

De thuisbatterij gids

**Alles over je energierekening,
zonnepanelen, HEMS,
handelen en de thuisbatterij.**

De thuisbatterij gids

**Of hoe Keesjan als kuifje in
energietransitieland steeds
meer te weten kwam...**

**Keesjan Deelstra
Thuisbatterij.coach**

De Thuisbatterij Gids

Copyright © 2026 Keesjan Deelstra Thuisbatterij.coach

Auteur: Keesjan Deelstra

Uitgever: PapaGreen Media

Omslagontwerp: Aale van der Veen, Sinas Haarlem

Tekeningen: Suja Deelstra

Eindredactie: Felix van de Laar

Non-Fictie

ISBN 9789083708805

Gedrukt op Nautilus Classic 90 grams, 100% post consumer gerecycled papiaier zonder optische witmakers en TCF chloorvrij gebleekt.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, door middel van druk, fotokopieën, geautomatiseerde gegevensbestanden of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Ondanks alle aan de samenstelling van dit boek bestede zorg kan noch de uitgever noch de auteur aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die het gevolg is van enige fout in deze uitgave.

Voorwoord

Toen ik in maart 2023 zonnepanelen liet installeren om onze all-electric warmtepomp van stroom te voorzien wist ik nog niet dat de salderingsregeling eind 2026 zou stoppen.

Nu doe ik het niet voor het geld, maar voor het milieu, en omdat ik het allemaal machtig interessant vind. Ik heb de installateur(s) meegeholpen met de aanleg van de warmtepomp en de zonnepanelen om ook in de praktijk te leren wat er allemaal bij komt kijken.

Nu stuur ik de warmtepomp aan met domotica – ook wel huisautomatisering genoemd – en wel met het open source Home Assistent-programma dat op een mini-server of single-board computer draait (Home Assistent Green). Als de zonnepanelen meer elektriciteit produceren dan wij nodig hebben en als de zon ‘s middags lekker blijft schijnen, krijgt de warmtepomp een signaaltje om het tapwater van het 600 liter-boilervat te verhogen. In de winter wordt het signaal: verhoog de temperatuur van het buffervat. Nu stoei ik nog met temperatuurverhoging van de kamers, zodat ik op diezelfde momenten de zonnepanelen meer zelf gebruik. Oftewel: ons huis als warmteopslag en buffer.

En toen kwam ik net als zoveel andere huiseigenaren met of zonder zonnepanelen voor vragen te staan: wil ik een dynamisch contract? Wil ik een thuisbatterij om de opgewekte stroom overdag, ‘s avonds en ‘s nachts te gebruiken? En als we een elektrische auto zouden hebben, hoe verandert dit de situatie dan?

Hoe meer ik verder ging denken over die thuisbatterij, hoe meer vragen er op kwamen:

- Waarom en met welk doel zou ik een thuisbatterij willen hebben?
- Waar moet dat ding staan?
- Hoe groot moet die dan zijn?
- Wat betekent die capaciteit en wat is vermogen eigenlijk?
- Wat is het voordeel van een kleine omvormer? En van een grotere?
- Wat is een goed merk?
- Wat voor systemen zijn er?
- Kan ik de thuisbatterij met m'n eigen domotica aansturen of laat ik dit doen door de energiemaatschappij in een dynamisch contract, of juist door de batterij zelf?
- Kan ik er ook back-up-stroom uit halen als het stroomnet eruit ligt?
- Wat kost dat dan?
- Verdient een thuisbatterij zichzelf terug of is het leuk speelgoed?
- Hoe duurzaam en goed voor het milieu is een thuisbatterij?

Ik ging lezen, praten en volgen. Ik volgde webinars, bezocht seminars en installateur-workshops en sprak met experts en vrienden. Zo kwam ik op het idee om een thuisbatterij-vergelijker te maken. Een vergelijker die zo transparant mogelijk advies geeft, capaciteit berekent en vergelijkt tussen merken. Daaruit ontstond de thuisbatterij-vergelijker <https://thuisbatterij.coach>.

En inmiddels weet ik er best veel van, als 'professionele uitzoeker', Kuifje in energie- en batterijland. En maakte ik deze thuisbatterijgids zoals ik eerder het handboek zoekmachinemarketing maakte. De gids wil jou, lezer, helpen je een weg te banen door het oerwoud aan gegevens, en door de bomen het bos weer te zien.

Terugleveren of “aan het net leveren”?

Hoewel “terugleveren” de ingeburgerde term is, gebruikt deze gids vaker de uitdrukking “aan het net leveren”. Want dat is wat er gebeurt. Je levert stroom aan het net, die je meestal niet eerst van het net hebt gekregen. “Terugleveren” verwijst naar het ruilmodel waar de saldering op was gebaseerd, alsof stroom=stroom, ongeacht seizoen of tijd van de dag. We weten nu dat dat niet zo is. Professionals uit de stroomwereld noemen dit “aan het net leveren” trouwens weer “invoeding”.

Word van onbewust onbekwaam, bewust bekwaam.

Waaróm zou je een thuisbatterij willen aanschaffen? De meeste mensen weten er eigenlijk niks van, ze zijn onbewust onbekwaam. Als lezer van deze gids, ben je je er waarschijnlijk van bewust dat je er nog te weinig over weet. Dan ben je al bewust onbekwaam, een hele stap verder.

Op een gegeven moment weet je wat je niet weet (of: wat je nog wil weten) en ben je bewust onbekwaam of gedeeltelijk bekwaam. Ook dat is prima. Dan laat je je leverancier en installateur je goed adviseren en stel je in ieder geval de goede vragen en kan je meedenken.

Met deze koopgids wil ik je bewust bekwaam maken of in ieder geval: bewust onbekwaam.

Dankwoord

Zonder de medewerking van onderstaande specialisten en hun niet aflatend geduldig antwoord geven op de meest gewone of vergezochte vragen was dit boek niet geworden wat het nu is. Dank!

- Max Phielix – Hoofd operatie Sessy
- Twan Vooijs – Oprichter Sessy
- Arjana van Raalte – Accountmanager, 4blue
- Sven Hagenaars – Technisch Batterij Specialist, Memodo
- Geert-Jan de Veer – Teamlead Sales, 4Blue
- Arjana van Raalte – Accountmanager binnendienst, 4Blue
- Luuk Verbeek – Product Owner Smart Services, Frank Energie
- Frenk Nijenhuis – Business Development, Frank Energie
- Tjeerd van de Zwaan – B2B, HomeWizard
- Benjamin Schepens – Business Developer DACH, Eniris
- Jaap van der Velde – Business development residential, Solshare
- Dante Metz – Business development residential, Solshare
- John van Vugt – Vakspecialist Techniek en Markt, Techniek Nederland
- Renee de Vries – Head of Operations, Hegg Energy
- Lucas van Cappellen – Onderzoeker & adviseur energie I Themaleider elektriciteit, CE Delft
- Jort Wolda – Consultant energie, Berenshot
- Arnoud Leferink – Onderzoeker energie en mobiliteit, Milieucentraal
- Carlotta Masciandaro – PhD candidate, Rijksuniversiteit Groningen
- Robin Berg – CEO, We Drive Solar
- Emiel van Empel – Support Hegg Energy
- Laurens Brinkhof – 1komma5
- Yorick Holkamp – oprichter onbalansmarkt.com
- Rolf Heynen – CEO Sunergy
- Robert van Keulen – Product marketingmanager, Growatt
- Silver de Bruijn – Stakeholder manager Grootzakelijk bij Aliander
- Sanne de Boer – Senior specialist energietransitie RaboResearch
- Giancarlo Stanco – Oprichter Energy Swap
- Vincent Dekker – Columnist Trouw ‘Vincent zoekt Zon’

Tekst en eindredactie: Felix van de Laar. Felix heeft met enorm doorzettingsvermogen naast alle grammatica en spelfoutjes ook als meezeer heel veel onduidelijkheden aangestipt en geholpen deze te verbeteren. Dank!

