

# Perspectief zonnestroom in de agrarische sector

Auteurs: Joanneke Spruijt en Andrea Terbijhe



**WAGENINGEN UR**  
*For quality of life*



© 2016 Wageningen, ACRRES – Wageningen UR

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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: 3750293300

PPO-nummer 690

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](mailto:info@acrres.nl)  
Internet : [www.acrres.nl](http://www.acrres.nl)



# Inhoudsopgave

SAMENVATTING	4
1 INLEIDING	5
2 HUIDIGE ZONNESTROOMPRODUCTIE	6
3 REGELGEVING EN SUBSIDIES	9
3.1 Omgevingsvergunning	9
3.2 Salderen	10
3.3 SDE+	10
3.4 Fiscale regelingen	11
3.5 Asbest eraf, zonnepanelen erop	12
4 FINANCIËLE RENDABILITEIT	13
4.1 Kleinverbruikersaansluiting	13
4.2 Grootverbruikersaansluiting	14
4.3 GvO certificaten	15
5 STROOMVERBRUIK AGRARISCHE SECTOR	16
6 TOEKOMSTPERSPECTIEVEN	19
6.1 Plaatsingspotentieel	19
6.2 BIPV	20
6.3 Nieuwe mogelijkheden bij kassen	22
6.4 Terugleveren wordt onaantrekkelijk	24
6.5 Afstemmen productie-verbruik	24
6.6 Gelijkmatiger produceren	26
6.7 Opslag	29
6.8 Vervanging diesel door (zonne)stroom	31
BRONVERMELDING	33
Literatuur	33
Lezingen	34
Internet	34



# Samenvatting

## **PV vermogen agrarische sector blijft groeien**

Het aantal agrarische bedrijven dat zonnestroom (PV) produceert is de afgelopen jaren snel toegenomen. De huidige salderingsregeling (voor kleine PV systemen) of de Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE; voor grote PV systemen) en fiscale regelingen maakten het voor veel agrarische ondernemers aantrekkelijk om te investeren in zonnepanelen. Verwacht wordt dat deze groei verder zal doorzetten. Het plaatsingspotentieel op agrarische daken is enorm. Mede door het asbestverbod in 2024 zullen de komende jaren veel daken op schuren en loodsen vervangen moeten worden. Dit zal een toename van PV geïntegreerde daken betekenen. Voor de glastuinbouw zijn er nieuwe technologieën in ontwikkeling voor de opwekking van zonnestroom, die niet of nauwelijks ten koste gaan van de groei van het gewas.

## **Terugleveren beperken**

Teruglevering aan het net wordt op den duur onaantrekkelijk. Na 2020 dreigt de huidige salderingsregeling te verdwijnen en vanaf 2016 wordt niet langer SDE subsidie gegeven als de prijs van elektriciteit zes uur of langer negatief is. Ondernemers zullen hun verbruik dan zoveel mogelijk gaan afstemmen op de productiepieken van zonnestroom. De mogelijkheden verschillen per sector. Zo kan men in de melkveehouderij het overdag opwarmen van elektrische boilers en verder koelen van de melk (tot  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) zoveel mogelijk naar de dag verplaatsen. Bij de bewaring van o.a. aardappelen, groenten en fruit kan men met Demand Side Management (DSM) ofwel het aansturen van energieverbruikers in functie van het aanbod nog veel bereiken. Er zijn ook verschillende mogelijkheden om juist de productiepieken af te vlakken, bijvoorbeeld Oost-West opstellingen en/of het gebruik van kleinere omvormers.

## **Opslag**

Vooral nog is de opslag van zonnestroom in accu's onrendabel. Maar bij verlaging van de terugleververgoedingen en de verwachte prijsdalingen voor opslagsystemen zal dit in de toekomst omslaan. Er zijn al een paar innovatieve agrarische ondernemers die een grote accu op hun bedrijf hebben voor tijdelijke opslag van zonnestroom. Voor de open teelten is het nu nog lastig om het gebruik van zonnestroom af te stemmen op de productie, doordat een groot deel van de stroom verbruikt wordt voor bewaring in de donkere maanden. Batterijen zijn tot op heden nog niet geschikt voor opslag gedurende het seizoen.

## **Elektrificering van de landbouw**

Een groot deel van het energieverbruik in de open teelten bestaat uit dieselverbruik. Net als in de auto-industrie is ook voor de landbouw de verwachting dat er in de toekomst meer gebruik gemaakt gaat worden van elektriciteit. Elektrisch beregenen is nu al mogelijk en er zijn diverse nieuwe technologische ontwikkelingen in de landbouw gaande waarbij diesel vervangen wordt door stroom. Bijvoorbeeld de Multi Tool Trac, nu nog een hybride, maar in de toekomst mogelijk volledig elektrische trekker die met GPS besturing op vaste rijpaden kan werken. Andere voorbeelden zijn het Lasting Fields concept waarbij alle bewerkingen met ultra lichte en volledig zelfstandig werkende elektrische machines worden uitgevoerd en de Farmertronics onbemande cleantech trekker, met een motor die geschikt is voor waterstof, afkomstig uit elektriciteit van wind- en zonne-installaties.

# 1 Inleiding

Het Application Centre for Renewable Resources (ACRRES) is een onderdeel van Wageningen UR en werkt aan slimme energieoplossingen voor de toekomst. Er is o.a. een testlocatie voor windmolens en PV systemen (de Zonneweide) en er wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor energieopslag.



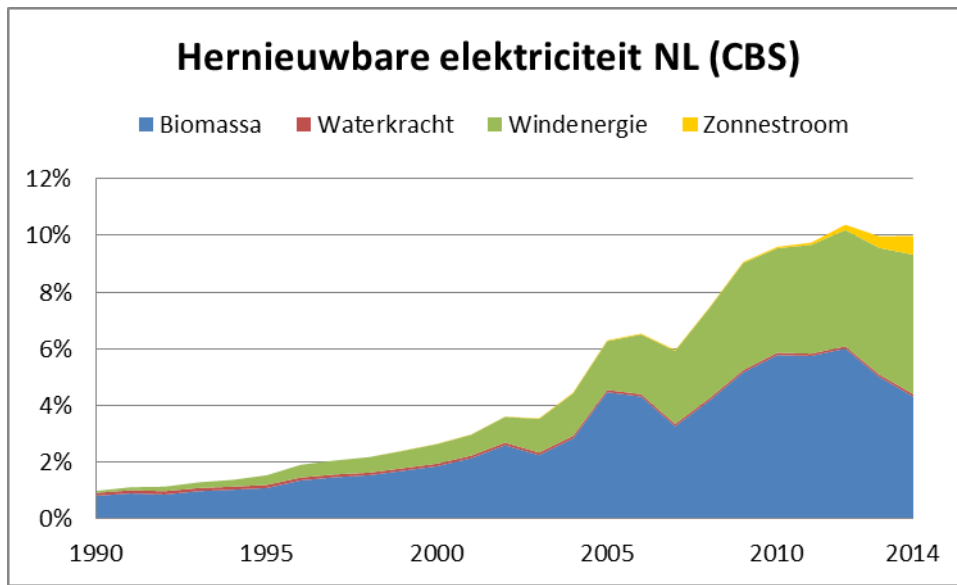
*Foto 1: De Zonneweide van ACRRES, een testlocatie voor PV systemen in Lelystad*

In dit rapport worden de toekomstperspectieven voor de opwekking van zonnestroom in de agrarische sector geschetst.



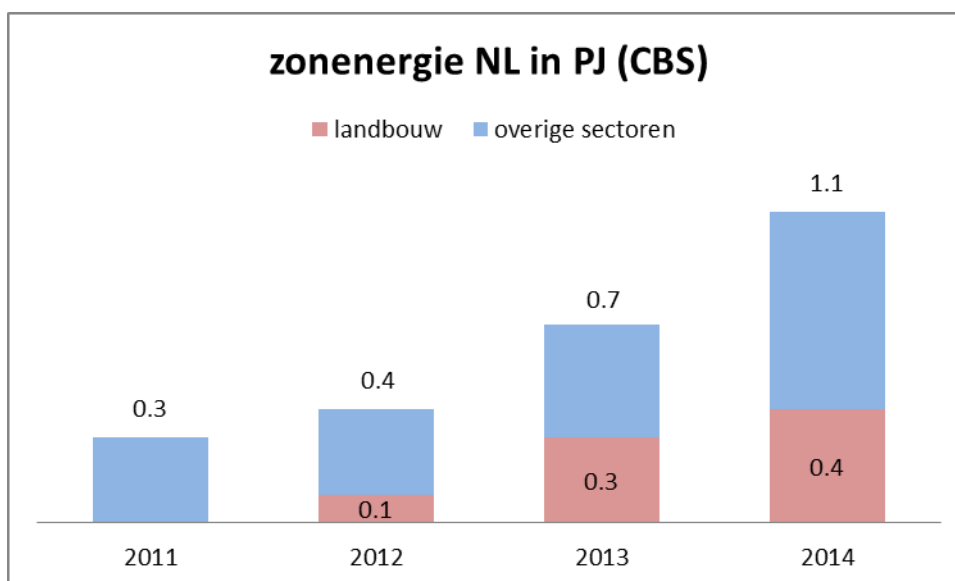
## 2 Huidige zonnestroomproductie

Hoewel er in Nederland steeds meer zonnepanelen op daken verschijnen, was de hoeveelheid stroom die hiermee geproduceerd werd nog slechts 0,7% van het totale Nederlandse stroomverbruik. Biomassa en windenergie zijn nog steeds de belangrijkste hernieuwbare bronnen voor onze elektriciteit, maar hun aandeel neemt af en het aandeel zonnestroom groeit hard, zie Figuur 1 (CBS).



Figuur 1: Percentage hernieuwbare elektriciteit in Nederland van 1990-2014 naar bron (CBS)

De agrarische sector draagt sterk bij aan deze groei. Volgens Veenstra (2015) was het totale vermogen van zon-PV in Nederland 1,0 gigawatt (GW) in 2014, waarvan 80% woningen en ruim 10% in de landbouw. Ook uit cijfers van het CBS blijkt de grote bijdrage van de landbouw aan de groei van zonenergie. In 2014 werd 0,4 van de 1,1 PJ (36%) in de landbouw opgewekt. Deze hoeveelheid zonenergie bestaat uit zowel zonnestroom als zonnewarmte, er wordt in de Landbouw telling bij zonenergie namelijk geen onderscheid gemaakt tussen zonnecollectoren en zonnepanelen.



