

**ROLF HEYNEN**

# **HIER KOMT DE ZON**

**BLIJF  
OOK NA DE  
SALDERINGS-  
REGEILING  
BESPAREN**

**De geschiedenis en toekomst  
van zonnepanelen en thuisbatterijen**

Jarenlang was het simpel: zonnepanelen op je dak, salderen en besparen. Maar die tijd is voorbij. De salderingsregeling stopt in 2027, energietarieven schommelen en veel zonnepaneeleigenaren twijfelen. Was die investering wel zo slim?

*Hier komt de zon* is het boek voor iedereen met zonnepanelen en/of thuisbatterijen, of voor wie dit overweegt.

Rolf Heynen laat zien waarom zonnepanelen en thuisbatterijen juist nu belangrijker zijn dan ooit in de strijd tegen klimaatverandering. Met historische context, nuttige inzichten en praktische tips voor zonnepanelen, thuisbatterijen, slim laden en dynamische energiecontracten.

Je leert:

- waarom zonnepanelen nog altijd rendabel zijn
- hoe je slim omgaat met het stoppen van salderen
- wanneer een thuisbatterij zinvol is (en wanneer niet)
- hoe je je eigen zonnestroom maximaal benut

Een boek vol hoop, heldere uitleg en inspirerende verhalen.

[www.s2uitgevers.nl](http://www.s2uitgevers.nl)

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

ISBN: 978-94-93282-65-0



HIER KOMT DE ZON

'Met dit boek maakt en houdt Rolf Heynen zonne-energie toegankelijk voor iedereen. Hij laat zien hoe consumenten, ondanks veranderende regelingen, een cruciale rol spelen in de energietransitie - en zo bijdragen aan een duurzamer Nederland.'

Ed Nijpels, voormalig minister en voorzitter van het Klimaatakkoord

'Rolf Heynen's new book is a must-read for anyone curious about the power of the sun on their own rooftop. With engaging stories, practical tips from installers, and insightful interviews, it brings the history, technology, and future of solar electricity to life. Whether you are fascinated by solar panels, batteries, or smart-energy management, this book will inspire you to harness clean, renewable energy in ways you never imagined.'

Prof. dr. Mark Z. Jacobson, Stanford University, author of 7 books, winner of many awards and his work formed the scientific basis of the American Green Deal and 100 percent clean, renewable energy laws worldwide

'I wholeheartedly support Rolf's efforts to advance solar energy and the transition to a sustainable future - work that is vital for our planet.'

Mark Lynas, author, speaker, podcaster and campaigner

'Een glashelder en hoopvol kompas voor iedereen die de zon slim wil benutten.'

Elise Schaap, actrice

'It is incredible to witness how PV technology evolves from laboratory to our life, as highlighted in Rolf's book. This reflects the integration of ambition, determination, innovation, creation of governments, engineers, entrepreneurs and capitalists.'

Dr. Shi Zhengrong, solar energy pioneer and founder of Suntech Power

'As someone who has worked in the solar energy industry for years, I can honestly say this book captures the magic and potential of solar like no other. It not only explores the history and technology of solar panels, but also opens your eyes to the next steps - batteries, smart energy management, and how to truly make your home a clean energy hub. Full of practical tips, inspiring stories, and fun insights, it will make every homeowner excited to harness the sun today and plan for a brighter, smarter future.'

Marco Krapels, renewable energy executive and producer of climate documentaries *Before the Flood* (2016) and *We are Guardians* (2023).

'In *Hier komt de zon* brengt Rolf Heynen de fascinerende wereld van zonnestroom en batterijen tot leven. Interessante historische feiten, noodzakelijke recente inzichten en inspirerende persoonlijke verhalen. Een aanrader voor overtuigden én voor twijfelaars.'

Wim Sinke, emeritus hoogleraar Zonnestroom en medeauteur van *Zon in de polder*

‘Rolf laat zien dat zonne-energie pas echt werkt als de consument centraal staat. Dit boek geeft inzicht, perspectief en praktische houvast.’

Marjan Minnesma, auteur en directeur Stichting Urgenda

‘De transitie gaat door en versnelt. Een optimistisch boek om door te gaan met zonnepanelen op daken van huizen.’

Kees Vendrik, voorzitter Nationaal Klimaat Platform

‘A very practical book written by Rolf Heynen for everyone to understand solar photovoltaics. Climate change will lead to catastrophic consequences for humanity. Large part of the world will become uninhabitable. Millions of people, if not billions, will become “climate refugees”. This is the planet that we are leaving to our grandchildren. We all have the power to change this situation and to transition our world to 100% renewables. The biggest issue is apathy. Everyone can start today to eliminate all fossil fuels and fossil gas from our everyday life.’

Dr. Pierre Verlinden, Chief Scientist of Yangtze Institute for Solar Technology, JiangYin, China

‘Ik heb met veel interesse en plezier dit boek gelezen. Het biedt een boeiend en helder overzicht van het ontstaan en de snelle groei van de zonne-energiesector. Wat ik bijzonder waardeer, is de combinatie van historische context, actuele inzichten en praktische tips voor iedereen die zijn woning of pand wil verduurzamen

met zonnepanelen en energieopslag. Daarnaast geeft het boek een inspirerende blik op de toekomst van zonne-energie en de ontwikkelingen die ons te wachten staan. Een aanrader voor wie zich wil verdiepen in de kracht en mogelijkheden van de zon.'

Frans van den Heuvel, medeoprichter Renewco Power,  
voormalig CEO en solarpionier sinds 1999

'This book by Rolf is a great introduction to solar power for people wanting to learn more about why solar is key for the energy transition.'

Prof. dr. Jan Rosenow, professor of Energy and Climate Policy, Oxford University

'Al jaren laat Rolf Heynen zien dat je met het delen van kennis de energietransitie écht kunt versnellen. Dit boek laat opnieuw zien hoe helder en toegankelijk hij complexe onderwerpen weet te maken. Dit helpt mensen echt verder!'

Wijnand van Hooff, algemeen directeur Holland Solar

'*Hier komt de zon* leest alsof je een lezing van Rolf Heynen bijwoont. Het enthousiasme spat ervan af! Naast vele weetjes, bevat het uitstekend leesbare boek een goed overzicht van de huidige stand van zaken rond zonne-stroom en praktische tips hoe je dat zelf kunt inzetten.'

Wilfried van Sark, hoogleraar zonne-energie,  
Universiteit Utrecht

'*Hier komt de zon* laat overtuigend zien dat er alle redenen zijn om optimistisch te zijn over de energietransitie. Nederland is met zonnepanelen in korte tijd uitgegroeid tot een mondiale koploper. Nu breekt de volgende fase in de energietransitie aan: meer eigen gebruik van opgewekte zonnestroom als integraal onderdeel van een duurzaam energiesysteem. Een inspirerend en actueel boek voor iedereen die beroepsmatig of privé interesse heeft in de ontwikkeling naar een duurzame energievoorziening.'

Mark Harbers, voorzitter Techniek Nederland en  
voormalig minister Infrastructuur en Waterstaat

'This book is a necessary and joyful antidote to the guilt-ridden language of environmentalism. Heynen successfully shifts the focus from limiting our impact to designing for abundance and possibility. He blends practical clarity with genuinely fun, unexpected stories about solar power's history and future. The result is a book that is a pleasure to read and leaves you better informed, showing that positive action can and should be engaging.'

Prof. dr. Michael Braungart, Eco-Design at Leuphana  
University of Lüneburg, co-founder cradle-to-cradle  
concept and author of *Cradle to Cradle* (2002)

'*Hier komt de zon* is een unieke combinatie van vergeten verhalen over bijzondere pioniers, aantrekkelijke toekomstbeelden én praktische tips, met Rolf Heynen als enthousiaste en overtuigende verteller!'

Eveline van Rijswijk, politiek historicus, theatermaker  
en columnist

## Eerder verschenen van Rolf Heynen

### *Het kan dus wél* (2022)

Met een voorwoord van Jan Terlouw

De mensheid staat vandaag de dag voor één levensgrote kwestie: kunnen we onze wereld nog redden, en zo ja, kan dat nog op tijd? Hoe kunnen we bovendien één front vormen om de klimaatcrisis het hoofd te bieden, zowel op politiek als op maatschappelijk niveau? Deze vragen zijn van cruciaal belang, en tegelijkertijd zijn ze zo groot dat ze voor veel mensen verlamdend werken. Het moedeloze gevoel dat wij als gewone consumenten nauwelijks iets kunnen doen, is wijdverspreid. In dit boek laat duurzaamheidspecialist en ondernemer Rolf Heynen zien dat die moedeloosheid onterecht is. Voor alle grote problemen, zoals overbevolking, klimaatverandering en een onhoudbare agrarische sector, bestaan allang pasklare en relatief eenvoudige oplossingen, die door de mens zelf ontwikkeld zijn. Heynen geeft concrete handvatten voor consumenten, bedrijven en overheden om onze planeet te redden. *Het kan dus wél* bevat een hoopvolle boodschap: er is een uitweg, maar daarvoor moeten we wel aan de slag!



‘Er spreekt een zeer krachtige overtuiging uit dit boek. Ik beveel het van harte aan.’

Jan Terlouw

‘Een hoopvol verhaal, dat is wat Rolf Heynen ons bezorgt.’

