

# Helianthos-zonnecellen in de landbouw

## De economie van een doorbraaktechnologie

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de Stichting Innovatie Glastuinbouw Nederland en InnovatieNetwerk door:

*Ir. A.P.M. ter Beek, Fiwihex International, Oldenzaal.*

De studie is onderdeel van het programma “Glastuinbouw 2020”, speerpunt “Energieproducerende Kas”.

Begeleiding: Peter Oei, SIGN/InnovatieNetwerk.



Postbus 19197  
3501 DD Utrecht  
tel.: 070 378 56 53

internet: <http://www.agro.nl/innovatienetwerk/>



p/a Postbus 51  
2665 ZH Bleiswijk  
tel.: 010 5296764

internet: <http://www.glaskracht.nl>

ISBN: 90 - 5059 - 312 - 7

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 06.2.139, Utrecht, oktober 2006.



# Voorwoord

InnovatieNetwerk en SIGN ontwikkelen systeminnovaties in de glastuinbouw: omslagen in het denken over het functioneren van de sector. De bekendste omslag is “De Kas als Energiebron”: de tuinbouw als leverancier van warmte in plaats van als grootverbruiker van aardgas. Dat teweisselaars en warmtepompen gebruiken elektrische energie. De tuinbouw gebruikt bovendien in toenemende mate elektriciteit voor het belichten van bloemen of groenten.

Alle reden dus om te onderzoeken hoe die stroomopwekking duurzaam kan plaatsvinden. Zonnecellen zijn op zich al tientallen jaren bekend, maar de hoge investeringskosten van de panelen betekenen dat deze systemen alleen in zeer specifieke situaties voor investeerders rendabel te maken zijn (bijvoorbeeld als er geen elektriciteitsnetwerk aanwezig is, of met zeer hoge subsidies).

Zonnestroom heeft een groot voordeel boven biomassaverbranding en windenergie: bij een rendabele investering is het *please on my roof* in plaats van *not in my backyard*. Er zijn geen jarenlange vergunningsprocedures nodig om de technologie in te zetten. Wat echter ontbreekt, is een kosteneffectieve technologie.

Akzo Nobel werkte sinds 1997 en van 2001-2004 samen met Shell Solar aan de ontwikkeling van een nieuwe generatie zonnecellen, met als hoofddoel: zonnestroom tegen een economisch concurrerende prijs (vergelijkbaar met consumententarieven). De grote sprong voorwaarts is de productiewijze: in plaats dat elk paneel separaat wordt behandeld, wordt een *roll to roll*-techniek gebruikt om hele banen te behandelen. De proeffabriek is in 2005, op de laatste processtappen na, gereedgekomen, en heeft op pilotschaal de haalbaarheid van de technologie bewezen.

In 2004 heeft Shell zijn strategie gewijzigd en besloten de joint venture met Akzo Nobel te beëindigen. Ook Akzo Nobel beschouwt zonnecellen niet als corebusiness, waarop in april 2006 Nuon besloot om de technologie over te nemen. Daarmee is de technologie in Nederlandse handen gebleven.

Deze studie richt zich niet alleen op de glastuinbouw, maar heeft ook de economische haalbaarheid in andere agrarische sectoren bestudeerd. InnovatieNetwerk richt zich immers op het hele domein van landbouw en de groene ruimte.

Deze verkennende studie evalueert de economie van de nieuwe zonnecellen. De rentabiliteit blijkt sterk af te hangen van de situatie bij de gebruiker. De meest interessante toepassingsrichtingen zijn koeling voor gesloten kassen, melkveehouderij en koeling van stallen.

In alle gevallen is levering aan het net minder interessant, omdat de netwerkbedrijven dan de transportkosten van de stroom in rekening brengen. Ook als een tuinder al zelf stroom opwekt voor belichting met een WKK-installatie (warmte kracht koppeling) zijn de zonnecellen nog niet rendabel.

Wij hopen dat deze studie partijen zal stimuleren om deze doorbraaktechnologie van eigen bodem grootschalig in te zetten.

Dr. G. Vos,  
Directeur InnovatieNetwerk

De heer F. Hoogervorst,  
Voorzitter Stichting Innovatie  
Glastuinbouw Nederland





# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting 1

## Summary 5

## 1. Status van de ontwikkeling van zonnecellen 9

## 2. Elektriciteit uit zonnecellen 13

2.1 Kostprijs elektriciteit uit Helianthos-zonnecellen 13

2.2 Kostprijs elektriciteit openbaar net 15

2.3 Kostprijs elektriciteit bij eigen opwekking 17

## 3. Toepassingen in de veeteelt 21

## 4. Toepassingen van zonnecellen in de kastuinbouw 25

## 5. Lijst van geïnterviewden 29





# Samenvatting

Door Helianthos (van Akzo Nobel) is een proces ontwikkeld voor de continue productie van zonnecellen. Dit is een *roll to roll*-proces. Het doel van deze ontwikkeling is een structurele verlaging van de productiekosten van zonnecellen. Op dit moment zijn de kosten van zonnecellen nog te hoog voor commerciële toepassingen waarbij elektriciteit geleverd wordt aan het openbare net. De kostprijs is momenteel circa € 0,50 per kWh.

