

Wat levert een Zonneweide per ha op?

Auteur:
Joanneke Spruijt



Wat levert een Zonneweide per ha op?

Auteur: Joanneke Spruijt



© 2015 Wageningen, ACRRES – Wageningen UR

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ACRRES-Wageningen UR.

ACRRES – Wageningen UR is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Projectnummer: 3250293300

Dit project is tot stand gekomen dankzij:



ACRRES – Wageningen UR
Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : info@acrres.nl
Internet : www.acrres.nl



Inhoudsopgave

1	INLEIDING	4
2	RESULTATEN ZONNEWEIDE 2012-2014	5
2.1	Opzet Zonneweide	5
2.2	Stroomopbrengsten Zonneweide	7
2.3	Vermogen per ha	8
3	RENDEMENTSBEREKENING	9
3.1	Potentiële stroomopbrengst	9
3.2	SDE+	9
3.3	Benodigde investering	9
3.4	Groenfinanciering	10
3.5	Kosten	11
3.6	Saldo zonnestroom per ha	11
3.7	Rendement van een zonneweide	12
4	SAMENVATTING	14
5	LITERATUUR	15

1 Inleiding

Agrarische ondernemers vragen zich wel eens af hoeveel zonnestroom er op een zonnepark opgewekt kan worden en of het aantrekkelijk is om minder productieve percelen uit productie te nemen en er stroom op te gaan produceren.

Op de Zonneweide van ACRRES - Wageningen UR in Lelystad worden stroomproductie en rentabiliteit van verschillende typen PV panelen en vrije veldopstellingen vergeleken. Op basis van de onderzoekservaringen in de afgelopen jaren wordt in dit rapport beschreven wat de opbrengst van een zonneweide per ha kan zijn, hoe het saldo zich verhoudt tot dat van akkerbouwgewassen en of aanleg van een zonnepark op landbouwgrond rendabel kan zijn.



Foto 1: Zonneweide van ACRRES - Wageningen UR in Lelystad

2 Resultaten Zonneweide 2012-2014

Op de Zonneweide van ACRRES - Wageningen UR in Lelystad worden sinds 2011 verschillende typen zonnepanelen en verschillende vrije veldopstellingen gemonitord en vergeleken op stroomopbrengst en rentabiliteit. Er zijn 11 verschillende systemen op de Zonneweide geplaatst, met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 24 kWp. Jaarlijks wordt een rapport met onderzoeksresultaten uitgebracht (zie voor voorgaande rapporten de literatuurlijst achterin het rapport)

2.1 Opzet Zonneweide

Door verschillende combinaties van type zonnepaneel en type veldopstelling zijn er in totaal 11 verschillende systemen met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 24 kWp geplaatst, zie de bijlage voor de technische gegevens per opstelling.

zonnepanelen:

- polykristallijn silicium (Solarpark 230 Wp)
- polykristallijn silicium (Kyocera 240 Wp)
- dunne film silicium (Schott 97 Wp)
- dunne film CIS (Sulfurcell 55 Wp)



Foto 2: polykristallijn silicium panelen van Solarpark



Foto 3: polykristallijn silicium panelen Kyocera



Foto 4: dunne film silicium panelen van Schott



Foto 5: dunne film CIS panelen van Sulfurcell

veldopstellingen:

Deze zonnepanelen worden getest volgens vier opstellingen:

- Vaste opstelling: de panelen staan permanent onder een hoek van 36° op het zuiden gericht, zie Foto 6.
- Variabele opstelling (Schletter Vario Top): de panelen zijn gedurende het seizoen handmatig te verstellen in 5 standen (van een hoek van 10 tot 60°), in de winter staan ze steiler en in de zomer vlakker, zie Foto 7.
- Zonvolgsysteem of tracker over twee assen (Deger): hierbij zijn de panelen op een frame geplaatst welke op een draaikrans is gemonteerd, zie Foto 8. Gestuurd door een lichtsensor worden de panelen zowel horizontaal als verticaal in de positie met de hoogste lichtinval bewogen.
- Zonvolgsysteem of tracker over één as (van der Valk Solartracker): een één-assig volgsysteem waarbij het besturingssysteem is gebaseerd op de stand van de zon op die dag, zie Foto 9. Het systeem volgt gedurende de dag de baan van de zon van oost naar west.



