

# **Perspectieven voor restwarmte in nieuwe of vernieuwde glastuinbouwgebieden**

**Theo Edens  
Jan van Vliet**

**Expertisecentrum LNV/Ede, april 2001**

? 2001 Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Expertisecentrum LNV, Postbus 482, 6710 BL EDE.

Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van gegevens uit deze publicatie.

**Oplage** 125 exemplaren

**Samenstelling** Theo Edens, Jan van Vliet

**Druk**

Ministerie van LNV, IFA/Bedrijfsuitgeverij

## Voorwoord

De Nederlandse glastuinbouw staat voor een ingrijpende herstructurering. Doelstelling is het realiseren van een concurrerende, veilige en duurzame glastuinbouw in 2010. Om de herstructurering succesvol te laten verlopen moeten in ruimtelijke zin nieuwe projectmatig ingerichte glastuinbouwgebieden worden gerealiseerd en bestaande gebieden worden geherstructureerd. Daarbij zet het Rijk in op nieuwe vooral duurzame gebieden. Bij de beoordeling van nieuwe vestigingslocaties voor de glastuinbouw, zoals een aantal is overeengekomen in het “Bestuurlijk afsprakenkader herstructurering glastuinbouw” tussen LTO Nederland en het Rijk van januari 2000, vormt de beschikbaarheid van restwarmte/CO<sub>2</sub> van derden een belangrijk kwaliteitscriterium. Dit heeft ook vorm gekregen in de regeling Stimulering Inrichting Duurzame Glastuinbouwgebieden (STIDUG), waar dit criterium in belangrijke mate meeweegt bij de beoordeling van aanvragen.

Het gebruik van restwarmte/CO<sub>2</sub> van derden is in de Integrale Milieu Taakstelling van het Convenant Glastuinbouw en Milieu (november 1997) een belangrijke optie om de doelstellingen op het gebied van energie te realiseren en op die manier de afgesproken duurzaamheidslag te maken.

De komende liberalisering van de energiemarkten heeft naar verwachting grote effecten op de economische aantrekkelijkheid voor de huidige vormen van restwarmtelevering, zowel aan de aanbodzijde als aan de vraagzijde door de glastuinbouw.

In deze publicatie wordt na een beschrijving van de huidige toepassing van centrale en decentrale restwarmte beschreven hoe de perspectieven daarvan zullen veranderen als gevolg van de liberalisering van de energiemarkten en welke mogelijkheden er zijn om de perspectieven voor toekomstige toepassing te verbeteren.

Vanaf deze plaats willen we graag de leden van de klankbordgroep danken voor het doorlezen van het concept en voor hun constructieve commentaar daarop.

Ir. H.A. Gonggrijp  
Expertisecentrum LNV



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Huidig gebruik van restwarmte</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Gevolgen liberalisering energiemarkt op hoofdlijnen</b>	<b>11</b>
3.1	Elektriciteitstarieven in geliberaliseerde markt	11
3.2	Gasprijs in geliberaliseerde markt	11
3.3	Strategie glastuinders in CDS-tariefstelsel	12
<b>4</b>	<b>Toekomstige inzet van restwarmte; potentiële mogelijkheden en knelpunten</b>	<b>15</b>
4.1	Ontwikkelingen aan de vraagzijde	15
4.2	Ontwikkelingen aan de aanbodzijde	17
4.2.1	Centrale restwarmte	17
4.2.2	Decentrale restwarmte (met name W/K-installaties)	19
4.3	Conclusies	20
<b>5</b>	<b>Nieuwe perspectieven voor de inzet van restwarmte</b>	<b>21</b>
5.1	Mogelijke oplossingen voor de gesignaleerde knelpunten	21
5.2	Aanbod van restwarmte en kwaliteitscriteria; de potentiële mogelijkheden	24
5.2.1	Centrale restwarmte afkomstig van elektriciteitscentrales	24
5.2.2	Centrale restwarmte uit vuilverbranding/biomassa	26
5.2.3	Centrale restwarmte uit (proces) industrie	26
5.3	Conclusies	27
<b>6</b>	<b>Slotbeschouwing en conclusies</b>	<b>28</b>
6.1	Slotbeschouwing	28
6.2	Conclusies	29
6.2.1	Conclusies uit de analyse	29
6.2.2	Conclusies over de perspectieven:	30
	<b>Literatuur</b>	<b>32</b>

<b>Bijlage 1</b>	<b>LEI-onderzoek naar mogelijk toekomstig gebruik/behoefte</b>	<b>34</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Basisgegevens om het potentiële warmteaanbod van derden te bepalen</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Kengetallen voor warmte- en CO<sub>2</sub>-levering</b>	<b>40</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Berekening tuinbouwwaarde van restwarmte in verschillende situaties</b>	<b>42</b>

# 1 Inleiding

In het kader van de herstructurering van de Nederlandse glastuinbouw is er tot ongeveer 2010 behoefte aan 3700 ha nieuwe glastuinbouwgebieden. Deze ruimte kan grotendeels gevonden worden in de tien locaties die in het Afsprakenkader tussen rijk en bedrijfsleven van januari 2000 zijn genoemd. Uit oogpunt van duurzaamheid dient daarbij gestreefd te worden naar projectmatige vestigingen van voldoende omvang. Deze gebieden bieden in potentie mogelijkheden voor nieuwe toepassingen van restwarmte.

Na een afbakening in deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 een overzicht gegeven van de huidige toepassing van restwarmte in de glastuinbouw. In hoofdstuk 3 wordt op hoofdlijnen ingegaan op de komende liberalisering. Op basis daarvan wordt in hoofdstuk 4 het probleem met betrekking tot toekomstige toepassing geschetst. In hoofdstuk 5 worden oplossingsrichtingen aangegeven om de economische aantrekkelijkheid van restwarmte te verhogen en wordt ingegaan op nieuwe mogelijkheden. In hoofdstuk 6 tenslotte staan de conclusies vermeld.

## Afbakening

In deze studie richten wij ons in eerste instantie op de beleidsmatige inzet om te komen tot nieuwe of vernieuwde glastuinbouwgebieden van voldoende omvang, d.w.z. op termijn – minimaal ongeveer 100 ha glas groot; bij voorkeur ca. 200 ha. Dit betekent in potentie een aaneengesloten gebied van ca. 200 resp. 400 ha. bruto (Bij kleinere oppervlaktes worden allerlei andere gebiedsvoorzieningen te duur c.q. niet realiseerbaar). Naast de omvang is ook de snelheid van vollopen van een gebied echter belangrijk voor de rentabiliteit van een warmteleveringsproject. Als gebieden maar langzaam vollopen, zullen de aanloopkosten hoog zijn.

Afhankelijk van het beschikbare potentieel aan warmte wordt in 2<sup>o</sup> instantie gekeken naar nieuwe glastuinbouwgebieden met een (veel) kleinere omvang.

Onder vernieuwde glastuinbouwgebieden worden in deze publicatie bestaande glastuinbouwgebieden verstaan, die zeer ingrijpend worden geherstructureerd.

## Definitie restwarmte

In deze notitie verstaan we onder restwarmte de warmte die derden aan een glastuinbouwbedrijf leveren op een temperatuur die voor het glastuinbouwbedrijf interessant is. Dit betekent hoogwaardige warmte met een temperatuur van in het algemeen 90° C en meer. De warmte kan daarbij afkomstig zijn van een centrale leverancier, waarbij de warmte meestal via een warmtenet wordt gedistribueerd, of van een naastgelegen leverancier, waarbij de betreffende installatie in technisch opzicht deel uit maakt van de eigen inrichting of van een gezamenlijk facilitair bedrijf.

*In sommige notities e.d. wordt rest- en bijwarmte onderscheiden. Hierbij is restwarmte de warmte die anders zonder benutting wordt geloosd en is bijwarmte de warmte die uit een proces kan worden gehaald als apart product (Dienst Landelijk Gebied (DLG),2000).*

*In andere publicaties wordt rest- en W/K-warmte onderscheiden. Hier is restwarmte een vorm van hoogwaardige warmte die beschikbaar komt bij de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte in een elektriciteitscentrale of Twee-eenheid (stoom- en gasturbine) en W/K-warmte de (eveneens hoogwaardige) warmte van warmte/kracht-installaties van energiebedrijven, welke geplaatst zijn op tuinbouwbedrijven (Van der Velden). Een STEG met warmtelevering is in feite een moderne gasgestookte elektriciteitscentrale, waarbij het koelwater ten behoeve van de warmtelevering bij een hogere temperatuur wordt 'afgetapt'. Hierbij wordt met een lager elektrisch rendement genoegen genomen.*

*In weer andere situaties wordt rest- en afvalwarmte onderscheiden. Hier is afvalwarmte de warmte die anders wordt geloosd en is restwarmte wat hierboven bijwarmte is genoemd.*



## 2 Huidig gebruik van restwarmte

Restwarmte kan afkomstig zijn van elektriciteitscentrales, vuilverbranding/biomassa-verwerkingsinstallaties, industrie of andere glastuinbouwbedrijven met een warmteoverschot (echter nauwelijks met temperaturen hoger dan 90 graden). Momenteel is alleen levering vanuit installaties en centrales, die elektriciteit produceren, van belang. Dit betreft zowel elektriciteitscentrales als decentrale elektriciteitsopwekking. In het laatste geval betreft het warmte/krachtkoppeling; W/K-installaties van energiebedrijven, geplaatst op tuinbouwbedrijven ('W/K-nuts'). Voor zover bekend levert daarnaast alleen de vuilverbrandingsinstallatie bij Roosendaal warmte aan twee glastuinbouwbedrijven met samen ca. 3 ha glas.

Naast de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte door centrales of W/K-nuts zijn er tuinbouwbedrijven met eigen W/K-installaties. Dit betreft vrijwel uitsluitend bedrijven met assimilatiebelichting. Een deel van deze installaties is gekoppeld aan het elektriciteitsnet. Het komt echter ook voor dat de installatie (een deel van) de assimilatiebelichting en/of de bedrijfslast 'bedient' en dat het bedrijf niet of voor een deel van de elektriciteitsbehoefte is aangesloten op het elektriciteitsnet.

Als gevolg van een verdere intensivering van de belichting is er op de bedrijven die via een W/K installatie in hun stroombehoefte voorzien, steeds meer sprake van een warmteoverschot. In toenemende mate wordt gezocht naar mogelijkheden om deze warmte aan andere bedrijven te leveren. Soms kan dit van buurman naar buurman, maar steeds meer wordt gezocht naar clusters van bedrijven waarbij vraag en aanbod van energie worden geregeld vanuit een gezamenlijk facilitair bedrijf. Uit recent LEI-onderzoek (Van der Knijff et al) blijkt dat de besparing op sectorniveau maximaal 7% is; namelijk als alle (zwaar belichte) rozenbedrijven gekoppeld zijn aan (zwaarverwarmde) tomatenbedrijven. Als dit in de praktijk minder lukt, zal het besparingseffect evenredig afnemen. Ook bij andere combinaties is de besparing lager. Kenmerk is wel dat het hierbij gaat om niet constante levering, in principe dus niet geschikt als basiswarmtevoorziening voor bedrijven.

Als de W/K-installatie niet aan het elektriciteitsnet is gekoppeld, spreken we van 'eilandbedrijf'. Bij een eilandbedrijf is de elektriciteitsvoorziening minder flexibel en zeker. De tarieven van het energiebedrijf bestaan echter voor een deel uit transportkosten. Bij een eilandbedrijf worden deze transportkosten uitgespaard; een belangrijke reden voor deze keuze. Deze kostencomponent bedraagt namelijk ca. 4 - 8 cent per kWh.

Tabel 2.1. Globaal overzicht aantal bedrijven en glasareaal met een vorm van gecombineerde productie van elektriciteit en warmte per 1 januari 1999

Warmtebron	STEG en andere centrales	W/K van energiebedrijven	W/K van tuinders
Aantal bedrijven	335	840 (ca. 1100 installaties)	675
Areaal (ha)	560	1800	1100

Bron: Bakker et al, 2000b

Op 1 januari 1999 hadden ca. 1180 glastuinbouwbedrijven restwarmte. Samen beslaat dit 2360 ha (23% van het totale glasareaal). De W/K-installaties van energiebedrijven staan vooral op grote glastuinbouwbedrijven; gemiddeld 1,3 installatie per bedrijf.

Samen met de W/K-installaties van tuinders had totaal 34% van het totale glasareaal een vorm van gecombineerde productie van elektriciteit en warmte.

Op de bedrijven met restwarmte leveren de warmteleveranciers niet alle benodigde warmte. In de piekbehoefte wordt met de eigen (gas)ketel voorzien. Het aandeel warmte van derden was in 1999 11,7% van het totale energiegebruik in de Nederlandse glastuinbouw. Aangezien het areaal op deze bedrijven 23% van het totaal is, is hiermee dus ca. 50% van de warmtebehoefte (dekkingsgraad) op deze bedrijven gedekt (Van der velden et al, 1999).

Een hoge dekkingsgraad is voor de warmteleverancier erg belangrijk. Er wordt dan gedurende veel uren warmte geleverd, waardoor de installatie eerder rendabel of minder onrendabel wordt. De dekkingsgraad verschilt zowel bij warmtelevering door elektriciteitscentrales als bij W/K-installaties.

Bij de 'STEG- en centrales' verschilt de dekkingsgraad sterk van gebied tot gebied. Zij hangt samen met al dan niet leveren van CO<sub>2</sub> tegen een lage prijs (B-driehoek in De Kring) en met de capaciteit per m<sup>2</sup> kas aan warmtelevering.

Om in de CO<sub>2</sub> behoefte te voorzien heeft de tuinder meerdere keuzemogelijkheden. Uit kosten oogpunt is opwekking uit gas met de eigen ketel de goedkoopste optie. Steeds meer wordt de daarbij vrijkomende warmte, die op dat moment niet nodig is, opgeslagen in buffers om op een ander tijdstip (meestal de nachtelijke uren) te worden ingezet. Dit gaat dus ten koste van de afname van restwarmte, waardoor de dekkingsgraad afneemt. Bij enkele projecten wordt daarom zuivere CO<sub>2</sub> aangeboden tegen een prijs van ca. 16 à 19 cent per kg. Slechts weinigen maken hiervan echter, om financiële redenen, gebruik; CO<sub>2</sub> uit de eigen ketel is zelfs bij volledige vernietiging van de warmte goedkoper. Om de dekkingsgraad duidelijk hoger - zo mogelijk boven het verwachte niveau - te krijgen, is men bij de projecten Erica/Klazienaveen in 1998 overgegaan tot het aanbieden van een hoeveelheid zuivere CO<sub>2</sub> tegen een gereduceerde prijs. De hoeveelheid die tegen dit lage tarief wordt geleverd, is gekoppeld aan de afgenomen hoeveelheid warmte (Van der Velden et al., 1999). Ondanks deze maatregelen lijkt men het minimaal noodzakelijke rendement nog niet te halen (Ravensbergen, 2000).

Ook tussen de installaties komen grote verschillen in dekkingsgraad voor. Dit hangt samen met de aanwezigheid van een warmtebuffer en of (via rookgasreiniging) de installatie ook in de CO<sub>2</sub>-behoefte kan voorzien.

Bij de 1100 decentrale eenheden van energiebedrijven waren ca. 100 rookgasreinigers in bedrijf; 78 van het energiebedrijf en ca. 20 die geplaatst zijn door de tuinders (Van der Velden et al., 1999). Bij het overgrote deel van deze installaties wordt dus in de CO<sub>2</sub>-behoefte voorzien door gas in de eigen ketel te verbranden.

Lopende initiatieven zijn uitbreiding van RoCa3 in Zuid-Holland, plannen voor restwarmte vanaf een nieuwe centrale in Bleiswijk/Zoetermeer (gekoppeld met RoCa3) en levering van zuivere CO<sub>2</sub> via een pijpleiding (OKEP-project). De uitbreiding van RoCa3 en 'Bleiswijk/Zoetermeer' kan restwarmte voor 400-600 ha glastuinbouw leveren.

Levering van restwarmte is behalve in de Eemsmond ook mogelijk op de nieuwe locaties in Moerdijkse hoek en de drie genoemde alternatieven in Zeeland: Nieuwdorp (Borssele), Kanaalzone of mogelijk Reimerswaal.

*In het verleden zijn er diverse initiatieven geweest om restwarmteprojecten te realiseren. Verschillende hiervan hebben niet tot realisatie geleid. Een duidelijk voorbeeld hiervan zijn de pogingen tot vestiging van glastuinbouwbedrijven bij de Eemscentrale. Er waren voor de glastuinbouw kennelijk grote bezwaren om zich daar te vestigen. Daarom is zelfs onderzocht of het mogelijk en haalbaar was om warmte (en CO<sub>2</sub>) naar het glastuinbouwgebied in de omgeving van Emmen te transporteren. Uiteindelijk is er enkele jaren geleden een STEG bij Emmen gebouwd die warmte levert aan ca. 150 glastuinbouwbedrijven in Erica/Klazienaveen. De potentiële rendementen waren toen in het algemeen (veel) hoger dan nu door de andere prijsstructuur voor gas en elektriciteit. Begin 2001 heeft STEG-eigenaar Essent besloten alleen op werkdagen overdag nog warmte te leveren, omdat men 's nachts en in het weekend de elektriciteit niet meer kostendekkend af kan zetten (niet duidelijk is in welke mate deze beslissing een politiek-strategische is)*

## 3 Gevolgen liberalisering energiemarkt op hoofdlijnen

### 3.1 Elektriciteitstarieven in geliberaliseerde markt

Met uitzondering van bedrijven met assimilatiebelichting zijn de elektriciteitskosten voor glastuinbouwbedrijven van zeer ondergeschikte betekenis ten opzichte van de verwarmingskosten (gaskosten).

Bovendien zijn de wijzigingen in tariefopbouw veel kleiner dan bij gas. Voor bedrijven met W/K-installaties en assimilatiebelichting zijn de gevolgen wél groot. Er moet een transporttarief (zoals in hoofdstuk 2 al is vermeld; 4-8 cent per kWh) worden betaald voor álle geproduceerde kWh; ook die binnen het bedrijf blijven. Dit transporttarief vervalt als de W/K niet aan het 'openbare' net is gekoppeld (draaien in 'eilandbedrijf').

### 3.2 Gasprijs in geliberaliseerde markt

In het kader van de liberalisering is door de Gasunie een nieuwe tarievenstructuur ontworpen; het CommodityDienstenSysteem (CDS). In dit systeem bestaat de prijs voor het aardgas uit twee tariefcomponenten: de 'kale' gasprijs (commodity) en de kosten van de diensten om het aardgas geleverd te krijgen. Het Dienstentarium bestaat uit twee onderdelen (*bij gas van derden door het leidingnet van de Gasunie komen hier nog kosten voor enkele andere diensten bij*) nl. de kosten voor het transport (transporttarief) en de kosten voor het beschikbaar stellen van de capaciteit (capaciteitstarief). Basis voor deze dienstentariumen zijn de contractcapaciteit, de maximaal gewenste afname per uur en de jaarafname.

Net als de huidige totale prijs in het zone-tarievensysteem is de **commodity** gebaseerd op de stookolieprijs. De commodity is een prijs per m<sup>3</sup>. In de CDS-systematiek zitten de verschillen niet in de 'kale gasprijs'; alle vrije klanten betalen dezelfde commodity. De totale prijs per m<sup>3</sup> verschilt echter sterk van afnemer tot afnemer omdat de dienstentariumen sterk samenhangen met de mate van regelmaat in afname.

Deze mate van regelmaat is uit te drukken in de term 'bedrijfstijd'; het aantal uren per jaar waarin men het jaarverbruik zou opmaken bij continue maximum afname. Dit is dus: jaarafname gedeeld door contractcapaciteit.

