

Ervaringen met aardwarmte 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 water-debiet van de aardwarmte-installatie is zo'n 150 kubieke meter per uur en de warmte-productie bedraagt ongeveer 5 MWth.

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.

Voorals 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 klopte 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

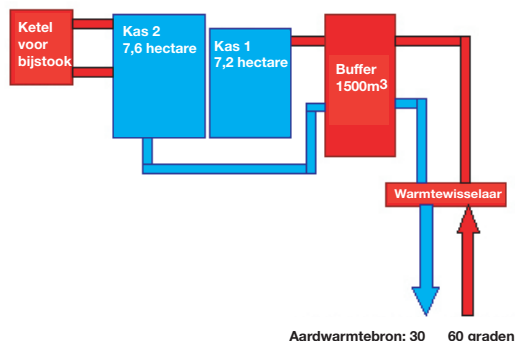
De aardwarmtebron werkt naar volle tevredenheid. Als de installatie eenmaal draait, is de naloop zeer minimaal. Het eerste jaar vond geen storing plaats, kortom: de bron is zeer betrouwbaar gebleken.

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.

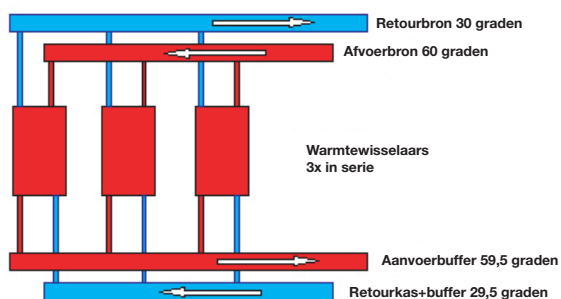
Het systeem staat in serie geschakeld. Het water gaat dus eerst door kas 1 en als er nog voldoende energie over is, gaat het water ook door kas 2. Krijgt kas 2 te weinig energie geleverd, dan wordt daar met aardgas bijgestookt.

De totale besparing wordt geschat op zo'n 4 tot 4,5 miljoen kuub aardgas per jaar. Hier staat een extra investering tegenover 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

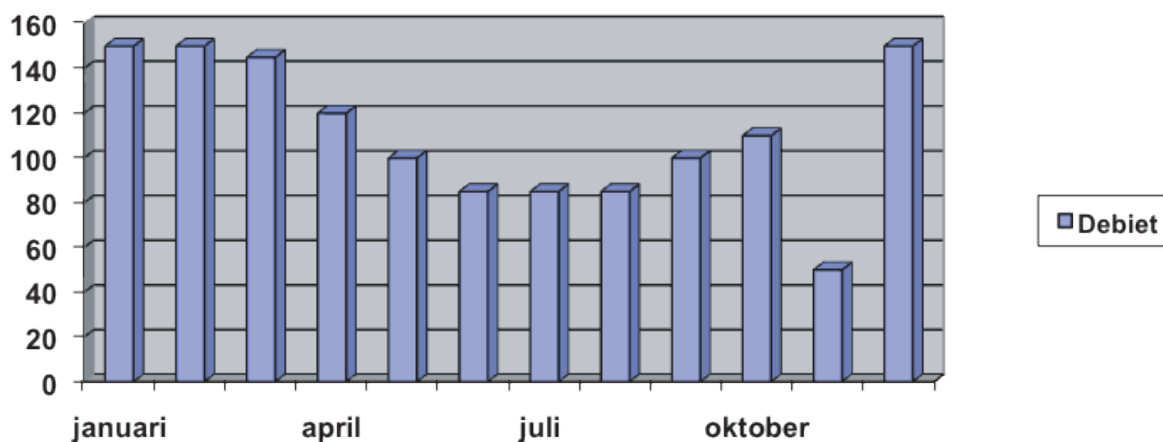
De bron is opgestart in november 2007 en vanaf januari 2008 volledig in bedrijf. Het aardwarmtesysteem vult een warm-waterbuffer. Wanneer deze vol is, wordt de pomp teruggeregeld of zelfs afgezet. De kassen halen de benodigde warmte uit deze buffers en het afgekoelde water dat retour komt uit de kassen 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 volgend 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
Septemeber	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 registeren 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.

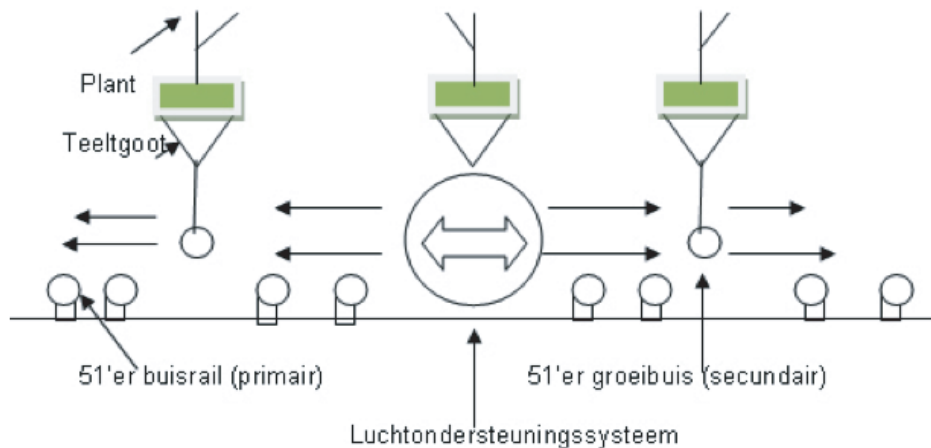
Elke graad meer koeling/benutting staat dus voor een capaciteitswinst van ruim 3%. Dit 16% grotere vermogen wordt de hele winter benut.

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 genoodzaakt 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.