



# Aardwarmte als duurzame warmtebron in de glastuinbouw

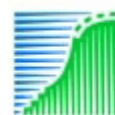
verkorte rapportage

P. Knies  
J.C. Bakker

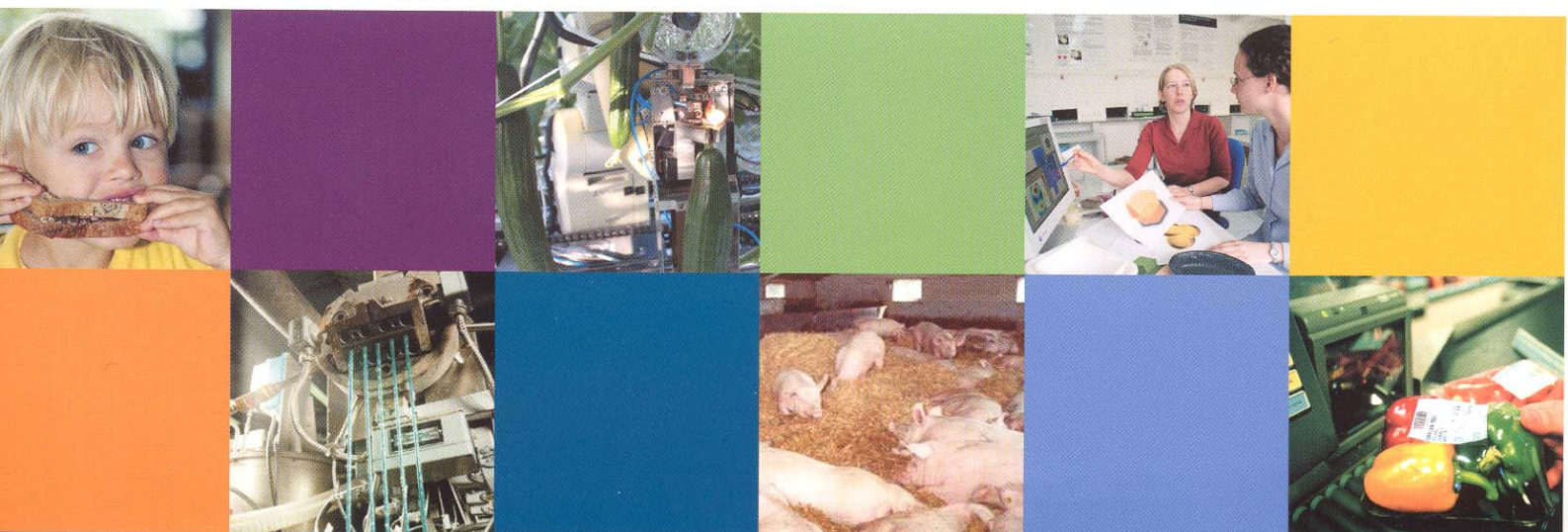
gebaseerd op rapport nr 322

In opdracht van:

Productschap  Tuinbouw



landbouw, natuur en  
voedselkwaliteit



|                 |   |
|-----------------|---|
| Titel           | Aardwarmte als duurzame warmtebron in de glastuinbouw |
| Auteur(s)       | P. Knies, J.C. Bakker                                 |
| A&F nummer      | basisdocument:: rapport 322                           |
| ISBN-nummer     | basisdocument : 90-6754-876-6                         |
| Publicatiedatum | januari 2005  |
| Vertrouwelijk   | nee   |
| Project code.   | PT 11731 A&F 630.54008.01                             |

Agrotechnology & Food Innovations B.V.  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 475 024  
E-mail: [info.agrotechnologyandfood@wur.nl](mailto:info.agrotechnologyandfood@wur.nl)  
Internet: [www.agrotechnologyandfood.wur.nl](http://www.agrotechnologyandfood.wur.nl)

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.*

Dit rapport is goedgekeurd door: J.C. Bakker



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

## Samenvatting

De glastuinbouw geeft hoge prioriteit aan een duurzame toekomst en als onderdeel daarvan aan een duurzame energievoorziening. Speerpunt voor het beleid is daarbij de vermindering van het fossiele energiegebruik om op termijn te komen tot een sector die onafhankelijk is van fossiele brandstof. Deze lange termijn doelstellingen ten aanzien van energie zijn neergelegd in het document “Duurzame Energie Glastuinbouw 2002-2020, Beleidsvisie Energietransitie” van het Productschap Tuinbouw en LTO Nederland (PT en LTO).

Binnen de glastuinbouw zijn door PT, het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en LTO op basis van deze beleidsvisie een zestal transitiepaden geformuleerd: Kas als energiebron, Aardwarmte, Biomassa, Energiearme rassen, Energie-efficiënt groeilicht en vraagbeperking/duurzame energie (DE). Aardwarmte is gekozen als transitiepad omdat het wordt gezien als een geschikte DE-optie met de potentie om een substantiële bijdrage te leveren aan het bereiken van het gestelde doel voor 2020. Aardwarmte kan een alternatief zijn voor de benutting van biomassa (transitiepad 3).

