

CO₂-reductie warmteopties glastuinbouw

Korte analyse van de mogelijkheden voor
het Agro & Food Cluster West-Brabant

Notitie
Delft, december 2009

Opgesteld door:
B.L. (Benno) Schepers
G.M. (Gijs) Verbaak





1 Inleiding

In Steenbergen - tussen Dinteloord en Stampersgat - is een glastuinbouwlocatie gepland van circa 220 hectare netto. Milieudefensie wil graag - naast de ruimtelijke bezwaren die zij tegen deze nieuwe glastuinbouwlocatie heeft - de energiekant van dit project aan de orde stellen, zeker nu de internationale ontwikkelingen rond 'Kopenhagen' in volle gang zijn. Ze wil graag inzicht hebben in de hoeveelheid CO₂-uitstoot die het kassencomplex zal veroorzaken.

2 Onderzoeksaanpak

Op dit moment zijn de plannen voor de glastuinbouwlocatie nog volop in ontwikkeling. Het is dan ook nog niet bekend welke invulling de locatie exact gaat krijgen, met betrekking tot het type glastuinbouw. Omdat nog niet zo veel bekend is, is binnen deze studie een aantal aannames gedaan.

Als eerste zal moeten worden bepaald wat de energievraag van de te ontwikkelen locatie zal zijn. Aangezien het energieverbruik per hectare afhankelijk is van het type glastuinbouw (en het type nog niet bekend is), wordt in dit onderzoek uitgegaan van het landelijke gemiddelde van elektriciteit- en warmtegebruik per hectare. Hiertoe zal eerst worden bepaald wat het landelijk gemiddelde energievraag per hectare is, onderverdeeld naar elektriciteit en warmte.

Vanuit de energievraag per hectare kan worden bepaald hoeveel primaire energie wordt gebruikt en hoeveel CO₂ geëmitteerd wordt bij verschillende technologische invullingen van deze vraag. Dit zal worden berekend voor een referentiesituatie van een ketel, elektriciteitsinkoop en de optie door volledige invulling met warmtekrachtkoppelingen.

Daarnaast zal voor de verschillende opties, zoals die zijn aangegeven in het Ontwerp-inpassingsplan (oktober 2009) (Arcadis, 2009b), kwalitatief worden ingeschat wat de effecten zijn¹. Van deze alternatieven wordt het reductiepotentieel ten opzichte van de referentie ingeschat. Hierbij is tevens gebruik gemaakt van het Voorontwerp-inpassingsplan (juni 2009) (Arcadis, 2009a). Opties welke wel in het voorontwerp voorkwamen maar niet zijn geselecteerd in het ontwerp worden ook in dit rapport behandeld.

Tot slot zal een kort inzicht worden gegeven in de gevolgen van de extra emissies van de glastuinbouwlocatie voor de totale CO₂-emissies van de gemeente Steenbergen.

De berekeningen in dit document zijn globaal uitgevoerd. Zij dienen slechts ter illustratie van de ordegrottes. Voor detailberekeningen is aanvullend onderzoek nodig.

¹ Het berekenen van deze alternatieven is uitvoerig en vereist vele gegevens van de aanwezige mogelijkheden. Dit valt buiten deze studie.

