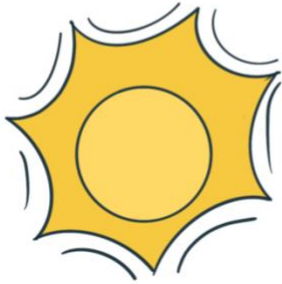


*Veel energie nodig?  
Combineer zon en wind!*

*Plannen voor grootschalige energieopslag en  
netverzwaring kunnen de ijskast in.*



*Ontdek welke energiebronnen ons  
helpen in de duurzame  
energietransitie...*

- met het oog op de lange termijn;*
- op de meest efficiënte manier;*
- zonder onnodige aanleg van nieuwe  
of verzwaarde infrastructuur.*



*Mission Zero, Lectoraat Energy in Transition*

# Hoge energiedruk op Nederland

The screenshot shows a news article from 'De Persgroep' dated Monday, 11 March 2022. The main headline is 'Distributiecentrum in Wijchen voorzien van zonnepanelen dak' (Distribution center in Wijchen provided with solar panels on the roof). The article is categorized under 'Home' and 'Artikel'. It features a large image of workers installing solar panels on a roof. The text discusses the installation of solar panels on the roof of a distribution center in Wijchen, managed by Real I.S. The article mentions that the solar panels will generate approximately 2,666 kWh of electricity per year. It also notes that the distribution center is part of a larger project to reduce CO2 emissions and increase energy efficiency. The article is written by Gert-Jan Jansen and is part of a series of articles on energy transition.

We hebben steeds meer energie nodig. Zeker met de komst van grote datacentra, distributiecentra en melkpoederfabrieken in ons land. Het energieverbruik van dit soort bedrijven mag natuurlijk niet ten koste gaan van de beschikbare energie voor omwonenden. En ook niet van de CO<sup>2</sup>-doelen van de gemeente. Daarom staat menig CEO in de vakbladen met quotes als: "Ons distributiecentrum heeft nul op de meter, dankzij een dak vol zonnepanelen", of: "Al onze processen draaien volledig op duurzame energie." Vaak is dat zelfs, zoals bij het nieuwe datacenter van Meta (Facebook), een voorwaarde voor de bouw<sup>1</sup>. Als dan eenmaal is besloten dat de energievoorziening duurzaam wordt, kunnen de heipalen de grond in. Eind goed al goed? Jammer genoeg niet. Van duurzame energie en zonnepanelen wordt de energiedruk op onze infrastructuur namelijk niet minder.

<sup>1</sup> <https://www.nu.nl/klimaat/6173130/gigaproject-met-megabelangen-facebook-datacenter-is-splijtzwam-in-zeewolde.html>

## Het ligt nét iets ingewikkelder

Natuurlijk, nul op de meter aan het eind van het jaar klinkt goed. En alleen gebruikmaken van duurzame energie is prachtig. Maar het is slechts één stuk van de puzzel. Want daarnaast hebben we in Nederland ook te maken met een overbelast energienet. In dat verband is het geen optie om duurzame energie uit andere delen<sup>2</sup> van Nederland of Europa laten komen, zoals Meta in Zeewolde van plan is. Er is immers al te veel beweging op het net en er is geen ruimte voor nog meer gesleep met energie. Lokaal energie opwekken en gebruiken is daarom echt noodzakelijk. Nu denk je vast: niets is toch lokaler dan zonnepanelen<sup>3</sup> op je eigen dak? Waarom is dat dan geen goede oplossing? Dat leggen we even uit.