Dolf Jansen



## ***Schaliegas in 1 uur en 43 minuten*** **(2015)**

*Schaliegas in 1 uur en 43 minuten* biedt een helder en toegankelijk overzicht van de voor- en nadelen van schaliegaswinning. In een tijd waarin steeds meer mensen zich mengen in het debat, maar grondige kennis vaak ontbreekt, heeft dit boek bijgedragen aan verduidelijking en verdieping. Door feiten, risico's en belangen zorgvuldig naast elkaar te zetten, gaf het lezers handvatten om een geïnformeerd standpunt in te nemen. Daarmee speelde het boek een wezenlijke rol in het publieke debat en droeg het bij aan de bredere maatschappelijke weerstand tegen het boren naar schaliegas in Nederland.

‘Een belangrijk boek in een tijd van grote geopolitieke verschuivingen waarin schaliegas en -olie een belangrijke rol spelen.’

**Prof. dr. Herman Wijffels, hoogleraar en voormalig directeur Rabobank en voorzitter van de Sociaal Economische Raad (SER)**

‘Sinds ik schaliegas besprak aan tafel bij RTL Late Night, sta ik in de frontlinie van een waar antischaliegasoffensief. Gelukkig met dit boek onder mijn arm, dan weet ik nog beter waar ik over praat.’

**Jan Jaap van der Wal, cabaretier**

*Voor hen die mij het eerste zonlicht schonken.*

*Mijn ouders*

*Voor hen voor wie het zonlicht in hun leven  
te vroeg onderging.*

*Steffie, Rita, Martien, Mieke, Anike, Menno,  
Florentine en vele anderen...*

*Voor hen die de constante zon in mijn leven zijn.*

*Cathelijne, Emilie en Elize*



**ROLF HEYNEN**

# **HIER KOMT DE ZON**

**De geschiedenis en toekomst  
van zonnepanelen en  
thuisbatterijen**





*Little darling  
It's been a long, cold, lonely winter  
Little darling  
It feels like years since it's been here*

*Here comes the sun, doo-d-doo-doo  
Here comes the sun  
And I say, 'It's alright'*

*Here Comes the Sun - Beatles (1969)*

Uitgever: S2uitgevers

Tekst: Rolf Heynen

Omslagontwerp: Chris Versteeg, Projekt C

Binnenwerk en boekverzorging: Ap van Rijsoort, scribent.nl

Redactie: Ander Opmeer en Jolanda van Schie

Correctie: Marcella Rijntjes

Foto auteur: De Management Club

Druk en afwerking: PrintSupport4U

ISBN 978 94 93282 65 0

NUR 740

Eerste druk: maart 2026

[www.s2uitgevers.nl](http://www.s2uitgevers.nl)

Dit boek is gedrukt op Circle offset papier, een 100% gerecycled, chloorvrij en FSC®-gecertificeerd papier, geproduceerd met hernieuwbare energie en voorzien van een mat laminaat als meest duurzame afwerking.

© 2026 Rolf Heynen

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, en/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 de uitgever. Het gebruik van AI-technologie, tekst- en datamining van (delen) van deze uitgave is uitdrukkelijk niet toegestaan.

# Inhoud

Voorwoord	17
Inleiding	23
<b>1 Zonne-energie</b>	<b>31</b>
Blik op het verleden	31
Blik op de toekomst	43
Praktische informatie	55
Tip van de installateur	62
Gebruikerscase zonnepanelen	66
<i>Interview Evert Sjoerdsma: 'Ik had er ook een mooie Mercedes van kunnen kopen'</i>	67
<b>2 Wetten, regelingen en geld</b>	<b>73</b>
Blik op het verleden	73
Blik op de toekomst	82
Praktische informatie	92
Tip van de installateur	99
Gebruikerscase batterij	101

<i>Interview Marc Jacobson: 'De beste oplossing is dat landen die het snelste kunnen overschakelen op hernieuwbare energie, het moeten doen'</i>	103
<b>3 Thuisbatterijen en meer</b>	<b>109</b>
Blik op het verleden	109
Blik op de toekomst	116
Praktische informatie	123
Tip van de installateur	146
Ervaringsdeskundige thuisbatterijen	147
<i>Interview dr. Shi Zhengrong: 'Zonne-energie is een katalysator voor andere technologie, zoals batterijen'</i>	150
<b>4 Aan de slag met je zonnepanelen</b>	<b>157</b>
<i>Interview Gregor Czisch: 'Ik hoop op een toekomst waarin we samen werken aan 100 procent hernieuwbaar'</i>	167
Epiloog: Besparen, vervangen, investeren	173
Dankwoord	181
Bronnen en noten	187

# Voorwoord

Bijna 40 procent van de Nederlanders woont in een huis met zonnepanelen op het dak. Daarmee behoort Nederland tot de wereldtop. Toen op 14 november 2024 de Tweede Kamer het wetsvoorstel aannam om de salderingsregeling per 1 januari 2027 af te schaffen, hoorde ik boze reacties. Er werd zelfs gesuggereerd: ‘Dan haal ik de zonnepanelen wel van het dak!’

Dat kan niet de bedoeling zijn, dacht ik. Mensen begrijpen enerzijds niet hoe ongelooflijk belangrijk zonnepanelen zijn in de strijd tegen klimaatverandering, hoe succesvol dit product is en anderzijds wat je zelf kunt doen om je investering in zonnepanelen rendabel te houden.

Dit boek is meer dan een praktische gids voor zonnepaneeleigenaren. Het ontkracht veelgehoorde mythen over inefficiëntie en gebrek aan energie. Denk aan de mythe waarbij vaak gezegd

wordt 'het maakt niet uit wat wij doen, want China, want grondstoffen, want niet efficiënt, want niet duurzaam, want niet genoeg...' Ook leg ik uit hoe de huidige onzekerheid in de wereld - van geopolitieke spanningen tot de oproep van de overheid om 72 uur zelfvoorzienend te zijn - het belang van onafhankelijke energievoorziening benadrukt en zonnepanelen in combinatie met batterijen daarbij centraal staan.

### **Grote stappen gezet**

Tien jaar voor de verschijning van dit boek, ondertekenden 195 landen tijdens COP21 in Parijs (2015) het Klimaatakkoord van Parijs. Destijds wezen klimaatscenario's uit dat zonder ambitieus beleid de wereld op een opwarming van ruim boven 4°C op weg was richting 2100. Dankzij de maatregelen en plannen die landen sindsdien hebben ingezet, liggen de verwachtingen nu lager - in de orde van circa 2,8°C opwarming als de beloften worden waargemaakt.<sup>1</sup> We zijn nog steeds ongeveer een volle graad verwijderd van het ideale doel van maximaal 1,5°C opwarming, de kritieke grens volgens de wetenschap, maar we mogen erkennen

dat er in tien jaar tijd enorme stappen zijn gezet.

Hernieuwbare energie brak in 2024 alle records: de wereldwijde capaciteit groeide met 15 procent en meer dan 90 procent van alle nieuwe stroomproductie kwam uit duurzame bronnen. De investeringen in schone energie liepen op tot ruim twee biljoen dollar – twee keer zoveel als er nog in fossiele energie wordt gestoken. Nog in 2010 werd van alle energiebronnen jaarlijks de minste capaciteit aan zonne-energie geïnstalleerd. Vijftien jaar later wordt er per jaar meer zonne-energiecapaciteit toegevoegd dan van welke andere energiebron ook, zelfs meer dan steenkool, aardgas en wind-energie.

Elektrische auto's zijn inmiddels goed voor ongeveer een vijfde van alle nieuw verkochte auto's wereldwijd. In landen als China en India bestaat inmiddels meer dan de helft van de totale opwekkingscapaciteit uit koolstofarme energie. In China vlakken de uitstootcijfers af en in de meeste ontwikkelde landen dalen ze al.

De mythe dat het niet uitmaakt wat wij in Nederland of Europa doen, omdat China zoveel uitstoot is niet waar. Historisch gezien hebben de

Europese Unie en de Verenigde Staten bijna twee keer zoveel CO<sub>2</sub> uitgestoten als China en hebben dus een historische plicht als eerste en snelst hun uitstoot te reduceren. Dat betekent niet dat China niet ook aan de bak moet, en dat doen ze ook. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van China lijkt in 2025 haar piek te hebben bereikt. Dat is sneller dan de belofte van Xi Jinping in 2020 om de piek in uitstoot in 2030 te bereiken.<sup>2</sup>

Inmiddels wordt 80 procent van de wereldwijde zonnecellen, 70 procent van de windmolens en 70 procent van de lithiumbatterijen door China geproduceerd en ruim de helft daarvan daar ook geïnstalleerd.<sup>3</sup> De EU en VS leunen dus op gidsland China voor de realisatie van hun duurzame doelen met Chinese producten én kunnen met een leerzame blik naar China's industriepolitiek kijken. Deze duurzame energietechnologieën zijn inmiddels goed voor 10 procent van de Chinese economie.

De snelle groei van hernieuwbare energie - zoals zon, wind en waterkracht - verdringt stap voor stap de vraag naar fossiele brandstoffen. Hoe meer duurzame capaciteit we opwekken,

hoe minder kolen- en gascentrales er nodig zijn. De Oostenrijkse hoogleraar politieke economie Joseph Schumpeter (1883-1950) noemde dat 'creatieve destructie' – door continue innovatie verdwijnen producten, bedrijven en industrieën in ruil voor nieuwe. Denk aan het verdwijnen van de beeldbuis voor de flatscreen, de vaste telefoon voor de mobiele telefoon en analoge fotografie voor digitale fotografie. Bedrijven als Nokia en Kodak waren ooit heer en meester in hun industrie. Of zoals Schumpeter het formuleerde: 'In het proces van creatieve destructie ontstaan er situaties waarin bedrijven ten onder gaan die misschien wel hadden kunnen voortbestaan als ze zich hadden voorbereid op de storm.'