Figuur 2: Totale zonenergie in Nederland van 2011-2014 in de landbouw en in overige sectoren (CBS)



Foto 2: Zonnepanelen op een stal

Het aantal agrarische bedrijven die zelf zonenergie opwekken is de afgelopen jaren snel toegenomen. Uit de Landbouwtelling blijkt dat het vooral melkveebedrijven zijn. Het aantal melkveebedrijven met productie van zonne-energie is toegenomen van 242 in 2010 naar 1.025 in 2013. Maar ook in de andere sectoren zien we een grote toename. Bij akkerbouwbedrijven is het aantal bedrijven met zonnepanelen/-collectoren in die periode bijna vertienvoudigd, bij opengrondstuinbouw vervijfvoudigd, zie Tabel 1. (Silvis et al., 2015)

Tabel 1: Aantal bedrijven met zonnepanelen/-collectoren per sector in 2010 en 2013 (Silvis et al., 2015)

sector	2010	2013
melkveehouderij	242	1.025
akkerbouw	55	502
opengrondstuinbouw	32	146

Verder hebben al circa 10% van de varkensbedrijven, bijna 10% van de pluimveebedrijven en ca. 20% van de vleeskalverenbedrijven heeft in 2013 zonnepanelen in gebruik voor elektriciteitsopwekking. (Silvis et al., 2015)

Door glastuinders wordt nog relatief weinig gebruik gemaakt van zonnestroom. PV toepassingen op kassen zijn vaak niet gewenst vanwege de verminderde lichtinval. Toch zijn er diverse bedrijven die kansen zien om zonnestroom op te wekken, zonder dat dit ten koste gaat van de productie. Op een orchideeënkas in Wateringen bijvoorbeeld zijn ruim 4.500 zonnepanelen gemonteerd op de 20 cm brede afdekkapjes van het buitenscherm.



Foto 3 en Foto 4: 20 cm brede PV panelen op afdekkapjes van een buitenscherm op een orchideeënkas (bron: [www.orchidee.nl](http://www.orchidee.nl))

Maar meestal wordt op glastuinbouwbedrijven alleen gebruik gemaakt van daken op het bedrijfsgebouw, kantoor of ketelhuis. Ook zijn er wel drijvende PV panelen boven het regenwaterbassin geplaatst, zie

Foto 5. Bijkomend voordeel van drijvende zonnepanelen zijn een hogere stroomopbrengst als gevolg van koeling en betere weerkaatsing van het licht en minder waterverdamping en algengroei.



Foto 5: Voorbeeld van drijvende zonnepanelen op een regenwaterbassin te Veghel (bron: Mol, 2015)

Naast de benutting van daken zijn er ook agrariërs die een deel van hun grond willen inzetten voor veldopstellingen met zonnepanelen. De eerst bekende Nederlandse veldopstelling op landbouwgrond is in 2015 in Tweede Exloërmond gebouwd met 4.300 PV panelen.



Foto 6: Veldopstelling in Tweede Exloërmond (bron: [www.zonneparkennederland.nl](http://www.zonneparkennederland.nl))

Vaak gaat het om minder rendabele percelen. Bijvoorbeeld een akkerbouwbedrijf in Rilland wil een zonneweide aanleggen op een 8 ha groot onrendabel perceel waar al zes winturbines staan.



## 3 Regelgeving en subsidies

### 3.1 Omgevingsvergunning

In deze paragraaf wordt de algemene regelgeving omtrent omgevingsvergunningen voor PV installaties weergegeven. Voor specifieke situaties kan men het beste contact opnemen met de gemeente of de vergunningcheck op [www.omgevingsloket.nl](http://www.omgevingsloket.nl) raadplegen.

#### **Op daken**

Voor het plaatsen van zonnepanelen op een dak is over het algemeen geen vergunning nodig. Alleen als niet aan één of meer van de onderstaande eisen wordt voldaan, is wel een vergunning nodig.

1. De panelen worden op een dak worden geplaatst;
2. De panelen zijn geïntegreerd met de omvormer. Als dat niet het geval is, dan moet de omvormer binnen het betreffende gebouw worden geplaatst;
3. Komen de panelen op een schuin dak, dan:
  - mogen de panelen niet uitsteken en moeten ze aan alle kanten binnen het dakvlak blijven;
  - moeten de panelen in of direct op het dakvlak worden geplaatst;
  - moet hellingshoek van de panelen hetzelfde zijn als die van het dakvlak waarop de panelen gemonteerd worden;
4. Komen de zonnepanelen op een plat dak, dan moeten de panelen minstens zo ver van de dakrand verwijderd blijven als de hoogte van de panelen. Is de hoogte van de panelen bijvoorbeeld 50 centimeter, dan moet de afstand tot de dakrand(en) ook minimaal 50 centimeter zijn;
5. Vinden de werkzaamheden plaats aan een monument of in een door het Rijk aangewezen beschermd stads- of dorpsgezicht dan kan men in een aantal gevallen toch vergunningvrij bouwen

#### **In de achtertuin van een woning**

Het plaatsen van zonnepanelen in een achtertuin van een woning mag onder 2 voorwaarden:

- De constructie is niet hoger dan 5 meter
- Men voldoet aan de voorwaarden van het bestemmingsplan van de woning

#### **Zonneweide**

Zonnepanelen zijn een bouwwerk, ook als ze tijdelijk zijn. Een omgevingsvergunning is dan verplicht en meestal moet er ook een ontheffing van het geldende bestemmingsplan worden verleend, afhankelijk van de lokale situatie. Het verkrijgen van een omgevingsvergunning voor zonneweides op landbouwgrond blijkt op sommige locaties moeilijk of (nog) niet haalbaar te zijn.

Bij de plannen voor het 8 ha grote zonnepark in Rilland zijn provincie en gemeente positief en de vergunning is dan ook rond. Op andere plekken in Nederland, zoals bijvoorbeeld in Noord-Holland, is de lokale overheid minder enthousiast om zonneparken op landbouwgrond toe te staan. Ook voor een pluimveehouder in Hagestein die plannen heeft voor een 7,5 hectare groot zonnepark loopt het moeizaam. Er zijn bezwaren tegen aangetekend, o.a. door LTO Noord, die van mening is dat eerst de daken volledig benut moeten worden. Verder zou de vergunning strijdig zijn met het bestemmingsplan. (bron: Solarmagazine)



## 3.2 Salderen

Salderen is het verrekenen van geleverde stroom met verbruikte stroom. Wanneer men meer levert dan men gebruikt krijgt men te maken met een erg lage terugleververgoeding. Alleen PV installaties met een aansluitcapaciteit tot  $3 * 80$  Ampère komen in aanmerking voor de salderingsregeling.

Grotere installaties met een vermogen  $\geq 15$  kWp en een grootverbruikersaansluiting (een aansluiting op het elektriciteitsnet van meer dan  $3 * 80A$ ) komen niet voor salderen, maar wel voor een SDE subsidie in aanmerking.

De salderingsregeling is een gunstige stimuleringsregeling die een positief effect heeft op de productie van zonnestroom. De regeling staat echter ter discussie, omdat de bezitter van zonnepanelen eigenlijk een veel hogere prijs voor de stroom krijgt dan die op dat moment waard is. De energieleverancier rekent dit weer door in de tarieven, waardoor degenen zonder panelen hier eigenlijk aan meebetalen. Het systeem gaat door de sterke toename van zonnepanelen steeds duurder worden. Bovendien stimuleert het systeem niet om de opgewekte energie zelf te gebruiken. Minister Kamp heeft aangegeven dat de huidige salderingsregeling ten minste tot 2020 blijft. In 2017 vindt er een evaluatie plaats om te komen tot een overgangsregeling na 2020.

## 3.3 SDE+

De Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE+) voor hernieuwbare energietechnieken is onderverdeeld in de categorieën Biomassa, Geothermie, Water, Wind en Zon.

Investering in fotovoltaïsche zonnepanelen komen alleen in aanmerking voor SDE+ subsidie bij een vermogen  $\geq 15$  kWp en een grootverbruikersaansluiting (een aansluiting op het elektriciteitsnet van meer dan  $3 * 80A$ ). Kleinschalige systemen worden in de SDE+ niet gesubsidieerd. Eigenaren van deze systemen kunnen de verbruikte en geleverde elektriciteit salderen.

De looptijd van de SDE+ subsidie voor zon PV is 15 jaar. 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. De SDE+ bijdrage is het basisbedrag minus de kostprijs voor grijze stroom. Na 15 jaar SDE subsidie valt men terug op deze 'kale' stroomprijs. Projecten die een SDE+ subsidie aanvragen kunnen niet meer tegelijkertijd in aanmerking komen voor de Energie Investeringsaftrek (EIA).

In 2015 was € 3,5 miljard aan SDE+ subsidie beschikbaar. Er is voor € 7,7 miljard aan aanvragen ingediend, voor 777 projecten duurzame energieprojecten, waarvan 506 betrekking hadden op zon PV. De beschikbare € 3,5 miljard is volledig toegekend aan 194 projecten, waarvan slechts 48 voor zon PV.

Het beschikbare SDE+ budget in 2016 is met circa 8 miljard euro meer dan een verdubbeld ten opzichte van 2015. Er zijn in 2016 twee openstellingsrondes met elk een integraal budgetplafond. De eerste ronde kent een budget van € 4 miljard.

In de 'vrije categorie' kunnen (toekomstige) hernieuwbare energieproducenten hun subsidieaanvraag indienen op tienden van eurocenten per kilowattuur. De initiatiefnemers kunnen hierdoor de subsidieaanvraag nog meer toespitsen op hun businesscase.

Er komt geen SDE+ subsidie voor invoeding van hernieuwbare elektriciteit als de prijs van elektriciteit zes uur of langer negatief is. (Kleine projecten evenals projecten waaraan subsidie is verleend en waarvan de aanvraag vóór 1 december 2015 is ingediend zijn van deze nieuwe bepalingen uitgesloten.) Voor zon-PV projecten waarbij een aanvrager verdeeld over meerdere aanvragen meer dan 500 kWp aanvraagt, wordt een haalbaarheidsstudie verplicht. Voor deze categorie blijft de grootverbruikersaansluiting verplicht.

Tabel 2: Openstellingsrondes SDE+ 2016

Ronde 1	Ronde 2	Fasegrens €/kWh
01-03-2016 9.00 u	30-08-2016 9.00 u	0,090
07-03-2016 17.00 u	05-09-2016 17.00 u	0,110
14-03-2016 17.00 u	12-09-2016 17.00 u	0,130
21-03-2016 17.00 u tot	19-09-2016 17.00 u tot	0,150
31-03-2016 17.00 u	29-09-2016 17.00 u	

(Bron: [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl))

## 3.4 Fiscale regelingen

### EIA (Energie Investeringsaftrek)

Met de regeling Energie-investeringsaftrek (EIA) kan men fiscaal voordeel behalen bij investeringen in energiezuinige technieken en duurzame energie. Bij investeringen in PV installaties komt alleen het aandeel van de investeringskosten boven de 25 kW piekvermogen voor EIA in aanmerking. Het aftrekpercentage gaat in 2016 omhoog van 41,5 % naar 58 %. Hierdoor ontstaat er een netto voordeel van ongeveer 14 % voor EIA aanvragers.