Om grootschalige toepassing in de toekomst mogelijk te maken, is een verlaging van de kostprijs tot minder dan € 0,23 nodig. Helianthos ontwikkelt momenteel een tweede generatie zonnecellen waarmee de kWh-prijs ongeveer daalt tot deze waarde. Verwacht wordt dat deze tweede generatie in 2009/2010 beschikbaar komt in een opgeschaalde fabriek.

Toepassing in de landbouw/veeteelt is mogelijk omdat vrij grote oppervlaktes aan daken van bedrijfsruimtes beschikbaar zijn. Ook integratie van zonneschermen in kassen is denkbaar (sierplantenteelt).

Verwacht wordt dat de kosten van elektriciteit uit zonnecellen in de toekomst zullen dalen. De kosten van elektriciteitsopwekking op conventionele wijze zullen stijgen. Toepassing van zonnecellen wordt daarmee relatief steeds aantrekkelijker. De huidige aanbieders van zonnecellen verwachten een lange levensduur van de systemen (20-25 jaar garantie). Door de lange levensduurverwachting is een wat langere terugverdienperiode dan gebruikelijk acceptabel. Toepassing van zonnecellen voor het terugleveren aan het openbare net is minder aantrekkelijk dan gelijktijdige eigen opwekking en gebruik van elektriciteit. Toepassingen van zonnecellen komen het eerst in aanmerking in een situatie waarin de vraag naar elektriciteit gekoppeld is aan instraling

van de zon. Er zijn enkele toepassingen uitgewerkt waarin ventilatoren en pompen voor koeling aangedreven worden met elektriciteit uit zonnecellen.

Mogelijke toepassingen zijn:

- Eigen stroomopwekking voor melkveehouders. Melkveebedrijven verbruiken vooral elektriciteit voor de koeling van melk. Door toepassing van zonnecellen kan grotendeels in de eigen vraag voorzien worden. Zonnecellen kunnen op het dak van de stallen geplaatst worden. De terugverdientijd voor een dergelijke toepassing is 9 jaar.
- Koeling van gesloten kassen. Bij instraling van de zon neemt de vraag naar koeling sterk toe. Extra vraag naar elektriciteit valt samen met de productie via zonnecellen. De mogelijkheid om zonnecellen te integreren in kasschermen is onderzocht. Dit lijkt technisch haalbaar. In diverse sierplanten/potplantteelten wordt bij instraling van meer dan circa 200 Watt/m<sup>2</sup> geschermd. De terugverdientijd is 8 jaar.
- Koeling/luchtverversing van stallen. De vraag naar koeling loopt vrijwel parallel met de instraling van de zon. Ventilatoren en pompen voor deze toepassing kunnen direct aangedreven worden door met zonne-energie opgewekte elektriciteit. De terugverdientijd van een dergelijke toepassing wordt bepaald door de meeropbrengst van de vleesproductie dankzij een verbeterde temperatuurbeheersing in de stallen.





# Summary

Helianthos (subsidiary of Akzo Nobel) has developed a process for the continuous production of solar cells. The purpose of this development is a structural reduction of the production costs of solar cells.

At present the cost price of solar cells is still too high for commercial applications where electricity is generated for the public grid. The actual cost price is about € 0,50 per KWH.

In order to make widespread application of this technology in the future possible, reduction to about € 0,23 is necessary. Helianthos is currently developing a second generation of solar cells that decreases the price per KWH to about this level and which is expected to become available in 2009/2010.

Application of this technology in agriculture/livestock farming is possible because large roof surfaces of business structures are available. Integration of screens of solar cells in green houses (for ornamental plant production) is also a possibility.

In the future we expect a decrease in the cost price of electricity generated from solar cells while the cost price of electricity generated in a conventional manner will increase. Application of solar cells could therefore become economically viable in the long term. Current manufacturers of solar cells predict a long life expectancy of the systems (20-25 years guaranteed). This long life expectancy warrants a slightly longer pay back time than currently acceptable. The application of solar cells to supply to the public grid is less attractive than generating electricity at the same time as it's needed and used. Application of solar cells will be advisable in a situation where the demand for electricity is coupled to the radiation of the sun. Some applications have been elaborated where cooling fans and pumps are powered by electricity gained from solar cells.