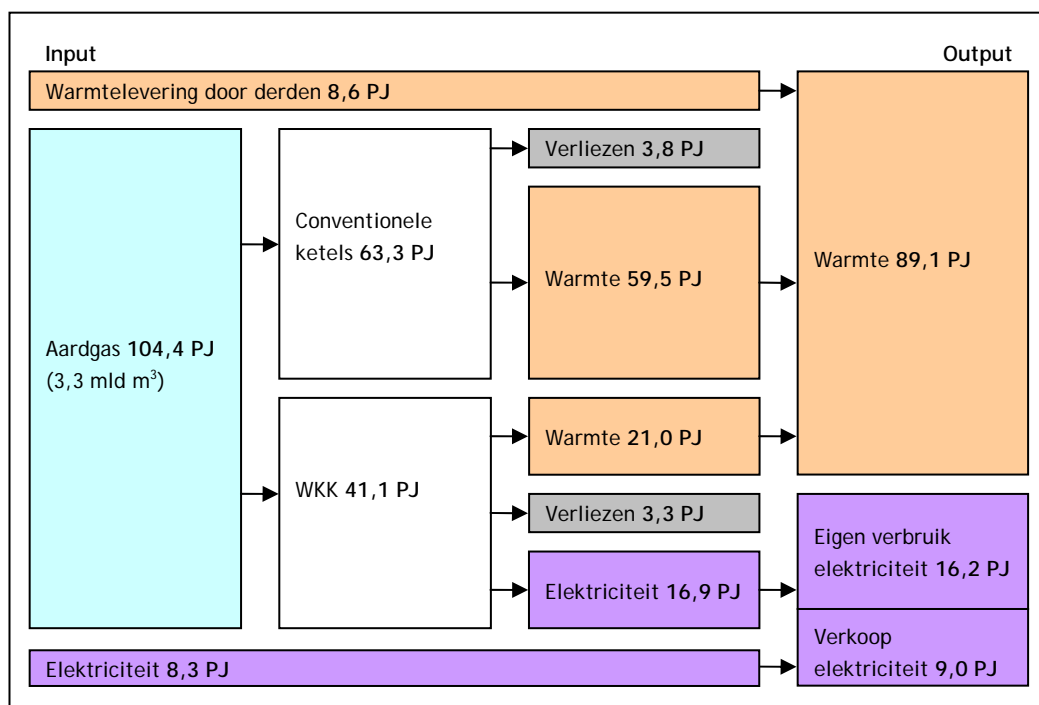


3 Bepaling energievraag en CO₂-emissie

Glastuinbouw is in Nederland een zeer belangrijke economische sector, maar ook een sector die veel energie verbruikt. Op dit moment is het Convenant Glastuinbouw en Milieu (GLAMI) tussen de sector en de overheid van kracht. Om dit convenant te monitoren worden vele onderzoeken uitgevoerd naar het energiegebruik. Aan de hand van de gegevens van deze onderzoeken kan een inschatting worden gemaakt van de energievraag (uitgedrukt in warmte en elektriciteit) van de hele sector en per hectare gemiddeld². Op dit moment zijn de gegevens uit 2006 het meest compleet en beschikbaar. Omdat echter de ontwikkeling binnen de sector niet stil staat en de glastuinbouwlocatie nog in ontwikkeling is, zal worden aangenomen dat de huidige energievraag 10% onder de energievraag van 2006 ligt.

De energievraag van de glastuinbouw is drieledig: gas (voor warmte- en elektriciteitsproductie), elektriciteit en warmtelevering door derden (rest-warmte, WK-installatie energiebedrijven)³. In Figuur 1 wordt een overzicht gegeven van de energiestromen in de glastuinbouw, gebaseerd op een studie van LEI (2008a/b).

Figuur 1 Energiestromen in de glastuinbouw in 2006



Bron: Gebaseerd op LEI (2008a/b), ECN (1996), GLAMI (2004).

Opmerking: Omrekeningen aardgas op onderwaarde; ketelrendement 94% (op onderwaarde) (ECN, 1996); WKK-rendement 51% (thermisch, onderwaarde), 41% (elektrisch, onderwaarde).

² Voor de berekeningen in deze studie zullen niet de uitgangspunten van het GLAMI worden gehanteerd, maar zal worden gerekend met gangbare methoden die ook voor andere sectoren zouden gelden.

³ Duurzame energie en overige fossiele brandstoffen hebben een aandeel van kleiner dan 1% in het totale energieverbruik en worden bij deze berekening vanwege het overzicht achterwege gelaten.

Uit het bovenstaande overzicht blijkt dat de totale glastuinbouwsector een finale warmtevraag⁴ heeft van 89,1 PJ⁵ en een finale elektriciteitsvraag van 16,2 PJ. In 2006 bedroeg het totale areaal 10.380 ha. In het onderstaande overzicht staat de gemiddelde energievraag in de Nederlandse glastuinbouw en wat dit betekent voor de finale warmte- en elektriciteitsvraag per netto hectare glastuinbouw.

Als gevolg van de genoemde 10% reductie van de energievraag door technologische verbeteringen zal de uiteindelijke energievraag per hectare 10% lager liggen (zie Tabel 1)

Als voor de locatie in Steenberg (220 ha) wordt aangenomen dat hier dezelfde gemiddelde warmte- en elektriciteitsvraag per hectare zal zijn, dan zal dat betekenen dat de vraag respectievelijk 1,70 PJ voor warmte en 0,31 PJ voor elektriciteit is. Totaal betekent dat dus 2,01 PJ.

Tabel 1 Finale energievraag glastuinbouw: landelijk, gemiddeld en Steenberg

	Warmte	Elektriciteit	Totaal
Totaal landelijk huidig	89,1 PJ	16,2 PJ	105,2 PJ
Gemiddeld landelijk	8.584 GJ/ha	1.561 GJ/ha	10.145 GJ/ha
Met 10% technologisch verbetering	7.725 GJ/ha	1.405 GJ/ha	9.130 GJ/ha
Totaal Steenberg	1,70 PJ	0,31 PJ	2,01 PJ

Opmerking: De totalen wijken af van de getallen uit bijvoorbeeld de monitoring van GLAMI, omdat hier alleen gekeken is naar de finale energievraag.

Er zijn tal van methoden voor het bepalen van het energieverbruik en de CO₂-emissie van een activiteit. In het GLAMI-convenant wordt een methode gehanteerd waarbij enkel de emissies van de verbruikte fossiele brandstoffen op de locatie meetellen. In deze studie zal daar van af worden geweken om inzichtelijk te maken welke extra emissies de nieuwe glastuinbouwlocatie veroorzaakt (ook buiten de gemeentegrenzen). In Tabel 2 staan de gehanteerde methodieken voor deze studie.

