

EFFECT TOEKOMSTIGE WARMTELEVERING DOOR DERDEN OP PRIMAIR BRANDSTOFVERBRUIK EN ENERGIE-EFFICIËNTIE IN DE GLASTUINBOUW

Juni 1996

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	9
2. METHODE	11
3. RESULTATEN	14
3.1 W/k-installaties van nutsbedrijven	14
3.2 Restwarmteproject B-driehoek	16
3.3 Restwarmteproject Erica	18
3.4 Restwarmteproject Klazienaveen	20
3.5 Restwarmteproject Asten e.o.	21
3.6 Totaaleffect op energiegebruik en energie-efficiëntie	22
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	25
LITERATUUR	26

WOORD VOORAF

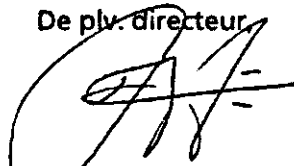
In de Nederlandse glastuinbouw bestond het energiegebruik tot voor kort praktisch geheel uit aardgas. Mede door activiteiten in het kader van de Milieu Actie Plannen van de nutsbedrijven is in de eerste helft van de jaren negentig het leveren van warmte aan de glastuinbouw toegenomen.

In 1995 bestond het energiegebruik van de glastuinbouw voor ruim 7% uit warmte van derden. In de tweede helft van dit decennium zal dit verder toenemen. Een aantal restwarmteprojecten wordt momenteel gerealiseerd en het aantal w/k-installaties van de nutsbedrijven neemt verder toe. Naast de vermindering van het primair brandstofverbruik van de sector wordt hiermee tevens een stap gezet naar een meer duurzame energievoorziening van de glastuinbouw, wat zoals blijkt uit de Derde Energienota van het Ministerie van Economische Zaken een belangrijk aspect is in het toekomstig energiebeleid van de Nederlandse overheid.

De glastuinbouw en de Nederlandse overheid hebben begin 1993 een meerjarenafpraak-energie (MJA-E) ondertekend met als doel verbetering van de energie-efficiëntie. Het gebruik van warmte van derden wordt gezien als de belangrijkste optie om het primair brandstofverbruik te verminderen.

In de voor u liggende nota worden de effecten van de verwachte ontwikkelingen van het gebruik van warmte van derden gekwantificeerd. Het onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de stuurgroep van de MJA-E en in opdracht van het Landbouwschap. De contactpersoon van het Landbouwschap is Ir. J.P. van Nieuwkerk en het onderzoek is uitgevoerd door Ing. N.J.A. van der Velden en Ir. A.P. Verhaegh.

De plv. directeur



J.C. Blom

Den Haag, juni 1996

SAMENVATTING

De overheid en de glastuinbouw hebben in 1993 een meerjarenafspraak-energie gemaakt. De doelstelling van deze afspraak is een verbetering van de energie-efficiëntie in de glastuinbouw met 50% over de periode 1980-2000. De energie-efficiëntie is het primair brandstofverbruik per eenheid product. Het gebruik van warmte van derden wordt gezien als de belangrijkste optie voor vermindering van het primair brandstofverbruik. In 1995 bestond het energiegebruik van de glastuinbouw voor ruim 7% uit warmte van derden. Dit betreft ruim 6% warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven, geplaatst op glastuinbouwbedrijven en 1% restwarmte van elektriciteitscentrales.

De energie-efficiëntie bedraagt in 1995 60% ten opzichte van 1980. Indien geen warmte van derden zou worden gebruikt, dan zou de energie-efficiëntie in 1995 63% zijn geweest. Door het gebruik van warmte van derden is de energie-efficiëntie in 1995 dus 3 procentpunt beter.

In de tweede helft van dit decennium zal dit verder toenemen. Restwarmteprojecten worden momenteel gerealiseerd in de B-driehoek, Erica en Klazienaveen. Ook het aantal w/k-installaties van de nutsbedrijven neemt verder toe. De doelstelling van het onderzoek is de toekomstige hoeveelheid warmtelevering door genoemde activiteiten, de besparing aan primair brandstof en het effect op de energie-efficiëntie te schatten. Hiervoor is informatie gebruikt van de nutsbedrijven.

Door de restwarmteprojecten die na 1995 in gebruik komen, zal het aandeel warmte van derden in de totale energiebehoefte van de glastuinbouw naar schatting met 3 procentpunt toenemen. Door de w/k-installaties van nutsbedrijven die begin 1996 gepland waren neemt het aandeel warmte van derden toe met 2,9 procentpunt. Gezamenlijk neemt het aandeel warmte van derden hierdoor toe van 7,4% in 1995 tot 13,3% bij het volledig in gebruik zijn van de projecten.

Zowel door de extra w/k-warmte als door de nieuwe restwarmteprojecten wordt circa 2% primair brandstof bespaard; de totale besparing door warmtelevering is naar schatting 4%. Deze 4% gaat samen met een verbetering van de energie-efficiëntie. Afhankelijk van de ontwikkeling van de fysieke productie per m² kas verbetert de energie-efficiëntie in het jaar 2000 met 1,9 tot 2,5 procentpunt.

Voor het realiseren van verdere energiebesparing door het gebruik van warmte van derden is het van belang dat er meer bedrijven gebruik maken van deze warmtebron en dat het aandeel in de totale warmtebehoefte op de bedrijven (dekking) bij de meeste projecten hoger wordt. De aspecten die bepalend zijn voor de dekking zijn het warmteleverend vermogen per m² kas, het gebruik van CO₂ van derden en het gebruik van rookgasreiniging bij w/k-installaties. Deze aspecten worden echter voor een belangrijk deel reeds bepaald bij de opzet van de projecten. Aanbevolen wordt bij de opzet van projecten hier extra aandacht aan te schenken. Ook bij bestaande projecten wordt aanbevolen activiteiten te ondernemen om de dekking te verhogen.

Tot slot wordt aanbevolen de bedrijven met warmte van derden verder in kaart te brengen waarna deze geplaatst kunnen worden ten opzichte van alle glastuinbouwbedrijven. Hierdoor ontstaat inzicht in de verdere mogelijkheden van warmtelevering aan de glastuinbouw.

1. INLEIDING

Meerjarenafspraak glastuinbouw

De overheid en de glastuinbouw hebben in 1993 een meerjarenafspraak-energie (MJA-E) gemaakt. De doelstelling van deze afspraak is een verbetering van de energie-efficiëntie in de glastuinbouw met 50% over de periode 1980-2000. Voor 1995 is een tussendoelstelling van 40% ten opzichte van 1980 vastgesteld. De energie-efficiëntie is het primair brandstofverbruik per eenheid product. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie is dus afhankelijk van zowel de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik als van de fysieke productie.

In de glastuinbouw worden verschillende energiedragers gebruikt (aardgas, olie, elektriciteit en warmte van derden). Het primair brandstofverbruik is het brandstofverbruik dat nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiedragers. Aardgas en olie zijn reeds uitgedrukt in primair brandstof. Voor elektriciteit is relatief veel primair brandstof nodig en met het gebruik van warmte van derden wordt een belangrijke besparing gerealiseerd (Van der Velden et al., 1996a).

