. koudeopslag in ondergrondse aquifers.

Bijlage 3 Bedrijfstypen

In het onderzoek *Kansen voor kassen* (Alleblas en Mulder, 1997) is de volgende indeling in zes bedrijfstypen gemaakt op basis van teeltrichting, kapitaalintensiteit en arbeidsbehoefte.

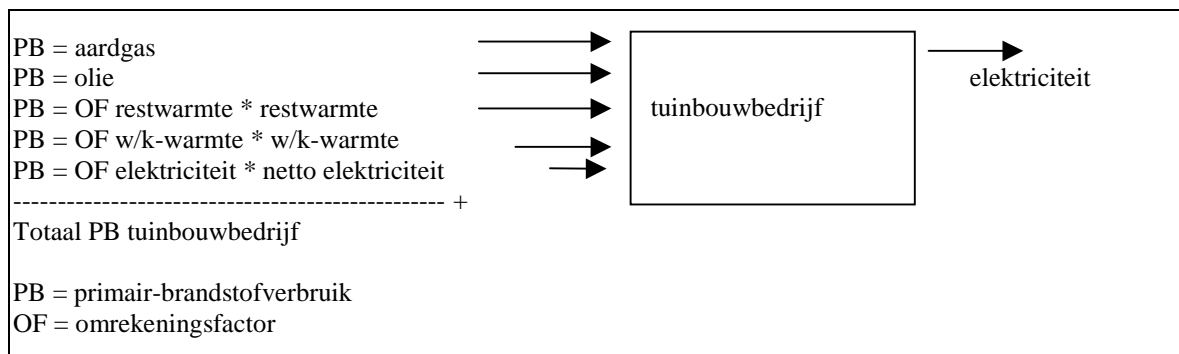
Tabel B3.1 Korte omschrijving van de zes bedrijfstypen plus het areaal per bedrijfstype in 2010 volgens het EC-scenario

Omschrijving bedrijfstype	Areaal bedrijfstype (ha)
1. Intensieve vruchtgroentebedrijven (zwaar gestookt en substraatteelt)	2.300
2. Intensieve snijbloemenbedrijven (zwaar gestookt en assimilatiebelichting)	1.100
3. Intensieve pot- en perkplantenbedrijven (teelt op roltafels en/of betonvloeren)	1.000
4. Minder intensieve vruchtgroentebedrijven (teelt in de grond)	900
5. Minder intensieve snijbloemenbedrijven (geen assimilatiebelichting)	3.000
6. Minder intensieve pot- en perkplantenbedrijven (teelt op de grond)	600
	totaal 8.900

Bijlage 4 Primair brandstof

De LCA-methode (Life Cycle Analysis) wordt algemeen gezien als de techniek om de milieuvriendelijkheid van een product weer te geven. Bij toepassing van de LCA-methode worden niet alleen de milieueffecten van de productie van het product in beschouwing genomen, maar ook de milieueffecten van het produceren van de productiemiddelen alsook de milieueffecten in het traject van producent naar consument. Uitgaande van de LCA-gedachte kan gesteld worden dat op energiegebied het primair-brandstofverbruik een goede indicatie geeft van de werkelijke milieuvriendelijkheid van het 'productiemiddel energie' (Van der Velden en Hietbrink, 1999).

De belangrijkste energiesoort, die in de glastuinbouw wordt toegepast, is aardgas. Daarnaast wordt in beperkte mate gebruikgemaakt van olie, w/k-warmte restwarmte en elektriciteit uit het openbare net. Aardgas en olie zijn primaire brandstoffen. Voor de overige energiesoorten kan met behulp van omrekeningsfactoren het primair-brandstofverbruik bepaald worden die nodig is voor de productie van deze energiesoorten. Voor elektriciteit wordt hierbij uitgegaan van de netto elektriciteitsafname van het openbare net (elektriciteitsafname minus elektriciteitslevering). Door sommatie van het primair-brandstofgebruik per energiesoort kan het totaal primair-brandstofverbruik van een glastuinbouwbedrijf worden bepaald (figuur B4.1).