En zonder Aale van der Veen van Sinas in Haarlem had dit boek er niet uitgezien. Hij gaf het boek smoel met het binnenwerk en het maken van de cover. Ook dank!

En natuurlijk dank aan mijn lieve vrouw Tessel die de moed had de eerste versie door te akkeren op tekst en dubbelingen en het aanhoren van al m'n verhalen en avonturen tijdens het zoeken van alle informatie, het schrijven zelf, of als ik weer eens terugkwam van een webinar of workshop met installateurs.

Voor onze kinderen Sacha, Suja, Meike en Elvi en alle andere kinderen wier toekomst (onbedoeld, maar niet minder erg) in de weegschaal gezet is door onze en vorige generaties.

Leeswijzer: Scan de QR code met je telefoon en lees verder over het onderwerp op thuisbatterij.coach

ThuisBatterij  **coach**



Leeswijzer

Elke lezer is anders. Misschien weet je al heel wat over het onderwerp, of verdiep je je er nu voor het eerst in. Blader er eerst eens doorheen en bekijk wat plaatjes.

QR-codes

Veel bronnen hebben links. Bij belangrijke bronnen staan QR-codes zodat je ze snel kunt opzoeken.

Delen

Om het je makkelijker te maken is het boek verdeeld in zes delen. Lees gerust dat deel dat je interesseert eerst.

Deel 1 - Achtergrond; energietransitie en het waarom van opslag

Deel 2 - Thuisbatterij; de drie bouwstenen

Deel 3 - Thuisbatterij; verdieping

Deel 4 - Financiën thuisbatterij

Deel 5 - Toekomst thuisbatterij en energie

Deel 6 - Keuze en beslissen

Deel 1 - Achtergrond: energietransitie en het waarom van opslag

Ik laat je achtereenvolgens zien wat de achtergrond is van de opkomst van de thuisbatterij tegen de achtergrond van de enorme populariteit van zonnepanelen en hoe de verschillende energiemarkten van vast, dynamisch tot congestie en onbalans in elkaar steken. Vervolgens ga ik in op de verschillende soorten energieopslag methodes en type thuisbatterijen die er zijn, de marktontwikkelingen van thuisbatterijen de verschillende types en het gebruik van je elektrische auto als opslag.

Deel 2 - Thuisbatterij: de drie bouwstenen

Weet je waarom je een thuisbatterij wil? Lees en leer waar je een thuisbatterij voor in kunt zetten en wat dat voor invloed heeft op de specificaties die je in een thuisbatterij zoekt.

Lees dan verder over de drie bouwstenen van je thuisbatterij:

- De thuisbatterij zelf;
- Een *Home Energy Management Systeem* (HEMS) dat de boel aanstuurt;
- De energieleverancier van je vaste, dynamische, handels- of combinatie-contract.

Kom vervolgens te weten welke type thuisbatterijpakketten er zijn: full-service, hybride of geheel vrije pakketten, en leer over het gevaar van *vendor-lock-in*.

Lees en leer over de belangrijkste aspecten van je thuisbatterij: de capaciteit en het vermogen van de omvormer, en hoe die twee samenhangen met je doelen, en in het hoofdstuk over energieverlies over de impact hiervan op de efficiëntie. Daar zaten ook voor mijzelf enorme eyeopeners in, bijvoorbeeld over de (in)efficiëntie van groot-vermogen-omvormers.

Deel 3 - Thuisbatterij: verdieping (alleen online)

Er zijn verder enorm veel hoofdstukjes waarin ik allerlei begrippen uitleg: van *Round Trip Efficiëntie*'(RTE), fases, *Depth of Discharge*'(DoD), *State of Health* (SoH), *State of Charge*'(SoC) en *c-waarde*, tot plaatsing binnen of buiten, productieland, veiligheidsgarantie en certificering. Zie dit als naslagwerkje voor als je iets niet begrijpt of als je iets nodig hebt.

Deel 4 - Financiën thuisbatterij

We gaan verder met het financiële aspect: de kosten, de terugverdientijd en de subsidies. Terugverdientijd is een heet hangijzer en daar kun je met alle onzekerheden wel uitspraken over doen vanuit het heden. Ik leg op basis van onderzoek uit welke onzekere factoren die tijd positief en negatief beïnvloeden. Ben je zzp'er? Lees dan het hoofdstuk over zzp en subsidies.

Deel 5 - Toekomst thuisbatterij en energie

Ik sluit af met de toekomst, die ik natuurlijk niet voorspellen, maar ik ga in op de trends en factoren in de energietransitie, voorzover die van belang zijn in energie- en batterijenland. En ook op de ontwikkelingen wet- en regelgeving die de prijzen en terugverdientijden gaan beïnvloeden. De toekomst is elektrisch: die stelling durf ik wel aan.

Deel 6 - Keuze en beslissen

Het grote beslissen. Ik hoop dat je na het lezen van dit boek tot een goede, gefundeerde beslissing kunt komen. Wel of geen thuisbatterij? Welke capaciteit en vermogen? Welk doel wil je ermee bereiken? Je kunt een stappenplan downloaden van de website <https://thuisbatterij.coach/>
Veel lees- en leerplezier!

Disclaimer

De informatie in dit boek is bedoeld om je te informeren en is gebaseerd op opgedane ervaring en kennis binnen de energiesector. Er kunnen ook geen rechten aan ontleend worden. Deze inhoud vervangt geen persoonlijk advies. De informatie is gecheckt bij openbare bronnen van fabrikanten en waar nodig is de hulp ingeschakeld van onafhankelijke specialisten om zaken te verifiëren.

Mocht je toch een foutje tegenkomen, mail me dit dan naar boek@thuisbatterij.coach t.n.v. Keesjan Deelstra.

Inhoudsopgave

DEEL 1 - ACHTERGROND: ENERGIETRANSITIE EN HET WAAROM VAN OPSLAG	18
1.1 Waarom een thuisbatterij?	19
De 'Duck-curve': Verstoord evenwicht tussen vraag en aanbod	19
Meer opwek zon in zomer dan in winter	23
Meer opwek zon overdag dan ochtend en avond	25
Met oost-west panelen eigen verbruik hoger	25
Eigen verbruik zonnepanelen verhogen door verbruiksmomenten te verschuiven	25
Verhoog eigen verbruik zonnepanelen met een dynamisch contract en elektriciteit op te slaan	25
Curtailement zonneproductie stroom	27
1.2 Salderingsregeling	29
Salderingsregeling verdwijnt eind 2026	29
Gevolgen stoppen saldering: 60% lagere terugleverkosten?	33
1.3 Thuisbatterij dé oplossing?	33
1.4 Thuisbatterijmarkt groeit	35
Verschil opgesteld zonnestroomvermogen en batterijopslag	35
Aantal en capaciteit batterijopslag	35
Groei in capaciteit batterijopslag tot 2030 explosief	36
Prijzontwikkeling thuisbatterij Nederland	37
1.5 Achtergrond: Opbouw prijs elektra	38
Energienota bij een vast contract	39
Energienota bij een dynamisch contract	41
1.6 De verschillende energiemarkten	44
Wie doet wat op de energiemarkt?	44
Overzicht energiemarkten en contracten	47
Langetermijnmarkt ICE ENDEX	50
'Day-ahead'-markt: EPEX SPOT	50
De onbalans-'markt': frequentiesturing	57
Congestie management	62
Zoveel mogelijk eigen zonnestroom gebruiken?	64
Mijn verwachting	64
1.7 Welke partijen zijn er actief op deze handelsmarkten?	65
Welke partijen bedienen consumenten op de day-aheadmarkt met dynamische prijzen?	65
Welke partijen bedienen consumenten op andere markten?	65
Transparante bronnen energiemarkten en aansturingen	66