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

### MIA (Milieu Investeringsaftrek) en Vamil (Willekeurige afschrijving milieu-investeringen)

Met de Milieu-investeringsaftrek (MIA) en de Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil) kan men fiscaal voordelig investeren in milieuvriendelijke technieken. Met de MIA kan men profiteren van een investeringsaftrek die kan oplopen tot 36% van het investeringsbedrag. Dat komt bovenop de gebruikelijke investeringsaftrek. De Vamil biedt de mogelijkheid om 75 % van de investeringskosten op een door de ondernemer zelf te bepalen tijdstip af te schrijven.

NB: MIA mag niet gecombineerd worden met EIA voor hetzelfde investeringsbedrag.

(bron: [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl))

### KIA (Kleinschaligheidsinvesteringsaftrek)

Investerings tussen € 2.301 en € 311.242 in bedrijfsmiddelen voor een onderneming komen in 2016 in aanmerking te komen voor de kleinschaligheidsinvesteringsaftrek (KIA). In de tabel staan de nieuwe percentages voor deze investeringsaftrek.

Tabel 3: Kleinschaligheidsinvesteringsaftrek 2016

Investering	Kleinschaligheidsinvesteringsaftrek
niet meer dan € 2.300	0%
€ 2.301 tot en met € 56.024	28% van het investeringsbedrag
€ 56.025 tot en met € 103.748	€ 15.687
€ 103.749 tot en met € 311.242	€ 15.687 verminderd met 7,56% van het deel van het investeringsbedrag boven € 103.748
€ 311.243 en meer	0%

(bron: [www.belastingdienst.nl](http://www.belastingdienst.nl))

### 3.5 Asbest eraf, zonnepanelen erop

De provinciale stimuleringsmaatregelen 'Asbest eraf, zonnepanelen erop' is opengesteld tot en met 31 oktober 2016. De subsidie is bedoeld voor een (voormalige) agrarische onderneming en eigenaren van een voormalig agrarisch bouwblok. De aanvragers dienen minimaal 250 m<sup>2</sup> asbestdak of asbestdaken te verwijderen en zonnepanelen (tenminste 5 kWp) terug plaatsen. Dit op het gebouw waar asbest is verwijderd of op een ander asbestvrij dak binnen het agrarisch bouwblok. De hoogte van de subsidie bedraagt 4,50 per m<sup>2</sup> asbestdak wat gesaneerd wordt tot een maximum van 15.000 euro.

Op [www.asbestvanhetdak.nl](http://www.asbestvanhetdak.nl) kan men per provincie de regeling bekijken (niet elke provincie doet mee).



Foto 7 en Foto 8: Asbestverwijdering (bron: [www.asbestvanhetdak.nl](http://www.asbestvanhetdak.nl))

## 4 Financiële rendabiliteit

### 4.1 Kleinverbruikersaansluiting

Alleen PV installaties met kleinverbruikersaansluiting (een aansluitcapaciteit tot 3 \* 80 Ampère) komen in aanmerking voor de salderingsregeling. Salderen is het verrekenen van geleverde stroom met verbruikte stroom op diezelfde aansluiting. Voor de teruggeleverde stroom ontvangt men dan dezelfde prijs (inclusief belastingen en transportkosten) als de prijs die men betaalt voor de stroom die op een ander tijdstip van de energieleverancier wordt afgenomen. Wanneer men meer levert dan men gebruikt krijgt men te maken met een erg lage terugleververgoeding, namelijk allen de 'kale' stroomprijs. Voor agrarische bedrijven is het van belang de te produceren hoeveelheid zonnestroom goed af te stemmen op het eigen verbruik. Ten eerste is het niet aantrekkelijk meer stroom op te wekken dan dat men zelf verbruikt, gezien de lage terugleververgoeding voor die 'overproductie'. Ten tweede moet men de staffeling op de energiebelasting goed in de gaten houden, zie Tabel 4. Bij een verbruik van bijvoorbeeld 30.000 kWh per jaar, wordt over de eerste 10.000 kWh, 10,63 cent EB+ODE betaald en over de overige 20.000 kWh wordt 5,696 cent betaald. Als dit bedrijf 20.000 kWh zonnestroom gaat produceren valt de vergoeding hiervoor volledig in de middelste staffel. Zolang per saldo nog stroom wordt afgenomen, wordt over de eerste 10.000 kWh nog steeds 10,63 cent EB+ODE betaald. Hoe meer Energiebelasting in de duurste staffel (tot 10.000 kWh) kan worden vervangen door eigen productie, hoe groter de kans op rendement.

Tabel 4: Energiebelasting (EB) en opslag duurzame energie (ODE) voor 2016, exclusief BTW

staffel	EB	ODE	EB+ODE
0 – 10.000 kWh	0,10070	0,005600	0,1063 €/kWh
10.001 – 50.000 kWh	0,04996	0,00700	0,05696 €/kWh
50.001 – 10.000.000 kWh	0,01331	0,001900	0.01521 €/kWh

Het rendement en de terugverdientijd van een investering in zonnepanelen kan per situatie sterk verschillen. Naast de afstemming van productie op het verbruik zijn de oriëntatie en hellingshoek van de panelen, de kosten van de installatie, eventuele subsidiemogelijkheden, de stroomprijsontwikkeling en de fiscale aspecten van belang. Op een bijeenkomst voor agrariërs over zonnepanelen werd door Countus een terugverdientijd van 6-15 jaar aangegeven, op basis van een gevoeligheidsanalyse waarbij het percentage inkomstenbelasting (IB), het investeringsbedrag en de stroomprijsontwikkeling varieerde, zie Tabel 5.

Tabel 5: Gevoeligheidsanalyse financieel rendement PV systemen door Countus (Schuldink, 2015)

Investering	IB	rente	Terugverdientijd in jaren		
			Stijging elektriciteitsprijs		
			0%	3%	7%
0,90 €/Wp	0%	5%	11	9,5	8
	25%		8,5	7	6
	40%		7,5	6,5	6
1,10 €/Wp	0%	5%	15	12	10
	25%		11,5	9,5	8,5
	40%		10	8,5	7,5

## 4.2 Grootverbruikersaansluiting

PV installaties met een vermogen van minimaal 15 kWp en met een grootverbruikersaansluiting (een aansluiting op het elektriciteitsnet van meer dan 3 \* 80 A) komen in aanmerking voor SDE+ subsidie. Met het verzwaren van een bestaande aansluiting of het aanleggen van een nieuwe grootverbruikersaansluiting gaan hoge kosten gepaard. De kosten kunnen oplopen tot € 20.000 of meer en houden verband met het totale nominale vermogen van de productie-installatie. Hoe groter het nominale vermogen hoe hoger de kosten zullen zijn. Voor een gedetailleerde prijsindicatie wordt aangeraden contact op te nemen met de netbeheerder. (Bron: [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl))

Investerings in grote PV installaties kunnen alleen met een SDE subsidie worden terugverdiend. Bij een SDE prijs van 0,14 €/kWh is de terugverdientijd op een dak 8 jaar en bij 0,11 €/kWh 10 jaar. Voor veldopstellingen zijn de terugverdientijden hoger, zie Tabel 6. (van der Meij, 2015)

Tabel 6: Terugverdientijd zonnepanelen volgens Flynth (van der Meij, 2015)

	SDE 0,14 €/kWh	SDE 0,11 €/kWh
Op een dak	8 jaar	10 jaar
Veldopstelling	12 jaar	15 jaar

Voor een veldopstelling is een omgevingsvergunning en zijn vooronderzoeken nodig. Onderzoek naar de ondergrond, het wijzigen van het bestemmingsplan en de eigenschappen en aanwezigheid van de elektriciteitsinfrastructuur zijn de belangrijkste. In sommige gevallen zal de lokale situatie eisen dat er nog aanvullende onderzoeken nodig zoals een ecologisch of bodemstabiliteitsonderzoek. Vaak is er geen aansluiting in de buurt en zal deze speciaal moeten worden aangelegd. Het maken van een nieuwe aansluiting kost al snel een paar ton en daarnaast zijn er maandelijkse transportkosten. (Anonymus, 2013) Verder heeft men te maken met grondkosten en is er een stelling nodig. De investeringskosten voor een veldinstallatie zijn daardoor een stuk hoger dan voor een installatie op het dak.

Uit een in 2015 uitgevoerde eigen studie blijkt dat een volledig eigen investering in een zonnepark kan bij een SDE prijs van 0,14 €/kWh binnen 10 jaar worden terugverdiend, zie Tabel 7. Bij gedeeltelijke eigen financiering van 20% is dat 12 jaar. De investering kan bij 0,13 €/kWh binnen 11-13 jaar worden terugverdiend. Het werkelijke rendement zal per situatie verschillen. Hier is uitgegaan van een investering 1 €/Wp, zonder fiscale voordelen. Bij een hoog belastingtarief zal men 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. (Spruijt, 2015)

Tabel 7: Rendement en terugverdientijd zonneweide zonder en met SDE, bij volledige en gedeeltelijke eigen financiering