Figuur B4.1 Bepaling van het primair-brandstofverbruik per glastuinbouwbedrijf schematisch weergegeven

De omrekeningsfactoren voor w/k-warmte, restwarmte en elektriciteit worden vastgesteld op basis van het rendement van w/k-installaties, het rendement van elektriciteitscentrales, leidingverliezen van het openbare elektriciteitsnet en het warmte-transportstelsel (Bakker et al., 2000).

In hoofdstuk 5 (paragraaf 5.3) zijn bij de uitgangspunten voor de simulatieberekeningen de rendementen voor w/k-installaties en elektriciteitscentrales vermeld, die gehanteerd zijn bij het bepalen van de primair-brandstofbesparing door energieclustering op project- en sectorniveau.

Bijlage 5 Voorkeurlocaties glastuinbouw

Rondom de eeuwwisseling hebben het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de LTO-vakgroep Glastuinbouw het 'Bestuurlijk afsprakenkader herstructurering glastuinbouw' getekend om zich in te zetten voor de herstructurering van de glastuinbouw. Om deze afspraak kracht bij te zetten is een soort top 10 van glastuinbouwlocaties opgesteld, waarvoor de minister en de LTO-vakgroep zich hard zullen maken (tabel B5.1).

Tabel B5.1 Top 10 glastuinbouwlocaties, aantal netto hectare en beschikbaarheid (in alfabetische volgorde naar jaar van beschikbaarheid)

Glastuinbouwgebied	Aantal hectare (indicatief)	Beschikbaar (indicatief)
Berlikum	100	direct-2002
Californië/Siberië	235	direct-2005
Emmen	260	direct-2005
Grootslag	250	direct-2005
Bergerden	350	2000-2005
Luttelgeest	220	2000-2005
Zuidplaspolder	200	2000-2005
IJsselmuiden	300	2000-2010
Moerdijkse Hoek	250	2002-2004
Reimerswaal en/of Nieuwdorp	500	2003-2010

Bron: LNV en LTO, 2000.

Bijlage 6 Teeltbeschrijvingen

Deze teeltbeschrijvingen zijn opgesteld door het IMAG na ruggespraak met gewasspecialisten van het PBG (Swinkels, 2000).

B6.1 Roos (met belichting)

De gegevens met betrekking tot de rozenteelt zijn afkomstig uit Kwantitatieve informatie voor de Glastuinbouw (KWIN; 1999) en op grond van persoonlijke communicatie met de gewasspecialist van het PBG te Aalsmeer.

De berekening van het energieverbruikpatroon van een standaardbedrijf is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

Uitgangspunten	
Gewas	Roos, steenwol
Plantdatum	Jaarrond
Ruimdatum	
Kasoppervlak	20.000 m ²
Ketelvermogen	3 MW
Rookgascondensor	ja
Warmtebuffer	80 m ³ /ha
CO ₂ -dosering	uit rookgassen ketel, dmv darmen, capaciteit 85 m ³ /ha/u
Schermb	beweegbaar energieschermb
Eigen w/k-installatie	w/k-installatie met rookgasreiniging en een elektrisch en thermisch vermogen van resp. 800 en 1.100 kW
Gebruik restwarmte	Nee
Hoofdnet	6 pijpen van 23 mm per 6,4 m kap
Secundair net	4 pijpen van 23 mm per 6,4 m kap
Temperatuurintegratie	Temperatuurintegratie met een bandbreedte van 4°C (+2, -2) en een maximale temperatuursom van 200 graduren

Voor de klimaatregeling worden de volgende setpoints gehanteerd:

Setpoints	
Temperatuur	08-09 tot 01-03: dag 18°C, nacht 17°C 01-03 tot 08-09: dag 19,5°C, nacht 18,5°C
RV	85% maximaal
CO ₂	1.200 ppm maximaal

Verder gelden de volgend klimaat-regelstrategieën:

Verwarming

De stooklijn waarop het kasklimaat wordt geregeld, is gebaseerd op de dag- en nachtsetpoints, waarbij de helling bij de overgangen tussen deze setpoints op 1°C/uur gesteld is. De

stijging naar het dagsetpoint wordt op een zodanig moment ingezet dat de dagwaarde bij zonsopkomst bereikt is. De verlaging wordt ingezet op zonsondergang. Het setpoint wordt overdag met 6°C verhoogd over het zonstralingstraject van 100 tot 300 W/m² (buiten de kas gemeten).