1.8 Soorten energieopslag	67
1.9 Soorten thuisbatterijen	69
Hoe werkt een lithium-batterij?	71
Lithium-ion batterij	72
NMC-batterij	73
Lithium-ijzer-fosfaat - LiFePO4 of LFP	74
Andere types batterijen op de markt	76
Andere types batterijen in ontwikkeling	77
Overzicht verschillende type batterijen	79
1.10 Je auto als thuisbatterij?	82
V2L, V2G, V2H en V2X auto	82
Voorwaarden voor een EV-auto als thuisbatterij	82
Nadelen van een bi-directionele EV als thuisbatterij	83
Bi-directioneel laden en belastingen.	83
Welke auto's kunnen bi-directioneel laden?	83
Landelijke uitrol bi-directioneel laden voor thuis in 2026 voor geschikte Renaults	85
DEEL 2- THUISBATTERIJ; DE DRIE BOUWSTENEN	86
2.1 De juiste thuisbatterij bij je doel kiezen	87
Doel: Eigen gebruik van zonnestroom vergroten.	87
Doel: Handelen op de 'day-aheadmarkt'	89
Doel: Handelen op de onbalans markt	90
Doel: Noodstroom bij stroomuitval	90
Doel: de piekbelasting verlagen: 'peakshaving'	96
2.2 De drie bouwstenen van je thuisbatterij-opslagsysteem	98
Je Thuisbatterij	98
Je HEMS oftewel 'Home Energy Management System'	99
Eenvoudig EMS	100
Je energieleverancier	108
Full service, hybride of geheel vrij pakket: alles in één of zelf samenstellen?	111
Drie onderdelen	111
Waar moet je allemaal op letten bij de keuze van een energieleverancier qua thuisbatterij?	111
Vendor-lock-in thuisbatterij	114
2.3 Waar moet je allemaal op letten bij je keuze van een thuisbatterij? De basis	114
De basis: capaciteit en vermogen van een thuisbatterij	114
Vermogen en rendement: Round Trip Efficiëntie (RTE) energieverlies	122
2.4 Capaciteit thuisbatterij berekenen	123
Capaciteit en doel: Eigen gebruik	124

De capaciteit van de thuisbatterij voor eigen gebruik berekenen	125
Capaciteit en doel: eigen gebruik en dynamisch handelen	133
Capaciteit en doel: alleen handelen	133
Capaciteit en doel: back-upstroom	134
2.5 Twee cases berekeningen	135
2.6 Tips om de benodigde capaciteit van je thuisbatterij te berekenen	136
2.7 Tips: Online rekentools	136
2.8 Diverse typen thuisbatterijen	143
2.9 Stekker-thuisbatterij (plug&play) of vaste thuisbatterij?	144
2.10 Opbouw vaste opstelling thuisaccu	145
De stapelbare thuisbatterij	146
De parallel uitbreidbare thuisbatterij	146
De losse componenten-thuisbatterij	147
2.11 Soorten omvormers thuisbatterij	148
2.12 Veel terugkerende afkortingen	154
Depth of Discharge (DoD)	154
State of Charge (SoC)	154
State of Health (SoH)	155
Invloed SoC en DoD op de bruikbare capaciteit	155
2.13 Energieverlies van thuisbatterijssystemen	156
Round Trip Efficiëntie, de RTE	156
Het geheim van het juiste vermogen omvormer en RTE-efficiëntie	157
Drie manieren om het energieverlies van je thuisbatterij te verminderen	163
2.14 Plaatsing thuisbatterij	164
Goede en minder goede locaties	164
2.15 Garantie thuisbatterij	165
Aparte garantie voor de omvormer	166
Gegarandeerde doorvoercapaciteit	166
2.16 Veiligheid	166
Aantal vormen beveiliging	166
Veiligheid plug&play-thuisbatterij?	168
2.17 Batterij en milieubelasting	168
Winning grondstoffen	169
Energie bij productie	170
CO2 terugverdientijd	170
Kansen op vermindering van de milieubelasting bij de productie van de thuisbatterij	173

DEEL 3 - THUISBATTERIJ; VERDIEPING	174
3.1 Waar moet je nog meer op letten bij de aanschaf van je thuisbatterij?	175
De begrippen uitleg die je online kunt vinden	175
DEEL 4 - FINANCIËN VAN JE THUISBATTERIJ	178
4.1 Prijs van thuisbatterijen	179
Waarom van belang?	180
Welke keuzes zijn er?	180
4.2 Thuisbatterij en verzekering	181
4.3 Kies een vakbekwame installateur	181
4.4 Thuisbatterij en financiën	181
4.5 Subsidie thuisbatterij particulieren	182
Subsidie provincie?	182
Btw-teruggave particulieren	182
Duurzaamheidsleningen voor thuisbatterij en meer	182
Stappen energiesubsidiewijzer	183
Warmtefonds lening thuisbatterij	184
4.6 Thuisbatterijsubsidies voor zzp'ers en bedrijven	184
Btw-aftrek bij de aanschaf van een thuisbatterij	184
Voorwaarden voor de aftrek van btw bij de aankoop van een thuisbatterij	184
Investeringsaftrek KIA: 28%	185
Investeringsaftrek EIA: 40%	185
Btw-handel opbrengst	186
Een voorbeeld rekensom van een thuisbatterij op winstbelasting, met aftrek btw, KIA en EIA - alleen online	187
4.7 Terugverdientijd thuisbatterij: onzeker?	187
Is de 'terugverdientijd' van belang?	187
Terugverdientijd berekenen	188
Onzekere factoren terugverdientijd thuisbatterij	190
Winst van het handelen op de onbalans- en andere markten vergelijken met echte installaties	194
4.8 Geschatte terugverdientijd van zonnepanelen en thuisbatterijen per situatie en strategie	196
Terugverdientijd van alleen zonnepanelen met een gewoon contract: 9 tot 20 jaar	197
Onderzoek naar de terugverdientijd van thuisbatterij-strategieën	199
Wel of geen zonnepanelen, wel of geen thuisbatterij	199
Terugverdientijd is ook niet alles	200
Conclusie terugverdientijd thuisbatterijen	203

DEEL 5 - TOEKOMST THUISBATTERIJEN	204
5.1 Wat komt er aan?	205
Prijs	205
Technische ontwikkelingen van thuisbatterijen	205
Alternatief nettatarief: tijdsgebonden verbruiksafhankelijk per 2028?	205
Hogere gasprijzen door Europese CO2-heffing	212
Peer 2 peer, stroom delen met je burenen?	212
DEEL 6 - KEUZE EN BESLISSSEN	216
6.1 En nu? Kiezen en kopen of niet kopen?	217
6.2 Nog gas? Geen thuisbatterij!	218
6.3 In 18 stappen naar je ideale thuisbatterij	218
6.4 Over de auteur	220
6.5 Blijf op de hoogte	220
6.6 Bibliografie	221
6.7 Index	221

