

BROCHURE

Stappenplan Winning Aardwarmte voor Glastuinbouw

Rik van den Bosch
Vleestomatenbedrijf A + G van den Bosch

Maart 2009



Stappenplan Wining Aardwarmte voor Glastuinbouw

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	2
2. PRINCIPE VAN AARDWARMTEWINNING	3
AANLEG AARDWARMTECENTRALE	4
WARMTEPRODUCTIE BEREKENEN	5
3. STAPPENPLAN	6
A. GEOLOGISCH ONDERZOEK	6
<i>Quick scan</i>	6
<i>Groot geologisch onderzoek</i>	6
B. HAALBAARHEIDSSSTUDIE	6
C. VERGUNNINGEN	7
D. SAMENSTELLEN ORGANISATIE	7
A. <i>Opdrachtgever</i>	8
B. <i>Boormanagement</i>	8
C. <i>Subsidie-adviseur</i>	8
D. <i>Boormaatschappij</i>	8
E. AANBESTEDEN PROJECT	9
F. UITVOERING PROJECT	10
<i>Boorontwerp</i>	10
<i>Boorproces</i>	11
G. TESTEN	11
H. AANSLUITEN EN GEBRUIK VAN DE AARDWARMTE-INSTALLATIE	12
4. KOSTEN REALISATIE AARDWARMTE-INSTALLATIE	13
1. GEOLOGISCH ONDERZOEK	13
2. BORINGEN	13
3. BOORMANAGEMENT	13
4. BOVENGRONDSE INSTALLATIE	13
5. BOUWSTROOM	13
6. LOCATIES	13
7. AFVOER GROND EN SPOELING	14
8. GARANTIE EN VERZEKERINGEN	14
5. VALKUILEN	15
6. CONCLUSIES EN TIPS	16
7. ERVARINGEN IN DE PRAKTIJK BIJ A + G VAN DEN BOSCH	17
BORINGEN	17
AANSLUITEN INSTALLATIE	18
BRON IN BEDRIJF	19
<i>Gemiddeld debiet per maand</i>	19
<i>Elektriciteitsverbruik</i>	20
<i>Energieverbruik</i>	20
NOG BETERE BENUTTING	20
<i>Lage-temperatuurverwarmingsnet</i>	21
<i>Rekenvoorbeeld</i>	21

1. INLEIDING

In de Nederlandse glastuinbouw wordt overwegend (meer dan 98%) aardgas gebruikt voor de levering van warmte. 'Hoogwaardig' aardgas en andere fossiele brandstoffen zijn echter niet onuitputtelijk en dus zal moeten worden gezocht naar ('laagwaardige') alternatieven voor de langere termijn. Ook de plannen voor de reductie van CO₂, vastgelegd in het Kyoto-verdrag, dragen bij aan de noodzaak alternatieven te zoeken.

Daarnaast zijn er de doelstellingen van Schoon en Zuinig: In het kader van het Kabinetsprogramma Schoon en Zuinig hebben de glastuinbouw en de overheid in het convenant Schone en Zuinige Agrosectoren aanvullend een aantal meetbare (streef)doelen afgesproken. Dit maakt deel uit van het Programma Kas als Energiebron:

- In 2020 een totale CO₂-emissiereductie van minimaal 3,3 Mton CO₂ ten opzichte van 1990. Dit is een reductie van 48%. Hiervan wordt door de inzet van WKK zo'n 2,3 Mton door de glastuinbouw op nationaal niveau gerealiseerd en circa 1 Mton gerelateerd aan de teelt;
- 2% energie-efficiëntieverbetering per jaar tot aan 2020;
- 20% duurzame energie in 2020;
- 700 ha semi-gesloten kassen in 2011.

Eén van de alternatieven voor aardgas is aardwarmte. De glastuinbouw is bij uitstek een goede kandidaat om aardwarmte te benutten. Glastuinbouwers kunnen namelijk goed uit de voeten met laagwaardige warmte en dat is een voordeel bij aardwarmte. Dat betekent namelijk dat - in zijn algemeenheid - minder diep geboord hoeft te worden. En de boordiepte is de belangrijkste factor in de totale investeringskosten.

De eerste toepassing hiervan bij vleestomatenproducent A+G van den Bosch betekent een (teelt-) technische doorbraak in de Nederlandse tuinbouw. Een algehele doorbraak wordt tegengehouden door de grote investeringen die ermee gepaard gaan, zonder dat van tevoren absoluut zeker is dat er na uitvoering van een groot deel van die investeringen voldoende aardwarmte beschikbaar is om dit rendabel te kunnen exploiteren. In het project van Van den Bosch wordt water van 60 graden opgepompt; door met lage buistemperaturen (lager dan 30° Celsius) te werken is dit economisch extra interessant. Daarnaast wordt de warmte benut op de plaats waar hij gewonnen wordt. Er hoeft geen uitgebreid leidingnet aangelegd te worden voor distributie, zoals bij restwarmte.

In de afgelopen maanden is er enorme belangstelling ontstaan voor aardwarmte, mede ingegeven door de hoge energieprijzen in de zomer van 2008. Er is echter nog veel onbekend over aardwarmte. Teler Rik van den Bosch stelde een stappenplan op zodat geïnteresseerden zijn ervaringen in de praktijk kunnen gebruiken. Dit stappenplan vindt u in deze brochure.

De mogelijkheden van aardwarmte zijn bijzonder groot. De enorme energiebesparing en de efficiëntie die ermee worden bereikt zal, met de stijgende energiekosten, de aantrekkelijkheid ervan verder vergroten. Het gebruik van aardwarmte biedt de ondernemer zekerheid over de energiekosten voor de lange termijn. Dit in tegenstelling tot fossiele brandstoffen. Daarnaast hebben de installaties voor aardwarmte een langere levensduur; een aardwarmtebron produceert tientallen jaren; een wkk is na 10 jaar technisch afgeschreven.

Eén van de belangrijkste voordelen van het gebruik van aardwarmte is de leveringszekerheid. Aardwarmte is niet afhankelijk van schommelingen in de weersgesteldheid. Daarnaast is de winning van aardwarmte technisch gezien een betrouwbare, bewezen techniek, waarbij vooral gebruik wordt gemaakt van de ervaringen uit de olie- en gasindustrie.

In de aardkern zit veel warmte opgeslagen. In de buitenste 6 kilometer van de aardkorst ligt aan warmte al 50.000 keer meer energie opgeslagen dan de totale olie- en gasvoorraad. De vraag is hoe deze energie kan worden benut. Ook op deze vraag vindt u antwoorden in deze brochure.

Dit stappenplan is gefinancierd door het Programma Kas als Energiebron.

Het Programma Kas als Energiebron is het innovatie- en actieprogramma voor aanzienlijke vermindering van CO₂-emissie en sterk verminderde afhankelijkheid van fossiele energie voor de glastuinbouw in 2020. Kas als Energiebron is een door vele partijen gedragen en ondersteund co-innovatieprogramma.



LTO Glaskracht Nederland, het Productschap Tuinbouw en het Ministerie van LNV zijn initiatief-nemers, trekkers en financiers van het Programma Kas als Energiebron.

2. Principe van aardwarmtewinning

Een voorwaarde om aardwarmte (of geothermie) te kunnen gebruiken, is dat een watervoerend zandpakket aanwezig is in de bodem. De winning ervan vereist 2 boringen, voor de aanvoer en afvoer van het water uit de diepte. Om een beeld te geven: bij een boring naar 2 kilometer diepte wordt wat aardlagen betreft 250 miljoen jaar teruggegaan in de tijd.

Naarmate dieper in de aardkost wordt doorgedrongen, stijgt de temperatuur. In Nederland bedraagt die stijging ongeveer 30° Celsius per kilometer. Rekening houdend met een gemiddelde jaartemperatuur van ongeveer 10 tot 15° C aan de grond kan de temperatuur op 3 kilometer diepte dus tot meer dan 100° Celsius oplopen. Aan deze lagen gesteente op grote diepte wordt zout water met een hoge temperatuur onttrokken. Dit noemen we formatiewater: grondwater in diepe lagen dat geen uitmaakt van de waterkringloop.