Minimumbuis

Er wordt het hele jaar een minimumbuis van 45°C overdag en 30°C 's nachts toegepast die tussen 100 en 300 W/m² stralingsintensiteit naar de gasluchttemperatuur afgebouwd wordt.

Ventilatie

De ventilatielijn staat 3°C boven de stooklijn. Bij het afbouwen van de stooklijn bij het invallen van de avond loopt de ventilatielijn een half uur achter op de stooklijn. De ramen worden voor iedere graad overschrijding van de ventilatielijn 10% geopend. Indien de lijzijdige luchting meer dan 60% geopend is gaan de loefzijdige ramen meelopen.

Behalve op temperatuur worden de ramen ook nog geregeld op vocht. Bij overschrijding van de ingestelde maximale RV worden de ramen met een PI-regelaar geopend. Zonodig wordt daarbij ook nog bijgestookt.

Belichting

Assimilatiebelichting met SON-T lampen vindt plaats van 1 september tot 1 mei, indien de globale straling kleiner is dan 125 W/m². De belichting is per etmaal 4 uur geblokkeerd van 20.00 u tot 24.00 u. In de scenario's worden verschillende belichtingsintensiteiten gebruikt oplopend van 3.000 lux/m² (20 W/m²) tot 6.000 lux/m² (51 W/m²).

Buffer/CO₂

CO₂-dosering vindt plaats van zonopkomst tot een uur voor zonsondergang en gedurende de periode dat de belichting ingeschakeld is. Als de buffer vol is wordt de dosering gestopt.

Scherm

Het scherm wordt 's nachts gesloten indien de buitentemperatuur lager is dan 10°C is. Als de kaslucht RV boven de 85% stijgt wordt een kier van 3% getrokken (in de praktijk wordt ook wel boven het scherm gelucht). Ook wanneer ten gevolge van belichting of minimumbuis de temperatuur onder het scherm te hoog oploopt wordt een kier in het scherm getrokken.

W/k-installatie

De w/k-installatie draait uitsluitend voor de eigen belichting.

Gasverbruik

De ketel en w/k-installatie tezamen gebruiken in het geval dat met 3.000 lux/m² belicht wordt 44 m³/m². Wanneer met 4.000 lux belicht wordt is het gezamenlijk gasverbruik 48 m³/m². Bij 5.000 lux belichting is het gasverbruik 56 m³/m² en bij 6.000 lux 66 m³/m².

B6.2 Tomaat

De gegevens met betrekking tot de tomatenteelt zijn afkomstig uit Kwantitatieve informatie voor de Glastuinbouw (KWIN; 1999) en op grond van persoonlijke communicatie met de betreffende gewasspecialist van het PBG te Naaldwijk.

De berekening van het energieverbruikpatroon van een standaard tomatenbedrijf is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

Uitgangspunten	
Gewas	Ronde tomaat, steenwol, hoge draad
Plantdatum	11-12
Ruimdatum	20-11
Kasoppervlak	20.000 m ²
Ketelvermogen	3 MW
Rookgascondensor	ja
Warmtebuffer	80 m ³ /ha
CO ₂ -dosering	uit rookgassen ketel, dmv darmen, capaciteit 85 m ³ /ha/u
Schermb	ja
Eigen w/k-installatie	nee
Gebruik restwarmte	nee
Hoofdnet	8 pijpen van 51 mm per 6,4 m kap
Secondair net	4 pijpen van 28 mm per 6,4 m kap
Temperatuurintegratie	Temperatuurintegratie met een bandbreedte van 4°C (+2, -2) en een maximale temperatuursom van 200 graaduren

Voor de klimaatregeling worden de volgende setpoints gehanteerd:

Setpoints	
Temperatuur	11-12 tot 10-01: dag 19°C nacht 18°C 10-01 tot 31-03: dag 18°C, nacht 17°C 31-03 tot 20-11: dag 19°C, nacht 18°C
RV	85% max
CO ₂	800 ppm max

Verder gelden de volgende klimaat-regelstrategieën:

Verwarming

De stooklijn waarop het kasklimaat wordt geregeld, is gebaseerd op de dag- en nachtsetpoints, waarbij de helling bij de overgangen tussen deze setpoints op 1°C/uur gesteld is. De stijging naar het dagsetpoint wordt op een zodanig moment ingezet dat de dagwaarde bij zonsopkomst bereikt is. De verlaging wordt ingezet bij zonsondergang. Van 10 januari tot 31 maart wordt een lichtafhankelijke setpointverhoging gehanteerd door de stooklijn met 2°C te verhogen over het zonstralingstraject van 100 tot 300 W/m² (buiten de kas gemeten).

Minimumbuis

De minimumbuis temperatuur bedraagt het gehele jaar dag en nacht 45°C. In het zonstralingstraject 100 tot 300 W/m² wordt de minimumbuis temperatuur afgebouwd naar de

actuele kasttemperatuur. Vocht wordt actief afgevoerd met behulp van een verhoging van de minimumbuis wanneer de RV het setpoint met meer dan 1 procent overschrijdt.

Ventilatie

De ventilatielijn staat één graad boven de stooklijn. Bij het afbouwen van de stooklijn bij het invallen van de avond loopt de ventilatielijn een half uur achter op de stooklijn. De ramen worden voor iedere graad overschrijding van de ventilatielijn 10% geopend. Indien de lijzijdige luchting meer dan 60% geopend is (dus bij een gasluchttemperatuur van 6°C boven de ventilatielijn), gaan de loefzijdige ramen meelopen.

Behalve op temperatuur worden de ramen ook nog geregeld op vocht. Bij overschrijding van de ingestelde maximale RV worden de ramen met een PI-regelaar geopend. Zonodig wordt daarbij ook nog bijgestookt. Het regelen op maximale RV is alleen mogelijk met een betrouwbare RV-meting. In de praktijk wordt daarom ook wel een minimum raamstand aangehouden, oplopend tot 10% bij een buitentemperatuur tussen de 8 en 10°C. De berekeningen in dit rapport zijn gebaseerd op een maximale-RV regeling.

Buffer/CO₂

CO₂-dosering vindt plaats van zonopkomst tot een uur voor zonsondergang en zolang de buffer nog niet geheel gevuld is

Scherm

Er wordt een transparant beweegbaar scherm gebruikt dat alleen 's nachts gesloten is vanaf de plantdatum tot april mits de buitentemperatuur lager dan 10°C is.

Gasverbruik

Het gasverbruik bedraagt 55 m³/m².

B6.3 Paprika (rood)

De gegevens met betrekking tot de paprikateelt zijn afkomstig uit Kwantitatieve informatie voor de Glastuinbouw (KWIN; 1999) en op grond van persoonlijke communicatie met de gewasspecialist van het PBG te Naaldwijk.

De berekening van het energieverbruikpatroon van een standaard bedrijf is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

Uitgangspunten	
Gewas	Rode paprika, steenwol
Plantdatum	25-11
Ruimdatum	7-11
Kasoppervlak	20.000 m ²
Ketelvermogen	3 MW
Rookgascondensor	ja
Warmtebuffer	80 m ³ /ha
CO ₂ -dosering	uit rookgassen ketel, dmv darmen, capaciteit 85 m ³ /ha/u
Schermb	transparant beweegbaar
Eigen WK	nee
Gebruik restwarmte	nee
Hoofdnet	8 pijpen van 51 mm per 6,4 m kap
Secondair net	4 pijpen van 28 mm per 6,4 m kap
Temperatuurintegratie	Temperatuurintegratie met een bandbreedte van 4°C (+2, -2) en een maximale temperatuursom van 200 graaduren

Voor de klimaatregeling worden de volgende setpoints gehanteerd:

Setpoints	
Temperatuur	25-11 tot 16-12: dag en nacht 22,5°C 16-12 tot 06-01: dag 22,5°C, nacht 20°C 06-01 tot 27-01: dag 22°C, nacht 18°C 27-01 tot 07-11: dag 21°C, nacht 19°C
RV	85% maximaal
CO ₂	1000 ppm maximaal

Verder gelden de volgende klimaatregelstrategieën:

Verwarming

De stooklijn waarop het kasklimaat wordt geregeld, is gebaseerd op de dag- en nachtsetpoints, waarbij de helling bij de overgangen tussen deze setpoints op 1°C/uur gesteld is. De stijging naar het dagsetpoint wordt op een zodanig moment ingezet dat de dagwaarde bij zonsopkomst bereikt is. De verlaging wordt ingezet bij zonsondergang. Het setpoint wordt overdag met 2°C verhoogd over het zonstralingstraject van 100 tot 300 W/m² (buiten de kas gemeten).

Minimumbuis

De minimumbuis temperatuur bedraagt in de koude periode van het jaar dag en nacht 45°C. Van 15 maart tot en met 15 september wordt geen minimumbuis temperatuur ingesteld. In het zonstralingstraject 100 tot 300 W/m² wordt de minimumbuis temperatuur afgebouwd naar de actuele kastemperatuur.

Ventilatie

De ventilatielijn staat één graad boven de stooklijn. Bij het afbouwen van de stooklijn bij het invallen van de avond loopt de ventilatielijn een half uur achter op de stooklijn. De ramen worden voor iedere graad overschrijding van de ventilatielijn 10% geopend. Indien de lijzijdige luchting meer dan 60% geopend is (dus bij een gasluchttemperatuur van 6°C boven de ventilatielijn), gaan de loefzijdige ramen meelopen.

Behalve op temperatuur worden de ramen ook nog geregeld op vocht. Bij overschrijding van de ingestelde maximale RV worden de ramen met een PI-regelaar geopend. Zonodig wordt daarbij ook nog bijgestookt.

Buffer/CO₂

CO₂-dosering vindt plaats van zonopkomst tot een uur voor zonsondergang en zolang de buffer nog niet geheel gevuld is.

Scherm

Er wordt een transparant beweegbaar scherm gebruikt dat continu gesloten is van 25 november tot 6 januari. Van 6 januari tot 27 januari is het scherm overdag geopend als de zonstraling meer dan 100 W/m² bedraagt. Van 6 januari tot 1 mei is het scherm 's nachts dicht, mits de buitentemperatuur kleiner is dan 10°C. Gedurende het hele jaar gaat het scherm overdag 60% dicht indien de zoninstraling groter is dan 600 W/m². Wanneer de RV 2 % boven het setpoint komt wordt het scherm op een kier getrokken.

Gasverbruik

Het gasverbruik bedraagt 45 m³/m².

B6.4 Potplant

Omdat de term 'potplanten' erg algemeen is kan hiervoor niet een uitgebreide blauwdruk worden gegeven. Daarom is gekozen een eenvoudige klimaatregeling voor een warme teelt met energiescherm als uitgangspunt voor de beschrijving van een potplantenteelt te gebruiken.

Teeltduur

Potplanten worden jaarrond geteeld.

Temperatuursetpoints

22°C overdag en 20°C 's nachts.

Minimumbuis

geen

Ventilatie

De ventilatielijn staat 1°C boven de stooklijn. Bij overschrijding worden de ramen 10% per graad overschrijding geopend. Indien de lijzijdige luchting meer dan 60% geopend is (dus bij een gasluchttemperatuur van 6°C boven de ventilatielijn), gaan de loefzijdige ramen meelopen.

Behalve op temperatuur worden de ramen ook geregeld op vocht, maar pas als de maximale RV van 90% wordt overschreden. De lijzijdige ramen worden dan 2% per procent overschrijding geopend.

Scherm

Het scherm wordt 's nachts gesloten als de buitentemperatuur onder de 10°C daalt.

CO₂

Voor zover beschikbaar uit ketelrookgassen en met een maximale doseercapaciteit van 90 kg/ha/uur.

