



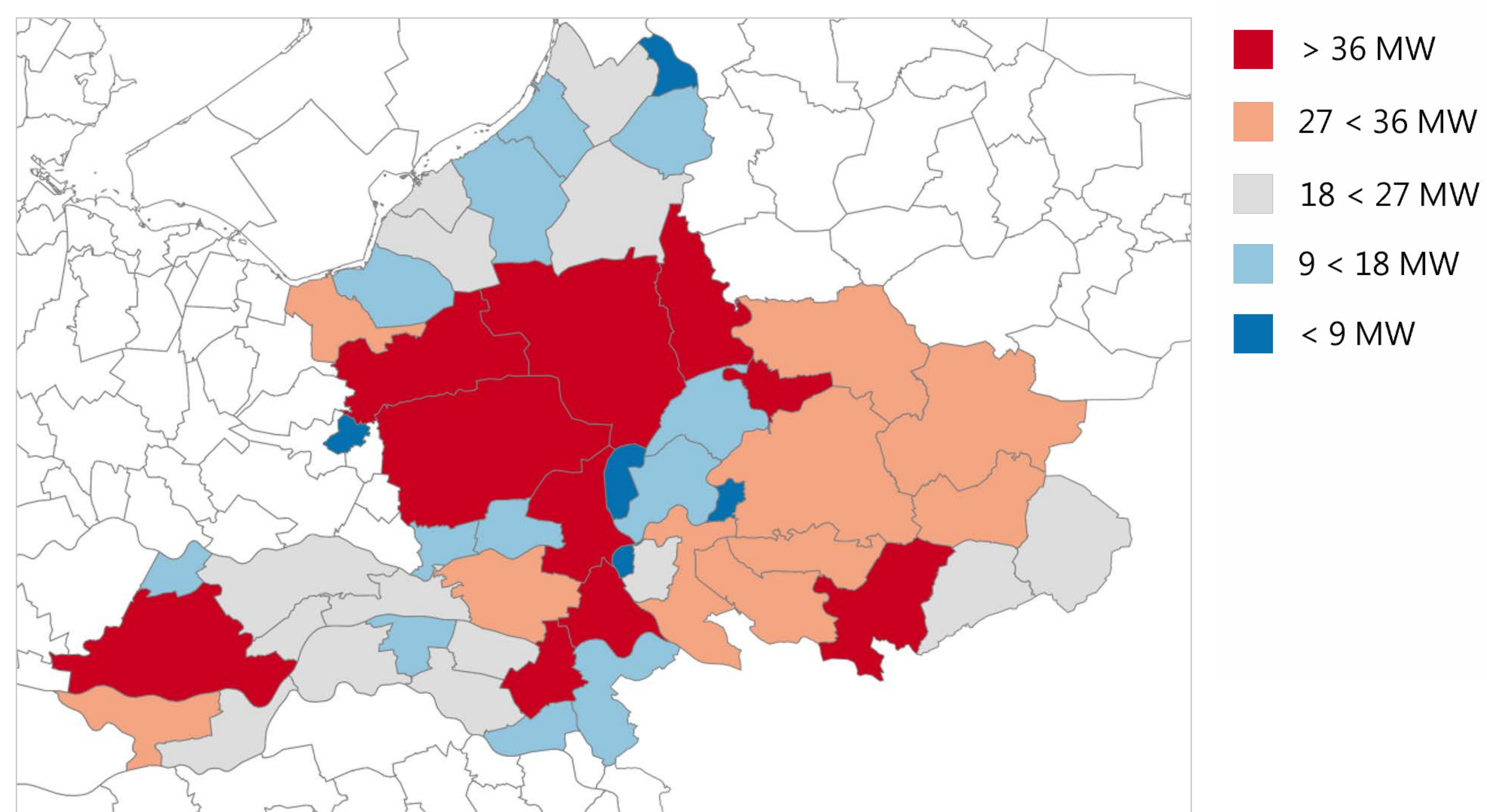
ELEKTRICITEIT UIT ZON IN GELDERLAND

- 2 INTRODUCTIE
- 3 ONTWERP VAN EEN ZONNEPANEEL
- 4 OPBRENGST VAN EEN ZONNENPANEEL
- 6 ONTWIKKELING VAN EEN ZONNEPANELEN
- 7 TYPEN ZONNE-ENERGIE
- 8 PRIJSONTWIKKELINGEN
- 9 PARTICIPATIE BIJ ZONPROJECTEN
- 10 WAT ALS DE ZON NIET SCHIJNT?
- 11 AANSLUITING OP HET ELEKTRICITEITSNET
- 13 DUURZAAMHEID EN OMGEVING

INTRODUCTIE

In het Gelders Energieakkoord is afgesproken dat er 55% minder CO₂ wordt uitgestoten in 2030 ten opzichte van 1990. Duurzame opwek als wind- en zonne-energie spelen daarin een belangrijke rol. De zes Gelderse RESsen komen in hun planvorming tot iets meer dan 6 TWh waarvan ongeveer 4 TWh aan grootschalige opwek uit zon (de helft uit zonnedaken, de andere helft uit zonnevelden). Momenteel staat er 12,5% van het totale opgestelde vermogen aan grootschalig zon van Nederland in Gelderland (2021).