Tabel 2 Berekeningsmethodieken

Totale energieverbruik (TJ)	Gas (TJ) + Warmte (TJ) + Overig (TJ) + Elektriciteit (inkoop min verkoop) (TJ)
Primair energieverbruik (TJ)	Gas (TJ) + (1/0,87)*Warmte (TJ) + Overig (TJ) + (1/0,40)* Elektriciteit (inkoop min verkoop) (TJ)
CO ₂ -emissie	Emissie werkelijk verstoekte fossiele brandstoffen + Emissie elektriciteitsinkoop - Emissie gerelateerd aan elektriciteitsverkoop

Bron: GLAMI (2004), LEI (2008a).

Als gevolg van de gehanteerde methoden zal voor ingekochte, zuivere rest-warmte geen emissie worden bedeed aan de glastuinbouwlocatie, dit is immers een 'afvalproduct' waaraan geen extra energie toe wordt gevoegd. Wel zal de aan de verkochte elektriciteit gerelateerde emissie (bijvoorbeeld

⁴ Er is een onderscheid tussen primaire en finale energievraag. Primaire energie is de energie die een elektriciteitscentrale in gaat, finale energie is de energie die eindgebruiker verbruikt. Het verschil zijn alle verliezen onderweg, zoals rendementsverlies en transportverlies.

⁵ Joule (J) is de eenheid van energie. P (peta) is 10¹⁵, T (tera) is 10¹², G (giga) is 10⁹ en M (mega) is 10⁶.



bij een WKK) verminderd worden op de totale emissie. Deze elektriciteitsproductie zal immers ergens anders in Nederland worden uitgespaard. Daar tegenover staat dat de inkoop van restwarmte geen reductie geeft van het energieverbruik, want deze reductie vindt immers plaats bij de warmtebron (efficiënter gebruik van restwarmte).

Voor de emissies zal gebruik worden gemaakt van de emissiefactoren van de verschillende energiebronnen/dragers. In Tabel 3 staat een overzicht van de gehanteerde emissiefactoren.

Tabel 3 Gehanteerde emissiefactoren

Energiebron	Emissiefactor ⁶
Aardgas	56,7 kg/GJ
Elektriciteit	157,2 kg/GJ
Biogas	0 kg/GJ
Duurzame elektriciteit	0 kg/GJ

Bron: SenterNovem (2007).

Opmerking: De emissiefactor elektriciteit geldt voor het finale elektriciteitsgebruik, niet voor het primaire gebruik.

4 Referentiesituatie

In de gekozen referentiesituatie wordt alle benodigde warmte opgewekt door middel van een ketel en wordt alle elektriciteit ingekocht van het net. In Tabel 4 staan de uitkomsten van de referentiesituatie.

Tabel 4 Referentiesituatie Steenberg

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totaal energie	Primaire energie ⁷	CO ₂ -emissie
Ketel	Warmte	1,70 PJ	94% (ow)	1,81 PJ	1,81 PJ	103 kton
Net	Elektriciteit	0,31 PJ	100%	0,31 PJ	0,77 PJ	49 kton
	Totaal	2,01 PJ		2,12 PJ	2,58 PJ	151 kton

De emissie van de gemeente Steenberg is niet bekend, maar voor een inschatting zal worden gerekend met het landelijke gemiddelde 10,6 ton CO₂ per inwoner (175 Mton voor 16,4 miljoen Nederlanders). In dit geval zou de gemeente Steenberg, met een populatie van ongeveer 23.000 inwoners rond de 245.000 ton, ofwel 245 kton CO₂-uitstoot hebben.

Indien de glastuinbouwlocatie dus zal worden uitgerust met de referentiesituatie, zal de CO₂-emissie met 151 kton toenemen, bijna 62%.

⁶ In werkelijkheid zal er een spreiding in de emissiefactoren zitten. Voor het inzichtelijk houden van deze studie, zal echter van deze 'gemiddelde' factoren worden uitgegaan.

⁷ Het omrekenen van elektriciteit naar primaire energie wordt gedaan met het gemiddelde rendement van het Nederlandse productiepark: over het algemeen gesteld op 40%.



5 Besparingsopties

Voor het invullen van de energievraag van de glastuinbouwlocatie in Steenbergse zijn vele mogelijkheden. Onderstaand worden zeven opties besproken en de consequenties die zij hebben op het energieverbruik en de CO₂-emissie.

Benutting restwarmte suikerfabriek

Naast de beoogde glastuinbouwlocatie staat een suikerfabriek. Deze fabriek heeft veel restwarmte en deze kan gebruikt worden om de tuinders te voorzien van warmte. Dit is mogelijk omdat de suikerfabriek zich in de directe omgeving van de kassen begeeft waardoor warmteverliezen tijdens het transport beperkt blijven. Momenteel wordt deze restwarmte niet benut, en afgegeven aan de atmosfeer. Tijdens de bietencampagne (periode waarin de bieten tot suiker worden verwerkt) is er tussen de 50 to 60 MW aan restwarmte beschikbaar op een temperatuur van 55°C (p42). Aangezien de exacte duur van de levering niet bekend is wordt hier gebruik gemaakt van het energie equivalent van de levering gemeten in m³ aardgas zoals wordt aangegeven in het Ontwerp-inpassingsplan. De omvang van de restwarmtelevering gemeten in aardgas bedraagt volgens het Ontwerp-inpassingsplan 8 miljoen m³ aardgas per jaar. De bietencampagne is een periode van ongeveer half september tot half januari waarin de suikerfabriek op continue basis bieten verwerkt om suiker te produceren. Het restwarmteaanbod is dus beperkt tot ongeveer vijf maanden per jaar. Wel komt de restwarmte in een relatief koude periode beschikbaar.