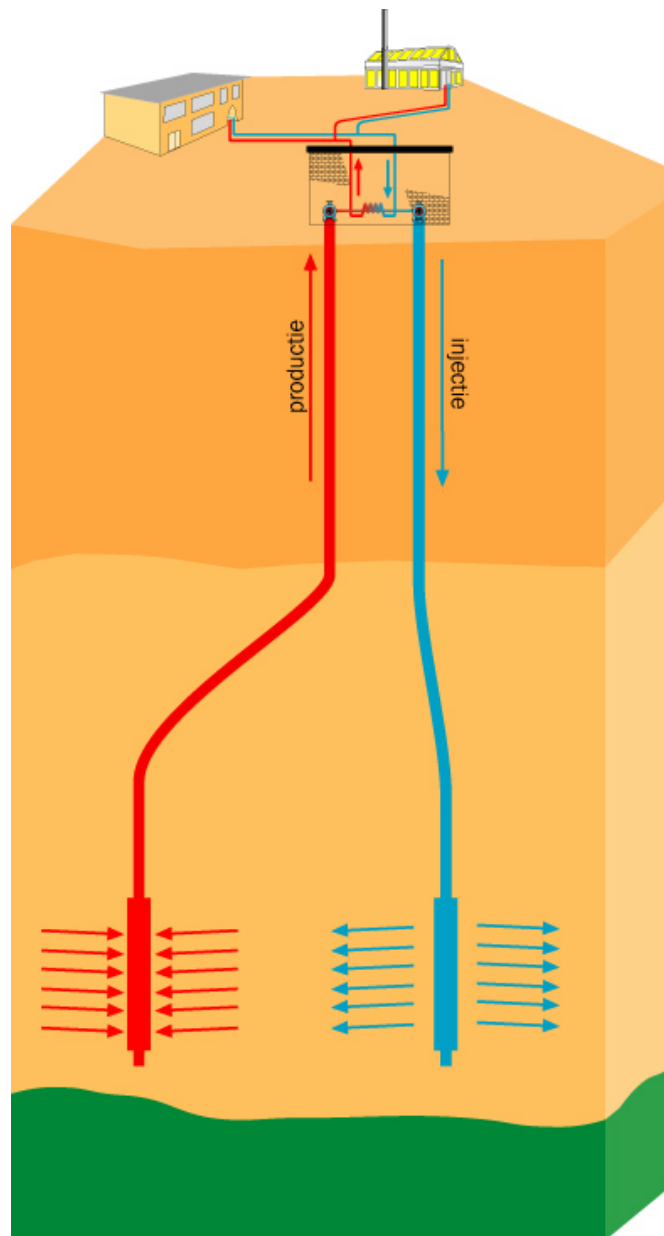
De bron van aardwarmte, de watervoerende lagen ofwel aquifers, is in nagenoeg de hele ondergrond van Nederland aanwezig. Voor winning van de warmte om huizen of kassen mee te verwarmen zijn echter grote hoeveelheden warm water nodig. Voor een economisch rendabele aardwarmte-installatie is het daarom noodzakelijk dat in de watervoerende lagen sprake is van voldoende doorstroming. Er moet ongeveer 100 tot 200 kubieke meter per uur kunnen worden opgepompt én weer in de bodem geïnjecteerd.

De doorstroming van een watervoerende laag als zandsteen of kalksteen hangt af van de doorlatendheid (permeabiliteit) en de dikte van de laag. Daarnaast moeten doorlatendheid en dikte van de laag in een zeker evenwicht met elkaar zijn om voldoende doorstroming te krijgen. Daarom zijn niet alle watervoerende lagen geschikt voor het winnen van aardwarmte. De meest geschikte lagen zijn diep liggende aquifers in zandsteen in Noord-Nederland, Zuid-Holland en Noord-Brabant. Het lijkt er op dat met name de ondergrond van de huidige glastuinbouwgebieden boven de grote rivieren geschikt zijn. Hoe dat zit in Zuid Nederland wordt nog onderzocht. In deze gesteenten wordt op een groot aantal plekken ook olie en/of gas aangetroffen. De olie- en gasmaatschappijen in Nederland beschikken dan ook over ruime kennis van deze geologische formaties.

Het warme water uit de diepe geologische lagen wordt opgepompt via een geboorde productieput. Vervolgens wordt het door een warmtewisselaar geleid waarna het met een lagere temperatuur via een injectieput weer in dezelfde grondlaag (formatie) geïnjecteerd wordt (*zie tekening op pagina 4*). De twee putten vormen een zogeheten doublet. De op deze manier onttrokken warmte uit aquifers op grote diepte wordt aardwarmte genoemd.

Het afgekoelde water terugpompen is noodzakelijk omdat het opgepompte water in het algemeen een hoog zoutgehalte heeft en om die reden niet mag worden geloosd op oppervlaktewater. Bovendien blijft de druk in de ondergrondse aquifer zo op peil.

Aan terug pompen zit een aantal nadelen. Vooral weinig verkitte zandsteenlagen in de grond die rijk zijn aan kleimineralen, zijn soms gevoelig voor verstopping door de verplaatsing van fijne deeltjes. Daarnaast voor verstopping door in het formatiewater zwevende deeltjes. Verstopping van een injectieput vermindert de doorlatendheid van de grondlaag. Dit heeft weer tot gevolg dat de druk om het water te injecteren moet worden verhoogd, waardoor de elektriciteitskosten van de hiervoor benodigde injectiepomp toenemen en de rentabiliteit van de aardwarmte-installatie afneemt.



Het principe van aardwarmtewinning

Aanleg aardwarmtecentrale

Bij de aanleg van een aardwarmte-installatie vormen de productie- en injectieput samen het zogeheten puttendoublet. Meestal worden beide vanuit één locatie schuin geboord, waardoor de lengte van het boorgat enkele honderden meters langer wordt. Op glastuinbouwbedrijven is schuin boren niet altijd nodig; dan bespaart het aanzienlijk op boorkosten en levert het minder risico's op.

Bij de aanleg van een doublet komen eerst de keus van de boorlocatie en de benodigde infrastructuur aan bod, gevolgd door de constructie van een boorplatform waarop de boorinstallatie kan worden geplaatst. Deze tijdelijke boorlocatie neemt ongeveer 30 bij 20 meter ruimte in beslag. Het permanente ruimtebeslag is beperkt tot niet meer dan 10 bij 10 meter voor de putten en een gebouw waarin een aantal bij de installatie benodigde componenten worden ondergebracht.

Na deze voorbereidingen start het boren naar de twee putten. In het boorgat wordt een buis aangebracht (de zogenaamde casing) om te voorkomen dat de wand van het boorgat instort. Tussen deze buis en de grond wordt een cementslurry geïnjecteerd die uithardt. Om te voorkomen dat tijdens de productie van aardwarmte zanddeeltjes met het water mee omhoog worden gepompt, wordt de productieput voorzien van een filter en zondig een gravellaag. Dit verhoogt tevens de stabiliteit van het boorgat. In de boorbuis wordt een productiebus neergelaten. Deze kan aan de binnenkant zijn voorzien van een kunststof coating om corrosie te voorkomen. Vervolgens wordt een elektrische onderwaterpomp neergelaten in de productieput, die ongeveer 3 tot 5 jaar mee gaat. Zonodig wordt een speciale leiding aangebracht waarmee corrosiewerend materiaal op de wanden van de put kan worden gespoten.

De ondergrondse afstand tussen de productieput en de injectieput is meestal zo groot dat het koudere water uit de injectieput de productieput niet eerder bereikt dan na enkele tientallen jaren. Het tijdstip waarop het koude water de productieput bereikt, heet de doorbraaktijd. Deze doorbraaktijd hangt af van de geproduceerde hoeveelheid water uit de injectieput, de afstand op einddiepte tussen productie- en injectieput - in de praktijk meestal tussen 1.000 en 2.000 meter - en van de poreusheid en de dikte van de aquifer. Vanaf de doorbraaktijd arriveert nog niet volledig opgewarmd injectiewater in de productieput. Daardoor zakt de temperatuur van het gewonnen warme water in de productieput geleidelijk. De exploitatie van aardwarmte kan dan nog worden voortgezet totdat de temperatuur van het water in de productieput een kritische ondergrens heeft bereikt

Het bovengrondse deel van de boorlocatie ofwel de aardwarmtecentrale omvat een serie componenten die in een behuizing (gebouw) worden ondergebracht. De belangrijkste zijn:

- Een frequentieregelaar voor de elektrische onderwaterpomp, waarmee het waterdebiet (kuubs per uur) uit de put geregeld wordt.
- Warmtewisselaars, waarmee de warmte vanuit het circuit (injectie- en productieput) wordt overgebracht op het warmtedistributienetwerk (aan- en afvoer, buffer en verwarmingsbuizen).
- Pompen voor de circulatie in het distributienetwerk.
- Zonodig filters voor de verwijdering van zand, fijne deeltjes en eventuele corrosiedeeltjes, om verstopping in de injectieput tegen te gaan.
- Een injectiepomp en doseerinstallatie voor corrosiewerende vloeistof (optioneel).

Soms worden in de aardwarmtecentrale ook een warmtekrachtinstallatie, buffers, een warmtepomp en/of pieklastketel opgesteld. Met een pieklastketel kan extra vraag naar warmte op koude dagen opgevangen. Daarnaast kan die dienen als back-up. Of een pieklastketel noodzakelijk is, is afhankelijk van de broncapaciteit en de grootte van het bedrijf.

Warmteproductie berekenen

De warmteproductie (thermisch vermogen: W_{th}) van een doublet is afhankelijk van;

- De hoeveelheid water per uur (in m³ per uur)
- De hoeveelheid warmte die het formatiewater kan bevatten (afhankelijk van soortelijk gewicht en samenstelling) (in kg water per m³ x capaciteit Joule per kilo en graad afkoeling; J/m³K)
- De afkoeling van het water in de warmtewisselaar (ΔT in K)

In formulevorm:

$$W_{th} = q \times p \times c_v \times \Delta T$$

W_{th} = thermisch vermogen
 q = waterdebiet in m³ per uur
 p = dichtheid formatiewater
 c_v = warmtecapaciteit formatiewater
 ΔT = afkoeling water in Kelvin

Een voorbeeld:

Bij 150 kubieke meter water per uur (q), een warmtecapaciteit van 4.452.106 J per m³K ($p \times c_v$) en een afkoeling van het water van 60 naar 30 °C ($\Delta T=30K$) is de warmteproductie (W_{th}) 20.034.477.000 J per uur = 5,6 kW.

(In het voorbeeld zijn p (dichtheid formatiewater kg per m³) en c (warmtecapaciteit formatiewater) al gecombineerd tot warmtecapaciteit in J per m³K en zijn Joules per uur uitgedrukt in kW).