Opgesteld vermogen zonnepanelen Gelderland



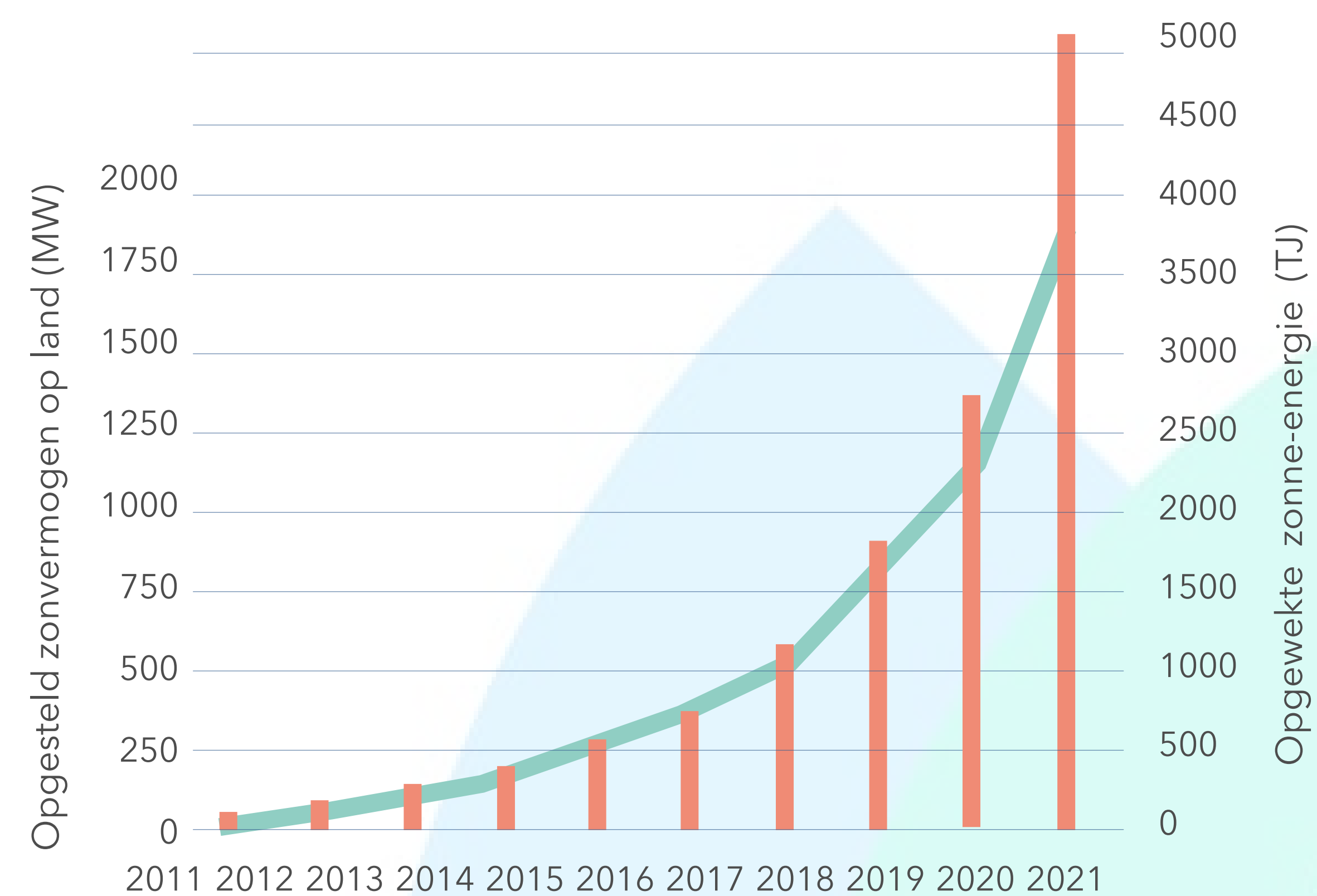