In de geliberaliseerde gasmarkt is de te betalen gasprijs dus sterk afhankelijk van de regelmaat in afname (uurbehoefte t.o.v. jaarafname). Piekafnames zijn aanzienlijk duurder dan de basisafname. (basis: Edens, februari 2000)

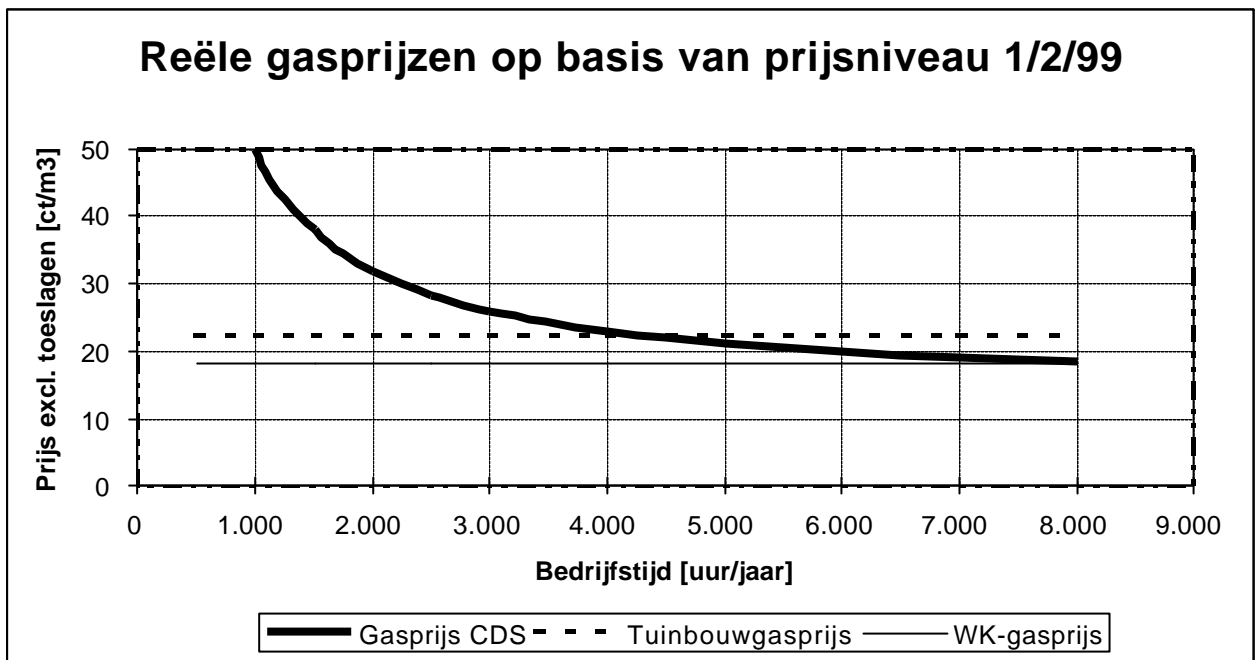
*Het CDS-tarievensysteem geldt strikt genomen alleen voor contracten tussen Gasunie en haar afnemers (en andere gasleveranciers, die het gasunie-leidingennet gebruiken). Het afnamepatroon van deze afnemers is afhankelijk van dat van hun afnemers, zoals glastuinbouwbedrijven. Hierdoor is het CDS indirect dus maatgevend voor tuinbouwbedrijven.*

Er zijn aanwijzingen dat het CDS-tarievensysteem aangepast gaat worden, maar het principe blijft ongetwijfeld overeind. Het zal dus eerder om 'marginale' tariefwijzigingen gaan.

Er zijn grafieken gemaakt waarbij de totale m<sup>3</sup>-prijs (commodity plus diensten) is af te lezen in relatie tot bedrijfstijd.

In figuur 3.1 is zo'n grafiek weergegeven (de gebogen lijn is gebaseerd op een commodity van ruim 14 cent; bij een andere commodity verschuift de lijn verticaal met het verschil in commodity). De commodity is sinds begin 1999 flink gestegen; in januari 2001 was deze 29,182 cent per m<sup>3</sup>.

Figuur 3.1 Relatie tussen bedrijfstijd en totale gasprijs in CDS, tuinbouwgasprijs, (tuinbouw)W/K-gasprijs.



De glastuinbouwbedrijven realiseren een bedrijfstijd van ca. 1600 uur voor lichtgestookte tot ca. 2200 uur voor zwaargestookte bedrijven (particulieren zitten - ver - onder de 1000 uur).

Conclusies:

- ?? Het door de Gasunie ontwikkelde CDS is voor de totale afzet van de Gasunie budgetneutraal. Dit budgetneutraal geldt echter niet per bedrijf(stak). Zo gaan bedrijven die nu onder het glastuinbouw-contract vallen, in het CDS (aanzienlijk) meer per m<sup>3</sup> betalen (Edens, februari 2000).
- ?? Het CDS heeft bij 'ruimteverwarmers' een zeer negatieve invloed op het behalen van de beoogde energiebesparing. Het behalen van de daarvan afgeleide mogelijke CO<sub>2</sub>-reductie wordt hierdoor veel moeilijker. Extra gasafname buiten de piek (voor CO<sub>2</sub>-dosering) kost namelijk 3,5 à 4 cent per m<sup>3</sup> minder dan de commodity. Daarmee is eveneens de waarde van bespaarde m<sup>3</sup> in het algemeen lager dan de commodity (Edens, februari 2000). *Bij een commodity van 14 cent en een tuinbouwgasprijs van ruim 22 cent (bovenstaande grafiek) is de waarde van deze 'CO<sub>2</sub>-m<sup>3</sup>' ca. 50 % van de waarde in het huidige glastuinbouwtarief. Begin 2001 was de tuinbouwgasprijs ruim 38 cent. Bij de commodity van ruim 29 cent was toen de waarde van deze m<sup>3</sup> dus ca. 65 % van de waarde in het huidige glastuinbouwtarief.*

### 3.3 Strategie glastuinders in CDS-tarievensysteem

Om te besparen op de toekomstige energiekosten zullen tuinders vooral proberen een lagere gasprijs te gaan betalen. Dit kan door het maximale uurverbruik, wat gecontracteerd wordt, naar beneden te brengen. De totale jaarafname zal hierdoor nauwelijks wijzigen, zodat de bedrijfstijd zal toenemen en de te betalen gasprijs (het commoditydeel) afneemt. Om energie te besparen is op dit moment een groot aantal technieken en maatregelen voorhanden. De rentabiliteit daarvan wordt bepaald door de kosten en de te verwachten besparing. Op dit moment is niet belangrijk wanneer deze besparing wordt bereikt, omdat in het huidige tariefstelsel elke m<sup>3</sup> gas evenveel kost. Met het nieuwe stelsel gaat dit veranderen. Een besparing in de piekuren is dan veel meer waard. Een aantal besparingsmaatregelen staat de tuinders ten dienste. Verschillende maatregelen voor energiebesparing en situaties hebben verschillende invloed op piekafnames en jaarverbruik. Tabel 3.1 geeft een kwalitatief beeld.

Tabel 3.1 Effecten van verschillende invloedsfactoren op verlaging van de gecontracteerde piek (uur) afname en jaarverbruik

Invloedsfactor	Piekverlaging	Jaarverbruik
Zachte winter	++	+/0
Energiescherm (vast of beweegbaar)	++	++/+
Warmtebuffer	++	+
Temperatuurintegratie (over meerdere dagen)	++	0/+
Isolatie (kas, ketelhuis en leidingen) + kasinrichting	+	+
W/K-installatie (bestaande situatie)	?	++
Restwarmte (bestaande situatie)	?	++
CO <sub>2</sub> van derden/rookgasreiniging	?	+
CO <sub>2</sub> uit eigen ketel	0	-
Andere brandstoffen	++	0(-)
Clustering van bedrijven	+/0	+

++ = veel, + = weinig, 0 = neutraal, ? = negatief

(Glastuinbouw)bedrijven zullen hun gasprijs (per m<sup>3</sup>) dus gaan verlagen door te investeren in technieken en/of maatregelen die hun maximale uurbehoefte verlagen. Dit betreft wel extra investeringen of maatregelen t.o.v. de huidige situatie/het huidige prijssysteem (Edens, februari 2000). Naast investeringen in energieschermen en buffers zijn dit het toepassen van een andere regeltechniek, bijvoorbeeld bij het opstoken, temperatuurintegratie, meer samenwerking in clusterverband en inzet van andere fossiele energiedragers in de piekuren. Om zicht op de mogelijkheden te krijgen, is onderzoek nodig. Dit geldt zowel voor technische mogelijkheden als voor toepassing/invoering van andere regeltechnische mogelijkheden c.q. een ander gebruik van de mogelijkheden. Deze extra investeringen concurreren met andere investeringen, die voor uitvoering van LNV-beleid gewenst zijn, bijvoorbeeld andere dan energie-doelstellingen uit het GLAMI-convenant (Edens, februari 2000).

Omdat afname van gas buiten de piekuren relatief goedkoop is, zal CO<sub>2</sub> opwekking met de eigen ketel aantrekkelijker (inclusief gedeeltelijke warmtevernietiging daarbij) worden, al remmen de GLAMI-doelstellingen dit wel af.

Deze CO<sub>2</sub> kost de teler per kg maximaal ca. 50% van de commodity (basis: Edens, februari 2000).

*Deze 50% geldt als de warmte niet benut kan worden. In het overgrote deel van de 'CO<sub>2</sub>-doseerperiode' is de warmte wel te gebruiken. De CO<sub>2</sub> is dan 'gratis'. Gemiddeld betekent dit dat de CO<sub>2</sub> uit de eigen verwarmingsketel ca. 10% van de commodity-prijs kost.*

De hierbij geproduceerde warmte zal meer dan tot nu toe worden vernietigd; dit is negatief voor het nationale klimaatbeleid. Dit effect wordt nog versterkt door de kleinere inzet van W/K-installaties (zie hoofdstuk 4).

Als gevolg van de nieuwe tariefstructuur zullen niet alleen verschillen in gemiddelde temperaturen, maar ook verschillen in minimumtemperaturen leiden tot verschillen in gaskosten per m<sup>2</sup> tussen glastuinbouwbedrijven in verschillende delen van het land.

De benodigde capaciteit voor volledige voorziening in de warmtebehoefte is afhankelijk van het maximaal te overbruggen temperatuur verschil tussen stooktemperatuur en minimum temperatuur. De afgelopen 30 jaar is in Eelde de minimum temperatuur ca. 4 °C lager geweest dan in De Bilt, Rotterdam is als De Bilt en in Vlissingen is de minimumtemperatuur 6 °C minder laag geweest. (Benninga, J. en N.J.A. van der Velden, 2000). Daarmee is voor Vlissingen een leveringscapaciteit van 120 W<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> voldoende voor volledige voorziening, terwijl in Eelde 180 W<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> nodig is.

Vanwege deze lagere piekbehoefte in Zuidwest Nederland worden in de nieuwe tariefstructuur de verschillen in verwarmingskosten tussen het Noorden en Oosten van het land en het Zuidwesten flink groter; voor zwaar verwarmde bedrijven (als in tabel B2, bijlage 4) scheelt dit tussen Emmen en Vlissingen ruim ? 3,50 per m<sup>2</sup> per jaar. Tussen Naaldwijk en Vlissingen is het verschil ca. ? 2,25. Dit zijn verschillen van enkele procenten van de totale productiekosten en ca. 15 – 25 % van de verwarmingskosten.

Ook de elektriciteitsprijs is afhankelijk van het afnamepatroon. De effecten voor de afnemer zijn hier (veel) kleiner, omdat de veranderingen t.o.v. de oude situatie minder groot zijn. Bovendien zijn de kosten voor elektriciteit op glastuinbouwbedrijven slechts een fractie van de verwarmingskosten (bij assimilatiebelichting een groter aandeel).



## 4 Toekomstige inzet van restwarmte; potentiële mogelijkheden en knelpunten

### 4.1 Ontwikkelingen aan de vraagzijde

Met betrekking tot de perspectieven van restwarmte is een aantal sectorale ontwikkelingen van belang.

1. In 1999 was er 560 ha aangesloten op centrale restwarmte. Dit leverde een besparing op van 2,3% op het primaire verbruik. De decentrale restwarmte leverde met 1800 ha een besparing op van 6,5% op het primaire brandstofverbruik in 1999.

In het Convenant Glastuinbouw en Milieu zijn o.a. doelstellingen geformuleerd op het gebied van energiegebruik. Bij de normstelling voor energie is uitgegaan van 800 ha. centrale en 2000 ha. decentrale restwarmte. Als gevolg van deze doelstellingen zal de brandstofintensiteit, uitgedrukt in  $m^3$  aardgasequivalent (a.e.) per  $m^2$ , zonder verdere toename van het aandeel warmte van derden dan de geraamde toename naar 18% in 2010 (zie de 1<sup>e</sup> kolom in onderstaande tabel), moeten afnemen van ongeveer 43,1  $m^3$  nu tot 35,8  $m^3$  a.e. per  $m^2$  in 2010.

In tabel 4.1 is weergegeven welke brandstofintensiteit noodzakelijk is om de doelstellingen te halen, als een toenemend areaal met een dekkingsgraad (aandeel totale warmtebehoefte uit de restwarmtelevering) van 70% wordt aangesloten op centrale restwarmte. Uit de tabel kan afgeleid worden dat bij 2600 ha. op centrale restwarmte de brandstofintensiteit niet met 17% (van 43,1 naar 35,8) hoeft af te nemen, maar met 11% (naar 38,5  $m^3$  per  $m^2$ ).

Tabel 4.1 Verband tussen gerealiseerde oppervlakten centrale restwarmte en de brandstofintensiteit voor de sector om de energiedoelstellingen in het GLAMI-convenant te realiseren

Oppervlakte (ha) centrale restwarmte Dekking 70%	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600
Oppervlakte (ha) decentrale restwarmte Dekking 50%.	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
<b>Brandstofintensiteit in <math>m^3/m^2</math></b>	<b>35,8</b>	<b>35,8</b>	<b>36,3</b>	<b>36,9</b>	<b>37,4</b>	<b>37,9</b>	<b>38,5</b>
Energie-efficiency	35,6	35	35	35	35	35	35
Warmte van derden in % van totaal energieverbruik	18	20	22	24	25	27	29
Brandstofintensiteit in $m^3/m^2$ als 50 % van de centrale restwarmte afkomstig is van biomassa.	36,9	37,2	38,1	39,1	40	40,9	41,8
Hierbij behorend aandeel duurzame energie (in % van totaal verbruik)	6,6	7,5	8,4	9,2	10	10,7	11,4

Toelichting bij de tabel.

Uitgangspunt is dat alle bedrijven voldoen aan de energienormen van het Besluit Glastuinbouwbedrijven Wet Milieubeheer. Om het gebruik van restwarmte afkomstig van elektriciteitsopwekking te bevorderen is een gunstige rekenfactor ingevoerd van 0,87 voor warmte van derden, ofwel: deze warmte telt slechts voor 87% mee in het totale energieverbruik op bedrijfsniveau. Deze omrekenfactor levert een gat op van 0,6 punt energie-efficiency. De overheid (VROM) gaat er van uit dat dit gat zichzelf zal opvullen door meer gebruik van warmte van derden (van 800 naar 1100 ha). Vandaar dat bij 1100 ha centrale restwarmte de energie-efficiëntie op 35 staat. Vastgelegd is dat het eventueel niet realiseren van dit meerverbruik aan warmte van derden in 2010 de glastuinbouw niet zal worden aangerekend.

Naast restwarmte afkomstig van elektriciteitsopwekking zijn er ook andere mogelijkheden om aan de doelstellingen uit het Convenant te voldoen, zoals het nemen van energiebesparende maatregelen (incl. clustering) of het overschakelen op "groene" stroom of (rest)warmte afkomstig van biomassa, e.d. In het Convenant valt biomassa in de categorie duurzame energie. Hiervoor geldt een rekenfactor nul.

Deze laatste toepassing van restwarmte is in het kader van de doelstellingen dus zeer gunstig omdat deze warmte, net als "groene" stroom, niet meegeteld hoeft te worden. De onderste twee regels geven een beeld van het effect van deze toepassing (de percentages in de onderste regel zijn inclusief de 4 % duurzaam, die in het convenant voor 2010 is afgesproken).

Berekend kan worden dat de brandstofintensiteit voor de hele sector op het niveau van 1999 kan blijven als voor ca. 2100 ha centrale restwarmte bij een dekking van 70 % deze (rest)warmte volledig uit biomassa afkomstig is.

Het bovenstaande geldt voor de hele sector bij gelijkblijvend stookgedrag van de tuinders die 'groene warmte' gebruiken. Voor individuele tuinders gelden individuele normen. Omdat energie uit biomassa niet meetelt in energieverbruik, is dit voor een tuinder een zeer interessante warmtebron. Deze tuinder hoeft geen energie te besparen.

2. De behoefte aan een adequate CO<sub>2</sub>-dosering neemt nog steeds toe. Dit zal een grotere hoeveelheid primaire brandstof vragen of een grotere levering van CO<sub>2</sub> door derden tegen concurrerende prijzen.
3. In de bloemisterij neemt de intensiteit van de assimilatiebelichting toe. Bij de hoge belichtingsintensiteit, zoals die al op een aantal bedrijven is geïnstalleerd, is de warmte van de lampen al voldoende om de kas op temperatuur te houden bij een buitentemperatuur vanaf ca. 6°C (Anink, 1999).

Als dit soort situaties verder toeneemt, dan wordt de mogelijkheid om warmte van derden toe te passen, kleiner. Op bedrijven met assimilatiebelichting kiest men in eerste instantie voor eigen W/K-installaties.

Bij glasgroenten ligt de toepassing van assimilatiebelichting door de andere verhouding tussen potentiële meeropbrengsten en extra kosten minder voor de hand, maar de belangstelling voor belichten neemt wel toe.

Voor beide situaties geldt dat het realiseren van de GLAMI-doelstellingen/normen door het toepassen of uitbreiden van assimilatiebelichting veel moeilijker wordt.
4. Als gevolg van herstructurering en schaalvergroting neemt de gemiddelde bedrijfsomvang nog steeds toe. Aansluiting op restwarmte is voor deze bedrijven eerder rendabel. Het LEI (Bakker, 2000a. Zie ook bijlage 1) heeft onderzocht welk deel van het huidige glasareaal mogelijk nog voor warmte van derden in aanmerking komt. Uit het onderzoek blijkt dat het areaal 'warmte van derden' ten opzichte van 1997 kan groeien met ruim 1200 ha (d.w.z. tot ca. 3400 ha). Het betreft hier het technisch potentiële areaal. *Dit dus in de huidige gebieden, de huidige bedrijfsstructuur, het blijven bestaan van de huidige kleinere projecten en bij de huidige ontwikkeling in areaal e.d., de huidige verdeling - 25% heeft centrale restwarmte en 75% heeft (decentrale) W/K-nuts - en de ondergrenzen van jaarverbruik per afnamepunt c.q. W/K-installatie (500.000 resp. 1.100.000 m<sup>3</sup> aardgasequivalenten (a.e.) per jaar).*

Als een uitbreiding alleen via restwarmte gebeurt en daarbij een ondergrens van 500.000 m<sup>3</sup> a.e. wordt gehanteerd, dan kan het areaal met ruim 3000 ha groeien. Bij een ondergrens van 1.100.000 m<sup>3</sup> a.e. is de potentiële groei ruim 900 ha.

Hiernaast is in het LEI-rapport een indicatie gegeven van het areaal dat voor warmte van derden in 2010 in aanmerking kan komen. Er is verondersteld dat de telers de doelstellingen in het convenant Glastuinbouw en Milieu halen. Naast de hierboven vermelde ondergrenzen is ook gekeken naar een ondergrens van 1.500.000 m<sup>3</sup> a.e. (omdat W/K-installaties steeds groter worden).

Afhankelijk van de ontwikkeling volgens de autonome of de economische hoofdstructuur (AHS resp. EHS) wordt het totale potentiële areaal geschat tussen de 4090 en 1060 ha resp. tussen 7460 en 2640 ha. De verschillen worden veroorzaakt doordat in de EHS van een veel sterkere stijging van de gemiddelde bedrijfsgrootte is uitgegaan, waardoor dan veel meer bedrijven boven de ondergrens komen.

In de studie zijn effecten van het nieuwe CDS-tarievensysteem niet meegenomen. Door dit tarievensysteem kunnen de ondergrenzen van jaarverbruik veranderen. De weergegeven resultaten uit deze studie blijven naar onze verwachting wel een goede indicatie voor het potentiële areaal.

Conclusie: restwarmte is in de eerste plaats haalbaar voor grote, intensieve bedrijven; dus bij uitstek in nieuwvestigingsgebieden of bestaande gebieden met een sterke gebiedsvernieuwing.



Zoals reeds is vermeld, wordt in het CDS de prijs per m<sup>3</sup> gas vooral bepaald door de piekbehoefte t.o.v. de totale jaarafname.