Foto 6: vaste opstelling

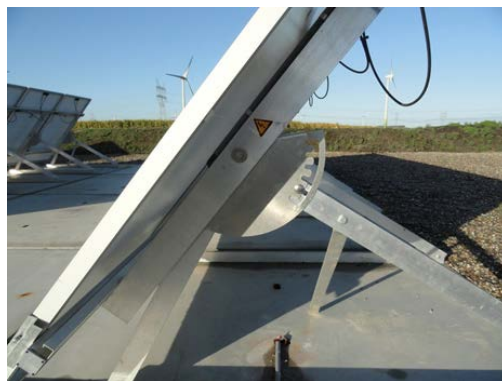


Foto 7: variabele opstelling (Schletter Vario Top)



Foto 8: Deger sun-tracker (over 2 assen)



Foto 9: Van der Valk solar-tracker (over 1 as)

2.2 Stroomopbrengsten Zonneweide

De totale stroomopbrengst van de Zonneweide is van 2012 tot en met 2014 jaarlijks boven de 24.000 kWh geweest, dat is meer dan 1.000 kWh per kWp per jaar, zie Tabel 1. De daling in jaarlijkse stroomopbrengst wordt mede veroorzaakt door het tijdelijk ontbreken van PV panelen vanwege diefstal.

Tabel 1: Stroomopbrengst Zonneweide van 2012 t/m 2014

	Stroomopbrengst in kWh	Stroomopbrengst in kWh/kWp
2012	26.701	1.112
2013	26.343	1.097
2014	24.664	1.027



Foto 10: Zonneweide van ACRRES - Wageningen UR in Lelystad

Wat betreft type zonnepaneel behalen de polykristallijne panelen jaarlijks een hogere stroomopbrengst per kWp dan de dunne film panelen, zie Tabel 2. (De gegevens uit de tabel zijn gecorrigeerd voor het tijdelijk ontbreken van PV panelen)

PV panelen op de variabele opstellingen staan 's winters steiler dan zomers. Vanwege teveel schaduwwerking op de variabele opstellingen door andere panelen zijn er geen goede conclusies te trekken m.b.t. de stroomopbrengsten van de variabele opstellingen.

Zonnepanelen op een Deger opstelling worden gedurende de hele dag zowel horizontaal als verticaal in de positie met de hoogste lichtinval bewogen, gestuurd door een lichtsensor. Met deze opstelling blijkt gemiddeld over 2012-2014 een 26 tot 27% hogere stroomopbrengst dan met de vaste opstellingen haalbaar.

De Van der Valk opstelling draait onder een vaste hellingshoek gedurende de dag van Oost naar West. Hiermee wordt gemiddeld een 15% hogere stroomopbrengst behaald dan met de vaste opstelling.

Tabel 2: Gemiddelde stroomopbrengst in kWh/kWp van verschillende PV panelen en verschillende veldopstellingen op de Zonneweide 2012-2014

	Stroomopbrengst in kWh/kWp polykristallijn	dunne film
Deger	1.385	1.167
van der Valk	1.249	–
vaste opstelling	1.086	929

2.3 Vermogen per ha

Op de ACRRES Zonneweide van gaat het om verschillende testopstellingen in het veld, deze liggen vrij ver uit elkaar. Bij bedrijfsmatige exploitatie van een zonneweide zal men de grondoppervlakte zo efficiënt mogelijk willen benutten.

Er is een groot verschil in grondgebruik tussen de verschillende typen opstellingen. Uitgaande van Solarpark panelen van 100 x 167,5 cm en een vermogen van 230 Wp per paneel, zijn de vaste opstelling en de van der Valk solar-tracker vergeleken qua potentieel vermogen per ha. Bij de opstellingen met een vaste hellingshoek is uitgegaan van rijen panelen die twee panelen hoog zijn en van een afstand tussen de rijen panelen van 9 meter van hart tot hart. In de rij kunnen alle panelen naast elkaar geplaatst worden. Bij de solar-trackers is uitgegaan van units van 8 panelen waarbij 2 panelen boven elkaar zijn geplaatst en er tussen de panelen 1 meter ruimte is. Ook hier is uitgegaan van een ruimte tussen de rijen van 9 meter. De 1 meter ruimte tussen de panelen is nodig om schaduwwerking van het naast liggende draaiende paneel te voorkomen. Hierdoor kan maar de helft van het vermogen van vaste opstellingen worden geplaatst. Met een vaste opstelling kan ongeveer 496 kWp per ha worden geïnstalleerd en met een van der Valk solar-tracker ongeveer 243 kWp.