Effect warmte van derden

Het primair brandstofverbruik geplatest op glastuinbouwbedrijven gecorrigeerd voor de buitentemperatuur is voor 1995 in de gehele productieglastuinbouw geraamd op 4.184 miljoen m³ aardgasequivalenten (a.e.). Per m² glas is dit 42,6 m³ a.e. Het totaal energieverbruik gecorrigeerd voor temperatuur en voor omrekening naar primair brandstof is voor 1995 geraamd op 133,2 PJ. Dit laatste bestaat voor 7,4% uit warmte van derden. Dit betreft 6,4% warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven, geplatest op glastuinbouwbedrijven en 1,0% restwarmte van elektriciteitscentrales. Hiermee wordt een belangrijke hoeveelheid primair brandstof bespaard. Indien er in 1995 geen warmte van derden zou zijn gebruikt en al deze warmte geproduceerd zou zijn met de gasketels op de glastuinbouwbedrijven dan zou het primair brandstofverbruik in 1995, 44,8 m³ a.e. per m² bedragen. Door het gebruik van warmte van derden ligt het primair brandstofverbruik per m² in 1995 dus 2,2 m³ a.e. per m² lager ofwel door warmte van derden wordt er in 1995 5% bespaard op het primair brandstofverbruik.

De index voor de energie-efficiëntie bedraagt in 1995 60% (raming). In de periode 1980-1995 is de energie-efficiëntie daarmee dus 40% verbeterd. Indien er geen warmte van derden zou worden gebruikt zou de index van de energie-efficiëntie in 1995 63% hebben bedragen. Het effect van het gebruik van warmte van derden op de energie-efficiëntie bedraagt in 1995 dus 3 procentpunt.

Nieuwe warmteleveringsprojecten

In de periode t/m 1995 zijn in de Nederlandse glastuinbouw een aantal activiteiten in gang gezet waardoor het aandeel warmte van derden in de periode na 1995 verder zal toenemen. Dit betreft zowel restwarmte van STEG-centrales als warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven.

In de B-driehoek (het gebied Bleiswijk, Bergschenhoek en Berkel en Rodenrijs), Erica en Klazienaveen zijn restwarmteprojecten in aanleg. Bij alle drie de projecten wordt restwarmte geleverd vanuit STEG-eenheden aan glastuinbouwbedrijven. De warmtelevering is of wordt in 1996 gestart. Bij het bestaande restwarmteproject in Helmond/Asten e.o. wordt gestart met levering van CO₂ van derden waardoor het aandeel warmte van derden op de bedrijven en daardoor de totale warmte-afzet van het project zal toenemen.

De nutsbedrijven zullen na 1995 verder gaan met het plaatsen van w/k-installaties op glastuinbouwbedrijven. Dit is mede een gevolg van het beschikbaar stellen van subsidies in de jaren t/m 1995. Een deel van de projecten waarvoor in de periode t/m 1995 subsidie is aangevraagd, zal in de jaren na 1995 gerealiseerd worden. Ook zijn er installaties gepland met subsidie van het budget in 1996.

Door genoemde restwarmteprojecten en w/k-installaties zal het aandeel warmte van derden in de glastuinbouw na 1995 verder toenemen. Dit resulteert in een verdere besparing aan primair brandstofverbruik en heeft een positieve invloed op de energie-efficiëntie.

Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is de toekomstige hoeveelheid warmtelevering, de besparing aan primair brandstof en het effect op de energie-efficiëntie door genoemde activiteiten te schatten.

2. METHODE

Informatie projecten

Voor het in kaart brengen van de ontwikkeling van het gebruik van warmte van derden is informatie nodig over de verwachte hoeveelheid warmtelevering en besparing aan primair brandstof. Hierover is informatie verzameld per project. De w/k-installaties van de nutsbedrijven worden hierbij en in het vervolg van dit onderzoek gezamenlijk als één project gezien.

W/k-installaties

Voor de w/k-installaties wordt gebruik gemaakt van informatie van het Projectbureau Warmte/Kracht (PW/K). Door PW/K wordt jaarlijks geïnterviewd hoeveel w/k-vermogen de nutsbedrijven in de glastuinbouw in gebruik hebben. Bovendien wordt door PW/K geïnterviewd wat de verwachting is over plaatsing in de komende jaren. Op basis van deze informatie is een schatting gemaakt van de toename van het gebruik van w/k-warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven.

Restwarmteprojecten

Voor de afzonderlijke restwarmteprojecten is informatie verkregen van de betrokken nutsbedrijven. Dit betreft informatie over de centrale waar de warmte en elektriciteit wordt geproduceerd als informatie over de glastuinbouwbedrijven die zijn of worden aangesloten. Op basis van deze informatie is een schatting gemaakt van de verwachte hoeveelheid restwarmtelevering per project.

Besparing primair brandstof

Door het gebruik van warmte van derden wordt op de glastuinbouwbedrijven minder aardgas verbruikt. De gecombineerde productie van elektriciteit en warmte drukt de productie van elektriciteit in vergelijking met alleen elektriciteitsproductie. Om toch aan de elektriciteitsbehoefte te voldoen is er daardoor wat meer brandstof nodig. Deze extra brandstofbehoefte is het primair brandstofverbruik van de warmte en is aanzienlijk minder dan de aardgasbesparing op de bedrijven. Het verschil is de besparing aan primair brandstof.

Voor de besparing op de bedrijven is gebruik gemaakt van een onderzoek naar gebruiksrendementen van aardgasgestookte ketels in de glastuinbouw (Nawrocki et al., 1991). Uit dit onderzoek blijkt dat de marginale aardgasbesparing bij gebruik van een alternatieve warmtebron afhankelijk is van het condensortype aangesloten op de gasketel. Uit diverse bronnen is bekend dat de meeste glastuinbouwbedrijven die gebruik maken van warmte van derden bij de gasketel een enkelvoudige condensor op een apart net in gebruik hebben (Verhoeven et al., 1996). De marginale besparing door warmte van derden bedraagt bij dit condensortype gemiddeld $30,6 \text{ m}^3$ a.e. per GJ warmte.

Het primair brandstofverbruik van bestaande w/k-installaties en bestaande restwarmteprojecten is bekend (Van der Velden et al., 1996a). In 1995 bedragen deze voor w/k-warmte $8,93$ en voor restwarmte $9,83 \text{ m}^3$ a.e. per GJ.

Tabel 2.1 Besparing primair brandstofverbruik in de glastuinbouw bij bestaande w/k-installaties en restwarmteprojecten

	W/k-warmte	Restwarmte
Gasbesparing glastuinbouwbedrijf (m ³ /GJ)	30,6	30,6
Primair brandstofverbruik (m ³ a.e./GJ)	8,93	9,83
Besparing primair brandstof (m ³ a.e./GJ)	21,67	20,77
(%) a)	71	68

a) Uitgedrukt in het brandstofverbruik dat nodig is voor de warmteproductie met de ketel op het tuinbouwbedrijf.

Per saldo wordt er per GJ w/k-warmte en restwarmte respectievelijk 21,67 en 20,77 m³ a.e. aan primair brandstof bespaard (tabel 2.1). Uitgedrukt in de gasbesparing in de gasketel is dit respectievelijk 71 en 68%. Per GJ warmtelevering wordt dus circa 70% aan primair brandstof bespaard.

Nieuwe projecten

Onderzocht is of de omrekeningsfactoren voor w/k-installaties geplaatst na 1995 en de nieuwe restwarmteprojecten moeten worden aangepast. Hiervoor is gebruik gemaakt van informatie van Senter; dit is de instantie die de subsidies op de w/k-installaties verstrekt in opdracht van het Landbouwschap en/of met Ministerie van Economische Zaken. Voor de elektriciteitscentrales is gebruik gemaakt van informatie van de centrales en van deskundigen van onder andere Novem.