De toepassing van DE komt in de glastuinbouw nagenoeg niet van de grond en dit geldt in het bijzonder voor aardwarmte. Tot nu toe is er in Nederland nog nooit een succesvol grootschalig aardwarmteproject binnen (of buiten) de tuinbouw gerealiseerd. Risico's en investeringsniveaus zijn zodanig, dat individuele tuinbouwondernemers niet in staat zijn deze optie tot ontwikkeling te brengen.

PT, LTO en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) willen daarom via een stappenplan komen tot de realisatie van een voorbeeldproject glastuinbouw; een cluster van circa 50 hectare, waarbij een substantieel deel van de energiebehoefte wordt gedekt uit aardwarmte. De beoogde aanvang van de bouw van de cluster is binnen 4-5 jaar. De realisatie van een eerste voorbeeldcluster moet de weg effenen voor een structureel gebruik van aardwarmte als duurzame energiebron binnen de glastuinbouw.

Als eerste stap van het stappenplan is in deze studie nagegaan (1) onder welke voorwaarden een dergelijke cluster kan worden gerealiseerd, (2) hoe de toepassing van aardwarmte in een bedrijfseconomische vergelijking met andere vormen van duurzame energie uitvalt, (3) wat de milieueffecten zijn van het gebruik van aardwarmte, (4) hoe groot het aardwarmtepotentieel voor toepassing in de glastuinbouw in Nederland is, (5) welke kansen en bedreigingen er aan aardwarmte zijn verbonden en (6) welke *stakeholders* een rol spelen bij het verder tot ontwikkeling brengen van deze DE-optie.

Uit voorliggende studie blijkt dat er in Nederland een aantal geschikte locaties is, dat aan twee belangrijke voorwaarden voldoet: hoge mate van zekerheid over de aanwezigheid van aardwarmte met een voldoende hoog temperatuurniveau én beoogde en/of geplande uitbreiding van glastuinbouw. De meest interessante gebieden zijn Berlikum in Friesland en het Zuid-Hollands glasdistrict (Z-HGD). Ook Grootslag in Noord-Holland is een perspectiefvol gebied.

Aardwarmte is met name interessant voor toepassing als basis-energievoorziening in tuinbouwclusters met een beperkt areaal belichtende bedrijven (globaal minder dan 40%). Uitgaande van een cluster met een omvang van 50 ha en een aardwarmtebron van 8 MW is, afhankelijk van de teeltsamenstelling, een dekking met aardwarmte mogelijk van 20-25%.

Gebruik van externe CO<sub>2</sub> leidt tot een hogere dekking van aardwarmte (30-35%), doordat er minder warmte binnen de cluster vrijkomt dan in de situatie met eigen opwekking van CO<sub>2</sub>. Locaties waar naast aardwarmte ook externe (rest-)CO<sub>2</sub> geleverd kan worden, zijn daarmee extra aantrekkelijk.

**Vanuit technische invalhoek is er geen belemmering om aardwarmte in te zetten als duurzame energiebron in de Nederlandse glastuinbouw.**

Naast aardwarmte zijn er verschillende andere DE-concepten denkbaar, waarmee een vergelijkbare verduurzaming van de energievoorziening kan worden bereikt. In deze studie is aardwarmte vergeleken met een traditioneel systeem als referentie, verbranding en –vergassing van biomassa, een warmtepompsysteem met WarmteKracht (WK) en warmteopslag in een aquifer, windenergie en zonnecellen. In een economische vergelijking tussen deze DE-opties, waarbij geen rekening wordt gehouden met eventuele subsidies, specifieke financieringsmogelijkheden en fiscale effecten, komt aardwarmte samen met de optie warmtepomp (WP) met aquifer als goedkoopste DE-optie naar voren; onder bepaalde condities zelfs goedkoper dan de optie zonder DE. Toepassing van zonnecellen is anno 2004 economisch niet haalbaar.

De prijsindices van de jaarkosten van de opties (1) zonder DE, (2) aardwarmte en (3) oogsten van overtollige warmte en opslag ervan in een ondiepe aquifer (WP met aquifer) zijn vrijwel gelijk. Elk van de DE-opties kent voor en nadelen. Sterke punten van aardwarmte zijn de hoge mate van duurzaamheid en de betrouwbaarheid van de technologie. In vergelijking met aardwarmte zijn de investeringskosten van een systeem met aquifer en een WP laag en is de flexibiliteit groter omdat het op veel kleinere schaal kan worden toegepast en daarmee minder gevoelig is voor “grote schaal” factoren als eensgezindheid onder betrokken partijen.