Het warmtevermogen van een doublet is niet alleen afhankelijk van de opgeslagen hoeveelheid warmte in de aquifer en het debiet van het geproduceerde water, maar vooral ook van het verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur van het water. Hoe groter het verschil tussen productie- en injectietemperatuur, des te hoger de opbrengst aan warmte.

3. Stappenplan

Een teler die aardwarmte wil gaan winnen, kan het beste een stappenplan volgen. Teler Rik van den Bosch in Bleiswijk stelde – op basis van zijn ervaringen - dit stappenplan op, waarbij 9 onderdelen aan de orde komen.

A. Geologisch onderzoek

Een aardwarmteproject begint met een geologisch onderzoek dat in twee stappen dient te worden uitgevoerd : een quick scan en een groot geologisch onderzoek.

Quick scan

Het is aan te raden éérst een quick scan te laten maken van de bodem. Zo'n scan is een kleine literatuurstudie, waarin wordt bekeken of het wel zin heeft een grote geologische studie te laten uitvoeren. Als er na de scan voldoende potentieel lijkt te zijn voor de winning van aardwarmte, kan opdracht worden gegeven om een groot onderzoek te laten uitvoeren. Het is sterk aan te raden goed te kijken of er collega's zijn die ook al initiatieven hebben lopen. Dan kunnen de kosten voor een gezamenlijke studie worden gedeeld.

Groot geologisch onderzoek

In dit vervolgonderzoek wordt veel dieper ingegaan op de al aanwezige gegevens over de ondergrond. Hierbij worden vaak boorlogs (verslagen) gebruikt van boringen uit het verleden en resultaten van seismische metingen. Ook voor dit kostbare onderzoek - vanaf 25 duizend euro - is het aan te raden collega's met soortgelijke plannen te benaderen om het samen uit te voeren. Tijdens zo'n uitvoerige studie wordt namelijk vaak naar een vrij groot gebied gekeken, waardoor meerdere bedrijven van zo'n onderzoek kunnen profiteren.

Uit zo'n geologisch onderzoek komen voldoende gegevens om tot een boorontwerp te komen. En geeft zicht op de potentie van de bron, de plaats van de zandpakketten en de dikte van de lagen. Zoals gezegd is samenwerking bij projecten zeer sterk aan te raden. Ook als twee initiatiefnemers burens zijn, is het veel beter om een en ander vanaf het begin met elkaar af te stemmen in plaats van de strijd aan te gaan. Dit laatste kost altijd meer geld, tijd en frustratie

B. Haalbaarheidsstudie

Een haalbaarheidsonderzoek voor glastuinbouw moet aannemelijk maken dat de opwekking van warmte met aardgas in zijn geheel kan worden vervangen door het gebruik van aardwarmte. Alle haalbaarheidsonderzoeken vóór het project van Van den Bosch spitsten zich toe op een aardwarmtebron in combinatie met andere warmtebronnen én waren gericht op toepassing voor een cluster van meer tuinbouwbedrijven.

Toepassing van aardwarmte bij een (groter) tuinbouwcluster heeft als nadeel dat bovengronds relatief dure installaties nodig zijn. Te denken valt aan een distributienet van warm water en veel regeltechnische apparatuur.

Daarnaast is in eerdere onderzoeken in alle gevallen uitgegaan van aardwarmte in combinatie met een aanvullende/variabele warmtebron. Dat variabele deel, dat in de winter nodig is, werd verondersteld te worden geleverd door aardgas te verstoken. De huidige tariefstructuur bij de afname van aardgas is echter zeer ongunstig voor het verstoken op zulke piekmomenten. Dit verlaagt het economische voordeel van aardwarmte sterk.

Het haalbaarheidsonderzoek van vleestomatenbedrijf A + G Van den Bosch in Bleiswijk was uniek en innovatief. Het was het eerste dat zich richtte op de benutting van aardwarmte als primaire (en enige) warmtebron voor een glastuinbouwbedrijf. Het was primair gericht op de mogelijkheden van het gebruik van aardwarmte voor een modern tomatenbedrijf dat niet is uitgerust met een wkk-installatie en geen groeilicht gebruikt.

In een deel van het haalbaarheidsonderzoek werd overigens wel een (strategisch gerichte) bedrijfskundige vergelijking gemaakt met een aantal andere (ook duurzame) investeringsrichtingen. Hierdoor zijn de resultaten van dit onderzoek ook relevant voor een vergelijking met andere bedrijfssituaties.

C. Vergunningen

De volgende stap is nagaan welke vergunningen vereist zijn om te mogen boren naar aardwarmte. Ten eerste zijn een opsporingsvergunning en een winningsvergunning nodig. Op diepten van meer dan 500 meter is het Ministerie van Economische Zaken eigenaar van de bodem. Daarom is voor diepe boringen een opsporingsvergunning nodig.

De aanvraag voor een opsporingsvergunning moet worden ingediend bij het Ministerie van Economische Zaken, afdeling Staatstoezicht op de Mijnen. De aanvrager vraagt hierin een gebied te mogen onderzoeken op de aanwezigheid van aardwarmte. Deze vergunning beschermt tevens de aanvrager, waardoor hij de enige is die op dat moment een boring in dat gebied mag uitvoeren. Om de boring daadwerkelijk te kunnen uitvoeren, moet de aanvrager aantonen dat de boring veilig en volgens de regels zal plaatsvinden. Hiervoor is tegenwoordig een meldingsplicht voldoende. Als de aardwarmte in het betreffende gebied is aangetoond, kan een winningsvergunning worden aangevraagd. Deze vergunning regelt dat de winning veilig en schoon wordt uitgevoerd.

De aanvraag voor een vergunning moet worden opgesteld door een specialist. De procedure zal elke keer zo'n beetje hetzelfde zijn: een beschrijving van de boring en van standaard onderwerpen. Alleen de geologie (situatie in de aarde) wordt per boorlocatie apart behandeld. Veel bedrijven springen hier inmiddels al op in en vragen forse vergoedingen voor het opstellen van zo'n aanvraag. De doorloop van een vergunningaanvraag kan snel gaan. In de hierna volgende twee overzichten zijn de doorlooptijden nader uitgesplitst, in procedure en streefwaarden voor de termijnen van een opsporings- en een winningsvergunning.

Opsporingsvergunning

	Doorlooptijd
Ontvangst aanvraag	1 week
Advisering door TNO, EBN (Energie Beheer Nederland), SodM (Staatstoezicht op de Mijnen) en Provincie	3 tot 6 maanden
Advisering door Mijnraad	6 weken
Vergunningverlening EZ	1 maand
Vergunning treedt in werking	1 dag na toezegging
Mededeling van beschikking in Staatscourant	Bij geen bezwaar onherroepelijk na 6 weken
Totale doorlooptijd	7 tot 10 maanden

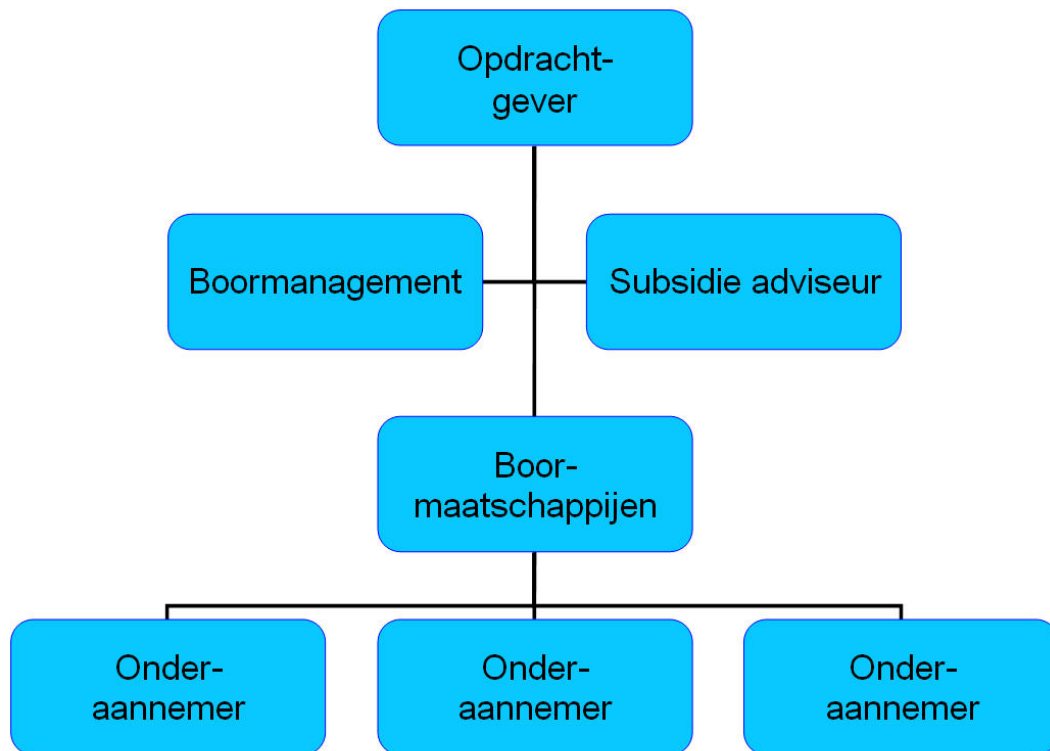
Winningsvergunning

	Doorlooptijd
Ontvangst vergunningaanvraag	1 week
Plaatsen uitnodiging Publicatieblad EU en Staatscourant	2 tot 3 weken
Termijn voor concurrerende aanvragen	13 weken
Advisering door: TNO, EBN, SodM en Provincie	3 tot 6 maanden
Advisering door Mijnraad	6 weken
Vergunningverlening EZ	1 maand
Vergunning treedt in werking	1 dag na toezegging
Mededeling in Staatscourant van beschikking	Bij geen bezwaar onherroepelijk na 6 weken
Totale doorlooptijd	7 tot 10 maanden

D. Samenstellen organisatie

Van de bij een aardwarmte project betrokken partijen kan het beste een organisatieschema worden opgesteld. Dit maakt voor alle betrokken partijen duidelijk wie welke taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden heeft. Zo'n schema kan er bijvoorbeeld als volgt uitzien:

Organisatieschema project Aardwarmte Van den Bosch



A. Opdrachtgever

De opdrachtgever van het project Van den Bosch heeft ervoor gekozen nauw betrokken te worden bij de uitvoering van het project. Ondanks dat er nog maar weinig ervaring is met aardwarmte in Nederland zijn er veel adviesbureaus die zo'n project willen begeleiden. Om constant de afweging te kunnen maken welk advies wel en niet nodig is, is de grote betrokkenheid van de opdrachtgever een absolute must.