Possible applications are:

- Dairy farms can produce their own electricity. Dairy farms use most electricity for the cooling of milk. Application of solar cells can greatly meet this demand. Solar cells can be installed on the roofs of stables. The pay back time for this application would be about nine years.
- Cooling of closed green houses. When the sun is shining, the demand for cooling greatly increases. This extra demand for electricity would coincide with the electricity that is generated at exactly that moment. The possibility to integrate solar cells in green houses has been researched and seems technically feasible.  
In various kinds of ornamental plant production and pot plant production the minimum radiation for putting solar cell screens in is about  $200 \text{ Watt/m}^2$ . Their pay back time would be about eight years.
- Cooling or air refreshment of stables. The demand for cooling coincides with the radiation of the sun. Fans and pumps for this application can be directly powered by electricity generated by solar cells. The pay back time for this application is determined by the increased profit made from the higher meat production due to better temperature management in the stables.







# I. Status van de ontwikkeling van zonnecellen

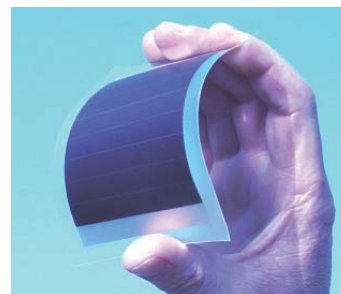
Door Helianthos/Akzo Nobel is een proces ontwikkeld voor de productie van zonnecellen (*roll to roll*-proces). De kosten van zonnecellen worden hierdoor aanzienlijk verlaagd. Toepassing op commerciële basis wordt hierdoor waarschijnlijk op termijn mogelijk.

De kosten van zonnecellen van andere aanbieders liggen duidelijk boven de prijzen van Helianthos. Het elektrisch rendement van cellen van deze aanbieders ligt dan weliswaar vaak hoger, maar vanwege de veel hogere investering, is de kostprijs van elektriciteit per kWh van de bestaande leveranciers eveneens fors hoger.. Enkele aanbieders van traditionele zonnepanelen zijn het Japanse Sharp, Kyocera, de Duitse firma's Q-Cells, Solar World en BP Solar. Shell Solar heeft inmiddels bekendgemaakt dat het zijn voornaamste activiteiten in Solar wil verkopen aan het eerdergenoemde Solar World.

De schatting van de toekomstige prijs voor Helianthos-zonnecellaminaten is €100-150/m<sup>2</sup>. De opbrengst is 50 kWh/m<sup>2</sup>/jr bij een instraling van 1.000 kWh/m<sup>2</sup>/jaar (instraling in Nederland, oriëntatie op het zuiden, geen beschaduwing). In Spanje is de opbrengst circa 50% hoger. Het elektrisch rendement is circa 5%.

Helianthos ontwikkelt momenteel een tweede generatie zonnecellen. Deze toekomstige technologie is op basis van tandem dunne film silicium. De opbrengst is ca. 80-90 kWh/m<sup>2</sup>/jaar in Nederland (rendement is 8-9%). Verwacht wordt dat dit niet tot stijging van de verkoopprijs per m<sup>2</sup> zal leiden. Het doel is om deze technologie in 2009 gereed te hebben voor opschaling.

De kosten van de elektrische aansluiting van de zonnecellen bedragen ongeveer € 0,50 per Watt. De maximale instraling is in Nederland



*Helianthos flexibele zonnecellen*

1.000 W/m<sup>2</sup>. De maximale elektriciteitsproductie is dus 50 W/m<sup>2</sup>. De bijkomende kosten voor aansluiting op het 220 V net zijn dus € 25 per m<sup>2</sup> zonneceloppervlak. Deze kosten zijn voor invertoren die de gelijkstroom omzetten in wisselstroom. Daarnaast zijn er kosten voor mechanische integratie, installatie en bekabeling, ingeschat op nog eens € 25-50/m<sup>2</sup>.

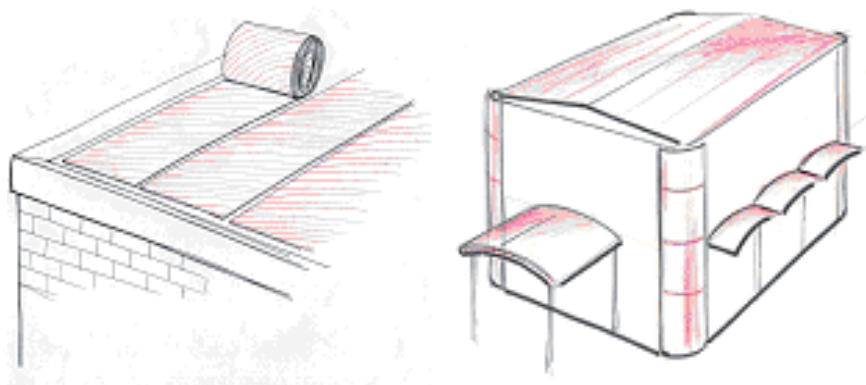
Bij direct eigen gebruik via bijvoorbeeld ventilatoren op gelijkstroom zijn deze kosten overigens aanzienlijk lager.