**Samen met het concept waarbij overtollige warmte wordt opgeslagen in een aquifer die daar, indien nodig met behulp van een warmtepomp, aan wordt onttrokken, is aardwarmte uit bedrijfseconomisch oogpunt het meest aantrekkelijke concept met duurzame energie.**

Aardwarmte is een zeer milieuvriendelijke DE-optie die vrijwel geen nadelige of bijkomende effecten heeft in tegenstelling tot biomassa (emissie van schadelijke stoffen en afvalresten) en wind (horizonvervuiling en geluid). De levering van aardwarmte is betrouwbaar en het systeem vraagt nauwelijks onderhoud. Het gebruik van biomassa zal grote invloed hebben op de logistiek rond een tuinbouwcluster. Om een verduurzaming te geven die vergelijkbaar is met die van een aardwarmtebron van 8 MW moet jaarlijks 13 tot 19 miljoen kilo biomassa worden aangevoerd; dat zijn dagelijks gemiddeld 1 à 2 vrachtwagens van elk 30 ton. Aardwarmte heeft dus naast een economisch voordeel ook bijkomende voordelen ten opzichte van de andere genoemde DE-opties.

**Uit milieutechnisch oogpunt is aardwarmte in vergelijking met andere DE-opties aantrekkelijk.**

Voor de inschatting van de potentie van aardwarmte binnen de glastuinbouw is uitgegaan van het areaal glastuinbouw in de gebieden waar aardwarmte beschikbaar is (circa 5500 ha). Omdat de omvang van de aardwarmtedoubletten ondergronds groter is dan 50 ha, moet een minimale

afstand tussen de bovengrondse boorputten worden aangehouden van ca 2-2,5 km. Afhankelijk van de lokale situatie zullen minstens 40 clusters van elk 50 ha kunnen putten uit een aardwarmtebron.

Met een aardwarmtebron van 8 MW kan per 50 ha, zonder inkoop van CO<sub>2</sub>, jaarlijks ongeveer 150 TJ worden afgezet; dit komt overeen met bijna 5 miljoen m<sup>3</sup> aardgas.

Uitgaande van een totaal aardgasverbruik van ca 3,4 miljard m<sup>3</sup> per jaar (gecorrigeerd; Gasunie, 2001) kan aardwarmte in potentie minimaal een bijdrage leveren aan de energievoorziening van tuinbouwkassen in Nederland van 5,6%. Rekening houdend met het kasareaal dat jaarlijks nieuw wordt gebouwd in de interessante gebieden, zal volgens een optimistische schatting over 15 jaar 500-600 ha op aardwarmte kunnen zijn aangesloten. Daarmee zou aardwarmte in 2020 kunnen voorzien in ongeveer 1,5% van de energievraag van de glastuinbouw uitgaande van het huidige energiegebruik per oppervlakte-eenheid en van het totale gasverbruik van de Nederlandse glastuinbouw in 2001.

Het afzetpotentieel voor aardwarmte in 2020 zal mede worden bepaald door (technische) ontwikkelingen. Zo zullen bijvoorbeeld de verbetering van de isolatiewaarde van de omhulling van kassen en de invoering van gesloten kassen een negatief effect hebben op de afzetmogelijkheden van aardwarmte. Verlaging van het elektriciteitsverbruik bijvoorbeeld door belichting met een hoger rendement, inkoop van groene stroom en gebruik van CO<sub>2</sub> uit externe bron daarentegen dragen bij aan een verbetering van het afzetpotentieel voor aardwarmte..

**Aardwarmte biedt de mogelijkheden om in 2020 op landelijk niveau een bijdrage van ongeveer 1,5% te leveren aan het energiegebruik van de Nederlandse glastuinbouw. Het aardwarmtepotentieel is ten minste vier maal zo hoog.**

De toepassing van aardwarmte kent ook een aantal zwakkere kanten zoals:

- voor rendabele toepassing van aardwarmte in de glastuinbouw dient een aanzienlijk areaal kassen te worden beleverd; deze studie gaat uit van minimaal 50 ha;
- bepaalde ontwikkelingen in de glastuinbouw hebben een nadelig effect op de haalbaarheid en rentabiliteit van een aardwarmteproject; voorbeelden zijn meer en intensiever belichten, energiebesparing en gesloten kassen;
- de afschrijvingstermijn van een aardwarmtebron is met 30 jaar voor ondernemersbegrippen lang;
- toepassing van aardwarmte in de glastuinbouw op de wijze zoals in de studie beschreven, vereist het engagement van verschillende partijen met uiteenlopende belangen.

Het is begrijpelijk dat het concept van een WP met warmteopslag in een ondiepe aquifer, toegepast in een gesloten kas, sterk in de belangstelling staat. Het systeem kan de glastuinbouw ingrijpend veranderen. Niet uit het oog moet worden verloren, dat de gesloten kas nog in de kinderschoenen staat en dat de kosten van de gesloten kas veel hoger zijn dan het concept van WP met warmteopslag in een ondiepe aquifer zoals in dit rapport beschreven.