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

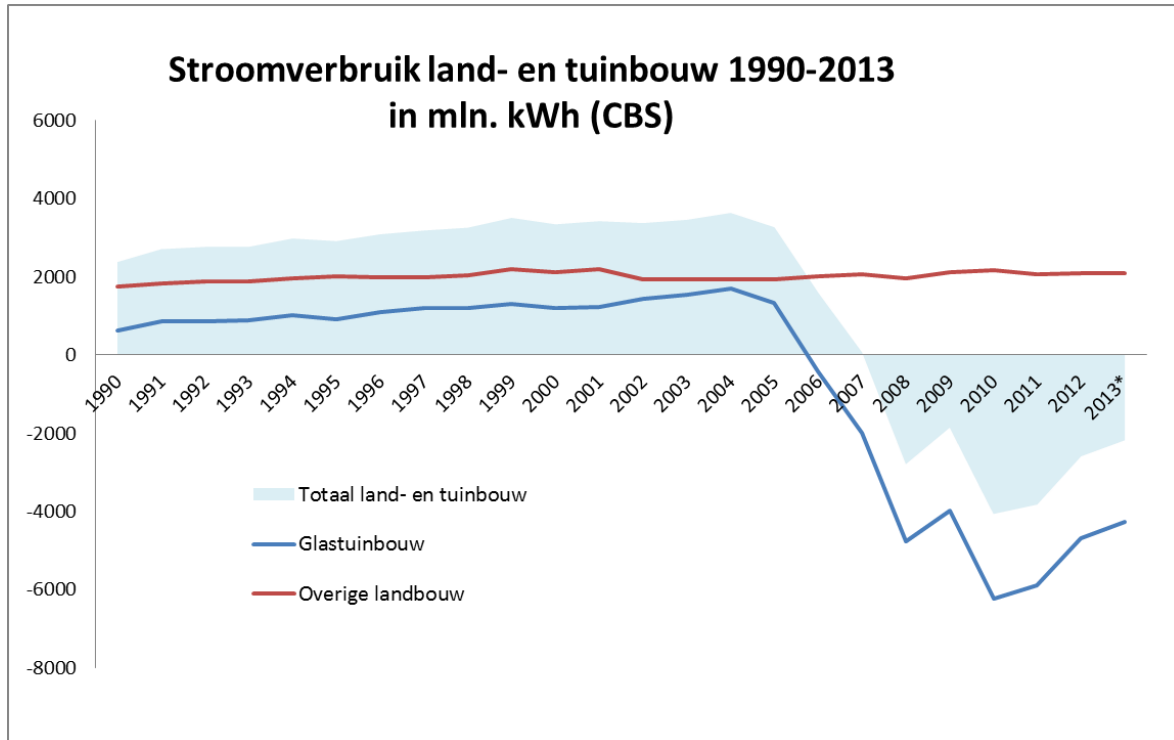
## 4.3 GvO certificaten

De Nederlandse certificeringsinstantie CertiQ maakt digitaal Garantie van Oorsprong (GvO) certificaten aan voor duurzaam opgewekte stroom, waarin is vastgelegd waar en hoe de stroom is opgewekt. Deze heeft men nodig om SDE subsidie te krijgen. Een GvO staat voor 1.000 kWh (= 1 Mwh) elektriciteit. Deze certificaten zijn een jaar lang houdbaar en binnen deze periode kan de producent de certificaten aanbieden aan energiebedrijven of aan handelaren. Dit gebeurt via een online handelssysteem, waarbij prijzen van GvO's worden bepaald tussen producenten en handelaren (brokers) of energiebedrijven. Elektriciteitsbedrijven zijn verplicht om voor elke hoeveelheid groene stroom die een consument gebruikt een even grote hoeveelheid GvO's te kopen en af te boeken. Scandinavische waterkracht certificaten, waar veel energiebedrijven hun stroom in Nederland mee 'verduurzaamt', kosten nog geen kwartje per GvO. Maar Nederlandse wind en zon GvO's krijgen de laatste jaren veel meer waarde. Hiervoor worden prijzen van € 2 tot € 5 per MWh betaald. Verkoop van zon GvO certificaten kan voor grote PV systemen dus interessante extra inkomsten geven.

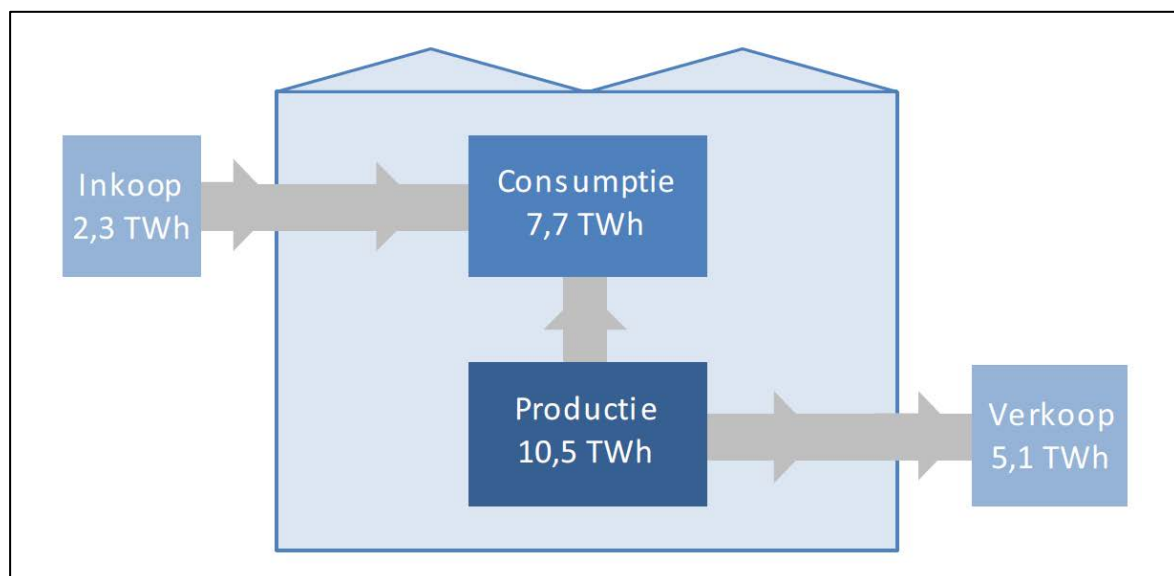


## 5 Stroomverbruik agrarische sector

De agrarische sector is de laatste jaren netto leverancier van stroom, doordat de glastuinbouw met warmtekrachtkoppeling (WKK) vanaf 2006 meer elektriciteit opwekt dan verbruikt, zie Figuur 3. Hoewel er in de glastuinbouwsector in 2014 ongeveer 10,5 TWh aan stroom werd opgewekt met WKK, werd er ook 7,7 TWh geconsumeerd, zie Figuur 4. Daarmee is de elektriciteitsconsumptie in de glastuinbouw het hoogst van alle landbouwsectoren. Bij de overige landbouwsectoren is het verbruik vrij constant, het schommelt rond de 2 TWh.



Figuur 3: Stroomverbruik land- en tuinbouw uitgesplitst naar glastuinbouw en overige landbouw 1990-2013 (CBS)



Figuur 4: Globale elektriciteitsbalans van de glastuinbouw in 2014 (voorlopige cijfers). (van der Velden en Smit, 2015)



### **Glastuinbouw**

Het grootste deel (82% in 2011) van de elektriciteitsconsumptie in de kassen wordt gebruikt voor belichting. Dit zit voor driekwart bij de gewassen roos, tomaat chrysanth en bloeiende potplanten. De elektriciteitsconsumptie voor belichting neemt de laatste jaren toe en de verwachting is dat die in de toekomst verder toeneemt. verder zal de elektriciteitsvraag groter worden door mechanisering en de verdere optimalisering van het kasklimaat. Men verwacht dat de bijdrage van zonnecellen aan de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie beperkt zal zijn omdat licht een belangrijke productiefactor in de tuinbouw is. (van der Velden en Smit, 2013)



*Foto 9: Belichting in de glastuinbouw*



### Melkveehouderij

Het stroomverbruik in de melkveehouderij neemt de laatste jaren licht toe, zie Tabel 8. Melkveebedrijven zijn enerzijds meer energie gaan gebruiken door de introductie van melkrobots, anderzijds heeft ca. 83% van de bedrijven in de melkveehouderij in 2012 energiebesparende maatregelen genomen. Het energieverbruik verschilt per melkveebedrijf van minder dan 10 kWh tot ruim boven de 100 kWh per 1000 kg melk. (RVO, 2014a) Het gemiddelde energieverbruik ligt op bedrijven die melken in een melkstal net onder de 50 kWh/1.000 kg melk. Op bedrijven die werken met een automatisch melksysteem is dit 20 kWh hoger. Elektriciteit wordt hoofdzakelijk ingezet voor de melkwinning, de melkkoeling, de warmwatervoorziening, de drinkwatervoorziening en de verlichting. Daarnaast neemt het aantal elektrische apparaten, onder andere door verdergaande automatisering en verbetering van het dierenwelzijn toe. Gedacht kan worden aan kalverdrinkautomaten, krachtvoerboxen, mestschuiven, signaleringssystemen en koeborstels. (RVO, 2014b)

Tabel 8: Elektriciteitsverbruik in verschillende landbouwsectoren 1990-2012 (RVO, 2014a)

jaar	melkveehouderij	intensieve veehouderij	open teelten (excl. bloembollen)
1990	4,7	n.b.	0,9
2003	4,5	4,43	1,0
2008	4,6	4,38	1,2
2012	4,9	4,44	1,4

### Intensieve veehouderij

In de intensieve veehouderij is het aantal bedrijven afgenomen en het elektriciteitsverbruik ongeveer gelijk gebleven, zie Tabel 8. (RVO, 2014a) Elektra wordt in de intensieve veehouderij ingezet voor verlichting, ventilatie, automatische voeding, procescomputers, mestbandbeluchting bij leghennen en warmwatervoorziening bij kalveren. Ook de recent aangeschafte luchtwassers voor de vermindering van ammoniakuitstoot verbruiken veel elektriciteit. (Silvis et al., 2015) Enerzijds is de sector de laatste jaren meer energie gaan gebruiken door de toepassing van luchtwassers. Anderzijds zijn diverse besparende maatregelen doorgevoerd, zoals de toepassing van frequentieregelaars en hoogfrequente verlichting. De varkenshouderij neemt het grootste deel voor haar rekening. (RVO, 2014a)

### Open teelten

Het elektriciteitsverbruik bij de open teelten is de laatste jaren toegenomen, zie Tabel 8.

Er is wel een toename van bedrijven met energiebesparende maatregelen, maar het percentage is nog relatief laag is. Er wordt relatief veel aandacht besteed aan energiebesparing in bewaarschuren. (RVO, 2014a) De bewaring van aardappelen, uien, winterpeen, witlofwortels, grootfruit en bloembollen vraagt veel elektriciteit.

Het overgrote deel van de aardappelen wordt op het akkerbouwbedrijf opgeslagen. Dit vraagt veel elektriciteit voor inschuren, drogen/koelen na het inschuren, opslag en vervolgens opwarmen en uitschuren. Consumptieaardappelen worden gemiddeld bewaard tot januari, poot- en zetmeelaardappelen tot maart. Vooral poot- en tafelaardappelen worden voordat ze het erf verlaten nog gesorteerd, wat ook stroom kost. Ook verreweg de meeste uien worden in bulk op het bedrijf opgeslagen. Bij binnenkomst in de opslag worden de uien veelal met warme lucht gedroogd. Daarna is gedurende de hele bewaarperiode sprake van onderhoudsventilatie. In combinatie met een lange bewaarperiode (gemiddeld 3-4 maanden, tot maximaal 9 maanden) vraagt dit veel energie.

Winterpeen wordt traditioneel bij gespecialiseerde opslagbedrijven (loonkoelers) bewaard, maar dit verschuift naar opslag op het eigen bedrijf. Peen wordt vaak voor een langere periode bij lage temperatuur (-1 gr. C) bewaard, wat veel energie kost. Ook opslag van witlofpennen (meestal bij witloftrekkers), sluitkool (bewaarkool) en de bewaring van appels, peren en rode bessen (bij fruittelers zelf of bij afzet organisaties) vraagt veel energie voor koeling. (Kamp et al., 2010) Hetzelfde geldt voor tulpen en lilies.

## 6 Toekomstperspectieven

### 6.1 Plaatsingspotentieel

Er is de afgelopen jaren een enorme toename geweest van het geplaatste PV-vermogen. Veenstra (2015) geeft aan dat het Nederlandse PV-vermogen bij gelijkblijvend beleid zal groeien van 1,0 GWp in 2014 naar 5 GWp in 2020. Bij het maximaal stimuleren en het opheffen van alle belemmeringen kan dit zelfs oplopen tot 8 GWp. Silvis et al. (2015) geven aan dat het aantal agrarische bedrijven met zonnepanelen sterk toeneemt en verwachten dat dit aantal in 2025 nog eens met een factor 4 tot 8 is toegenomen.