Dekking

Met warmte van derden wordt meestal in een deel van de warmtebehoefte van een glastuinbouwbedrijf voorzien. Dit wordt de warmtebedekkingsgraad per jaar of kortweg de dekking genoemd. Naast het aantal bedrijven dat per project wordt aangesloten en het energiegebruik op deze bedrijven is de dekking van grote invloed op de te realiseren besparing aan primair brandstof; de besparing bedraagt immers circa 70% per geleverde GJ warmte.

Uit praktijkevaluaties is gebleken dat de dekking bij w/k-installaties uiteen loopt van 11 tot 66% en gemiddeld 35% bedraagt (Verhoeven et al., 1995). Bij restwarmte wordt gemiddeld een hogere dekking gerealiseerd. Hier is de dekking gemiddeld 57% en loopt uiteen van 24 tot 100% (Van der Sluis et al., 1992). Bij de afzonderlijke projecten is getracht informatie te verkrijgen over de te verwachte dekkingsgraad op de bedrijven.

Opkweek en elektriciteitsverbruik

De stand van zaken van de energie-efficiëntie (hoofdstuk 1) wordt bepaald voor de productieglastuinbouw. Dit is alle glastuinbouw in Nederland exclusief het areaal opkweek. De opkweek omvat in 1995 3% van het totaal glasareaal. Bij de w/k-installaties die geplaatst worden na 1995 en de nieuwe restwarmteprojecten kan ook warmte geleverd worden aan bedrijven met opkweek. Gezien het beperkte aandeel in het totaal areaal is het effect hiervan buiten beschouwing gelaten.

Naast de gasbesparing wordt er door het gebruik van warmte van derden op de glastuinbouwbedrijven ook een hoeveelheid elektriciteit bespaard. Dit komt doordat met de ventilator van de brander minder verbrandingslucht in de ketel wordt gebracht. Deze besparing aan elektriciteit is echter beperkt van omvang. Bovendien is het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik van de glastuinbouw beperkt (2%). De besparing aan elektriciteit is daarom in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. In werkelijkheid zal het buiten beschouwing laten van de opkweek en de elektriciteitsbesparing elkaar gedeeltelijk compenseren.

Energie-efficiëntie

Het effect van de extra warmtelevering en de daarmee gepaard gaande besparing aan primair brandstof op de energie-efficiëntie is bepaald voor alle projecten gezamenlijk. Hierbij is gekeken naar het jaar 2000. Dit jaar is gekozen daar (nog) niet duidelijk is wanneer de projecten volledig in gebruik zijn. In ieder geval is dit het jaar 2000. Bovendien wordt het effect hierdoor geprojecteerd op de doelstelling van de MJA-E. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie is naast de ontwikkeling van het energiegebruik ook afhankelijk van de ontwikkeling van de fysieke productie. Het effect van de extra warmtelevering is daarom bepaald bij verschillende niveaus van ontwikkeling van de fysieke productie.

3. RESULTATEN

3.1 W/k-installaties van nutsbedrijven

Ontwikkeling vermogen

In tabel 3.1 is de ontwikkeling gegeven van het elektrisch vermogen van w/k-installaties van nutsbedrijven geplaatst op glastuinbouwbedrijven aan het begin van het kalenderjaar. In tabel 3.2 is hieruit afgeleid het gemiddeld vermogen per jaar. Dit is bepaald door de waarden per 1 januari van twee opeenvolgende jaren op te tellen en door twee te delen.

Tabel 3.1 Ontwikkeling van het vermogen van w/k-installaties van nutsbedrijven op glastuinbouwbedrijven aan het begin van het jaar

	Peildatum					
	1/1/91	1/1/92	1/1/93	1/1/94	1/1/95	1/1/96
W/k-vermogen nutsbedrijven (MW _e)	41	74	136	208	300	369

Bron: LEI-DLO (1991 en 1992) en PW/K (1993 t/m 1996).

Tabel 3.2 Ontwikkeling van het gemiddeld vermogen van w/k-installaties van nutsbedrijven op glastuinbouwbedrijven per jaar

	Jaar				
	1991	1992	1993	1994	1995
W/k-vermogen nutsbedrijven (MW _e)	58	105	172	254	335

Volgens PW/K (Van der Schans, 1996) bestaan er begin 1996 bij de nutsbedrijven de volgende plannen voor uitbreiding van dit vermogen in de glastuinbouw:

- nog te realiseren met subsidie 1995 of eerder 68 MW_e;
- geplande projecten met subsidie 1996 39 MW_e en
- gepland zonder subsidie 2 MW_e.

In 1995 bedroeg het gemiddeld w/k-vermogen 335 kW_e (tabel 3.2). Per 1 januari 1996 is dit met 34 toegenomen tot 369 MW_e (tabel 3.1). Volgens PW/K komt hier op basis van de subsidieaanvragen t/m 1995 nog 68 MW_e bij. Verwacht wordt dat deze installaties in 1996 of eventueel in 1997 in gebruik worden genomen. Op basis van beleidsactiviteiten t/m 1995 zal het vermogen vanaf 1995 dus met nog 102 MW_e (34+68) toenemen. Uitgaande van dezelfde warmtelevering per eenheid vermogen als bij de bestaande projecten (Van der Velden et al., 1996) resulteert het extra vermogen aan w/k-installaties in een toename van de warmtelevering met circa 2,7 PJ per jaar; dit is 2,0% van het totaal energiegebruik in de glastuinbouw in 1995.

Omrekeningsfactor primair brandstof

Het primair brandstofverbruik van w/k-warmte is afhankelijk van het elektrisch en thermisch gebruiksrendement van de w/k-installaties en het elektrisch gebruiksrendement van elektriciteitscentrales in Nederland. Het elektrisch gebruiksrendement van de w/k-installaties is afhankelijk van het gebruik in deellast en het elektrisch vermogen van de installaties. Het thermisch gebruiksrendement is afhankelijk van het elektrisch gebruiksrendement en het gebruik van een rookgascondensor op de w/k (Verhoeven et al., 1995). Op basis van informatie van onder andere Senter wordt verwacht dat deze variabelen voor de geplande w/k-installaties geen grote veranderingen ondergaan ten opzichte van de in gebruik zijnde installaties. Ook voor het elektrisch gebruiksrendement van de elektriciteitscentrales worden de komende jaren geen grote veranderingen verwacht. Voor de berekeningen van het primair brandstofverbruik van de warmte uit het geplande w/k-vermogen wordt daarom dezelfde omrekeningsfactor gehanteerd als in 1995.

Besparing primair brandstof

Op glastuinbouwbedrijven bedraagt de marginale aardgasbesparing in de ketel gemiddeld 30,6 m³ per GJ w/k-warmte (hoofdstuk 2). Met de 2,7 PJ extra warmtelevering wordt op de bedrijven 2,7 PJ x 30,6 m³/GJ = 82,6 miljoen m³ gas per jaar bespaard.

Voor de extra warmtelevering is nodig aan primair brandstofverbruik 2,7 PJ x 8,93 m³ a.e./GJ = 24,1 miljoen m³ a.e. per jaar. Per saldo wordt met de 2,7 PJ extra w/k-warmte dus 82,6 - 24,1 = 58,5 miljoen m³ a.e. primair brandstof per jaar bespaard. Dit is 1,4% van het primair brandstofverbruik van de glastuinbouw in 1995. Deze getallen zijn weergegeven in tabel 3.3.

Toename w/k-vermogen subsidies 1996

Ook in 1996 kan er subsidie worden aangevraagd voor w/k-installaties. Volgens PW/K is door de nutsbedrijven begin 1996 39 MW_e vermogen gepland met subsidie 1996 en 2 MW_e zonder subsidie (Van der Schans, 1996). Verwacht wordt dat deze installaties grotendeels in de periode 1997 t/m 1998 in gebruik worden genomen. De subsidieaanvragen in 1996 kunnen in de loop van 1996 verder toenemen. In dit onderzoek wordt uitgegaan van het geplande vermogen begin 1996.