Pas als er zekerheid is over alle kosten en baten van de gesloten kas, kan de positie van het concept ten opzichte van andere energiebesparende en DE-opties worden vastgesteld. Zeker is,

dat het een geduchte “concurrent” voor aardwarmte en voor andere vormen van duurzame energie zal zijn, als het concept aan de verwachtingen beantwoordt.

**Bij de toepassing van aardwarmte verdient een aantal punten speciale aandacht. Daartoe behoren de lange investeringstermijn en de concurrentie die gesloten kassen kunnen gaan vormen.**

Dit project is afgesloten met een *stakeholder* analyse, waarbij met diverse partijen is gesproken en waarbij een beeld is gevormd van de standpunten van deze partijen ten opzichte van de toepassing van aardwarmte. Partijen waarmee is gesproken zijn:

- NAM
- TNO-NITG
- Platform Geothermie
- Tuinbouwondernemers (vertegenwoordigers)
- Toeleverend bedrijfsleven (op terrein van energietechniek)
- Energiebedrijven
- Projectontwikkelaars
- Ministeries (LNV, VROM, EZ)
- Provincies
- Financiers (Banken)

Het standpunt van de meeste partijen is positief en afwachtend. Belangrijkste knelpunten die worden genoemd, zijn de lange terugverdientijd en het risico op een lagere capaciteit dan verwacht.

Locaties waar een infrastructuur voor transport en distributie van warm water beschikbaar is, zijn uit financieel oogpunt aantrekkelijk voor toepassing van aardwarmte omdat er kosten kunnen worden uitgespaard. Door gesprekken met A&F in het kader van de voorliggende studie, is E.ON geïnteresseerd geraakt in aardwarmte. Gelijktijdig met de afronding van het voorliggende rapport onderzoekt E.ON de haalbaarheid van de toepassing van aardwarmte in het RoCa-warmteverdeelnet bij Rotterdam, waarop glastuinders zijn aangesloten. Toepassing van aardwarmte in het RoCa-net is extra aantrekkelijk omdat E.ON tevens CO<sub>2</sub> levert aan aangesloten tuinders.

Uit contacten met belanghebbenden is gebleken dat de ontwikkeling van nieuwe tuinbouwlocaties bij “Berlikum” en in het “Zuid-Hollands glasdistrict”, locaties die in de studie model hebben gestaan, in de loop van 2005 voldoende ver gevorderd zijn om met betrokken partijen in contact te treden over mogelijke toepassing van aardwarmte in deze gebieden.

**Door het initiatief van het PT/LTO en LNV om de mogelijkheden van aardwarmte voor de glastuinbouw te laten onderzoeken, is onder andere rond de RoCa-centrale bij Rotterdam grote belangstelling ontstaan voor aardwarmte. Betrokken partijen bestuderen de haalbaarheid.**

# 1 Tuinbouwcluster op aardwarmte

## 1.1 Nieuwe tuinbouwlocaties en beschikbaarheid van aardwarmte

Bij de keuze van een locatie voor een tuinbouwcluster op aardwarmte moet rekening worden gehouden met de beschikbaarheid van aardwarmte ter plaatse. Uit informatie van LTO en uit het rapport “Toepasbaarheid van aquifers in de glastuinbouw voor aardwarmtewinning en warmteopslag” (Van de Braak e.a 2001) blijkt dat er op drie locaties uitbreiding van glastuinbouwgebieden wordt voorbereid waar tevens aardwarmte beschikbaar is (zie Bijlage 1). Het betreft:

- Grootslag (Noord-Holland),
- Berlikum (noordwesten van Friesland) en
- Zuid-Hollands GlasDistrict (Z-HGD)