*De flexibele zonnecellen in de proeffabriek in Arnhem*

De mogelijkheid bestaat, in principe, om semi-transparante zonnecelfolies te maken, die toegepast kunnen worden in zonneschermen in kassen. De energieopbrengst loopt dan terug (ongeveer lineair met de gewenste transmissie/intensiteit m<sup>2</sup>).

Deze zonnecellen kunnen op vele manieren worden toegepast. Over het algemeen zijn zonnecellen duurzaam. Er zijn geen bewegende delen, waardoor er dus geen of weinig onderhoud nodig is. De ervaring heeft wel geleerd dat monitoring van het systeem noodzakelijk is, omdat uitval van de gelijkrichters nog regelmatig voorkomt. Veel aanbieders van zonnecellen geven 25 jaar garantie op het paneel; de elektronica heeft een kortere technische levensduur van 10-15 jaar (ontwikkelingen die de kortlevende componenten vermijden, zijn inmiddels met succes getest).



*Flexibele zonnecellen zijn goed te integreren met dakbedekking voor woningen en hallen*





# 2. Elektriciteit uit zonnecellen

## 2.1 Kostprijs elektriciteit uit Helianthos-zonnecellen

Helianthos heeft een opgave verstrekt van de verkoopprijzen. Verwacht wordt dat de verkoopprijs van de tweede generatie zonnecellen gelijk zal blijven.

### Situatie in Nederland

	Enkellaagstype <sup>1)</sup>		Dubbellaagstype <sup>2)</sup>	
	Prijs Zonder subsidie	Prijs na subsidie <sup>3)</sup>	Prijs Zonder subsidie	Prijs na subsidie <sup>3)</sup>
<i>Kosten productie zonnepanelen + mechanische integratie<sup>4)</sup> €/m<sup>2</sup></i>	€ 150	€ 128	€ 150	€ 128
<i>Elektriciteit productie (kWh/m<sup>2</sup>/jaar)</i>	50 <sup>5)</sup>	50	85 <sup>5)</sup>	85

## Situatie in Nederland

	Enkellaagstype <sup>1)</sup>		Dubbellaagstype <sup>2)</sup>	
	Prijs Zonder subsidie	Prijs na subsidie <sup>3)</sup>	Prijs Zonder subsidie	Prijs na subsidie <sup>3)</sup>
Schaduwprijs <sup>6)</sup> geproduceerde elektriciteit (€/kWh)	Pay-out time (jaar)	Pay-out time (jaar)	Pay-out time (jaar)	Pay-out time (jaar)
0,30	10	9	6	5
0,29	10	9	6	5
0,28	11	9	6	5
0,27	11	9	7	6
0,26	12	10	7	6
0,25	12	10	7	6
0,24	13	11	7	6
0,23	13	11	8	7
0,22	14	12	8	7
0,21	14	12	8	7
0,20	15	13	9	8
0,19	16	13	9	8
0,18	17	14	10	8
0,17	18	15	10	9
0,16	19	16	11	9
0,15	20	17	12	10
0,14	21	18	13	11
0,13	23	20	14	12
0,12	25	21	15	13
0,11	27	23	16	14
0,10	30	26	18	15

Tabel 1: Kostprijs van elektriciteit uit zonnecellen

<sup>1)</sup> Huidige type, enkel laags, amorf silicium.

<sup>2)</sup> Nieuw type tandem dunne film silicium; komt in 2009 in productie.

<sup>3)</sup> Doorgaans wordt op milieu-investeringen in de agrarische sector 14-19% subsidie verleend (Mia of Eia).

<sup>4)</sup> All-in prijs: zonnepanelen, inventoren, bekabeling en installatie.

<sup>5)</sup> Bij instraling van 1000 kWh/m<sup>2</sup>/jaar (instraling in Nederland). In Spanje is de instraling gemiddeld 1.500 kWh/m<sup>2</sup>/jaar – de kostprijs per kWh ligt daar 1/3 lager.

<sup>6)</sup> De schaduwprijs van de stroom is de referentieprij die de klant zou betalen bij afname van het openbare net.

## 2.2 Kostprijs elektriciteit openbaar net

De kostprijs van de geproduceerde elektriciteit met zonnecellen is vergeleken met andere opwekmogelijkheden.

De economie van het gebruik van zonnecellen wordt bepaald door de kostprijs van andere vormen van elektriciteit. De meest voor de hand liggende is het openbare elektriciteitsnet. Daarnaast bestaat de mogelijkheid tot eigen opwekking. Vooral in de glastuinbouw wordt vaak in eigen warmtekrachtcentrales elektriciteit opgewekt die deels aan het openbare net geleverd wordt.