Buffer

Geen

Gasverbruik

Het gasverbruik bedraagt 44 m³/m².

B6.5 Fresia

De gegevens met betrekking tot de fresiateelt zijn afkomstig uit persoonlijke communicatie met de betreffende gewasspecialist van het PBG te Naaldwijk

De berekening van het energieverbruikpatroon van een standaard bedrijf is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

Uitgangspunten	
Gewas	Fresia
Plantdatum	cyclus van ongeveer 30 weken waardoor in een teeltafdeling twee teelten per jaar kunnen worden gerealiseerd. Om een evenwichtige bedrijfsvoering te realiseren worden drie plantdata gebruikt, elk 3 tot 4 weken ten opzichte van elkaar verschoven
Ruimdatum	
Kasoppervlak	20.000 m ²
Ketelvermogen	3 MW
Rookgascondensor	ja
Warmtebuffer	80 m ³ /ha
CO ₂ -dosering	uit rookgassen ketel, dmv darmen, capaciteit 50 m ³ /ha/u
Scherm	krijtscherm, zonneweringscherm
Eigen WK	nee
Gebruik restwarmte	Nee
Hoofdnet	2 pijpen van 51 mm per 6,4 m kap
Secundair net	8 pijpen van 28 mm per 6,4 m kap
Temperatuurintegratie	Temperatuurintegratie met een bandbreedte van 4°C (+2, -2) en een maximale temperatuursom van 200 graden

Voor de klimaatregeling worden de volgende setpoints gehanteerd:

Setpoints	
Temperatuur	De fresiateelt begint met een 8-weekse periode waarin een luchttemperatuur van 11°C (dag en nacht) wordt aangehouden. In deze periode wordt tevens de grondtemperatuur geregeld. Is de grond kouder dan 14°C, dan wordt de grond verwarmd. Is de grond warmer dan 16°C, dan wordt de grond gekoeld. De volgende 22 weken is het setpoint 8°C (eveneens dag en nacht) en wordt de grondtemperatuur niet geregeld.
RV	90% maximaal
CO ₂	600 ppm maximaal

Verder gelden de volgende klimaat-regelstrategieën:

Minimumbuis

In feite wordt er in de fresiateelt geen minimumbuis gebruikt. Er wordt alleen van half augustus tot begin mei in de vroege ochtend (vanaf 1 uur voor zonsopkomst) een buis van 50°C aangehouden. De minimumbuis wordt afgebouwd over een zonstralingstraject van 0-25 W/m².

Ventilatie

De ventilatielijn staat 2°C boven de stooklijn. Bij een buitentemperatuur boven de 2°C wordt een minimumraamstand van 4% per °C buitentemperatuur gehanteerd. Komt de temperatuur boven de ventilatielijn dan worden de ramen voor iedere graad overschrijding 20% geopend. Indien de lijzijdige luchting meer dan 20% geopend is gaan de loefzijdige ramen meelopen. De ramen worden niet geregeld op vocht.

Schermb

Van begin mei tot begin september wordt een krijtschermb gebruikt als de zoninstraling groter is dan 600 W/m². Daarnaast worden zonweringschermen gebruikt als de zoninstraling groter is dan 450 W/m².

Grondkoeling

Grondkoeling vindt meestal plaats met behulp van een elektrische koelmachine. De koelmachine slaat aan indien de grondtemperatuur op 10 cm diepte stijgt boven de 16°C . De koelmachine heeft een koelvermogen van 40 W/m². Bij een aangenomen COP van 3 levert de grondkoeling dus elektriciteitsvraag van 20 W/m².

Grondverwarming

Met kunststofslangen wordt de grond verwarmd (watertemperatuur 22°C) indien de bodemtemperatuur (op 10 cm diepte) daalt onder de 14°C.

Buffer/CO₂

CO₂-dosering vindt overdag plaats tot een uur voor zonsondergang. De doseersnelheid is beneden de maximale doseringssnelheid geheel gekoppeld aan de warmtevraag. Gezien de kleine warmtevraag, vooral in de zomerperiode is de CO₂-gift dus erg laag.