De creatieve destructie van fossiele energie in ruil voor duurzame energie is belangrijk. Fossiele energie is immers inefficiënt, veroorzaakt vervuiling, verbruikt ongelooflijk veel grondstoffen en veroorzaakt klimaatverandering. Door de verschuiving naar schone bronnen wordt stroomproductie steeds efficiënter, schoner en betaalbaarder – en komt een fossiel tijdperk langzaam tot een einde.

Welke keuzes je ook maakt, gooi de zonnepanelen in ieder geval niet van je dak. Het belangrijkste en grootste internationale orgaan in de strijd tegen klimaatverandering, het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), heeft zonnepanelen niet voor niets aangewezen als ons belangrijkste instrument. Dit boek helpt je bij de volgende stappen, zodat je met gemoedsrust en vertrouwen de toekomst tegemoet treedt.

### **Leeswijzer**

Dit boek is zo geschreven dat iedereen de informatie eruit kan halen die hij nodig heeft. Elk deel start met een stuk interessante geschiedenis en achtergrond. Als je alleen geïnteresseerd bent in de directe praktische stappen en oplossingen, voel je dan vrij om deze historische inleidingen over te slaan en direct naar de stappenplannen, mythen of financiële analyses te gaan. Ik wens je veel succes bij het optimaliseren van je zonnepaneleninstallatie.

**Rolf Heynen**

# Inleiding

Grote kans dat je dit boek in handen hebt, omdat er zonnepanelen op je dak liggen of omdat je overweegt zonnepanelen aan te schaffen of misschien wel een (thuis)batterij. Ik hoor ook weleens mensen zeggen dat ze overwegen de zonnepanelen juist weer van het dak te halen, door de verschillende negatieve berichten in het nieuws. In al deze gevallen ben je nieuwsgierig hoe de toekomst er voor zonne-energie en de batterij uitziet. De ontwikkelingen volgen elkaar namelijk snel op. In Nederland wordt de salderingsregeling per 1 januari 2027 afgeschaft, zonnepaneeleigenaren worden geconfronteerd met wisselende terugleverkosten, en nieuwe technologie zoals thuisbatterijen neemt een flinke vlucht. Dit zorgt voor onzekerheid en twijfel. Dat is niet nodig. Ik ga je daarbij helpen. En ik stel je gerust, veel landen zijn ons al voorgegaan in de afbouw van hun vari-

ant op de salderingsregeling. Wat in Nederland gebeurt, is dus niet uniek.

Eén ding staat vast. Zonnepanelen zijn en blijven wel degelijk een goede keus voor jezelf, voor het klimaat en voor je kinderen. Dankzij jouw zonnestroom zijn minder fossiele brandstoffen nodig, dankzij jouw investering neemt de CO<sub>2</sub>-uitstoot af. Zonne-energie is een van de meest efficiënte energiebronnen en ook de meest democratische, waarbij nauwelijks sprake is van verspilling ten opzichte van fossiele energiebronnen. Niet voor niets wordt zonne-energie genoemd als de belangrijkste maatregel tegen klimaatverandering.

Zonnepanelen zijn ook financieel nog steeds een goede keus. Heb je ze al liggen en ben je bezorgd over de veranderende regelingen? Dat hoeft niet. Spijt is onnodig. Je gaat je investering hoe dan ook terugverdienen, als je dat niet al lang hebt gedaan. En je kunt sowieso geld blijven besparen op je energierekening. Ook met de nieuwe ontwikkelingen. Met dit boek wil ik je daarmee op weg helpen. Daarbij geef ik je inzicht in de ongelooflijk rijke en soms schokkende geschiede-

nis van de opkomst en groei van zonne-energie.\* Ik laat zien waarom een zonne-energiesysteem rendabel was, is en nog meer rendabel en toekomstbestendig gemaakt kan worden, door het aan te vullen met verschillende opties. Zo bouw je een rendabel en toekomstbestendig energiesysteem.

Duurzame transitie en impact maken zijn mijn passie en mijn werk. Ik begon als elektricien en ben vervolgens elektrotechniek en tot slot politicologie gaan studeren. Daarna werd ik ondernemer, spreker, auteur en bestuurder/commissaris in de duurzame energiesector. Ik schrijf al sinds 2009 over duurzame transitie voor nationale en internationale kranten en vakbladen. Eerder schreef ik de boeken *Het kan dus wél* (2022) en *Schaliegas in 1 uur en 43 minuten* (2015). Ik vind het belangrijk

---

\* Wanneer ik in dit boek spreek over zonne-energie of zonnepanelen bedoel ik daar zonnepanelen mee die elektriciteit opwekken, geen zonnecollector die warm water produceert. Meer dan 95 procent van de zonnepanelen op Nederlandse daken zijn zonnestroompanelen, ook wel PV-panelen genoemd. Waar de afkorting PV vandaan komt lees je verderop in het boek.

dat mensen kennis in daden kunnen omzetten. Ik wil mijn praktische kennis van en ervaring in de duurzame energiesector graag delen. Ik wil ervoor zorgen dat jij met jouw zonnepanelen niet alleen kunt meedoen en enthousiast bent over de energietransitie, maar er ook blijvend onderdeel van bent. Niet vanuit een commercieel verkooppraatje, maar vanuit kennis, ervaring en overtuiging. Als geld mijn drijfveer was geweest, was ik in 2009 nooit in deze markt gestapt - het duurde immers nog jaren voordat er iets mee te verdienen viel. Mijn keuze voor zonne-energie, toen én nu, komt voort uit iets veel fundamenteleers: de kracht van technologische innovatie, het overwinnen van obstakels ondanks de weerstand van energie-monopolies, de strijd tegen klimaatverandering en vervuiling, en de ambitie om zelfvoorzienend en onafhankelijk te zijn. Dáárom onderneem ik. En daarom schreef ik dit boek. Duurzame energie is niet alleen mijn passie, maar ook mijn werk. Wat begon als een persoonlijke missie om bij te dragen aan de energietransitie, is uitgegroeid tot een professionele bezigheid waarin ik mensen help om hun huis toekomstbestendig te maken.

Mijn bedrijf verkoopt dynamische energie en (master-)energiemanagementsystemen. Vanuit mijn rol ben ik natuurlijk niet helemaal onbevooroordeeld, maar breng daardoor ook unieke inzichten mee. Ik wil je in dit boek - zo onafhankelijk mogelijk - vanuit mijn kennis en ervaring, informeren. Ik geloof in transparantie.

Mijn doel is om je net zo enthousiast te maken over dit 'magische' product met gratis energie en je daarna handreikingen te bieden waardoor het ook voor jou toegankelijk is en blijft - op basis van weloverwogen keuzes en niet van de dagelijkse sentimenten uit de krant of de kroeg. Wat ik in dit boek schrijf is niet specifiek voor Nederland, maar een wereldwijde trend zoals ik die zie.

In de komende hoofdstukken neem ik je mee langs de geschiedenis en toekomst van het zonnepaneel en de batterij. We beginnen bij de zonnepanelen zelf, kijken daarna naar de regelingen waar je gebruik van kunt maken en duiken dan enthousiast in de nieuwste ontwikkelingen waar je je voordeel mee kunt doen zoals (thuis)batterijen, energimanagement en de elektrische auto.

Eerst kijken we naar de zonnepanelen zelf. Om te weten wat de toekomst van zonne-energie is, duiken we in het verleden, dat barst van de opvallende verhalen. Zonne-energie kreeg al vroeg in haar bestaan te maken met tegenwerking. Wat er nu gebeurt met de afschaffing van de salderingsregeling is lang niet de eerste drempel. Nederland werd uiteindelijk toch maar mooi wereldkampioen zonnepanelen per hoofd van de bevolking in 2023.<sup>4</sup> En die trend in de wereldtop met verduurzamen kunnen we doorzetten, als we slim zijn.

Daarna bekijken we hoe wetten en financiële regelingen de toegankelijkheid van zonne-energie hebben bepaald. Salderen en terugleveren komen voorbij, maar ook Europese regelgeving die het verduurzamen van je huis stimuleert. Ik geef je handvatten om je voor te bereiden op veranderende regelingen in de toekomst.

Tot slot kijken we naar de technologische ontwikkelingen die zonne-energie meer rendabel kunnen maken. Denk aan het aanschaffen van een thuisbatterij of het managen van je energie om je eigen opwek zo goed mogelijk te gebruiken. Hier geef ik je veel inspiratie om je systeem aan te

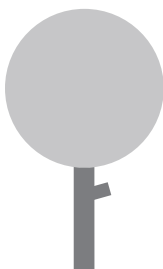
vullen. Ik noem dat zelf steeds vaker: ‘superkrachten geven aan je zonnepanelen’.

Elk hoofdstuk bevat saillante verhalen uit het verleden, een blik op de toekomst, gebruikerservaringen en praktische informatie. Ik sprak bovendien verschillende internationale grootheden over hun bijdrage aan het ontstaan van zonnestroom en de toekomst van hernieuwbare energie.