De suikerfabriek kan in het algemeen en ten tijde van de bietencampagne slechts een deel van de warmtevraag van het glastuinbouwgebied voorzien. In totaal kan door de warmtelevering 14% van de warmtevraag worden ingevuld. Hierdoor zal de resterende warmtevraag (86%) met een conventionele ketel dienen te worden voldaan. In dit scenario wordt de benodigde elektriciteit afgenomen van het van het openbare net.

Tabel 5 Optie - 50% warmtelevering door suikerfabriek

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
Ketel	Warmte	1,45 PJ	94% (ow)	1,54 PJ	1,54 PJ	87 kton
Fabriek	Warmte	0,25 PJ	100%	0,25 PJ	0,29 PJ	--- kton
Net	Elektriciteit	0,31 PJ	100%	0,31 PJ	0,77 PJ	49 kton
	Totaal	2,01 PJ		2,10 PJ	2,60 PJ	136 kton

Opmerking: De omrekenfactor van warmtelevering door derden naar primair is 0,87 (GLAMI, 2004).

Het gebruik van restwarmte leidt tot een marginale vermindering van het totale energieverbruik op de locatie (de besparing wordt immers behaald bij de suikerfabriek). Het primaire energieverbruik neemt toe, onder andere in verband met de transportverliezen die ontstaan bij warmte. De CO₂-emissie op de locatie neemt af (-10%), omdat er minder fossiele brandstoffen worden gebruikt.

Omdat hier geen sprake is van restwarmte toepassing binnen een bedrijf maar tussen bedrijven is de haalbaarheid nog onduidelijk. Momenteel wordt daarom de technische en financiële haalbaarheid doormiddel van een businessplan onderzocht.



Opwekken van biogas

Een grote agrarisch locatie heeft over het algemeen ook veel biologische reststromen. Deze reststromen kunnen worden ingezet om via vergisting biogas te produceren. Dit biogas kan worden gebruikt in een eenvoudige ketel of WKK. Een volledige geïntegreerd systeem voor biogas heeft vele energiestromen (restwarmtegebruik, elektriciteitsgebruik, additieven, et cetera).

Er wordt aangegeven dat er op het Agro & Food Cluster West-Brabant (AFCWB) een potentie ligt om 15 miljoen m³ op groen gas op te wekken (p44). Onduidelijke factoren zijn zowel de calorische waarde van het gas als het tijdstip van beschikbaarheid van mogelijk in de toekomst beschikbare stromen. Hierdoor kan het potentieel van biogas niet precies worden beoordeeld. Daarom wordt hier een gemiddelde energie-inhoud van biogas in de berekening aangehouden welke overigens ruim onder dat van Nederlands aardgas ligt.

Het potentieel aan groen gas is gebaseerd op het gehele AFCWB-cluster en niet alleen op de het glastuinbouwgebied. In de berekening wordt aangenomen dat dit gehele potentieel wordt gebruikt voor de glastuinbouw.

Mogelijk kan niet het hele potentieel worden benut aangezien hierin biomassa wordt meegerekend welke mogelijk op een ander locatie zal worden ingezet. Zo wordt aangegeven dat er bij de suikerfabriek een grote stroom biomassa vrijkomt. Maar de suikerfabriek heeft zelf plannen om deze stroom te gaan benutten aangezien er op het terrein een biomassavergisting proefopstelling is gerealiseerd. Indien de suikerfabriek overgaat tot een volwaardige, commerciële opstelling zal er waarschijnlijk geen van haar biomassa beschikbaar zijn voor een te ontwikkelen vergister bij het glastuinbouwgebied.

In dergelijke gevallen zal biomassa uit de omgeving betrokken moeten worden van andere producenten om een rendabele exploitatie te bereiken.

In dit scenario wordt 16% van de gevraagde warmte geproduceerd door biogas dat wordt verbrand in een ketel. Daarnaast wordt verondersteld dat het elektriciteitsgebruik met een vijfde zal toenemen voor de biogasproductie.

Tabel 6 Optie - Warmtelevering door biogasproductie

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
Ketel	Warmte	1,42 PJ	94% (ow)	1,51 PJ	1,51 PJ	86 kton
Biogas	Warmte	0,28 PJ	94%	0,29 PJ	--- PJ	--- kton
Net	Elektriciteit	0,31 PJ	100%	0,37 PJ	0,93 PJ	56 kton
	Totaal	2,01 PJ		2,17 PJ	2,44 PJ	144 kton

Het totale energieverbruik van een biogasinstallatie neemt licht toe ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt vooral door de extra elektriciteit die nodig is voor de biogasvergisting. De primaire energie en de CO₂-emissie nemen af.

Indien het geproduceerde biogas in een WKK ingezet zou worden, zou dit hoofdzakelijk gevolgen hebben voor het totale en primaire energieverbruik; deze zullen dalen.