Restwarmte wordt op dit moment uit oogpunt van rentabiliteit vooral gedimensioneerd op de basisbehoefte voor warmte van glastuinbouwbedrijven. Daarnaast hebben bedrijven met restwarmte bijna altijd een eigen installatie om te voorzien in noodsituaties en in de piekbehoefte. Aansluiting op restwarmte draagt dus in de huidige toepassing niet bij aan verlaging van de piekbehoefte. Tevens kan geconcludeerd worden dat in plaats van restwarmte de tuinder ook gas kan gebruiken, wat hij in het nieuwe CDS systeem, omdat het gaat om de basisuren, relatief goedkoop kan inkopen. De waarde van restwarmte als basisvoorziening is voor het afnemende bedrijf dus veel kleiner dan in het oude/huidige 'postzegeltarief'.

Uit tabel B3 in bijlage 4 blijkt dat bij een (hoge) commodity van ca. 25 cent en een CO<sub>2</sub>-prijs van 2 cent per kg de waarde van de restwarmte voor de teler maximaal ca. f 9 – 15,- per m<sup>2</sup> per jaar is. Deze waarde is ca. f 5,50 lager als de CO<sub>2</sub> 10 cent per kg duurder is. Restwarmte kan dus economisch aantrekkelijk zijn als er CO<sub>2</sub> voor een lage prijs bijgeleverd wordt. Als de commodity 15 i.p.v. 25 cent is, dan is de waarde van de warmte ca. f 4,50 lager.

Dit houdt dus in dat bij een commodity van 15 cent en een CO<sub>2</sub>-prijs van 17 cent per kg de decentrale restwarmte voor de teler in sommige situaties nog enige waarde heeft, maar in veel gevallen/varianten is deze waarde dan negatief. Zo'n CO<sub>2</sub>-prijs is bij een commodity van 15 cent overigens een niet zo reële situatie, als de teler ook een eigen ketel heeft. In bijlage 2 is uiteengezet dat bij 'de ketel alleen voor de CO<sub>2</sub> stoken' de CO<sub>2</sub>-prijs per kg ca. 50% is van de commodityprijs per m<sup>3</sup>. Omdat zuivere CO<sub>2</sub> veelal 15 à 20 cent per kg kost, illustreert dit tegelijkertijd de moeilijke positie voor restwarmte-projecten.

## 4.2 Ontwikkelingen aan de aanbodzijde

Op basis van verschillende studies, die zijn gebaseerd op de huidige inzichten en kennis, ontstaat het volgende perspectief voor de toekomstige inzet van restwarmte.

### 4.2.1 Centrale restwarmte

Potentiële aanbieders van centrale restwarmte zijn elektriciteitscentrales, installaties die biomassa verwerken ( afval, hout, mest) en (proces) industrie.

#### Centrale restwarmte afkomstig van elektriciteitscentrales

De perspectieven (uitbreiding van het gebruik) van centrale restwarmte afkomstig van elektriciteitscentrales worden zowel vanwege de toekomstige elektriciteitsprijs als vanuit de waarde van de restwarmte voor de teler kleiner. Een belangrijke oorzaak is de huidige overcapaciteit op de elektriciteitsmarkt. Volgens sommigen blijft deze overcapaciteit nog enkele tientallen jaren bestaan. Er zijn echter ook signalen dat op de wat langere termijn minder in productiecapaciteit wordt geïnvesteerd. De situatie kan t.z.t. compleet anders zijn. Een essentieel aspect is dat het elektrisch rendement van nieuwe installaties belangrijk zal verbeteren. Per geproduceerde hoeveelheid elektriciteit zal er hierdoor minder restwarmte en tegen een lagere temperatuur beschikbaar komen. Op dit moment worden elektriciteitscentrales en W/K installaties vooral ingericht en gedimensioneerd op de krachtvraag, waarbij warmte een restproduct is. Het is gezien het overschot aan elektriciteit niet onwaarschijnlijk dat nieuwe installaties worden ingericht en gedimensioneerd op warmtevraag, waarbij in perioden met een lagere warmtebehoefte elektriciteit een restproduct is.

Aan het eind van de vorige paragraaf is aangegeven dat de waarde van restwarmte voor de teler maximaal ca. f 9 – 15,- per m<sup>2</sup> per jaar is en dat deze waarde in andere situaties zelfs negatief kan zijn. Door het aanbieden van een 'totaalpakket' (warmte, voorzieningen voor de piekperioden, CO<sub>2</sub>, e.d.) kan de waarde van de centrale restwarmte voor de tuinder (iets) hoger worden dan in bijlage 4 is berekend.

De mogelijkheden zijn echter beperkt, omdat levering van warmte en van CO<sub>2</sub> uit gereinigde rookgassen ten koste gaat van het elektrisch rendement van de centrale. Deze warmte en/of CO<sub>2</sub> moet dus een waarde 'af producent' opleveren.

Uit de vergoeding van de geleverde restwarmte moet ook de meerinvestering voor o.a. distributie betaald worden. Uit gegevens over de uitbreiding van het RoCa3-net in de Oostendse polder in

Bergschenhoek valt te concluderen dat bij transportafstanden van ca. 10 à 15 km de transportkosten ca. f 5 – 10,- per m<sup>2</sup> glas per jaar zijn.

*Opmerkingen: dit is bij een rendement op de investering dat in de industrie als (veel) te laag geldt om te investeren en exclusief de (investerings)kosten bij de producent. Deze laatste spaart echter ook andere investeringen uit.  
'Een maximale afstand van 10 km tussen restwarmtebron en de afnemers geldt dan ook als vuistregel' (Hietbrink et al).*

Marktpartijen lijken op dit moment, vanuit hun eigen (korte termijn) belang, nauwelijks bereid te zijn om een warmte-infrastructuur aan te leggen. Dit wordt ook duidelijk uit Inzicht (Stromen, 1 december 2000). Daarin wordt door enkele deskundigen aangegeven dat (financiële) overheidsdeelname noodzakelijk is om een warmtetransportnet in de Rijnmond gerealiseerd te krijgen. Het gaat hier om warmtelevering tussen bedrijven en eventueel naar huishoudens. De plaatsvervangend directeur Energiestrategie en Verbruik bij het Ministerie van Economische Zaken stelt daar o.a. "Laat duidelijk zijn dat een goed plan nooit stuk mag lopen omdat er wat geld tekort is." Het lijkt evident dat er meer dan 'wat geld' aan overheidsinzet nodig is om een warmte- en CO<sub>2</sub>-infrastructuur voor (o.a.) de glastuinbouw te realiseren.

Naast glastuinbouw zijn er ook andere potentiële afnemers voor restwarmte van centrale leveranciers. Met name is dit de woningbouw. De kosten per geleverde eenheid warmte zijn hier op zich veel hoger dan bij levering aan de glastuinbouw. Dit komt door hoge aansluitkosten voor veel kleine afnamepunten en een lagere benutting van de benodigde capaciteit (de piekbehoefte is veel hoger t.o.v. de jaarafname dan in de glastuinbouw).

Deze vorm van warmtelevering is echter vrijgesteld van de (toenemende) Regulerende Energiebelasting. De particuliere warmteafnemer is daarmee een klant 'met een flink gevulde REB-portemonnee'. Er is bovendien geen CO<sub>2</sub>-levering nodig. Dit drukt de leveringskosten. Door al deze redenen is de glastuinbouw alleen een mogelijk afzetkanaal voor warmte van leveranciers die geen (nieuwe) woningbouw in de omgeving hebben, tenzij afzet naar beide mogelijk is.

Door enig verschil in tijdstip van dagelijkse piekbehoefte tussen glastuinbouw en woningbouw zou in principe bij combinaties het aanbod van rendabele restwarmtesituaties voor de glastuinbouw nog wat groter kunnen zijn dan in het LEI-rapport (Bakker, 2000a) aangegeven.

Dergelijke combinatiemogelijkheden ondervinden echter weer concurrentie van kleinschalige W/K-installaties in eigen beheer in de woningbouw die op de elektriciteitsbehoefte worden gedimensioneerd. Door het ontlopen van transportkosten en vermijden van de stijgende REB worden deze installaties rendabel. De rentabiliteit neemt - aanvankelijk licht - toe met de grootte van de installatie/het aantal aangesloten woningen. Situaties met een warmtebehoefte die vergelijkbaar is met die van enkele ha's glas zijn in deze studie rendabeler dan elke glastuinbouwsituatie. Bij nog grotere warmtebehoefte loopt de interne rentevoet op naar 100%.

### **Centrale restwarmte uit vuilverbranding/biomassa**

Uit enkele studies (Oprel en Beukeboom, InformatieCentrum Biomassa) blijkt dat in potentie een zeer ruime hoeveelheid warmte uit deze stoffen beschikbaar kan zijn.

Uit de factsheets van dit InformatieCentrum blijkt dat veel van de afvalstoffen reeds verwerkt worden in Afvalverwerkingsinstallaties (AVI's); voor veel van de andere ligt een zelfde verwerking voor de hand.

Een grote post beschikbare biomassa is pluimveemest.

Volgens bovenvermelde factsheets is ruim 60% van de productie nu reeds beschikbaar en zou de rest ook beschikbaar kunnen komen. Met deze 60% zou per jaar 10 PJ energie kunnen worden opgewekt. (1 PJ is 10<sup>6</sup> GJ). Voor een cluster van bedrijven is ongeveer 1250 MJ (1,25 GJ) per m<sup>2</sup> per jaar aan warmte nodig (Hietbrink et al, 2001). 10 PJ is dus ongeveer voldoende voor 800 ha glas).

Oprel en Beukeboom komen tot de dubbele potentiële hoeveelheid en tot 5 PJ uit 'op korte termijn realiseerbaar'; met goede economische mogelijkheden en idem bijdrage aan de oplossing van het mineralenprobleem.

De pluimveesector ontwikkelt met stroomproducenten initiatieven om pluimveemest mee te verbranden voor elektriciteitsproductie Dit is aangemerkt als duurzame energie. Dit lijkt daarmee een zeer interessante optie voor toepassing in de glastuinbouw. Vanwege de aanvoerlogistiek e.d. lijken er (ook) mogelijkheden voor verbrandingseenheden met levering van warmte aan enkele tientallen ha's glas aanwezig.

Dimensioneren van dit soort eenheden op de warmtebehoefte en niet op elektriciteitsbehoefte lijkt zinvol. Er ontstaat aldus een vorm van duurzame warmte met elektriciteitslevering.

Of en zo ja, in welke mate de CO<sub>2</sub> uit de verbranding van deze mest ingezet kan worden in de kassen, is ons niet bekend. Een haalbaarheidsstudie naar de levering van warmte en elektriciteit uit pluimveemest + als onderdeel van een totaal pakket in dergelijke eenheden is zinvol.

Verder lopen er ook enkele studies om glastuinbouw te koppelen aan het verbranden van biomassa, o.a. hout en afval.

Uit de factsheets van het InformatieCentrum Biomassa blijkt dat van de beschikbare bosbouwbijproducten ongeveer de helft reeds is ingezet in de centrale in Cuijk (zie par. 5.2.2). In de toekomst zou samen met het 'korte omloophout (snelgroeiend) nog ca. 100 ha glas extra van warmte kunnen worden voorzien. Totale stookwaarde nu 4,3 PJ, waarvan ca. 2,5 PJ ingezet in Cuijk. In de toekomst kan de stookwaarde dus op ca. 7 PJ komen.

Een veel grotere post biomassa is dierlijke reststoffen uit de voedings- en genotmiddelenindustrie. In de factsheets is aangegeven dat dit een stookwaarde van 5,9 PJ vertegenwoordigt. Omdat diermeel en diervetten nu niet meer in veevoer verwerkt mogen worden, wordt deze hoeveelheid aanzienlijk groter. In een Duitse studie komen deskundigen tot de conclusie dat alleen verbranden een geschikte manier is om op milieuvriendelijke wijze van het nu onbruikbare materiaal af te komen. Verder is aangegeven dat deze twee producten samen (1 miljoen ton) bijna 12% van het levend gewicht van de geslachte dieren uitmaken (Nottrodt et al, februari 2001). Uit deze studie valt op te maken, dat tot nu toe een groot deel van dit materiaal tot veevoer werd verwerkt.

Conclusie: het potentieel aan te verbranden hoeveelheid dierlijke reststoffen wordt in Nederland een veelvoud van wat in de factsheets staat.

#### **Centrale restwarmte uit (proces) industrie**

In verschillende industriële sectoren zijn de afgelopen jaren Meerjarenaafspraken Energie (MJA-E) afgesloten om tot energiebesparing en vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot te komen. Resultaat hiervan is dat diverse bedrijven, die een potentiële restwarmteleverancier waren, hun restwarmte zoveel mogelijk binnen het eigen bedrijf zien aan te wenden. Als gevolg daarvan zal er minder richting derden afgezet gaan worden.

#### **Conclusie**

Vanwege de grote onzekerheid over de bouw van nieuwe elektriciteitscentrales biedt (rest)warmte uit duurzame bronnen zoals verbranding van pluimveemest en van (organisch) afval op dit moment de meeste perspectieven. Een geïntegreerde levering van warmte en CO<sub>2</sub> biedt daarbij de beste mogelijkheden.

#### **4.2.2 Decentrale restwarmte (met name W/K-installaties)**

Uit verschillende studies blijkt dat in een geliberaliseerde energiemarkt de concurrentiepositie van W/K-installaties moeilijker wordt.

?? Verwacht wordt, dat verschillende W/K-installaties in de komende jaren zullen worden stilgezet omdat ze zelfs niet de variabele kosten kunnen opbrengen (Van Dril et al, oktober 1999).

?? Met name W/K-installaties (met of zonder rookgasreiniger), die elektriciteit aan het net leveren en de warmte aan de tuinbouw, zijn niet meer rendabel; de rookgasreiniger zeker niet. Het gevolg is dat naast het niet benutten van de CO<sub>2</sub> uit de W/K meer CO<sub>2</sub> met de ketel wordt geproduceerd; op momenten dat ook de W/K draait, met mogelijk warmtevernietiging (Edens, 2000).

Voor kleinschalige W/K-installaties geldt dat men a) geen apart lager gastarief meer heeft en b) de prijs van eventueel te verkopen elektriciteit lager wordt. Hierdoor zijn de komende jaren kleine W/K-installaties in 'eilandbedrijf' op glastuinbouwbedrijven met assimilatiebelichting vrijwel de enige rendabele installaties (van Dril et al, 1999; Scheepers et al, 2000).

?? De negatieve invloed van het CDS op de uitbouw van W/K-vermogen wordt nog versterkt door te verwachten lage elektriciteitsprijzen in de vrije markt en door te betalen systeemdiensten (netbeheer), ook al wordt het systeem nauwelijks gebruikt. Dit geldt met name voor (kleine) decentrale W/K-eenheden.

In de glastuinbouw zijn in het CDS W/K-installaties alleen interessant op bedrijven met assimilatiebelichting, waarbij de W/K niet aan het net is gekoppeld ('eilandbedrijf' en geen benutting van de CO<sub>2</sub> uit de W/K-rookgassen). In de praktijk betekent dit: dimensioneren en draaien op elektriciteitsbehoefte (Edens, 2000).

- ?? Voor leveranciers van restwarmte en elektriciteit zijn (nieuwe) grootschalige W/K-installaties zoals STEG's de eerstkomende jaren in veel gevallen niet rendabel vanwege de overcapaciteit op de (Europese) elektriciteitsmarkt (van Dril et al, 1999).

*In deze laatste studie is niet meegenomen dat de internationale transportcapaciteit beperkt is.*

- ?? Bakker heeft in de LEI-studie in kwalitatieve zin iets over de gevolgen van het CDS vermeld. Hij heeft o.a. aangegeven dat het de vraag is of bestaande restwarmteprojecten en W/K-installaties van energiebedrijven in gebruik zullen blijven, en nieuwe projecten/installaties van de grond zullen komen. "In het algemeen lijkt een uitbreiding van het totale areaal met warmte van derden in de (nabije) toekomst niet erg waarschijnlijk. (...) Voor W/K-installaties van energiebedrijven ziet de situatie er het meest somber uit. Het is waarschijnlijk dat bestaande installaties indien ze afgeschreven zijn, niet meer vervangen zullen worden. Daarnaast is het mogelijk dat ook de nog niet afgeschreven installaties (deels) buiten gebruik zullen worden gesteld. (...) Voor restwarmteprojecten ligt de situatie iets anders. (...) het is aannemelijk dat de bestaande projecten in gebruik zullen blijven, mits er een oplossing wordt gevonden voor de sterke prijsstijging van het resterende ketelgas. Ook nieuwe restwarmteprojecten zijn van dit laatste afhankelijk." (Bakker, 2000a).

Om aan deze bezwaren tegemoet te komen, heeft EZ in oktober 2000 besloten dat op gas voor elektriciteitsproductie geen brandstoffenbelasting zal worden geheven. Hiervoor in de plaats wordt bij de afnemer een REB op elektriciteit geheven van ½ cent per kWh. W/K-elektriciteit voor eigen gebruik is hiervan vrijgesteld. Dit scheelt ca. 1½ à 2 cent per m<sup>3</sup> 'W/K-gas'. Daarnaast heeft LNV voor de komende twee jaar een brandstoffencompensatie van 1 cent per kWh uit W/K beschikbaar gesteld. Samen schelen deze twee maatregelen dus ca. 5 cent per m<sup>3</sup> aardgas. De 'oude W/K-gasprijs' in de grafiek in paragraaf 3.1. gaf een licht voordeel ten opzichte van de tuinbouwgasprijs. Aangezien de W/K-installaties die warmte aan glastuinbouwbedrijven leveren in het algemeen niet meer dan 3500 à 4000 uren per jaar draaien, blijkt uit deze grafiek duidelijk dat deze brandstoffencompensaties de nadelige concurrentiepositie ongeveer goedmaken (mits vrijwel alle elektriciteit zelf wordt gebruikt ofwel: dit geldt alleen voor een belichtende teler met een bestaande W/K-installatie in eilandbedrijf). 'W/K-nuts' hebben een deel van deze voordelen niet. Bovendien kunnen elektriciteitsverkoopbedrijven nu op de markt (APX) hun piekbehoefte inkopen. De prijs voor deze kWh zal in het algemeen lager zijn dan toen de nutsbedrijven hiervoor zelf moesten zorgen.

### 4.3 Conclusies

Hoewel er in potentie nog goede mogelijkheden zijn voor een hoger gebruik van restwarmte in de glastuinbouw, met name ook vanwege de lopende herstructurering en de verplaatsing van glastuinbouw naar nieuwe gebieden, zal op basis van de huidige kennis en inzichten de liberalisering van de energiemarkten een sterk negatieve invloed op de inzet van centrale en met name decentrale (W/K-installaties) restwarmte hebben.

Verdere toepassing van restwarmte is een belangrijke voorwaarde om de energie-efficiencydoelstellingen uit het GLAMI-convenant te realiseren, vooral als deze restwarmte afkomstig is uit duurzame bronnen. Ook levert het een bijdrage aan de landelijke doelstelling tot vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Door het gebruik van restwarmte kan immers het primaire brandstofgebruik worden teruggedrongen. Om dit bevorderen zijn overheidsmiddelen beschikbaar (CO<sub>2</sub>-gelden).

Ook voor de duurzame inrichting van nieuwe glastuinbouwgebieden wordt het gebruik van restwarmte van belang geacht. Om de benodigde infrastructuur te realiseren is de Stimuleringsregeling Duurzame Glastuinbouwgebieden (STIDUG) geopend. Doelgroep voor deze regeling zijn in eerste instantie (samenwerkingsverbanden van) de gemeenten met een projectvestigingslocatie, die genoemd zijn in het 'Bestuurlijk Afsprakenkader Herstructurering Glastuinbouw'. Dit zijn de locaties c.q. gemeenten: Erica/Klazienaveen (Emmen), Koekoekspolder (IJsselmuiden), Luttelgeest (Noordoostpolder), Bergerden (Bemmel, Huissen), Berlicum, Grootslag (Wervershoof, Andijk), Zuidplaspolder, Quarlespolder, Moerdijk(se Hoek), Californië (Horst/Grubbenvorst) en Siberië (Maasbree). De regeling subsidieert o.a. de aanleg van de benodigde infrastructurele werken.

## 5 Nieuwe perspectieven voor de inzet van restwarmte

Om de toepassing van centrale en decentrale restwarmte weer aantrekkelijk te maken is een aantal oplossingen mogelijk. Na een korte schets van de situatie worden deze oplossingen in dit hoofdstuk eerst behandeld. Daarna gaan we in op het (nieuwe) aanbod.