## *Zonne-energie heeft een onhandige eigenschap: er is soms te veel van en soms te weinig.*

### Geen perfecte match

Je hebt het vast wel gemerkt: hier in Nederland schijnt de zon niet zo vaak. Het merendeel van het jaar is het laat licht en vroeg donker. Bovendien hebben we vaak grijze luchten. Dat doet iets met de efficiëntie van zonnepanelen. In tegenstelling tot panelen in de Sahara of het Midden-Oosten, werken panelen hier nauwelijks op hun volle vermogen. Op jaarbasis maar 10 procent van de tijd. Slechts een deel van de zomer, als de dagen lang zijn en de luchten veelal blauw, haal je in Nederland volle bak energie uit je zonnepaneel. Laat dat nu precies de tijd zijn waarin we minder energie nodig hebben. Verwarming en verlichting zijn 's zomers minder nodig en, in verhouding tot écht warme landen, is er weinig energie nodig voor verkoeling. Je begrijpt dat in de zomer in Nederland een overschot aan zonne-energie ontstaat. En zoals we net lazen: in de winter is er niet genoeg van.

---

<sup>2</sup> <https://www.zeewolde.nl/trekkersveld-4/energieverbruik>

<sup>3</sup> <https://www.duurzaamgebouwd.nl/artikel/20211111-distributiecentrum-in-wijchen-voorzien-van-zonnepanelen-dak>

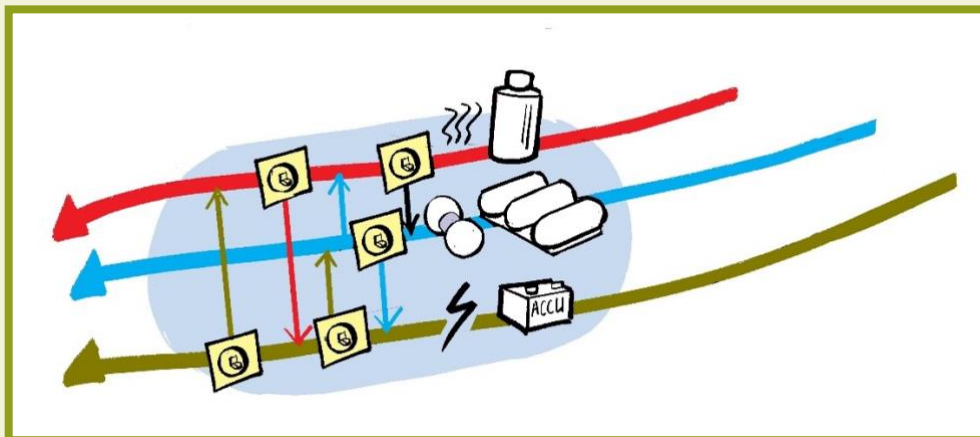
## Hoe gaan we om met overschotten en tekorten?

Wie zich een beetje in de materie verdiept, leert al gauw dat zonnepanelen elektrische energie maken. En dat je die energie direct moet gebruiken zodra je het opvangt. Opslaan is wel mogelijk, maar dat moet om meerdere redenen niet het eerste redmiddel zijn. Bijvoorbeeld omdat er met opslag nogal wat kubieke meters aan accu's gepaard gaan. Zelfs het allergrootste batterijopslagsysteem ter wereld kan een gemiddelde stad maar kort van stroom voorzien. Daar kun je geen seizoen mee overbruggen.

### 3 dragers van energie

Elektriciteit is niet de enige manier om energie in op te slaan of te vervoeren. Er zijn in de basis 3 dragers van energie. Dat zijn: trillende atomen, moleculen en elektronen. In ons onderzoek zien we dat deze 3 dragers praktisch te vertalen zijn naar respectievelijk:

- warmte
- waterstof
- elektriciteit



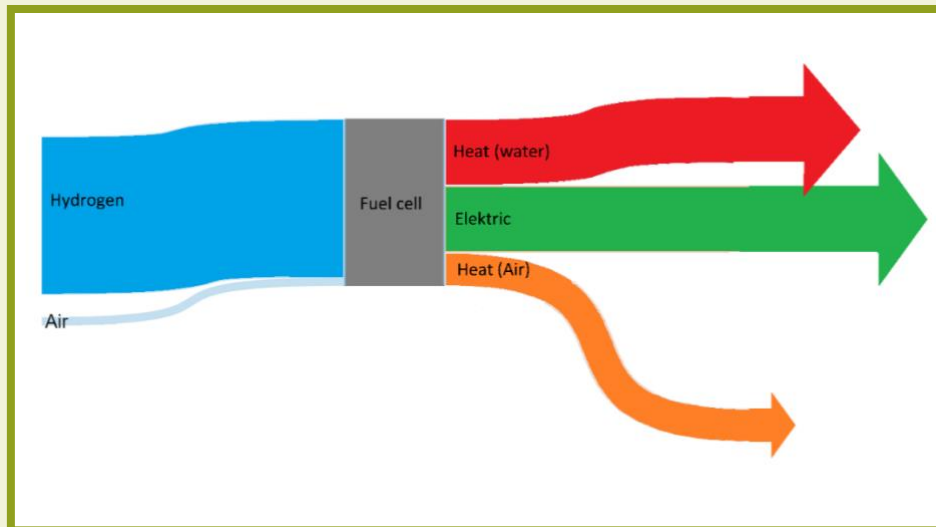
*Figuur 1. De 3 dragers van energie: de bovenste lijn staat voor warmte, de middelste voor waterstof en de onderste voor elektriciteit.*

Net zoals een reiziger kan overstappen van het vliegtuig naar de trein, kun je energie omzetten van bijvoorbeeld elektriciteit in waterstof. Of van warmte in elektriciteit. Met opslag in elektriciteit kun je niet genoeg energie bewaren voor een heel seizoen, maar met opslag in warmte of waterstof kan dat wel. Alleen gaat bij het omzetten – als je niet uitkijkt – veel energie verloren.

### Niet klakkeloos kiezen voor opslag

Dingen gaan niet vanzelf, daar is energie voor nodig. Zo kost het ook energie om elektriciteit om te zetten in waterstof. En andersom. Neem als voorbeeld

de brandstofcel. Hierin maak je elektriciteit (gelijkspanning) van waterstof en lucht. Maar er komt niet alleen elektriciteit vrij. Er komt ook een deel energie vrij in de vorm van warmte (warm water en warme, zuurstofarme lucht). Als je die warmte niet kunt gebruiken, is er sprake van verlies. Daarom vergt het inzetten van een brandstofcel dat je nadenkt over hoe je de warmte die de brandstofcel produceert nuttig kunt inzetten.



*Figuur 2. Voorbeeld van de energieomzetting in een brandstofcel. Links de aanvoer van energie via waterstof en lucht en rechts de uitvoer in de vorm van warmte en elektriciteit.*

### **Omzetten voorkomen**

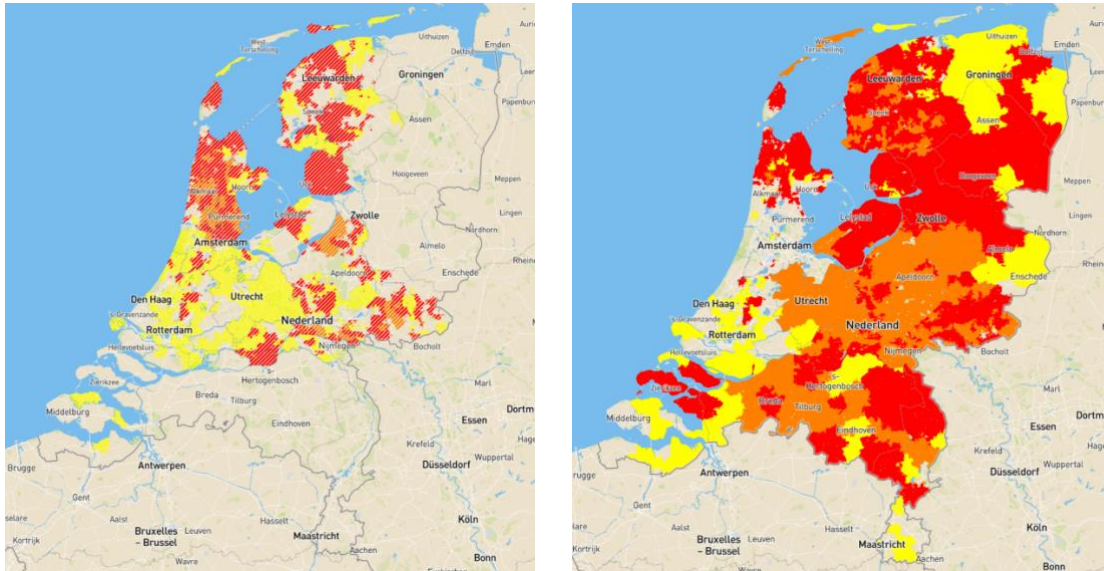
Je moet dus goed nadenken over wanneer je energie gaat omzetten in andere dragers en waarom. Kun je het omzetten van energie ook voorkomen? Het liefst wel, want hoe meer energieverlies je standaard incalculeert voor je processen, hoe meer energie je moet opwekken. Dat betekent nóg meer zonnepanelen en nog meer windmolens. En we willen niet naar een toekomst waarin de natuur één grote energiefabriek is. We moeten toe naar een Smart Multi Commodity Grid als basis van onze energievoorziening.