Foto 11: De Zonneweide van ACRRES bestaat uit testopstellingen die ver uit elkaar liggen

3 Rendementsberekening

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van een aantal uitgangspunten een voorbeeldberekening gemaakt om een algemene inschatting te geven over de rentabiliteit van een zonnepark op landbouwgrond. Voor elke ondernemer zal de individuele situatie anders zijn.

3.1 Potentiële stroomopbrengst

Op basis van de ervaringen op de Zonneweide uit voorgaand hoofdstuk kunnen we concluderen dat op efficiënt ingedeelde zonneparken een PV vermogen van 0,5 MWp per ha te realiseren is, waarmee onder onbeschaduwde omstandigheden 1.000 kWh per KWp per jaar aan stroom is op te wekken in de IJsselmeerpolders. Dat is een stroomopbrengst van 500 MWh per ha, ongeveer het verbruik van 150 huishoudens.

3.2 SDE+

Grootschalige opwekking van zonnestroom kan niet gesaldeerd worden (Salderen = het wegstrepen van eigen energieverbruik met eigen opgewekte energie) en is op dit moment alleen rendabel te krijgen met SDE subsidies. In 2015 kan voor een looptijd van 15 jaar subsidie voor zon PV worden aangevraagd in 9 fases. De SDE+ bijdrage is het verschil tussen de kostprijs van zonne- en grijze stroom. De kostprijs voor de productie van zonnestroom is vastgelegd in het zogenaamde basisbedrag zon PV. Het basisbedrag voor fase 1 is 0,07 €/kWh en loopt op tot 0,141 €/kWh in Fase 9. De kostprijs voor grijze stroom is voorlopig vastgesteld op 0,045 €/kWh (het voorlopige correctiebedrag). De voorlopige SDE+ bijdrage 2015 in fase 1 is dus $0,07 - 0,045 = 0,025$ €/kWh.

In 2014 waren er 6 fases van 0,07 tot 0,0147 €/kWh. Toen werd het budget in de laatste fase fors overschreden, waardoor velen die pas in de laatste fase inschreven achter het net visten.

Tabel 3: SDE+ 2015 Basisbedrag zon PV per fase (€/kWh)

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Fase 8	Fase 9
Vanaf	Vanaf	Vanaf	Vanaf	Vanaf	Vanaf	Vanaf	Vanaf	Vanaf
31 mrt	20 april	11 mei	1 juni	22 juni	31 aug	21 sept	12 okt	9 nov
0,070	0,080	0,090	0,100	0,110	0,120	0,130	0,140	0,141

Na 15 jaar SDE subsidie valt men terug op de kale stroomprijs, waarvoor in deze berekeningen 0,045 €/kWh is aangehouden.

Voor een zonneweide moet een omgevingsvergunning worden aangevraagd.

Projecten die in 2014 en later een SDE+ subsidie aanvragen kunnen niet meer tegelijkertijd in aanmerking komen voor de Energie Investeringsaftrek (EIA).

3.3 Benodigde investering

Voor een zon PV park met een vermogen van 0,65 MWp per ha wordt uitgegaan van een benodigde investering van €150.000 aan aanloopkosten, inrichting, hekwerk en beveiliging. De kosten voor de PV installatie (panelen, inverters, fundering, constructie, bedrading en montage) worden ingeschat op €500.000 per ha (1 € per Wp). Het totale investeringsbedrag wordt ingeschat op €650.000 per ha.

3.4 Groenfinanciering

Een investering in een zonnepark komt in aanmerking voor Groenfinanciering. De overheid geeft belastingvoordeel aan groene spaarders en beleggers, waardoor banken een lager rentetarief kunnen aanbieden. De bank vraagt hiervoor een groenverklaring aan bij de RVO. Voor investeringen boven de €100.000 moet dit projectmatig worden aangevraagd. De looptijd van zo'n groene lening is maximaal 10 jaar. In deze berekening is uitgegaan van een rentekorting in van 1,1% in de eerste 5 jaar en 0,8% in de tweede vijf jaar.



3.5 Kosten

Naast de jaarlijkse rente- en afschrijvingskosten zijn er kosten voor de grond (hier gebaseerd op een pacht prijs van €1.000 per ha) en is rekening gehouden met geschatte jaarlijkse kosten voor onderhoud en beveiliging terrein (€500 per ha) en onvoorziene kosten (€500 per ha).

3.6 Saldo zonnestroom per ha

Zonnestroom kan een relatief hoog saldo opleveren vergeleken met akkerbouwgewassen. Het saldo is zelfs zonder SDE subsidie hoger dan een voor een akkerbouwbedrijf in de IJsselmeerpolders hoog salderend gewas als pootaardappelen, zie Tabel 4.