Voor dit extra vermogen van 41 MW_e is een overeenkomstig berekening gemaakt (tabel 3.3) welke resulteert in een extra warmtelevering van 1,1 PJ (0,8% van de sector) en een besparing aan primair brandstof van 23,9 miljoen m³ a.e. per jaar (0,6% van de sector).

Tabel 3.3 Besparing primair brandstof door extra w/k-vermogen van de nutsbedrijven

	Eenheid	Subsidie t/m 1995	Subsidie 1996	Totaal
Extra vermogen	(MW _e)	102	41	143
Warmtelevering	(PJ/jaar)	2,7	1,1	3,8
	(% sector)	2,0	0,8	2,9
Besparing bedrijven	(milj. m ³ /jaar)	82,6	33,7	116,3
Primair brandstof warmte	(milj. m ³ /jaar)	24,1	9,8	33,9
Besparing primair brandstof	(milj. m ³ /jaar)	58,5	23,9	82,4
	(% sector)	1,4	0,6	2,0

Totaaleffect

In totaal wordt er een uitbreiding van het w/k-vermogen van 143 MW_e (102+41) verwacht. Dit resulteert in (tabel 3.3) een extra warmtelevering van 3,8 PJ (2,9% van de sector) en een besparing aan primair brandstof van 82,4 miljoen m³ (2,0% van de sector).

3.2 Restwarmteproject B-driehoek

Algemene informatie

Bij dit project wordt restwarmte geleverd vanuit een STEG-eenheid te Rotterdam/Cappelle aan den IJssel aan glastuinbouwbedrijven in de B-driehoek. De STEG-eenheid is de RoCa-3-centrale van het Elektriciteitsbedrijf Zuid-Holland (EZH) en heeft een elektrisch vermogen van 220 MW. Naast de energieproductie verzorgt EZH ook het transport van de warmte van de centrale naar het tuinbouwgebied. Hiervoor is een warmwaterleiding aangelegd met een lengte van circa 10 km. De distributie van de warmte in het tuinbouwgebied evenals de levering aan de tuinders wordt verzorgd door Energie Delfland. Verwacht wordt dat het project in het jaar 1997 volledig operationeel zal zijn.

CO₂-levering

Dit project onderscheidt zich van andere restwarmteprojecten doordat ook CO₂ uit de centrale wordt geleverd aan de glastuinbouwbedrijven. Voor de CO₂-levering worden de rookgassen van de centrale gebruikt. Alvorens deze naar de tuinbouw gaan, wordt de CO₂-concentratie in de rookgassen verhoogd door "naverbranding" in een hulpketel. De CO₂-rijke rookgassen worden via een aparte leiding getransporteerd naar de glastuinbouwbedrijven. Deze leiding is gelijktijdig met de warmteleiding aangelegd door EZH.

Dekking

De glastuinbouwbedrijven krijgen een aansluitwaarde aan restwarmte van 1 MW_{th} per hectare ofwel 100 W_{th} per m² kas. De maximale CO₂-levering bedraagt 100 kg per uur per hectare. Mede door de levering van CO₂ wordt een hoge dekkingsgraad verwacht. Het project gaat uit van een gemiddelde dekkingsgraad van 80%. De vraag is echter of dit gerealiseerd zal worden.

Uit praktijkevaluaties bij andere alternatieve warmtebronnen bleek de dekkingsgraad meestal tegen te vallen. Bovendien is het volgens informatie van tuinders de vraag of de maximale afname van 100 kg CO₂ per hectare voldoende is om volledig in de CO₂-behoefte te voorzien. Uit onderzoek op een groep van 40 tomatenbedrijven (Van der Sluis et al., 1995) bleek dat de capaciteit van de CO₂-ventilator gemiddeld 230 kg CO₂ per uur bedraagt en uiteen liep van 88 tot 514 kg per uur. Het grootste deel van de bedrijven kan dus meer CO₂ doseren dan 100 kg per uur. Indien de maximale CO₂-levering onvoldoende is, zal de ketel alsnog voor CO₂-productie ingezet kunnen worden wat een negatief effect heeft op de dekkingsgraad.

Daarnaast heeft een deel van de bedrijven een warmte-opslagtank ter beschikking voor opslag van warmte die vrijkomt bij de productie van CO₂ met de ketel in perioden zonder warmtevraag in de kas. De vraag is nu of deze tuinders de tank ongebruikt zullen laten of in bepaalde perioden toch de eigen ketel inclusief warmte-opslagtank zullen gebruiken.

Door de betrokken nutsbedrijven is bij één tuinder in het project vooraf aan de aansluiting op restwarmte een proef gehouden. Hierbij is de warmtelevering vanuit de centrale gesimuleerd vanuit een tijdelijke warmtebron en de CO₂-levering door zuiver CO₂. Uit registratiegegevens van de tuinder kan worden afgeleid dat de beoogde dekking van 80% het ene jaar wel en het andere jaar niet is gehaald. Hierbij moet worden gemeld dat de betreffende tuinder geen warmte-opslag tank heeft en bovenop de zuivere CO₂ geen extra CO₂ met de ketel heeft gedoseerd.

Door voorgaande aspecten wordt in dit onderzoek uitgegaan van een gemiddelde dekking van 70%. Wellicht is een dekking van 80% in de toekomst realiseerbaar. Het effect van een dekking van 80% in plaats van 70% zal worden getoond.

Omrekeningsfactor primair brandstof

De omrekeningsfactor van de warmte naar het primair brandstofverbruik is afhankelijk van het elektrisch gebruiksrendement van de STEG-eenheid in de situatie zonder warmtelevering en in de situatie met warmtelevering, het thermisch gebruiksrendement en de verliezen die optreden bij het transport van de warmte. Ten opzichte van de bestaande restwarmteprojecten worden hierin geen grote wijzigingen verwacht. Nadat de projecten enige tijd functioneren, kan hierover wellicht betere informatie worden verkregen. In dit onderzoek wordt bij alle restwarmteprojecten uitgegaan van de omrekeningsfactor die gebruikt is voor de bestaande projecten (hoofdstuk 2). Deze omrekeningsfactor bedraagt $9,83 \text{ m}^3 \text{ a.e. per GJ}$ warmte. Dit betekent dat er per geleverde GJ restwarmte $9,83 \text{ m}^3$ aardgas aan primair brandstof nodig is in de centrale.

Glastuinbouwbedrijven

Uit informatie van Energie Delfland is het volgende gebleken:

- 135 bedrijven met circa 256 ha glastuinbouw zijn of worden in 1996 aangesloten op de restwarmte;
- de bedrijven hebben een gemiddeld gasverbruik van ruim 900.000 m^3 per jaar;
- de gemiddelde bedrijfsomvang bedraagt een kleine 19.000 m^2 glas en hierop wordt gemiddeld 51 m^3 gas per m^2 kas wordt verstoekt.

Uit meerdere bronnen is bekend dat w/k-warmte vrijwel alleen geleverd wordt aan bedrijven met een totaal brandstofverbruik van meer dan $500.000 \text{ m}^3 \text{ a.e. per jaar}$ (Van der Velden et al., 1996a). Onder deze grens lijkt het voor de nutsbedrijven economisch niet interessant een bedrijf aan te sluiten.