#### **vervanging asbestdaken**

Het komende verbod op asbestdaken dat in 2024 zal ingaan, zal het voor veel agrarische bedrijven noodzakelijk maken hun dak te vervangen. In 2012 is bij een inventarisatie bij 35% van de agrarische bedrijven asbesthoudende daken aangetroffen, met een gemiddelde oppervlakte van circa 595m<sup>2</sup> (Smolders- Theunisse, 2012). Asbestdaken op agrarische gebouwen bieden een plaatsingspotentieel voor zonnepanelen van 30,1 PJ (Veenstra, 2015). Dat is een potentieel van 8.361 GWh voor agrarische asbestdaken. Met de stimuleringsregeling 'Asbest eraf, zonnepanelen erop' (zie H 3.5) is tot nu toe tussen de 35 en 40 MWh aan zonnepanelen geplaatst (Solar Magazine, december 2015). Dat is dus slechts een fractie van het potentieel. Voor veel agrarische bedrijven met asbestdaken is er zolang het dak nog goed functioneert geen direct voordeel om te investeren in een nieuw dak. Het is voor hen een investering die geen extra rendement oplevert. Over een jaar of zeven, acht zal de noodzaak om daken te vervangen wel groot worden vanwege het verbod in 2024.

#### **op kassen**

Op tuinbouwkassen is het plaatsingspotentieel volgens Veenstra (2015) 5,0 PJ, dat is 1.389 GWh. Hoewel het potentieel op kassen groot is, zijn de praktische mogelijkheden voor de glastuinbouw beperkt, omdat het licht nodig is voor een goede gewasgroei.

#### **op landbouwgrond**

Naast het benutten van agrarische dakoppervlaktes is er de mogelijkheid om landbouwgrond in te zetten voor PV veldopstellingen, zoals bijvoorbeeld in Duitsland en Italië veel gebeurd is. Het is echter de vraag in hoeverre agrarische ondernemers hun grond hiervoor ter beschikking willen stellen. Sommigen willen minder productieve percelen inzetten voor het opwekken van zonnestroom. Voor veel boeren is en blijft het verbouwen van voedsel de belangrijkste drijfveer. Bovendien zijn zonneweides minder rendabel dan PV systemen op daken. Maatschappelijk ligt het ook gevoelig om landbouwgrond in te zetten voor stroomopwekking. Verschillende provincies en gemeenten hebben hier bezwaar tegen. Een veelgehoorde mening is dat eerst het potentieel aan daken op landbouwschuren benut moet worden, voordat gedacht moet worden aan de inzet van grond waar nu voedsel op verbouwd wordt.

Om zonneparken te ontwikkelen wordt de betrokkenheid van de omgeving steeds vaker als voorwaarde gesteld. Dat is een eerste bevinding van onderzoek naar de ruimtelijke inpassing van zonne-energie. Zo blijkt dat particulieren en bedrijven in de omgeving samen steeds meer zonneparken bottom-up organiseren. Ook is participatie steeds vaker een voorwaarde bij de ontwikkeling van zonneparken. Dit heeft een effect op waar en hoe de zonneparken er komen. ([www.rvo.nl](http://www.rvo.nl))

## 6.2 BIPV

In de gebouwde omgeving maakt men wel onderscheid tussen PV systemen die op of aan de gebouwen worden bevestigd (Building Applied PV, BAPV) of in het gebouw geïntegreerde systemen (Building Integrated PV, BIPV). BIPV wordt gebruikt om conventionele bouwmaterialen te vervangen in delen van de gebouwschil, zoals daken, dakramen, of gevels. In Nederland wordt de meeste zonnestroom nu nog met BAPV systemen opgewekt. Binnen de woning- en utiliteitsbouw is er een sterke opmars van BIPV-toepassingen, zie de volgende foto's.



*Foto 10, Foto 11 en Foto 12: Voorbeelden van BIPV toepassingen*

Het is te verwachten dat deze industrie zich de komende jaren in toenemende mate op de agrarische sector zal richten, want vervanging van asbestdaken voor daken die ook stroom kunnen opwekken is dan heel interessant. Ook bij nieuw te bouwen stallen, schuren, loodsen en andere agrarische bedrijfsgebouwen zal PV meer en meer in de gebouwen geïntegreerd gaan worden. Zonnepanelen kunnen in het dak geïntegreerd worden in de vorm van PV dakplaten. Dit is esthetischer, minder gevoelig voor storm, diefstal, weegt minder en is sneller te installeren. Ook kan er een dak vervangend systeem gecreëerd worden met waterdichte, licht doorlatende zonnepanelen. Het dak levert dan stroom op en geeft ook natuurlijke verlichting, wat bijvoorbeeld in de stal bijdraagt aan het dierenwelzijn.



*Foto 13: Zonnepanelen als dakplaat*



*Foto 14: Licht doorlatende zonnepanelen als dak*



Boven erven op agrarische bedrijven is ook plaats te vinden voor het plaatsen van zonnepanelen. Het kan als beschutting tegen zon en regen dienen, bijvoorbeeld als carport, maar ook direct als oplaadpunt dienen voor auto's of elektrische machines.



*Foto 15: Er zijn carports die zowel als zonnestroom-oplaadpunt voor elektrische machines en auto's dienen als voor teruglevering aan het net.*

## 6.3 Nieuwe mogelijkheden bij kassen

Bij bepaalde schaduwminnende teelten kunnen PV panelen gedeeltelijk in het kasdek worden verwerkt. Verschillende kassenbouwers bieden hiervoor oplossingen aan (de Zwart et al. 2011), zie foto's.



Foto 16, Foto 17 en Foto 18: PV panelen in het kasdek (bron: Hermans Techniek Nederland bv, Kaatsheuvel)

Het Griekse bedrijf Brite Solar Technology heeft de Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) technologie ontwikkeld en gepatenteerd om stroom op te wekken met glas. De transparante glazen panelen passen direct in de stalen frames van kassen. Ze lijken op achterrauiten van een auto, maar de dunne strepen worden gebruikt om stroom op te wekken in plaats van het glas te ontdoien. Ongeveer 5% van het invallende licht wordt omgezet in elektriciteit en circa 70% is beschikbaar voor de groei van gewassen. ([www.duurzaambedrijfsleven.nl](http://www.duurzaambedrijfsleven.nl) en [www.britesolar.com](http://www.britesolar.com))

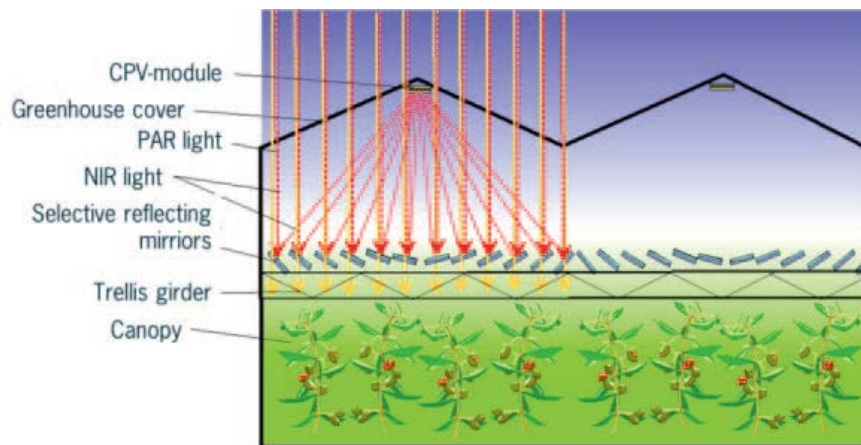
Er zijn meer nieuwe technieken in ontwikkeling om de opwekking van zonnestroom en de teelt van gewassen in kassen nog beter te combineren. Zo is de '**DaglichtKas**' een innovatief ontwerp voor kassen voor schaduwminnende teelten waarbij gebruik gemaakt wordt van lenzen in het dak. Deze lenzen buigen het directe licht af naar een brandlijn. In de brandlijn van de lens kan een thermische collector worden geplaatst, maar kunnen ook zonnecellen worden gemonteerd. Deze moeten geschikt zijn voor een hoge lichtdichtheid en moeten dus CPV-cellen zijn. Onderstaande foto toont een dergelijk CPV-collector, bestemd voor de productie van stroom uit een brandlijn. (de Zwart et al. 2011)



Foto 19: Een prototype voor een CPV-module in de DaglichtKas. (bron: de Zwart et al. 2011)

In het **Elkas**-project van Wageningen UR wordt zonlichtbenutting uit ongebruikte golflengten van zonnestraling onderzocht. Aangezien niet alle golflengtes van het licht worden gebruikt voor de gewasgroei, kan ook energie uit ongebruikte golflengtes van de zonnestraling worden verzameld. Dit zou betekenen dan ook lichtminnende teelten, zoals de groenteteelt, elektriciteit zouden kunnen genereren uit het licht dat het teeltoppervlak binnenvalt.

Er loopt een TKI subsidieaanvraag voor de verdere ontwikkeling van de ELKAS.



*Figuur 5: Afscheiding van Nabij Infra Rode straling uit het directe zonlicht via spectraal selectieve spiegels die het licht naar een concentrated PV module reflecteren (bron: de Zwart et al. 2011)*

## 6.4 Terugleveren wordt onaantrekkelijk

De huidige salderingsregeling blijft tot 2020 in stand, maar daarna dreigt deze na een overgangsregeling te verdwijnen. Teruglevering aan het net vanwege niet verbruikte eigen opgewekte stroom levert voor kleine PV systemen dan heel weinig op. Om zoveel mogelijk van de eigen opgewekte zonnestroom zelf te verbruiken en voor peak shaving is opslag van elektriciteit de toekomst. Hetzelfde geldt voor grote PV projecten. Zij krijgen vanaf 2016 niet langer SDE+ subsidie voor invoeding van hernieuwbare elektriciteit als de prijs van elektriciteit zes uur of langer negatief is. (Kleine projecten evenals projecten waaraan subsidie is verleend en waarvan de aanvraag vóór 1 december 2015 is ingediend zijn van deze nieuwe bepalingen uitgesloten.) ([www.rvo.nl](http://www.rvo.nl)). Het wordt dan onaantrekkelijk om de duurzame elektriciteit nog te leveren in de uren dat een negatieve prijs op de APX-stroommarkt tot stand komt. Naarmate het landelijk geïnstalleerde PV vermogen stijgt, zullen betrokken ondernemers bovendien vaker en in grotere getalen last krijgen van de nieuwe richtlijn. Om toch te kunnen verdienen aan stroom die tijdens overaanbod geproduceerd wordt, zal de elektriciteit tijdelijk moeten worden opgeslagen. ([www.duurzaambedrijfsleven.nl](http://www.duurzaambedrijfsleven.nl))

## 6.5 Afstemmen productie-verbruik

De mogelijkheden om het stroomverbruik zoveel mogelijk af te stemmen op de productie van zonnestroom verschillen per landbouwsector. Voor sommige sectoren zijn er pieken in het gebruik gedurende de dag en voor andere sectoren liggen de pieken gedurende bepaalde maanden in het seizoen.