Het KWIN-saldo is de bruto geldopbrengst verminderd met de toegerekende kosten voor uitgangsmateriaal, bemesting, gewasbeschermingsmiddelen en andere aan het gewas toegerekende kosten. Niet aan het saldo toegerekende kosten zijn de vaste kosten voor grond, arbeid, machines en gebouwen.

Bij zonnestroom varieert de ha-opbrengst van €22.500 zonder SDE tot €70.500 met een SDE in de laatste fase. Dat is veel hoger dan pootaardappelen, die volgens KWIN-AGV 2012 een bruto geldopbrengst van €12.000 per ha hebben. Minus de geschatte jaarlijkse kosten voor onderhoud en beveiliging terrein en onvoorziene kosten (samen €1000 per ha) varieert het zonnestroom saldo van €21.500 tot €69.500, een stuk hoger dan het KWIN-pootaardappelsaldo van €8.700 per ha.

Tabel 4: Saldovergelijking zonnestroom (bij verschillende SDE fases) met pootaardappelen

	Opbrengst per ha		Prijs		Bruto geldopbrengst per ha	Toegerekende kosten per ha	Saldo per ha
wintertarwe ¹	9.200	kg	0,16	€/kg	€ 1.840 ²	€ 693	€ 1.147
pootaardappelen ³	40.000	kg	0,30	€/kg	€ 12.000	€ 3.300	€ 8.700
zonnestroom							
zonder SDE	500.000	kWh	0,045	€/kWh	€ 22.500	€ 1.000	€ 21.500
SDE Fase 1	500.000	kWh	0,07	€/kWh	€ 35.000	€ 1.000	€ 34.000
SDE Fase 2	500.000	kWh	0,08	€/kWh	€ 40.000	€ 1.000	€ 39.000
SDE Fase 3	500.000	kWh	0,09	€/kWh	€ 45.000	€ 1.000	€ 44.000
SDE Fase 4	500.000	kWh	0,10	€/kWh	€ 50.000	€ 1.000	€ 49.000
SDE Fase 5	500.000	kWh	0,11	€/kWh	€ 55.000	€ 1.000	€ 54.000
SDE Fase 6	500.000	kWh	0,12	€/kWh	€ 60.000	€ 1.000	€ 59.000
SDE Fase 7	500.000	kWh	0,13	€/kWh	€ 65.000	€ 1.000	€ 64.000
SDE Fase 8	500.000	kWh	0,14	€/kWh	€ 70.000	€ 1.000	€ 69.000
SDE Fase 9	500.000	kWh	0,141	€/kWh	€ 70.500	€ 1.000	€ 69.500

¹ Saldo Wintertarwe IJsselmeerpolders, KWIN-AGV 2012

² inclusief stro opbrengst

³ Saldo Pootaardappelen IJsselmeerpolders, KWIN-AGV 2012



3.7 Rendement van een zonneweide

De mate waarin de teelt van een gewas of de productie van zonnestroom rendabel is, hangt niet alleen van het saldo af. Bij een gewasteelt komen er nog jaarlijkse kosten voor grond, arbeid, machines en gebouwen bij. Bij een zonneweide hebben we naast kosten voor grond ook te maken met aanloopkosten en jaarlijkse kosten voor de PV installatie (panelen, inverters, fundering, constructie, bedrading en montage), inrichting, hekwerk en beveiliging.

Bij de rendementsberekening voor een zonneweide zijn we uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

Tabel 5: Uitgangspunten rendementsberekening

stroomopbrengst	500 MWh/ha
investering	€ 650,000
eigen investering	100% of 20%
rente	5.5%
rentekorting jr 1-5	1.1%
rentekorting jr 6-10	0.8%
aflossingstermijn	10 jaar
afschrijvingstermijn	15 jaar
grondkosten	€1.000 per ha per jaar
overige jaarlijkse kosten	€1.000 per ha per jaar

Er is geen prijsindexering toegepast en er is geen rekening gehouden met fiscale aspecten.



Op basis van voornoemde uitgangspunten kan de investering onder een kWh prijs van 10 cent niet binnen het SDE traject van 15 jaar worden terugverdiend, zie Tabel 6. Een volledige eigen investering in een zonnepark kan bij intekening in de laatste SDE fases binnen 10 jaar worden terugverdiend.

Bij gedeeltelijke eigen financiering van 20% is dat 12 jaar.