Bij het restwarmteproject in de B-driehoek wordt ook warmte geleverd aan bedrijven met een lager brandstofverbruik. Het totaal brandstofverbruik op de bedrijven loopt uiteen van grofweg 250.000 tot boven de 3 miljoen $\text{m}^3 \text{ a.e. per jaar}$. Indien een restwarmteleiding in een bepaalde straat toch wordt aangelegd is het kennelijk de moeite waard om ook bedrijven met een lager brandstofverbruik dan 500.000 m^3 gas per jaar aan te sluiten. Het aandeel van de bedrijven met een brandstofverbruik onder de 500.000 m^3 per jaar is echter beperkt en bedraagt circa 15%.

Het areaal per bedrijf loopt uiteen van grofweg 5.000 m^2 tot ruim 5 ha en de brandstofintensiteit van 20 tot 70 m^3 per m^2 . Het aandeel bedrijven met minder dan 1 ha glas bedraagt circa 10%. Dit geldt ook voor een brandstofintensiteit van minder dan 40 m^3 per m^2 .

De gemiddelde bedrijfsomvang van het gespecialiseerde glastuinbouwbedrijf in Nederland is circa 12.000 m^2 glas en gemiddeld wordt ruim $500.000 \text{ m}^3 \text{ a.e. brandstof}$ per jaar verstoekt (Van der Velden et al., 1996a). De bedrijven die in de B-driehoek aangesloten worden op restwarmte zijn dus relatief grote en energie-intensieve bedrijven.

Besparing primair brandstof

Uitgaande van een gemiddelde brandstofintensiteit van 51 m^3 per m^2 en een dekking van 70% wordt er per m^2 , $36 \text{ m}^3 \text{ a.e. warmte}$ geleverd. Op 256 ha resulteert dit in een restwarmtelevering van 2,9 PJ per jaar; dit is 2,2% van de sector. Hiermee wordt op de bedrijven $2,9 \text{ PJ} \times 30,6 \text{ m}^3/\text{GJ} = 88,7$ miljoen m^3 aardgas bespaard.

Uitgaande van de huidige omrekeningsfactoren is hiervoor nodig aan primair brandstof $2,9 \text{ PJ} \times 9,83 \text{ m}^3 \text{ a.e./GJ} = 28,5$ miljoen m^3 . Per saldo wordt er dus $88,7 - 28,5 = 60,2$ miljoen $\text{m}^3 \text{ a.e.}$ aan primair brandstof bespaard (1,4% van de sector).

Deze getallen zijn weergegeven in tabel 3.4. Een overeenkomstige berekening is gemaakt voor een gemiddelde dekking van 80%. Dit resulteert in een extra warmtelevering

van 3,3 PJ en een besparing aan primair brandstof van 68,6 miljoen m³ a.e. per jaar ofwel 1,6% van de sector. De dekking heeft dus een belangrijke invloed op de te leveren hoeveelheid warmte en de te realiseren besparing aan primair brandstof.

Tabel 3.4 Besparing primair brandstof restwarmteproject B-driehoek afhankelijk van de warmte-dekkingsgraad

	Eenheid	Dekking 70%/jaar	Dekking 80%/jaar
Warmtelevering	(PJ/jaar)	2,9	3,3
	(% sector)	2,2	2,5
Besparing bedrijven	(milj. m ³ /jaar)	88,7	101,0
Primair brandstof warmte	(milj. m ³ /jaar)	28,5	32,4
Besparing primair brandstof	(milj. m ³ /jaar)	60,2	68,6
	(% sector)	1,4	1,6

Toekomstige uitbreiding en HSL

Het project is opgezet voor het areaal dat momenteel wordt aangesloten. De B-driehoek omvat echter meer glasareaal. Ook is er ruimte voor vestiging van nieuwe glastuinbouwbedrijven. De aangelegde warmtetransportleiding kan technisch gezien gebruikt worden om meer bedrijven aan te sluiten. De leiding ligt vanuit Rotterdam/Capelle tot bijna de A12 (snelweg Den Haag - Utrecht). Er bestaan ideeën om aan het einde van de transportleiding een STEG-centrale te bouwen. Met de bestaande warmtetransportleiding zou de warmte van deze nieuwe STEG in het kassengebied kunnen worden gebracht. Het areaal aangesloten op restwarmte kan hierdoor ongeveer verdubbelen. Ook dan blijft er nog glasareaal over dat niet is aangesloten op restwarmte en kan er nog nieuw areaal gebouwd worden.

Naast eventuele toekomstige uitbreiding bestaat het gevaar dat het project in de toekomst kleiner van omvang wordt. Dit hangt samen met de aanleg van de Hoge Snelheidslijn (HSL) tussen Rotterdam en Schiphol. Het kabinet heeft onlangs besloten voor een tracé voor deze lijn dat loopt door het gebied dat is of wordt aangesloten op restwarmte (HSL-tracé A1). Antwoorden op de vragen of en hoeveel glasbedrijven er zullen verdwijnen, of er herlocatie in het gebied plaatsvindt, of er eventueel vervangende bedrijven kunnen worden aangesloten en wat dit betekent voor de afzet van restwarmte zijn momenteel nog niet te geven. Wel bestaat het gevaar dat het project in de toekomst kleiner van omvang zal zijn.

Bij de berekeningen in het hier beschreven onderzoek zijn een eventueel toekomstige uitbreiding en de mogelijke effecten van de HSL buiten beschouwing gelaten.

3.3 Restwarmteproject Erica

Algemene informatie

Bij dit restwarmteproject wordt aan glastuinbouwbedrijven restwarmte geleverd vanuit een STEG-eenheid. Zowel de glastuinbouwbedrijven als de centrale staan in Erica in de provincie Drenthe. De STEG-eenheid heeft een elektrisch vermogen van 67,5 MW. Het project is evenals in Klazienaveen (paragraaf 3.4) van GasEdon te Emmen. Dit is een vennootschap onder firma met als aandeelhouders Edon W/k Emmen B.V. (50%) en Gasunie W/k Emmen B.V. (50%). Deze laatste twee zijn een 100% dochter van respectievelijk de EDON en Gasunie. Bij dit project is de bediening van de centrale uitbesteed aan EPON en de warmtedistributie aan EDON-Oost (voorheen EGD Zuid-Oost Drenthe). Verwacht wordt dat het project in 1997 volledig operationeel zijn.

Dekking

De glastuinbouwbedrijven krijgen een aansluitwaarde aan restwarmte van 0,7 MW_{th} per hectare ofwel 70 W_{th} per m² kas. Naast restwarmte kan er bij dit project ook centraal CO₂ geleverd worden. De leidingen hiervoor zijn aangelegd. Dit betreft echter geen CO₂ uit de rookgassen van de centrale zoals bij het project in de B-driehoek (paragraaf 3.2) maar zuiver CO₂. Door het gebruik van deze CO₂ van derden kan de dekkingsgraad hoger worden.

Gezien de (discussie over de) prijsstelling van de CO₂ lijkt het vooralsnog niet waarschijnlijk dat veel tuinders gebruik zullen maken van zuiver CO₂. Voor het restwarmteproject te Erica wordt uitgegaan van een gemiddelde dekking van 50% op jaarbasis. In dit onderzoek wordt deze dekking ook als uitgangspunt gehanteerd. Wellicht kan in de toekomst een hogere dekking worden gerealiseerd. Met CO₂-levering wordt binnen het project gedacht aan een dekking van 60%. Het effect van een dekking van 60% zal worden getoond.

Glastuinbouwbedrijven

Uit informatie van GasEdon te Emmen is het volgende gebleken:

- een kleine 60 bedrijven met hierop een kleine 90 ha glastuinbouw is of wordt in 1996 aangesloten op de restwarmtebron;
- de bedrijven hebben een gemiddeld gasverbruik van circa 800.000 m³ per jaar;
- de gemiddelde bedrijfsomvang is circa 15.000 m² glas en hierop wordt gemiddeld 52 m³ per m² kas wordt verstoekt.