Warmte/koude-opslag in de bodem

Bij een WKO-systeem wordt warmte en koude uitgewisseld met de ondergrond (veelal met een waterdragende laag, een aquifer). Zo wordt er in de zomer warmte aan de kas onttrokken en opgeslagen in de bodem en wordt deze opgeslagen warmte in de winter weer uit de bodem gehaald en door middel van een elektrische warmtepomp opgewerkt naar het gewenste warmteniveau. Door de eigenschappen van een warmtepomp is veel minder energie nodig om de gewenste warmte te bereiken in vergelijking met bijvoorbeeld een ketel. In de onderstaande berekening wordt er vanuit gegaan dat alle warmte wordt voorzien door een WKO-systeem met warmtepomp. Dat betekent dat er dus geen aardgas meer nodig is, maar dat de elektriciteitsvraag voor de warmtepomp wel aanzienlijk toeneemt. In hoeverre dit mogelijk is, is volledig afhankelijk van de aanwezigheid van geschikte waterdragende lagen. Of deze aanwezig zijn is niet bekend.

Tabel 7 Optie - 100% warmtelevering met warmtepomp en WKO

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
Warmtepomp	Warmte	1,70 PJ	300%	0,43 PJ	1,06 PJ	74 kton
Net	Elektriciteit	0,31 PJ	100%	0,31 PJ	0,77 PJ	54 kton
	Totaal	2,01 PJ		0,73 PJ	1,84 PJ	115 kton

Opmerking: Voor de warmtepomp wordt met een gemiddelde COP gerekend van 3. De warmte wordt geproduceerd met elektriciteit.

De bovenstaande berekening geeft slechts een indicatie, omdat veel afhankelijk is van de verschillende variabelen, zoals de temperatuur van de bron. Een gemiddelde energiebesparing bij toepassing van een warmtepomp en WKO ten opzichte van een eenvoudige ketel ligt tussen de 60 en 70% (Inventum, 2009).

Doormiddel van een van masterplan wordt een mogelijke inpassing van een WKO-systeem in kaart gebracht (p78). Indien de bodemgesteldheid WKO toelaat zou de optie volgens de berekeningen voor een besparing kunnen zorgen van 24% ten opzichte van het referentie scenario.

Bij dit systeem dient wel opgemerkt te worden dat er geen CO₂ meer geproduceerd wordt op de locatie. Aangezien er wel CO₂ nodig is voor de groei in de kassen, zal er dus CO₂ ingekocht moeten worden en zal dus de totale emissie toenemen. De hoeveelheid is afhankelijk van de teelt en op dit moment niet bekend.

Windenergie

Door een aantal windmolens te plaatsen kan de glastuinbouwlocatie voorzien in (een deel van) haar elektriciteitsvraag. Er wordt aangegeven dat er volgens het Ontwerp-inpassingplan ruimte is voor de realisatie van een achttal windturbines op de locatie (p60). Wel dient hierbij te worden vermeldt dat de maximale toegestane ashoogte 110 meter bedraagt, tevens dienen onder andere de implicaties van inpassing nog te worden onderzocht. Wel wil de provincie Noord-Brabant onderzoeken of het geplande windmolenpark in gemeente Moerdijk, dat aan de overkant van de Dintel moet komen te liggen, gezamenlijk kan worden gerealiseerd. De onderstaande berekening is gebaseerd op een achttal turbines omdat onduidelijk is of een gezamenlijke ontwikkeling werkelijk tot stand komt. Daarnaast is ook onduidelijk wie de afnemers van het te ontwikkelen park in Moerdijk zullen zijn.



Uitgaande van een elektriciteitsgebruik van 0,31 PJ (86 miljoen kWh) en 2.200 vollasturen (gemiddelde Nederland) zal met een achttal windmolens van 3 MW niet voldoende elektriciteit kunnen worden geproduceerd om aan de gehele elektriciteitsbehoefte te voldoen. Met een achttal molens kan 62% van de elektriciteitsbehoefte worden ingevuld.

Om de gehele behoefte in te vullen zal een vermogen van 39 MW aan windmolens moeten worden opgesteld. Hiervoor is een dertiental molens van 3 MW benodigd.

Tabel 8 Optie - elektriciteitslevering door windenergie

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
Ketel	Warmte	1,70 PJ	94% (ow)	1,81 PJ	1,81 PJ	103 kton
Windmolen	Elektriciteit	0,19 PJ	100%	0,19 PJ	--- PJ	--- kton
Net	Elektriciteit	0,12 PJ	100%	0,12 PJ	0,30 PJ	19 kton
	Totaal	2,01 PJ		2,12 PJ	2,11 PJ	122 kton

Een windmolen levert geen reductie op het totale energieverbruik, maar wel op de CO₂-emissie en de primaire energie. Er hoeven immers geen fossiele brandstoffen meer gebruikt te worden voor de elektriciteitsproductie in een centrale.

6 Niet geselecteerde besparingsopties

In het Voorontwerp-inpassingsplan (juni 2009) kwam een aantal besparingsopties voor, welke is komen te vervallen in het Ontwerp-inpassingsplan (oktober 2009). Onderstaand worden de niet geselecteerde opties toegelicht.