Hieronder volgt een algemeen overzicht van de elektriciteitsprijzen van het publieke net voor dagstroom (kosten gebruik en opbrengst terugleveren). De kosten van elektriciteit zijn opgebouwd uit een aantal elementen:

### Vereenvoudigd model elektriciteitstarieven openbare net

Ondergrens levering (kWh/jaar)	0	10.000	50.000	100.000
Bovengrens levering (kWh/jaar)	10.000	50.000	100.000	Max.
<b>Dagstroom</b>				
Basisstroom <sup>1)</sup>	€ 0,090	€ 0,090	€ 0,090	€ 0,090
Transport	€ 0,033	€ 0,033	€ 0,033	€ 0,033
Vastrecht (schatting)	€ 0,010	€ 0,010	€ 0,010	€ 0,010
Milieuheffing	€ 0,084	€ 0,041	€ 0,011	€ 0,000
<b>Totaal dag</b>	<b>€ 0,217</b>	<b>€ 0,174</b>	<b>€ 0,145</b>	<b>€ 0,133</b>
<b>Nachtstroom</b>				
Basisstroom <sup>1)</sup>	€ 0,057	€ 0,057	€ 0,057	€ 0,057
Transport	€ 0,011	€ 0,011	€ 0,011	€ 0,011
Vastrecht (schatting)	€ 0,010	€ 0,010	€ 0,010	€ 0,010
Milieuheffing	€ 0,084	€ 0,041	€ 0,011	€ 0,000
<b>Totaal nacht</b>	<b>€ 0,162</b>	<b>€ 0,119</b>	<b>€ 0,090</b>	<b>€ 0,078</b>

#### Teruglevering via APX

Hiervoor gelden de dagprijzen zonder transport en zonder milieuheffing, echter verminderd met vastrecht

De dagprijzen zijn ongeveer overeenkomstig met de basis stroomtarieven

#### Dagtarief

Basisstroom	€ 0,090
Vastrecht+netaansluiting <sup>2)</sup>	-€ 0,010
<b>Totaal</b>	<b>€ 0,080</b>

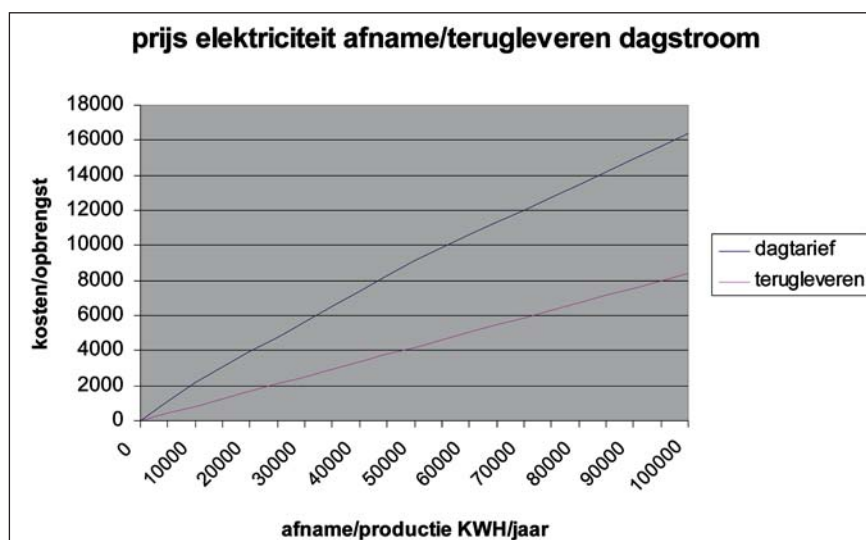
#### Nachttarief

Basisstroom	€ 0,057
Vastrecht+netaansluiting <sup>2)</sup>	-€ 0,010
<b>Totaal</b>	<b>€ 0,047</b>

<sup>1)</sup> Alle vermelde prijzen in € per kWh.

<sup>2)</sup> In deze kosten is naast het vastrecht ook het entreebedrag opgenomen voor een netaansluiting zoals deze door de netbeheerder in rekening wordt gebracht.

In onderstaande grafiek zijn de kosten/opbrengst van dagstroom cumulatief weergegeven:



De globale prijs van elektriciteit van het openbare net (levering en afname, bij verbruik >20.000 kWh/jaar) is derhalve:

	Dagstroom €/kWh	Nachtstroom €/kWh
<i>Afname</i>	0,16	0,10
<i>Leveren</i>	0,08	0,05

Verwacht wordt dat elektriciteitsprijzen met 6% per jaar zullen stijgen. Dit houdt in dat in 2012 de elektriciteit ± € 0,23 per KWH gaat kosten.