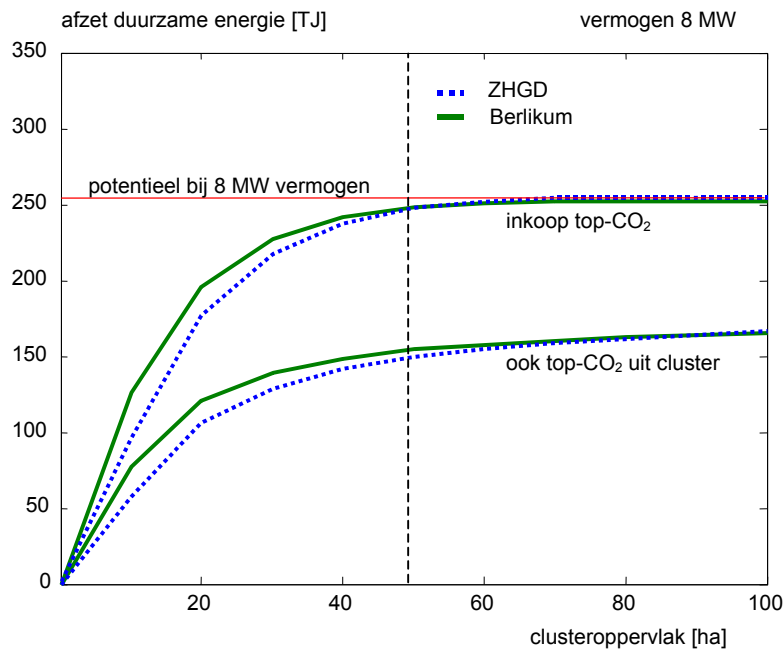
Elk van de genoemde gebieden vormt een uitbreiding op een reeds bestaand tuinbouwgebied in de directe omgeving. Elk bestaand gebied onderscheidt zich door een specifieke mix van teelten en door de mate waarin groeilicht wordt toegepast. In het bestaande gebied Grootslag zijn belichte snijbloemen sterk vertegenwoordigd. In Berlikum worden veel groenten geteeld; belichting wordt hier (nog) niet toegepast. In het Z-HGD wordt circa 40% van het glastuinbouwareaal belicht.

Uit een eerste verkenning is gebleken dat het perspectief voor toepassing van aardwarmte door belichting ongunstig wordt beïnvloed. Om te bepalen welk aandeel aardwarmte in de energievoorziening van een tuinbouwcluster kan leveren en hoeveel aardwarmte in een tuinbouwcluster kan worden benut is daarom uitgegaan van twee clusters met een samenstelling zoals die van de glastuinbouwgebieden Berlikum en het Z-HGD (zie Bijlage 2) en niet van Grootslag waar belichting gemeengoed is.

## 1.2 Bijdrage van aardwarmte aan energievraag tuinbouwcluster

Voor verschillende varianten is de bijdrage van aardwarmtebron van 8 MW aan het totale energiegebruik berekend. De resultaten zijn grafisch weergegeven in onderstaand de figuur. Bij 50 ha bedraagt de bijdrage van aardwarmte voor de clusters Berlikum en Z-HGD met en zonder inkoop van top\_CO<sub>2</sub>:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| ■ Berlikum met eigen top-CO <sub>2</sub>  | 154 TJ per jaar (23% DE) |
| ■ Berlikum met inkoop top-CO <sub>2</sub> | 247 TJ per jaar (38% DE) |
| ■ Z-HGD met eigen top-CO <sub>2</sub>     | 149 TJ per jaar (20% DE) |
| ■ Z-HGD met inkoop top-CO <sub>2</sub>    | 245 TJ per jaar (33% DE) |



Afzetpotentieel duurzame energie als functie van het oppervlak van de tuinbouwclusters “Z-HGD” en “Berlikum” en al of niet inkopen van top-CO<sub>2</sub>

### 1.3 Aardwarmtepotentieel op landelijk niveau

Uitgaande van een totaalaardgasverbruik van ca 4 miljard m<sup>3</sup> per jaar (Gasunie, 2001) kan aardwarmte afhankelijk van de lokale situatie en van het al of niet inkopen van top-CO<sub>2</sub> in potentie een bijdrage leveren aan de energievoorziening van tuinbouwkassen in Nederland van 5 tot 23%.



## 2 Vergelijking met andere duurzame opties

Om te bepalen of aardwarmte kostentechnisch perspectief biedt, zijn de economische aspecten van deze DE-optie vergeleken met die van een traditioneel systeem en de volgende DE-opties:

- verbranding van biomassa;
- een warmtepomp (WP) aangedreven door WarmteKrachtkoppeling (WK); en een aquifer voor warmteopslag;
- een WP aangedreven door elektriciteit opgewekt door een windmolen;
- een WP aangedreven door elektriciteit uit een fotovoltaïsche (PV) zonnecellen;
- vergassing van biomassa.

Het systeem met een warmtepomp en een aquifer betreft een kas voorzien van luchtramen die zonodig worden gebruikt en waarin overtollige warmte kan worden “geogst” en opgeslagen in een aquifer (het is dus geen “gesloten kas”). De productie van deze kas wordt gelijk verondersteld aan die van de andere varianten.

De jaarkosten bestaan uit de jaarlijkse kosten verbonden aan afschrijving op investeringen, rente, onderhoud, inkoop van aardgas, CO<sub>2</sub> (bij varianten met inkoop van CO<sub>2</sub>) en biomassa (bij varianten verbranden en vergassen biomassa).

Als belangrijkste uitgangspunt bij de berekeningen is gekozen voor een zelfde aandeel DE voor alle opties. De bijdrage die een aardwarmtebron van 8 MW levert in elke specifieke combinatie van uitgangspunten is daarbij leidraad geweest.