B. Boormanagement

Boormanagement is een vanuit de overheid verplicht onderdeel bij een aardwarmteproject. De hiervoor geschikte bureaus zijn echter olietarieven gewend en leveren dus erg dure mensen. Beperk het aantal boormanagers dan ook tijdens het traject, omdat er al heel snel veel te veel rondlopen zonder grote toegevoegde waarde. Formeer een zeer beperkt team, zeker als met een boormaatschappij een 'lumpsum'-contract is afgesproken. Als een opdrachtgever heeft gekozen voor een 'day-rate'contract heeft het management een sturende functie en zal het team uitgebreider zijn. Deze contractvorm is echter sterk af te raden (*zie punt 5 hierna*).

C. Subsidie-adviseur

Een goed advies in het begin van het project voor het aanvragen van een subsidie kan erg helpen. Tegenwoordig zijn de voorwaarden echter heel duidelijk en nadat het project eenmaal is uitbesteedt, zal de rol van de subsidie-adviseur zeer bescheiden zijn.

D. Boormaatschappij

De boormaatschappij is de opdrachtnemer en veruit de belangrijkste partij in het project. Het is het bedrijf dat de daadwerkelijke uitvoering moet coördineren en realiseren. Het is van groot belang dat de opdrachtgever vertrouwen heeft in de uitvoerende partij. Het contract in de vorm van een 'lumpsum' is een zeer belangrijk punt. Hoe meer er onder het contract valt, des te beter het is, aangezien er dan sprake is van steeds minder risico voor de opdrachtgever.

De onderaannemers vielen in dit project volledig onder de verantwoordelijkheid, van de boormaatschappij.

E. Aanbesteden project

Wanneer de opdrachtgever het aardwarmteproject uitbesteed aan een boormaatschappij, is het erg belangrijk een bewuste keus te maken voor de contractvorm van de boring. De twee meest gehanteerde contracten bij olie- en gasboringen - en voor de opdrachtgever die aardwarmte wil winnen - zijn een day-ratecontract en een lumpsumcontract.

Day-rate boren is niet geschikt voor aardwarmteboringen in de tuinbouw. De boormaatschappij komt en laat het boormanagement de boring leiden. De opdrachtgever betaalt per dag en voor de gebruikte materialen. Deze contractvorm is erg gevaarlijk, omdat de uiteindelijke kosten niet te overzien zijn. In deze vorm van boren heeft het boormanagement twee functies, namelijk controleren en regisseren.

Een lumpsumcontract is een veel veiliger contract. Hierin wordt vooraf een aanneemsom vastgesteld en dus zijn de kosten van tevoren bekend. Het boormanagement krijgt hierbij een veel bescheidener rol, namelijk alleen de controlerende rol. In deze rol zullen slecht 1 of 2 personen op de locatie aanwezig hoeven te zijn. Het management is dan het aanspreekpunt naar de overheid en controlerende instanties.

Toch valt ook bij een lumpsumcontract aan te raden een zeer veilig, en dus zo vertikaal mogelijk boortraject te kiezen. Bij een vertikaal boortraject is het risico van het boren vele malen kleiner. Door deze keus is het echter wel noodzakelijk bovengronds meer afstand te creëren. Bovengrondse leidingen zijn namelijk vele malen goedkoper dan extra boormeters door boren onder een hoek.

Boorcontracten zijn ingewikkelde contracten, waarin vaak niet alle risico's duidelijk zijn voor de opdrachtgever. De boorrisico's liggen in alle standaard contracten meestal gedeeltelijk bij de opdrachtgever. Als bijvoorbeeld de geologie niet goed is beschreven in het contract, is dat al reden om extra kosten van tegenvallende prestaties tijdens het boren bij de opdrachtgever neer te leggen. Een standaard contract is voor tuinbouwbedrijven niet voldoende omdat de risico's te groot zijn ten opzichte van de bedrijfsgrootte(?). Tegenwoordig is het mogelijk om allerlei boorrisico's af te dekken, zoals het risico op 'lost in hole' en op 'lost the hole'.

Een 'lost in hole' is het vastzitten van de boorkop, motor en stabilisatiestangen in bijvoorbeeld zwellende klei. Als dit gebeurt, moet de boorstang worden afgeschoten en gaan deze onderdelen verloren. Dit resulteert bij een standaard contract al snel in extra kosten van 350.000 tot 750.000 euro, afhankelijk van de achtergebleven materialen.

Een 'lost the hole' kan worden veroorzaakt door een onstabiele ondergrond. Een geboord gat 'kwijt raken' betekent dat het traject opnieuw moet worden geboord. Deze extra meters komen normaal gesproken als extra kosten terecht bij de opdrachtgever. Ook hier kunnen flinke meerkosten ontstaan, afhankelijk van het aantal meters van het verloren traject.

Het is een absolute must dat een opdrachtgever zich verzekert tegen deze risico's

Een ander risico bij een boring is het zeer veel besproken opsporingsrisico, dat speelt bij het zoeken naar de aanwezigheid van winbaar water in de bodem. Hierover is een lange discussie gevoerd en ten tijde van het schrijven van deze brochure, januari 2009, lijkt het erop dat de overheid hiervoor vanaf een garantieregeling heeft.

Als er minstens 90% kans is op een succesvolle boring, de ondernemer 15% eigen risico neemt en een premie betaalt van 7%, wil de overheid garant staan voor een eventuele 'misboring'. Op die manier hoopt men meer tuinders over de streep te trekken om met aardwarmte te starten.

De verwachting is dat de rol van de overheid de eerstkomende jaren hierbij zeer belangrijk zal zijn en dat verzekeringsmaatschappijen die rol op middellange termijn zullen overnemen.

F. Uitvoering Project

Boorontwerp

Na een geologisch onderzoek (*zie punt A van dit stappenplan*) is een boorontwerp erg belangrijk bij een aardwarmteproject. Aangeraden wordt dit ontwerp door, of in zeer nauw overleg met, de boormaatschappij te laten opstellen.

De boormaatschappij moet een totaalaanbieding van het project doen en dus wil ze ook de regie hebben en de keuzes kunnen maken voor de dimensionering van boortrajecten. Verder weet de boormaatschappij welke partijen boorbuizen (casings) voor een aantrekkelijke prijs kunnen worden gekocht. Levert de opdrachtgever zelf een boorontwerp aan, dan maakt de boormaatschappij dit vaak toch opnieuw.

Aangeraden wordt het ontwerp van de boormaatschappij kritisch te bekijken en te bespreken samen met een onafhankelijke deskundige.

Hole	Casing/Formation	AH-NAP (m)	TVD-NAP (m)
Surface			
23"	18 5/8" K55 87.5ppf	29,2	29,2
	Top cmt job		
	Top Maasluis	100	100
	5 3/4" tubing		
	Top Oosterhout	180	180
	Centilift pump	370	
	Top Breda	380	380
	Top Texel Chalk	411	411
17 1/2"	13 3/8" K55 54.5ppf	441	441
	KOP	466	466
	Top Upper Holland Marl	540	539
	Top Middle Holland Shale	890	810
	Top Holland Greensand	1090	918
	Top Lower Holland Marl	1175	966
	TOC good bond	1200	983
	Top De Lier SdSt	1513	1160
	Top Vlieland Clay	1710	1271
	Liner hanger + Swellfix packer	2083	1485
12 1/4"	9 5/8" K55 40ppf	2125	1508
	Top Berkel/Rijswijk SdSt	2170	1532
	7" Liner	2261	1585
	5 1/2" WWS liner		
	Rotojet fish 1 1/2" coiled tubing	2442	1688
8 1/2"	TD and bullnose	2457	1695

Voorbeeld boorontwerp

Boorproces

Het boren naar grote dieptes kan op verschillende manieren. Hierna worden de meest toegepaste technieken beknopt beschreven.

1. Airlift

Pompen met 'airlift' is een veel gebruikte, relatief goedkope manier van boren. Vooral voor ondiepe trajecten is dit een geschikte methode. Bij airlift boren wordt het geboorde materiaal (de cuttings) door middel van lucht omhoog meegenomen met de spoeling. Een grote compressor blaast die lucht onderin de boorpijp. De airliftmethode heeft als voordeel dat de spoelingverliezen minder groot zijn dan bij spoelingsboren. Vooral in de watervoerende pakketten die in het Westen van Nederland veel voorkomen op dieptes tot 100 meter, wordt met airlift pompen flink bespaard. Bij spoelingsboren stroomt de spoeling namelijk makkelijk het watervoerende pakket in.