### 5.1 Mogelijke oplossingen voor de gesignaleerde knelpunten

#### I Strategie inzet restwarmte in het CDS

De verschillen tussen kas- en buitentemperatuur zijn met verschillende warmtebronnen tot een bepaald niveau te overbruggen. In onderstaand overzicht is dit aangegeven:

Temperatuur verschil (°C)	Warmtebron waarmee dit temperatuurverschil kan worden overbrugd (moderne kas met scherm en meerdere verwarmingsnetten met verschillende temperaturniveaus); warmteverlies kas ca 6 W/m <sup>2</sup> /°C	Indicatie van de dekkingsgraad in % van maximum (zie fig. 5.1)
0 - 15	'basisbron' (90 W/m <sup>2</sup> ), bijv. restwarmte <sup>1</sup> of met warmtepomp <sup>1</sup>	80
Tot 17	'basisbron' + meerdaagse temperatuurintegratie	85
Tot 20 <sup>2</sup>	'basisbron' en clustering van bedrijven	90
Tot 20 <sup>2</sup>	'basisbron' + buffer van 100 m <sup>3</sup> water/ha glas	90
idem	'basisbron' (100 - 120 W/m <sup>2</sup> ), bijv. restwarmte	90
Tot 22	'basisbron' + meerdaagse T-integratie + buffer	95
Tot 30	'basisbron' (90 W/m <sup>2</sup> ) + meerdaagse T-integratie + buffer + aanvullend (60 - 80 W/m <sup>2</sup> ) bijvoorbeeld met eigen verwarmingsketel met als brandstof gas of olie of idem maar zwaardere 'basisbron' (100 - 120 W/m <sup>2</sup> ) en lichtere aanvulling (ca. 60 W/m <sup>2</sup> )	100

<sup>1</sup> Capaciteit zoals nu veelal voorkomt om een voldoende aantal uren te kunnen draaien op (nagenoeg) volle capaciteit; de restwarmtebron kan zowel een elektriciteitscentrale als een decentrale W/K-installatie zijn.

<sup>2</sup> Mits niet meer dan enkele nachten achter elkaar en overdag weinig wind zodat dan de buffer weer gedeeltelijk kan worden opgewarmd.

Zoals uit het overzicht blijkt, kan de hoeveelheid extra warmte die in piekperioden nodig is, door een aantal technische maatregelen wel sterk beperkt worden. Dit zijn:

- Investeringen in energiebesparende opties die de benodigde uurcapaciteit omlaag kunnen brengen (afvlakken pieken door scherminstallatie, warmtebuffer, condensor, T-integratie, ...). Omdat deze maatregelen ook de warmtevraag buiten de piekperioden verlagen zal daarmee de dekkingsgraad met restwarmte beter worden,
- Een hogere aansluitwaarde van de restwarmte dan nu gebruikelijk (van ca. 80 naar 100-120 Watt thermisch per m<sup>2</sup> glas),
- Gebruik van warmtebuffers (vooralsnog warmteopslag in water, eventueel op cluster of op gebiedsniveau),
- Aansluiting van restwarmte op cluster i.p.v. individueel bedrijfsniveau, waarmee piekvragen als het ware gedempt kunnen worden.

Met deze technische maatregelen is het mogelijk op modern toegeruste bedrijven een temperatuurverschil van ongeveer 20° C te overbruggen (zie bijlage 2 voor uitgangspunten en berekeningen). Door het toepassen van temperatuurintegratie is dit ook nog mogelijk in perioden met lichte vorst in de nacht (temperatuurverschil ca. 22°) en open zonnig weer op de dag. Aanvullende capaciteit wordt nodig in langere perioden (meer dan enkele dagen) met matige tot strenge vorst in de nacht en ook vorst op de dag, vooral bij matige of harde (oosten) wind, de zogenaamde elfstedenweken. De kas kan dan niet meer op gemiddeld 20° C gehouden worden, wel op een niveau van bijvoorbeeld 10-12° C. Teelttechnisch gezien betekent dit dat de temperatuur niet meer optimaal is voor groei en ontwikkeling van het gewas en er dus achterstand op het teeltschema zal optreden. Dit betekent een latere productie en minder productie of productie van lagere kwaliteit. Deze elfstedenweken komen echter maar eens in de 4 à 5 jaar voor.

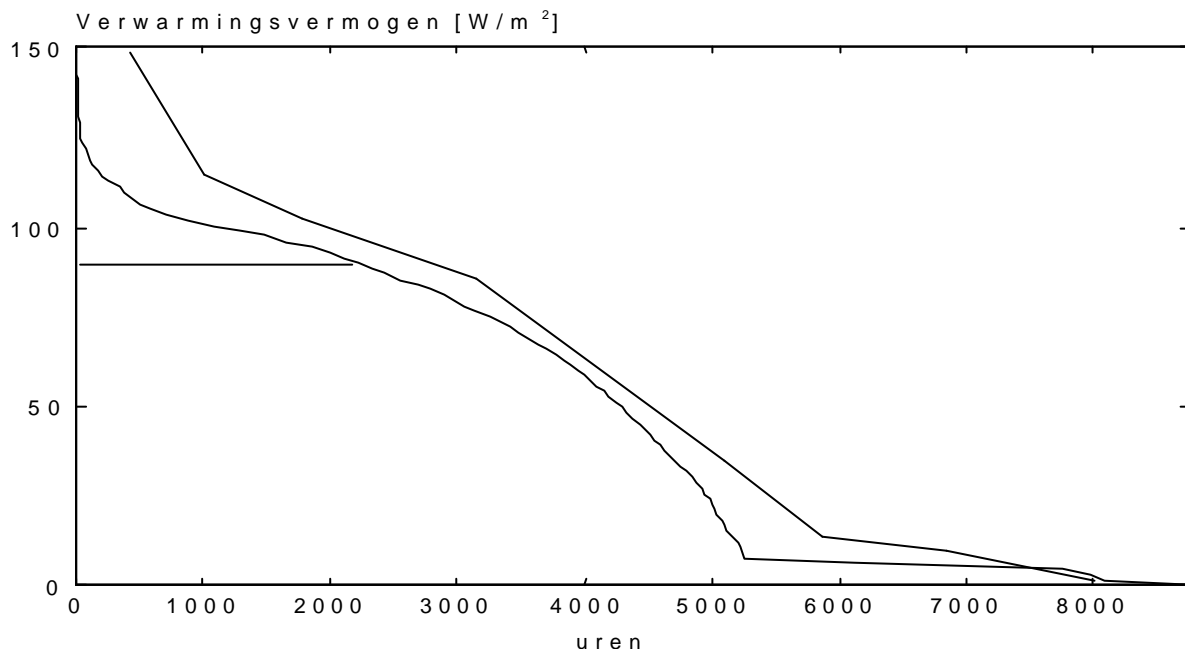
Figuur 5.1 is een voorbeeld van een jaarbelastingduurkromme voor een zwaarverwarmd bedrijf. Met diverse maatregelen wordt geprobeerd de kromme vlakker te krijgen. In het CDS is het met name van belang de piek links in de grafiek te verlagen. Het gebruik van een grote warmtebuffer biedt de mogelijkheid tijdens minder koude perioden in een etmaal warmte op te slaan. Met het overschot wordt de buffer verwarmd, waardoor de ketel in het koude deel van het etmaal minder warmte hoeft te leveren.

Deels zijn deze maatregelen al in deze figuur verwerkt. De onderste lijn is een jaarbelastingduurkromme voor een tomatenbedrijf met een grote warmtebuffer en een zwaar isolerend scherm. Ter illustratie is een kromme geschetst voor een situatie zonder scherm en alleen een gebruik van de warmtebuffer om (in het zomerhalfjaar) warmtevernietiging te voorkomen.

Door het scherm en een goed gebruik van de mogelijkheden van de buffer in koude dagen (met enige temperatuurintegratie) is het benodigde maximale vermogen al gedaald van ca.  $230 \text{ W/m}^2$  tot  $150 \text{ W/m}^2$  (onderste lijn).

Verder is in de situatie met scherm, enz. de grafiek bolliger (en daarmee vlakker). Dit houdt in dat met een verwarmingsvermogen van bijv.  $80 \text{ W/m}^2$  in een groter deel van de jaarlijkse warmtebehoefte kan worden voorzien. De dekkingsgraad van de restwarmte zal daarmee dus toenemen.

Fig.5.1 Voorbeeld van een jaarbelastingduurkromme



Toelichting: de krommes geven het aantal uren weer dat een bepaald verwarmingsvermogen in een jaar nodig is. De onderste gebogen lijn in dit voorbeeld is met scherm en ook in de winter gebruik van de buffer en als het 's nachts erg koud is, temperatuurintegratie. In deze situatie is gedurende minder dan 100 uur een verwarmingsvermogen van meer dan  $120 \text{ W/m}^2$  nodig; bij een maximum van  $150 \text{ W/m}^2$ . Als het 's nachts erg koud is, is het vaak rustig weer met overdag flink zon. Dan kan met een verwarmingsvermogen van  $120 \text{ W/m}^2$  overdag de buffer weer worden opgewarmd. Het aantal dagen dat  $120 \text{ W/m}^2$  te weinig is, wordt daarmee beperkt. In een situatie zonder scherm (bovenste lijn) is gedurende een veel groter aantal uren een capaciteit nodig van meer dan  $120 \text{ W/m}^2$ .

Een verwarmingsvermogen van  $90 \text{ W/m}^2$  is in de situatie met scherm, enz. gedurende ca. 2200 à 2300 uur te weinig om de kas voldoende op temperatuur te houden. Het stukje tussen de kromme, de  $90 \text{ W}$ -lijn en de Y-as wordt niet gedekt met dit verwarmingsvermogen. Gedurende ca. 6500 uur (8760 – ca. 2200 à 2300) is het vermogen van  $90 \text{ W/m}^2$  dus voldoende om in de warmtebehoefte te voorzien (een jaar is 8760 uur).

De oppervlakte onder de (gebogen) lijn geeft de totale warmtebehoefte in een jaar weer. Met dit vermogen van  $90 \text{ W/m}^2$  kan al ca. 90% van de jaarlijkse warmtebehoefte worden gedekt (dekkingsgraad 90%).

Er is hier dus gekozen voor een maximum te overbruggen temperatuur van 25° als het warmteverlies van de kas 6 W/m<sup>2</sup>/°C is. Als door extra isolatiemaatregelen dit warmteverlies tot 5 W/m<sup>2</sup>/°C wordt beperkt, dan kan met een capaciteit van 150 W/m<sup>2</sup> 30° worden overbrugd).

## **II Levering van een totaal pakket.**

Uit de berekeningen in bijlage 4 blijkt dat de economische waarde van restwarmte, met andere woorden de prijs die de tuinder voor de levering van restwarmte zou willen betalen, zeer sterk afhankelijk is van de prijs van de benodigde CO<sub>2</sub> en de wijze waarop wordt voorzien in de aanvullende warmtebehoefte in de piekperioden. Bij de huidige toepassing van centrale restwarmte wordt meestal voorzien in CO<sub>2</sub> door eigen opwekking, waarbij de vrijkomende warmte gedeeltelijk via buffers weer wordt benut. Deze warmte wordt dan echter niet via restwarmte geleverd, wat een lagere dekkingsgraad met restwarmte betekent.

In het CDS systeem is de prijs van CO<sub>2</sub> bij volledige energievoorziening met een eigen ketelinstallatie, verkregen door verbranding van aardgas in de eigen ketel, zeer laag, omdat dit gas hoofdzakelijk wordt afgenomen buiten de piekperioden. Hiervoor geldt een prijs die zelfs lager is dan de commodityprijs.

Wanneer uitgegaan wordt van centrale restwarmte moet deze CO<sub>2</sub> of met de eigen ketel tegen een veel hogere prijs opgewekt worden of van derden ingekocht worden. Om centrale restwarmte financieel aantrekkelijk te houden zal CO<sub>2</sub> daarom voor een lage prijs met de restwarmte geleverd moeten worden. Levering van centrale restwarmte en CO<sub>2</sub> wordt daarbij onderdeel van een totaal pakket.

Ook bij W/K-eenheden (decentrale restwarmte) kan de 'opbrengst' aan elektriciteit (aanzienlijk) vergroot worden als de W/K-eenheid meer uren (veel meer overdag) tegen lagere kosten kan draaien (nu vaak ook of juist draaien 'voor de piek'). Dit is te realiseren door de CO<sub>2</sub>-kosten voor de teler zover te verlagen, dat hij geen voordeel meer heeft van het produceren van CO<sub>2</sub> met de eigen ketel.

Mogelijkheden hiertoe zijn:

?? Een verdergaande (fiscale) ondersteuning van de kosten van rookgasreiniging  
of

?? Ondersteunen dat een infrastructuur ontstaat die levering van goedkope CO<sub>2</sub> mogelijk maakt (gedacht moet worden aan enkele centen per kg CO<sub>2</sub>).

In de huidige toepassingen voorziet restwarmte vooral in de basisbehoefte. Voor de piekperioden wordt bijgestookt met een eigen keteninstallatie, die ook als noodvoorziening kan fungeren. Als gevolg van de CDS systematiek wordt gas - alleen afgenomen in de piekperioden - flink duurder. De prijs die de tuinder wil betalen voor restwarmte zal daardoor flink afnemen. Aan de andere kant is het (zie hiervoor ook bijlage 2) in het algemeen niet rendabel om restwarmte te dimensioneren op de totale warmtevraag incl. de piekperioden. Ook om deze reden moet gedacht worden aan levering van restwarmte in een totaal pakket dus restwarmte, CO<sub>2</sub>, elektriciteit en warmte voor de piekperioden. Bij restwarmte van elektriciteitsopwekking zou in piekperioden de warmteopwekking van fossiele brandstof voorrang kunnen krijgen op de krachtopwekking.

## **III Verhogen van de dekkingsgraad**

De investeringen en maatregelen, die aan het begin van deze paragraaf genoemd zijn, hebben vooral invloed op de piekbehoefte en niet zozeer op de totale warmtevraag op jaarbasis. Het afvlakken van de pieken is daarom ook gunstig voor de totale afzet van restwarmte, omdat op die manier de bedrijfstijd van de restwarmtelevering toeneemt en de noodzakelijke investeringen (met name in het warmtenet) eerder rendabel zullen zijn.

## **IV Gegarandeerde levering van restwarmte**

Bij gegarandeerde levering van restwarmte aan de glastuinbouw kan de uurcapaciteit van de reserveketel flink teruggebracht worden en kan voor de restwarmte een hogere prijs betaald worden. Een bijkomend voordeel is ook dat de ketelinstallatie goedkoper kan worden uitgevoerd.

## **V Reservering voor koude perioden en/of aanvullende verzekering**

In plaats van het treffen van voorzieningen in 'elfstedenweken' (zie I) voor aanvullende warmtelevering kan het daarvoor noodzakelijke geld ook gereserveerd worden voor winters waarin wel een elfstedenperiode optreedt. Eventueel kan dit risico ook ondergebracht worden bij een verzekering.

## **VI Afstemming van vraag en aanbod**

Een knelpunt voor de toepassing van restwarmte is het (te) hoge investeringsniveau voor de (aanleg van) warmtetransport- en/of CO<sub>2</sub>-leidingen en daarmee de transportkosten van warm/heet water c.q. CO<sub>2</sub>. Het investeringsniveau is het laagst in nieuwe situaties dichtbij warmtebronnen. Willen de transportkosten op een redelijk niveau komen, dan is een grote en bovendien zo regelmatig mogelijke afname nodig. Voor glastuinbouw betekent het laatste: grote, energie-intensieve bedrijven, omdat deze i.h.a. binnen de sector het regelmatigste afnamepatroon hebben. Opgemerkt zij dat een CO<sub>2</sub>-levering per as mogelijk ook een optie is. Met name nieuwe glastuinbouwgebieden zijn in potentie het meest geschikt voor aansluiting op restwarmte.

## **VII Financiële compensatie**

Uit hoofdstuk 4 blijkt dat de negatieve invloed van het CDS op de uitbouw c.q. handhaving van W/K-vermogen o.a. wordt veroorzaakt door te betalen systeemdiensten (netbeheer), ook al wordt het systeem nauwelijks gebruikt. Dit geldt met name voor (kleine) decentrale W/K-eenheden. Door de tuinbouwsector zijn bezwaren tegen deze tariefstructuur ingediend en bovendien voorstellen voor een redelijk tarief gedaan, namelijk alleen systeemdiensten betalen voor die netniveaus die worden gebruikt en alleen voor geleverde kWh. Dit scheelt 4-8 cent per kWh. Tot nu toe is dit voorstel niet gehonoreerd.

Wel is in hoofdstuk 4 al vermeld dat de ministeries van Economische zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij door het niet heffen van REB op zelfopgewekte elektriciteit e.d. tegemoet zijn gekomen.

## **Conclusie**

De economische perspectieven voor toekomstige toepassing van vooral centrale restwarmte worden in belangrijke mate bepaald door een meer gelijkmatige warmtevraag en levering. Gebieden met een meer gelijkmatig temperatuurverloop bieden daarbij meer perspectief. Om die reden kunnen gebieden met aansluiting op centrale restwarmte beter in Zuidwest-Nederland dan in Noordoost Nederland gesitueerd worden.

## **5.2 Aanbod van restwarmte en kwaliteitscriteria; de potentiële mogelijkheden**

### **5.2.1 Centrale restwarmte afkomstig van elektriciteitscentrales**

Aanbod van grote hoeveelheden centrale warmte zal voor de glastuinbouwsector in potentie vooral beschikbaar komen vanuit elektriciteitscentrales.

Verwacht wordt dat in Nederland nog heel lang elektriciteit geproduceerd zal worden. De vraag naar elektriciteit neemt toe. De capaciteit van het internationale koppelnet is beperkt en er zijn slechts beperkte uitbreidingsplannen. Bovendien hebben andere landen ook hun Kyoto-doelstellingen. Ook zij hebben zich verplicht tot minder (groei van de) CO<sub>2</sub>-emissie en export van 'fossiele' energie leidt tot grotere CO<sub>2</sub>-emissie. Het zal echter wel enkele jaren duren, voordat de Kyoto-doelstellingen in bijvoorbeeld Duitsland en België gevolgen hebben voor de productie en export van elektriciteit uit kolencentrales. Momenteel wordt ca. 1/3 van het Nederlandse gebruik ingevoerd en zijn enkele Nederlandse productie-eenheden op gas stilgezet. Enkele jaren geleden werd 10% ingevoerd. Deze ontwikkelingen kunnen het aanbod van restwarmte sterk remmen.

Verder hebben enkele industrieën plannen om (in vergelijking tot de huidige) grote gasgestookte centrales in Nederland te bouwen. Dit betreft Intergen (o.a. Shell) in het Botlekgebied en Zepower (o.a. Hydro-Agri) in Sluiskil. De capaciteit van deze centrales zal vele malen groter zijn dan de eigen behoefte van de investeerders. Kennelijke beweegredenen voor deze plannen: de investeerders zien gasgestookte centrales als de toekomst en dus is Nederland een interessante investeringsplaats (goede infrastructuur voor zowel gas als elektriciteit).

Vanwege dit laatste aspect kunnen toekomstige centrales in principe dus heel goed bij de warmteafnemers worden gebouwd (Culinaere, 2000). Voor Intergen en Zepower lijkt dit laatste een belangrijk argument om deze grote eenheden 'op eigen terrein' te bouwen.



In tabel 5.1 zijn potentiële leveranciers voor grote locaties met enige kenmerken vermeld.