WKK

Een warmtekrachtkoppeling (WKK) produceert zowel warmte als elektriciteit. Vaak zijn deze WKK's zo ontworpen dat zij voldoen aan de warmtevraag en dat de geproduceerde elektriciteit een 'bijproduct' is. Als gevolg hiervan wordt veruit het overgrote deel van de warmte nuttig gebruikt en wordt de elektriciteit die niet wordt gebruikt terug geleverd aan het net. Op deze manier behaalt een WKK een veel hoger rendement dan wanneer de warmte en elektriciteit los van elkaar opgewekt zouden worden⁸.

Tabel 9 Optie - WKK

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
WKK	Warmte	1,70 PJ	51%	3,34 PJ	3,34 PJ	189 kton
	Elektriciteit	0,31 PJ	41%			
Net	Elektriciteit	1,06 PJ			-1,06 PJ	-2,65 PJ
	Totaal	3,07 PJ		2,28 PJ	0,69 PJ	129 kton

⁸ Bij een grote elektriciteitscentrale wordt vaak maar een zeer klein deel van de warmte nuttig gebruikt, waardoor soms wel meer dan 60% van de energie verloren gaat.



Conform de berekeningsmethodiek die wordt gehanteerd in de glastuinbouwsector zal het totale energieverbruik licht toenemen. Dit komt vooral doordat bij een WKK er een warmteverlies is van 8% tegenover een verlies van 6% bij een gewone ketel. De totale CO₂-emissie zal afnemen omdat er op de locatie zelf elektriciteit wordt geproduceerd met veel minder energieverliezen (en dus ook CO₂-emissie) dan wanneer dit was ingekocht bij een elektriciteitscentrale. De grote besparing wordt behaald op de primaire energie. Deze neemt zeer sterk af, omdat een heel groot deel van de opgewekte elektriciteit wordt terug geleverd aan het net en dat dit dus niet door gewone elektriciteitscentrales geproduceerd hoeft te worden.

In het Ontwerp-inpassingsplan wordt WKK niet specifiek als een besparingsmaatregel gepresenteerd. Wel wordt in het document gerefereerd naar de techniek bij de toepassing van groen gas (p44). Het niet expliciet noemen van deze optie kan opmerkelijk worden genoemd, te meer omdat deze techniek inmiddels bij een zeer groot deel van de glastuinbouwsector wordt toegepast.

Benutting aardwarmte

Bij aardwarmte wordt net als bij een warmte/koude-opslagsysteem (WKO) gebruik gemaakt van de ondergrond. Het verschil zit echter in het feit dat bij aardwarmte energie wordt onttrokken aan de ondergrond en dat bij WKO energie wordt opgeslagen (toegevoegd en onttrokken).

De warmte die in de diepe ondergrond van Nederland zit (rond de twee kilometer diepte) kan gebruikt worden voor het leveren van warmte aan kassen. Inmiddels is in Nederland de eerste test hiermee gestart en zijn verschillende haalbaarheidsonderzoeken van start gegaan. Zo blijkt uit een haalbaarheidsstudie voor de gemeente Kampen dat een kassencomplex van 200 ha voorzien kan worden van 83% van haar warmtevraag door toepassing van aardwarmte (Kampen, 2009).

Echter, het toepassen van aardwarmte is niet overal mogelijk. Zo blijkt bijvoorbeeld uit een studie van Ecofys (2009) dat de gemeente Steenbergse buiten de zone ligt waar aardwarmte toepasbaar is. De optie van aardwarmte lijkt dan ook geen reële optie. In hoeverre dit echter daadwerkelijk zo is, zal uit aanvullend onderzoek moeten blijken. Voor de vergelijking in dit onderzoek zal echter worden aangenomen dat 75% van de warmtevraag ingevuld kan worden met aardwarmte. Het extra elektriciteitsgebruik van het systeem (voor met name de pomp) is zeer gering en wordt voor deze berekeningen als verwaarloosbaar beschouwd (Platform Geothermie, 2009).

Tabel 10 Optie - 75% warmtelevering door aardwarmte

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
Ketel	Warmte	0,43 PJ	94% (ow)	0,45 PJ	0,45 PJ	26 kton
Aardwarmte	Warmte	1,23 PJ	100%	1,23 PJ	--- PJ	--- kton
Net	Elektriciteit	0,31 PJ	100%	0,31 PJ	0,77 PJ	49 kton
	Totaal	2,01 PJ		1,99 PJ	1,36 PJ	74 kton

Net als bij de warmtelevering door derden neemt het totale energieverbruik slechts beperkt af. De grote besparing wordt echter behaald op de primaire energie en de CO₂-emissie. Deze nemen in zeer sterke mate af, met name omdat er geen primaire energie nodig is voor de aardwarmte.



Gesloten kas

Een gesloten kassysteem is in principe hetzelfde als een kas met WKO, maar dan aangevuld met het balanceren van het binnenklimaat en de gewasbeschermingsmiddelen. Deze toevoegingen hebben echter een minimaal effect op de energieprestatie van de kas. Op energiegebied zal de gesloten kas dus dezelfde uitkomsten hebben als een WKO-systeem.