2. Rotary boren

Bij deze methode wordt door de boorpijpen spoeling naar beneden gepompt en komen langs de boorpijpen de cuttings met deze spoeling omhoog. Bij het boren op grotere diepten of bij een vastere ondergrond is deze methode geschikt, aangezien de capaciteit van airlift dan te wensen overlaat. Rotary boren is ook wereldwijd de standaard bij olie- en gasboringen.

3. Casing boren

De laatste tijd wordt veel gesproken over casing boren, een techniek waarbij de wandbekleding van het boorgat (= casing) gebruikt wordt om mee te boren. Kosten en doorlooptijd van het boren worden daarbij verbeterd. Deze techniek staat echter nog in de kinderschoenen en zal voorlopig nog niet toepasbaar zijn. Verschillende oliemaatschappijen zijn met de ontwikkeling ervan gestopt, omdat zij voorlopig nog niet in het systeem geloven.

Verbeterde technieken en meer ervaring zullen in de toekomst wellicht bijdragen aan snellere en minder dure boorinstallaties. Toch moet er streng worden gewaakt voor nieuwe technieken die zich nog niet bewezen hebben. Aardolie- en gasbedrijven boren alle vele tientallen jaren via rotary-boren en volgen alle nieuwe boortechnieken op de voet. Deze maatschappijen zullen nieuwe ontwikkelingen wanneer deze marktrijp zijn uitproberen en wellicht dat deze technieken dan later ook voor aardwarmteboringen interessant kunnen worden.

Het is zaak te waken voor adviseurs die, soms met dubbele agenda's, bijvoorbeeld als vertegenwoordiger van een nieuwe techniek, aardwarmteboringen in de tuinbouw gebruiken als experiment. De marges bij tuinbouwondernemingen zijn vaak niet van dien aard dat dit soort risico's makkelijk kunnen worden gedragen. Het is voor een afnemer van een dergelijke techniek dus alleen interessant als hij geen extra risico loopt en er een kostenvoordeel mee behaalt.

G. TESTEN

Het testen van de productieput gebeurt door het oppompen van het water en daarbij de waterniveaus te meten. Hierbij kan een trend worden waargenomen en zo kan de maximale productie worden benaderd.

De pomptest wordt uitgevoerd met de in de geboorde productieput gebouwde pomp. Het water uit de put wordt omhoog gepompt en opgevangen in een depot. Het water wordt door bezinkbakken geleid, waarin het mee omhoog gekomen zand kan bezinken.

Met verschillende frequenties wordt het debiet (hoeveelheid per uur) met behulp van een literteller bepaald. Hoe lang een pomptest moet en kan plaatsvinden is afhankelijk van de opvangcapaciteit. Soms is dit een test van 2 maal 24 uur, maar in andere gevallen wordt ook weleens weken achtereen

getest. In het laatste geval betreft het dan water uit zoetwaterbronnen waarvan het water weer makkelijk kan worden geloosd.

Het waterniveau in de bron (meters onder oppervlakte) is vervolgens in een grafiek te zetten tegen de opgepompte hoeveelheid, waaruit de trend van de daling van het waterniveau kan worden opgemaakt en de benodigde druk vanuit de pomp kan worden berekend. Vervolgens kan dezelfde pomp ook de injectiedruk leveren voor de injectietest.

De test van de injectieput gebeurt eigenlijk ook op een simpele manier. Eerst wordt gemeten hoeveel van het geproduceerde water vrij terugstroomt (vrije instroom) en vervolgens wordt de rest met een pomp die aan de oppervlakte staat terug gepompt in deze put. Hieruit is af te lezen hoeveel druk nodig is om een bepaalde hoeveelheid water terug te pompen (zie overzicht hierna).

Voorbeeld testresultaten

Productietest

Waterdebiet	Waterniveau
20 m ³ / uur	-35 meter
30 m ³ / uur	-45 meter
50 m ³ / uur	-65 meter
80 m ³ / uur	-90 meter
100 m ³ / uur	-110 meter

Injectietest

Waterdebiet	Injectiedruk
20 m ³ / uur	0 bar (vrije instroom)
30 m ³ / uur	0 bar (vrije instroom)
50 m ³ / uur	1,2 bar
60 m ³ / uur	1,4 bar
75 m ³ / uur	2,5 bar
100 m ³ / uur	4 bar

H. Aansluiten en gebruik van de aardwarmte-installatie

Zie voor deze twee onderwerpen Hoofdstuk 7 Ervaringen in de praktijk bij vleestomatenbedrijf A + G Van den Bosch in Bleiswijk.

4. Kosten realisatie aardwarmte-installatie

De kosten van de aanleg van een aardwarmte-installatie omvatten de volgende onderdelen:

1	Geologisch onderzoek
2	Boringen
3	Boormanagement
4	Bovengrondse installatie
5	Bouwstroom
6	Locaties
7	Afvoer grond en spoeling
8	Garantie of verzekeringen

1. Geologisch onderzoek

Het eerste deel van een geologisch onderzoek, de quickscan, kost ongeveer 7.000 euro. De kosten van het tweede deel van de geologische studie, het groot geologisch onderzoek, komt op zo'n 20.000 euro. Door dit onderzoek samen met collega's in de buurt te laten uitvoeren, kunnen de kosten worden gedeeld.

2. Boringen

De kosten van boringen hangen af van de diepte en dimensionering van de putten. Ook zijn de kosten erg afhankelijk van het bedrijf dat de putten boort. De beschikbaarheid van boorinstallaties op dat bedrijf kan ook grote invloed op de kosten hebben. In tegenstelling tot berichten in de media zakken de prijzen nog niet.

Ondiepe boringen, bijvoorbeeld naar 1.000 meter diepte, kosten zo'n 1 miljoen euro. Een middeldiepe boring naar bijvoorbeeld 2.000 meter komt op ongeveer 5,5 miljoen euro en een boring naar 3.000 meter diepte kost naar alle waarschijnlijkheid minimaal 14 miljoen euro.

3. Boormanagement

Het boormanagement kan de benodigde vergunningen voor het project aanvragen. Dit is gespecialiseerd werk maar de benodigde vergunningen mogen samen eigenlijk niet meer kosten dan 15.000 euro. De aanwezigheid van een boormanagement is afhankelijk van de duur van een project en de mate van begeleiding. Bij de keus van een lumpsumcontract voor het project is veel minder management nodig dan wanneer voor een day-ratecontract wordt gekozen. Bij een lumpsumcontract kost boormanagement tussen 100.000 en 200.000 euro en bij een day-ratecontract is dat tussen 300.000 en 400.000 euro.

4. Bovengrondse installatie

De aanleg van de bovengrondse installatie vraagt de nodige aandacht. Het is dan ook aan te raden een bedrijf met specifieke ervaring in te schakelen om het wiel niet opnieuw uit te hoeven vinden. De kosten hangen uiteraard af van de al of niet aanwezige bovengrondse installaties, de onderlinge afstand tussen de productie- en injectieput en de dus benodigde leiding. Verder zijn er nog veel meer mogelijkheden om aardwarmte nog beter te benutten, zoals met: luchtbehandelingskasten, luchtondersteuning langs verwarmingsbuizen, dubbele schermen, warmtepomp, grondverwarming. Al deze opties zijn min of meer bekend in de tuinbouw en kunnen stuk voor stuk de retourtemperatuur van een aardwarmtebron verlagen en het vermogen dus vergroten. Wanneer de delta T, het verschil tussen productie en injectie, 25 graden Celsius is, betekent een verlaging van de temperatuur van het retourwater met 5 graden al een toename van 20% van het vermogen! De eerdergenoemde mogelijkheden kunnen wellicht zo'n stijging realiseren.

5. Bouwstroom

De benodigde stroom bij de realisering van het project, de zogenaamde bouwstroom, is fors. De kosten hiervoor hangen sterk af van de beschikbaarheid van stroom van het net of het inzetten van een stroomaggregaat.

6. Locaties

De boorlocatie moet voor de vereiste vergunningen aan bepaalde eisen voldoen. Het inrichten van een locatie is uiteraard sterk afhankelijk van het uitgangspunt.

7. Afvoer grond en spoeling

De afvoer van de grond die vrijkomt tijdens een boring moet worden afgevoerd naar een verwerker, ondanks dat het schone grond is met bentoniet. Voor de boorspoeling geldt eigenlijk hetzelfde. Deze afvoer kan worden geregeld met een lokale verwerker of uitgevoerd worden door de boormaatschappij.

8. Garantie en verzekeringen

De opdrachtgever loopt op twee onderdelen risico: boorrisico en opsporingsrisico. Breng eerstgenoemd risico onder bij de boormaatschappij. Dit risico wordt normaal niet meegenomen in standaard contracten. Die schieten hierbij zwaar tekort.

Het opsporingsrisico kan vanaf medio 2009 worden afgedekt door een garantieregeling bij de overheid. Toch zal altijd moeten worden bekeken of zelf verzekeren een betere en goedkopere optie is.

5. Valkuilen

Verondersteld werd dat de geologie in het Westen van Nederland zeer goed bekend was. In de praktijk klopten de lagen ook wel, alleen de samenstelling van de verschillende lagen had andere eigenschappen dan van tevoren door de specialisten werd verondersteld. De kennis van de ondergrond en de eigenschappen daarvan zijn van doorslaggevend belang voor succes van een aardwarmteproject.