Bij intekening in de laatste SDE fases loopt men het risico dat het SDE budget net als in 2014 al overschreden is. Intekenen op bijv. 0,13 €/kWh geeft minder risico, terwijl er toch een goed rendement wordt behaald. De investering kan dan binnen 11-13 jaar worden terugverdiend.

Tabel 6: Rendement en terugverdientijd zonder en met SDE, bij volledige en gedeeltelijke eigen financiering

	Prijs		100% EV		20% EV en 80% VV	
			Rendement	TVT	Rendement	TVT
zonder SDE	0.045	€/kWh	-7%	n.v.t.	-13.7 tot -7.0%	n.v.t.
SDE Fase 1	0.07	€/kWh	-3.2%	n.v.t.	-9.9 tot -3.2%	n.v.t.
SDE Fase 2	0.08	€/kWh	-1.6%	n.v.t.	-8.3 tot -1.6%	n.v.t.
SDE Fase 3	0.09	€/kWh	-0.1%	n.v.t.	-6.8 tot -0.1%	n.v.t.
SDE Fase 4	0.10	€/kWh	1.4%	14 jr	-5.3 tot 1.4%	n.v.t.
SDE Fase 5	0.11	€/kWh	3.0%	13 jr	-3.7 tot 3.0%	15 jr
SDE Fase 6	0.12	€/kWh	4.5%	12 jr	-2.2 tot 4.5%	14 jr
SDE Fase 7	0.13	€/kWh	6.1%	11 jr	-0.6 tot 6.1%	13 jr
SDE Fase 8	0.14	€/kWh	7.6%	10 jr	0.9 tot 7.6%	12 jr
SDE Fase 9	0.141	€/kWh	7.7%	10 jr	1.1 tot 7.7%	12 jr

Het werkelijke rendement zal per situatie verschillen. Zo zal men bij hoge belastingtarieven veel van de afschrijvingen kunnen aftrekken, waardoor de terugverdientijd verkort kan worden. Gezamenlijke inkoop van grootschalige PV systemen kan de investeringskosten verlagen. Ook kan men bij (gezamenlijke) onderhandeling over de terugleververgoeding bij energiemaatschappijen een hogere prijs proberen te bedingen dan het SDE correctiebedrag.

4 Samenvatting

Agrarische ondernemers vragen zich wel eens af hoeveel zonnestroom er op een zonnepark opgewekt kan worden en of het aantrekkelijk is om minder productieve percelen uit productie te nemen en er stroom op te gaan produceren.

Uit deze studie blijkt dat op efficiënt ingedeelde zonneparken een stroomopbrengst van 500 MWh per ha per jaar haalbaar is, dat is ongeveer het verbruik van 150 huishoudens.

Zonnestroom kan een relatief hoog saldo opleveren vergeleken met akkerbouwgewassen. Het saldo is zelfs zonder SDE subsidie hoger dan een voor een akkerbouwbedrijf in de IJsselmeerpolders hoog salderend gewas als pootaardappelen.

Een investering in een zonneweide kan bij een stroomprijs onder de 10 cent niet worden terugverdiend. Een volledige eigen investering in een zonnepark kan bij intekening in de laatste SDE fases binnen 10 jaar worden terugverdiend. Bij gedeeltelijke eigen financiering van 20% is dat 12 jaar. Bij intekening in de laatste SDE fases loopt men echter het risico dat het SDE budget net als in 2014 al overschreden is. Intekenen op bijv. 0,13 €/kWh geeft minder risico, terwijl er toch een goed rendement wordt behaald. De investering kan dan binnen 11-13 jaar worden terugverdiend.

Het werkelijke rendement zal per situatie verschillen. Zo zal men bij een hoog belastingtarief veel van de afschrijvingen kunnen aftrekken, waardoor de terugverdientijd verkort kan worden. Gezamenlijke inkoop van grootschalige PV systemen kan de investeringskosten verlagen. Ook kan men bij (gezamenlijke) onderhandeling over de terugleververgoeding bij energiemaatschappijen een hogere prijs proberen te bedingen dan het SDE correctiebedrag.



5 Literatuur

Zonneweide Energierijk; Resultaten 2011-2012; Joanneke Spruijt; PPO publicatie nr. 526
<http://edepot.wur.nl/242674>

Zonneweide resultaten t/m 2013; Joanneke Spruijt; PPO publicatie nr. 589
<http://edepot.wur.nl/302776>

KWIN-AGV 2012; Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt;
PPO publicatie nr. 486
www.wageningenur.nl/nl/show/KWINAGV-2012.htm