### **Het Smart Multi Commodity Grid (SMCG)**

Het SMCG is een slim netwerk waarin de 3 dragers van energie samenkomen. Enerzijds slim omdat je de dragers inzet op hun kracht, en anderzijds omdat je ze op een slimme manier laat samenwerken. Daarom zijn we bij Mission Zero nu aan het onderzoeken hoe we deze 3 dragers precies moeten inzetten: waar zit de kracht van de specifieke drager en waar kan deze het best worden ingezet? Om zo efficiënt mogelijk te zijn, streven we er in elk geval naar energie zo min mogelijk om te zetten en op te slaan.

## Sharing is caring?

Opslag moet dus niet het eerste redmiddel zijn. Een andere manier om met het overschot van zonne-energie in de zomer om te gaan, is die energie het net opsturen. Maar dat is precies het probleem: het energienet in Nederland heeft haast geen capaciteit meer. Iedereen 'deelt' immers zijn overvloedige energie op dezelfde momenten met het net, namelijk als er veel zon is en weinig behoefte aan elektrische energie.



*Figuur 3. Links de kaart voor afname en rechts voor invoeden van energie. Geel: transportschaarste dreigt, er geldt een aangepast offerteregime. Oranje: vooraankondiging structurele opstopping bij ACM. Rood: structureel opstopping, nieuwe aanvragen voor transport worden niet gehonoreerd.*

## Het fabeltje van nul op de meter

Misschien heb je zelf ook zonnepanelen op het dak. Dan heb je aan het eind van het jaar waarschijnlijk 'nul op de meter', of je produceert zelfs meer energie dan je verbruikt. Dat klinkt heel mooi en het is ook niet verkeerd. Maar de kous is daarmee niet af. Want ook al staat het leuk op papier, de werkelijkheid is weerbarstiger. De elektrische energie die je in de zomer aan het net geeft, past namelijk bijna nergens meer op onze infrastructuur. Zelfs nu, terwijl er relatief nog maar weinig zonnepanelen in gebruik zijn.

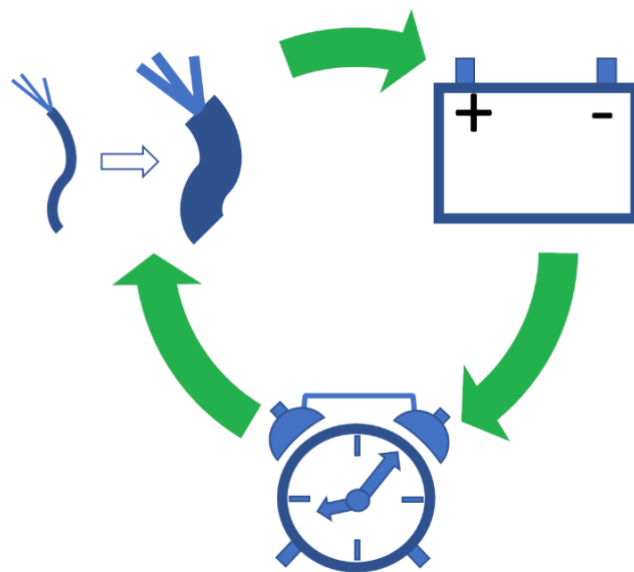
### **Toch niet zo CO2-neutraal**

Als je in de winter jouw 'opgespaarde' energie terugvraagt van het net, krijg je geen zonne-energie terug. Die is allang gebruikt. Daarom staan er nu nog gascentrales stand-by om het energietekort in de winter op te vangen. Die zijn natuurlijk allesbehalve CO2-neutraal. En omdat ze maar een deel van het jaar nodig zijn, zijn ze onnodig duur qua onderhoud en afschrijving.

