

Zonnepanelen (PV-installatie)

1. Wat is een PV-installatie?
2. Hoogwaardige kwaliteit
3. Een installatie naar uw wensen en mogelijkheden
4. Een op elkaar afgestemde installatie
5. Garanties
6. Uw voordelen
7. Uitgebreide informatie over zonne-energie

1. Wat is een PV-installatie?

Simpel gezegd, is dat een installatie die “stroom opwekt” . Een PV-installatie bestaat in de basis uit zonnepanelen en omvormers die de energie omzetten in bruikbare stroom.

2. Hoogwaardige kwaliteit

Wij leveren en monteren een complete PV-installatie van een hoogwaardige kwaliteit.

Wij gebruiken alleen TUV gecertificeerde panelen en omvormers. Die een ze hoogmogelijk rendement hebben. Niet alleen nu maar ook nog over 10 jaar.

3. Een installatie naar uw wensen en mogelijkheden

Wilt u uw dak helemaal vol gelegd hebben met zonnepanelen? OF wilt u slecht een bepaalde hoeveelheid energie opwekken? Wij informeren u graag over de mogelijkheden en u krijgt vervolgens een gratis offerte op maat.

4. Een op elkaar afgestemde installatie

Dit is uitermate belangrijk. Stel u gebruikt de beste kwaliteit omvormers en zonnepanelen, maar ze zijn niet goed op elkaar afgestemd, doordat bijvoorbeeld het vermogen van de omvormer te laag is, dan mag de kwaliteit nog wel goed zijn, maar het levert u weinig op.

Wij verzorgen topkwaliteit producten die ook nog eens op elkaar afgestemd zijn.

5. Garanties

U krijgt van ons niet alleen een uitgebreide garantie op de pv-installatie maar behoud ook uw garantie op de sandwich dakpanelen (indien deze door ons zijn gelegd). Bij veel andere leveranciers vervalt die garantie. Bovendien krijgt u van ons een opbrengst garantie van 10 jaar.

6. Uw voordelen zijn het volgende

- Relatief lage investeringskosten (vaak gesubsidieerd)
- Relatief snelle terugverdien tijd
- Lage energie kosten
- Geld verdienen door energie terug te leveren
- Groen label
 - Goed voor het milieu
 - Kan van invloed zijn hoe anderen u zien.
Een product, zoals eieren of melk, zou daardoor wellicht meer kunnen opleveren.

7. Uitgebreide informatie over (fotovoltaïsche) zonne-energie *(Deze informatie en meer ontvangt u bij onze gratis offerte)*

Wat is zonne-energie?

“Zonne-energie” is een verzamelnaam voor een fors aantal verschillende technieken om de energie in zonlicht om te zetten in nuttig bruikbare energie. We onderscheiden directe en indirecte vormen. Bij indirecte zonne-energie wordt de uiteindelijk bruikbare energie geproduceerd via een omweg. Bekende voorbeelden zijn windenergie, waterkracht en biomassa. Het mooie van waterkracht en biomassa is dat de gebruiker niet gevoelig is voor de wisselingen in het aanbod van zonlicht: je kunt de energie bewaren totdat hij nodig is omdat opslag onderdeel is van de hele keten (het stuwmeer en de stapel plantaardig materiaal).

Bij directe zonne-energie wordt de energie in het licht meteen omgezet in bruikbare energie: warmte of elektriciteit. We onderscheiden passieve zonne-energie (het zodanig ontwerpen van gebouwen dat optimaal gebruik wordt gemaakt van binnentredend zonlicht voor verwarming en verlichting), actieve (thermische) zonne-energie (zoals de zonneboilers) en fotovoltaïsche zonne-energie (meestal aangeduid met PV, naar het Engelse Photo(=licht)Voltaic(=elektriciteit)), waarmee zonlicht in één stap wordt omgezet in elektriciteit.

In de tabel worden de verschillende vormen van zonne-energie verduidelijkt aan de hand van de stappen die nodig zijn om tot elektriciteit te komen (het kan ook zijn dat men warmte of brandstof als eindproduct wil, dan gelden andere stappen).

	<i>indirecte zonne-energie</i>			<i>directe zonne-energie</i>
<i>stappen in de omzetting</i>	Windenergie	Waterkracht	Biomassa	Fotovoltaïsche omzetting
1	zonnestraling	zonnestraling	zonnestraling	zonnestraling
2	temperatuur/druk verschillen	verdamping van water	plantengroei	absorptie in een zonnecel
3	wind	neerslag	oogst/bewerking/ opslag	elektriciteit
4	aandrijving windmolenbladen/generator	opslag in stuwmeer	verbranding, vergassing, etc.	
5	elektriciteit	aandrijving turbineschoepen/	aandrijving generator	
6		elektriciteit	elektriciteit	

Er wordt hier voornamelijk over fotovoltaïsche zonne-energie (PV) gesproken

Welke termen worden gebruikt?