Er zijn twee “soorten” CO<sub>2</sub> onderscheiden. Een aanzienlijk deel van de CO<sub>2</sub> vraag van een kas kan worden gedekt door CO<sub>2</sub> uit ketel en WK te gebruiken die wordt geproduceerd op de momenten dat er warmte- en/of elektriciteitsvraag is. Dit deel wordt basis-CO<sub>2</sub> genoemd. De aanduiding top-CO<sub>2</sub> wordt gebruikt voor de CO<sub>2</sub> die nodig is als er geen of onvoldoende basis-CO<sub>2</sub> beschikbaar is. De top-CO<sub>2</sub> kan binnen de cluster worden geproduceerd (met ketel waarbij als bijproduct warmte vrijkomt) of van buiten de cluster worden betrokken.

De warmte die vrijkomt bij de productie van top-CO<sub>2</sub> in de cluster en doorgaans wordt opgeslagen in een warmtebuffer, verdringt de inzet van DE. Om het effect van de inkoop van top-CO<sub>2</sub> te bepalen is gekozen voor varianten met en zonder inkoop van top-CO<sub>2</sub>.

Bij een aantal DE-opties zijn transport- en distributiekosten verdisconteerd (aardwarmte en verbranding biomassa) en bij een aantal andere niet. Gekozen is voor een distributienet in die gevallen waar relatief grote hoeveelheden warm water moet worden getransporteerd van een centraal punt naar de deelnemende bedrijven in een cluster. Van belang is dat bij de variant “geen DE” (index 100) geen transport- en distributiekosten zijn toegerekend omdat in die situatie is uitgegaan van individuele energieopwekking!

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 3 en samengevat in onderstaande tabel. Indien gebruik kan worden gemaakt van een bestaand distributie net en dus de investering in een distributienet niet ten laste komt van het project, is aardwarmte voordeliger dan in een gangbaar systeem met energieverandering op de tuinbouwbedrijven (variant zonder DE). Bij het huidige prijsniveau bespaart de tuinder dan afhankelijk van de locatie en van het al of niet inkopen van CO<sub>2</sub> 1 tot 11% op zijn energiekosten. De kosten van het transport- en distributienet blijken aanzienlijke invloed te hebben op de jaarkosten van de aardwarmtevariant.

| variant                                    |                             | jaarkosten t.o.v geen DE <sup>1)</sup> |            |         |               |
|--|-----------------------------|--|------------|---------|---------------|
|  |                             | WP+aquifer                             | aardwarmte | overige |               |
| transport- en distributiekosten aardwarmte |                             | geen                                   | wel        | geen    | <sup>2)</sup> |
| Berlikum 50 ha                             | geen inkoop CO <sub>2</sub> | +2%                                    | +2%        | -2%     | ≥+12          |
|  | wel inkoop CO <sub>2</sub>  | -8%                                    | -8%        | -11%    | ≥+9           |
| Z-HGD 50 ha                                | geen inkoop CO <sub>2</sub> | +2%                                    | +2%        | -1%     | ≥+10          |
|  | wel inkoop CO <sub>2</sub>  | -7%                                    | -7%        | -9%     | ≥+8           |