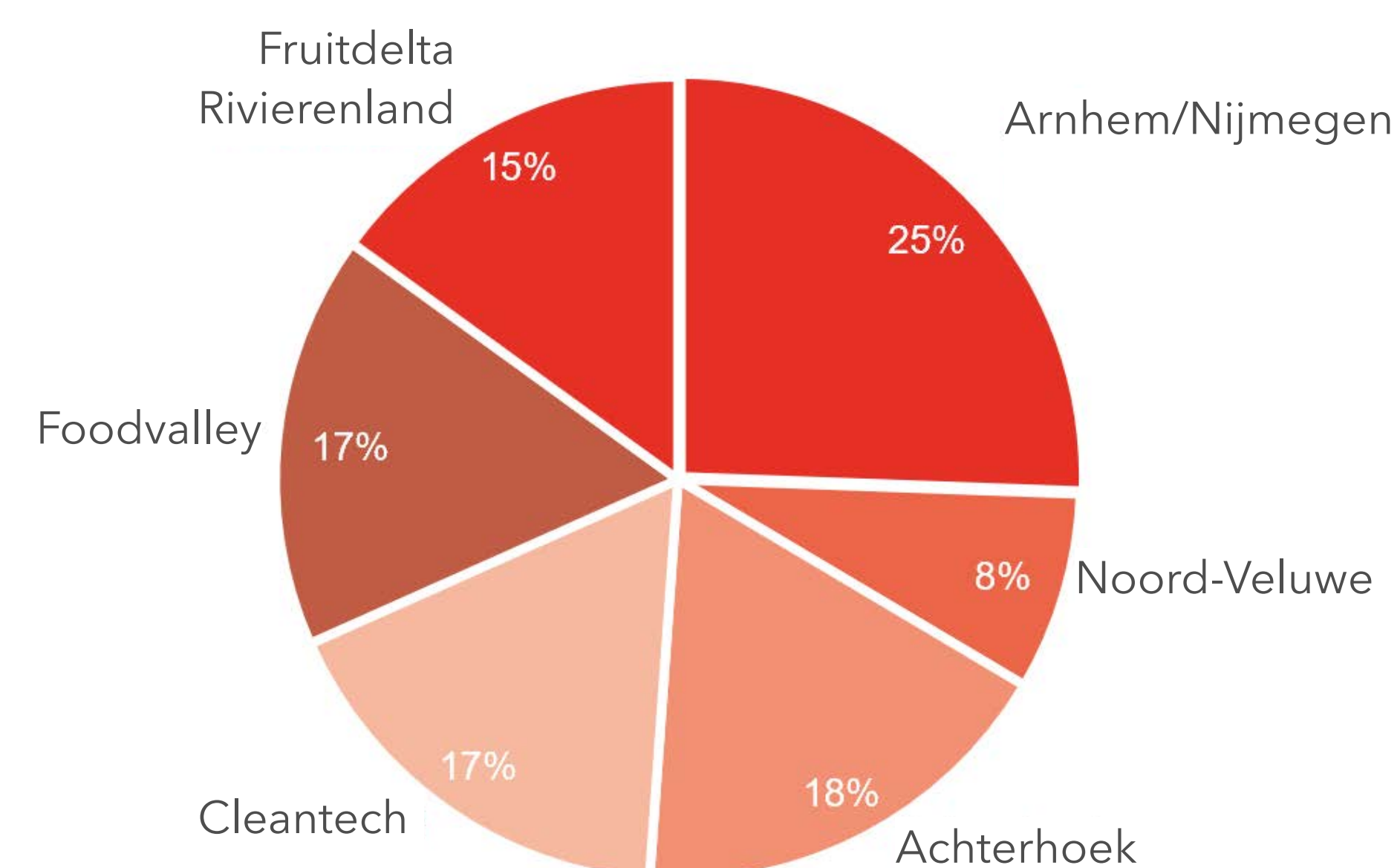
BRON