Als dat bekend is, kunnen de boortechniek en spoelingsamenstelling daarop worden aangepast en voorbereid. Dit voorkomt problemen en de doorlooptijd van het boorproces kan erdoor worden verkort. Vooral zwellende klei kan voor grote problemen zorgen als daar niet van tevoren een adequate voorbereiding voor is getroffen. Het gevolg kan zijn dat boorpijpen vast komen te zitten.

De voor de winning van aardwarmte beoogde watervoerende zandsteenlagen Berkel Zandsteen en Rijswijk Zandsteen zijn niet afzonderlijk herkenbaar in 3D-seismisch onderzoek in de aarde. De exacte ligging van Berkel zandsteen is dan ook niet vastgesteld. Wel is de diepteligging van de top en de basis van de zandige eenheid, waartoe beide zandsteenlagen behoren, vastgesteld met behulp van seismisch onderzoek.

Voor een optimaal rendement van de aardwarmtewinning dienen deze lagen zo diep mogelijk te worden aangeboord, waardoor in het doublet water zit met een zo hoog mogelijke temperatuur.

Technische risico's die mogelijk een rol kunnen spelen bij de winning van aardwarmte zijn:

Neerslag van mineralen wat kan leiden tot verstopping van de put

Verstopping van de put door zwelling van mogelijk aanwezige klei en/of het samenklonteren van kleideeltjes in suspensie

Schade aan de laag gesteente in de aarde(bij toepassing van een hoog waterdebiet en/of hoge druk).

Het risico hangt sterk af van de samenstelling van het formatiewater en de mineralogische samenstelling van het gesteente in de watervoerende lagen. De werkelijke omvang van deze risico's zijn dan ook pas na het testen van de eerste boring goed in te schatten.

6. Conclusies en Tips

De keus om te investeren in aardwarmte of met andere woorden geothermie is een ingrijpende en grote investering. Een boring naar aardwarmte is en blijft een risicovolle onderneming, aangezien nooit zeker is wat je in de grond tegenkomt. Het is daarom erg belangrijk de risico's van tevoren af te dekken via goede contracten, verzekeringen of garanties. De financiële gevolgen van tegenvallers zijn namelijk al snel erg groot.

Verbeterde technieken en meer ervaring zullen in de toekomst wellicht bijdragen aan snellere en minder dure installaties. Waak echter voor nieuwe boortechnieken en ideeën die zich nog niet hebben bewezen. Aardolie- en gasbedrijven boren alle vele tientallen jaren door middel van rotary-boren en volgen alle nieuwe boortechnieken op de voet. Deze maatschappijen zullen nieuwe ontwikkelingen uitproberen zodra ze marktrijp zijn. Ze kunnen dan misschien later ook voor aardwarmteboringen interessant worden.

Waak ook voor adviseurs die aardwarmteboringen in de tuinbouw willen gebruiken als experiment, bijvoorbeeld omdat ze een nieuwe techniek vertegenwoordigen. De marges bij tuinbouwondernemingen zijn vaak niet van dien aard dat dit soort risico's makkelijk kan worden gedragen. Voor een afnemer is dit dus alleen interessant als hij er geen extra risico mee loopt en er een kostenvoordeel mee behaalt.

Het gebruiksgemak van een ondergrondse bron is een heel erg groot voordeel. Ook in de bouwwereld is er grote interesse voor deze techniek maar daar is toepassing minder eenvoudig dan in de glastuinbouw. In het hier beschreven project bij Van den Bosch wordt meer energie bespaard dan bij een aardwarmteproject voor 5.000 huishoudens. Deze zeer duurzame vorm van energievoorziening zal een grote vlucht nemen in de komende jaren. Dat de olie- en gasprijzen nu even laag zijn, geeft de sector de tijd en lucht om de omschakeling te maken. De veronderstelde terugverdientijd zal hierdoor wellicht wat langer zijn, maar de duurzaamheid en kostprijs op middellange en lange termijn zullen gewaarborgd zijn.

Vooraf verwarmen met laagwaardige warmte is de sleutel van het succes van aardwarmte. Het is daarom ook dat de tuinbouw, die al jaren met lage temperaturen verwarmt, zo geschikt is om over te stappen op aardwarmte. De schaalvergroting is ook een groot pluspunt. Steeds meer bedrijven kunnen zelfstandig een installatie financieren en benutten.

Aardwarmte staat aan het begin van zijn ontwikkeling als verwarming in Nederland. De mogelijkheden zijn bijzonder groot en dus kan het een snelle groei doormaken. Deze vorm van verduurzaming moet op gang worden geholpen en dus worden gestimuleerd door de overheid. Na enkele jaren is de onbekendheid ermee dan weg en is ondersteuning niet meer nodig.

En dan nog de allerlaatste tips

- Boren naar aardwarmte is niet risicoloos, dus kies een geschikte contractvorm (lumpsum).
- Kies voor een standaard boortechniek; aardwarmteprojecten in de tuinbouw zijn niet geschikt als experiment!
- Dek zoveel mogelijk risico's af, dus boor- en opsporingsrisico's.
- Maak van tevoren goede en duidelijke afspraken met alle partners.
- Maak een keus in de mate van projectbegeleiding (ook lumpsum).
- Goed advies is belangrijk, maar advies kan ook een (te) grote kostenpost worden!

7. Ervaringen in de praktijk bij A + G van den Bosch

Een aantal jaren geleden werd bij Vleestomatenbedrijf A + G van den Bosch in Bleiswijk besloten om de kassen te gaan verwarmen met aardwarmte, een primeur in Nederland.

In 2006 werd gestart met het boren naar een watervoerende laag op 1.700 meter diepte. Het water in deze aquifer heeft een temperatuur van 60 graden Celsius en geeft haar warmte af aan de kassen door middel van warmtewisselaars. Het waterdebiet van de aardwarmte-installatie is zo'n 150 kubieke meter per uur en de warmteproductie bedraagt ongeveer 5 MW_{th}.

De installatie heeft een efficiëntie (COP) van 18. Dit is het sterke punt van aardwarmte: de zeer efficiënte manier van warmte produceren.

Rik van den Bosch heeft het initiatief genomen om de ervaringen die zijn opgedaan bij de aanleg van de eerste aardwarmte-installatie in de praktijk door te geven aan collega's, om een beeld te geven wat er zoal bij komt kijken.

Vooraf kassen, die relatief eenvoudig met laagwaardige warmte kunnen worden verwarmd, zijn uitermate geschikt voor aardwarmte. Het is dan ook niet verwonderlijk dat zes maanden nadat de installatie bij Van den Bosch in gebruik was genomen er al 12 projecten in voorbereiding waren en op het moment dat deze brochure werd geschreven al ruim 25.

Boringen

- Nadat het project in Bleiswijk in 2006 van start ging met de eerste boring, bleek achteraf dat de boorinstallatie toen nog niet compleet was. Veel onderdelen waren er niet of in te kleine hoeveelheden. Hierdoor is er in 2006 nauwelijks geboord en kwam de boring pas begin 2007 goed op gang.
- Begonnen werd met een arilift-boring maar de daarbij gebruikte compressoren bleken te klein. Doordat niet voldoende lucht kon worden geproduceerd, kwam het geboorde materiaal (de cuttings) niet goed omhoog. Hierdoor raakte het systeem vele malen verstopt. Later kwamen er betere compressoren en verliep de boring een stuk beter. De eerste twee fases tot 450 meter diepte verliepen dus erg stroef. Toen deze diepte was bereikt, werd de tweede pijp (casing) gezet en gecementeerd. Vervolgens werd door middel van rotary-boren verder geboord.
- Het gekozen boortraject bleek te uitdagend in de slappe ondergrond in het westen van Nederland. De klei is erg zacht en de grote hellingshoek van het boorgat bemoeilijkt de boring sterk. Bij een grote hellingshoek kan het boorgat beschadigd raken door het gewicht van de boorpijpen. Hierdoor ontstaat een hobbelig boorgat, waardoor cuttings niet makkelijk omhoog komen. Dit geeft grote problemen bij het boren.
- Het gekozen boortraject was de belangrijkste reden van de vertraging van het boorproces. Van tevoren waren deze problemen door de deskundigen niet voorzien of zwaar onderschat. Ondanks de forse vertraging kreeg het boorbedrijf het toch voor elkaar en is uiteindelijk een installatie tot stand gekomen die voor 100% aan de verwachtingen voldoet.
- Het is erg belangrijk om voor een veilig en zeker boortraject te kiezen, zodat de doorlooptijd van een project beter te plannen is. Dat wil zeggen een vertikaal boortraject, omdat de risico's bij het boren dan vele malen kleiner zijn. Werken via een contract met een aanneemsom beschermt de opdrachtgever van het project daarbij voor forse meerkosten. Van den Bosch raadt collega's dan ook aan met deze contractvorm te werken. Als meerkosten ontstaan, zijn die namelijk vaak hoog.
- De meerkosten die in Bleiswijk ontstonden, werden veroorzaakt door variabele kosten. Vooral de huur van machines en het inhuren van advies hebben meer gekost. Ook de problemen die ontstonden door het gewaagde boortraject door de hellingshoek waaronder werd geboord, hebben tot extra kosten geleid.
- Het testen van de putten werd uitgevoerd door de boormaatschappij en door A + G van den Bosch zelf. Uit de test van de productieput kwam naar voren dat een productie van 135 tot 155 kubieke meter water per uur haalbaar zou moeten zijn. Deze inschatting vooraf klopt met de werkelijkheid.
- Bij het testen van de injectieput waren er geen middelen om meer druk dan 4 bar te maken. Daardoor kon niet meer worden teruggepompt dan 100 kubieke meter per uur. Hieruit kon echter worden opgemaakt dat een injectiedebiet van 150 kuub per uur haalbaar zou moeten zijn met een druk van ongeveer 9 bar. Ook deze benaderingen blijken achteraf goed uitgekomen.