Tabel 5.1 Nieuwe potentiële gebieden voor restwarmte uit elektriciteitscentrales met leveranciers, leveringsvormen, omvang en perspectief

Gebied	Warmtebron	CO <sub>2</sub> -bron	Omvang <sup>1</sup> en perspectief
Zuidplaspolder (Zevenhuizen, Moordrecht, Waddinxveen, Nieuwerkerk a/d IJssel) en B-driehoek	RoCa3-centrale. Er zijn concrete plannen voor uitbreiding + bouw centrale bij Bleiswijk/Zoetermeer (beide W/K-centrales) en koppeling van de warmte-transportnetten	Idem <sup>2</sup>	Samen voldoende voor ca. 600-800 ha glas; aanvulling op huidige situatie met positieve ervaringen Transportafstand van huidige/nu geplande warmte- en CO <sub>2</sub> -net tot bestaande glastuinbouw ca. 10 km
Quarlespolder (Nieuwdorp; gemeente Borssele; Zuid-Beveland)	Total en kolencentrale EPZ (wellicht ook meeverbranden kippenmest) Beide bronnen zijn nu beschikbaar	Niet bekend, in MER niet vermeld; wellicht is aanvoer uit Z-VI. Kanaalzone mogelijk (leiding door nieuwe tunnel/transport per as)	Warmte voor ca. 50 resp. >150 ha; CO <sub>2</sub> -voorziening enigszins problematisch (MER is te optimistisch) Transportafstand tot nieuw te realiseren glastuinbouwgebied enkele km's
Moerdijkse hoek (Zevenbergen, Steenbergen)	Centrale van EPZ/restwarmte van Shell en wellicht D.E.P. Moerdijk (verbranding kippenmest; 300.000 ton per jaar) <sup>3</sup> EPZ-centrale is nu beschikbaar; DEP in planstadium	Idem <sup>2</sup> of Shell-raffinaderij Moerdijk (vanwege kwaliteit)	Warmte voor 300 resp. ca. 60 ha glas. DEP en EPZ werken samen. Ook contacten met Shell; t.a.v. CO <sub>2</sub> Provincie Brabant wil hier liever een duurzaam industrieterrein Transportafstand tot nieuw te realiseren glastuinbouwgebied Zevenbergen enkele km's; tot gedeeltelijk bestaande en nog te ontwikkelen glastuinbouwgebied Steenbergen ca. 25 km
Buggenum <sup>4</sup> (Roermond)	Demkolec kolenvergasser (waarschijnlijk ook meevergassen kippenmest; 100.000 ton per jaar) Vergasser is nu beschikbaar	Idem; kwaliteit niet bekend	Warmte voor enkele honderden ha's glas; CO <sub>2</sub> wellicht ruim voldoende Transportafstand < 10 km Oppervlakte aanwezige glastuinbouw beperkt, geen nieuwe locatie gepland
Eemsmond <sup>5</sup>	Eemscentrale centrale is nu beschikbaar	Idem <sup>2</sup>	Warmte voor enkele honderden ha's glas Transportafstand < 10 km Belangstelling voor te ontwikkelen nieuw glastuinbouwgebied is zeer beperkt

<sup>1</sup> De aangegeven oppervlaktes glas zijn op basis van een warmtelevering van 1 MW per ha glas (is als nu bij de RoCa3).

<sup>2</sup> Investerings in rookgasreiniging zijn hierbij nodig; bij de RoCa3-centrale is dit - voor de huidige aansluitingen - aanwezig (incl. een ketel om het CO<sub>2</sub>-gehalte uit de STEG te verhogen); Op termijn is filtering van CO<sub>2</sub> uit de rookgassen met een membraantechnologie wellicht mogelijk (Stromen, 18 augustus 2000)

<sup>3</sup> Deze hoeveelheid is 13% van alle Nederlandse pluimveemest. Dit vertegenwoordigt een verbrandingswaarde van 3PJ. Met zo'n bijstook wordt ca. 75.000 ton aan kolen uitgespaard (Oprel en Beukeboom, 2000).

<sup>4</sup> in 1998 is een project op de Demkolec afgeblazen.

<sup>5</sup> Bij Huidig gebruik is reeds aangegeven dat tuinders ook nauwelijks belangstelling hebben voor vestiging bij de Eemscentrale. In 1998 is een project afgeblazen. Hier is wel een groot potentieel aan restwarmte en bij een voldoende grote oppervlakte glas is ongetwijfeld ook levering van CO<sub>2</sub> tegen een concurrerende prijs mogelijk. De situatie is in dit opzicht vergelijkbaar met de levering door de RoCa3-centrale aan de B-driehoek.

## 5.2.2 Centrale restwarmte uit vuilverbranding/biomassa

Tabel 5.2 Nieuwe potentiële gebieden voor restwarmte uit vuilverbranding/biomassa met leveranciers, leveringsvormen, omvang en perspectief

Gebied	Warmtebron	CO <sub>2</sub> -bron	Omvang <sup>1</sup> en perspectief
Noord-oost Nederland	SMANN; kleinschalige vergassing pluimveemest In planstadium maar minder concreet dan DEP	Idem; kwaliteit niet bekend	Wellicht warmte voor enkele tientallen ha's glas; CO <sub>2</sub> wellicht voldoende Vestigingsplaatsen lijken flexibel; zou in principe bij bestaand glastuinbouwgebied in het Noorden van het land kunnen
Diverse gebieden o.a. Quarlespolder, Moerdijkse Hoek en Buggenum	Bijmengen van pluimveemest in centrale	Niet bekend	Verhoging van aanbod restwarmte
Cuijk	Houtverbrandingsinstallatie met een elektrische capaciteit van 25 MW <sup>2</sup>	Niet bekend	Ca. 50 ha. glas (geen nieuwe locatie gepland)
Maasbree	Recyclingbedrijf; afval en/of biomassa	Niet bekend	In stadium van haalbaarheids-onderzoek Omvang niet bekend Transportafstand tot glastuinbouwgebied ca. 1 km

<sup>1</sup> De aangegeven oppervlaktes glas zijn op basis van een warmtelevering van 1 MW per ha glas (is als nu bij de RoCa3).

<sup>2</sup> De warmtecapaciteit is dus ca. 50 MW. Dit is momenteel de grootste ter wereld in zijn soort.

## 5.2.3 Centrale restwarmte uit (proces) industrie

Door de ontwikkelingen in verschillende industriële sectoren is het aanbod van flinke hoeveelheden restwarmte beperkt. Voor glastuinbouwgebieden met 100 ha glas en meer, is dit buiten de Maasvlakte en de Zeeuws-Vlaamse Kanaalzone slechts bij een enkel (papierproductie)bedrijf aan de orde. Bij dit laatste bedrijf is geen ruimte voor een groot nieuw te ontwikkelen glastuinbouwgebied. Verwacht mag worden dat in het algemeen door de ontwikkelingen als gevolg van de afgesloten MJA-E's, het toekomstig aanbod uit industrieën eerder af dan toe zal nemen (mondelijke mededelingen van de heren Overdiep en Van der Voort, Gasunie).

De Maasvlakte lijkt vanwege de ruimteconcurrentie vanuit industrie en haven voor de glastuinbouw geen optie. Wel zijn er hernieuwde initiatieven om te kijken naar aansluiting van de bestaande glastuinbouw in het westen van het land op restwarmte uit de Rijnmond. Gebieden waar een ingrijpende herstructurering plaatsvindt, lijken dan in eerste instantie het meest geschikt. In de Zeeuws-Vlaamse Kanaalzone blijkt voldoende warmte (o.a. van de kunstmestfabriek Hydro-Agri in Sluiskil) beschikbaar voor vele honderden ha's glas en ook CO<sub>2</sub> is voor deze oppervlakte in ruime mate beschikbaar. Provinciale Staten van Zeeland hebben recent voor Borssele/Nieuwdorp (Quarlespolder) als locatie voor een nieuw glastuinbouwgebied gekozen en niet voor de Kanaalzone (het arbeidsaanbod is hier kleiner; er is al veel werkgelegenheid).

Naast dit kleine aantal grote aanbieders lijken er op kleine schaal mogelijkheden tot allianties tussen enkele glastuinbouwbedrijven(clusters) en industrieën, e.d. met een kleiner energieverbruik c.q. warmte- en zo mogelijk ook een CO<sub>2</sub>-overschot. Wel zijn hier kennelijk ook allerlei haken en ogen; een glastuinbouwproject bij de suikerfabriek Dinteloord is afgeblazen (Hietbrink et al).

Verder komt op incidentele en lokale schaal meer warmte van een naastgelegen bedrijf met assimilatiebelichting beschikbaar en ontstaan andere vormen van clustering van (glastuinbouw)bedrijven met onderlinge levering en/of doorlevering van warmte en CO<sub>2</sub>.

Tabel 5.3 Nieuwe potentiële gebieden voor restwarmte uit de industrie met leveranciers, leveringsvormen, omvang en perspectief

Gebied	Warmtebron	CO <sub>2</sub> -bron	Omvang <sup>1</sup> en perspectief
Zeeuws-Vlaamse Kanaalzone	Hydro Agri, Dow Chemical en Sidmar. Beide bronnen zijn nu beschikbaar. In de toekomst (2003) bovendien Zepower (Delta, Norsk Hydro)	Hydro Agri ('onbeperkt' en van zeer goede kwaliteit)	Warmte voor enkele honderden ha's glas; met Zepower nog enige honderden ha's meer. Geen voorkeur PS Zeeland Transportafstand tot nieuw te realiseren glastuinbouwgebied enkele km's
Reimerswaal <sup>2</sup> (Zuid-Beveland)	BASF (Antwerpen)	Niet bekend, meelevering mogelijk of aanvoer per as	Warmte voor ca. 40 ha. Beleidsmatig 'CO <sub>2</sub> -gesteggel' met België? Transportafstand tot nieuw te realiseren glastuinbouwgebied ca. 20 km + onder Schelde of ander water door <sup>2</sup>

<sup>1</sup> De aangegeven oppervlaktes glas zijn op basis van een warmtelevering van 1 MW per ha glas (is als nu bij de RoCa3).

<sup>2</sup> Afhankelijk van de exacte ligging van BASF in Antwerpen is westelijk Noord-Brabant mogelijk een betere locatie dan Reimerswaal vanwege door de Schelde en de transportafstand

Bronnen: R. Culinaere, Agrarisch Dagblad, Oogst, rapportages Commissie Herstructurering Glastuinbouw (commissie Bukman), MER-glastuinbouw in Zeeland, De Pluimveehouderij, Stroom, folder van D.E.P., Hietbrink et al.

### 5.3 Conclusies

Uit de tabellen 5.1 t/m 5.3 blijkt dat nog een groot deel van het potentiële areaal dat voor warmte van derden in aanmerking kan komen (zie paragraaf 4.1), in principe beleverd kan worden.

Wat hiervan daadwerkelijk gerealiseerd kan worden, hangt naast 'het passen van de locaties' in sterke mate af van de prijs die de teler voor de warmte + CO<sub>2</sub> zal moeten betalen. In hoofdstuk 4 is reeds aangegeven dat de waarde van 'basiswarmte' in een geliberaliseerde gas- en elektriciteitsmarkt voor de teler laag is. Kan volledig in de warmte- en CO<sub>2</sub>-behoefte worden voorzien, dan is deze waarde aanzienlijk hoger. De leiding- en transportkosten van warmte en CO<sub>2</sub> zijn dan echter ook hoger (zie ook bijlagen 2 en 4).

Als er in de Quarlespolder (Nieuwdorp) ca. 200 ha glastuinbouw op de rest- en bijwarmte (definitie DLG) moet komen, dan lijkt de beschikbare hoeveelheid CO<sub>2</sub> veel te gering om in de behoefte te voorzien. Aanvulling moet dan van elders komen; mogelijk uit Zeeuws Vlaanderen. De hoogte van de kg-prijs is nog onduidelijk. Als deze voor de tuinbouw vrij hoog is, is de kans erg groot dat het project door de onvoldoende mogelijkheden van CO<sub>2</sub>-voorziening in eenzelfde moeilijke situatie als Erica/Klazienaveen komt. Met die ervaringen zal de belangstelling van tuinders gering zijn. Verder blijkt uit paragraaf 4.2 dat in potentie veel restwarmte uit biomassa beschikbaar kan komen.

## 6 Slotbeschouwing en conclusies

### 6.1 Slotbeschouwing

In de voorgaande hoofdstukken is vooral ingegaan op de perspectieven van centrale restwarmte, die in principe afkomstig kan zijn uit verschillende bronnen. Tot nu toe wordt bij centrale restwarmte vooral gedacht aan restwarmte, die vrijkomt bij de productie van elektriciteit of uit de procesindustrie. Een belangrijke andere bron is verbranding/vergisting van biomassa. In paragraaf 4.1 is al aangegeven dat deze laatste bron in het kader van de GLAMI doelstelling (duurzame energie) zeer interessant is. Er zijn echter nog meer punten van verschil, die in deze paragraaf nog even kort benoemd zullen worden.

#### a. Schaalgrootte

Nieuwe elektriciteitscentrales zullen uit concurrentieoverwegingen grootschalig van opzet zijn. Gedacht moet worden aan een omvang van 300-600 MW<sub>e</sub> en soms aanzienlijk groter. Door deze omvang kunnen zij, bij een elektrisch rendement van 50%, voorzien in de basiswarmte voor glastuinbouwbedrijven in gebieden met een omvang van 300-600 ha glas. Bij installaties die biomassa verwerken is nu vaak sprake van levering van elektriciteit én warmte, blijktens recent onderzoek in een verhouding 1 op 4 (Hietbrink et al., 2001). De omvang van installaties die biomassa verwerken, verschilt sterk en varieert van kleine installaties van 5-10 MW<sub>e</sub> tot middelgrote installaties (Cuijk) van 25-30 MW<sub>e</sub> en tot vrij grote installaties bij verbranding van pluimveemest. Wat betreft hoeveelheid restwarmte passen deze installaties bij individuele bedrijven of beter clusters van bedrijven tot kleinschalige (of delen van gebieden met een grotere omvang) of grote clusters tot middelgrote gebieden. De omvang van deze installaties wordt vooral beperkt door emissieproblematiek, voldoende brandstof en logistieke aanvoer daarvan en financiële risico's (te behalen rendement, technische veroudering installaties, prijs biomassa en prijs geleverde elektriciteit).

#### b. Locatie

Nieuwe elektriciteitscentrales zullen naar verwachting gebouwd worden op een plaats waar aanvoer van brandstof en afzet van elektriciteit en warmte het meest gunstig is. Naar verwachting dus dichtbij havens en energie-infrastructuur in de grote industriegebieden in Nederland. Glastuinbouw moet daar concurreren met vestiging van industrie/infrastructuur. Biomassa-installaties zijn zeer afhankelijk van de aanvoer van biomassa en zullen meer gespreid in het land komen te staan. Er liggen hier dus betere perspectieven om deze te koppelen aan glastuinbouwvestigingen bijvoorbeeld in de vorm van bedrijventerreinen.

#### c. Levering totaalpakket

In deze notitie is al een aantal keren vermeld dat voor toekomstige economisch aantrekkelijke levering van restwarmte deze warmte onderdeel moet zijn van een totaalpakket. Op dit moment is er nog weinig bekend over de mogelijkheden van de levering van zo'n pakket door biomassa-installaties. Levering van warmte en elektriciteit lijkt goed mogelijk. Levering van CO<sub>2</sub> zou wellicht mogelijk zijn wanneer schone biomassa wordt gebruikt of wanneer vergistingsgas wordt verbrand. Er lijken op het eerste gezicht meer mogelijkheden om bij piekvragen extra warmte te leveren dan bij grote elektriciteitscentrales (kleinschaliger, prioriteit aan warmte i.p.v. warmte én elektriciteit, tijdelijke opslag van biomassa).

#### d. Toekomstperspectief

Het elektrisch rendement van nieuwe elektriciteitscentrales zal steeds hoger komen te liggen. Dit heeft tot gevolg dat de hoeveelheid restwarmte en de temperatuur van de restwarmte op een lager niveau komen te liggen en levering aan de glastuinbouw steeds minder interessant wordt. Vooral bij lagere temperaturen zijn er aanvullende installaties nodig, die de restwarmte op een hogere temperatuur brengen (warmtepompen), of extra verdeelsystemen in de kas om warmte af te geven. Ook de kosten van het warmtetransport worden in verhouding steeds hoger. Bij het verwerken van biomassa worden op dit moment verschillende technieken toegepast, mede omdat

de warmte niet altijd in de onmiddellijke omgeving aangewend kan worden. Gecombineerde productie van elektriciteit en warmte levert voorlopig het hoogste rendement op. Dit kan o.i. verder verbeterd worden door de warmte als “groene” warmte aan nabijgelegen glastuinbouw te leveren. Pluimveemest wordt nu bij een aantal initiatieven (Buggenum, EZH op de Maasvlakte) bijgemengd in bestaande kolencentrales of verbrand in aparte installaties (installaties in Apeldoorn en Moerdijkse Hoek worden nu gebouwd).

e. Technische en economische haalbaarheid

Zowel aan het gebruik van restwarmte van elektriciteitscentrales als van biomassa-installaties kleven nog zeer veel onzekerheden. Biomassa-installaties zijn meestal kleiner van opzet en wellicht organisatorisch/bestuurlijk makkelijker en sneller te organiseren, vooral als deze installaties worden gedimensioneerd op clusters. Wat betreft investeringen en exploitatie zijn biomassa-installaties waarschijnlijk complexer. Het belangrijkste is echter dat er een duidelijke initiatiefnemer is, dat de verschillende partijen doordrongen raken van het grote maatschappelijk belang van inzet van “groene” warmte, dat zekerheden en (financiële) risico's vroegtijdig in beeld gebracht worden en dat de invulling van een project integraal deel uitmaakt van de inrichting van een glastuinbouwgebied.

## 6.2 Conclusies

### 6.2.1 Conclusies uit de analyse

- a. Voor het bereiken van schaalvoordelen en voor het elders ontzien van het landelijk gebied wordt beleidsmatig gestreefd naar nieuwe glastuinbouwgebieden van voldoende omvang. Dit komt overeen met een vraag naar restwarmte van minimaal 200/250 MW. Restwarmte van een dergelijke omvang komt op dit moment eigenlijk alleen voor bij elektriciteitscentrales en afval/(kippen) mest verbrandingsinstallaties. Voor benutting van restwarmte uit de procesindustrie en verbranding van biomassa moet meer aan enkele tientallen ha. glas gedacht worden.
- b. Benutting van centrale restwarmte is binnen de sector verreweg het beste mogelijk in nieuw aan te leggen of sterk 'vernieuwde' glastuinbouwgebieden, vanwege ruimte voor aanleg benodigde infrastructuur en de gemiddelde omvang en energie intensiteit van de bedrijven die zich nieuw vestigen.
- c. Nieuwe c.q. vernieuwde glastuinbouwgebieden kunnen door aansluiting op centrale restwarmte een belangrijke bijdrage leveren aan het bereiken van de energiedoelstellingen uit het Convenant Glastuinbouw en Milieu. Dit temeer omdat niet verwacht wordt dat decentrale restwarmte in de vorm van W/K-installaties nog sterk zal uitbreiden, anders dan bij toepassing van assimilatiebelichting.
- d. In de geliberaliseerde gasmarkt is het 'basisgas' goedkoper en het 'piekgas' aanzienlijk duurder dan in het huidige 'postzegeltarief'. Restwarmte moet concurreren met dit “goedkopere” basisgas. Om de kosten voor de aanleg van de benodigde infrastructuur zo laag mogelijk te houden moeten de leverancier van rest- c.q. duurzame warmte en glastuinbouwbedrijven op korte afstand van elkaar liggen.
- e. Bij toenemend rendement van de elektriciteitsproductie krijgt de restwarmte een steeds lagere temperatuur. Dit betekent dat lage-temperatuursystemen toegepast moeten worden. Het houdt in: méér water transporteren en de oppervlakte glas waarbij dit perspectief biedt is beperkt (bijvoorbeeld verwarmde betonvloeren en tabletten). Wellicht komen er mogelijkheden om bijvoorbeeld de temperatuur met een warmtepomp 'op te krikken'.
- f. Ook als de transport- en distributiekosten van warmtelevering zo klein mogelijk zijn (zie de twee vorige punten), dan zijn op basis van de CDS-tarieven voor een individueel glastuinbouwbedrijf de kosten van restwarmte nog aanzienlijk hoger dan de (maximale) waarde die de warmte voor de teler heeft t.o.v. zijn alternatief 'volledig op gas stoken'. *Hierbij is nog niet meegerekend dat door in te spelen op de nieuwe tariefstructuur ook bij stoken op gas de kosten (aanzienlijk) minder zullen stijgen dan bij het huidige stookregime.*
- g. Vanwege de lagere piekbehoefte in Zuidwest Nederland worden in de nieuwe tariefstructuur de verschillen in verwarmingskosten tussen het noorden en oosten van het land en het zuidwesten flink groter. Het verschil bedraagt al snel enkele procenten van de totale productiekosten en ca. 15 – 25% van de verwarmingskosten voor zwaar verwarmde bedrijven. Op basis van de gegevens in

tabel B2, bijlage 4 is uitgerekend dat dit verschil tussen Emmen en Vlissingen ruim ? 3,50 per m<sup>2</sup> per jaar bedraagt. Tussen Naaldwijk en Vlissingen is het verschil ca. ? 2,25.