### Melkveehouderij

Schommelingen in het energieverbruik bij de melkveehouderij hangen vooral af van de manier van melken. Wordt er conventioneel gemolken in 2 melkgangen dan vertoont het energieverbruik 2 keer per dag een piek door de pomp en het koelen van de melk, deze pieken vallen buiten de piek aan zonnestroomproductie op het midden van de dag. De melkveehouders die melkrobots gebruiken hebben een hoger energieverbruik dat dag en nacht meer constant is.

De mogelijkheden om het energieverbruik op een melkveehouderijbedrijf zo te sturen dat een groter deel van de opgewekte zonnestroom op het eigen bedrijf verbruikt wordt zijn beperkt.

Aanpassing van het moment waarop elektriciteit wordt gebruikt is wel mogelijk bij:

- Elektrische boilers kunnen opwarmen tijdens het opwekken van zonnestroom
- De melktank op zonnestroom laten koelen tot 2 °C zodat de koeling van de avondmelking bekort kan worden
- Apparaten die op accu's werken (bijv. mestrobot) kunnen opgeladen worden tijdens het opwekken van zonnestroom. Onderzocht moet worden hoe dit geautomatiseerd kan worden;
- Oppompen en reinigen van bronwater kan plaatsvinden tijdens het opwekken van zonnestroom, alleen zal hiervoor de installatie aangepast moeten worden met (grotere) buffervaten;

Het overdag opwarmen van elektrische boilers en het overdag verder koelen van de melk (tot ± 2°C) zijn de meest geschikte opties. (RVO, 2014b).

### Intensieve veehouderij

Vrij constant over het jaar en over de dag is veel stroom nodig voor ventilatie/luchtwassers, voer- en sorteersystemen en verlichting in de stallen. In de zomer wordt meer geventileerd dan in de winter, dus dit loopt over het jaar al enigszins parallel met de zonnestroomproductie.

### Open teelten

Het stroomverbruik in de open teelten vertoont een piek tijdens de oogst maanden augustus, september en oktober doordat de oogst gedroogd en gekoeld en moet worden. Afhankelijk van de marktprijzen kan de oogst tot in de zomermaanden van het volgend jaar in de loodsen blijven liggen en moet eventueel weer opgewarmd of gesorteerd worden. Slechts een klein deel van het stroomverbruik voor bewaring valt in de meest productieve maanden voor zonnestroom. Toch blijken er mogelijkheden om het gebruik zo goed mogelijk af te stemmen op de productie. In het Vlaamse project SAVE bleek Demand Side





Management (DSM) ofwel het aansturen van energieverbruikers in functie van het aanbod rendabel voor een fruitbedrijf dat appels en peren bewaart en sorteert. Het bedrijf heeft een verbruikspiek van augustus tot en met oktober, wanneer het fruit binnen een korte periode moet worden ingekoeld. Het jaarlijks verbruik bedraagt 166.000 kWh. Van de 93.000 kWh met PV opgewekte stroom werd 60.000 kWh teruggeleverd aan het net. Met een DSM regeling bleek de teruglevering met 20.000 kWh te kunnen worden teruggebracht naar 40.000 kWh. Zonder DSM regeling start de koeling op vol vermogen wanneer de temperatuur in de cellen te hoog oploopt en schakelt uit als het fruit ver genoeg gekoeld is. Bij een DSM regeling wordt aan het begin van de dag, wanneer het PV-vermogen laag is, telkens kortstondig (enkele minuten) gekoeld om zo weinig mogelijk elektriciteit van het net te halen. Wanneer er genoeg PV-vermogen is, wordt de koeling quasi continu koelen voor 50% of 100%, afhankelijk van de temperatuur van de koelcellen. 's Nachts worden de koelcellen opnieuw schakelend gestuurd. Daarnaast wordt de batterij van de heftruck deels opgeladen met elektriciteit van de PV panelen. (Gysen et al., 2015)

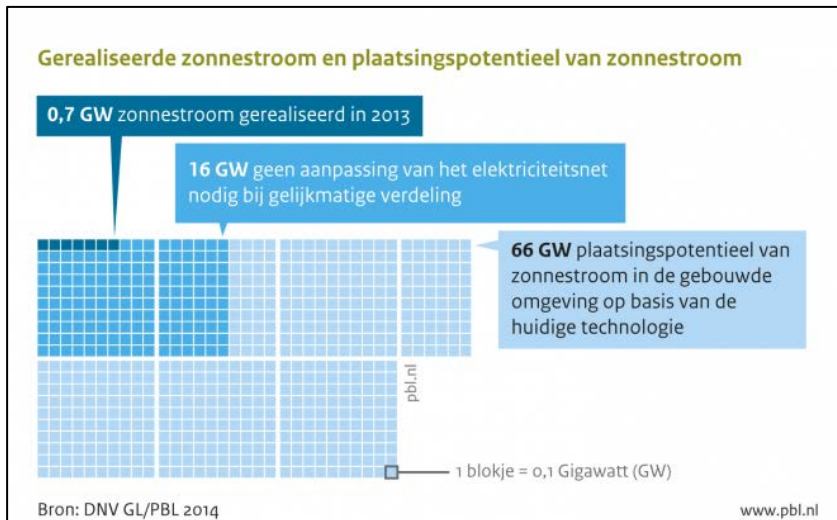
In het ZoCool! (Zonnig Coolen) project van de topsector energie wordt een systeem ontwikkeld dat op een slimme manier de energieuishouding voor koeling in de fruitsector kan regelen. Het systeem bestaat uit een gelijkspanningsnet met daaraan gekoppeld: zonnepanelen, een DC koelmachine, een DC regelsysteem en een AC/DC omzetter voor de integratie naar het elektriciteitsnet. Het project wil een goedkoop alternatief bieden voor huidige koelsystemen voor koelhuizen door zonnepanelen te combineren met moderne koeltechnieken, opgenomen in een gelijkspanningsnet. (bron: [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl))

### **Glastuinbouw**

Verschillende glastuinbouwbedrijven die geïnvesteerd hebben in zonnepanelen zoeken naar mogelijkheden om zoveel mogelijk van de opgewekte zonnestroom zelf te gebruiken om te voorkomen dat zij het voor een lage prijs aan het net moeten terugleveren. Binnen het Vlaamse project Slim Aansturen van Elektriciteit (SAVE) worden de mogelijkheden daartoe onderzocht. Bijvoorbeeld voor een West Vlaams sierteeltbedrijf met een jaarlijks verbruik van ca. 350.000 kWh, dat slechts 88.000 kWh van de totaal opgewekte 129.000 kWh zelf verbruikte. Door de beregeningspompen en het opladen van de palletwagens naar de dag te verplaatsen bleek er 25.000 kWh minder terug geleverd te kunnen worden. (Gysen en Auwera, 2015)

## 6.6 Gelijmatiger produceren

Als het totale geschikte dakoppervlak van woningen en utiliteitsgebouwen volledig wordt gebruikt voor het plaatsen van zonnepanelen, levert dit bij de huidige stand van de techniek een opgesteld vermogen van 66 GW op. Dit zou per jaar voldoende stroom genereren voor de hele gebouwde omgeving van Nederland. Het is echter niet mogelijk om dit vermogen volledig te benutten met de huidige technieken voor seizoensopslag van elektriciteit. Elektriciteitsvraag en -aanbod zouden dan te sterk uit balans raken: in de zomer zou meer zonnestroom geproduceerd worden dan er in Nederland nodig is, terwijl er in de winter een tekort is. Systemen voor seizoensopslag zijn voorlopig nog niet beschikbaar. De huidige distributienetten kunnen tot 16 GW zonnestroom verwerken. (Lemmens et al. 2014)



Figuur 6: Gerealiseerde zonnestroom en plaatsingspotentieel van zonnestroom (Lemmens et al., 2014)

Boven de 16 GW zou het net verzwaaard moeten worden met dickere kabels en grotere transformatoren. Dit brengt hoge investeringskosten met zich mee. Een alternatief is het aftoppen van de productie van zonnestroom. Een productiebeperking tot maximaal 70% van het vermogen zorgt in Nederland voor een jaarlijks energieverlies van maximaal 2-3%, maar ontlast het net op de piekmomenten. (Lemmens, 2015)

Er zijn verschillende manieren denkbaar om productiepieken van zonnestroom af te vlakken, bijvoorbeeld Oost-West opstellingen en/of het gebruik van kleinere omvormers.

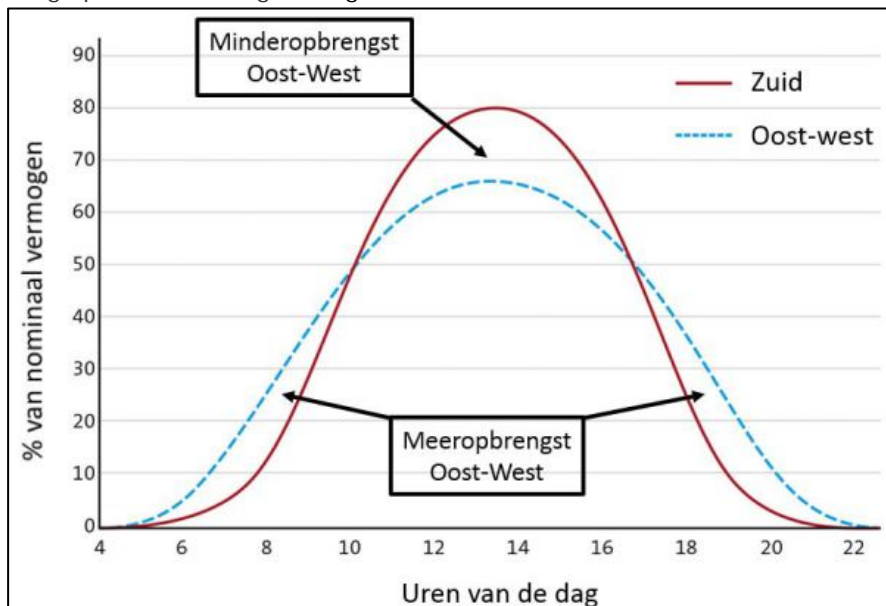
### Oost-West opstellingen

Bij vaste opstellingen is de opbrengst per vierkante meter zonnepaneel het hoogst op het Zuiden en een hellingshoek van 36°. Bij Oost-West opstellingen is de stroomopbrengst per vierkante meter zonnepaneel ongeveer 10% lager, maar de panelen kunnen onder een veel kleinere hellingshoek geplaatst worden, waardoor er zonder schaduwwerking veel meer panelen per beschikbare oppervlakte te plaatsen zijn, Zie Foto 20. De stroomopbrengst per beschikbaar oppervlak is daardoor hoger.



Foto 20: Oost west opstelling (bron: [www.zonneparkennederland.nl](http://www.zonneparkennederland.nl))

Bijkomend voordeel is dat de installatie eerder opstart en later stopt en minder stroom levert op het hoogtepunt van de dag, zie Figuur 7.