## Terug bij af?

Wat in het klein gebeurt in jouw huis, gebeurt straks ook in het groot met een distributiecentrum of datacentrum met zonnepanelen op het dak. Die moeten uit hetzelfde energieaanbod putten als de rest van de omgeving. En dat loopt spaak, zo blijkt uit de kaart van netbeheer Nederland. Daarom krijgen veel grote projecten ondanks hun duurzame ambities al geen aansluiting meer.

## Drie opties: energie opslaan, het net verzwaren of ... slim matchen!



*Figuur 4. De drie opties als er sprake is van over- en onderproductie: energieopslag, netverzwaring en de tijd matchen tussen vraag en aanbod.*

### Opslag en netverzwaring zijn plan B en C

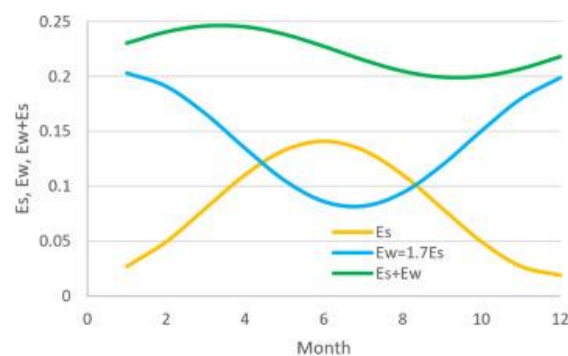
Om ons energienet op een bestendige manier uit de problemen te helpen, kunnen we een aantal dingen doen. We hebben de eerste optie uit bovenstaande figuur al behandeld. Dat was de overtollige energie opslaan. Gezien de kosten én verliezen die daarbij komen kijken, moeten we dat niet meteen willen. Hooguit als het niet anders kan. Optie twee, het net verzwaren, is ook om kostentechnische redenen niet wenselijk. Misschien zeg je nu: 'Wacht eens even. Het net moet toch sowieso verzwafd worden? Datacentra of niet, we gaan toch onvermijdelijk veel meer elektrische energie verbruiken in de toekomst?' Daar komen we later op.

Nu eerst de derde optie. Namelijk: de tijd tussen energievraag en -aanbod beter matchen. Als je lokaal evenveel energie produceert als je op datzelfde moment nodig hebt, hoef je niet uit te wijken naar netverzwaring of opslag in welke vorm dan ook. En in Nederland hebben we toevallig iets heel moois. Over de seizoenen vullen zonne- en windenergie elkaar heel mooi aan!

### De perfecte match: zon en wind

We zagen al dat de zon in Nederland niet zo vaak langdurig fel schijnt. Daarvoor hebben we te veel donkere en korte winterse dagen. Maar waaien, dat doet het veel vaker. Windmolens draaien gemiddeld wel 30 procent van de tijd op volle capaciteit, tegenover de eerdergenoemde 10 procent van zonnepanelen. En wat is nu het mooie? Windmolens bereiken hun grootste levering van energie juist vaak in de winter, wanneer de zon weinig schijnt. Ons onderzoek<sup>4</sup> toont aan dat zon en wind elkaar op die manier heel goed aanvullen.

Onderstaande figuur laat zien hoe een combinatie van zonne- en windenergie kan zorgen voor een vrij constante energievoorziening, zonder de grote seizoengebonden pieken en dalen die we zien bij afzonderlijke productie van zonne- en windenergie. Voor een vlakke levering van energie is iets meer windenergie dan zonne-energie nodig. Om precies te zijn 1,7 keer zo veel.