- h. Levering van restwarmte uit de procesindustrie zal in het algemeen van ondergeschikt belang blijven vanwege eigen energieoptimalisatie, betere dimensionering op de behoefte en daarmee de kleiner wordende omvang van de resterende hoeveelheid restwarmte. Deze hoeveelheid restwarmte is vaak te klein om een geheel glastuinbouwgebied van restwarmte te voorzien (de omvang is vaak niet meer dan voor enkele tientallen ha. glas). Uitzondering zijn de Zeeuws-Vlaamse Kanaalzone en de Maasvlakte. Deze laatste locatie lijkt geen reële optie (met name vanwege de hoge grondprijzen). Voorne-Putten, Overflakkee of Hoekse Waard zijn vanuit dit aspect bezien misschien mogelijkheden, maar dan wordt de afstand voor warmte- en CO<sub>2</sub>-transport wel erg groot. Vanaf de Maasvlakte naar Voorne-Putten is mogelijk alleen warmte-transport nodig. Het nieuwe bedrijf OKEP denkt ook aan dit gebied voor de levering van CO<sub>2</sub>. Op andere (kleinere) locaties kunnen combinaties van industrie en glastuinbouw gemaakt worden, waarbij zowel de industrie als de glastuinbouw kunnen profiteren van een aantal gemeenschappelijke elementen (energie, infrastructuur, landschappelijk aankleding van het gebied, ...). In de ruimtelijk ordening zou dit meer aandacht moeten krijgen. Ook uitzetten van onderzoek naar combinatiemogelijkheden lijkt gewenst.
- i. Uitbouw van restwarmtelevering uit biomassa is voor de glastuinbouw zeer interessant. Het zal met name gaan om kleinere eenheden, die enkele tientallen ha glas van warmte kunnen voorzien. Bij dergelijke oppervlaktes zijn de aanloopverliezen gering en omdat de individuele tuinder veel meer invloed heeft, zal de aarzeling om mee te doen veel kleiner zijn dan bij grote centrale projecten. Bovendien hoeft de tuinder – om aan de GLAMI-doelstellingen te voldoen - niet zuinig met deze duurzame energie om te gaan. Dit vergroot dan weer zijn mogelijkheden om bijvoorbeeld de gewasbeschermingdoelstellingen uit het GLAMI-convenant te realiseren ('droogstoken' in plaats van schimmelbestrijdingsmiddelen).

### 6.2.2 Conclusies over de perspectieven:

- a. De economische aantrekkelijkheid van centrale restwarmte en daarmee het perspectief is te verhogen door:
- ?? Restwarmte als onderdeel van een totaalpakket, waarin naast warmte ook elektriciteit, CO<sub>2</sub> en 'warmte' voor de piekperioden wordt geleverd, aan te bieden. Voor de piekperioden kan gedacht worden aan doorlevering van fossiele brandstof door de restwarmteleverancier, die dat waarschijnlijk goedkoper kan inkopen dan het individuele bedrijf. Het verdient aanbeveling te onderzoeken of volledige warmtevoorziening via een 'totaal-pakket' zonder aanvullend gas, mogelijk is.
  - ?? Restwarmte bij voorkeur aan clusters van bedrijven te leveren i.p.v. aan individuele bedrijven.
  - ?? Levering van restwarmte aan de glastuinbouw zeker te stellen. Daarmee kan de uurcapaciteit en daarmee de brandstofkosten voor de piek flink teruggebracht worden.
  - ?? De dekkingsgraad van restwarmte te verhogen door:
    - ?? Te investeringen in energiebesparende opties (scherminstallatie, warmtebuffer, condensor, klimaatregeling, clustering, T-integratie, ...), die de benodigde uurcapaciteit omlaag kunnen brengen (afvlakken pieken),
    - ?? te streven naar een hogere aansluitwaarde dan nu gebruikelijk (van ca. 80 naar 100-120 Watt thermisch per m<sup>2</sup> glas),
    - ?? te doseren met CO<sub>2</sub> van derden i.p.v. met CO<sub>2</sub> van de eigen ketel. Restwarmtelevering en CO<sub>2</sub> dienen dan in samenhang gezien te worden, omdat CO<sub>2</sub>-opwekking met een eigen ketel door de nieuwe tariefstructuur zeer goedkoop wordt,
    - ?? meer gebruik te maken van warmtebuffers (vooralsnog warmteopslag in water, eventueel op cluster- of op gebiedsniveau),
    - ?? aansluiting op cluster- i.p.v. individueel bedrijfsniveau.
- b. Bij de afweging van de vestigingsplaats van installaties met mogelijkheden voor levering van restwarmte aan derden moet de mogelijkheid van levering aan de glastuinbouw nadrukkelijk worden meegenomen.

De perspectieven voor toepassing van centrale restwarmte kunnen als volgt samengevat worden;

#### **Perspectieven voor toepassing van restwarmte afkomstig van grootschalige elektriciteitsopwekking**

<b>Meer perspectief bij:</b>	<b>Minder perspectief bij:</b>
Korte afstand tussen centrale en glastuinbouw	Hoger rendement van nieuwe centrales
Levering van een totaalpakket: restwarmte, elektriciteit, CO2 en voorzieningen voor piekperioden	Vestiging in met name industriegebieden
Grootschalige aansluiting mogelijk, één project kan veel bijdragen	Langzaam vollopen van een vestigingsgebied
Wellicht deel aan te merken als groene warmte door bijmenging met duurzame brandstoffen	Speelt op de langere termijn
	Grote mate van onzekerheid door liberalisering van de elektriciteitsmarkt

**Eindoordeel: in potentie groot potentieel, wellicht voor een deel ook “groene” warmte, perspectief op realisatie matig.**

#### **Perspectieven voor toepassing van restwarmte afkomstig van procesindustrie.**

<b>Meer perspectief bij:</b>	<b>Minder perspectief bij:</b>
Korte afstand tussen centrale en glastuinbouw	Procesoptimalisatie binnen het bedrijf zelf
Levering van een totaalpakket: restwarmte, elektriciteit, CO2 en voorzieningen voor piekperioden	
Warmtelevering aan anderen dan glastuinbouw vaak beperkt, minder afhankelijk van liberalisering energiemarkten	
Ook kleinschalige opties	
Voor een deel nu al beschikbaar	

**Eindoordeel: in potentie beperkt potentieel, perspectief op realisatie goed**

#### **Perspectieven voor toepassing van restwarmte afkomstig van verwerking biomassa**

<b>Meer perspectief bij:</b>	<b>Minder perspectief bij:</b>
Korte afstand tussen centrale en glastuinbouw	Veel onzekerheid door financiële risico's vergunningen, leveringszekerheid en beschikbaarheid biomassa
Levering van een totaalpakket: restwarmte, elektriciteit, CO2 en voorzieningen voor piekperioden	Veel onzekerheid door liberalisering van de energiemarkten
Veelal kleinschalige opties	
Veel plannen aanwezig	
“Groene” warmte	

**Eindoordeel: centrale restwarmte afkomstig van duurzame bronnen (mest/biomassa) levert een grote bijdrage aan de doelstellingen uit het Convenant Glastuinbouw en Milieu en is daardoor een zeer interessante optie. Het potentieel is beperkt en het perspectief op realisatie nog zeer onzeker.**

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat een groot deel van het areaal glas, dat potentieel geschikt is voor centrale warmte van derden, beleverd zou kunnen worden. Deze restwarmte moet dan wel gezien worden als onderdeel van een totaalpakket. Op korte en middellange termijn liggen er goede perspectieven in Zuid-Holland (incl. Zuidplaspolder), de Moerdijkse Hoek en de Zeeuws Vlaamse Kanaalzone.

Op basis van beschikbaarheid van restwarmte en CO<sub>2</sub> is de Zeeuws-Vlaamse Kanaalzone een betere plaats voor een nieuw glastuinbouwgebied dan Nieuwdorp of Reimerswaal. Om beschikbare restwarmte-bronnen optimaal te benutten, zou ook een glastuinbouwgebied ontwikkeld moeten worden in de Kanaalzone en nabij de BASF, die net over de Nederlandse grens ligt.

## Literatuur

Anink, C., *mondelinge mededeling*, 1999.

Anonymus, *Essent stopt honderden miljoenen in eco-stroom*, ANP, o.a. Leids Dagblad, 13 oktober 2000.

Bakker, R., *Uitbreidingspotentieel voor warmte van derden in de Nederlandse glastuinbouw bij verschillende scenario's*, rapport 2. 00.06, LEI, Den Haag, augustus, 2000a.

Bakker, R., et al., *Energie in de glastuinbouw van Nederland: Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1999*, rapport 3.00.07. LEI, Den Haag, oktober, 2000b.

Benninga, J., en N.J.A. van der Velden, *Extreme temperaturen beïnvloeden contractcapaciteit aardgas*, Groenten en Fruit, 2 juni 2000

Commissie Herstructurering Glastuinbouw, *Glasheldere alternatieven*, tweede tussenrapportage, 2001.

Culinaere, R., *mondelinge mededeling*, juli 2000.

Dienst Landelijk Gebied (DLG), *MilieuEffectRapportage Glastuinbouw in Zeeland*, 1<sup>e</sup> versie, juli 2000.

Dril, A.W.N. van, et al., *Toekomst warmtekrachtkoppeling; verkenning van de economische aantrekkelijkheid in een geliberaliseerde energiemarkt*, rapport ECN-C--99-086, ECN, oktober 1999.

Edens, Theo, *Beleidsmatige aspecten van liberalisering van de aardgasmarkt*, rapport V208, IKC-Landbouw, februari 2000

Hietbrink, O., et al., *Minder CO<sub>2</sub>: een weg van lange adem; onderzoek naar CO<sub>2</sub>-emissiebeperkende projecten in de glastuinbouw*, rapport 3.01.01. LEI, Den Haag, januari 2001.

Knijff, A. van der, et al., *Energieclustering in de glastuinbouw, een verkenning*, rapport 3.01.04. LEI, Den Haag, maart 2001.

Lammerse, A., *Boeren storten zich op kippenmeststroom*, de Volkskrant, 1 augustus 2000.

Lijster, E. de, *Westlandse tuinders staan op driesprong; blijven, verkassen of stoppen hangt van nieuwe locaties af*, Oogst Tuinbouw, 7 juli 2000.

N.N., *Derde Energienota*, Ministerie van Economische Zaken, december 1995.

N.N., *Gasstromen, discussienota*, Ministerie van Economische Zaken, december 1997.

N.N., *Energiebesparingsnota*, Ministerie van Economische Zaken, april 1998.

N.N., *Regels omtrent het transport en de levering van gas (Gaswet), voorstel van wet met Memorie van Toelichting*, Ministerie van Economische Zaken, aankondiging in Staatscourant, nr. 17, 26 januari, 1999a.

N.N., *Eerste energierapport naar tweede kamer*, Persbericht Ministerie van Economische Zaken, 15 november, 1999b.

N.N., *Regels omtrent het transport en de levering van gas (Gaswet), nota van wijziging*, Ministerie van Economische Zaken, 1 december, 1999c.

N.N., *Regels omtrent het transport en de levering van gas (Gaswet), nota naar aanleiding van het verslag*, Ministerie van Economische Zaken, 1 december, 1999d.



N.N., *Factsheets beschikbaarheid van biomassa en afval in Nederland*, InformatieCentrum Biomassa, 2000.

Nottrodt, A., et al., *Technische Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen; erstellt im auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit*, februari 2001

Oprel, L. en J. Beukeboom, *Energiepotenties in de primaire landbouw in het licht van het klimaatprobleem*, rapport 223, Expertisecentrum LNV onderdeel Landbouw, april 2000.

Scheepers, M. et al., *Energie Markt Trends 2000*, ECN- beleidsstudies, ECN, mei 2000.

Sleegers, J., *Borsele niet de ideale locatie*, Oogst Tuinbouw, 7 juli 2000.

Strootman, A., *Plannen voor ruim miljoen ton mest per jaar: Een gewilde energiebron*, Pluimveehouderij, 21 april, 2000a.

Strootman, A., *Kema verkiest rooster boven wervelbed*, Pluimveehouderij, 21 april, 2000b.

Ravensbergen, P., *mondelinge mededeling*, 10 juli 2000.

Velden, N.J.A. van der, et al., *Energie in de glastuinbouw van Nederland: Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1998*, rapport 2.99.13. LEI, Den Haag, september 1999.

## Bijlage 1 LEI-onderzoek naar mogelijk toekomstig gebruik/behoefte

(zie ook paragraaf 4.1, punt 4)

Het LEI heeft vanuit de CBS-Landbouwtelling, gegevens uit hun bedrijven-informatienet en ondergrenzen in warmtebehoefte onderzocht welk areaal mogelijk nog voor warmte van derden in aanmerking komt (Bakker, 2000a). Het betreft hier het technisch potentiële areaal.

**In de betreffende studie zijn effecten van het nieuwe CDS-tarievensysteem niet meegenomen. Door dit tarievensysteem kunnen de ondergrenzen van jaarverbruik veranderen. De hieronder en in hoofdstuk 4 weergegeven resultaten uit deze studie blijven naar verwachting wel een goede indicatie voor het potentiële areaal.**

Uit het onderzoek blijkt dat het areaal 'warmte van derden' ten opzichte van 1997 kan groeien met ruim 1200 ha (d.w.z. tot ca. 3400 ha). Dit geldt bij de huidige ontwikkeling in areaal e.d., de huidige verdeling; 25% heeft restwarmte en 75% heeft W/K-nuts en de ondergrenzen van jaarverbruik per afnamepunt c.q. W/K-installatie (500.000 resp. 1.100.000 m<sup>3</sup> aardgasequivalenten (a.e.) per jaar). Als een uitbreiding alleen via restwarmte gebeurt en daarbij een ondergrens van 500.000 m<sup>3</sup> a.e. wordt gehanteerd, dan kan het areaal met ruim 3000 ha groeien. Bij een ondergrens van 1.100.000 m<sup>3</sup> a.e. is de potentiële groei ruim 900 ha. Dit alles dus in de huidige gebieden, de huidige bedrijfsstructuur en het blijven bestaan van de huidige kleinere projecten.

Hiernaast is in het rapport een indicatie gegeven van het areaal dat voor warmte van derden in 2010 in aanmerking kan komen (tabel B1).

Er is verondersteld dat de telers de doelstellingen in het convenant Glastuinbouw en Milieu halen. Naast de hierboven vermelde ondergrenzen is ook gekeken naar een ondergrens van 1.500.000 m<sup>3</sup> a.e. (omdat W/K-installaties steeds groter worden).

Tabel B1 Potentieel areaal (ha) voor warmte van derden (AHS en EHS is indicatie 2010)

Verdeling en grenzen uitbreiding	Huidige bedrijfsstructuur	AHS	EHS
25% restwarmte; 75% W/K-nuts. Resp. 500.000 en 1.100.000 m <sup>3</sup> a.e. <sup>1</sup>	3.404		
100% minimaal 500.000 m <sup>3</sup> <sup>2</sup>	4.907	4.088	7.463
100% minimaal 1.100.000 m <sup>3</sup> <sup>2</sup>	2.012	1.634	4.275
100% minimaal 1.500.000 m <sup>3</sup> <sup>2</sup>		1.060	2.638

Afhankelijk van de ontwikkeling volgens de autonome of de economische hoofdstructuur (AHS resp. EHS) wordt het totale potentiële areaal geschat op tussen de 4090 en 1060 ha resp. tussen 7460 en 2640 ha.

*In de AHS is de ontwikkeling (ruimtelijke spreiding) van de glastuinbouw geschetst als er geen aanvullend beleid wordt gevoerd; in de EHS de economisch gezien optimale situatie, rekening houdend met maatschappelijke randvoorwaarden. (In het laatste is dus o.a. geen rekening gehouden met sociale weerstanden binnen de sector tot verkassen naar de gebieden met de economisch beste perspectieven en groeien naar de daarbij behorende optimale bedrijfsgrootte).*

De verschillen worden veroorzaakt doordat in de EHS van een veel sterkere stijging van de gemiddelde bedrijfsgrootte is uitgegaan, waardoor dan veel meer bedrijven boven de ondergrens komen.

Conclusie: restwarmte is in de eerste plaats haalbaar voor grote, intensieve bedrijven; dus nieuwvestiging of gebiedsvernieuwing.

<sup>1</sup> 500.000 m<sup>3</sup> is momenteel de gemiddelde ondergrens van zowel restwarmte als W/K-nuts; 1.100.000 m<sup>3</sup> voor nu nieuwe W/K-nuts. Projecten met een kleinere afname komen dus ook voor.

<sup>2</sup> Ondergrens voor zowel restwarmte als W/K-nuts. Voor de vergelijking met AHS en EHS zijn bij Huidige bedrijfsstructuur de huidige arealen met een lagere afname dan de aangegeven grens niet meegeteld. Dit betreft ruim 300 van de 2183 ha met warmte van derden in 1997.



## Bijlage 2 Basisgegevens om het potentiële warmteaanbod van derden te bepalen

### Uitgangspunten:

1. Zoals in de inleiding al is vermeld gaan we in eerste instantie uit dat een glastuinbouwgebied –op termijn– minimaal ongeveer 100 ha groot is; bij voorkeur ca. 200 ha., d.w.z. in potentie een aaneengesloten gebied van ca. 200 resp. 400 ha.

2. De restwarmte voorziet met allerlei slimme voorzieningen minimaal in 80% van de behoefte gedurende het jaar. *Een hoge ‘dekkingsgraad’ is voorwaarde om potentiële leveranciers geïnteresseerd te krijgen.*

Met ‘slimme voorzieningen’ moet niet worden gedacht aan de inzet van een warmtepomp om met behulp van een aquifer een groter deel van de warmtebehoefte te dekken met restwarmte. Een warmtepomp heeft alleen een goed rendement bij kleine temperatuurverschillen tussen in- en uitgaand water van/naar de aquifer. Vanuit ‘restwarmtetemperatuur’ in de zomer een aquifer ‘vullen’ levert een veel te laag rendement op.

Slimme voorzieningen voor incidentele koude dagen zijn bijvoorbeeld wel: grote buffer, temperatuurintegratie (over meerdere dagen); er kan tijdelijk een groter temperatuurverschil worden overbrugd. Voor een ‘elfstedentochtweek’ bieden dergelijke voorzieningen echter geen oplossing. Wellicht kan in die sporadische situaties het aanvoerwater kortstondig met een nog hogere temperatuur dan ca. 120 °C aan de teler worden geleverd.

Overwogen moet worden een zodanige restwarmtecapaciteit te installeren dat alleen in een elfstedentochtweek de gewenste kastemperatuur niet helemaal kan worden bereikt.

Redenen: Als bij zo’n capaciteit de levering van warmte ook voldoende zeker is, moet het mogelijk zijn, voor calamiteiten een verzekering af te sluiten. Op deze manier kan de teler een eigen ketel uitsparen en is een warmteprijs op vrijwel het niveau van eigen voorziening met gas reëel en mogelijk (mits goedkope CO<sub>2</sub>).

3. Bij een juiste inpassing (voldoende verwarmend oppervlak in de kas en het aanvoerwater van voldoende hoge temperatuur) is in ca. 80 - 95 % van de totale warmtevraag te voorzien met een restwarmte-capaciteit van ca. 80 à 100 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>; als ook gebruik wordt gemaakt van warmwaterbuffers in 90 – 99 % van de vraag (basis: ervaringen RoCa3; zie bijlage 3).

Als het verschil tussen kas- en buitentemperatuur kleiner is dan 10 °C (= 10 K) overdag resp. 13 K ‘s nachts, kan bij een restwarmtecapaciteit van 80 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup> de buffer worden opgewarmd; bij 120 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup> reeds als de te overbruggen temperatuur kleiner is dan 15 resp. 20 K (zie Toelichting/nadere informatie).

Dit houdt in dat de moderne dichte kas met een voldoende groot verwarmingsnet en een grote buffer (en zondig overdag het scherm dicht houden) in de winters zoals sinds januari 1970 met een capaciteit van 120 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup> vrijwel steeds op 20 °C gehouden had kunnen worden. Met een meerdaagse T-integratie zou het overgrote deel van de perioden met een kas-T lager dan 20 °C gecompenseerd zijn, dus geen productiederving (*Temperatuurgegevens De Bilt*).

Met 3 (bijna 4) elfstedentochten in deze periode zou tijdens deze koude periodes gemiddeld gedurende ca. 4 à 5 dagen deze compensatie niet mogelijk zijn geweest en gedurende een deel van deze dagen zou de kastemperatuur lager dan 15 °C zijn gebleven.

Met een capaciteit van ongeveer 150 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>, gebruik van een grote buffer en meerdaagse temperatuurintegratie en accepteren dat bij een elfstedenweek de temperatuur tot ca. 15 °C zakt, zou volledige warmtevoorziening vrijwel steeds mogelijk zijn geweest.