Er bestaat vaak verwarring over de termen die in de wereld van de zonne-energie worden gehanteerd. De afspraak is dat het woord zonnecollector wordt gebruikt voor installaties die zonlicht omzetten in warmte, zoals in een zonneboilersysteem. Echter wordt de term zonnepaneel gebruikt voor installaties die zonlicht direct omzetten in elektriciteit.

Bij fotovoltaïsche zonne-energie (PV) worden veel, vaak Engelse, vaktermen gebruikt. Een mooi overzicht van Engelse vaktermen is te vinden op <http://www.pvpower.com/glossary.html>. De tabel geeft uitleg. In toenemende mate spreekt men ook van "zonnestroom" in plaats van PV.

Termen bij PV

Zonnecel	-	Basis bouwsteen die onder invloed van licht direct elektriciteit levert.
zonnepaneel of module	-	Aantal in serie geschakelde zonnecellen.
string	-	Aantal modules in serie geschakeld.
sub-array	-	Aantal modules bijeen op een draagconstructie.
array PV-systeem	-	Aantal arrays bijeen, compleet met overige systeemonderdelen.
Balance-Of-System (BOS)	-	Alle systeemonderdelen exclusief de panelen.
PV	-	PhotoVoltaic ofwel zonnestroom.
Inverter	-	Apparaat dat de gelijkstroom van de zonnepanelen omzet in wisselspanning voor het elektriciteitsnet.

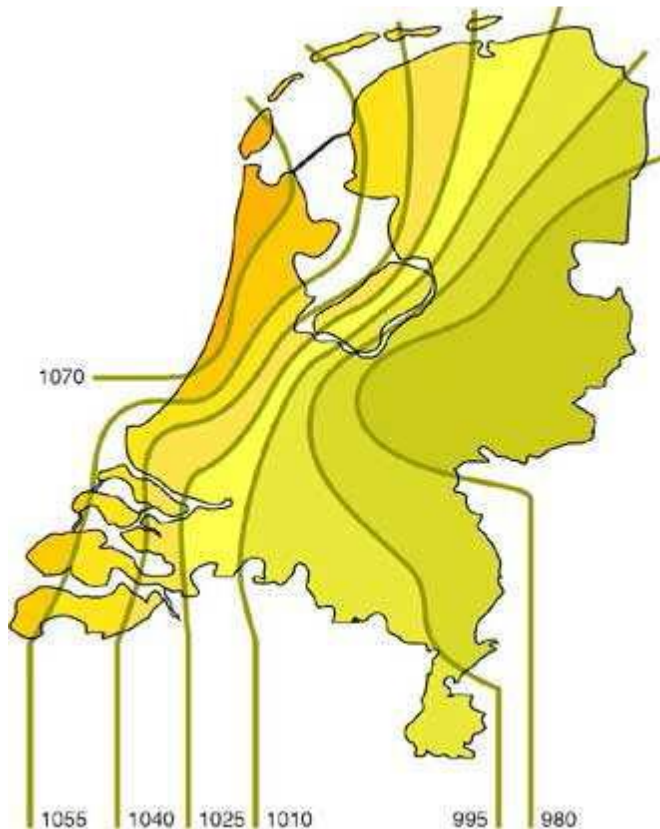
Is zonne-energie in Nederland wel zinvol?

In tegenstelling tot wat vaak wordt gedacht, is de verdeling van zonne-energie over het aardoppervlak heel gelijkmatig. Het verschil in jaarlijks beschikbare energie tussen de Sahara en het noorden van Scandinavië is niet meer dan een factor drie. Nederland krijgt ongeveer 1000 kWh/m² per jaar aan zonlicht, iets minder dan de helft van wat maximaal haalbaar is. Het probleem is dan ook niet zozeer het jaarlijkse aanbod, maar de grote verschillen tussen zomer en winter (factor 7-10). Vanwege dat verschil is het belangrijk dat de energie kan worden opgeslagen of dat een tweede energiebron beschikbaar is die de verschillen kan opvangen.