Prijsstijging van elektriciteit wordt verwacht vanwege de algemeen verwachte prijsstijging van fossiele brandstof. Het basis stroomtarief zal gaan stijgen.

De verkoopprijs en het rendement van zonnecellen bepalen in sterke mate de rentabiliteit van de toepassing. Bij een prijs van € 102/m<sup>2</sup> (na subsidie) en een rendement van 8-9% kunnen de systemen rendabel worden. Dit mede gezien de lange levensduur. Voorwaarde voor rentabiliteit is de hogere stroomopbrengst van de tweede generatie zonnecellen van Helianthos.

Uit een vergelijking van de prijs van elektriciteit van het openbare net en de kostprijs van uit zonnecellen opgewekte elektriciteit, blijkt dat terugleveren aan het openbare net niet binnen afzienbare termijn aantrekkelijk zal worden.



## 2.3

# Kostprijs elektriciteit bij eigen opwekking

Veel glastuinbouwbedrijven produceren in eigen warmtekrachtcentrales hun elektriciteit. Elektriciteit wordt gebruikt voor belichting of wordt aan het openbare net geleverd. Warmte wordt gebruikt voor het verwarmen van kassen. Het rookgas wordt gezuiverd en de CO<sub>2</sub> in het rookgas wordt gebruikt voor groenbemesting van de kassen.

Vanwege de overige toepassingen van de productstromen uit de warmtekrachtcentrale daalt de kostprijs van de elektriciteit (zie onderstaand overzicht).

### Voorbeeld 1

Centrale met rookgaszuivering en warmteterugwinning, 600 kWe, investering € 500.000.

Gasprijs € 0,22, opwekkingsrendement 42%, CO<sub>2</sub> heeft geen waarde. Als kosten van de restwarmte zijn dezelfde kosten aangehouden als bij verwarming met aardgasketels..

De resterende kostprijs van elektriciteit wordt bepaald, na aftrek van de opbrengst van de restwarmte.

Exploitatie WKK 600kW		vaste kosten € 135.000 per jaar			
	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh
<i>geen warmtegebruik</i>	0,19	0,13	0,11	0,10	0,09
<i>20% warmtegebruik</i>	0,17	0,12	0,10	0,09	0,08
<i>40% warmtegebruik</i>	0,15	0,10	0,09	0,08	0,07
<i>60% warmtegebruik</i>	0,13	0,09	0,07	0,07	0,06
<i>80% warmtegebruik</i>	0,12	0,08	0,06	0,06	0,05
<i>100% warmtegebruik</i>	0,10	0,06	0,05	0,05	0,04
<i>bedrijfstijd vollast</i>	20%	40%	60%	80%	100%

### Voorbeeld 2

Centrale met rookgaszuivering en warmteterugwinning, 600 kWe, investering € 500.000.

Gasprijs € 0,22, opwekkingsrendement 42%, aarde CO<sub>2</sub> € 100 per ton. Als kosten van de restwarmte zijn dezelfde kosten aangehouden als bij verwarming met aardgasketels.

In dit voorbeeld wordt de resterende kostprijs van elektriciteit bepaald, na aftrek van de opbrengst van de restwarmte en de opbrengst van de CO<sub>2</sub>.

Exploitatie WKK indien waarde CO<sub>2</sub> is € 100/ton

vaste kosten € 135.000 per jaar

Gebruik warmte	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh	Kostprijs €/kWh
<i>geen warmtegebruik</i>	€ 0,14	€ 0,08	€ 0,06	€ 0,05	€ 0,04
<i>20% warmte</i>	€ 0,12	€ 0,06	€ 0,05	€ 0,04	€ 0,03
<i>40% warmte</i>	€ 0,10	€ 0,05	€ 0,04	€ 0,03	€ 0,02
<i>60% warmte</i>	€ 0,08	€ 0,04	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,01
<i>80% warmte</i>	€ 0,07	€ 0,03	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,00
<i>100% warmte</i>	€ 0,05	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,01
<i>bedrijfstijd vollast</i>	20%	40%	60%	80%	100%

Uit deze voorbeelden volgt dat de kostprijs van elektriciteit in tuinbouwbedrijven met een eigen warmtekrachtcentrale veelal aanzienlijk lager is dan van elektriciteit van het openbare net.

Toepassing van zonnepanelen is in dergelijke situatie economisch minder haalbaar dan bij bedrijven zonder eigen warmtekrachtcentrales.





# 3.

## Toepassingen in de veeteelt

Er is contact gelegd met een aantal agrarische bedrijven om de mogelijkheden van de toepassing van elektriciteit uit zonnecellen te evalueren. Hoofdstuk 4 richt zich specifiek op kastuinbouw. Diverse aspecten zijn geïnventariseerd: eigen verbruik en de plaatsingsmogelijkheden voor zonnecollectoren, eigen stroomverbruik, en stroomverbruik dat parallel verloopt met de instraling van de zon.