Toelichting/nadere informatie:

Bij een warmteverlies (U-waarde) van de kas van 8 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup> (= 8\*10<sup>4</sup>\*3600 = 2,88\*10<sup>8</sup> J ofwel 288 MJ per ha per uur) is overdag voor compensatie van het warmteverlies per graad temperatuurverschil dus 288/31,65 = 9,1 m<sup>3</sup> aardgas per ha per uur nodig (een ketel met condensor haalt op onderwaarde gemiddeld een rendement van ca. 100%). *Ter informatie: dit warmteverlies is groter dan waar een groenlabelkas op uit komt.*

Met een restwarmte-installatie van 80 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup> kan overdag dus 80/8=10 en ‘s nachts bij gesloten scherm 80/6= 13 K (75%\*8=6 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>) worden overbrugd.

Een buffer bevat per K een energie van 4200 J (=W.s) per liter (kg) water (in oude termen: 1 kcal; is 4,2 kJ). Bij een buffer van  $200\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$  totaal dus  $8,4\cdot 10^8$  J per K. Bij een temperatuurverval in de buffer van 30 K kan hiermee op een dag van 8 uur een kastemperatuur van  $30\cdot 8,4/(2,88\cdot 8)= 11$  K worden overbrugd of in een nacht van 16 uur  $30\cdot 8,4/(0,75\cdot 2,88\cdot 16)= 7,3$  K.

Vanwege de tariefopbouw in het CDS zal in alle teelten een beweegbaar energiescherm standaard zijn.

In de huidige kassen is een totale verwarmingscapaciteit van ca.  $180\text{ W}_{\text{th}}\cdot\text{m}^{-2}$  nodig voor een temperatuurverschil van 30 K (+20°C tot -10°C; bij erg koud weer een 5°C lagere kastemperatuur accepteren. Overdag kan bij geopend scherm 22,5 K worden overbrugd); als het overbruggen van maximaal 25 K (+20 °C tot -5 °C) acceptabel is, is ca.  $150\text{ W}_{\text{th}}\cdot\text{m}^{-2}$  nodig. Dit kan bijvoorbeeld in Zeeland acceptabel zijn.

Bij een ongeschermd kas is voor 30 K een verwarmingscapaciteit van ca.  $240\text{ W}_{\text{th}}\cdot\text{m}^{-2}$  ofwel  $2,4\text{ MW}_{\text{th}}\cdot\text{ha}^{-1}$  (= ruim 1 milj. kcal.h<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>) nodig; een nu normale verwarmingscapaciteit voor een ongeschermd tomatenkas.

4. Bij de inventarisatie moet goed worden gelet op de ontwikkelingen in rendementsverbetering van de warmteopwekking en in andere potentiële afzetmogelijkheden van (decentraal opgewekte) restwarmte, zoals bijvoorbeeld in het eigen productieproces (MJA-E afspraken) of voor de verwarming van woningen via wijk- of blokverwarming (de REB-vrijstelling zorgt hier voor 'een gevulde portemonnee; de REB is in 2000 20,82 ct/m<sup>3</sup> voor het verbruik van 800 - 5000 m<sup>3</sup> gas en 11,4 cent voor het verbruik daarboven tot 170.000 m<sup>3</sup>; in 2001 25,67 ct voor de eerste 5000 m<sup>3</sup> en tot 170.000 m<sup>3</sup> 12,4 cent).  
Deze mogelijke ontwikkelingen hebben veel invloed op de leveringszekerheid op termijn van restwarmte aan glastuinbouwgebieden.
5. Voor de leveringszekerheid op termijn is ook de mate van zekerheid van het voortbestaan van de warmteleverancier van invloed.
6. De maximale afstand tussen warmtebron en afnamepunten is mede afhankelijk van te nemen barrières, zoals waterwegen. In dergelijke situaties denken aan maximaal 10 km; bij voorkeur maximaal 6 km. (Anders wordt het transportnet veel te duur). Bij voorzien in de volledige warmtebehoefte moet de afstand waarschijnlijk nog kleiner zijn.  
In de inventarisatiefase laten we dit uitgangspunt nog geen rol spelen. Dit om geen potentiële bronnen uit te sluiten.
7. Om 'maatgevoel' te krijgen, rekenen we alsof het CommodityDienstenSysteem (CDS) van de gasunie voor de individuele teler geldt. Dit is niet het geval, maar betere concrete berekeningen zijn niet mogelijk (zie ook de 1<sup>e</sup> opmerking bij bijlage 4).  
De maximale prijs van (rest)warmte is voor de tuinder de resultante van het kostenverschil tussen het volledig voorzien in de warmte- en CO<sub>2</sub>-behoefte of het gedeeltelijk hierin voorzien met gas uit eigen ketel; beide volgens het CDS. Als er een volledige gegarandeerde voorziening in de warmtebehoefte is, kan de warmteprijs dan ? 1,- per m<sup>2</sup> hoger zijn. Dit komt omdat dan geen ketel nodig is, waardoor de rente- en afschrijvingskosten op ketel en een groot ketelhuis worden uitgespaard.  
De maximale warmteprijs is bovendien afhankelijk van de prijs die voor geleverde CO<sub>2</sub> wordt gerekend.
8. Er moet CO<sub>2</sub> worden geleverd. De maximale prijs is afhankelijk van de warmteprijs maar ze kan maximaal 20 cent per kg zijn (ongeveer de prijs van zuivere CO<sub>2</sub>). Als de tuinder naast de restwarmte nog een eigen ketel nodig heeft, is de prijs voor een kg CO<sub>2</sub> in principe maximaal ca. 50 % van de commodity-prijs per m<sup>3</sup>, maar omdat vrijwel steeds de warmte ook benut kan worden, is dit (rekening houdend met enig warmteverlies in de warmtebuffer) gemiddeld ca. 10 % (dus maximaal ca. 2 cent per kg). *In het verleden moesten hier de jaarkosten van de buffer meegerekend worden, maar deze zal in het CDS standaard aanwezig zijn om de piekbehoefte te verlagen.*
9. De CO<sub>2</sub>-prijs kan worden gestaffeld aan de dekkingsgraad (het aandeel dat van de totale warmtebehoefte 'uit de restwarmte komt') in het zomerhalfjaar; bij maximale dekkingsgraad kost de CO<sub>2</sub> per kg de helft van het bedrag bij de minimale dekkingsgraad.

Toelichting op de punten 7, 8 en 9: in het CDS kost gas, dat buiten de piek wordt afgenomen, 3,5 tot 4 cent per m<sup>3</sup> minder dan de commodity. Bij 3 cent per m<sup>3</sup> kosten voor het gasverkoopbedrijf dus nog iets minder dan de commodity. Gegeven de concurrentie van andere aanbieders mag worden verwacht dat de commodity ongeveer 15 cent per m<sup>3</sup> zal kosten; maximaal ca. 18 cent. Dit betekent dat CO<sub>2</sub> uit gas dat alleen wordt verbrand voor de CO<sub>2</sub>-productie, maximaal 10 cent per kg kost. Als voor voorziening in de piekbehoefte aan warmte toch een ketel (en ook een warmtebuffer) aanwezig is, kost de benodigde CO<sub>2</sub> de teler gemiddeld slechts één à twee cent, omdat verreweg de meeste CO<sub>2</sub> wordt gedoseerd als ook warmte (eventueel in de nacht) nodig is. Een CO<sub>2</sub>-verdeelsysteem is onafhankelijk van de soort CO<sub>2</sub>-bron, dus geen kostenverschil (in bijlage 3 staat een voorbeeld van tariefopbouw voor CO<sub>2</sub>; in andere gebieden wordt wel een gestaffelde prijs gehanteerd).

### Knelpunten:

1. Kans op te lage warmte dekking bij voorzien in basisbehoefte aan warmte  
Als de prijskorting op warmte + CO<sub>2</sub> onvoldoende is t.o.v. 'zelf de ketel stoken', dan is de kans groot dat er minder warmte wordt afgenomen dan gepland c.q. noodzakelijk voor de rentabiliteit van de warmtelevering.  
De warmteleverancier heeft voor het rendabel krijgen van de hoge investeringen in transportcapaciteit een langjarige afnamezekerheid nodig.  
Voor de afnemer moet zo'n langjarig contract duidelijk een interessante prijskorting inhouden; hij is immers als klant aan deze leverancier gebonden.
2. Leveringszekerheid restwarmte en aanvullende warmtevoorziening in een winterse week  
Mogelijke oplossing:  
?? Ketel op gas. Alleen piekverbruik, bij volledige contractcapaciteit; dus dure m<sup>3</sup> (tot > ? 2,- per m<sup>3</sup>). Dit dure 'piekgas' verlaagt de waarde van de restwarmte voor de 'basis' warmtebehoefte (zie bijlage 4).
3. Aanvullende warmtevoorziening in een winterse week. We gaan nu uit van leveringszekerheid van de warmtelevering, zodat alleen 'aanvullende' contractcapaciteit nodig is.  
Mogelijke oplossingen:  
?? Ketel op gas. Alleen piekverbruik, dus vrij dure m<sup>3</sup> (maar veel lager dan bij volledige contractcapaciteit).  
?? Grotere buffer. Biedt alleen soelaas bij incidentele koude dagen of uren. Zie punt 3 in het stukje uitgangspunten. In incidentele situaties iets grotere mogelijkheden.  
?? Temperatuurintegratie over nog groter aantal dagen. Alleen beperkte oplossing bij gewassen die geen gewasschade - dus alleen productieschade - oplopen bij een enige graden lagere kastemperatuur gedurende een periode van ongeveer een week. Waarschijnlijk wel consequenties t.a.v. de mogelijkheden tot gewasverzekering c.q. verzekering tegen gevolgschade.  
?? Ketel op olie. Olie kan tegen betrekkelijk geringe kosten in opslag worden gehouden. Vanwege de gewas-/gevolgschadeverzekering zijn vaak al voorzieningen aanwezig c.q. noodzakelijk. Mogelijk is een grotere opslagcapaciteit nodig met extra voorschriften en kosten vanwege de milieuvergunning. Een aan de olieleverancier te betalen 'verzekeringspremie' voor levering op afroep kost waarschijnlijk betrekkelijk weinig. Mogelijk nadeel is enige roetuitstoot en -neerslag op de kas, waardoor kans op lagere productie door (tijdelijk) minder licht. Ook komt het 'schone' imago enigszins onder druk te staan.

'Eisen' aan potentiële warmteleveranciers (vanuit de uitgangspunten) en **aandachtspunten** bij de vraagstelling bij een inventarisatie:

1. Benodigde warmtecapaciteit en daaruit voortvloeiend gasverbruik per jaar.  
Bij warmtelevering van 30 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> is voor 100 ha glastuinbouw 30.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> a.e. nodig. Bij een restwarmtehoeveelheid van 30% van het verbruik moet de leverancier (de energieopwekker) dus minimaal 100 mln. m<sup>3</sup> aardgas gebruiken.
2. Idem per uur (met name in het winterhalfjaar van belang).  
80 W<sub>th</sub> per m<sup>2</sup> is 2880 MJ per ha per uur. Bij restwarmtelevering is 1 m<sup>3</sup> aardgas 31,65 MJ (vanwege de restwarmtetemperatuur energie-inhoud op onderwaarde). Voor 100 ha glas is dan 9.100 m<sup>3</sup> a.e. per uur nodig, ofwel bij 30 % restwarmte een verbruik door de leverancier van ca. 30.300 m<sup>3</sup> per uur. Dit betekent voor een 'procesverbruiker' (met een gelijkmatige afname) op jaarbasis (8000 uur of meer) een verbruik van 250 à 270 mln. m<sup>3</sup> aardgas.  
80 W<sub>th</sub> per m<sup>2</sup> is voor 100 ha 80 MW<sub>th</sub> ofwel bij 30% restwarmte: 270 MW<sub>totaal</sub>.

Conclusie uit 1 en 2: gemiddelde benutting van het warmtetransportnet (en de restwarmteleverantie) is ruim 40%. Dit lijkt nogal laag om een warmteaanbod voor een concurrerende prijs te kunnen krijgen als glastuinbouwsector. Dit knelpunt versterkt de geringere waarde van de 'basiswarmte' in het CDS, zoals bij het 2<sup>e</sup> knelpunt reeds is geïllustreerd.

3. Leveringsgarantie?! Als de restwarmtelevering niet vrijwel volledig is gegarandeerd, heeft de teler een ketel nodig die minimaal  $150 \text{ W}_{\text{th}}$  per  $\text{m}^2$  kan leveren. Bij een gasketel dus ook een gascontract op nagenoeg maximale behoefte. Dit betekent dus betalen voor de beschikbaarheid van (zeer dure  $\text{m}^3$ ) gas, dat wellicht nooit gebruikt wordt. Een alternatief is wellicht: verzekering tegen schade door uitval van de warmtebron. Dan kan met een lagere contractcapaciteit worden volstaan.
4.  $\text{CO}_2$ -levering is even belangrijk als warmtelevering.

## Bijlage 3 Kengetallen voor warmte- en CO<sub>2</sub>-levering

Zoals gehanteerd bij de **RoCa3** elektriciteitscentrale met warmte- en CO<sub>2</sub>-levering aan tuinders in de B-driehoek. Informatie van Energiebedrijf Delfland; *cursief: eigen opmerkingen.*

### Warmte:

- ?? Aansluitwaarde 1 MW per ha; bij een  $\Delta T$  in de transportleiding van 57 K. Deze 'uitkoeling' wordt niet altijd gehaald. Er wordt uitgegaan van een transport van maximaal 15 m<sup>3</sup> water per uur per ha. Dit betekent een  $\Delta T$  van 44 K. Warmteleverancier EZH hanteert een T-afhankelijke 'stooklijn'. De aanvoertemperatuur van het water is bij de tuinder 120° in koude perioden tot 90° C in de zomer (op het moment van schrijven was de aanvoer-T 107° C, bij een buiten-T van 7° en een gure Noordelijke wind).
- Ter informatie: als de tuinder goed gedimensioneerde verwarmingsnetten heeft, is een grotere uitkoeling dan 57 K mogelijk (dus een grotere aansluitwaarde). Er kan dan een grotere dekkinggraad van de totale warmtebehoefte worden gerealiseerd. Zo voorziet een paprikateler de laatste jaren (met zachte winters) via deze warmtelevering vrijwel volledig in zijn warmtebehoefte. De ketel heeft bijna niet gedraaid. Deze teler realiseert dit door het energiescherm in verschillende kasafdelingen 's morgens na elkaar open te trekken in plaats van allemaal tegelijk; door het gebruik van een warmtebuffer en met 2 of 3 verwarmingsnetten met ieder een T-regime op verschillend niveau.*
- ?? De aangesloten telers hebben een kostenvoordeel van 10%, als 80% van de benodigde kaswarmte wordt onttrokken aan het warmtenet, in plaats van volledig zelf opwekken met de ketel (bij het huidige glastuinbouwtarief van 26,1 cent per m<sup>3</sup>; november 1999).

### CO<sub>2</sub>:

- ?? 100 kg per ha kas per uur. *Dit wordt bij de geldende lage prijs als veel te weinig ervaren. Bij nieuwbouwsituaties moet 250 – 300 kg mogelijk zijn. Dit laatste zal heel duidelijk alleen gelden bij de huidige lage prijs. Een dergelijke hoeveelheid zal namelijk niet uit eigen ketel worden gedoseerd. Zo'n grote hoeveelheid is namelijk nodig bij veel licht, dus veel instraling. 100 kg per ha per uur uit eigen ketel is 55 m<sup>3</sup> gas. Dit betekent een thermisch vermogen van ca. 440 – 480 kW. Dit is 22 – 24% van een benodigde verwarmingscapaciteit van 200 W/m<sup>2</sup> (2000 kW/ha). Reeds bij een niveau van 100 kg CO<sub>2</sub> per ha per uur zal er af en toe al warmte moeten worden vernietigd. Ofwel: bij hogere doseringsniveaus is minder warmte benutbaar en daarmee wordt de prijs voor de extra kilo's CO<sub>2</sub> aanzienlijk hoger. Bovendien neemt bij toenemende CO<sub>2</sub> – concentraties de meeropbrengst af.*
- ?? De kg-prijs is 6,67% van de tuindersgasprijs, ofwel 1,75 cent per kg CO<sub>2</sub>. Deze prijs is zo laag omdat anders de teler toch met de ketel gaat stoken als hij CO<sub>2</sub> nodig heeft en hij de warmte via opslag in een buffertank 's nachts en 's morgens vroeg kan benutten. In dat geval daalt de afgenomen hoeveelheid warmte al snel naar 50% van de totale jaarbehoefte. Het aantal dagen dat de teler wel CO<sub>2</sub>, maar geen warmte nodig heeft, is in veel gevallen zeer beperkt.
- ?? De telers willen wel meer CO<sub>2</sub> geleverd krijgen, maar niet als de prijs hoger is dan 1,5 à 2 cent per kg.

*Telers zijn huiverig om voor hun energievoorziening afhankelijk te zijn van anderen, maar ze zijn ook realist. Energielevering door anderen moet dus over vele jaren:*

- met voldoende waarborgen omtrent leveringszekerheid zijn omgeven en*
- een financieel voordeel opleveren.*

*In projecten waarbij geen CO<sub>2</sub> naast de warmte wordt geleverd, is dikwijls uitgegaan van een warmte dekking van 50%. Dit percentage wordt vanwege het 'bijstoken voor de CO<sub>2</sub>' lang niet altijd gehaald. De aansluitwaarde is daar i.h.a. ook lager dan 1MW per ha.*

*In het CDS-tarievensysteem wordt warmte aanzienlijk minder waard dan bij het huidige glastuinbouwtarief; ondanks het feit dat telers bij ongewijzigd beleid voor gas veel meer per m<sup>3</sup> zullen gaan betalen. Deze lage waarde komt door de zeer hoge kosten per m<sup>3</sup> gas (of andere brandstof) dat moet worden bijgestookt voor de piekbehoefte.*



*Bij een volledige voorziening in de warmtebehoefte die gedurende vele jaren is gegarandeerd, is de waarde hoger. Deze kan zelfs iets hoger zijn dan de huidige gasprijs; hoeveel hoger is afhankelijk van de kosten voor CO<sub>2</sub>.*

## Bijlage 4 Berekening tuinbouwwaarde van restwarmte in verschillende situaties

*Opmerking vooraf; in deze bijlage wordt gerekend met het CDS als individueel contractprijzensysteem voor de teler. Dit is niet juist; het CDS geeft alleen een indicatie, omdat het inkooprijssysteem is van het energieverkoopbedrijf dat aan de teler levert. Omdat het afnameverloop voor deze energieleverancier gunstiger is dan dat van een individuele teler, zal de prijs (en dus de kosten per m<sup>2</sup>) voor de teler lager zijn. Dit geldt zowel bij 'zelf stoken' als bij gebruik van restwarmte. Omdat er bij inzet van restwarmte meer keuzemogelijkheden zijn, zal dit (iets) gunstiger zijn dan berekend. Hoeveel gunstiger is afhankelijk van de situatie (wat voor 'totaalpakket' kan worden geboden). De berekeningen geven echter een goede indicatie van de richting van deze kostenverschillen en van de onderlinge verhoudingen.*

### Uitgangspunt

Rendement gasgestookte ketel is op onderwaarde 100%; ofwel 1 m<sup>3</sup> gas levert 31,65 MJ warmte. 1GJ warmte is dus 1000/31,65= 31,6 m<sup>3</sup> a.e. Dus: 1cent per m<sup>3</sup> gas is 31,6 cent per GJ warmte.

*1 m<sup>3</sup> gas per uur is dus 8,79 kW (dit rendement wordt niet altijd/overal gehaald; als vuistregel wordt dikwijls gehanteerd: 1 m<sup>3</sup> gas per uur = 8 kW).*

*Een energiebedrijf hanteert in presentaties voor een tomatenbedrijf zonder energiescherm een capaciteit van 233 W<sub>th</sub>.m<sup>2</sup> (1 mln. Kcal/ha), een contractcapaciteit van 270 m<sup>3</sup> per ha per uur en een verbruik van 60 m<sup>3</sup>. m<sup>2</sup> per jaar. Hier wordt dus met 8,63 kW per m<sup>3</sup> gas gerekend.*

### Basis

'Opbouwen' vanuit ongeschermd kas; warmteverlies (U-waarde) 8 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>. Te overbruggen ?T is 35 (20 tot -15). Dit betekent een capaciteit van 8\*35= 280 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup> ofwel 2800 kW per ha; 318,5 m<sup>3</sup> gas per uur. 'Basisgebied': Westland.