Uiteraard volgt dan het antwoord op de vraag: ‘Wat moet ik nu doen?’ Het laatste hoofdstuk geeft je namelijk een overzichtelijk plan, zodat je het meeste uit je zonnepanelen kunt halen. Je maakt een op jouw situatie afgestemd stappenplan om je systeem blijvend rendabel te houden. Je hoeft dan nooit meer te twijfelen of die zonnepanelen nu wel zo’n goede investering waren.

Ik sluit af met een hoofdstuk waarin ik je ook wil aanmoedigen te kijken naar je eigen verbruik. Ik laat zien hoe belangrijk het is om sluipverbruik tegen te gaan, slim te vervangen en verbouwen, en om de verborgen duurzaamheidsimpact van je aankopen zo klein mogelijk te houden. Dit doe ik ook door te laten zien hoe ik het bij mij thuis heb aangepakt.

Wat ik zelf een geruststellende gedachte vind, is dat deze trends rond zonne-energie niet aan grenzen gebonden zijn, maar internationaal opkomen. Ze zijn over de hele wereld de volgende stap. Dus ongeacht welke regering of regio, de beweging is naar meer duurzame elektrische energiebronnen in combinatie met zo veel mogelijk van deze energie ook zelf gebruiken. Deze trend is goed voor het klimaat, geeft meer ruimte aan nog meer duurzame energie én is goed voor jou.



# 1

## Zonne-energie

### Blik op het verleden

De geschiedenis van het zonnepaneel begint met een ondernemer die in korte tijd een bedrijf bouwde dat meer dan 100 miljoen dollar waard werd. Toen werd hij plots ontvoerd. In 1905 presenteerde de Canadese uitvinder George Cove een veelbelovend nieuw apparaat aan een groep Amerikaanse investeerders: een 'zonne-energie elektrische generator', van Cove's in New York gevestigde bedrijf, Sun Electric Generator Corporation. Volgens de media was het een apparaat dat 'de massa uit de armoede kon bevrijden door hun goedkoop licht, warmte en energie te verschaffen en hen te ontdoen van de voortdurende strijd om het dagelijks brood'. Het betrof een rechthoekig apparaat dat bizar veel lijkt op een modern zonnepaneel. Zij waren enthousiast en besloten te investeren in

een laboratorium en productiefaciliteit in Somerville, Massachusetts in de Verenigde Staten.<sup>5</sup> In 1906 ontving Cove het patent op wat misschien wel de allereerste zonnepanelen ter wereld waren. Drie jaar later verscheen hij met zijn uitvinding in het toen prominente vakblad *Modern Electrics*. Volgens Cove genereerden zijn zonnepanelen in twee dagen genoeg elektriciteit om een huis een week lang van stroom te voorzien.<sup>6</sup> In datzelfde jaar op 19 oktober 1909 werd Cove plotseling ontvoerd volgens *The New York Herald*. Zelf verklaarde hij in een brief dat hij was 'ontvoerd door een aantal kapitalisten, die hem het geheim wilden ontfutselen van zijn plan om elektriciteit op te wekken door de zonnestrallen te concentreren'. Volgens het artikel in *The New York Herald* van 19 oktober 1909 hadden de kidnappers Cove 25.000 dollar geboden - voor die tijd een astronomisch bedrag - plus een volledig ingericht huis, wanneer hij zou stoppen. Cove beschuldigde een van zijn eerdere investeerders, Frederick W. Huestis<sup>7</sup>.

Cove's bedrijf werd desondanks in korte tijd buitengewoon succesvol, tot het finaal misging. In 1911 werd Cove gearresteerd, samen met Elmer

Ellsworth Burlingame, een notoire aandelenfraudeur. Ze werden beiden opgesloten voor aandelenfraude. Daarnaast werd, ondanks bewijs van het tegendeel, beweerd dat Cove's zonnepanelen niet werkten. De mannen brachten een jaar door in de gevangenis. Daarna was het gedaan met het zonnepanelenbedrijf.

Werd Cove tegengewerkt door de gevestigde orde? Dat is niet ondenkbaar. Zo wordt gespeculeerd dat Thomas Edison het hem moeilijk maakte. Er zijn voldoende andere opmerkelijke voorbeelden van tegenwerking van concurrenten door Edison. Edison had zojuist enkele kolencentrales gebouwd. Thomas Edison was in een strijd verwickeld met Nikola Tesla om wat de norm van de elektriciteitsvoorziening zou worden - wissel- of gelijkspanning. We weten allemaal dat Tesla's wisselspanning als winnaar uit de strijd zou komen. Om de strijd om de publieke opinie te winnen schroomde Edison niet om vuil spel te spelen. Zo elektrocuteerde Edison met zijn bedrijf publiekelijk paarden, boerderijdieren en zelfs iemand die de doodstraf had gekregen met een machine van zijn concurrent Nikola Tesla, om maar aan te

tonen dat Tesla's wisselspanning gevaarlijker was vergeleken met zijn gelijkspanningmachines.

Ook John D. Rockefeller's Standard Oil werd genoemd als een partij die Cove tegengewerkt kon hebben. Standard Oil vocht destijds concurrenten dusdanig uit de markt om een monopoliepositie te pakken, dat dit leidde tot de eerste mededingingswetgeving, om eerlijke concurrentie te waarborgen en machtsmisbruik of kartelvorming tegen te gaan. Dit waren wereldwijd de beginjaren van de keuze en aanleg voor het elektriciteitssysteem. Beide heren, Edison en Rockefeller, waren erbij gebaat dat het zonnepaneel geen vlucht zou nemen.

Of George Cove het eerste modern ogende zonnepaneel produceerde, wordt soms betwijfeld. Zo zou het ook Charles Fritts kunnen zijn, een Amerikaanse uitvinder die al in 1883 de eerste werkende zonnecel maakte.<sup>8</sup> Fritts stelde destijds al dat we over niet al te lang zullen zien dat de foto-elektrische plaat concurreert met kolengestookte elektriciteitsproducerende centrales. Hij doelde op de eerste kolencentrales die Edison drie jaar eerder had gebouwd. Fritts stuurde de cel op naar een

van de andere bekende namen van die tijd: Werner von Siemens, destijds net zo bekend als Edison, en oprichter van het grote bedrijf Siemens. Die zag enorme potentie in de uitvinding en vroeg om meer onderzoek. Maar omdat de energieproductie van Fritts' 'magische' plaat niet via hitte plaatsvond, waagden wetenschappers zich er niet aan.<sup>9</sup> Zo kon het gebeuren dat zijn uitvinding decennia bleef liggen.

Wie uiteindelijk de allereerste was, is niet zo relevant hier. Het bewijs in de vorm van een foto wijst in ieder geval naar Cove met het eerste zonnepaneel en duidelijk naar Fritts met de eerste zonnecel. Deze periode kende nog enkele andere vroege zonneceluitvinders, zoals de Fransman August Mouchot en de Amerikaan Edward Weston.<sup>10</sup>

Maar na het debacle van Cove heeft de ontwikkeling van zonnepanelen lang stilgestaan. Ruim 40 jaar, van 1911 tot 1954. Grofweg een eeuw na de eerste zonnepanelen van George Cove, startte de werkelijke uitrol van zonnestroom pas. En in de tussentijd werden Edisons kolencentrales de norm.

Stel je eens voor dat we al vanaf 1900 volop hadden ingezet op de zon. Dan zou elektriciteit

uit zonne-energie veel eerder, namelijk zestien jaar eerder, goedkoper zijn geweest dan elektriciteit uit steenkool. Dat blijkt uit een conservatieve schatting door een onderzoeker van de University of Oxford.<sup>11</sup> Ironisch genoeg is het verbranden van steenkool in precies die zestien jaar met 50 procent toegenomen. De positieve impact op de klimaatverandering zou dus enorm zijn geweest wanneer zonne-energie zestien jaar eerder goedkoper was geweest dan kolen. Dan zou er gigantisch veel minder CO<sub>2</sub> en luchtvervuiling in de atmosfeer terecht zijn gekomen. Ondertussen duurde het tot de Space Race tussen de Sovjet-Unie en de Verenigde Staten voor er opnieuw aandacht kwam voor het zonnepaneel.

### **Satellieten en proefprojecten**

NASA trok de kar in het ontwikkelen van de moderne zonnestroomsystemen. Het gebruik van zonnepanelen nam vanaf 1950 sterk toe, omdat er een nieuw materiaal voor was ontdekt. In plaats van het allereerste, dure materiaal – selenium met een laagje goud – werd nu gewerkt met kristalijn-silicium (c-Si). Dat kon stroom goed doorlaten

## **Beroemde Becquerels**

'Becquerel' is een beroemde naam als het gaat over energie. De ontdekking van het fotonvoltaïsch effect werd gedaan door Alexandre-Edmond Becquerel (1820-1891). De Fransman ontdekte in 1839 samen met zijn vader dat sommige materialen elektriciteit produceren als ze worden blootgesteld aan zonlicht. Hij was pas negentien en had het geluk dat hij kon werken in het lab van het Parijse Natuurhistorisch Museum. Zijn vader Antoine César Becquerel (1788-1878) was een beroemde hoogleeraar in de natuurkunde. De ontdekking van zonne-energie werd later het fotonvoltaïsch effect of het Becquerel-effect genoemd.