Zoals in het voorgaande hoofdstuk is geconcludeerd, moeten toepassingen vooral gezocht worden in gelijktijdige eigen opwekking en verbruik.

### Evaluatie toepassing zonnecellen

Groep	Extensieve veeteelt (1)	Extensieve veeteelt (2)	Intensieve veeteelt	Intensieve Veeteelt
<i>Aard bedrijf</i>	Melkveehouderij (40 melkkoeien)	Melkveehouderij (40 melkkoeien)	Kippenmesterij; diverse bedrijven	Varkensfokkerij
<i>Verbruik elektriciteit/ jaar</i>	20.000 kWh	20.000 kWh	Beperkt, vooral voor ventilatoren	
<i>Verbruik afhankelijk van instraling zon</i>	Nauwelijks	Nauwelijks	Nauwelijks. In modern opgezet bedrijf bestaat alleen vraag naar ventilatie; niet naar verwarming of koeling. De overall energievraag is beperkt	Ja, vraag naar koeling neemt toe met buiten- temperatuur
<i>Plaatsing mogelijkheid zonnecellen</i>	Ja, op dak van stallen/ 1.000 m <sup>2</sup>	Ja, op dak van stallen/ 1.000 m <sup>2</sup>	Ja, op dak van stallen. Enkele hectares	Ja, op dak van stallen
<i>Synergie- voordeel</i>	Nee	Ja <sup>2)</sup>	Nee	Ja <sup>3)</sup>
<i>Zonnecel- oppervlak (aanname)</i>	1.000 m <sup>2</sup>	240 m <sup>2</sup>	10.000 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>

Groep	Extensieve veeteelt (1)	Extensieve veeteelt (2)	Intensieve veeteelt	Intensieve Veeteelt
Kosten zonnecellen	€ 125.000 <sup>1)</sup>	€ 29.000 <sup>1)</sup>	€ 1.250.000	€ 2.000 <sup>1)</sup>
Besparing op vast recht		€ 300		€ 300/jaar
Prijs (kWh)	€ 0,08	€ 0,16	€ 0,08	€ 0,16
Opbrengst	€ 6.800	€ 3.500	€ 68.000	€ 3.000
Terugverdien -tijd in jaren	18	9	18	

<sup>1)</sup> Na milieusubsidie.

<sup>2)</sup> Opslag van elektriciteit in een accu. Elektriciteitsvraag van bedrijf wordt grotendeels gedekt uit elektriciteit uit zonnecellen.

<sup>3)</sup> In de intensieve varkensteelt kan de benodigde elektriciteit voor koeling van stallen opgewekt worden met elektriciteit uit zonnecellen. Er bestaat 's zomers vraag naar koeling van varkensstallen. Door hoge temperaturen in de stal neemt het onbehagen/de stress bij varkens toe. Ook is er een toename van het medicijngebruik. Dit heeft een niet bekend negatief effect op de gewichtstoename van de dieren. Stel dat de productie van een bedrijf 2% toeneemt indien de temperatuur in een bedrijf bij alle weersomstandigheden onder 25°C gehouden kan worden.

Een koelinstallatie voor een dergelijke toepassing bestaat uit:

- Een bron voor maximaal 10 m<sup>3</sup> grondwater/uur.
- Zonnecollectoren met een elektriciteitsproductie van 80 kWh per dag; benodigd oppervlak is circa 200 m<sup>2</sup>.
- Accu's voor opslag.
- 10 Fiwi-hex-warmtewisselaars voor koeling.

Een dergelijke installatie heeft een koelvermogen van circa 200 kW. Dit wordt voldoende geacht voor een varkensstal met 1.000 varkens. Er wordt volledig in de vraag naar elektriciteit voorzien middels zonnecellen. Een dergelijke installatie kost circa € 50.000. De omzet van een dergelijk bedrijf is circa € 600.000 per jaar. Bij een meerproductie van 2% is de terugverdientijd van de installatie 4 jaar.

#### Conclusies:

- **Elektriciteitslevering aan openbaar net**

Opwekking van elektriciteit met zonnecellen voor levering aan het openbare net is voorlopig niet aantrekkelijk (terugverdientijd 18 jaar).

- **Extensieve melkveehouderij**

In een extensief melkveebedrijf kan elektriciteit uit zonnecellen gebruikt worden om in de eigen vraag naar elektriciteit te voorzien. Wel is het noodzakelijk om de elektriciteit in een accu op te slaan. De terugverdientijd van de installatie is 9 jaar.