Een paar getallen illustreren de wereldwijde potentie van zonne-energie. Per aardbewoner is gemiddeld continu ongeveer 20.000.000 watt (20 megawatt) aan zonnestraling beschikbaar. Het huidige gemiddelde energiegebruik is 2.500 watt (2,5 kilowatt) per persoon, alle vormen van gebruik bij elkaar geteld. Per Nederlander is het gebruik 6 kilowatt. Er is wereldwijd dus 8000 maal meer zonne-energie beschikbaar dan we nodig hebben. Dit getal zegt echter nog niet zoveel, want we kunnen onze landen niet volleggen met zonne-energie installaties en bovendien is het rendement van de omzetting in bruikbare energie veel lager dan 100%. Niettemin is al door velen aannemelijk

gemaakt dat zonne-energie een hoofdrol kan spelen in onze mondiale energievoorziening op de lange termijn. De kunst is om dat voor elkaar te krijgen tegen aanvaardbare kosten en met een hoge betrouwbaarheid. Natuurlijk hoeven landen niet allemaal in hun eigen gebruik te voorzien. Zoals nu wordt gehandeld in fossiele brandstoffen, kan ook een levendige internationale handel ontstaan in zonne-energie.

gemiddelde zon instraling in Nederland BRON KNMI



Hoe werkt een zonnecel?

Met behulp van PV wordt zonlicht direct omgezet in elektriciteit, zonder bewegende delen en zonder dat iets heet gemaakt hoeft te worden. Omdat de omzetting nooit met 100% rendement kan verlopen is er altijd restwarmte, maar die warmte is niet nodig voor de elektriciteitsproductie.

Zonnecellen worden gemaakt van zogenaamde halfgeleidermaterialen. Het bijzondere van deze materialen is dat daarin onder inwerking van licht negatief geladen elektronen worden vrijgemaakt om te bewegen. Deze elektronen laten eveneens beweeglijke, positief geladen gaten achter. De werking van de zonnecel berust erop dat elektronen en gaten van elkaar worden gescheiden, zodat de voorzijde een negatieve spanning en de achterzijde een positieve spanning krijgt (of omgekeerd). Wanneer voor- en achterzijde met elkaar worden verbonden, kan een elektrische stroom gaan lopen en kan de cel nuttige energie leveren aan een accu, een pomp of het elektriciteitsnet

Waarom is het rendement van zonnecellen geen 100%?

Zonnecellen zetten zonlicht om in elektriciteit. Het deel van de energie in het zonlicht dat kan worden omgezet in elektriciteit noemen we het rendement (in % uitgedrukt). Zonlicht bestaat uit verschillende kleuren, dat kun je zien wanneer er een regenboog is. Een zonnecel wordt meestal gemaakt van één bepaald (halfgeleider)materiaal, bijvoorbeeld silicium. Zo'n materiaal is niet voor alle kleuren licht

even gevoelig en een deel van het zonlicht gaat er zelfs dwars door heen. Anders gezegd: een zonnecel werkt optimaal voor één kleur licht. Licht wat “te rood” is gaat er doorheen (wordt niet geabsorbeerd) en wordt dus helemaal niet benut, licht wat “te blauw” is wordt maar voor een deel benut. Dit is beter te begrijpen wanneer we ons realiseren dat licht bestaat uit energiepakketjes (fotonen). De energie van het pakketje bepaalt de kleur van het licht. Om een elektron in het materiaal los te maken (zie 6.) is het nodig dat het foton een minimale energie heeft. Is de energie te laag, dan wordt geen elektron losgemaakt. Is de energie hoger dan het benodigde minimum, dan wordt het overschot aan energie afgegeven in de vorm van warmte. Op die manier gaat ongeveer 55% van de energie in het licht verloren, zodat nog 45% resteert. Wanneer een elektron eenmaal is losgemaakt, heeft het de neiging weer terug te vallen naar zijn oude toestand (recombineren). Dit is zelfs in het beste materiaal niet helemaal te voorkomen en zorgt ervoor dat het rendement van een ideale, enkelvoudige cel niet hoger kan zijn dan ongeveer 30% (voor materiaal met een optimale kleurgevoeligheid). De allerbeste –onbetaalbare- kleine zonnecellen hebben een rendement van 25% in het laboratorium. In commerciële productie wordt 6-20% gehaald. Dit grote verschil is een gevolg van het gebruik van goedkopere materialen (lagere kwaliteit en niet-optimale kleurgevoeligheid), van

goedkopere fabricageprocessen en van de grotere oppervlakte van de cellen en de modules. Er zijn twee methoden om het rendement van zonnecellen te verhogen boven het genoemde maximum van 30% voor een enkelvoudige cel. In de eerste plaats kan de kleurgevoeligheid worden verbeterd door twee of drie verschillende materialen te stapelen. We spreken in zo'n geval van een tandem. De kleurverliezen nemen dan af van 55% naar ongeveer 40-45%, zodat 55-60% van de energie resteert. De gevolgen van recombinatie kunnen worden verminderd door domweg meer elektronen los te maken (“de pomp harder zetten terwijl het lek gelijk blijft”). Dit kan door de cel te belichten met geconcentreerd zonlicht (bijvoorbeeld 100x) onder een soort lens of met spiegels. In combinatie met het gebruik van een drievoudige tandem geeft dit een theoretisch maximum rendement van ongeveer 50%. Ter vergelijking: de allerbeste praktische cel van dit soort heeft een rendement van 33%.