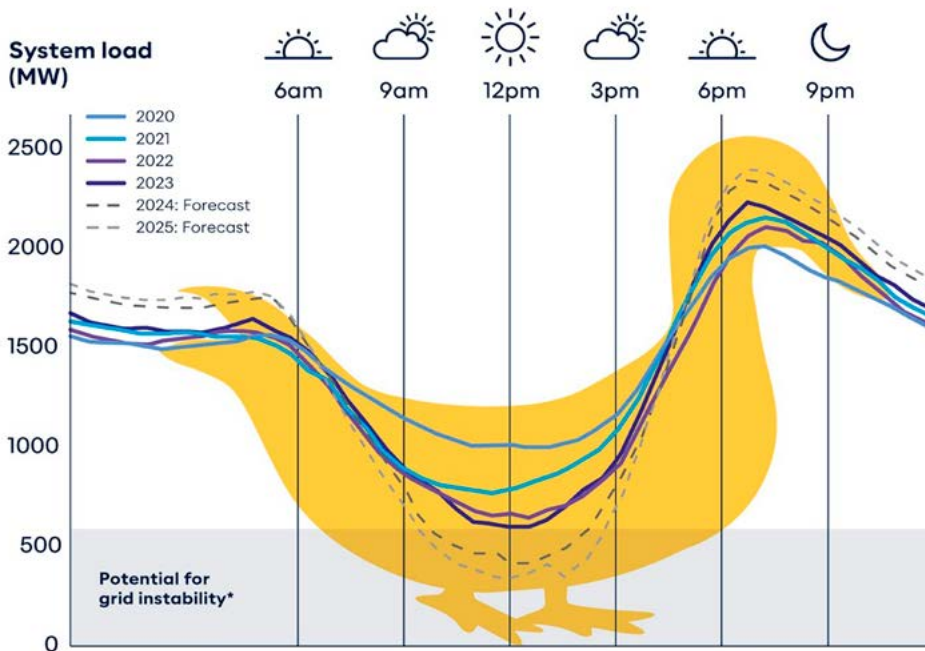
Deel 1

Achtergrond: energietransitie en het waarom van opslag

In dit deel bespreek ik de achtergrond rondom de thuisbatterij. Welke plaats neemt deze in de energietransitie in?

Je leert in dit deel over de opkomst van de thuisbatterij in het kielzog van de enorme populariteit van zonnepanelen. Je leert de verschillende energiemarkten kennen: van vast en dynamisch tot congestie en onbalans.

Vervolgens leer je over de soorten energieopslag en types thuisbatterijen, de marktontwikkelingen van thuisbatterijen en het gebruik van je elektrische auto als opslag. Je leert de voor- en nadelen kennen.



Figuur 1: De ‘Duck-curve’ geeft het groeiende verstoorde evenwicht door de jaren weer tussen de vraag van het net over de dag heen. De buik van de eend wordt door de jaren steeds dieper door meer opwekking van zonnestroom overdag bij achterblijvende vraag. Bron: Wikipedia en California CAISO.

1.1 Waarom een thuisbatterij?

Iedereen met zonnepanelen denkt erover na: ‘Kan ik met een thuisbatterij de terugleverkosten van mijn zonnepanelen ontwijken?’ Immers, de salderingsregeling voor zonnestroom vervalt in 2027.

Het net piept en kraakt. Het net zit zo vol dat netaansluitingen wachttijden hebben. Grootschalige stroomstoringen komen steeds vaker voor; onlangs (2 april 2025) in Spanje en Portugal, maar ook dichterbij, in de provincie Gelderland. ‘Kan een thuisbatterij dienen als noodstroomvoorziening?’ en ‘Heb ik met een thuisbatterij en een slim Energie Management System genoeg aan een kleinere netaansluiting?’ zijn dan ook veel terugkomende vragen.

1.1.1 De ‘Duck-curve’: Verstoord evenwicht tussen vraag en aanbod

De term ‘Duck curve’ werd in 2012 bedacht door de California Independent System Operator (CAISO), de organisatie die het elektriciteitsnet in de Amerikaanse staat

Californië beheert. Ze deden dit om de opmars van zonnestroom te visualiseren en de uitdagingen daarvan te tonen. De Duck-curve toont de **netto-vraag** naar stroom (totale vraag minus zonnestroom).

- De “buik” (middag): Er is veel zon, en weinig vraag. De netto-vraag is zeer laag omdat mensen niet thuis zijn.
- De “nek” (avond): De zon verdwijnt, mensen komen thuis en gaan energie gebruiken (licht/koken/verwarmen/auto’s laden). De vraag stijgt razendsnel.

Stuurbare en niet stuurbare energiebronnen

Vroeger waren er alleen stuurbare bronnen (*dispatchable sources*) als kernenergie, kolen en gas. Deze konden op basis van de voorspelbare patronen van gebruik door bedrijven en mensen snel op- of afschalen. Deze bronnen zijn duur, niet duurzaam en eindig.

De niet-stuurbare bronnen (*non-dispatchable sources*) als zon, wind en getijdewerking zijn minder goed op of af te schalen op basis van de vraag. Ze produceren wanneer het waait, of de zon schijnt, of volgens de vaste getijden. Deze bronnen zijn goedkoper, duurzamer en oneindig. Bovendien maken ze ons onafhankelijker van geopolitieke spanningen.

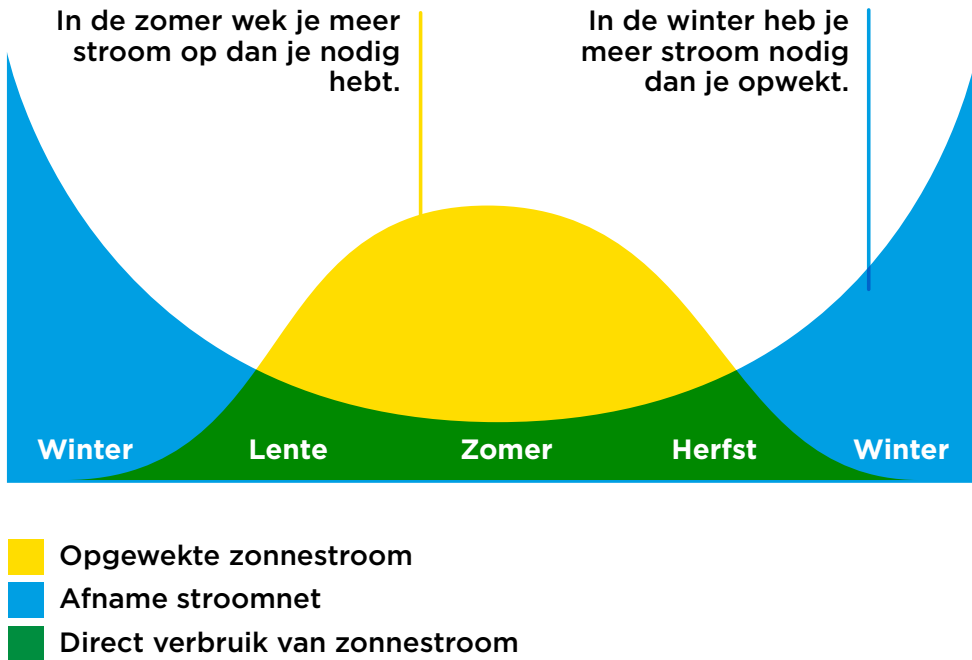
De Duck-curve is een belangrijk concept in de energiesector, voor de groei van zonnestroom als bron voor de elektriciteitsvoorziening. De curve helpt netbeheerders bij het plannen van de energieproductie en bij het **in balans brengen** van vraag en aanbod.