- **Toepassing in intensieve varkenshouderij**

Koeling/luchtverversing van stallen. De vraag naar koeling loopt vrijwel parallel met de instraling van de zon. Ventilatoren en pompen voor deze toepassing kunnen direct aangedreven worden door met zonne-energie opgewekte elektriciteit. De terugverdientijd van een dergelijke toepassing wordt bepaald door de meeropbrengst van de vleesproductie door een verbeterde temperatuurbeheersing in de stallen.









- *Groenteteelt*

In groenteteelt wordt nauwelijks geschermd.

- *Sierplantenteelt*

In sierteelt wordt wel geschermd en is het technisch mogelijk om schermen te gebruiken waarin zonnecellen geïntegreerd zijn.

Toepassing van zonnecellen in belichte teelt is niet voor de hand liggend: de vraag naar belichting bestaat vooral in de wintermaanden. Juist in deze periode is de instraling van de zon beperkt.

Aard bedrijf	Sierplantenteelt	Groenten	Sierplanten	Groenten
Soort Kas	Gesloten kas	Gesloten kas	Open kas	Open kas
Verbruik elektriciteit/jaar	100.000 kWh/ha/jaar	200.000 kWh/ha/jaar	Beperkt <sup>4)</sup>	Beperkt <sup>4)</sup>
Verbruik afhankelijk van instraling zon	Vraag naar elektriciteit neemt sterk toe met instraling	Vraag naar elektriciteit neemt sterk toe met instraling	Nee, of niet synchroon	Nee, of niet synchroon
Plaatsings-mogelijkheid zonnecellen	Ja, geïntegreerd in zonnescerm over gehele kasdek <sup>3)</sup>	Niet op kasdek. Alleen op dak van verwerkingsruimtes	Ja, geïntegreerd in zonnescerm over gehele kasdek	Nee
Synergievoordeel	Ja	Ja	Nee	Nee
Oppervlak zonnescerm	50% van kasoppervlak	5% kasoppervlak	50% kasoppervlak	5% kasoppervlak
Eigen verbruik afhankelijk van instraling	30.000 kWh/ha/jr <sup>1)</sup>	60.000 kWh/ha/jr <sup>1)</sup>	-	-
Andere opbrengsten door plaatsing van zonneschermen	Deel aanschaf van standaard scherm wordt vermeden	Lager vast recht tarief elektriciteit, minder piek belasting	Deel aanschaf van standaard scherm wordt vermeden	-
Zonneceloppervlak	10.000 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	10.000 m <sup>2</sup>	0
Kosten zonnecellen	625.000 <sup>1)</sup>	62.000 <sup>2)</sup>	625.000 <sup>1)</sup>	-
Minder kosten scherm	25.000	0	25.000	-
Minder vast recht		€ 900 per jaar		
Prijs (kWh)	€ 0,09	€ 0,16	€ 0,08	
Opbrengst (€/jaar)	€ 38.250	€ 7.700	€ 34.000	
Terugverdientijd in jaren	16	8	18	-

<sup>1)</sup> Er wordt uitgegaan van een zonnescerm met een licht met 50% lichttransmissie. Dit zonnescerm moet aan de buitenzijde van de kas gemonteerd worden. Aangenomen is dat de kosten parallel verlopen met de elektriciteitsopbrengst.

<sup>2)</sup> Bij een prijs van € 125/m<sup>2</sup> (na milieusubsidie).

<sup>3)</sup> Dergelijke schermen moeten aan de buitenzijde worden gemonteerd. Dit is technisch en economisch haalbaar. Zonnecellen absorberen het zonlicht. Hierbij komt warmte vrij. Bij plaatsing in de kas zou de warmte in de kas vrijkomen, waardoor een belangrijke functie van het scherm verloren gaat (het buiten houden van stralingswarmte).

<sup>4)</sup> Met uitzondering van belichte teelt. De vraag naar elektriciteit in belichte teelt verloopt niet synchroon met instraling van de zon.

**Conclusie:**

Uit deze vergelijking volgt dat in gesloten kassen het gebruik van zonnecellen mogelijk aantrekkelijk kan zijn. Er ontstaan acceptabele terugverdientijden. In kassen voor groenteteelt wordt doorgaans niet geschermd. De plaatsingsmogelijkheid voor zonnecellen is beperkt tot de daken van de verwerkingsruimtes.

In sierteeltkassen zijn toepassingen denkbaar waarbij de functies van de zonnecellen en het reflectiescherm geïntegreerd zijn. Deze toepassingen moeten in samenwerking tussen Helianthos en de schermenleverancier ontwikkeld worden.



# 5.

## Lijst van geïnterviewden

Wim Hakvoort

Kuipers Pluimveebedrijf

Velthuis

Schermenbedrijf Leen Huisman

Gorsel

Valkenswaard

Haaksbergen

Maasland