In het nieuwe gasprijssysteem zijn een (grote) warmtebuffer en een geschermd kas standaard; U-waarde 6 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>.

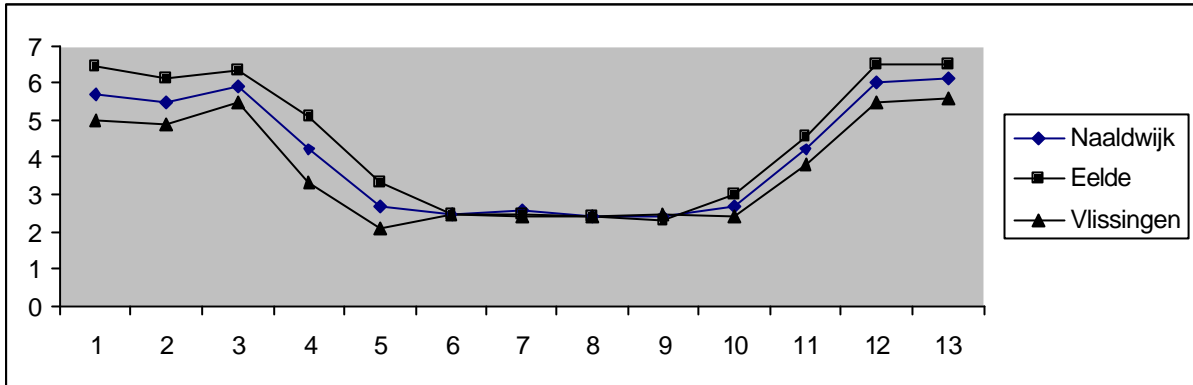
Verder kan door temperatuurintegratie worden volstaan met een ?T van 33. Dit betekent een capaciteit van 6\*33= 198; afgerond 200 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>, een contractcapaciteit van 0,0227 m<sup>3</sup>. m<sup>-2</sup> per uur (227 m<sup>3</sup> per ha) en een verbruik van 45 m<sup>3</sup>. m<sup>-2</sup> per jaar (ofwel 1,424 GJ warmte per m<sup>2</sup>). 80 à 90% van het verbruik is bij een ?T van 23 of minder (een capaciteit van maximaal 138 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>).

*Volgens ontvangen informatie zijn er ook situaties dat met behulp van een grote buffer en enige temperatuurintegratie reeds bij een capaciteit van ca. 90-100 W<sub>th</sub>.m<sup>-2</sup>, 80 à 95% van het verbruik wordt gerealiseerd, ofwel een ?T van ca.16 of minder. Dit is ongeveer de situatie zoals bij de levering vanuit de RoCa3-centrale.*

Tabel B2 Voorbeeld gasverbruik (m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> kas) per 4-weekse periode.

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Totaal
Naaldwijk	5,7	5,5	5,9	4,2	2,7	2,5	2,6	2,4	2,4	2,7	4,2	6,0	6,1	52,8
Eelde	6,4	6,1	6,3	5,1	3,3	2,5	2,5	2,4	2,3	3,0	4,6	6,5	6,5	57,5
Vlissingen	5,0	4,9	5,5	3,3	2,1	2,5	2,4	2,4	2,5	2,4	3,8	5,5	5,6	47,9

Bron: Naaldwijk en Eelde uit Kwantitatieve Informatie Glastuinbouw 2000-2001; verschil Vlissingen – Naaldwijk als idem Naaldwijk – Eelde aangehouden



### Opmerkingen:

- ?? in tabel B2 zijn zaken als temperatuurintegratie nog niet verwerkt. De totalen zijn dus hoger dan de  $45 \text{ m}^3$  per  $\text{m}^2$ , die wij in deze bijlage hanteren;
- ?? uit de grafiek blijkt dat bij een warmtelevering op het niveau van ca.  $2,5 \text{ m}^3$  a.e. per  $\text{m}^2$  per 4 weken de transport- en distributieleidingen volledig worden benut, dus lage kosten per eenheid van warmte. Deze warmte is voor de teler in de geliberaliseerde markt echter weinig waard. Deze waarde stijgt aanmerkelijk als in de maximale behoefte kan worden voorzien. Uit de grafiek blijkt duidelijk dat in Zuidwest Nederland de maximale behoefte veel lager is dan in Noordoost Nederland. Tegelijk zijn de verschillen in de totale jaarbehoefte veel kleiner. In Zuidwest Nederland is een volledige warmtelevering dus eerder haalbaar;
- ?? in situaties met een niet geschermd kas of met een lagere teelttemperatuur is de verhouding tussen maximum en minimum behoefte per 4 weken groter dan in bovenstaande grafiek. In deze situaties is warmtelevering dus minder rendabel;
- ?? de effecten van een warmtebuffer (en temperatuurintegratie) op de verlaging van de benodigde contractcapaciteit zijn in deze grafiek niet zichtbaar. De warmtebehoefte per 4 weken en ook per week verandert hierdoor niet en dus ook niet het gasverbruik. Wel kan de maximale levering (gedurende een korte koude periode, bijv. één nacht) lager zijn door aanvullende warmte uit de buffer die dan overdag weer wordt gevuld. Zo'n grafiek per uur is bij gebruik van een (grote) buffer veel vlakker, dus is een grotere dekking van de warmtebehoefte uit een warmtenet mogelijk. Dit effect wordt nog groter als ook temperatuurintegratie wordt toegepast;

Aanname: Met de  $45 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  gas wordt per jaar  $55 \text{ kg CO}_2$  per  $\text{m}^2$  gedoseerd, waarbij zeer overwegend (ca. 80%) de warmte ook wordt benut. Zoals reeds aangegeven bij Uitgangspunten (bijlage 2), kost deze  $\text{CO}_2$  gemiddeld ca. 2 cent per kg.

In de uitgangssituatie van een contractcapaciteit van  $227 \text{ m}^3$  per uur per ha en een jaarverbruik van  $450.000 \text{ m}^3$  leidt het CDS-rekenprogramma van PT/LEI op internet bij een commodity van 24,836 (het bedrag van 2<sup>e</sup> kwartaal 2000) en een regionaal dienstentariaf van 3 cent per  $\text{m}^3$  tot gaskosten van 42,87 cent per  $\text{m}^3$  en van ? 19,29 per  $\text{m}^2$ . Bij een commodity van 14,836 cent zijn de gaskosten dus 32,87 cent per  $\text{m}^3$  en ? 14,79 per  $\text{m}^2$ .

#### Ter informatie:

- ?? Bij een andere kasoppervlakte veranderen deze bedragen niet.
- ?? De aangegeven commodity is de afgelopen kwartalen aanzienlijk gestegen. In het 2<sup>e</sup> kwartaal van 1999 was deze ruim 10 cent lager dan een jaar later. In januari 2001 was de commodity 29,182 cent per  $\text{m}^3$ .

In onderstaande varianten wordt een schatting gemaakt van de maximum prijzen van af te nemen warmte, zowel bij een commodity van 24,836 als van 14,836 cent per  $\text{m}^3$ . Hierin is geen korting t.o.v. zelf stoken op gas meegenomen. Dit is in feite niet terecht; de teler kan bij warmtelevering niet 'gaan shoppen', maar is gebonden klant.

Verder is 'gewoon op gas stoken' als basis gekozen. Ook dit is niet helemaal terecht. Er zijn al telers die samenwerkingsverbanden zijn aangegaan, waarmee zij financiële voordelen behalen t.o.v. individueel stoken. Ook zijn de verwarmingskosten te drukken door de extreme piekbehoefte te

dekken met oliestook. Er zijn al branders die tot 70% van de maximale capaciteit op gas draaien en zonodig de laatste 30% aanvullend op olie.

*Zie ook de opmerking aan het begin van deze bijlage.*

**Variant 1: benodigde capaciteit ( $200 W_{th} \cdot m^{-2}$ ) volledig gedekt door warmtelevering**

Als deze benodigde capaciteit volledig wordt gedekt door warmtelevering, mag de warmte iets meer kosten dan de bovenvermelde bedragen. Voorwaarde hierbij is wel dat de warmtelevering gegarandeerd is (de teler dus zelf geen ketel nodig heeft) en dat de benodigde CO<sub>2</sub> de teler slechts ca. 2 cent per kg kost. De waarde van de geleverde warmte is bij een commodity van bijna 25 cent per m<sup>3</sup> dus maximaal  $\approx 20,29$  per m<sup>2</sup> kas ofwel  $\approx 14,25$  per GJ geleverde warmte.

Als de benodigde CO<sub>2</sub> 20 cent per kg kost, dan is de warmte dus  $\approx 9,90$  per m<sup>2</sup> minder waard (waarde nog  $\approx 10,39$  per m<sup>2</sup> c.q.  $\approx 7,30$  per GJ). *Deze 20 cent lijkt momenteel een realistisch niveau bij levering van elders. Als levering van elders meer gemeengoed wordt, zal deze prijs ongetwijfeld veel lager worden.*

Bij een 10 cent lagere commodity zijn de waarden voor de warmte uiteraard  $\approx 4,50$  per m<sup>2</sup> lager. Dit is  $\approx 3,16$  per GJ.

**Variant 2: capaciteit voor  $\Delta T$  van 23 gedekt door warmtelevering ( $138 W_{th} \cdot m^{-2}$  ofwel ca. 70% van de totale capaciteit); resterende  $\Delta T$  (10) door gas/olie; volledige capaciteit ( $200 W_{th} \cdot m^{-2}$ ) gedekt door ketel en contract**

90 % van de in een jaar benodigde warmte wordt geleverd door de warmtelevering; 10% door de ketel.

**Variant 3: als variant 2, maar 80 % van de benodigde warmte uit de warmtelevering en 20% uit ketel**

**Variant 4: als variant 2, maar alleen aanvullende capaciteit ( $62 W_{th} \cdot m^{-2}$ ) gedekt door ketel en contract**

**Variant 5: idem, maar 20% uit ketel (lijkt dus op variant 3)**

**Variant 6: is als variant 4, maar capaciteit voor  $\Delta T$  van 16 gedekt door warmtelevering ( $96 W_{th} \cdot m^{-2}$ ), dus hogere aanvullende capaciteit ( $104 W_{th} \cdot m^{-2}$ ) gedekt door ketel en contract**

**Variant 7: idem, maar 20% uit ketel**

Op basis van de temperatuurgegevens De Bilt vanaf januari 1970 zou met een capaciteit op een  $\Delta T$  van 25 vrijwel altijd een kastemperatuur van 15<sup>o</sup> C haalbaar zijn geweest. Alleen in januari 1987 zou gedurende één etmaal en in januari 1985 gedurende één nacht de kastemperatuur zijn gezakt tot ca. 13<sup>o</sup> C en in januari 1979 gedurende één nacht tot ca. 11<sup>o</sup> C.

Hierbij is rekening gehouden met zonneshijn en windsnelheid en met het feit dat met een grote warmtebuffer de  $\Delta T$  effectief ca. 2 groter zal zijn.

Daarom ook de varianten 8 en 9. Daarin vergelijken we met een basissituatie met een capaciteit van  $150 W_{th}$ , dus een contractcapaciteit van 171 i.p.v. 227 m<sup>3</sup> gas/ha/uur. Het jaarverbruik is ook nu 45 m<sup>3</sup>·m<sup>-2</sup>. In deze situatie zouden de gaskosten  $\approx 2,05$  per m<sup>2</sup> per jaar lager zijn. Gemakshalve veronderstellen we dat dit de jaarkosten van de (extra) investeringen in grote buffer en verwarmingsnet compenseert. Het gaat ons immers om een globale vergelijking.

**Variant 8: als variant 1, maar met grote buffer, T-integratie, groot verwarmingsnet en 'verzekering elfstedentochtweek'.**

De benodigde capaciteit is  $150 W_{th} \cdot m^{-2}$  en het jaarverbruik is als in variant 1 45 m<sup>3</sup>·m<sup>-2</sup>. In feite zou dit laatste iets lager moeten zijn, maar de vermelde 'verzekering' kost ook geld.

**Variant 9: als variant 2, maar in vergelijking tot variant 8 in plaats van vergeleken met variant 1 (aanneme: met een warmtelevering van maximaal  $125 W_{th} \cdot m^{-2}$  wordt 80 à 90% van de totale jaarbehoefte gedekt, dus vergelijkbaar met variant 2).**

### Resultaten (zie tabel B3):

- ?? De waarde van de restwarmte voor de teler is door het vervallen van de ketel bij volledige voorziening in de warmtebehoefte (en CO<sub>2</sub> voor 2 cent per kg) per m<sup>3</sup> aardgasequivalent (a.e.) maximaal iets hoger dan de gasprijs. Voor iedere cent die de CO<sub>2</sub> duurder is, daalt de waarde met ruim 1 cent per m<sup>3</sup> a.e. (variant 1).  
Bij een lagere totale capaciteit is de waarde van de warmte lager, maar de investeringen in de warmwaterleidingen zullen ook lager zijn (variant 8 t.o.v. variant 1).
- ?? In de varianten 2 en 3 kan met de ketel de volledige warmtebehoefte (dus volledige contractcapaciteit) worden gedekt, maar wordt deze normaliter alleen voor de piekbelasting ingezet (voorziet in 10 à 20% van de warmtebehoefte). Het is niet waarschijnlijk dat een teler zo'n contract afsluit. De gaskosten voor de piekbehoefte zijn zó hoog dat er voordeliger alternatieven zullen blijken te zijn. Bij deze varianten is bij een CO<sub>2</sub>-prijs van 2 cent per kg de restwarmte ca. 15 tot 25 cent per m<sup>3</sup> a.e. waard, d.w.z. bijna 20 cent minder dan de gaskosten bij volledig stoken met de ketel. Bij een CO<sub>2</sub>-prijs van 20 cent per kg daalt de waarde van de restwarmte met ca. 25 cent per m<sup>3</sup> a.e. Deze ligt dan ca. 25 cent beneden de commodity-prijs voor aardgas. 10 of 20% van de benodigde warmte uit de ketel maakt bij deze contractcapaciteit geen verschil in waarde van de restwarmte.
- ?? Bij een lagere contractcapaciteit voor de bijstook met de ketel is de waarde van de restwarmte ca. 10-14 cent per m<sup>3</sup> a.e. hoger dan hiervoor genoemd; 14 cent als de capaciteit van de restwarmte op ca. 50% van het totaal ligt (varianten 6 en 7); 10 cent als deze 70% is (varianten 4 en 5) en de contractcapaciteit voor de bijstook dus 50 resp. 30% van de totaal benodigde capaciteit is.  
Een hogere capaciteit restwarmte lijkt dus weinig soelaas te bieden. Het transportnet wordt duurder; er wordt weliswaar meer warmte geleverd, maar de gemiddelde waarde daalt, omdat het 'piekgas' per m<sup>3</sup> duurder wordt.  
Met restwarmte de totale warmtebehoefte dekken, lijkt vanwege de zeer hoge kosten van het transportnet niet haalbaar. Misschien is er wel iets mogelijk bij zeer kleine transportafstanden en/of bij een lagere piekbelasting. Tegelijk is dan volledige leveringszekerheid nodig.
- ?? Uit de tabel blijkt duidelijk dat levering van CO<sub>2</sub> voor een lage prijs essentieel is, wil de restwarmte voor het tuinbouwbedrijf nog een zekere waarde hebben.
- ?? Eveneens blijkt uit de tabel dat leveringszekerheid van de restwarmte (varianten 4 en 5 t.o.v. de varianten 2 en 3), deze warmte aanzienlijk meer waard maakt, omdat de teler zelf met een veel lagere contractcapaciteit kan volstaan. Zo'n leveringszekerheid kan de warmteleverancier overigens ook geven door eventuele extra gaskosten van de teler voor zijn rekening te nemen in het geval de warmtelevering uitvalt en de teler toch zijn ketel op de volledige behoefte moet laten draaien.



Tabel B.3 Berekening 'glastuinbouw-waarde' van (rest)warmte als resultante van gaskosten bij volledige, gedeeltelijke of geen warmtelevering door een eigen ketel; voor verschillende varianten bij 2 niveaus van (Commodity)prijs van gas en van CO<sub>2</sub>; basis-gasverbruik: 45 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per jaar.

Variant	Ketel (basis)	(rest)-warmte (1)	Warmte + ketel 10% (2)	Warmte + ketel 20% (3)	Warmte + ketel 10% (4)	Warmte + ketel 20% (5)	Warmte + ketel 10% (6)	Warmte + ketel 20% (7)	Warmte + (rest)warmte, grote buffer, 'verzekering' (8)	Warmte + ketel 10% (9); t.o.v. (8)
Capaciteit warmtelevering (W/m <sup>2</sup> )	0	200	138	138	138	138	96	96	150	125
Warmte per jaar te benutten(GJ/m <sup>2</sup> )		1,424	1,282	1,139	1,282	1,139	1,282	1,139	1,424	1,282
Ketelcapaciteit (W/m <sup>2</sup> ) ofwel	200	0	200	200	62	62	104	104	0	150
Contractcapaciteit (m <sup>3</sup> /uur/ha)	227	0	227	227	71	71	118	118	0	171
Aandeel (%) ketel in benodigde warmte (% basis-gasverbruik)	100	0	10	20	10	20	10	20	0	10
<b>Commodity = 24,836 cent/m<sup>3</sup>; CO<sub>2</sub>-prijs 2 cent/kg</b>										
Kosten gas; f/m <sup>2</sup> per jaar	19,29	0,00	9,40	10,50	3,70	4,79	5,42	6,51	0,00	7,35
Idem in cent/m <sup>3</sup> 'ketel'gas	42,87		208,96	116,68	82,13	53,27	120,34	72,37		163,43
Waarde warmte; f/m <sup>2</sup> per jaar	(n.v.t.)	20,29	9,89	8,79	15,59	14,50	13,87	12,78	18,24	9,89
Idem in f/GJ	(13,55)	14,25	7,71	7,72	12,16	12,73	10,82	11,22	12,81	7,71
Idem in cent/m <sup>3</sup> a.e.		45,09	24,42	24,42	38,49	40,28	34,25	31,56	40,53	24,42
CO <sub>2</sub> -prijs <b>20</b> cent/kg (extra waarde f 9,90/m <sup>2</sup> per jaar)										
Waarde warmte; f/m <sup>2</sup> per jaar		10,39	-0,01	-1,11	5,69	4,60	3,97	2,88	8,34	-0,01
Idem in f/GJ		7,30	-0,01	-0,97	4,44	4,04	3,10	2,53	5,86	-0,01
Idem in cent/m <sup>3</sup> a.e.		23,09	-0,02	-3,08	14,05	12,78	9,80	7,11	18,53	-0,02
<b>Commodity = 14,836 cent/m<sup>3</sup>; CO<sub>2</sub>-prijs 2 cent/kg</b>										
Kosten gas; f/m <sup>2</sup> per jaar	14,79	0,00	8,95	9,60	3,25	3,89	4,97	5,61	0,00	6,90
Idem in cent/m <sup>3</sup> gas	32,87		198,96	106,68	72,13	43,27	110,34	62,37		153,43
Waarde warmte; f/m <sup>2</sup> per jaar	(n.v.t.)	15,79	5,84	5,19	11,54	10,90	9,82	9,18	13,74	5,84
Idem in f/GJ	(10,39)	11,09	4,56	4,56	9,00	9,57	7,66	8,06	9,65	4,56
Idem in cent/m <sup>3</sup> a.e.		35,09	14,42	14,42	28,49	30,28	24,25	22,67	30,53	14,42
CO <sub>2</sub> -prijs <b>20</b> cent/kg										
Waarde warmte; f/m <sup>2</sup> per jaar		5,89	-4,06	-4,71	1,64	1,00	-0,08	-0,72	3,84	-4,06
Idem in f/GJ		4,14	-3,17	-4,14	1,28	0,88	-0,06	-0,63	2,70	-3,17
Idem in cent/m <sup>3</sup> a.e.		13,09	-10,02	-13,08	4,05	2,78	-0,20	-1,78	8,53	-10,02

in de varianten 1 en 8 is de waarde van de warmte f 1,- /m<sup>2</sup> hoger gesteld dan de gaskosten in de 'basis', vanwege de uitgespaarde ketelkosten; in variant 8 is de waarde ? 2,05 lager dan in variant 1 vanwege 171 i.p.v. 227 m<sup>3</sup> per uur/ha als 'basis'contractcapaciteit.