- Om de pomp die in de geboorde productieput was ingebouwd te testen, werd gekozen voor een test van 2 maal 24 uur. Het waterniveau in het depot kwam, bij een productie van 150 kuub water per uur, overeen met de verwachtingen. Doordat het waterniveau in de put zakt tot 190 meter, is hier vanuit de pomp een druk nodig van 19 bar. Deze pomp kan vervolgens ook de injectiedruk leveren.

Aansluiten installatie

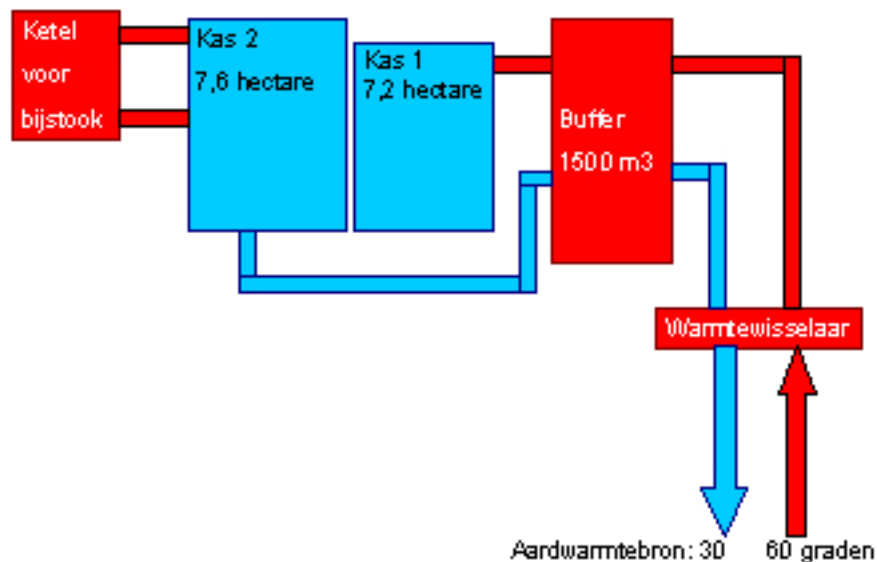
De aardwarmtebron werkt naar volle tevredenheid. Als de installatie eenmaal draait, is de naloop zeer minimaal. Het eerste jaar vond geen storing plaats, kortom: de bron is zeer betrouwbaar gebleken.

Aan de bron is, naast de oorspronkelijke 7,2 hectare, nog een extra kas gekoppeld, met een oppervlakte van 7,6 hectare. Hierdoor neemt de bezettingsgraad van de installatie toe. Vooral in de zomer heeft de bron voldoende capaciteit voor beide kassen.

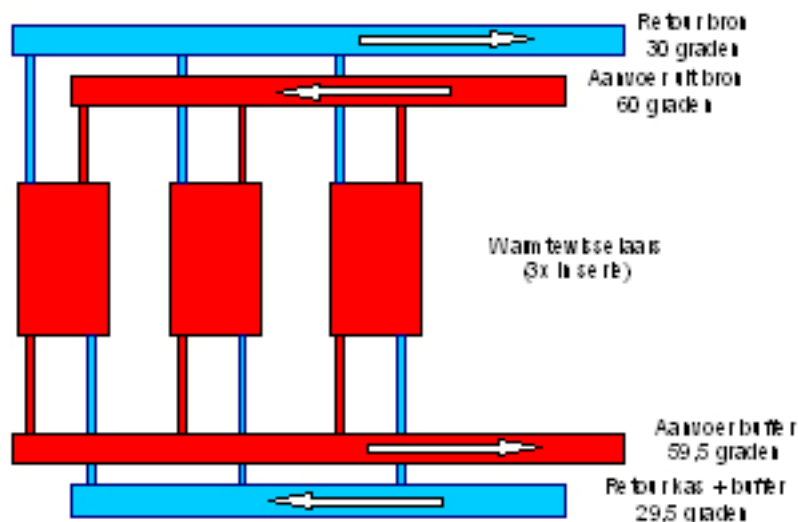
Het systeem staat in serie geschakeld. Het water gaat dus eerst door kas 1 en als er nog voldoende energie over is, gaat het water ook door kas 2. Krijgt kas 2 te weinig energie geleverd, dan wordt daar met aardgas bijgestookt.

De totale besparing wordt geschat op zo'n 4 tot 4,5 miljoen kuub aardgas per jaar. Hiertegenover staat een extra investering in het verwarmingssysteem in kas 2 en een hoger elektriciteitsverbruik. Dit hogere elektriciteitsverbruik wordt veroorzaakt door de luchtondersteuning in kas 2 en de hogere inzet van de bronpomp. De luchtondersteuning wordt later worden toegelicht onder 'Betere benutting aardwarmte'.

Schematische weergave verwarmingssysteem



Schematische weergave warmtewisselaars



Bron in bedrijf

De bron is opgestart in november 2007 en vanaf januari 2008 volledig in bedrijf. Het aardwarmtesysteem vult een warm-waterbuffer. Wanneer deze vol is, wordt de pomp teruggeregeld of zelfs afgezet. De kassen halen de benodigde warmte uit deze buffers en het afgekoelde water dat retour komt uit de kassen loopt door de warmtewisselaars om weer opgewarmd te worden. Het systeem is ingepast in de klimaatcomputer, die de productie- en injectietemperatuur door middel van sensoren registreert. In de datalogger van de pomp worden ook nog de pompdruk en het elektriciteitsverbruik geregistreerd. Deze gegevens controleren we zelf en dat vraagt een stukje extra aandacht. De gegevens worden gebruikt ter controle van het systeem en van de elektriciteitsrekeningen van het energiebedrijf.

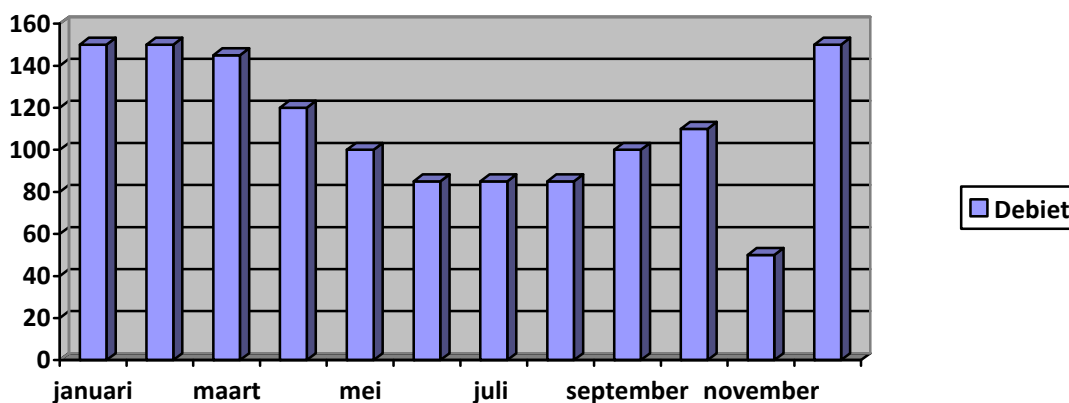
De controle van het systeem is ook belangrijk om waterdebiet en injectiedruk in de gaten te houden. Wanneer afwijkingen ontstaan, kan dit te maken hebben met vervuiling of slijtage van de pomp. In het geval dit aan de hand is, kan een gunstig tijdstip worden gekozen om onderhoud uit te voeren.

Kengetallen aardwarmtebron A+G van den Bosch

	Minimaal	Maximaal
Productietemperatuur	59.4 graden	60 graden
Injectietemperatuur	24 graden	34 graden
Debiet	85 m3 per uur	150 m3 per uur
Pompdruk	12 bar	26 bar
Elektriciteitsverbruik	220 KWh	280 KWh

Gemiddeld debiet per maand

In de hierna volgende figuur is het debiet per maand af te lezen. Het logische beeld is dat dit in de wintermaanden hoog is en de zomermaanden lager. Aangezien november een wisselmaand is in de teelt, ligt een deel van de kas een maand leeg en wordt dan niet verwarmd. De pomp staat in deze weken dan ook uit.



De energie-efficiëntie (COP) is te berekenen door de hoeveelheid energie die wordt geproduceerd te delen door de hoeveelheid energie die erin wordt gestopt. Verschillende pompfrequenties en dus verschillende debieten en drukken leveren verschillende COP's op. De COP varieert tussen 16 en 20 en is gemiddeld ongeveer 18.