Het brandstofverbruik per bedrijf loopt uiteen van grofweg 50.000 tot boven de 2,5 miljoen m³ per jaar. Bij dit project zijn er echter nog uitbreidingsmogelijkheden voor de individuele bedrijven. Het aandeel van de bedrijven met een brandstofverbruik onder de 500.000 m³ per jaar bedraagt circa 30%.

Het areaal per bedrijf loopt uiteen van grofweg 5.000 m² tot ruim 4 ha en de brandstofintensiteit van 15 tot 80 m³ per m². Het aandeel bedrijven met minder dan 1 ha glas bedraagt circa 30% en circa 23% heeft een brandstofintensiteit van minder dan 40 m³ per m². Ook bij dit project hebben we dus te maken met relatief grote en energie-intensieve bedrijven.

Besparing primair brandstofverbruik

Uitgaande van een gemiddelde brandstofintensiteit van 52 m³ per m² en een dekking van 50% wordt er per m², 26 m³ a.e. warmte geleverd. Op 90 ha resulteert dit in een restwarmtelevering van 0,7 PJ per jaar; dit is 0,5% van de sector. Hiermee wordt op de bedrijven 0,7 PJ x 30,6 m³/GJ = 21,4 miljoen m³ aardgas bespaard.

Uitgaande van de huidige omrekeningsfactoren (paragraaf 3.2) is hiervoor nodig aan primair brandstof 0,7 PJ x 9,83 m³ a.e./GJ = 6,9 miljoen m³ a.e. Per saldo wordt er dus 21,4 - 6,9 = 14,5 miljoen m³ a.e. aan primair brandstof per jaar bespaard; dit is 0,3% van het primair brandstofverbruik in de sector.

Deze getallen zijn weergegeven in tabel 3.5. Hierin zijn ook de resultaten bij een dekking van 60% vermeld. Een gemiddelde dekking van 60% resulteert in een warmtelevering van 0,8 PJ per jaar en een besparing aan primair brandstof van 16,6 miljoen m³ a.e.; dit is 0,4% van het verbruik in de sector.

Tabel 3.5 Besparing primair brandstof restwarmteproject Erica afhankelijk van de warmte dekking

	Eenheid	Dekking 50%/jaar	Dekking 60%/jaar
Warmtelevering	(PJ/jaar)	0,7	0,8
	(% sector)	0,5	0,6
Besparing bedrijven	(milj. m ³ /jaar)	21,4	24,5
Primair brandstof warmte	(milj. m ³ /jaar)	6,9	7,9
Besparing primair brandstof	(milj. m ³ /jaar)	14,5	16,5
	(% sector)	0,3	0,4

3.4 Restwarmteproject Klazienaveen

Algemene informatie

Bij het restwarmteproject te Klazienaveen wordt restwarmte geleverd aan glastuinbouwbedrijven uit een STEG-eenheid. Het betreft eenzelfde centrale als in Erica (paragraaf 3.3) met een elektrisch vermogen van 67,5 MW. Ook de eigendom van dit project is gelijk aan die in Erica.

Dekking

Ook bij dit project krijgen de glastuinbouwbedrijven een aansluitwaarde aan restwarmte van 0,7 MW_{th} per hectare ofwel 70 W_{th} per m² kas en kan zuiver CO₂ worden geleverd. Het gebruik van deze CO₂ door de tuinders wordt echter niet verwacht. Ook bij dit project wordt uitgegaan van een gemiddelde dekking van 50% en het effect van een dekking van 60% bij CO₂ van derden wordt getoond. Bij dit project heeft een deel van de bedrijven een w/k-installatie in combinatie met belichting in gebruik. Bij deze bedrijven wordt naar verwachting minder warmte geleverd.

Glastuinbouwbedrijven

- Uit informatie van GasEdon te Emmen is het volgende gebleken:
- een kleine 40 bedrijven met hierop een kleine 55 ha glastuinbouw is of wordt in 1996 aangesloten op de restwarmtebron. Dit is minder dan in Erica. In Klazienaveen is er nog ruimte om nieuwe bedrijven of uitbreiding van bestaande bedrijven aan te sluiten op restwarmte;
 - de bedrijven hebben een gemiddeld gasverbruik van circa 750.000 m³ per jaar;
 - de gemiddelde bedrijfsomvang is circa 14.000 m² glas en hierop wordt gemiddeld 55 m³ gas per m² kas wordt verstoekt.

Het brandstofverbruik per bedrijf loopt uiteen van grofweg 80.000 tot circa 1,5 miljoen m³ gas per jaar. Het aandeel van de bedrijven met een brandstofverbruik onder de 500.000 m³ per jaar bedraagt circa 25%.

Het areaal per bedrijf loopt uiteen van grofweg 1.500 m² tot ruim 3 ha en de brandstofintensiteit van 30 tot 80 m³ per m². Het aandeel bedrijven met minder dan 1 ha glas bedraagt circa 25% en circa 10% heeft een brandstofintensiteit van minder dan 40 m³ per m². Ook bij dit project betreffen het dus relatief grote en energie-intensieve bedrijven.

Besparing primair brandstof

Uitgaande van een gemiddelde brandstofintensiteit van 55 m³ per m² en een dekking van 50% wordt er per m², 27,5 m³ a.e. warmte geleverd. Op 55 ha resulteert dit in een levering van 0,5 PJ warmte per jaar. Door de aanwezigheid van een eigen w/k-instal-

latie op een aantal bedrijven wordt uitgegaan van 0,4 PJ; dit is 0,3% van de sector. Hiermee wordt op de bedrijven $0,4 \text{ PJ} \times 30,6 \text{ m}^3/\text{GJ} = 12,2$ miljoen m^3 aardgas bespaard.

Uitgaande van de huidige omrekeningsfactoren hiervoor nodig aan primair brandstof $0,4 \times 9,83 \text{ m}^3 \text{ a.e./GJ} = 3,9$ miljoen m^3 a.e. Per saldo wordt er dus $12,2 - 3,9 = 8,3$ miljoen a.e. aan primair brandstof bespaard; dit is 0,2% van de sector.

Deze getallen zijn weergegeven in tabel 3.5. Hierin zijn ook de resultaten bij een dekking van 60% vermeld. Een gemiddelde dekking van 60% resulteert in een warmtelevering van 0,5 PJ per jaar en een besparing aan primair brandstof van 10,4 miljoen m^3 a.e.; dit is 0,2% van het verbruik in de sector.

Tabel 3.6 Besparing primair brandstof restwarmteproject Klazienaveen afhankelijk van de warmte-dekkingsgraad

	Eenheid	Dekking 50%/jaar	Dekking 60%/jaar
Warmtelevering	(PJ/jaar)	0,4	0,5
	(% sector)	0,3	0,4
Besparing bedrijven	(milj. m^3 /jaar)	12,2	15,3
Primair brandstof warmte	(milj. m^3 /jaar)	3,9	4,9
Besparing primair brandstof	(milj. m^3 /jaar)	8,3	10,4
	(% sector)	0,2	0,2

3.5 Restwarmteproject Asten e.o.

Algemene informatie

Vanuit de STEG-centrale te Helmond wordt restwarmte geleverd aan glastuinbouwbedrijven in Asten e.o. De STEG-eenheid is van de PNEM Transport en Opwekking en de warmtedistributie wordt verzorgd door de PNEM District Deurne. In de jaren 1991 t/m 1995 wordt aan 30 glastuinbouwbedrijven warmte geleverd. Dit betreft een totale warmtelevering van gemiddeld 0,20 PJ per jaar. In 1995 is dit circa 14% van de totale restwarmtelevering aan de glastuinbouw en 0,2% van de totale energiebehoefte in de glastuinbouw.