Overigens ontdekte Alexandre-Edmonds zoon Antoine Henri Becquerel (1852-1908) radioactiviteit. Hij ontving hiervoor in 1903 de Nobelprijs voor de Natuurkunde, samen met Marie en Pierre Curie. De eenheid voor radioactiviteit, de Becquerel (Bq), is naar hem vernoemd.

of juist stoppen, afhankelijk van de condities. Bovendien was het veel goedkoper. De Verenigde Staten gingen ook nu als eerste aan de haal met de moderne zonnecel: NASA zocht een energiebron voor satellieten<sup>12</sup>. In 1958 schoot NASA een satelliet met zonnecellen de ruimte in. Deze satelliet, de vierde ooit, wordt niet meer gebruikt, maar is de oudste satelliet die nog in de ruimte rond de aarde draait.<sup>13</sup>

### **Patent voor moderne zonnecel**

De Amerikaanse natuurkundige Russell Shoemaker Ohl diende in 1941 een patent in voor een zonnecel van kristallijn-silicium. Dit werd in 1946 toegekend. Ohl werkte in die tijd bij Bell Laboratories. Bell Labs ontwikkelde de zonnecel verder en in 1954 werd het patent van de eerste moderne zonnecel ingediend. Deze lancering was voor *The New York Times* aanleiding om te speculeren dat zonnecellen zouden leiden tot een 'bron van oneindige energie van de zon'.<sup>14</sup>

Bell Labs ontving op 5 februari 1957 het patent op een zonnecel met een efficiëntie van 8 procent. Bij dit patent wordt expliciet gesproken over de omzetting van zonne-energie in elektriciteit om een batterij - 'Solar Battery' - op te laden en de elektriciteit op een geschikt moment te gebruiken. De tandem zonnepaneelbatterij zal de komende decennia een grote rol gaan spelen.

De oliecrisis in 1973 gaf zonne-energie vervolgens een enorme boost. Zo ging de Amerikaanse president Gerald Ford (1913-2006) zonne-energie promoten en plaatste president James Carter (1924-2024) 32 zonnecollectoren, die warm water produceerden, op het dak van het Witte Huis.

Het eerste proefproject ter wereld waar een kleine gemeenschap op daadwerkelijke elektriciteit uit de zon draaide, ontworpen door NASA-ingenieurs, was het dorp Schuchuli in Arizona in 1978, op het land van de oorspronkelijke bewo-

ners, Papago Indian Reservation.<sup>15</sup> Dit bescheiden 3,5 kW-systeem, is wat een gemiddeld huis in Nederland nu op zijn dak heeft liggen. Het verving daar kerosinelampen, diesel en handwas. Interessant is dat ook dit systeem al gebruikmaakte van batterijen voor opslag.

Slechts tien jaar na het NASA-proefproject in Schuchuli werd een eerste toegepast project in Nederland bij een consument gerealiseerd. Evert Sjoerdsma, een ware uitvinder en pionier, plaatste in 1989, in dienst van de provincie Noord-Holland, als eerste in Nederland zonnestroompanelen op zijn dak. En ook hij vulde zijn systeem aan met batterijen. Lees meer over Sjoerdsma's project in het interview na dit hoofdstuk (zie blz. 67). Het zonnepanelenproject van Evert Sjoerdsma vond niet in een vacuüm plaats. Internationaal werd in deze jaren veel onderzoek gedaan naar zonne-energie. Ook Nederland speelt sinds de jaren 70, sinds de publicatie van 'Het Rapport van de Club van Rome' in maart 1972 een grote rol in het onderzoek naar en de toepassing van zonne-energie.<sup>16</sup>

Opnieuw ontstond er tegenwerking ten gunste van de olie- en gasindustrie: in 1980 wonnen de Republikeinen de presidentsverkiezingen. Ronald Reagan zette groot in op ongelimiteerde toegang tot goedkope olie voor de Verenigde Staten. Hij haalde de zonnecollectoren op het Witte Huis in 1986 stilletjes weg. In de jaren 80 kelderden de investeringen in zonne-energie-onderzoek aanzienlijk. Hoewel de Amerikanen een cruciale rol speelden bij de ontwikkeling van de moderne zonnecel en grondlegger waren van deze - inmiddels - miljardenindustrie, nam hun rol tussen 1980-2000 sterk af ten gunste van andere landen.

De Verenigde Staten verloren hun voorrangspositie met name aan Duitsland en China. De opkomst van gunstige financiële regelingen speelden daarin een grote rol. Daar gaat het volgende hoofdstuk over.



## **Zo werkt een zonnepaneel**

Het moderne zonnepaneel werkt dankzij de bijzondere eigenschappen van silicium, een van de meest voorkomende elementen in de aardkorst. Door aan het silicium kleine hoeveelheden andere stoffen toe te voegen, ontstaan twee soorten materiaal: n-type (met extra elektronen) en p-type (met juist een tekort aan elektronen). Als deze lagen op elkaar worden geplaatst, gaan sommige elektronen van de n-laag naar de p-laag. Daardoor ontstaat precies op de overgang een elektrisch veld dat de basis vormt voor het opwekken van stroom. In rust is dat veld stabiel. Zodra er zonlicht op de zonnecel valt, geven de fotonen hun energie af aan de elektronen. Die komen in beweging en worden door het elektrische veld in een vaste richting geduwd. Zo ontstaat elektrische stroom.

## **Blik op de toekomst**

Eerst kijken we nog even naar het zonnepaneel zelf. Waarom zijn zonnepanelen zo belangrijk voor de toekomst van onze energievoorziening? Het IPCC, het VN-klimaatpanel dat wereldwijd wetenschappelijk onderzoek naar klimaatverandering samenvat en beoordeelt, concludeerde in 2022 dat zonne-energie op nummer 1 staat in een lijst van 43 belangrijke maatregelen tegen klimaatverandering.<sup>17</sup> De snelle recente kostendaling, de snelle uitrol, de snelle acceptatie en de toepassingsmogelijkheden worden genoemd als redenen waarom zonnestroom centraal moet staan in ons klimaatbeleid.

Het International Energy Agency (IEA), een internationaal energie-agentschap dat landen adviseert over energiebeleid, energiezekerheid en de transitie naar schone energie, onderschatte de groei van zonnestroom echter decennialang. Toch concludeerden ook zij in 2020 dat zonnestroom de 'goedkoopste elektriciteitsbron is uit de menselijke geschiedenis'. Je leest het goed: goedkoper dan elektriciteit uit steenkool, aardgas, aardolie, kernenergie of welke elektriciteitsbron dan ook.

In een IEA-rapport uit 2025 stellen zij zelfs dat de inhoud van één containerschip met zonnepanelen net zoveel energie kan opwekken als 100 schepen met steenkool of 50 grote LNG-containerschepen.<sup>18</sup> Plat gezegd: 1 kilogram zonnepaneel wekt een veelvoud aan energie op tegenover 1 kilogram steenkool of aardgas. Daar staat tegenover dat het zonnepaneel bijna volledig gerecycled kan worden en geen luchtvervuiling veroorzaakt.

Ruim een derde van de wereldwijde zeehandel bestaat uit het vervoer van fossiele energieproducten.<sup>19</sup> Grote zeeschepen varen meestal op zware stookolie, een van de meest vervuilende brandstoffen ter wereld. Daarbij stoten ze niet alleen CO<sub>2</sub> uit, maar ook grote hoeveelheden zwavel. Dankzij een uitstootlimiet van de International Maritime Organization (IMO), een agentschap van de Verenigde Naties die maritiem transport reguleert, is de uitstoot sinds 2020 sterk teruggedrongen.<sup>20</sup> Zwavel, stikstofoxiden en fijnstof, zorgen voor luchtvervuiling, verzuring en gezondheidsproblemen. Daarnaast vervuilen olielekken en afvalwater de zee en kusten, en verstoort het onderwaterge-

luid van schepen het gedrag van walvissen, dol-fijnen en vissen. De scheepvaart is daarmee niet alleen een grootverbruiker van fossiele energie, maar ook een belangrijk middel voor het transport ervan.

In 2023 verscheen een onderzoek in het prestigieuze *Nature Communications*.<sup>21</sup> Daarin laten zij zien dat zonnestroom in 2027 in nagenoeg alle landen op aarde ook daadwerkelijk de goedkoopste elektriciteitsbron zal zijn. Zij verwachten dat 60 procent van de wereldwijde elektriciteitsproductie in 2060 van de zon komt. Dat is niets minder dan indrukwekkend, aangezien de vraag naar elektriciteit enorm gaat stijgen ten koste van fossiele energiebronnen. Deze beweging noemen we 'elektrificeren' en is niet alleen goed in de strijd tegen klimaatverandering, maar is ook een stuk efficiënter.