Elektriciteitsverbruik

Het vermogen van de pomp wordt aangepast aan de warmtebehoefte in het jaar. In de zomer, met hogere buitentemperaturen, is die behoefte lager en uiteraard verschilt de warmtebehoefte ook per seizoen.

januari	275.000	Kwh
februari	270.000	Kwh
maart	250.000	Kwh
april	235.000	Kwh
mei	200.000	Kwh
juni	150.000	Kwh
juli	170.000	Kwh
augustus	170.000	Kwh
september	220.000	Kwh
oktober	230.000	Kwh
november	80.000	Kwh
december	260.000	Kwh
	2.510.000	Kwh

Energieverbruik

Beide kassen zijn in de winter uitgerust met dubbele schermen, die bestaan uit een beweegbaar scherm en één vast foliescherm. Dit maakt het mogelijk met veel lagere buistemperaturen te werken waardoor de energiebesparing veel groter is.

Eenzijds komt de besparing door de betere isolatie en doordat minder uitwisseling met buitenlucht plaatsvindt. Anderzijds is de temperatuur van het retourwater lager doordat met lagere buistemperaturen worden gewerkt. Deze lagere retourtemperatuur resulteert in een grotere delta T (in graden Celsius) van de aardwarmte- installatie en dus de capaciteit. De capaciteit van een aardwarmtebron wordt immers bepaald door het debiet maal delta T.

Energieverbruik Van den Bosch

	Gasgestookt	Aardwarmte 7,2 hectare	Aardwarmte 14,9 hectare
Gas ($m^3 / m^2 / jaar$)	42	0	7
Elektriciteit in aardgaseq. ($m^3 / m^2 / jaar$)	1	4	6
Totaal energieverbruik in a.e.q.	43	4	
Netto energiebesparing		94 %	75 %
Energiebesparing in a.e.q./jaar		3 miljoen m^3	4,5 miljoen m^3

Nog betere benutting

De uitdaging in Bleiswijk is het water nog verder te koelen. Hierdoor wordt de energieopbrengst groter en de efficiëntie van het systeem beter. Hieronder een beschrijving van het systeem waarmee een stap kan worden gezet naar een nog efficiëntere benutting van een aardwarmte-installatie.



Lage-temperatuurverwarmingsnet

Om met lagere temperaturen te kunnen verwarmen, heeft Van den Bosch in de nieuwbouw ervoor gekozen dit te gaan doen met een tweede verwarmingsnet. Dit extra net verdubbelt de normale hoeveelheid verwarmend oppervlak en dus kan water met een lagere temperatuur worden benut. Tijdens de uitvoering ervan bleek dat de verwarmende capaciteit hoger kon. Door te investeren in een intensief uitkoeling systeem met behulp van luchtverplaatsing werd de gewenste capaciteit behaald. De temperatuur van het retourwater in het systeem is verlaagd van circa 35 naar 27 graden Celsius. Dit betekent een stijging van de capaciteit met 28%. Het systeem kent nu al meer praktijkvoorbeelden hiervan, maar ten tijde van de aanleg bij ons bedrijf nog niet. Het is zeker nog geen standaard, al worden de voordelen wel door veel telers erkend.

Tijdens de bouw bleek dat buffering per week het rendement van de aardwarmte-installatie onvoldoende vergrootte. Met dubbele schermen in plaats van enkele, het lage-temperatuurnet en een goede teeltplanning is een veel beter resultaat te bereiken. Ook bleek dat er behoorlijke teelttechnische risico's zaten aan het bufferen tijdens de teelt. Temperatuurverschillen in een (tomaten)kas zijn funest voor een goede klimaatregeling en een goede teelt. Die temperatuurverschillen komen regelmatig voor bij buffering van warmte tijdens de teelt. Bij het volgen en registreren van de warmtebehoefte in de winter bleek die behoefte zeer constant te zijn. Bij bewolkte perioden is sprake van weinig instraling, maar zijn de temperaturen in het algemeen hoger. Bij vorst schijnt vrijwel altijd de zon en is er overdag minder verwarmingsbehoefte. Het is dus belangrijk constant een goede warmtebenutting te hebben en met weekbuffering was weinig winst te behalen.

De benutting van de warmte verbeteren is een constante verbetering en draagt dus bij aan een grotere besparing op energie. Een betere uitkoeling door het verwarmingssysteem en een betere isolatie van de kas die het mogelijk maakt met lagere verwarmingsbuistemperaturen te werken, konden vooraf ingeschatte besparingen worden gerealiseerd.

Rekenvoorbeeld

In de periode december tot en met maart is de warmtebehoefte behoorlijk constant. Hierdoor was weekbuffering niet zinvol. Aan het begin van de winter zit de buffer vol, maar is deze leeg dan is er nauwelijks gelegenheid de buffer weer te vullen. De buffer op dat moment zinloos.

Door luchtondersteuning kon het water worden gekoeld naar 26 graden Celsius en zonder luchtondersteuning was 31 graden het minimaal haalbare.

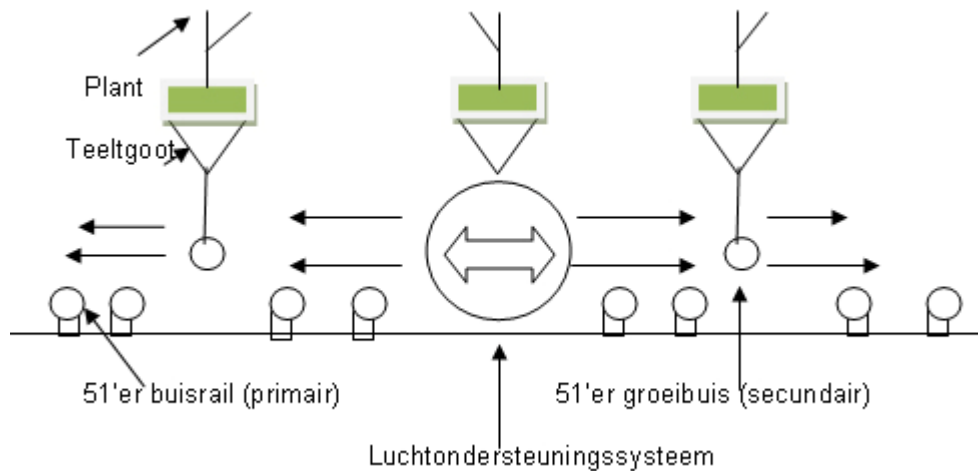
Die 5 graden verschil zijn belangrijk, aangezien de installatie nu zo'n 16% meer warmtevermogen heeft dan zonder luchtondersteuning. Dit komt omdat het water uit de diepe ondergrond met een temperatuur van 60 graden Celsius omhoog komt en op 34 graden Celsius 'afgeeft' in plaats van op 29 graden. Elke graad meer koeling/benutting staat dus voor een capaciteitswinst van ruim 3%. Dit 16% grotere vermogen wordt de hele winter benut.

Door luchtondersteuning vormt ook vocht een minder groot gevaar en kan met lagere buistemperaturen worden gewerkt. Dit bespaart zo'n 20% extra energie - ook bijstook - ten opzichte van geen luchtondersteuning.

Het luchtondersteuningssysteem is gebaseerd op het verlagen van de k-waarde van het verwarmingsnet. Door de lucht langs de verwarmingsbuizen te blazen, wordt de warmte-afgifte verder verhoogd en het rendement van het systeem verhoogd. De lucht koelt het primaire en het secundaire verwarmingset verder af. Om de luchtondersteuning mogelijk te maken waren we wel genooddaakt de teelt te verhogen met speciale teeltgoten.

In tegenstelling tot weekbuffering zou een seizoenbuffer wel nuttig kunnen zijn. De mogelijkheden voor een diepe aquifer worden dan ook onderzocht, zodat in de zomer warmte kan worden opgeslagen die in de winter weer gebruikt wordt. Een seizoenbuffer bovengronds of in de vorm van een klimrekbuffer is wat dat betreft onbetaalbaar en praktisch onmogelijk omdat het om tienduizenden kubieke meters zou moeten gaan.

Schets verwarmingssysteem



Door luchtverplaatsing wordt de afgifte (k-waarde) van de verwarmingsbuizen verhoogd. Dit is het best te vergelijken met wind: als het waait voelt het kouder aan dan bij windstilte. Dit komt doordat je bij wind sneller afkoelt. Met de verwarmingsbuizen gebeurt exact hetzelfde. Er wordt constant koelere lucht langs geblazen en de opgewarmde lucht stijgt en verwarmt de ruimte.

Door de combinatie van deze onderdelen slagen we er in de retourtemperatuur van het water te verlagen van 35 naar 27 graden. De Delta T wordt hierdoor vergroot van 25 naar 32 graden. Dit betekent een rendementverbetering van de totale installatie van 28%. Kortom, de intelligente luchtondersteuning en het lage-temperatuurverwarmingssysteem zorgen samen voor een betere koeling. Beide onderdelen zorgen voor 50% van de totale besparing. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het onderdeel luchtondersteuning zo'n groot aandeel heeft omdat het een verwarmingssysteem is met veel verwarmend (afgifte) oppervlakte; deze beide kenmerken versterken elkaar dus.

Toepassingen voor een betere benutting van aardwarmte zijn onder andere

- Meer verwarmend oppervlakte in de kas door meer verwarmingsbuizen
- Horizontale en verticale luchtverplaatsing
- Dubbele scherming
- Geïsoleerd dek
- Luchtbehandelingkasten
- Warmtepomp
- Grondverwarming

De resultaten van de aardwarmtewinning voldoen voor 100% aan de vooraf gestelde doelen. De grote schommelingen op de energiemarkt bevestigen dat het een goede keus is geweest. Ik hoop dat collega's die plannen hebben om over te stappen op aardwarmte hun voordeel kunnen doen met dit praktijkrelaas en de brochure die hieruit is ontstaan.