De Duck-curve laat twee dingen zien.

- Er is een groot verschil tussen de vraag gedurende de ochtend, middag en avond;
- en die verschillen werden de afgelopen jaren groter door het succes van zonnepanelen en de elektrisering van verwarmen en transport én doordat we onze energieconsumptie daar (nog) niet op hebben aangepast.

De ‘Duck-curve’ platslaan?

Je kan de ‘Duck-curve’ platslaan door meer regelbaar vermogen in de vorm van kern- gas en kolencentrales. Maar deze centrales kunnen technisch gezien nou ook weer niet héél makkelijk gemoduleerd worden. Economisch gezien is het niet op volle toeren laten draaien of het achter de hand houden van een elektriciteitscentrale natuurlijk een drama. TNO rekende in ‘Naar een CO₂-vrije elektriciteitsvoorziening in 2040’ uit dat we in 2040 nog maar 200 uur per jaar aan regelbaar vermogen nodig hebben, maar: wel met een veel hoger piekvermogen in die uren. Moeten we als samenleving nou echt voor die ongeveer acht dagen per jaar hele



Figuur 2: opwek zonnepanelen en verbruik verschil seizoenen.

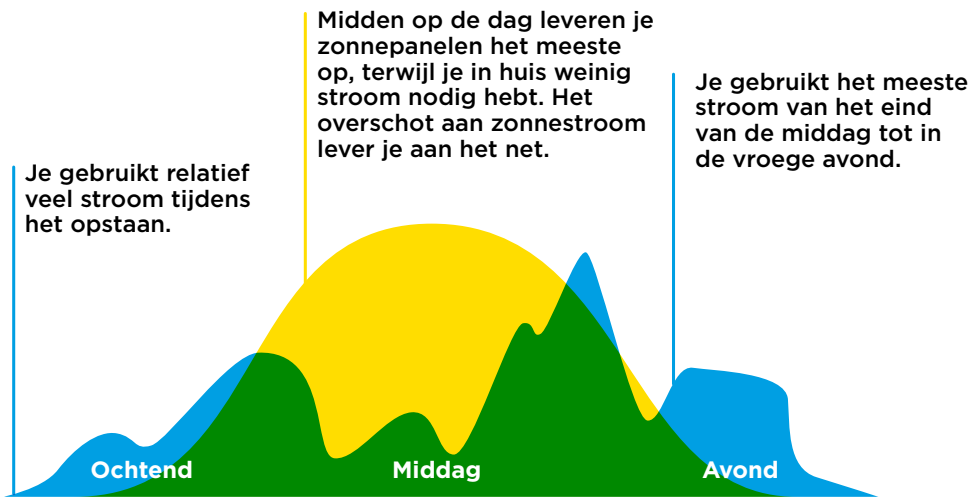
dure en risicovolle kolen- gas- of kernenergiecentrales neerzetten? Dat lijkt op een hele slechte investering.

Aan de andere kant neemt de leveringszekerheid nu al af door het uitfasen van oudere kolen- en gasgestookte energiecentrales die op dit moment nog voor het regelbaar opwekvermogen worden ingezet. Waar we volgens TenneT in 2025 nog maximaal 4 uur storing per jaar ondervonden, voorspellen zij voor 2035 rond de 10 uur storing per jaar. Er moet echt wel wat gebeuren!

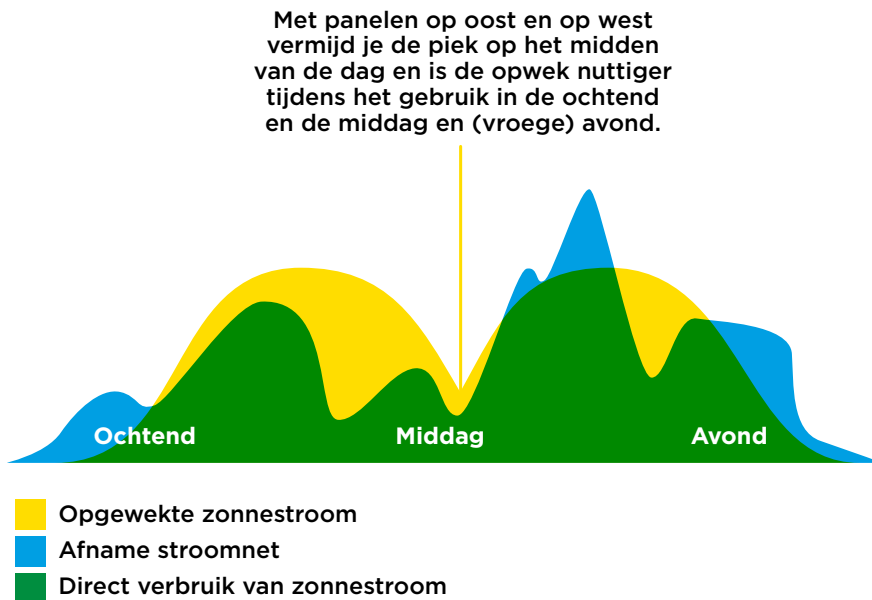
Een ander manier om de ‘Duck-curve’ plat te slaan is door meer zonnepanelen op het westen te leggen waardoor je de zon opwek naar de vroege avond verlegt. Meer aanbod dus. Slim!

De vraag naar energie kan ook afgevlakt worden met prijsmechanismen, smart grids en slimme energie management systemen met slimme meters die apparaten op gunstige momenten aan of juist uitzetten om zo de vraag te sturen.

En last but not least: Door opslag van duurzame energie in onder andere thuisbatterijen, kan de energie opwek uit de buik van de eend naar de verhoogde vraag in de namiddag en vroege avond verplaatst worden. En wat dacht je van de slimme inzet van veel grotere autoaccu’s die met ‘vehicle to grid’ de avondpiek juist niet verergeren door te laden maar juist platslaan door te ontladen naar je huis of het grid.



Figuur 3: Zelfconsumptie en stroomverbruik etmaal huishouden met zonnepanelen



Figuur 4: Zelfconsumptie en stroomverbruik etmaal huishouden met zonnepanelen op oost-west.

Gevolgen ‘Duck-curve’: verstoord evenwicht en uitzetten zonnepanelen

In Nederland is door de enorme populariteit van zonnepanelen deze ‘Duck-curve’ extra steil. Er is vaak veel meer aanbod dan vraag, of veel meer vraag dan aanbod. En als veel huishoudens met zonnepanelen in dezelfde straat door een relatief dunne kabel tegelijkertijd stroom gaan terugleveren kan dit tot overbelasting leiden. Op de piek van je teruglevering kan je netwerkbeheerder in nood je zonnepanelen uitzetten. Dit noem je *curtailment* of productiebeperking. Als paneleigenaar kun je ook zelf curtailment toepassen, waarover later meer.

Verzwarend stroomnetwerk

Zo’n productiebeperking is natuurlijk niet meer nodig als de kabels in je straat of wijk dik genoeg zijn. De netwerkbeheerders zijn druk bezig om (te) dunne kabels overal te verzwaren. Zwaardere kabels zijn namelijk ook nodig als meer mensen of bedrijven elektrische auto’s gaan opladen, warmtepompen gaan gebruiken, of nog meer elektrische machines laten draaien.

Het stroomnetwerk verzwaren kost een boel geld. De netbeheerders kwamen in 2025 in het rapport ‘Financiële Impact Energietransitie voor Netbeheerders (‘FIEN+’)' uit op een bedrag van €195 miljard tot 2040. Dat is gemiddeld €9,3 miljard per jaar oplopend tot €22 miljard in 2044. Om de kosten binnen de perken te houden, stelt de NVDA (vereniging van duurzame energie) voor het net te verzwaren, slimmer te maken, te verduurzamen en beter te verdelen.