Waarom zijn zonnecellen meestal blauw of zwart?

De blauwe kleur van zonnecellen wordt veroorzaakt door de anti-reflectielaag op het silicium. Bij een optimale laagdikte oogt de cel blauw, maar andere kleuren (brons, groen, paars) zijn te bereiken met een andere laagdikte. De prijs die daarvoor moet worden betaald is een verminderde opbrengst (typisch 10-25% lager) door een hogere reflectie. De werking van de laag is vergelijkbaar met die van de korting op de lens van foto toestellen en het kleureffect is ook zichtbaar bij een laagje olie op water. Donkergekleurde zonnecellen hebben gewoon een lage reflectie voor zichtbaar licht.

Welke soorten zonnecellen bestaan er allemaal?

Er bestaan zonnecellen en panelen van verschillende materialen. Het voert te ver om hier de eigenschappen in detail te behandelen, maar het is wel nuttig om een overzicht te geven van de belangrijkste soorten, zoals ze in het lab en de fabriek worden gemaakt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zonnecellen van plakken kristallijn silicium en dunne-film zonnecellen. De plakken zijn ruwweg 0,3 mm dik, de dunne-film cellen tussen de 0,001 en 0,003 mm. Kort door de bocht hebben kristallijn silicium cellen een hogere opbrengst per vierkante meter dan dunne-film zonnecellen.

Hoe belangrijk is rendement eigenlijk?

Het vermogen van een zonnepaneel wordt meestal uitgedrukt in wattpiek (Wp), dat is het elektrische vermogen dat wordt geleverd bij volle zon. Een paneel met een rendement van 7% en een vermogen van 100 Wp is dus twee maal zo groot als een paneel met een rendement van 14% en hetzelfde vermogen. De prijs van een zonnepaneel wordt vaak berekend per Wp, zodat het rendement daarop

niet direct van invloed is. Bij de keuze voor een type paneel spelen dan ook andere factoren een rol: hoeveel ruimte is beschikbaar, welke afmetingen en uitvoering zijn gewenst, welk paneel vindt men mooier, welke garanties krijgt men, etc.? Een ander belangrijk punt is dat bij de bouw van een compleet PV-systeem een deel van de kosten samenhangt met het oppervlak (draagconstructies, bekabeling, etc.). Die kosten zullen dus hoger zijn wanneer het rendement van de panelen lager en het oppervlak groter is (bij een gegeven vermogen). Daar staat tegenover dat de kosten per Wp voor een paneel met een hoog rendement vaak wat hoger zijn dan die voor een paneel met een laag rendement. Hoe de totaalsom uitvalt, is niet te voorspellen en moet van geval tot geval worden bekeken.

Tot slot is het belangrijk om op te merken dat het rendement beslist geen maat is voor de kwaliteit of de betrouwbaarheid van zonnepanelen!

Waaruit bestaat een compleet PV-systeem?

Om te beginnen moet onderscheid worden gemaakt tussen autonome systemen en netgekoppelde systemen. De eerste leveren hun elektriciteit aan een accu of direct aan de gebruiker. De tweede leveren wisselstroom aan het openbare elektriciteitsnet.

Zonnecellen en panelen leveren van zichzelf gelijkstroom. De spanning van een enkele cel bedraagt slechts ongeveer 0,5 volt. Dat is voor praktische toepassingen te weinig. In een paneel worden de cellen elektrisch in serie gezet: 36 cellen leveren dan dezelfde stroom als één cel maar wel een totale spanning die 36 maal zo groot is. Panelen die worden gebruikt in autonome systemen hebben meestal een uitgangsspanning die is afgestemd op het laden van een 12 volt accu. Met die 36 cellen in serie kan de accu ook onder ongunstige omstandigheden naar behoren opgeladen worden.