1) optie zonder DE geen transport- en distributiekosten

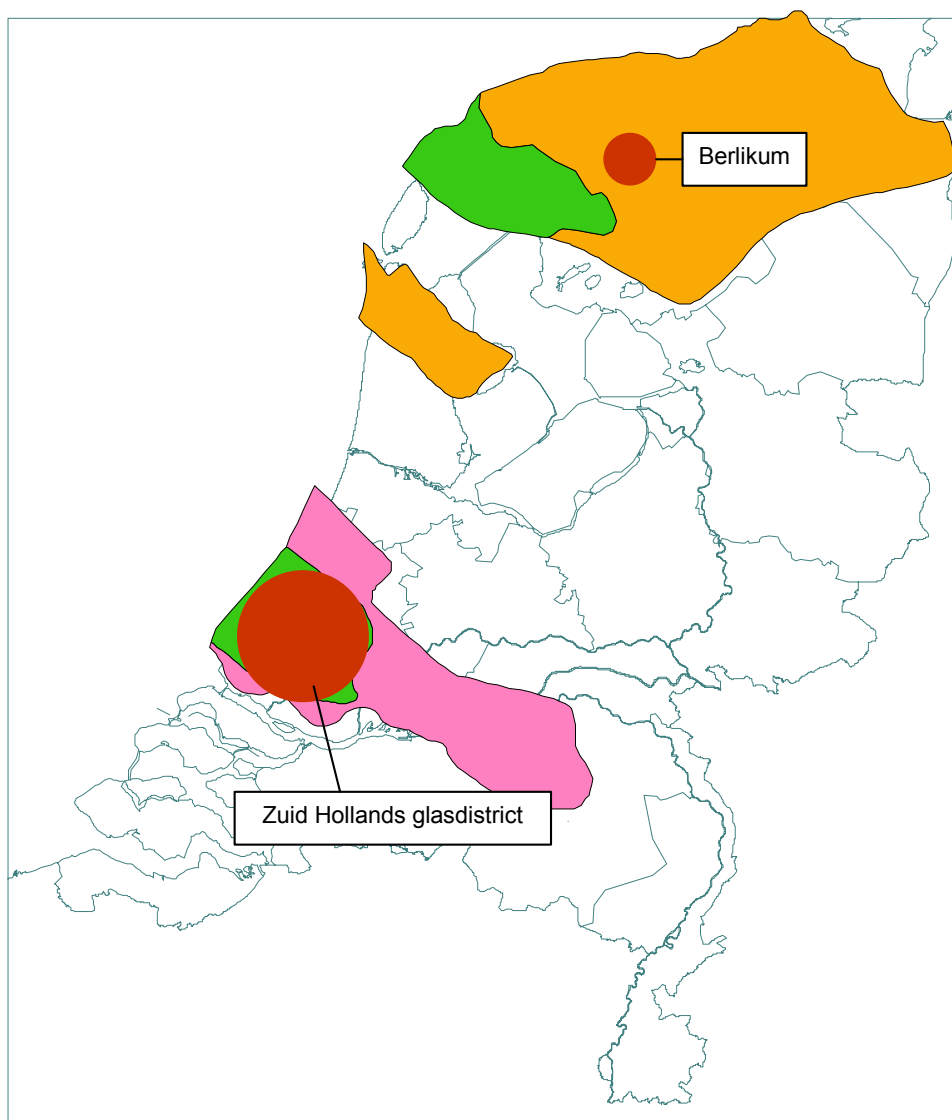
2) optie verbranding biomassa wel transport- en distributiekosten;

overige opties (vergassing biomassa, windmolen en PV) geen transport- en distributiekosten

### 3 Sterkte/zwakte aardwarmte

|  |  |
|--|--|
| <p><b>■ Sterktes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• positief voor imago glastuinbouw</li> <li>• hoge mate van duurzaamheid</li> <li>• minder milieubelastend dan andere duurzame alternatieven</li> <li>• innovatief voor de tuinbouwsector</li> <li>• kosten zijn stabiel</li> <li>• economisch beter haalbaar dan meeste andere opties</li> <li>• techniek verouderd niet</li> <li>• technologie niet complex</li> <li>• bewezen technologie</li> <li>• betrouwbaar</li> <li>• onderhoudsarm</li> </ul>  | <p><b>■ Kansen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (vrijwel) niet te beïnvloeden</li> <li>• goedkope duurzame energiebron</li> <li>• kan aanzienlijke bijdrage leveren aan doelstelling glastuinbouw op gebied verduurzaming</li> <li>• gebrek aan “groene projecten”</li> <li>• door benutten DE subsidies kunnen kosten worden verlaagd</li> <li>• CO<sub>2</sub>-rechten</li> <li>• stijgen energieprijzen</li> </ul> <p><b>Kansen beïnvloedbaar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sector/gemeente/ provincie kunnen zich profileren</li> <li>• inkoop van top-CO<sub>2</sub></li> <li>• trends bij clustering van glastuinbouw zoals aanleg van gezamenlijke energie-infrastructuur</li> </ul> |
| <p><b>■ Zwaktes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in ontwikkelingsfase moet bedrag worden geïnvesteerd waarvan niet zeker is dat dit terugverdiend kan worden</li> <li>• investeringskosten zijn hoog</li> <li>• afschrijvingstermijn van 30 jaar is lang(er dan wenselijk en gebruikelijk)</li> <li>• lange termijn commitment noodzakelijk</li> <li>• in glastuinbouw alleen haalbaarheid indien toegepast op vrij grote schaal</li> <li>• eindigheid bron</li> <li>• haalbaarheid gevoelig voor clustersamenstelling</li> <li>• complexe projectorganisatie nodig</li> <li>• weinig ervaring binnen Nederland</li> <li>• technische risico's</li> <li>• verwarmingssysteem in kas moet worden aangepast i.v.m. groot temperatuurverschil tussen aanvoer en retour</li> </ul> | <p><b>■ Bedreigingen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ontwikkelingen binnen de tuinbouwsector (belichting, gesloten kassen, energiebesparende maatregelen)</li> <li>• vergunningverlening</li> <li>• onzekerheid over totstandkomen nieuwe tuinbouwgebieden</li> <li>• daling energieprijzen</li> <li>• systeem met WP en warmteopslag in aquifer waarmee tevens kan worden gekoeld</li> </ul>   |

## BIJLAGE 1 Locaties met aardwarmte



Verbreiding van de meest geschikte gebieden voor de winning van aardwarmte (Van de Braak et al., 2001).