KERNGEGEVENS

Kerngegevens Gelderland (2021)

Opgesteld vermogen	1.825 MW
Opgewekte elektriciteit	5.044 TJ

Gelderland



BRON

ONTWERP VAN EEN ZONNEPANEEL

Hoe werkt een zonnepaneel?

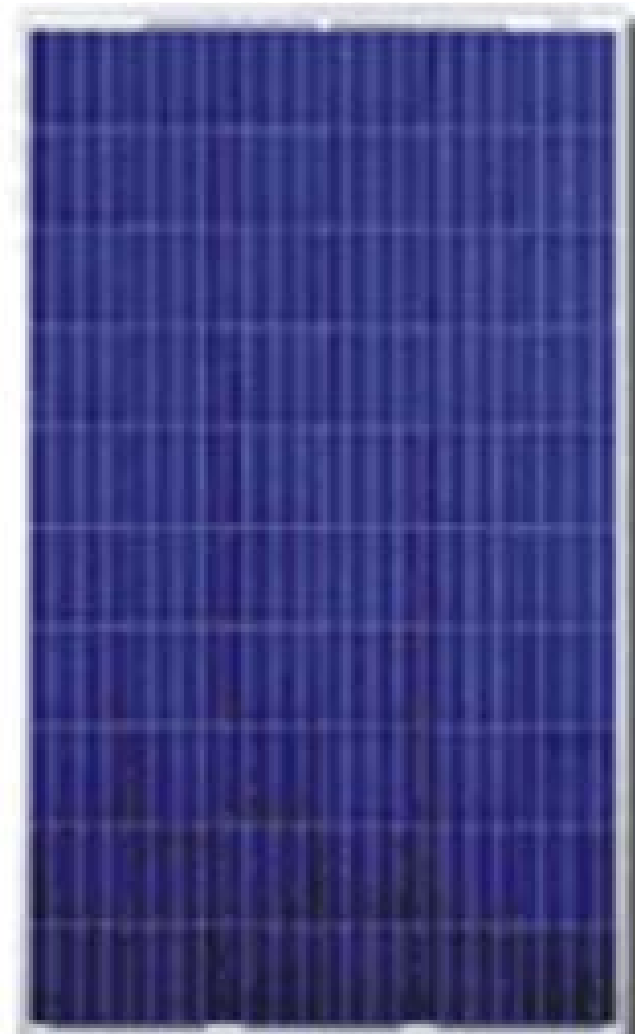
Een zonnepaneel of PV-paneel (PV staat voor *Photo Voltaic*) bestaat uit fotonvoltaïsche cellen die zonlicht omzetten in elektriciteit. Vervolgens zet een omvormer de gelijkspanning (DC) afkomstig van de zonnepanelen om in wisselspanning (AC). Dit is nodig omdat het elektriciteitsnet is ingericht op wisselspanning.