Gasverbruik

Het gasverbruik bedraagt 24 m³/m².

Bijlage 7 Toelichting additionele besparingen

In paragraaf 5.2 is reeds naar voren gekomen dat met netgekoppelde clustervormen ten opzichte van niet-netgekoppelde clustervormen additioneel brandstof bespaard kan worden door elektriciteitslevering aan het openbare net in combinatie met rookgasreiniging. Deze additionele besparingen worden echter geheel buiten (in grote elektriciteitscentrales) het cluster gerealiseerd. De additionele besparingen als gevolg van elektriciteitslevering aan het net kunnen als volgt bepaald worden.

Bij een conversierendement van 0,5¹ leidt een kilowattuur elektriciteit die het tuinbouwcluster aan het openbare net levert tot een vermindering van 0,23 m³ in het gasverbruik van de elektriciteitscentrale². De levering van een kilowattuur elektriciteit aan het openbare net doet echter het gasverbruik van de w/k-installatie op het tuinbouwbedrijf met 0,32 m³ stijgen³. Daar staat echter tegenover dat bij gebruik van de 0,17 m³ a.e. w/k-warmte⁴, die daarbij vrijkomt, voor de verwarming van de kas, het gasverbruik van de ketel met 0,17 m³ afneemt⁵. De netto brandstofbesparing per geleverde kilowattuur elektriciteit is dus $0,23 + 0,17 - 0,32 = 0,08$ m³. Ook elektriciteitslevering aan het openbare net levert in een niet geclusterde situatie brandstofbesparing op, mits de hoeveelheid w/k-warmte die vrijkomt bij de productie van een kilowattuur elektriciteit voor tenminste de helft nuttig wordt gebruikt⁶.

¹ Dit is een gangbaar getal voor moderne elektriciteitscentrales.

² 1 kWh = 3,6 MJ elektriciteit = 7,2 MJ primaire brandstof (uitgaande van een centrale rendement van 0,5).

³ 7,2 MJ primaire brandstof is $7,2/31,65 = 0,23$ m³ aardgas (op onderwaarde).

⁴ 1 kWh = 3,6 MJ elektriciteit = 10 MJ primaire brandstof (uitgaande van een elektrisch rendement van de w/k-installatie van 0,36). 10 MJ primaire brandstof is $10/31,65 = 0,32$ m³ aardgas (op onderwaarde)

⁵ $0,32 \text{ m}^3 * 0,52 = 0,166 \text{ m}^3$ (0,52 is het thermisch rendement van de w/k-installatie).

⁶ Uitgaande van een ketelrendement van 100% op onderwaarde.

⁶ Als de w/k-warmte maar voor de helft wordt benut, levert een geleverde kilowattuur elektriciteit geen 0,17 m³ verlaging van het gasverbruik van de ketel op, maar slechts 0,08. De netto primair-brandstofbesparing is dan: $0,23 + 0,09 - 0,32 = 0,00$ m³.

Bijlage 8 Uitkomsten scenariostudie warmte van derden

Hierna zijn de belangrijkste uitkomsten van het onderzoek 'Uitbreidingspotentieel voor warmte van derden in de Nederlandse glastuinbouw bij verschillende scenario's' (Bakker, 2000) vermeld.

Het areaal glastuinbouw dat in 2010 in aanmerking komt voor het gebruik van warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) is afhankelijk van de gekozen ondergrens (minimaal brandstofverbruik per bedrijf) en de verwachte ontwikkeling in het brandstofgebruik per m². Wanneer uitgegaan wordt 8.900 ha glastuinbouw in 2010, conform de Economische Hoofdstructuur Glastuinbouw uit *Kansen voor Kassen* (Alleblas en Mulder, 1997), een ondergrens van 1.100.000 m³ komt 5.190 ha in aanmerking voor warmte van derden, waarvan 1.298 ha restwarmte en 3.892 ha w/k-warmte van energiebedrijven. In totaal kan met warmte van derden in 2010 naar schatting 782 mln. m³ a.e. bespaard worden. Dit komt overeen met een reductie in de CO₂-emissie van 1.408 mln. kg.