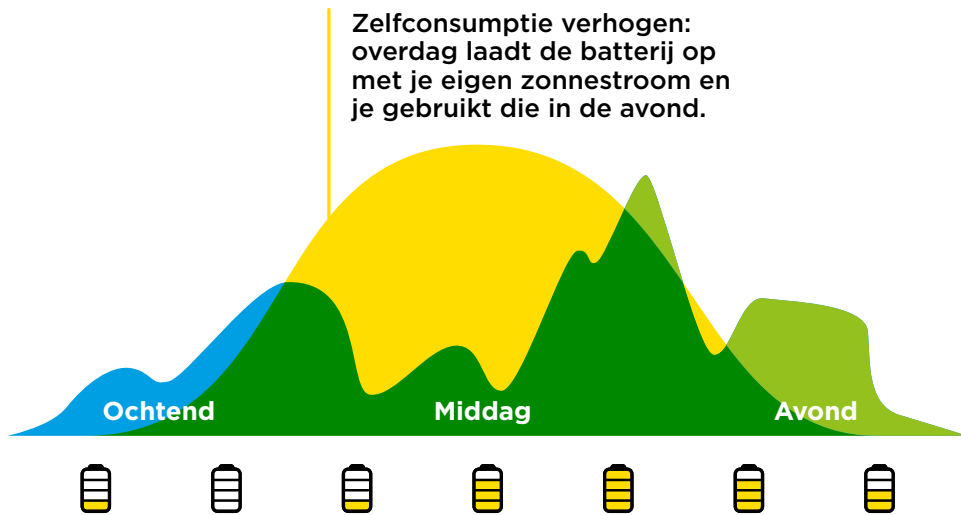
Duisterluwte of Dunkelflaute

Vaak schijnt de zon wel bij windstil weer of waait het juist hard als de zon zich niet laat zien. Maar de uit Duitsland overgewaaid term *Dunkelflaute* slaat op de zeldzame situatie dat er door bewolkt én tegelijkertijd windstil weer nagenoeg geen zonne- en windenergie opgewekt wordt. Gelukkig komt dit niet heel vaak voor. Als het voorkomt (meestal in november, december) is dat heel vervelend en moet zogenaamd regelbaar vermogen bijspringen.

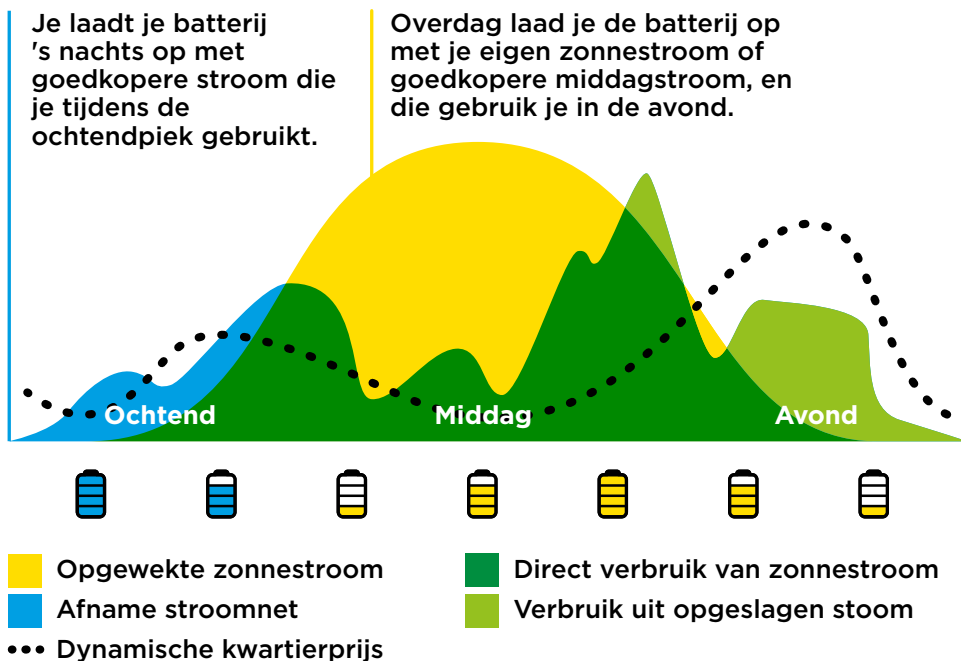
Daarnaast schakelen energie-intensieve bedrijven af en wordt er meer energie geïmporteerd uit het buitenland. Een andere oplossing voor deze periodes van duisterflauwte is de grootschalige opslag van duurzame energie in batterijen, warmtebuffers, stuwmeren, in waterstof of andere opslagvormen. Op zonnige of winderige dagen kun je deze buffers opladen, en ze op duisterluw-dagen juist ontladen.

1.1.2 Meer opwek zon in zomer dan in winter

Laten we terugkeren naar de Duck-curve en het succes van zonnestroom. Door onze ligging t.o.v. de evenaar hebben we veel zonneschijn in de zomer, als we eigenlijk minder energie nodig hebben, en weinig zonneschijn in de winter als we



Figuur 5: Zelfconsumptie en stroomverbruik etmaal huishouden met zonnepanelen en thuisbatterij met vast stroom contract.



Figuur 6: Zelfconsumptie en stroomverbruik etmaal huishouden met zonnepanelen en thuisbatterij met dynamisch stroom contract.

juist meer energie nodig hebben. Gelukkig waait het in de winter wel vaak meer. Idealiter zouden we het teveel aan zonnestroom uit de zomer moeten opslaan om het in de winter te gebruiken. Wie wat bewaart die heeft wat.

1.1.3 Meer opwek zon overdag dan ochtend en avond

Ook in een etmaal zien we dezelfde onbalans tussen opwek en verbruik van zonnestroom. ‘Figuur 3’ gaat over een huis met zonnepanelen op het zuiden. Als de zon op z’n hoogst staat leveren de zonnepanelen de hoogste productie. Dit is rond het middaguur. Maar dan zijn veel mensen buiten de deur aan het werk en gebruiken ze dus in huis weinig of geen energie. In de ochtend, bij opstaan en ontbijten, en ‘s avonds als we koken, tv-kijken en de auto laden, hebben we meer energie nodig. Als we in bed liggen is er meer evenwicht: we gebruiken nauwelijks energie en de zon schijnt niet. Gemiddeld over een jaar verbruik je in deze situatie 30% van de opwek van je eigen zonnepanelen. De andere 70% lever je ‘terug’, oftewel aan het stroomnet.

1.1.4 Met oost-west panelen eigen verbruik hoger

Zouden we panelen ook anders kunnen oriënteren? Jazeker. Panelen die op oost en/of west liggen geven weliswaar een lagere opbrengst, maar ze produceren meer stroom op de momenten dat je die ook zelf verbruikt. Zie ‘Figuur 4’.

1.1.5 Eigen verbruik zonnepanelen verhogen door verbruiksmomenten te verschuiven

Of, andere oplossing: kun je juist meer energie verbruiken op het moment van productie? Met slimme apparaten of handmatig kun je grootverbruikers als de was- en afwasmachine, laadpaal en warmtepomp aanzetten als je opwek het hoogst is. Als je niet thuis bent of als je geen zin hebt om dat steeds allemaal handmatig te doen, dan regel je dat met een ‘Energie Management Systeem’ (EMS). Bij ons in huis hebben we een buffervat van 600 liter voor de warmtepomp; met de extra zonnestroom warmen we dat vat nog meer op.