Figuur 5. De optelsom (groen) van opgewekte zonne-energie (geel) en windenergie (blauw) door het jaar heen, bij een capaciteit van 1,7 keer zo veel windenergie ten opzichte van zonne-energie.

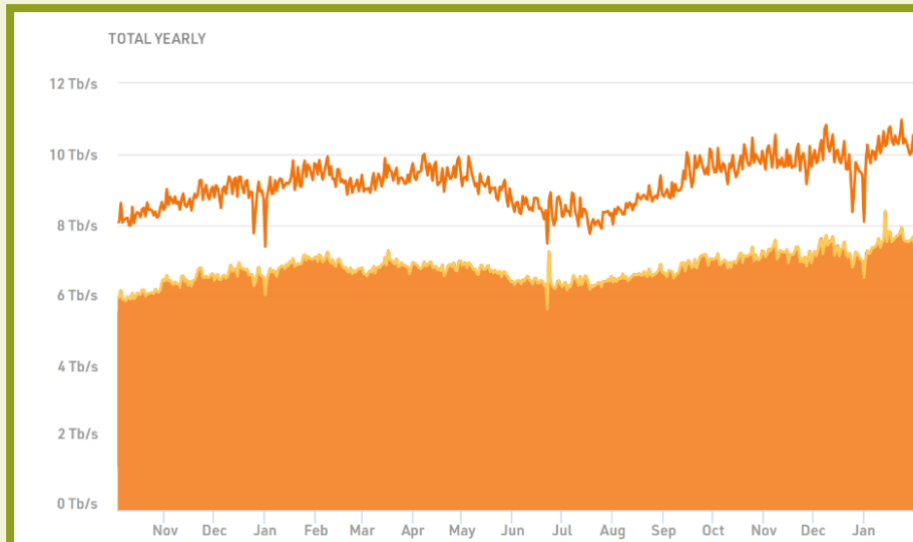
#### Datacentrum bouwen? Kies een slimme locatie

Het vlakke aanbod van zonne- en windenergie energie biedt perspectief voor het gehele energielandschap. Maar het is zeker ook een goede oplossing bij specifieke vraagstukken zoals de bouw van een datacentrum. Dataverkeer is door het jaar heen namelijk vrij constant (zie figuur 6) en daarmee ook de energievraag. Met een vlak energieaanbod zoals dat van zon en wind gecombineerd, hoeft een datacentrum nog maar minimaal aanspraak te

<sup>4</sup> <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100402>



maken op het net. Ook opslag is dan minimaal nodig. Het advies is dan ook om datacentra en vergelijkbare energie-intensieve objecten te bouwen op plekken waar je lokaal zonne- én windenergie kunt produceren. Nabijheid is uitdrukkelijk het credo. Want als de zonne- en/of windenergie van ver moet komen en je ermee gaat 'slepen', raakt het net alsnog overbelast.



Figuur 6. Dataverkeer<sup>5</sup> als functie van de tijd in het jaar.

## Bonus: het elektriciteitsnet beter benutten

Bijkomend voordeel van de combinatie van zonne- en windenergie, is dat ze tegelijkertijd gebruik kunnen maken van dezelfde kabels. 'Cablepooling' heet dat, vergelijkbaar met carpooling. Net zoals je met carpooling één auto beter benut dan als je in je eentje rijdt, wordt met cablepooling één kabel optimaler benut dan met de twee afzonderlijke energieleveranciers. Dat scheelt weer grote hoeveelheden koper. Ons onderzoek laat zien dat zonne- en windenergie slechts zo'n 3 procent van de tijd van het jaar beide<sup>6</sup> op piekvermogen leveren. In dat geval zouden ze de kabel eventueel te zwaar belasten en kun je besluiten om delen van je zonne- of windpark uit te zetten. Curtailing heet dat.