De gesloten kas als optie is in het Ontwerp-Inpassingplan niet meer beschreven. Toepassing van gesloten kas system had kunnen leiden tot een CO₂-besparing van 24% ten opzichte van het referentiescenario. Een belangrijke voorwaarde voor de toepassing is een juiste bodemgesteldheid voor de toepassing van het WKO-systeem. Er zal er een masterplan koude en warmte opslag worden gestart waaruit de mogelijkheden van een lokale inpassing worden onderzocht. Indien de grondgesteldheid juist is zal het een realistische optie zijn.

Afvang en vastlegging CO₂

Het afvangen en vastleggen van de CO₂-emissie kan in alle alternatieven met CO₂-emissie plaatsvinden en ook in de systemen waarbij geen CO₂ op locatie wordt geproduceerd, omdat daar CO₂ wordt toegevoegd ten behoeve van de groei van de planten.

Indien wordt aangenomen dat alle CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen, dan zal er dus geen CO₂-emissie meer plaatsvinden. Echter, voor de afvang en opslag van CO₂ is veel energie nodig (vooral elektrisch). Voor deze berekeningen wordt uitgegaan van de referentiesituatie met een ketel en wordt aangenomen dat het elektriciteitsgebruik minimaal verdubbeld.

Tabel 11 Optie - CO₂-afvang en -opslag

Bron	Product	Output	Omzetrendement	Totaal energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
Ketel	Warmte	1,70 PJ	94% (ow)	1,81 PJ	1,81 PJ	--- kton
Net	Elektriciteit	0,62 PJ	100%	0,62 PJ	1,55 PJ	97 kton
	Totaal	2,32 PJ		2,43 PJ	3,36 PJ	97 kton

Zowel het totale energieverbruik als het primaire energieverbruik nemen toe. De CO₂-emissie bedraagt de emissie voor de elektriciteit.

Dit scenario is niet geheel realistisch omdat niet alle CO₂ afgevangen kan worden en dat de relatieve kleinschaligheid waarop dit gebeurd er toe kan leiden dat een verdubbeling van het elektriciteitsverbruik een ernstige onderschatting kan zijn. Hierover zijn op dit moment echter geen gegevens bekend.



7 Vergelijkingen

In Tabel 12 wordt een overzicht gegeven van alle alternatieven en de besparingen die zij behalen. Dit zijn de theoretisch maximaal haalbare reducties, gegeven de randvoorwaarden.

Tabel 12 Vergelijking opties

Optie	Totaal energieverbruik		Primaire energie		CO ₂ -emissie	
	PJ	%	PJ	%	kton	%
Referentie	2,12		2,58		151	
Warmtelevering	2,10	-1%	2,60	+1	136	-10%
Biogas	2,17	+2%	2,44	-5%	144	-5%
WKO	0,73	-66%	1,84	-29%	115	-24%
Windenergie	2,12	0	2,11	-18%	122	-19%
WKK	2,28	+8%	0,69	-73%	129	-15%
Aardwarmte	1,99	-6%	1,36	-47%	74	-51%
Gesloten kas	0,73	-66%	1,84	-29%	115	-24%
CO ₂ -afvang/opslag	2,43	+15%	3,36	+30%	97	-36%

Opmerking: Bij WKO: CO₂-emissie zonder toegevoegde CO₂ voor teelt. De uitkomsten van de gesloten kas zijn gelijk aan het WKO-systeem.

Zoals goed valt te zien, verschillen de alternatieven sterk. Waar het ene alternatief goed scoort op een reductie van energieverbruik, scoort de ander goed op de reductie van primaire energie of CO₂-reductie.

8 Conclusie

Een globale inschatting van de huidige CO₂-emissie van Steenbergens geeft een emissie van 245 kton CO₂. Indien de nieuwe glastuinbouwlocatie doorgang zal vinden, dan zal bij de referentie-uitvoering (ketel en elektriciteitsinkoop) de totale emissie van Steenbergens toenemen met 151 kton, een toename van 62%.

Er zijn vele opties voor de energievoorziening van deze locatie. Al deze opties leveren wisselende resultaten op als het gaat om energiebesparing en CO₂-emissiereductie ten opzichte van de referentiesituatie.

- Restwarmtelevering: Door 14% van de warmtevraag van de glastuinbouw te voorzien met restwarmte van de suikerfabriek, kan een CO₂-reductie van ongeveer 10% worden behaald. De restwarmtebenutting is een zeer reële optie. De warmteleveringen vinden geheel plaats ten tijdens de bieten-campagne van half september tot half januari. De levering vindt daardoor plaats in een relatief koude periode.
- Opwekken biogas: Het opwekken en gebruiken van biogas voor de productie van 16% van de warmte levert een CO₂-reductie van 5%. Deze besparing zal toenemen wanneer het biogas wordt ingezet in een WKK. Indien aanspraak gemaakt kan worden op de grote hoeveelheid biologische reststromen welke vrijkomen op het AFCWB is deze optie technisch gezien reëel. Of het economisch ook haalbaar is, is afhankelijk van vele factoren en nu niet inzichtelijk.
- WKO: warmte/koude-opslag in de bodem in combinatie met een elektrische warmtepomp levert een reductie van bijna 24% op. Of deze optie haalbaar is, is afhankelijk van de bodemgesteldheid op de locatie (aanwe-



zigheid van geschikte waterdragende lagen). Hiervoor is nader onderzoek nodig.