Zonnepanelen bestaan meestal uit een verzameling vierkante zonnecellen. De meeste panelen hebben een formaat van ongeveer 1,6 m² (ca. 1,0 bij 1,6 meter). De meeste zonnecellen worden gemaakt van silicium.

Mono



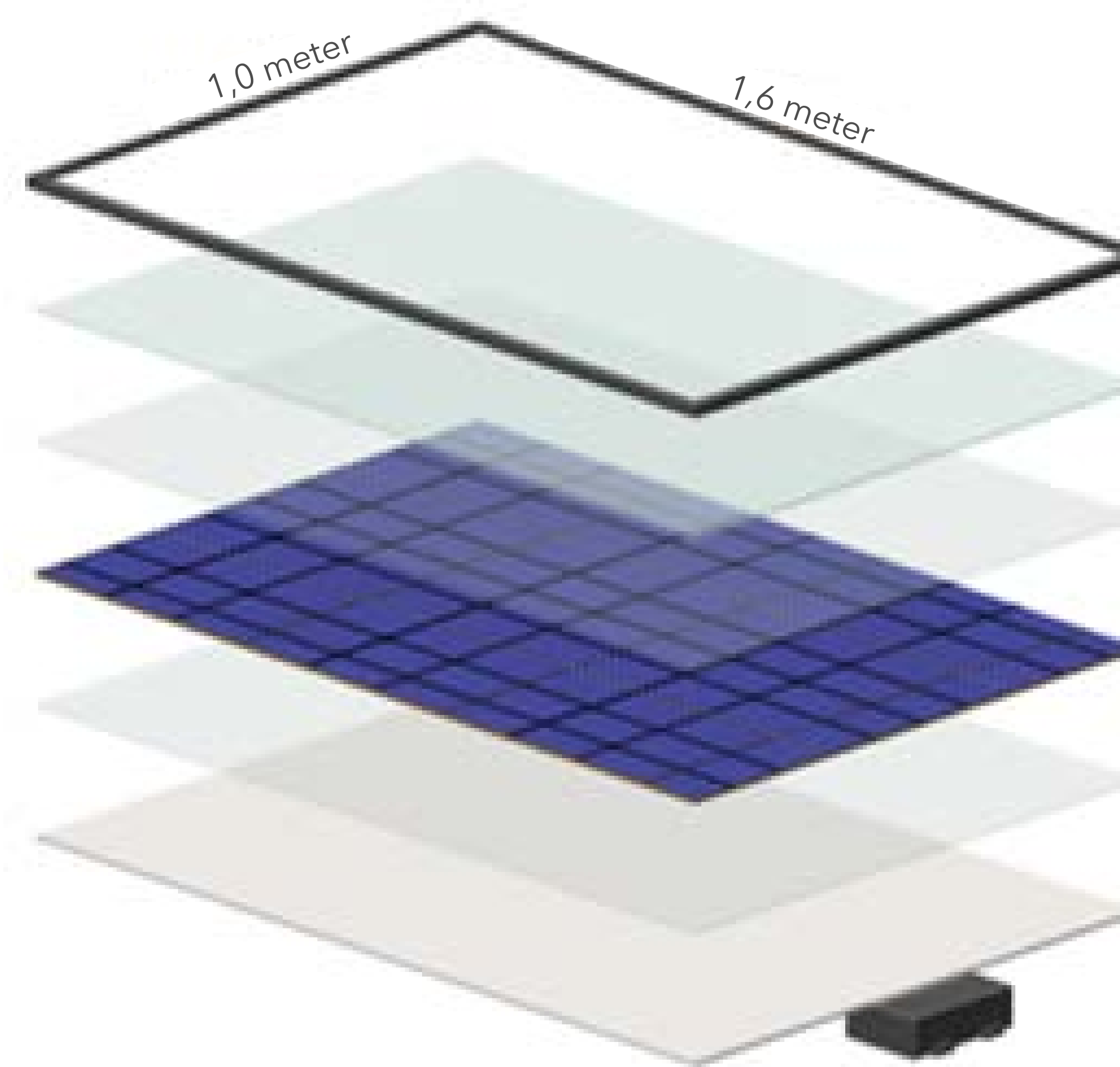
Poly



Dunne-film



BRON



Opbouw standaard zonnepaneel

frame

glasplaat

UV-film

zonnecellen (pv-cellen)