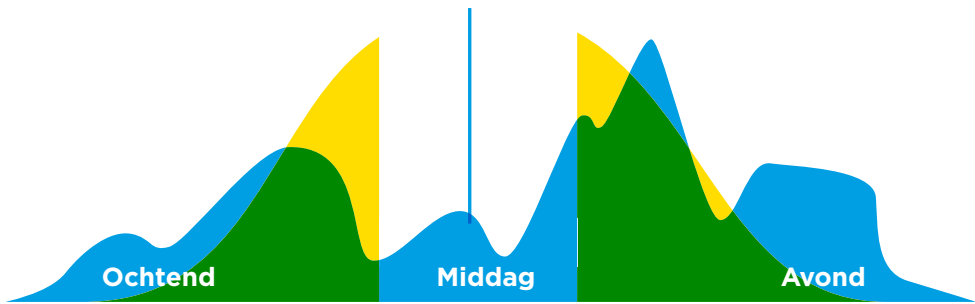
1.1.6 Verhoog eigen verbruik zonnepanelen met een dynamisch contract en elektriciteit op te slaan

Of kun je, zonder de verbruiksmomenten te verschuiven, stroom opslaan voor later gebruik? Opgewekte elektriciteit kun je opslaan in een thuisbatterij.

Per 24 uur doorloop je dit cirkeltje:

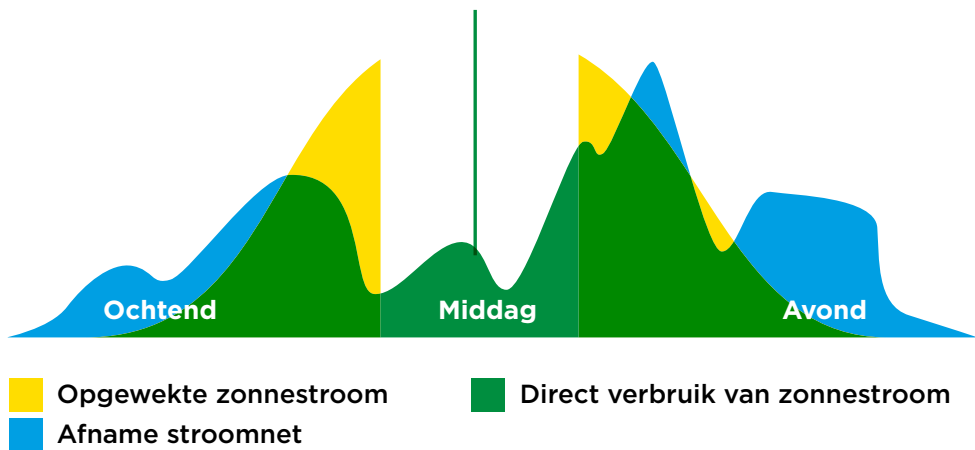
- Je vult de batterij als je zonnepanelen zonnestroom opwekken;
- Je verbruikt deze energie uit de batterij overdag, in de avond en de nacht;
- Met een dynamisch contract vul je de batterij dan gedeeltelijk met goedkopere nachtstroom;

Midden op de dag schakel je de zonnepanelen uit en neem je stroom af van het net.



Figuur 7: Curtailment versie: helemaal uit. Zonnepanelen helemaal uitzetten zodat je geen of minder terugleverkosten hebt. Nadeel is dat je voor het overblijvende gebruik wel stroom moet inkopen. Tenzij op dat moment de uurprijs negatief is en je geld toe krijgt.

Midden op de dag schroef je de zonneproductie terug tot het eigen gebruik in huis.



Figuur 8: Curtailment versie: dimmen. Zonnepanelen 'dimmen', zodat je geen stroom aan het net levert boven je eigen gebruik op dat moment.

- In de ochtend verbruik je deze stroom uit de thuisbatterij weer. Waarna de stroom uit je panelen de ruimte in de batterij weer vullen.

Zo kun je met een thuisbatterij tot ongeveer 70% van je zonnestroom voor eigen gebruik aanwenden. Dit wordt vaak ook ‘zelfverbruik’ of ‘zelfconsumptie’ genoemd. En met een dynamisch contract (waarover later meer) is het ook mogelijk de thuisbatterij in de goedkopere nachtelijke uren op te laden met stroom uit het net. Hierdoor heb je deze relatief goedkope stroom in je thuisbatterij paraat voor de ochtendspits.

1.1.7 Curtailment zonneproductie stroom

Een andere manier om de terugleverkosten te vermijden is curtailment: het uitzetten of afknippen van je zonnepanelen. Curtailment betekent vrij vertaald: inperken of knippen. Als de omvormer van je zonnepanelen uit staat dan is het net als met niet-aangesloten panelen. Er staat wel spanning op, maar die wordt niet meer als stroom opgeslagen omdat het circuit niet meer gesloten is. De spanning wordt nu omgezet in warmte. Panelen kunnen daar in principe tegen. De spanning op zich is wel gevaarlijk zoals zonnepanelen-installateurs je kunnen vertellen.

Ze leveren dan geen stroom meer op en je levert geen stroom meer aan het net en je krijgt daar dus geen ‘boete’ of negatieve prijs voor. Dit ongebruikt weggooiën van duurzaam opgewekte energie staat natuurlijk haaks op de reden waarom sommige mensen, zoals ikzelf, zonnepanelen namen: iets doen aan vergroening.

Curtailment kan op twee manieren:

- Je zet de zonneproductie softwarematig helemaal uit tussen bijv. 12 en 16 uur, of bij negatieve dynamische prijzen;
- Dimmen: de zonneproductie wordt afgeknepen voor zover je die stroom niet zelf verbruikt.

Het nadeel van optie één (helemaal uit) is dat je ook geen zonnestroom voor eigen gebruik meer hebt. Alleen als er op dat moment negatieve prijzen (incl. energiebelasting en btw) gelden, is dit zinvol. Dan levert het afnemen van stroom van het net geld op. Maar, negatieve stroomprijzen komen steeds minder voor.

Optie twee heeft dat nadeel niet, maar vergt een zonnedimmer, EMS of instelling in je omvormer die per seconde je verbruik en opwek met elkaar matcht en de omvormer steeds op dat niveau inschakelt.

Voordelen van curtailment zijn:

- Bij een vast contract krijg je geen boete;
- Bij een dynamisch contract krijg je geen negatieve prijs.

Nadelen van curtailment zijn:

- Zonnestroom gaat verloren, er is minder duurzame energie in de mix;
- Het herhaaldelijk aan- en uitzetten van de omvormer kan slijtage veroorzaken, blijkt uit onderzoek van de TU Delft.

Oplossingen voor curtailment

Sommige omvormerfabrikanten - Enphase en SolarEdge - hebben een oplossing in de app. Met de app van zonnedimmer.nl kun je curtailment aansturen in de omvormers van SolarEdge, Enphase, Growatt, SMA, Huawei, Solis, GoodWe en Sun-grow. Er mag dan geen andere sturing of HEMS actief zijn op de zonne-installatie. Ook Frankwatching en Zonneplan bieden curtailment aan. Frank Energie kan dit (voorjaar 2026) alleen met zonnepaneel-omvormers van Enphase en SolarEdge. Zonneplan stuurt alleen de eigen merk omvormer 'One' aan.

Met een zelfstandig EMS als Eniris of Bliq of een domotica als Home Assistent of Homey kun je ook aan curtailment doen. Let op: ga niet zelf met een knop of stop-pengroep je zonnepanelenomvormer uit zetten. Dit kan zeer slecht zijn voor het apparaat. Kies altijd voor een softwarematige communicatie.