In 1990/91 bedroeg op 14 van de 30 bedrijven de dekkingsgraad gemiddeld 40% (Van der Sluis et al., 1992). Bij de andere restwarmteprojecten lag de dekkingsgraad hoger (56% in west-Brabant en 81% in de Plukmadese polder).

Warmte-afzet project

De totale warmte-afzet van het gehele project is jaarlijks licht teruggelopen van 0,22 PJ in 1991 tot 0,18 PJ in 1995. Volgens mondelinge informatie van de warmteleverancier wordt deze achteruitgang veroorzaakt doordat de tuinders meer CO_2 zijn gaan doseren welke wordt geproduceerd met de eigen gasketel.

Momenteel wordt er gewerkt aan centrale levering van CO_2 . Volgens mondelinge informatie van het nutsbedrijf zal CO_2 van derden worden gebruikt op 23 van de 30 bedrijven met restwarmte; met deze bedrijven zijn contracten afgesloten. De planning is om in mei 1996 te starten met de levering van CO_2 . Hierdoor zal er meer warmte per bedrijf kunnen worden afgezet. De warmteleverancier verwacht hierdoor een 10 tot 15% hogere warmte-afzet ten opzichte van 1995. De warmte-afzet wordt dan circa 0,20 PJ; dit is 0,02 PJ meer dan zonder het gebruik van CO_2 van derden (tabel 3.7). Het aandeel van dit project in de totale energiebehoefte van de sector neemt hierdoor toe van 0,14 tot 0,16%.

Besparing primair brandstof

Met de extra warmtelevering van 0,02 PJ wordt circa 0,6 miljoen m³ a.e. bespaard op de bedrijven en hiervoor is in de centrale 0,2 miljoen m³ a.e. aan primair brandstof nodig. Per saldo is er hierdoor een besparing aan primair brandstof van 0,4 miljoen m³ a.e.; dit is 0,01% van het primair brandstofverbruik in de sector.

Tabel 3.7 Extra besparing primair brandstof door CO₂-levering restwarmteproject Asten

	Eenheid	Zonder CO ₂	Met CO ₂	Verschil
Warmtelevering	(PJ/jaar)	0,18	0,20	0,02
	(% sector)	0,14	0,16	0,02
Besparing bedrijven	(milj. m ³ /jaar)	5,5	6,1	0,6
Primair brandstof warmte	(milj. m ³ /jaar)	1,8	2,0	0,2
Besparing primair brandstof	(milj. m ³ /jaar)	3,7	4,1	0,4
	(% sector)	0,09	0,10	0,01

3.6 Totaaleffect op energiegebruik en energie-efficiëntie

Energiebesparing

In tabel 3.8 zijn de energetische effecten van de afzonderlijk projecten vermeld; ook is het totaal van alle projecten gegeven. Uit het overzicht blijkt dat de restwarmteprojecten en de w/k-installaties van de nutsbedrijven gezamenlijk zullen resulteren in een extra hoeveelheid warmtelevering aan de glastuinbouw van circa 7,8 PJ per jaar. Dit is 5,9% van de energiebehoefte van de glastuinbouw. Het aandeel warmte van derden in de glastuinbouw bedroeg in 1995 circa 7,4% en neemt hierdoor toe tot 13,3%.

De extra warmtelevering resulteert in een besparing aan primair brandstof van 166 miljoen m³ a.e. per jaar. Uitgedrukt in het primair brandstofverbruik van de sector is dit 4,0% per jaar. Door de toekomstige extra warmtelevering wordt dus 4,0% extra primair brandstof bespaard.

De bijdragen van de w/k-installaties en het restwarmteproject in de B-driehoek zijn het grootst. De bijdrage van de w/k-installaties en de restwarmteprojecten gezamenlijk zijn ongeveer even groot. Het totale gebruik van warmte van derden in de glastuinbouw (bestaande en nieuwe projecten) bestaat dan voor 70% uit w/k-warmte en voor 30% uit restwarmte.

Fysieke productie

De energie-efficiëntie is het primair brandstofverbruik per eenheid product. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie is naast het energiegebruik dus ook afhankelijk van de ontwikkeling van de fysieke productie. De fysieke productie per m² kas is in de periode 1980-1992 met 72% toegenomen. Dit is een groeivoet van gemiddeld 4,4% per jaar. Na 1992 is de fysieke productie minder toegenomen. In 1993 is deze gelijk gebleven en in 1994 en 1995 bedraagt de groeivoet gemiddeld 1,5% per jaar (raming). Waarschijnlijk speelt de grotere aandacht voor de kwaliteit van de producten hierbij een rol (Van der Velden et al., 1996a).

Tabel 3.8 Overzicht van de energetische effecten van extra warmtelevering aan de glastuinbouw

Project	Extra warmtelevering (PJ/jaar)	Aandeel energie-gebruik sector (%)	Besparing primair brandstof	
			(milj. m ³ a.e.)	(%sector)
W/k-installaties				
- subsidie t/m 1995	2,7	2,0	58	1,4
- subsidie 1996	1,1	0,8	24	0,6
- totaal w/k	3,8	2,9	82	2,0
Restwarmte				
- B-driehoek	2,9	2,2	60	1,4
- Klazienaveen	0,7	0,5	15	0,3
- Erica	0,4	0,3	8	0,2
- Asten e.o. a)	0,02	0,02	0,4	0,01
- totaal restwarmte	4,0	3,0	83	2,0
Totaal warmte	7,8	5,9	166	4,0

a) Dit betreft extra warmtelevering bij een bestaand project.

Energie-efficiëntie

In tabel 3.9 wordt aangegeven wat het effect is van de extra warmtelevering op de energie-efficiëntie in het jaar 2000. In de tabel is ook het effect van de ontwikkeling van de fysieke productie in de periode 1995-2000 op de energie-efficiëntie weergegeven; hierbij wordt uitgegaan van verschillende niveaus van de ontwikkeling van de fysieke productie. Vervolgens is weergegeven wat het effect is van de extra warmtelevering. Hierbij is zowel het effect van alleen de extra w/k-warmte als van alleen de extra restwarmte als van de totale extra warmtelevering gegeven.

Tabel 3.9 Effect van de ontwikkeling van de fysieke productie en van de extra warmtelevering op de energie-efficiëntie in 2000

Toename fysieke productie per m ² (%/jaar)	Energie-efficiëntie in 2000 (% 1980)			Verbetering energie-efficiëntie door extra warmtelevering (procentpunt)			
	geen extra warmtelevering	extra warmtelevering		w/k-w	restw.	totaal	
		w/k-w	restw.				totaal
-1	63,4	62,1	62,1	60,9	1,2	1,3	2,5
-0,5	61,8	60,6	60,6	59,3	1,2	1,2	2,4
0	60,3	59,1	59,1	57,9	1,2	1,2	2,4
0,5	58,8	57,6	57,6	56,4	1,2	1,2	2,3
1	57,3	56,2	56,2	55,1	1,1	1,1	2,3
1,5	55,9	54,8	54,8	53,7	1,1	1,1	2,2
2	54,6	53,5	53,5	52,4	1,1	1,1	2,2
2,5	53,3	52,2	52,2	51,2	1,0	1,1	2,1
3	52,0	51,0	50,9	49,9	1,0	1,0	2,1
3,5	50,7	49,7	49,7	48,7	1,0	1,0	2,0
4	49,5	48,6	48,5	47,6	1,0	1,0	2,0
4,5	48,4	47,4	47,4	46,4	1,0	1,0	1,9
5	47,2	46,3	46,3	45,3	0,9	0,9	1,9

De energie-efficiëntie bedraagt in 1995 60,3% (raming). Indien de fysieke productie per m² evenals in de periode 1994-1995 met 1,5% per jaar toeneemt dan komt de energie-efficiëntie in 2000 uit op 55,9 (tabel 3.9).

