

Samenvatting

De glastuinbouw benut de bodem op dit moment op verschillende manieren om duurzamer met de energiehuishouding om te gaan. Verschillende telers hebben geothermieprojecten ontwikkeld, nadat gebr. A.G. van den Bosch in Bleiswijk het eerste aardwarmteproject van Nederland realiseerde. Het gaat hierbij om warm water van grote diepte (2 kilometer). Bij gesloten kassen is juist de ondiepe bodem van groot belang: de zomerwarmte blijft grotendeels bewaard in dikke zandpakketten, totdat de tuinders die warmte in de winter weer omhoog pompen.

In de praktijk gaan partijen uit van het huidige wetgevingskader voor de bodem. In deze studie hebben we uitdrukkelijk gekeken welke potentie nieuwe concepten hebben, zonder zich te laten belemmeren door wetgevingsaspecten vanuit het provinciale bodembeleid.

Veel ondernemers in de glastuinbouw beschouwen een warmtekrachtkoppeling (WKK) als de beste route om op korte termijn op hun energiekosten te besparen. Dit rapport vat de resultaten samen van het onderzoek naar een aantal vernieuwende energieconcepten voor WKK in combinatie met ondergrondse energieopslag op verschillende temperatuurniveaus, innovatieve warmtewisselaars (ZLTV), geothermie, buffers en ORC (Organic Rankine Cycle). De eerste ORC in de glastuinbouw is recent in gebruik genomen: het is een installatie die hoogtemperatuurwarmte in extra elektriciteit kan omzetten.

Voor alle energieconcepten zijn de energetische en economische consequenties vastgesteld. Specifiek voor de ondergrondse energieopslag is

ervoor gekozen om met name te kijken naar concepten die uitgaan van een hoger temperatuurniveau in de bodem dan tot op heden gebruikelijk is. Daarbij is bewust géén rekening gehouden met wetgeving die concepten onmogelijk maakt. Dit om niet al bij voorbaat technisch goede oplossingen over het hoofd te zien.

Belangrijke vragen bij de uitwerking van het onderzoek waren:

- Biedt het wegvallen van de maximum toelaatbare temperatuur voor warmteopslag in de ondiepe bodem nieuwe kansen voor energieconcepten?
- Kan ZLTV geïntegreerd worden in bestaande kassen om hiermee de prestaties van de WKK te verbeteren?
- Kunnen telers het primaire energieverbruik van de warmtepompen bij (semi-)gesloten kassen minimaliseren of zelfs voorkomen door uit te gaan van hogere temperaturen in de bodem?
- Kunnen telers de warmte uit een geothermische bron verder uitkoelen om meer kassen duurzaam te kunnen verwarmen?
- Is het mogelijk om elektriciteit uit de warmte van een geothermische bron te produceren, en heeft dat meerwaarde?

De methodiek van het onderzoek was als volgt. Verschillende energiebesparende technieken zijn in een brainstorm met bovenstaande vragen als bouwstenen toegepast in een aantal nieuwe energieconcepten voor open kassen, semi-gesloten kassen en kassen met geothermie. Indien mogelijk is geprobeerd om een combinatie met WKK te maken, om op die wijze de voordelen van (gedeeltelijke) eigen elektriciteitsopwekking te handhaven

(met name CO₂-productie voor de kassen). De bouwstenen in de energieconcepten zijn onderling gedimensioneerd aan de hand van de energiebehoefte van de huidige open of gesloten kassen. Daarbij is de energiebesparing vergeleken met een open kas of semi-gesloten kas. Op basis van de resultaten zijn de concepten daar waar nodig heroverwogen, opnieuw gedimensioneerd en doorgerekend.

Belemmerende regelgeving

Een optimale benutting van de bodem voor warmteopslag stuit nog op tal van bezwaren en belemmeringen, terwijl een aanpassing van de normstellingen leidt tot een aanzienlijke additionele energiebesparing. Voorbeelden hiervan zijn de maximale temperatuur waarmee warm water opgeslagen mag worden en de verplichte balancerings van de bodemtemperatuur.

Energiebesparing in de open kas

Warmteopslag op een hogere temperatuur leidt ertoe dat initieel warmte wordt toegevoerd, waardoor de bodem opwarmt. Het blijkt dat het loslaten van jaarlijkse balancerings van de bodem, energetisch een aanzienlijk voordeel op kan leveren. De provincie zou overigens kunnen verlangen dat de tuinders aan het einde van het project de bodem weer terugkoelen, zodat er netto geen energie aan de bodem is toegevoerd. Door bufferen van warmte uit WKK op hogere temperatuur kan een 100% warmte dekking van WKK bereikt worden, wat kan leiden tot additionele energiebesparing voor open kassen. De kosten van het aanleggen van Warmte/Koude Opslag (WKO) drukken echter zwaar op de exploitatie, waardoor de terugverdientijd lang is.

De toepassing van zonnecollectoren voor warmte levert een aanzienlijke energiebesparing, maar is nog niet rendabel. Tenzij een nieuwe generatie lowtech zonnecollectoren, zoals de Smart Skin, een dubbele functie dient en een deel van de dakconstructie vormt.