Figuur 7: Stroomopbrengst van een Oost-west opstelling ten opzichte van een Zuid opstelling gedurende de dag (Bron: [www.zonnepanelen.net](http://www.zonnepanelen.net))



### **kleinere omvormer**

Er zou doelbewust gebruik gemaakt kunnen worden van kleinere omvormers om pieken in zonnestroomproductie af te zwakken en om productie bij lagere lichtintensiteit te bevorderen.

In de volgende gevallen kan het piekvermogen van een PV installatie in ieder geval al nooit behaald worden en kan er beter voor een omvormer met een lager vermogen gekozen worden:

- niet volledig op het zuiden georiënteerd
- hellingshoek anders dan 30-35 graden
- schaduweffecten

(Overigens staat het typenummer van een omvormer niet altijd gelijk aan het maximaal vermogen. Bijvoorbeeld de SMA 3000TL heeft een maximaal vermogen van 3200 W.)

Daarnaast is het ook vanwege de efficiëntie verstandiger om een kleinere omvormer te kiezen.

Omvormers werken namelijk efficiënter wanneer ze zwaarder belast worden.

Wanneer de SMA Sunny Boy 5000TL omvormer bijvoorbeeld 40% van zijn piekvermogen produceert (40% van 5kWh = 2kW), levert deze een rendement van 97, terwijl het rendement bij een belasting van 10% (500 watt) maar 94,5% is. Bij een hoge belasting levert een omvormer dus een hoger rendement.

Aangezien er vaak situaties zullen zijn waarin de omvormer lager belast wordt, wanneer de zon laag staat of het bewolkt is, is het belangrijk de omvormer zodanig te kiezen dat deze optimaal presteert bij minder zonnig weer en toch niet te vaak zijn maximale vermogen bereikt op zonnige momenten. Verder zullen zonnepanelen in Nederland zelden tot nooit hun piekvermogen produceren, omdat bijna nooit een lichtinval van 1000 W/m<sup>2</sup> onder een optimale paneeltemperatuur van 25°C bereikt wordt.

Een omvormer heeft een minimaal voltage nodig om te kunnen aanslaan. Een zwaardere omvormer slaat dus later aan en gaat eerder uit. (Bronnen: [www.zonnepanelen.net](http://www.zonnepanelen.net) en [www.zonnefabriek.nl](http://www.zonnefabriek.nl))

### **Combineren zon- en windenergie**

Netbeheerder Liander geeft aan dat het elektriciteitsnet niet onnodig verzaamd hoeft te worden bij combinaties van windmolens en zonnepanelen op één kabel. Dit wordt 'cablepooling' genoemd. Uit een analyse van KNMI data die de netbeheerder uitvoerde, bleek dat het slechts 3% van de tijd voorkomt dat de wind en zon tegelijkertijd veel energie produceren. Energieproducenten van windmolens en zonnepanelen die bij elkaar in de buurt staan, kunnen dus gebruikmaken van één elektriciteitsaansluiting. De paar keer per jaar dat de wind en zon samen teveel energie produceren, schakelt een zonnenschakelaar de zonnepanelen even uit. In het gebied van Liander staan 1200 windmolens die door zonnepanelen toe te voegen gebruik kunnen maken van deze mogelijkheid.

([www.liander.nl](http://www.liander.nl))

## 6.7 Opslag

### opslag (nog) niet rendabel

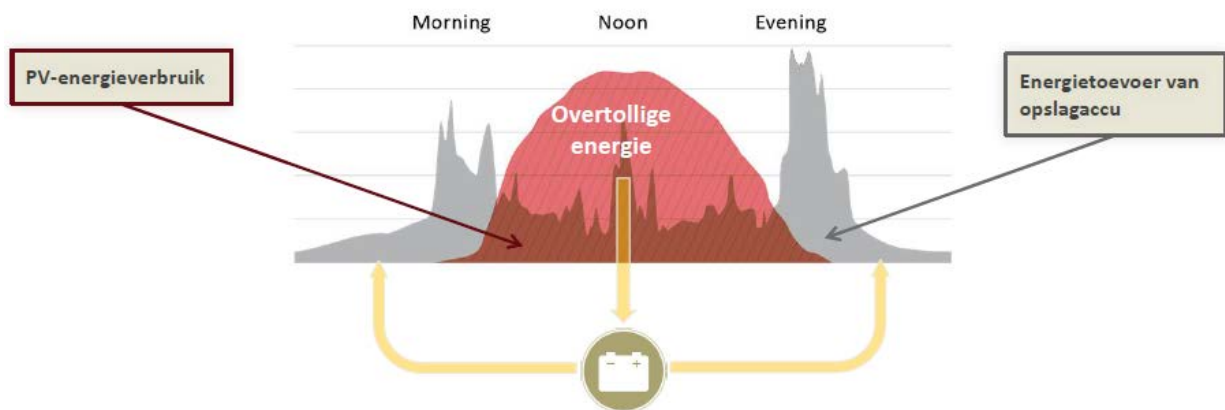
In 2012 werd geconstateerd dat het nog niet rendabel was om de elektriciteit die via zon of wind wordt opgewekt, in batterijen op te slaan. Verdere verbetering van de batterijtechniek en verdere verlaging van de prijs van batterijen zou daar verandering in moeten brengen. (Terbijhe et al., 2012)

### toename van opslagmarkt

Inmiddels heeft de ontwikkeling van opslagsystemen de laatste jaren in Europa een grote vlucht genomen. De gezamenlijke capaciteit van Europese opslagsystemen voor zonenergie zal in de komende 3 jaar groeien naar ruim 10 GW, waarvan 5 GW in Duitsland. Lithium-ion batterijen zijn marktleidend, maar ook loodzuuraccu's halen een wezenlijk marktaandeel. (Solar Almanak, 2015) Auto's worden gezien als de nieuwe energiecentrales (van Wijk, 2015). De elektrische voertuigenmarkt met ingebouwde lithium-ion accu's groeit sterk. Volgens professor Notten weegt 1 kWh lithium-ion batterij 5-10 kg en kun je er ongeveer 7 km mee rijden. Als je 140 km wilt kunnen rijden heb je een 20 kWh accu nodig, deze weegt 100 - 200 kg en kost ongeveer €10.000. De verwachting is dat we binnen 5-7 jaar nog maar 150 € per kWh i.p.v. 500 € gaan betalen. (Notten, 2015)

Diverse bedrijven introduceerden de afgelopen jaren ook batterij omvormers voor huishoudelijk of commercieel gebruik. Deze hybride omvormers kennen veelal een ingebouwde lithium-ion batterij voor de tijdelijke (relatief beperkte) opslag van zonnestroom. (Solar Almanak, 2015)

Het bedrijf SolarEdge heeft een systeem voor huishoudens op de markt waarbij met een Tesla accu ongebruikt PV-vermogen (vooral midden op de dag) wordt opgeslagen en gebruikt wanneer het nodig is (vooral 's ochtends en 's avonds).



Figuur 8: Opslag van overtollige energie en gebruik wanneer het nodig is (Bron: SolarEdge)

De Tesla Powerwall heeft een energieopslagcapaciteit van 7 kWh. Dit is voldoende om de meeste huishoudens in de avonduren van stroom te voorzien met behulp van elektriciteit die overdag door zonnepanelen wordt gegenereerd. Er kunnen meerdere batterijen gezamenlijk geïnstalleerd bij een grotere energiebehoefte. De prijs die de installateurs hiervoor betalen is \$3,000 voor 7kWh. (exclusief inverter en installatie) In Duitsland vindt momenteel al bij een kwart van de zonnepanelen stroom opslag plaats. Het Duitse bedrijf Sonnen is daar met SonnenBatterie marktleider voor slimme lithium-ion opslag systemen met opslagcapaciteiten van 2 tot 16 kilowattuur. Op basis van de verwachte kostendalingen voor batterijen zullen deze na afschaffing van de salderingsregeling ook in Nederland economisch interessant worden.

Voor grootverbruikers komt het Tesla Powerpack in 2016 beschikbaar. Dit is een systeem van 10 MWh dat oneindig opgeschaald kan worden. Het stelt bedrijven in staat om hun kosten voor piekvermogen te verminderen, hun verbruiksprofiel te optimaliseren en actief deel te nemen aan de elektriciteitsmarkt. Overigens gaat het bij al deze accu's om kortstondige opslag, langdurige seizoensopslag is nog niet mogelijk.

### opslag in de agrarische sector

Op een melkveebedrijf in Vierakker ('de fotonenboer') is sinds 2010 een Vanadium Redox Flow Batterij (VRB) in gebruik waarmee zonnestroom wordt opgeslagen en naar behoefte afgenomen door de melkrobots en de andere stroomvragers (zoals stallampen, reinigingsmachines etc.) in het bedrijf. Er wordt ongeveer 42.000 kWh stroom opgewekt van de 50.000 tot 60.000 kWh die wordt verbruikt. De VRB is aangesloten op een intelligent besturingssysteem dat de geproduceerde zonnestroom naar de plek stuurt waar die het meest oplevert. Dat kan rechtstreeks naar de melkveehouderij zijn óf naar de batterij, óf naar het net. Als de weersverwachting een zonnige dag voorziet, zal het systeem daarop reageren en ervoor zorgen dat de batterij voor die tijd op de meest economische manier ontladen is. ([www.fotonenboer.nl](http://www.fotonenboer.nl))



Foto 21: Vanadium Redox Flow Batterij voor opslag van zonnestroom bij melkveebedrijf (bron: [www.fotonenboer.nl](http://www.fotonenboer.nl))

Akkerbouwer de Jong in Odoorn gaat 275 kWp aan zonnepanelen op de daken van zijn bedrijf en die koppelen aan een accu van 275 kWh. Hier wordt alle zonnestroom in opgeslagen en verkocht op de APX (Amsterdam Power Exchange) -markt, de groothandelsmarkt voor elektriciteit. Via de accu en de software van Jules Energy kan hij zijn hernieuwbare stroom straks een dag voorruit voor de beste prijs verkopen. Het Jules Energy systeem voorspelt stroomproductie en stroomconsumptie voor stroomproducenten met een netaansluiting > 100 kW. Met behulp van een online regelsysteem en een batterij voor stroomopslag, wordt elektriciteit gekocht of verkocht aan de hand van opgegeven minimum of maximum prijzen. Er wordt zo op een slimme manier gebruik gemaakt van de fluctuerende prijzen op de dag- én onbalansmarkt. De akkerbouwer maakt gebruik van de SDE regeling en de Green Deal van de provincie Drenthe (dit laatste is een subsidie en lening van ruim twee ton).

## 6.8 Vervanging diesel door (zonne)stroom

Voor de open teelten is het nu nog lastig om het gebruik van zonnestroom af te stemmen op de productie, doordat een groot deel van de stroom verbruikt wordt voor bewaring in de donkere maanden. Batterijen zijn voornamelijk niet geschikt voor opslag gedurende het seizoen. Een groot deel van het energieverbruik in de open teelt bestaat uit dieselverbruik. Net als in de auto-industrie is ook voor de landbouw de verwachting dat er in de toekomst bespaard kan worden op fossiele brandstoffen door komst van hybride voertuigen en machines. Op basis van aangekondigde EU regelgeving, die ook voor landbouwtractoren en andere machines zal gelden, is te verwachten dat die ontwikkeling zich doorzet. Met deels elektrisch aangedreven landbouwmachines zou een besparing van 17,5% op het dieselverbruik bereikt kunnen worden. Dit komt per saldo neer op ongeveer 2 PJ. (Silvis et al., 2015)

Er zijn diverse technologische ontwikkelingen in de landbouw gaande waarbij diesel vervangen wordt door stroom, waarvan hier een aantal voorbeelden behandeld worden.