Het energieverlies dat ontstaat als je 3 procent van de tijd van het jaar zowel je zonne- als je windpark uitzet in verband met overbelasting, is 17 procent. In werkelijkheid zul je altijd delen uitzetten en is het verlies kleiner. Dit kan wel eens opwegen tegen de kosten van netverzwaring. In ieder geval kan een project hiermee misschien wel doorgaan bij beperkte toevoercapaciteit. Om overbelasting van het net te voorkomen, kun je er ook voor kiezen de overtollige energie 3 procent van de tijd van het jaar lokaal op te slaan. Toch is dat meestal veel duurder dan curtailing.

<sup>5</sup> <https://www.ams-ix.net/ams/documentation/total-stats>

<sup>6</sup> <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100402>

## **Waarom we het net voorlopig niet hoeven te verzwaren**

En nu we het dan toch over kabels hebben, hoe zit het nou met die netverzwaring? We horen vaak dat ons elektriciteitsnet hoe dan ook niet bestand is tegen onze toenemende elektriciteitsbehoefte. Dat klopt toch? Ja en nee. Het net heeft inderdaad een beperkte capaciteit. Maar we kunnen er veel slimmer gebruik van maken. In de eerste plaats dus door de combinatie van zonne- en windenergie te hanteren, maar ook door het toepassen van gelijkspanning in plaats van de wisselspanning.

## **Gelijkspanning versus wisselspanning**

Via het energienet kun je op twee manieren elektrische energie vervoeren. Namelijk via wisselspanning of Alternating Current (AC) en via gelijkspanning of Direct Current (DC). Bij wisselspanning kiezen energiestromen zelf door welke kabel ze stromen. Ze kiezen daarbij de weg van de minste weerstand en laten de andere kabels links liggen. Ter vergelijking: een automobilist pakt ook liever de snelweg dan hobbelige zandwegen. Maar bij gelijkspanning kun je de energiestromen gemakkelijk beïnvloeden. Zo kun je ze ook laten stromen door kabels die slecht worden benut, en kun je dus veel meer energie transporteren over hetzelfde net. Daarnaast is er nog eens 140 procent meer transport mogelijk omdat gelijkspanning continu op hetzelfde voltageniveau zit. Bij wisselspanning moet je door de nul heen bij het wisselen van de spanning, en op die momenten kun je geen energie leveren.

## **Andere redenen voor de switch AC naar DC**

In het verleden is ons elektriciteitsnet ingericht op wisselspanning, vanwege de stand van de techniek destijds. Maar als we het nu over moesten doen, met de huidige stand van de techniek en energieproducenten zon en wind, zouden we unaniem kiezen voor gelijkspanning. Zonnepanelen produceren namelijk ook gelijkspanning, elektrische auto's en fietsen rijden op accu's met gelijkspanning, brandstofcellen leveren gelijkspanning en steeds meer apparaten worden ontwikkeld om op gelijkspanning te functioneren. Gewoon omdat dit beter of efficiënter werkt. Ons energienet dat werkt op wisselspanning, is inmiddels een vreemde eend in de bijt. Juist terwijl het de verbindende schakel is! Nu moeten we de spanning twee keer omzetten, en verliezen we dus onnodig energie.

## Nog lang niet uitgepraat

De lokale combinatie van zon en wind lost veel problemen op in onze energievraagstukken. Niet alleen als het gaat om melkpoederfabrieken en distributie- of datacentra, maar ook als het gaat om onze reguliere, toenemende energievraag. Toch zijn er een paar kanttekeningen. Hoe krijg je bijvoorbeeld de handen op elkaar voor meer windmolens in de buurt? Bewoners zijn over het algemeen niet gecharmeerd van die reuzen in het landschap. En wat doe je als er een aantal dagen geen energieproductie is omdat het somber is en windstil? Ook al heeft het niet de voorkeur, we moeten toch op zoek naar een bepaalde vorm van opslag. We zijn dan ook nog lang niet uitgepraat.

### **Blijf op de hoogte**

De energietransitie is een complex en veelomvattend onderwerp, maar wij proberen onze visie zo helder mogelijk uit te leggen aan de hand van de laatste ontwikkelingen. Volg ons daarom op [LinkedIn](#) en [Instagram](#) en maak verstandige keuzes op basis van kritisch en onafhankelijk onderzoek.