Volgens de Europese energiedenktank Ember was zonne-energie in 2024 goed voor twee derde van de nieuwe elektriciteitscapaciteit wereldwijd en voor twee vijfde van de nieuwe stroomproductie.<sup>22</sup> Volgens gegevens van de VN stoot een zonne-

park op de grond per opgewekte eenheid elektriciteit 19 keer minder broeikasgassen uit dan een kolencentrale en 8 keer minder dan een gascentrale. Dat betekent dat zonnepanelen de uitstoot per eenheid elektriciteit met 88 tot 95 procent verminderen ten opzichte van fossiele bronnen, dat is als je de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de productie en het transport van een zonnepaneel meerekent. Uit een recente, gedetailleerde analyse voor Carbon Brief blijkt bovendien dat de zonnepanelen die China in 2024 exporteert hun 'CO<sub>2</sub>-schuld' (ook wel EPBT - 'energy payback time') gemiddeld al binnen vier maanden hebben terugverdiend - zelfs met door kolencentrales geleverde energie voor de productie van puur silicium!<sup>23</sup>

Laten we even stilstaan bij hoe bijzonder het is dat we in theorie onze volledige energiebehoefte kunnen dekken met zonne-energie.\* En dat is in

---

\* In de praktijk heb je verschillende complementaire bronnen nodig. Zo zijn wind- en zonne-energie zeer complementair op jaarbasis, kan energie uit waterkracht veel elektriciteit leveren, kunnen batterijen pieken en dalen opvangen en zal aardgas als flexibele en snel schakelbare back-up voorlopig een belangrijke rol spelen.

praktijk dichterbij dan je denkt. Wist je dat Nederland tot de wereldtop behoort met de toepassing van zonnepanelen? In Nederland hebben al meer dan drie miljoen huishoudens zonnepanelen. Dat is 66 procent van de geschikte daken voor koopwoningen, daarmee zijn we op dit moment tweede in de wereld. Als je naar het aantal panelen per hoofd van de bevolking kijkt, dan zitten we in de wereldtop. En dat terwijl we eigenlijk pas een jaar of tien serieus aan zonne-energie doen. Tachtig procent van onze zonnepanelen is slechts in de laatste zeven jaar geplaatst, tussen 2017 en 2024. Inmiddels werd in 2024 al 20 procent van onze totale elektriciteit door zonnepanelen opgewekt.

### **Van 'of' naar 'hoe'**

Gelukkig is de tijd voorbij dat ik mijn publiek ervan moet overtuigen dat klimaatverandering echt is en door mensen veroorzaakt wordt. Inmiddels is een ruime meerderheid van de wereldbevolking zich daarvan bewust. Uit een recent onderzoek in 63 landen blijkt dat 86 procent gelooft dat de huidige klimaatverandering echt is, door ons wordt veroorzaakt en dat ingrijpen nodig is

### **Hoelang kan een systeem meegaan?**

Het oudste operationele zonnestroomsysteem van Europa staat in Zwitserland. Dit 10 kilowatt-systeem draait al sinds 1982 en werkt nog steeds.<sup>24</sup> Dat is grofweg twee tot drie keer het vermogen dat op een gemiddeld Nederlands dak van een consument ligt. Daarvoor waren destijds 288 zonnepanelen nodig tegen een kostprijs van ongeveer een half miljoen euro vandaag. De levensduur van inmiddels bijna 45 jaar is niets minder dan indrukwekkend.

om een wereldwijde ramp te voorkomen. In alle landen was de bezorgdheid groot: zelfs in het land met de laagste score was nog 73 procent het eens dat klimaatverandering een ernstige bedreiging vormt en door mensen wordt veroorzaakt. Ook is internationaal de steun groot om dit te vertalen naar beleid, zoals fossiele energie en de luchtvaart belasten en bossen beschermen.<sup>25</sup> Toch blijven de mensen die ik in zalen toespreek kritisch

over duurzame energiebronnen. De vragen hebben zich verplaatst van 'of' naar 'hoe'. En dan vooral: hoe duurzaam is duurzame energie, nu de vraag naar (grondstoffen voor) zonnepanelen, windmolens en batterijen toeneemt? Vervangen we straks fossiele grondstoffen simpelweg door grondstoffen die nodig zijn voor hernieuwbare energie? En lossen we daar het probleem mee op? Of hebben we straks bergen (giftig) afval van zonnepanelen, windmolens en batterijen? Zijn de nieuwe producten die we maken wel echt een beter alternatief?

### **Onschadelijk**

Duurzame energiebronnen liggen langs een andere meetlat dan bestaande energiebronnen. En terecht, in mijn optiek. Het kan niet zo zijn dat een industrie die voor verduurzaming moet zorgen, veel meer grondstoffen gebruikt en giftig of niet-recyclebaar afval genereert.

We winnen momenteel zo'n 7 miljoen ton mineralen per jaar voor technologieën met een lage CO<sub>2</sub>-uitstoot. Daarin zitten alle grondstoffen voor zonne-energie, windturbines, geothermie, geconcentreerde zonne-energie, waterkracht, kernener-

gie, elektrische auto's, batterijen en aanpassingen aan elektriciteitsnetten. Met de ambities die er liggen, plus de noodzaak klimaatverandering te remmen, zal de vraag naar grondstoffen voor deze duurzame bronnen hard groeien.<sup>26</sup>

Hoeveel moeten we eigenlijk delven zodra de transitie echt op gang komt? Volgens het International Energy Agency (IEA) hebben we in 2040 ongeveer 28 miljoen ton nodig in hun scenario waarin de uitrol van schone energie in hoog tempo doorgaat. Dat klinkt als een enorme hoeveelheid materiaal - tot je het vergelijkt met wat we achter ons laten: de wereldwijde winning en verbranding van fossiele brandstoffen. Laten we dit in perspectief plaatsen tot fossiele brandstoffen die we jaarlijks winnen.

Ter vergelijking: waar we voor schone-energie-technologieën praten over miljóenen tonnen mineralen, gaat het bij fossiele brandstoffen om miljárden tonnen. Elk jaar produceren en verbranden we wereldwijd, op dit moment, het equivalent van zo'n 15 miljard ton aan steenkool, olie en gas - dat is meer dan 500 keer zoveel als de 28 miljoen ton mineralen die we in 2040 voor hernieuwbare

technologieën nodig hebben. Die fossiele stroom wordt bovendien allemaal verbrand, wat enorme hoeveelheden CO<sub>2</sub> en luchtvervuiling veroorzaakt. De mineralen voor zonne- en windenergie daarentegen worden niet verbrand, gaan jarenlang mee en zijn grotendeels herbruikbaar of recyclebaar. Hierdoor is de materiaalvoetafdruk van een duurzame energievoorziening uiteindelijk vele malen kleiner dan die van het fossiele systeem dat we achter ons laten.

Laten we dan nu ook kijken naar de schadelijkheid van de hernieuwbare bronnen. Zonnepanelen bevatten de schadelijke chemicaliën pfas en in sommige zonnepanelen zitten verontreinigingen in het glas. Die schadelijke stoffen willen we niet in je omgeving en de natuur hebben. Dus wordt er hard gewerkt aan het uitbannen ervan. Zo bevatten de nieuwste zonnepanelen al geen pfas meer, en gaan fabrikanten richting de 100 procent recyclebaarheid.

Dat een nieuwe energievorm helemaal geen afval oplevert, is niet realistisch. De totale berg zonnepanelenafval wordt in 2050 geschat op 54 tot

160 miljoen ton. Dat is inderdaad een gigantische berg. Maar het is een heel stuk minder dan afval uit de olie-industrie (249 miljoen ton) of steenkoolas van kolencentrales (45.550 miljoen ton). Dat doet nog steeds niets af aan het feit dat de sector en maatschappij een rol hebben in het zo veel mogelijk voorkomen en terugbrengen van dit afval en toebewegen naar een circulaire economie. Het blijft belangrijk te benadrukken dat afval van wind- en zonne-energie voor een groot en groeiend deel herbruikbaar is - we moeten streven naar 100 procent recycling - maar dat voor fossiele brandstoffen de grondstof verbrand wordt, er onbruikbaar afval overblijft en luchtvervuiling veroorzaakt waar wereldwijd miljoenen mensen aan sterven.

### **Uitstoot en verkwisting**

De verbranding van fossiele brandstoffen leidt tot veel CO<sub>2</sub>-uitstoot en luchtvervuiling. Bovendien is het fossiele energieproces buitengewoon verkwistend. Twee derde van alle fossiele energie die we uit de bodem winnen (steenkool, aardolie en aardgas), wordt niet gebruikt, maar gaat verloren in de keten. Met andere woorden: bij winning,

## **Afval per energiebron<sup>27</sup>**

Elke eenheid geproduceerde elektriciteit (MWh) geeft aan afval:

- **89 kilogram** bij de inzet van kolen-centrales (steenkoolas)
- **1,67 kilogram** bij de inzet van zonnepanelen
- **0,16 kilogram** bij de inzet van windmolens
- **0,03 kilogram** bij de inzet van kernenergie

transport, omzetting en verbranding verspillen we 66 procent van de fossiele energie en grondstoffen. Bij aardolie als de brandstof voor onze auto's, verkwisten we zelfs ruim 80 procent.

Hoewel de omzetting van zonlicht naar elektriciteit bij gangbare zonnepanelen momenteel rond de 20 procent ligt - en in laboratoria al 50 procent is bereikt - gaat het hier om een heel andere vorm van efficiëntie dan bij fossiele energie. Zonlicht is gratis en onuitputtelijk; een lagere omzet-

tingsgraad betekent dus geen verspilling van grondstoffen of vervuilende uitstoot. Tijdens het opwekken van zonne-energie komen geen (broei-kas)gassen vrij, en zonnepanelen blijven zo'n 25 jaar intact en werkzaam. Bovendien ontwikkelt de technologie zich snel, waardoor per vierkante meter steeds meer energie wordt opgewekt, met minder materiaalgebruik, minder ruimtebeslag en minder vervuiling.