- Windenergie: Door alle elektriciteit duurzaam op te wekken met windmolens zal 19% CO₂-emissie bespaard kunnen worden. De verwachting is dat het technisch mogelijk is de windmolens met voldoende vermogen te plaatsen. Dit is vaak echter niet het doorslaggevend argument voor het wel of niet plaatsen van windmolens, maar wordt mede bepaald door landschappelijke en leefbaarheids argumenten.
- WKK: Het toepassen van een warmtekrachtkoppeling zal een CO₂-emissiereductie van bijna 15% bewerkstelligen. Het toepassen van een WKK in de glastuinbouw heeft de laatste jaren een flinke vlucht genomen en is dan ook een zeer realistische besparingsoptie voor Steenbergen. Het is daarom ook opmerkelijk te noemen dat deze mogelijkheid niet expliciet wordt genoemd in het Ontwerp-inpassingsplan.
- Aardwarmte: Indien drie kwart van de warmtevraag wordt ingevuld met aardwarmtelevering, dan zal een CO₂-emissiereductie van ongeveer 51% behaald kunnen worden. Uit onderzoeken van de bodem in Nederland is echter gebleken dat de regio Steenbergen niet geschikt lijkt voor het toepassen van aardwarmte. Deze optie lijkt dan ook weinig realistisch.
- Gesloten kas: Het concept van een gesloten kas levert een reductie gelijk aan die van een WKO-systeem: 24%. Dit concept lijkt, mits het WKO-systeem toepasbaar is, een realistische optie voor de locatie. Het is opmerkelijk dat de optie niet meer als alternatief in het toelichting document wordt behandeld. Binnen het energietransitie programma wordt namelijk veel waarde gehecht.
- CO₂-afvang/opslag: Deze optie levert veel CO₂-reductie op locatie, maar kost ook erg veel extra energie. Uiteindelijk kan een emissiereductie van ongeveer 36% worden bereikt. Deze optie is (nog) niet reëel.

De bandbreedte van de bovengenoemde opties is een besparing ten opzichte van referentiesituatie van 5-51%. Echter, een aantal opties kan als onrealistisch worden bestempeld. Zo zal naar verwachting aardwarmte niet mogelijk zijn, evenals de CO₂-afvang/opslag. Dat betekent dat de realistische bandbreedte, gegeven de aannames, zal liggen tussen de 5-24%. Met deze bandbreedte zal dus de totale CO₂-emissie in Steenbergen toe nemen met 115 tot 144 kton, ofwel 46 tot 59%.

Als alleen naar de realistische opties wordt gekeken, dan verschilt de bandbreedte van de besparingsopties uit het Voorontwerp uiteindelijk niet met de bandbreedte van het Ontwerp-inpassingsplan, omdat de opties uit het Ontwerp-inpassingsplan de opties zijn die als realistisch worden bestempeld. De besparing van de weggelaten, realistische opties (WKK en gesloten kas) vallen binnen deze bandbreedte (respectievelijk 15 en 24% besparing).

In het Ontwerp-Inpassingsplan (p42) wordt tevens melding gemaakt dat 15% van de energie voor de locatie duurzaam opgewekt moet zijn. Deze omschrijving is voor nu echter te vrijblijvend en niet-concreet om aan te kunnen geven wat hiervan de gevolgen kunnen zijn.



9 Bronnen

Arcadis, 2009a

Toelichting Inpassingsplan agro & food cluster West Brabant, voorontwerp
Amersfoort : Arcadis, 2009

Arcadis, 2009b

Toelichting Inpassingsplan agro & food cluster west brabant, ontwerp
Amersfoort : Arcadis, 2009

ECN, 1996

H. Boot (TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie)
Verbruiksanalyse glastuinbouw
Petten : ECN, 1996

Ecofys, 2009

Factsheet diepe geothermie
Utrecht : Ecofys, 2009

GLAMI, 2004

Methodiek voor aangepaste energie omrekenfactoren bij energiedoorlevering
in clusters
S.I. : Glastuinbouw en milieu (GLAMI), 2004

Inventum, 2009

Inventum Energion warmtepomp. Oktober 2009
<http://www.inventum.com/nl/zenergion.php>

Kampen, 2009

Jan Ammerlaan, PGMi, Flynth adviseurs en accountants BV, PanTerra
Geoconsultants B.V.
Haalbaarheidsonderzoek aardwarmte Koekoekspolder
Kampen : Gemeente Kampen, 2009

LEI, 2008a

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2007
Wageningen : LEI Wageningen UR, 2008

LEI, 2008b

Energiebenutting warmtekrachtkoppeling in de Nederlandse glastuinbouw
Wageningen : LEI Wageningen UR, 2008

Platform Geothermie, 2009

Factsheet geothermie
S.I. : Platform Geothermie, 2009

SenterNovem, 2007

Cijfers en tabellen
Utrecht : SenterNovem, 2007