*Bruin: Slochteren zandstenen,*

*Paars: Trias zandstenen.*

*Groen: Onder-Krijt zandstenen,*

*Onder Krijt zanden overlappen de Slochteren*

## BIJLAGE 2 Clustersamenstelling

De notatie met aanhalingstekens wordt gebruikt om aan te geven dat bedoeld wordt op een nieuw te ontwikkelen tuinbouwcluster in de nabijheid van één van de bestaande tuinbouwgebieden Berlikum of het Zuid-Hollands glasdistrict (Z-HGD).

In Tabel B1 is de samenstelling aangegeven van “Berlikum” en het “Z-HGD” zoals die in de energievraagberekeningen is gehanteerd.

| gewas     | groeilicht          | “Berlikum” | “Z-HGD” |
|-----------|---------------------|------------|---------|
| tomaat    | nee                 | 40%        | 20%     |
| komkommer | nee                 | 25%        | 15%     |
| paprika   | nee                 | 25%        | 15%     |
| ficus     | nee                 | 10%        | 10%     |
| chryasant | 35 W/m <sup>2</sup> |            | 20%     |
| roos      | 60 W/m <sup>2</sup> |            | 20%     |

Tabel B1 Samenstelling clusters overeenkomend met die van de glastuinbouwgebieden Berlikum en het Z-HGD

## BIJLAGE 3 Investerings- en jaarkosten installaties met DE

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel B3

| Berlikum 50 ha       | 1) | top-CO <sub>2</sub> uit cluster                   |       |                    |       | inkoop top-CO <sub>2</sub> |       |                    |       |
|----------------------|----|---|-------|--------------------|-------|----------------------------|-------|--------------------|-------|
|                      |    | jaarkosten  |       | investeringskosten |       | jaarkosten                 |       | investeringskosten |       |
|                      |    | k€  | index | k€                 | index | k€                         | index | k€                 | index |
| aardwarmte           | t  | 3.300   | 98    | 7.700              | 469   | 4.300                      | 89    | 7.700              | 469   |
| geen DE              | x  | 3.400   | 100   | 1.600              | 100   | 4.800                      | 100   | 1.600              | 100   |
| WP + aquifer         | x  | 3.400   | 102   | 7.300              | 445   | 4.400                      | 92    | 7.300              | 445   |
| aardwarmte           | T  | 3.500   | 102   | 9.700              | 591   | 4.400                      | 92    | 9.700              | 591   |
| verbranding biomassa | t  | 3.800   | 112   | 4.000              | 247   | 5.200                      | 109   | 4.000              | 247   |
| verbranding biomassa | T  | 3.900   | 116   | 6.000              | 369   | 5.400                      | 111   | 6.000              | 369   |
| vergassing biomassa  | x  | 4.900   | 144   | 10.500             | 643   | 6.300                      | 130   | 10.500             | 643   |
| windmolen            | x  | 5.200   | 153   | 21.100             | 1.292 | 7.400                      | 154   | 31.400             | 1.920 |
| PV                   | x  | optie niet realistisch                            |       |                    |       |                            |       |                    |       |
| Z-HGD 50 ha          |    |   |       |                    |       |                            |       |                    |       |
| aardwarmte           | t  | 4.300   | 99    | 10.500             | 234   | 4.900                      | 91    | 10.500             | 234   |
| geen DE              | x  | 4.400   | 100   | 4.500              | 100   | 5.400                      | 100   | 4.500              | 100   |
| WP + aquifer         | x  | 4.500   | 102   | 10.100             | 226   | 5.100                      | 93    | 10.100             | 226   |
| aardwarmte           | T  | 4.500   | 102   | 12.500             | 279   | 5.100                      | 93    | 12.500             | 279   |
| verbranding biomassa | t  | 4.800   | 110   | 6.900              | 153   | 5.900                      | 108   | 6.900              | 153   |
| verbranding biomassa | T  | 4.900   | 113   | 8.900              | 198   | 6.000                      | 110   | 8.900              | 198   |
| vergassing biomassa  | x  | 5.900   | 134   | 13.400             | 298   | 6.900                      | 126   | 13.400             | 298   |
| windmolen            | x  | 8.900   | 204   | 48.000             | 1.068 | 10.800                     | 199   | 58.500             | 1.304 |
| PV                   | x  | optie niet realistisch                            |       |                    |       |                            |       |                    |       |
| 1)                   | x  | transport en distributienet warm water niet nodig |       |                    |       |                            |       |                    |       |
|                      | T  | <b>inclusief</b> transport- en distributiekosten  |       |                    |       |                            |       |                    |       |
|                      | t  | zonder kosten transport en distributie warm water |       |                    |       |                            |       |                    |       |

Tabel B3 Investerings- en jaarkosten van installaties voor toepassing van duurzame energie voor een cluster van 50 ha in Berlikum en bij het Zuid-Hollands glasdistrict