De toepassing van zeer lage temperatuur verwarming (ZLTV) en Warmte/Koude Opslag op hogere temperatuur dan gebruikelijk, creëert

nieuwe mogelijkheden voor de bedrijfsvoering in de tuinbouw bij open kassen. Zo kunnen warmtestromen uit geothermie of warmte uit een WKK verder worden afgekoeld. Het combineren van ZLTV met WKK leidt tot extra besparing met een goede terugverdientijd (circa 3 jaar). Hierdoor ontstaat een ultrahoog rendement WKK met een 3-6% hoger totaalrendement. Dit concept is zeer goed toepasbaar in bestaande kassen met WKK. Energiebesparing op alle WKK in de glastuinbouw (afgerond 2.900 MWe) levert een totale besparing op van circa 180 kton CO₂. Dit leidt tot versnelde implementatie van de cruciale techniek voor de Kas als energiebron, warmtewisselaars met een zeer hoge efficiency.

| Alternatieven in open kassen | WKK Met ZLTV | WKO 75 oC | WKO 35 oC | WKO 35 oC zon (hightec) | WKO 35 oC zon (budget) |
|------------------------------|--------------|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|
| Energiebesparing (%) | 15% | 49% | 54% | 59% | 53% |
| Terugverdientijd (jaar) | 3,4 | 10,4 | 11,4 | 29,1 | 13,8 |

(WKK: Warmte Kracht Koppeling. ZLTV: Zeer Lage Temperatuur Verwarmingssysteem. WKO: Warmte/Koude Opslag.)

Energiebesparing in de gesloten kas

De combinatie van Fiwihex-systemen met een gesloten kas en een restwarmtekas lijkt niet tot additionele energiebesparing te leiden. Wel verbetert de economie van de gesloten kas omdat een groot deel van de benodigde elektriciteit opgewekt wordt met WKK, en niet meer uit het net wordt ingekocht.

WKO op een hogere temperatuur dan nu gebruikelijk in combinatie met alleen een (semi-)gesloten kas leidt ertoe dat er gebruik moet worden gemaakt van koeltoeren om de benodigde koude op te wekken, terwijl de energiebesparing maar marginaal toeneemt. Uit deze studie blijkt dat het zinvoller is om de koude en warme bronnen te scheiden en gebruik te maken van twee onafhankelijke bronsystemen voor verwarming en koeling. De energiebesparing (54%) is groot, met een gunstige terugverdientijd (<2 jaar).

Het gebruik van een absorptiewarmtepomp (AWP) in combinatie met WKK in gesloten kas en warmteopslag van 40 °C in combinatie met een dubbel bronsysteem is erg interessant. Er kan dan op elk willekeurig moment warmte en koude worden opgewekt. Ook levert het een aanzienlijke besparing op. Ten opzichte van de huidige gesloten kas zijn er vrijwel geen meerkosten en is de terugverdientijd virtueel nihil. Dit systeem biedt veel perspectieven voor de semi-gesloten kas.

| Alternatieven in semi-gesloten kas | Restwarmte-kas | WKK+4-bron | WKK+AWP |
|------------------------------------|----------------|------------|---------|
| Energiebesparing (%) | -6%* | 54% | 54% |
| Terugverdientijd (jaar) | 1,6 | 1,9 | 0,1 |

* De energiereferentie is gebaseerd op de combinatie van een open kas (0,6 ha) en een gesloten kas (1 ha)

Energiebesparing met een geothermiebron

Het verder uitkoelen van de beschikbare warmte uit de geothermiebron is een belangrijk aandachtspunt om de kostprijs van de warmte te optimaliseren. Het opwerken met een warmtepomp van de restwarmtestroom uit de kas leidt tot een goede energiebesparing. De investering in de warmtepomp drukt echter zwaar op de exploitatie, waardoor de terugverdientijd te hoog wordt. Overigens kan dit in specifieke gevallen gunstiger uitvallen, als bijlage 7 is een voorbeeld opgenomen waarin dit wel haalbaar lijkt.

Minder ver uitkoelen van de geothermiebron in een eerste kas en direct gebruiken door middel van ZLTV in een tweede kas biedt mogelijkheden en leidt tot grote energiebesparing. De kostenbesparing weegt ruimschoots op tegen de noodzakelijke investering in ZLTV.

| Opties voor uitkoeling geothermiebron | Geo + WP | Geo + ZLTV |
|---------------------------------------|----------------|------------|
| Energiebesparing (%) | 33% | 93% |
| Terugverdientijd (jaar) | >> projecttijd | << 1 jaar |

Elektriciteitsopwekking uit geothermie met ORC is alleen mogelijk vanaf een temperatuur van circa 100 °C. Het elektrisch rendement van de gebruikte energie is dan nog erg laag en ligt rond 5% (op basis van beschikbare energie uit de bron). Het blijkt echter dat de inzet van ORC niet tot energiebesparing leidt bij toepassing met geothermie.

Aanbevelingen

Op basis van de potentiële energiebesparing en de in deze studie berekende terugverdientijden verdient het in onze ogen aanbeveling om een vervolgtraject te starten met een verdere technische analyse en uitwerking van het concept. Dit moet leiden tot het opzetten van pilotprojecten voor:

- De WKK met ZLTV in een bestaande kas.
- De (semi-)gesloten kas met een WKK en dubbelbron-systeem.
- De (semi-)gesloten kas met WKK, AWP en dubbelbron-systeem.
- De open kas met verdere uitkoeling van een geothermiebron door ZLTV.
- Opslag van warmte uit een externe bron (bijvoorbeeld een datacenter) in de bodem op een hogere temperatuur dan tot nu toe in het bodembeleid is toegestaan, zonder jaarrond balancering op 12 °C.