We lezen bijna dagelijks over nieuwe soorten zonnepanelen: dunne-filmzonnepanelen, flexibele modules, lichte kunststofpanelen, gekleurde panelen of veelbelovende (hybride) perovskiet-cellen. Een deel daarvan biedt op papier hogere efficiënties of lagere kosten. Maar veel van deze innovaties bevinden zich nog in de ontwikkel- of pilotfase. De stap van succesvolle labtests naar betrouwbare, betaalbare massaproductie is groot en duurt meestal jaren. Ook de wereldwijde opschaling – vooral in Azië – is nog gaande. Daarom is het verstandig deze ontwikkelingen te zien als interessant toekomstperspectief, maar nog niet als directe vervangers van de huidige siliciumpanelen.

Ook zijn er al bedrijven die zeggen dat zij de gebruikte technologie 100 procent kunnen recycleren. Echter, dat iets kan en dat iets ook daadwerkelijk gebeurt, zijn twee verschillende dingen. Daar ligt een belangrijke rol voor de industrie en voor de overheid.

Een andere kritiek is het ruimtegebruik. Bij zonneparken in een weiland zijn goede voorbeelden voor dubbele gebruiksfuncties te vinden. Toch is het beter om deze op het dak te leggen. Zo draag je als particuliere eigenaar van een fotovoltaïsch systeem ook bij aan slim ruimtegebruik. In dit hoofdstuk en de volgende hoofdstukken geef ik verschillende handvatten om zonnestroom op jouw dak zo duurzaam mogelijk in te zetten.

## **Praktische informatie**

Dan is nu het moment om een blik op je eigen situatie te werpen. Wil je zonnepanelen aanschaffen? Let dan op de volgende zaken.

### **Waar leg je ze?**

Overall! Zonnepanelen zijn interessant op het zuiden, oosten, westen en zelfs noorden. Zeker met

relatief kleine daken zou ik adviseren je dak zo vol mogelijk te leggen, ook op het noorden. De meerkosten van een zonnepaneel zijn gezien over de levensduur marginaal en de opbrengst weegt daar tegenwoordig voor alle dakoriëntaties tegen op.

Als je de keuze hebt: oost-westoriëntatie is het meest interessant. Wanneer we kijken naar het moment van verbruik, namelijk het begin en einde van de dag wanneer er pieken in stroomverbruik zijn, zijn dat ideale momenten om zelfconsumptie te optimaliseren.

Als je al langer zonnepanelen hebt, maar er ooit voor gekozen hebt om een dakdeel niet te gebruiken, omdat het rendement te laag zou zijn, dan is dit goed nieuws. De opbrengst van de huidige panelen is hoog genoeg om ook die dakdelen rendabel te maken. We gaan allemaal meer elektriciteit verbruiken, doordat we koken, rijden en verwarmen elektrificeren.

### **Welk type kies je?**

Hoewel bijna alle zonnepanelen inmiddels glas-glas zijn, zou ik daar toch expliciet om vragen. Glas-glas zonnepanelen bevatten, in principe,

geen giftig pfas, zijn over het algemeen sterker, beter te recyclen en degraderen minder – dat wil zeggen dat hun opbrengst minder snel achteruitgaat gedurende hun levensduur. Je kunt zelfs overwegen om zogenaamde *bi-facial* panelen te kiezen. Die zijn aan de achterkant voorzien van een doorzichtige coating en vangen daar ook nog wat zonlicht op.

### **Wat kun je verwachten van de levensduur?**

Zonnepanelen die de afgelopen 10 jaar zijn geïnstalleerd zouden minimaal 25 jaar mee moeten gaan, met nog een opbrengst van ongeveer 80 procent na 20 jaar. Tijdens deze levensduur zal de (string)omvormer wel elke 10 tot 15 jaar\* vervangen moeten worden, maar de panelen in principe niet.

Wat nu wel gebeurt is dat consumenten het systeem dat ze bijvoorbeeld 10 jaar geleden aan-

---

\* Dat geldt in principe niet wanneer je micro-omvormers hebt. Dat is een kleine omvormer per paneel die aan de achterkant van elk zonnepaneel wordt gemonteerd. Ze zijn duurder in de aanschaf, maar kunnen in sommige situaties handig zijn als er veel schaduw valt.

schaften, en al lang hebben terugverdiend, vervangen door panelen die soms wel twee tot bijna drie keer meer opbrengst hebben per paneel. Dit kan een goede keus zijn als je een groeiend elektrisch verbruik hebt, maar het zorgt wel voor meer materiaalgebruik. Denk voor het oude systeem aan een tweede-leventoeepassing - zoals de stichting ZonNext - en overleg dit met je installateur. Nodig is het vervangen van panelen technisch gezien dan nog niet.

### **Wat is een omvormer?**

Zonnepanelen genereren gelijkstroom. Om daar in je huis iets aan te hebben moet dit omgezet worden naar wisselstroom. Daarvoor heb je, wat we kennen in huis voor laptops en telefoons, een transformator nodig. Deze transformeert gelijkspanning naar wisselspanning of andersom. Die wordt voor zonnepanelen een omvormer genoemd. Welke omvormer je kiest, heeft invloed op je opbrengst. Zie de 'tip van de installateur' over de verschillende keuzes.

## **Hoe weet je of je systeem veilig en milieuvriendelijk is?**

Kies een betrouwbare, erkende en ervaren installateur, deze kun je herkennen aan allereerst een elektrotechnische erkenning (NEN1010) aangevuld met een erkenningsregeling zonnestroomsystemen en dat deze VCA Elektrotechniek Gecertificeerd is. Dat is natuurlijk veelgevraagd voor een consument. Wanneer een installateur een vertrouwde naam uit de regio is en al jaren ervaring heeft met de installatie van zonnepanelen en thuisbatterijen is dat vaak wel een goed teken. Voor thuisbatterijen zijn er nog geen erkenningsregelingen, daarbij is weer de elektrotechnische basiskennis belangrijk (NEN1010) plus de door de sector opgestelde '15 Geboden' (zie [rolfheyne.com](http://rolfheyne.com)). Als je twijfelt, kun je er altijd voor kiezen om je installatie door een onafhankelijke partij te laten keuren. Voor zonnepanelen - en andere consumentenproducten - bestaan verschillende certificeringen en normen, zoals CE, TÜV en IEC. Deze geven aan dat een product voldoet aan wettelijke eisen en technische standaarden, maar zeggen op zichzelf niets over de kwaliteit of prestaties van het paneel. Je mag

ervan uitgaan dat de meeste zonnepanelen en omvormers die aangeboden worden door distributeurs en installateurs van goede kwaliteit zijn. Als er iets misgaat, is het nagenoeg altijd door de installatie.

### **Is goedkoop duurkoop?**

Zonnepanelen zijn tegenwoordig enorm in prijs gedaald dankzij innovatie en schaalvoordelen, zonder in te leveren op kwaliteit. Zo is de prijs van een zonnepaneel tussen 1980 en 2020 met 99,6 procent gedaald en batterijcellen met 99 procent. Zoals gezegd zijn er nauwelijks slechte producten op de markt, zeker op het gebied van zonnepanelen en omvormers. Voor de net opkomende markt van thuisbatterijen zou ik als consument goed opletten en je goed laten informeren, deze markt is nog in opkomst met een reeks meer vertrouwde merken en een grote groep nieuwe opkomende merken. En nogmaals: de installatie is meestal meer bepalend voor de kwaliteit en veiligheid dan de producten zelf.

Je wilt tot slot weten wat je installateur aan nazorg biedt. Kun je diegene bellen als er proble-

men zijn met je systeem? Hoelang biedt dit bedrijf ondersteuning?

Vergeet niet ook je inboedelverzekering aan te passen na het aanschaffen van zonnepanelen en een thuisbatterij, dan ben je verzekerd in geval van schade. Vergeet ook niet je systeem te registreren op [energieleveren.nl](http://energieleveren.nl). Vaak doet een installateur de registratie, maar overleg dat even, registratie is verplicht.

### **Wat kun je nog meer doen?**

Zonnepanelen functioneren minder goed naarmate ze warmer worden. Gemiddeld daalt het rendement met zo'n 3 tot 5 procent per 10 graden boven de standaardtesttemperatuur, afhankelijk van het type paneel. Mochten je panelen op een plat dak liggen, kun je dit dak wit schilderen. Zo haal je wat meer rendement uit je panelen door ze koeler te houden - ook beter voor je dak. Als je zogenaamde *bifacial* panelen hebt, reflecteert het witte oppervlak bovendien wat extra licht dat via de achterzijde kan worden omgezet.

Zonnepanelen zijn goed bestand tegen weer en wind, ijs en sneeuw smelten er meestal van-

zelf vanaf en ze hebben nauwelijks onderhoud nodig. Schoonmaken is eigenlijk niet nodig, tenzij er opvallende vervuiling is, zoals dikke lagen bladeren, vogelpoep of groene aanslag die het rendement zichtbaar kan beïnvloeden. Een schoonmaakklus op het dak kan riskant zijn en schade veroorzaken, dus laat dit bij voorkeur door een professional doen als het echt nodig is.