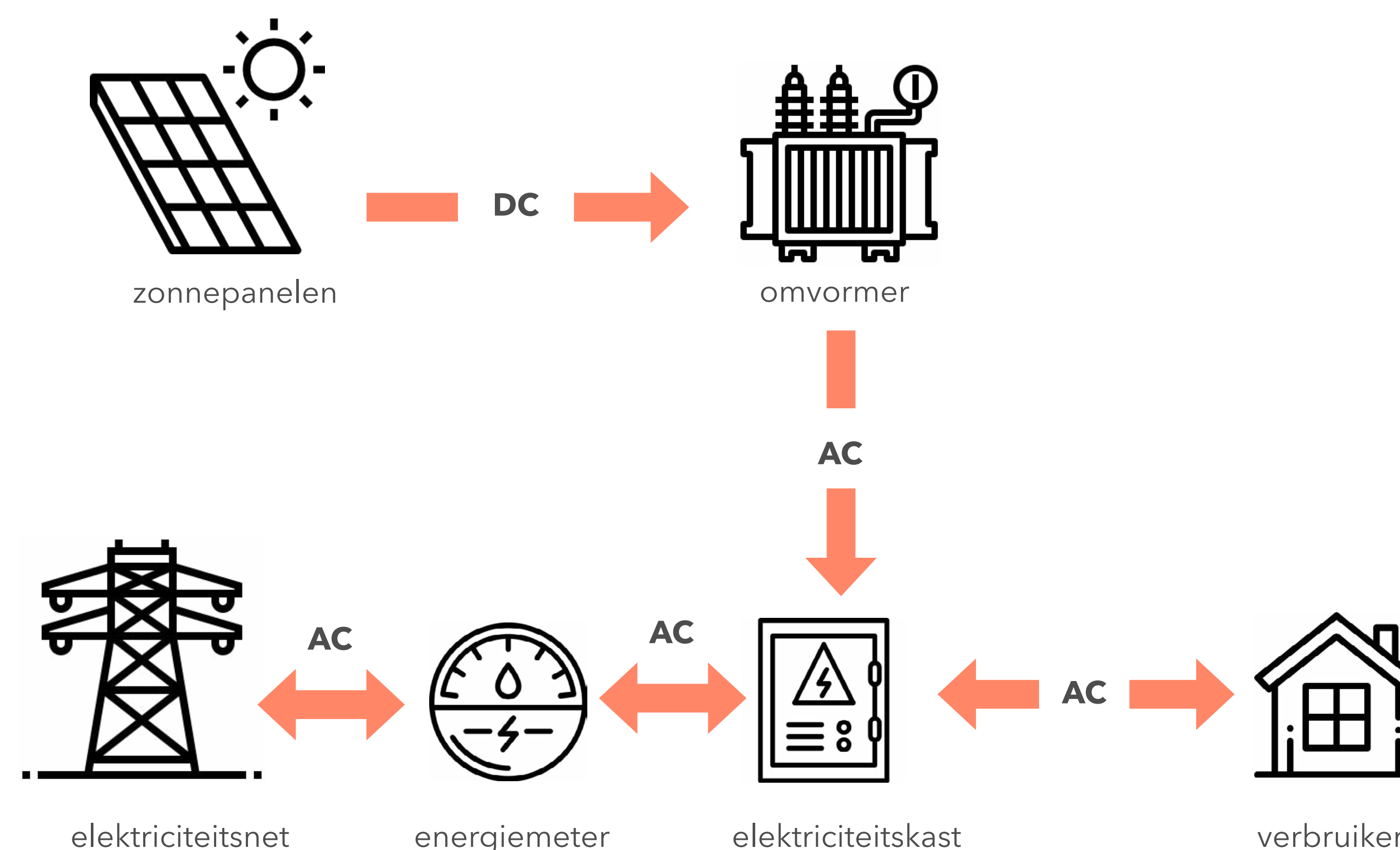
film

achterzijde

omvormer

BRON

Netgekoppeld zonnepaneelsysteem



BRON

ENERGIEOPBRENGST VAN EEN ZONNEPANEEL

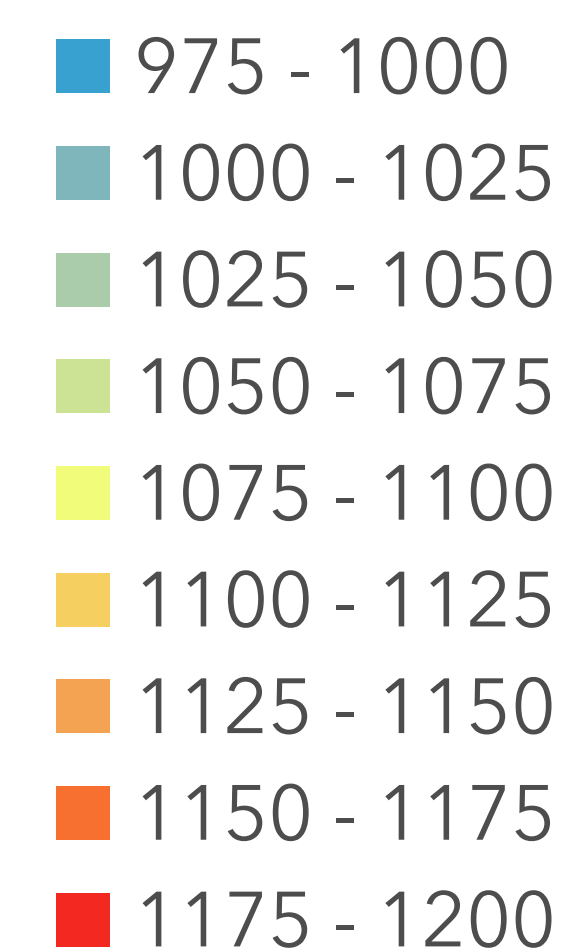
Hoeveel een zonnepaneel opwekt is o.a. afhankelijk van de locatie (rond de evenaar kun je immers meer elektriciteit opwekken dan in Nederland) en de tijd (dag- en seizoensfluctuatie). De 'vollasturen' geven aan hoeveel uur gedurende een jaar een zonnepaneel op vol vermogen zou opwekken om de hoeveelheid energie op te wekken die het in de praktijk opwekt.

Per MW opgesteld vermogen, wekt een zonnepaneel jaarlijks ongeveer 1.000 MWh aan elektriciteit op. Een zonnepark van 5MW wekt dus jaarlijks 5.000 MWh op. Voor windturbines geldt dat per MW opgesteld vermogen per jaar ongeveer 3.000 MWh wordt opgewekt. Een windpark van 5MW wekt dus jaarlijks 15.000 MWh op. Drie maal meer dan een zonnepark met hetzelfde vermogen.