Om de accu op een goede manier te laden en te ontladen wordt een laadregelaar gebruikt, die voorkomt dat de accu vroegtijdig aan zijn einde komt vanwege over- of onderladen. Bij netgekoppelde systemen wordt de gelijkstroom uit het paneel met een inverter omgezet in 230 volt wisselstroom. Er komen tegenwoordig steeds meer panelen op de markt met een werkspanning die hoger is dan de standaard 12 volt. Soms zit de inverter gemonteerd op de achterzijde het zonnepaneel, zodat dit type paneel direct op het elektriciteitsnet kan worden aangesloten. Dan spreken we van een micro-inverter.

Hoeveel energie levert een PV –systeem?

Het gemiddelde vermogen van een zonne-energiesysteem is altijd veel kleiner dan het piekvermogen dat bij volle zon wordt geleverd. Op zijn best is de verhouding ongeveer 23% (in zonnige woestijngebieden), voor Nederland is de verhouding ongeveer 10%. Met andere woorden: een systeem met een piekvermogen van 3000 Wp (een dak vol panelen) levert bij een gunstige oriëntatie een gemiddeld vermogen van 300 W. Omdat een jaar 8760 uren heeft, komt dat overeen met ruim 2600 kWh ($300 \text{ W} \times 8760 \text{ uur} = 0,3 \text{ kW} \times 8760 \text{ uur}$ is 2600 kWh). Een energiebewust gezin kan hiermee toe, al zijn de tijdstippen van opwekking en gebruik natuurlijk niet gelijk. Om dat probleem te ondervangen wordt de elektriciteit aan het net geleverd als er overschot is en worden tekorten uit het net betrokken. Opbrengst en gebruik zijn dan dus gemiddeld in balans. Als vuistregel kan worden aangehouden dat 1 Wp aan goedgerichte panelen in een netgekoppeld systeem globaal 0,85-0,95 kWh per jaar aan elektriciteit levert. Bij autonome systemen is de zaak gecompliceerder, omdat daar meestal een opslagstap tussen opwekking en gebruik ligt. Het aantal nuttig bruikbare kWh is daardoor vrijwel altijd lager. Een zeer grove indicatie is 0,5 kWh per Wp op jaarbasis, maar dit is sterk afhankelijk van het soort autonome systeem.

De optimale richting van een PV-systeem is in Nederland ongeveer een zuid oriëntatie en een hellingshoek van 35-40°. "Optimaal" betekent hier een maximale jaaropbrengst. Wanneer men bijvoorbeeld in de winter een hogere opbrengst wil hebben, moeten de panelen onder een grotere hellingshoek worden geplaatst. Overigens is de opbrengst niet sterk afhankelijk van de oriëntatie en

de hoek: tussen zuidoost en zuidwest en tussen 20 en 60o zijn de verschillen niet groter dan ongeveer 10%. Op een verticale zuidgevel wordt ongeveer 75% van het maximum geoogst. Zie ook <http://www.ecn.nl/solar/yield/>.

Hoeveel energie kost het om een zonnepaneel te maken?

De allereerste zonnepanelen waren eerder energiegebruikers dan energieleveranciers, met andere woorden: het kostte meer energie om ze te maken dan ze tijdens hun werkzame leven opleverden. Gelukkig is dat allang niet meer zo, ook al hoor je het nog wel eens beweren. Complete PV-systemen leveren op dit moment in Nederland in een periode van ongeveer 2 tot 6 jaar de energie die het heeft gekost om ze te maken. Dit moet worden vergeleken met een levensduur van ongeveer 40 jaar. Het is de verwachting dat deze zogenaamde energierterugverdientijd in de loop van de komende jaren zal afnemen tot 1 jaar.

Komt er een doorbraak op het gebied van PV?

Goede vraag! Doorbraken en revoluties vind je meestal in het laboratorium, niet in de markt. Het is de combinatie van alle doorbraken en –braakjes in de laboratoria die ervoor zorgt dat er in de commerciële markt een continue verbetering in termen van rendement en kosten merkbaar is. Het is maar zelden zo dat er in de markt plotselinge en dramatische wijzigingen voorkomen. Dat hoeft ook niet, want PV vertoont al jaren een mooie, continue vooruitgang. Die vooruitgang is echter mede het gevolg van het feit dat er ook nu al mensen zijn die bereid zijn systemen te kopen. Zonder markt geen technologische ontwikkeling, want dan blijven de laboratoriumvondsten op de plank liggen. De commercieel verkrijgbare PV maakt dus eerder een evolutie dan een revolutie door. Die evolutie zal naar verwachting op lange termijn leiden tot panelen met een rendement van meer dan 30 % en systeemkosten van € 2/Wp (misschien is het goedkoopste systeem niet samengesteld uit panelen met het hoogste rendement). De komende 10 jaar zal het rendement waarschijnlijk tussen de 15 en 25 % blijven, wat overigens een prima bruikbare waarde is.