### **Tip van de installateur: kies de juiste omvormers**

*Arian Kapitein, Projectleider Duurzaam bij Visser Totaaltechniek*

‘Grofweg zijn er drie soorten omvormers op de markt, namelijk stringomvormers, micro-omvormers en omvormers met *optimizers*. Welke je kiest maakt uit voor de kosten, situatie en de opbrengst. Kies er zo veel mogelijk voor om de zonnepanelen op verschillende oriëntaties te plaatsen, dus bijvoorbeeld een deel op het oosten en een deel op het westen, zo heb je de

stroomopbrengst mooi verspreid over de dag. Je hebt dan opbrengst in de ochtend maar ook in de namiddag, dit zijn juist de periodes wanneer je de meeste stroom verbruikt in de woning, daarnaast belast je het net niet te veel en ga je voor zo veel mogelijk zelfconsumptie.

Stringomvormers zijn goedkoper in de aanschaf en zijn zeer efficiënt. Maar ze hebben wel een belangrijke beperking. Als er schaduw op een van de panelen valt, kan er bij stringomvormers een verlies aan opbrengst over het hele systeem optreden - al gebeurt dit in de praktijk slechts beperkt - dit komt omdat de panelen in serie zijn geschakeld en hier de zwakste schakel de opbrengst bepaalt.

Bij panelen op verschillende oriëntaties, zoals op het zuiden en op het oosten, is het daarom belangrijk elke kant een eigen stringomvormer te geven of een stringomvormer te selecteren met een dubbele ingang, een omvormer met een dubbele

MPP-tracker (je installateur begrijpt wel wat ik hier bedoel). Deze zijn dus geschikt voor panelen met dezelfde oriëntatie of indien goed geselecteerd met twee ingangen op verschillende oriëntaties en geen mogelijke schaduwbronnen. De levensduur is 10 tot 15 jaar.

Je kunt ook kiezen voor micro-omvormers. Die zijn duurder in aanschaf, maar ondervangen dit probleem. Die zetten de gelijkspanning direct per paneel om naar wisselspanning. Dat betekent dus bij 12 zonnepanelen, 12 kleine omvormers. Het voordeel hierbij is dat je geen centrale omvormer in de woning hebt, handig bij ruimtegebrek, bijvoorbeeld in een appartementencomplex. Micro-omvormers hoeven niet na 10 tot 15 jaar vervangen te worden en kunnen 25 jaar meegaan.

Daarnaast heb je ook nog een omvormer die werkt met Power Optimizers. Hierbij komen de Optimizers achter de panelen en werkt elk paneel individueel, hierdoor

ben je heel flexibel in oriëntatie en daarmee haal je het maximale vermogen uit een paneel. Omvormers met Optimizers hebben een lange levensduur en kunnen ook ongeveer 25 jaar meegaan.

Het type of merk omvormer kan ook uitmaken als je je systeem wilt aanvullen. Installeer je een omvormer en wil je op termijn een thuisbatterij aanschaffen? Dan is het belangrijk dat je kiest voor een zogenaamde hybride omvormer. Daar is een thuisbatterij direct compatibel mee. In principe zouden installateurs alleen nog maar hybride omvormers moeten installeren, maar de praktijk wijst helaas soms nog anders uit - vraag hier expliciet naar.'

## **Gebruikerscase zonnepanelen**

*Meint de Boer, Enschede, heeft sinds 2016 zonnepanelen, met inmiddels ook een warmtepomp, thuisbatterij, energiemanagementsysteem en dynamische energie*

‘Voor de aanschaf van zonnepanelen, thuisbatterijen en energiemanagementsysteem (EMS) is het advies van een erkend installateur noodzakelijk om een passende keuze te maken. Naast de offerte is een schriftelijke intake nodig om alle eigenschappen van de installatie en wensen van de klant duidelijk te documenteren. Dit voorkomt miscommunicatie en draagt eraan bij dat verwachtingen van de klant worden nagekomen.

Kies een EMS die compatibel is met de installatie voor een goede werking. Het EMS moet kunnen anticiperen op veranderingen in de energiemarkt en regelgeving van de overheid, met als resultaat dat de klant ontzorgd wordt.’

# Interview

**Evert Sjoerdsma:** *'Ik had er ook een mooie Mercedes van kunnen kopen'*

Toen uitvinder Evert Sjoerdsma zijn huis voorzag van een zonnepanelensysteem, installeerde hij een stevige batterij. Tot verbazing en hilariteit van anderen liet hij vervolgens zijn huis afsluiten van het elektriciteitsnet. Twee weken later viel de stroom uit in zijn wijk en brandde het licht alleen nog in huize Sjoerdsma. Een bizar toeval. De installatie van Evert is daarin anders dan de installaties van vandaag, die vallen wel uit als de stroom uitvalt. Toch zijn er ook opvallende overeenkomsten.

Als ik op bezoek ben bij Evert Sjoerdsma, laat hij mij een diashow zien over zijn zonnestroomstelsel. Evert en Caty Sjoerdsma uit Castricum waren namelijk de eerste Nederlanders die zonnepanelen (PV-panelen) op hun dak schroefden. In 1989. Veertien dagen lang was Evert bezig de zonnepanelen te monteren. De investering toen?

‘Ik had er ook een mooie nieuwe Mercedes van kunnen kopen,’ aldus Evert.<sup>28</sup>

***Sjoerdsma is een ware uitvinder en pionier. Hij laat me een map zien met oude zelf gereali-seerde projecten.***

‘Dit is een machine die bladzijden omslaat, die maakte ik voor een verlamde vriendin. Hier is een kajak die ik zelf bouwde. En hier bouwde ik mijn eigen windmolens.’ Al in 1974 plaatste hij een zonnecollector voor warm water op zijn eigen dak. ‘Die had ik gemaakt van een zwartgeschilderde radiator.’

***De diashow die Evert mij laat zien in zijn technische en ontvangstruimte is zo interessant dat ik niet stil kan blijven zitten.***

‘Het zonnestroomsysteem dat ik plaatste, bestond uit 64 zonnepanelen van 47,5 x 100,5 centimeter. Die waren van het merk Renewable Energy Systems (R&S), gewoon in Nederland geproduceerd. Ze leverden me 40 Wattpiek per stuk. Mijn installatie had een oriëntatie op het zuid-zuidwesten en produceerde 2.500 kWh per jaar.’ Dit komt

overeen met wat een gemiddeld gezin vandaag de dag gebruikt aan elektriciteit in een jaar. Het was gekoppeld aan een loodaccu met een capaciteit van 10 kWh. Alsof dit niet al vooruitstrevend genoeg was, had hij ook de doelstelling om zo veel mogelijk elektriciteit zelf te gebruiken; dat noemen we nu ‘het verhogen van zelfconsumptie’.

‘Daarvoor had ik een accu geplaatst, dat heet dan vandaag een “thuisbatterij” denk ik, van 10 kilowattuur (kWh). Dit zorgde ervoor dat ik zo’n 70 procent van mijn zelfopgewekte elektriciteit zelf kon gebruiken. Dat was dan dankzij slim gebruik van onze koelkast, boiler en batterij.’

Zijn installatie, die in het bijzijn van prins Claus op 12 september 1989 werd geopend, staat inmiddels in het wetenschapsmuseum van de Technische Universiteit Delft. Maar als ik bij hem op bezoek ben, blijken het verhaal dat hij vertelt en de grafieken die hij laat zien uit 1989, exact dezelfde als vandaag de dag worden gebruikt in de zonne-energiesector. Vijfendertig jaar na de installatie van Evert worden consumenten nu massaal benaderd om hen te overtuigen van de waarde van

het verhogen van zelfconsumptie, huishoudens meer zelfvoorzienend te maken en minder afhankelijk van de energieleverancier, netbeheerder en de overheid.

‘De installatie kostte ons destijds, inclusief de accu’s en exclusief installatiekosten, grofweg zo’n 50.000 gulden,’ legt hij uit. Daar had hij inderdaad een mooie auto voor kunnen kopen – als hij dat had gewild. Voor een vergelijkbaar vermogen zijn vandaag 6 zonnepanelen nodig à 420 Watt-piek per stuk. Daar betaal je nu tussen de 5 en 10 procent voor van wat Evert betaalde. Zo werkt innovatie ook. Wanneer een kleine groep een duur product aanschaft, wordt het mogelijk tegen een steeds lagere prijs aan een groeiende groep aan te bieden. Mede dankzij pioniers als Evert Sjoerdsma is dus voor miljoenen huishoudens zonne-energie binnen bereik gekomen.

### ***Nederlandse zonnepanelen?***

Sjoerdsma kocht zijn zonnepanelen in 1989 van het Nederlandse R&S Renewable Energy Systems B.V. Holec, een Nederlands conglomeraat actief in energie- en vermogenslektronica, dat in de

jaren 70 fotovoltaïsche zonne-energie als groei-  
markt zag en richtte in 1979 Holec Systems BV  
op voor autonome PV-systemen. Kort daarna ont-  
stond de wens om zelf zonnecellen en -panelen te  
produceren, wat leidde tot Holec Components  
BV en de bouw van een fabriek in Helmond. Door  
gebrek aan financiële middelen werd Holec later  
overgenomen door Shell, die de activiteiten in  
1984 voortzette via R&S Renewable Energy Sys-  
tems BV, later Shell Solar Energy BV. R&S produ-  
ceerde dus al vanaf 1985 zonnepanelen. De pro-  
ductie van cellen en modules bleef in Helmond,  
groeide door nieuwe productielijnen en onderzoek  
naar hoogrendementscellen, en werd in 2003 ver-  
plaatst naar fabrieken in Duitsland, Portugal en de  
Verenigde Staten.<sup>29</sup>