Indien ook de extra warmtelevering van 5,9% en de besparing aan primair brandstof van 4,0% in beschouwing wordt genomen wordt dit 53,7%. In deze situatie resulteert de extra warmtelevering in een verbetering van de energie-efficiëntie met 2,2 procentpunt (55,9-53,7). Hierbij zijn de overige variabelen zoals totaal energiegebruik en per m² in de sector, aandelen overige energiedragers en areaal gelijk gehouden aan de waarden in 1995. Het effect van alleen w/k-warmte is gelijk aan die van alleen restwarmte en bedraagt 1,1 procentpunt.

De fysieke productie per m² kan zich ook anders ontwikkelen. Bij een toename van de fysieke productie per m² met 4% per jaar wordt in 2000 de energie-efficiëntie zonder extra warmtelevering 49,5% en met extra warmtelevering 47,6%. De verbetering door extra warmtelevering is in dan 2,0 procentpunt. Als de fysieke productie gelijk blijft ten opzichte van 1995, is de energie-efficiëntie in 2000 zonder extra warmtelevering 60,3% en met extra warmtelevering 57,9%. In deze situatie is de verbetering door de extra warmtelevering 2,4 procentpunt.

Het effect op de energie-efficiëntie is dus minder bij een sterkere groei van de fysieke productie. Dit komt doordat de energie-efficiëntie het quotiënt is van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie. Bij een hogere fysieke productie wordt het primair brandstofverbruik gedeeld door een groter getal waardoor het effect van de besparing aan primair brandstof kleiner wordt.

Afhankelijk van de ontwikkeling van de fysieke productie per m² kas zal de energie-efficiëntie door de extra hoeveelheid warmtelevering in het jaar 2000 met 1,9 tot 2,5 procentpunt verbeteren. De bijdrage van w/k-warmte en restwarmte hieraan is ongeveer even groot (tabel 3.9).

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Conclusies

Door de restwarmteprojecten in de B-driehoek, Erica en Klazienaveen die na 1995 in gebruik komen zal het aandeel warmte van derden in de totale energiebehoefte van de glastuinbouw met 3 procentpunt toenemen. Door de w/k-installaties van nutsbedrijven die begin 1996 gepland waren neemt het aandeel warmte van derden toe met 2,9 procentpunt. Gezamenlijk neemt het aandeel warmte van derden hierdoor toe van 7,4% in 1995 tot 13,3% bij het volledig in gebruik zijn van de projecten.

Het aantal bedrijven dat bij genoemde projecten wordt aangesloten op restwarmte bedraagt circa 235 en het glasareaal circa 400 ha. De bedrijven hebben gemiddeld 17.000 m² glas met een gasverbruik van circa 830.000 m³ per jaar en een brandstofintensiteit van een kleine 50 m³ per m².

Het extra vermogen aan w/k-installaties van nutsbedrijven geplaatst in de glastuinbouw bedraagt 143 MW_e en neemt hierdoor toe van 335 MW_e in 1995 tot 478 MW_e bij het in gebruik zijn van de installaties die begin 1996 gepland waren. Het bijbehorende aantal bedrijven en areaal glas is niet bekend.

Naast het aantal bedrijven dat gebruik maakt van warmte van derden en de warmtevraag op deze bedrijven is de warmte-dekkingsgraad van de externe warmtebron van grote invloed op de warmte-afzet aan de glastuinbouw en de hiermee te realiseren energiebesparing. Bij restwarmte is de dekking meestal hoger dan bij w/k-installaties.

Zowel door de extra w/k-warmte als door de nieuwe restwarmteprojecten wordt circa 2,0% primair brandstof bespaard; de gezamenlijke besparing is 4,0%.

Deze 4% gaat samen met een verbetering van de energie-efficiëntie. Afhankelijk van de ontwikkeling van de fysieke productie per m² kas verbeterd de energie-efficiëntie in het jaar 2000 met 1,9 tot 2,5 procentpunt.

Aanbevelingen

Voor het realiseren van verdere energiebesparing door het gebruik van warmte van derden is zowel van belang dat er meer bedrijven gebruik maken van deze warmtebron als dat de dekking hoger wordt.

De dekking kan worden verbeterd door een groter warmteleverend vermogen per m² kas, het gebruik van CO₂ van derden en het gebruik van rookgasreiniging bij w/k-installaties. Deze aspecten worden voor een belangrijk deel reeds bepaald bij de opzet van de projecten. Aanbevolen wordt bij de opzet van projecten hier extra aandacht aan te schenken. Ook bij bestaande projecten wordt aanbevolen activiteiten te ondernemen om de dekking te verhogen.

Aanbevolen wordt de aantallen bedrijven en areaal met warmte van derden verder in kaart te brengen waarna deze geplaatst kunnen worden ten opzichte van alle glastuinbouwbedrijven, het areaal en bedrijfs-grootteverdeling. Hierdoor ontstaat inzicht in de verdere mogelijkheden van warmtelevering aan de glastuinbouw. Vervolgens kan uitgezocht worden in welke gebieden clusters van bedrijven bestaan die aangesloten zouden kunnen worden op een restwarmtebron.

LITERATUUR

- Leeuwen, R.C.L. van en N.J.A. van der Velden (1992)
Het gebruik van warmtelkracht-installaties in de glastuinbouw; Een inventarisatie; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 4.134
- Meerjarenafspraak (1992)
Meerjarenafspraak tussen de Nederlandse glastuinbouwsector en de Staat vertegenwoordigd door de Ministers van Economische Zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij over verbetering van de energie-efficiëntie; Aalsmeer, LNV, EZ en Landbouwschap
- Nawrocki, K.R. en N.J.A. van der Velden (1991)
Gebruiksrendementen aardgasgestookte ketels in de glastuinbouw; gissen is missen, meten is (z)weten; Wageningen, IMAG; Nota 91-55
- Sluis, B.J. van der, K.R. Nawrocki en N.J.A. van der Velden (1992)
Dekkingsgraden van restwarmte in de glastuinbouw; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 4.133
- Sluis, B.J. van der, A.A. van Rijdsdijk, G.P.A. van Holsteijn en N.J.A. van der Velden (1995)
Het gebruik van energieschermen bij tomaat; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 4.138
- Schans, R.J. van der (1996)
Voortgangsrapportage Plan van Aanpak Wik in de glastuinbouw over het eerste kwartaal; Driebergen-Rijsenburg, PW/K
- Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh (1996a)
Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1994; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 39-93
- Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh (1996b)
Concept Tussenrapportage 1996 van het project "Algemene monitoring energieverbruik in de glastuinbouw"; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Interne notitie
- Verhoeven, A.T.M., F.L.K. Kempkes en N.J.A. van der Velden (1995)
Warmtelkracht-installaties in de glastuinbouw; gebruiksrendementen en dekkingsgraden; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 4.137
- Verhoeven, A.T.M., N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh (1996)
Levering van warmte aan glastuinbouwbedrijven; warmtelkracht-contracten en bedrijfseconomische aspecten"; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Mededeling 563