Bijvoorbeeld beregenen gebeurt nu nog meestal met een dieselmotor, maar elektrisch beregenen is ook al mogelijk. Binnen het praktijknetwerk 'Duurzaam elektrisch beregenen' werden de verschillen tussen beregenen met een dieselmotor en een elektromotor op een akkerbouwbedrijf onderzocht. Een beregeningsbeurt bleek bij elektrisch oppompen van grondwater goedkoper en duurzamer dan het oppompen van grond- of slootwater met een dieselmotor. (Spruijt en Russchen, 2015)

De Multi Tool Trac is een in Nederland ontwikkelde trekker met vierwielaandrijving met een elektrische powertrain (4 x 22 kW nominaal en 4 x 44 kW maximaal). Een accu-pakket (met een totaal vermogen van 30 kWh) zorgt voor stroom en kan via het stopcontact worden opgeladen. Een 6 cilinder dieselmotor (160kW/ 210 PK) zorgt er voor dat een generator automatisch wordt ingeschakeld zodra er te weinig stroom is. Het zou kunnen dat de trekker in de toekomst geheel elektrisch rijdt gezien de ontwikkelingen op het gebied van lichtere accu's. Nu is de dieselmotor nog nodig om altijd stroom te hebben. Ten opzichte van een reguliere tractor wordt tussen de 20 en 30 procent op brandstof bespaard. Door middel van GPS besturing (met RTK ondersteuning) kan er gewerkt worden met vaste rijpaden (zogenaamde onbereden beddenteelt, of controlled traffic farming). De eerste serie Multi Tool Trac wordt midden 2018 verwacht. ([www.multitooltrac.com](http://www.multitooltrac.com))



Foto 22: Multi Tool Trac (bron: [www.multitooltrac.com](http://www.multitooltrac.com))

Het Nederlandse bedrijf Farmertronics uit Deurne werkt aan het prototype van een onbemande elektrische tractor met brandstofcel-aandrijflijn. Het voertuig krijgt een motor die geschikt is voor waterstof, afkomstig uit elektriciteit van wind- en zonne-installaties. ([www.farmertronics.com](http://www.farmertronics.com))

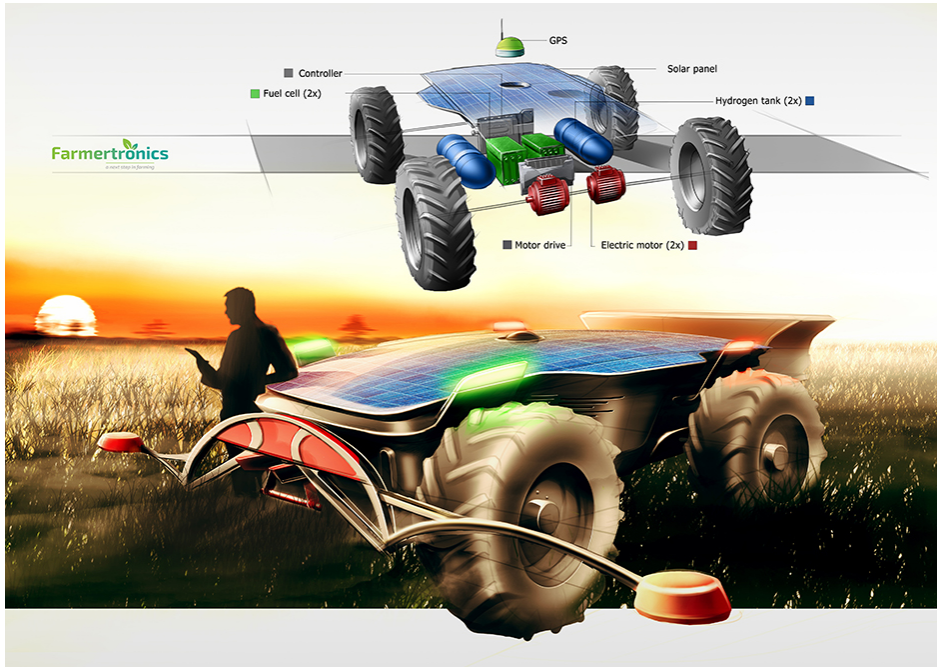


Foto 23: Impressie van Farmertronics onbemande cleantech tractor (Bron: [www.farmertronics.com](http://www.farmertronics.com))

Lasting Fields is een geheel nieuw landbouwbewerkings systeem, ontwikkeld door Steverink Techniek. Alle grondbewerkingen, gewasverzorging, oogstbewerkingen gebeuren op hernieuwbare energie d.m.v. ultra lichte en volledig zelfstandig werkende automatische machines 24 uur per dag. ([www.steverinktechniek.nl](http://www.steverinktechniek.nl))



Foto 24: Beeld uit animatiefilm van Lasting Fields (Bron: [www.steverinktechniek.nl](http://www.steverinktechniek.nl))



# Bronvermelding

## Literatuur

Anonymus (2013) Gereedschapskist lokale duurzame energie initiatieven; grondgebonden zonneparken, Hier Opgewekt.

CBS, PBL, Wageningen UR (2015). Energieverbruik in de land- en tuinbouw, 1990-2013 (indicator 0013, versie 14, 19 januari 2015). [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

Gysen, M., Vandellannoote, L. en Auwera, L. van der (2015) Doe meer met je eigen energie en spaar geld. Boerenbond, Management & techniek 15, pag. 20-22, 4 september 2015.

Gysen, M. en Auwera, L. van der (2015) Slim sturen van je elektriciteitsfactuur. Sierteelt & Groenvoorziening 16, pag. 24-25, 1 oktober 2015.

Kamp, J., Reeuwijk, P. van, Schoorl, F., Montsma, M. (2010) Energiebesparing op het agrarisch bedrijf; Kansen voor verhoging van de energie-efficiency in de akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, projectnr. 3250166809.

Lemmens, J., Burgt, J. van der, Bosma, T., Wijngaart, R. van den, Bemmels, B. van, Koelemeijer, R. (2014) Het potentieel van zonnestroom in de gebouwde omgeving van Nederland. Planbureau voor de Leefomgeving en DNV GL, PBL Rapport nr.14-1932.

Lemmens, J. (2015) Sterke groei van zonne-energie mogelijk zonder overbelasting van het net. Jasper Lemmens (DNV GL) in Solar Trendrapport 2015.

Mol, P. (2015) Drijvend zonnepark Bergerden; Ruimtelijke onderbouwing, IEMBD8307R001F05, Royal Haskoning DHV.

RVO (2014a) Energie en klimaat in de Agrosectoren. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en LEI-Wageningen UR, RVO publicatie 2AGRO1406.

RVO (2014b) Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energiegebruik in de melkveehouderij. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland rapportage, juli 2014.

Silvis, H.J., Smekens, K.E.L., Verhoog, A.D. en Daniëls, B.W. (2015). Opties voor energieneutrale agrosectoren in 2025. Wageningen, LEI Wageningen UR (University & Research centre), LEI Report 2015-108.

Smolders- Theunisse, D. (2012) Inventarisatie asbestcement dak- en gevelbekleding in Nederland. Onderzoeksrapport Search Ingenieursbureau BV.

Solar Almanak (2015). Het naslagwerk over zonne-energie. Solar Solutions Int.

Spruijt, J. (2015) Wat levert een Zonneweide per ha op? ACRRES-Wageningen UR, PPO nr. 642.

Spruijt, J. en Russchen, H.J. (2015) Duurzaam elektrisch beregenen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, onderdeel van Wageningen UR. PPO-rapport 649, Lelystad, juni 2015.

Terbijhe, A., Verbruggen, T., Veth, J. de, Pukala, P. (2012) Energieopslag maakt windenergie voorspelbaar; Businesscase voor Energiegilde, 2 cases doorgerekend. Projectnummer: 3250199900 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., ACRRES.

Veenstra, A. (2015) Ruimte voor zonne-energie in Nederland 2020-2050; Analyse van ruimtelijke groeikansen en knelpunten voor zonne-energie toepassingen in Nederland. Holland Solar rapport.



Velden, N. van der, Smit, P. (2013) Groei elektriciteitsconsumptie glastuinbouw. Hoe verder? LEI-rapport 2013-022. April 2013.

Velden, N. van der, Smit, P. (2015) Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2014. LEI- rapport 2015-122, ISBN 978-90-8615-721-1.

Wildschut, J. (2013a) Energiemonitor van de Nederlandse Bloembollensector 2012. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., BU Bloembollen, Bomen & Fruit, PPO nr 32 361 651 13, September 2013.

Wildschut, J. (2013b) Energiemonitor van de Nederlandse Paddenstoelensector 2012. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., BU Bloembollen, Bomen & Fruit, PPO nr 32 361 650 13, November 2013.

Zwart, F. de, Hemming, S., Ruijs, M., Gieling, T. (2011) Benutting van zonne-energie in de tuinbouw – een strategische verkenning. Rapport GTB-1134, Wageningen UR Glastuinbouw.

## Lezingen

Meij, M. van der. (2015) Rendement zonnepanelen. Agrivizier bijeenkomst Noord-Holland, 13 oktober 2015, Hoorn.

Notten, P.H.L. (2015) Rechargeable batteries bridging the gap between the smart grid and electrical vehicles. Prof. P.H.L. Notten, TU-Eindhoven. Smart Storage Solutions Convention, 14 november 2015, 's Hertogenbosch.

Schuldink, L. (2015) Investeren in zonnepanelen: Helpt de overheid u aan (extra) rendement? informatiebijeenkomst over zonne-energie voor grootverbruikers, 10 maart 2015, Emmeloord.

Wijk van, A. (2015) Future Energy Systems All electric and flexible. Prof. Dr. Ad van Wijk, TU Delft. Smart Grid in Balans, 11 juni 2015, Lelystad.

## Internet

[www.asbestvanhetdak.nl](http://www.asbestvanhetdak.nl)

[www.belastingdienst.nl](http://www.belastingdienst.nl)

[www.britesolar.com](http://www.britesolar.com)

[www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

[www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)

[www.duurzaambedrijfsleven.nl](http://www.duurzaambedrijfsleven.nl)

[www.ensoc.nl](http://www.ensoc.nl)

[www.farmertronics.com](http://www.farmertronics.com)

[www.fotonenboer.nl](http://www.fotonenboer.nl)

[www.julesenergy.nl](http://www.julesenergy.nl)

[www.liander.nl](http://www.liander.nl)

[www.multitooltrac.com](http://www.multitooltrac.com)