Alternatief voor curtailment

Met curtailment gooien we dus de mogelijkheid weg om duurzame energie te produceren of te gebruiken. Raar dat de wet- en regelgeving deze 'oplossing' financieel aantrekkelijk maakt.

Welke alternatieven zijn er voor curtailment? Op een rijtje:

- Meer apparaten aanzetten op momenten dat de zon meer schijnt, bijv. je auto opladen;
- Overtollige zonnestroom opslaan voor later gebruik in je thuisbatterij, of als warmte in boiler en huis;
- Stroom delen met je burens. Dit kan officieel met de per januari 2026 van kracht zijnde Energiewet die de oude wet uit 1998 (stroom) en 2000 (gas) vervangt. Deze nieuwe energiewet moet een beter fundament leggen onder de energietransitie. Met een verwachte aanscherping medio 2026 zou stroom delen ook tussen klanten van verschillende energieleveranciers mogelijk worden en wordt het pas echt makkelijker. Zie ook het hoofdstuk 'Peer 2 peer, stroom delen met je burens?' op blz. 212'.

Waarom wordt al dat overschot aan stroom niet omgezet in groene waterstof of omgezet in grootschalige opgeslagen energie? Is het niet rendabel om een groenewaterstoffabriek te draaien op stroomoverschotten? Of Noorwegen te helpen bassins van waterkrachtcentrales vol te pompen om later weer elektriciteit mee op te wekken? Zijn die businesscases nog niet interessant of komt dit eraan?

1.2 Salderingsregeling

Tot eind 2026 konden (kunnen) eigenaren van zonnepanelen elk jaar de overtollige elektriciteit die ze aan het net leverden, wegstrepen tegen de elektriciteit die ze van het net gebruikten. Tegen dezelfde prijs. Dat was in de kern de salderingsregeling. In de zomer leveren zonnepanelen meer dan je nodig hebt en in de winter neem je meer af dan je van je dak krijgt. Die hoeveelheden kon je tegen elkaar wegstrepen, je betaalde als je per saldo meer energie afnam dan je had geleverd, of je kreeg geld als je meer had teruggeleverd dan je had gebruikt.

Met de salderingsregeling wilde de overheid zonnestroom stimuleren als duurzame energie, lagere energiekosten realiseren en de terugverdientijd voor huishoudens interessant maken. Dat is ruim gelukt.

1.2.1 Salderingsregeling verdwijnt eind 2026

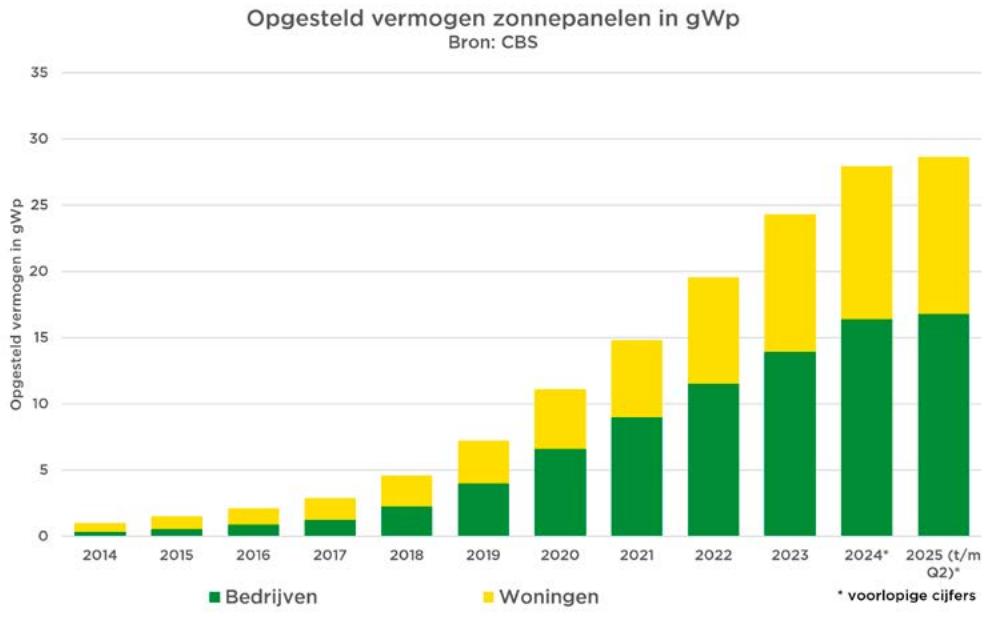
De salderingsregeling was zo'n succes, dat de Duck-curve een te dikke buik heeft gekregen. Met andere woorden, de overproductie die zonnepanelenbezitters mochten wegstrepen, oftewel hun financiële voordeel, werd te groot. Energiemaatschappijen voerden 'terugleverkosten' voor zonnestroom in, in de volksmond ook wel 'terugleverboete' genoemd. Dat beïnvloedt het 'verdienmodel' van je zonnepanelen en je warmtepomp. De 'terugverdientijd' wordt langer.

In andere Europese landen werd de salderingsregeling al eerder afgeschaft: in Duitsland vanaf 2025, de Belgische salderingsvariant liep tot eind 2025. Frankrijk saldeerde al nooit.

Een ander gevolg van de onstuimige groei van zonnestroom in Nederland, dankzij de salderingsregeling, is de netcongestie op het elektriciteitsnetwerk: op zonnige momenten is het eigenverbruik zo gering, en komt er dus zoveel stroom het net op, dat de infrastructuur het niet meer aan kan. Dit is een typisch Nederlands probleem dat ze in onze buurlanden niet kennen. Wat de Nederlandse zonnepanelenbezitters als een recht beschouwden, blijkt een kostbare hinderpaal te zijn geworden.

'Dat betekent ook dat Nederland als een van de eerste landen op grote schaal te maken heeft met uitdagingen rondom de verdere inpassing van zonnestroomvermogen in het energiesysteem, en de zonnestroomsector gaat daarom nu een nieuwe fase in.'

Bron: Daan Jansen, hoofdonderzoeker van DNE Research op Solarstorage.



Figuur 9: Jaar op jaar groei opgesteld vermogen zonnepanelen in gigawattpiek. Dit is het omvormervermogen van de zonnepanelen. Bron: CBS.

Uiteraard is de afbouw van de salderingsregeling in één klap van 100% naar 0% wel erg plots, en duurt het daardoor een stuk langer dan vooraf berekend, vóórdát een huishouden de net aangeschafte zonnepanelen heeft terugverdiend.

Een betere regeling zou dan ook zijn geweest om het salderen geleidelijk af te bouwen, bijvoorbeeld in stappen tussen 2025 en 2032.

Maar er speelt meer.

Waarom stopt de salderingsregel?

De salderingsregeling stopt óók omdat het systeem steeds oneerlijk werd voor mensen zonder zonnepanelen.

Nederland nu vicewereldkampioen

In 2023 was Nederland wereldkampioen zonnepanelen per hoofd van de bevolking met 1386 wattpiek of 3,5 zonnepanelen per inwoner. De nieuwe wereldkampioen? Dat is Australië vanaf 2024. De stand in 2025? Met 1521 wattpiek per inwoner blijft Australië op 1 maar Nederland blijft 2de en loopt wat in met 1491 wattpiek. Bron: SolarpowerEurope en Solar Storage nieuws.

Drie miljoen huishoudens, oftewel 35% van alle Nederlandse huishoudens, hebben zonnepanelen, aldus Netbeheer Nederland.