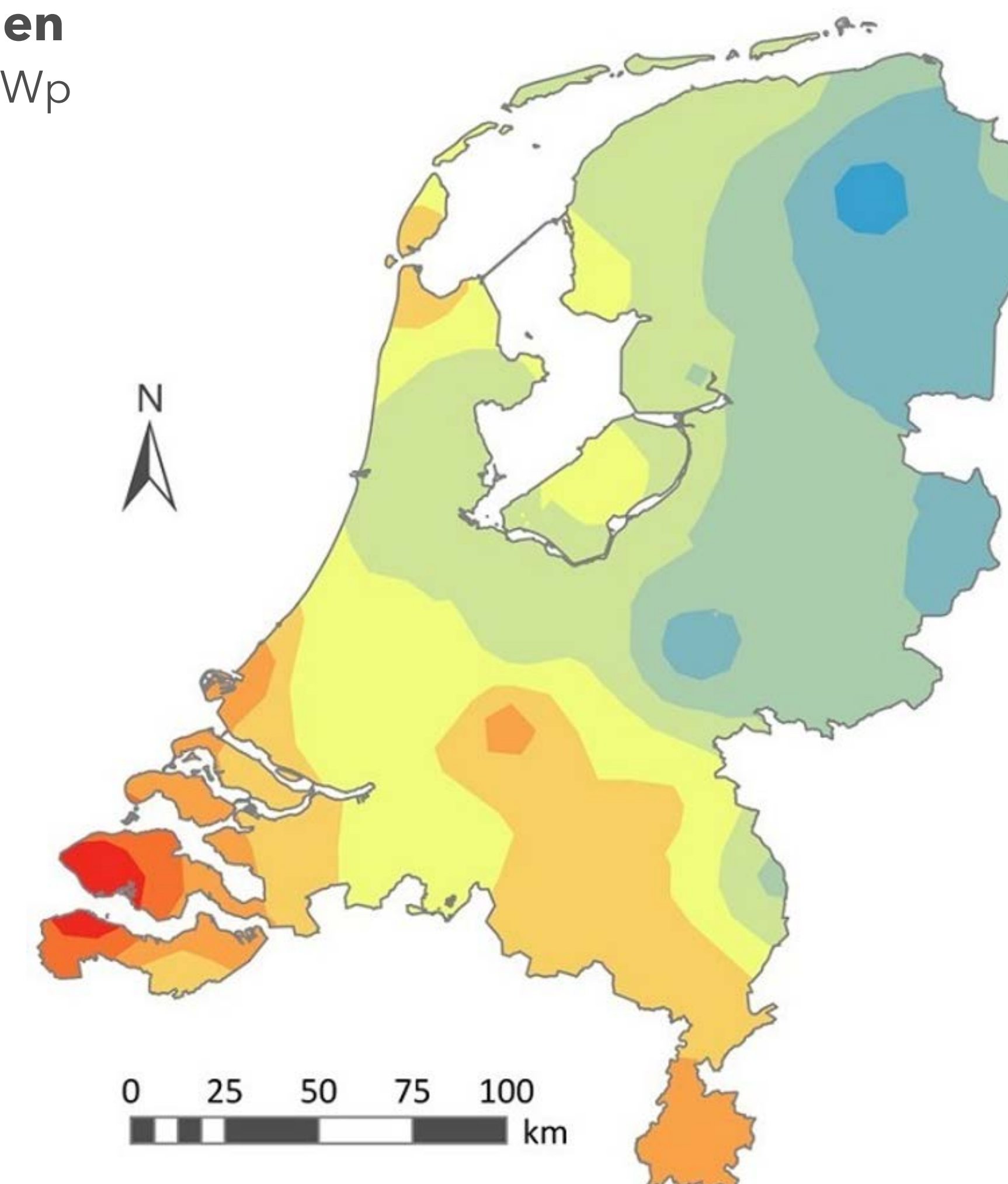
Een ander aspect is de oriëntatie van het paneel. De 'zuidopstelling' wordt vaak gekozen omdat deze de meeste energie opwekt in een jaar. Dit is echter wel vaak op momenten met weinig elektriciteitsvraag (rond het middaguur). Een verticale of oost-westopstelling geeft weliswaar in een jaar minder opbrengst maar wel op momenten dat er ook elektriciteitsvraag is (vroeg en laat op de dag).

Opbrengst zonnepanelen

2020, volledig jaar in kWh/kWp



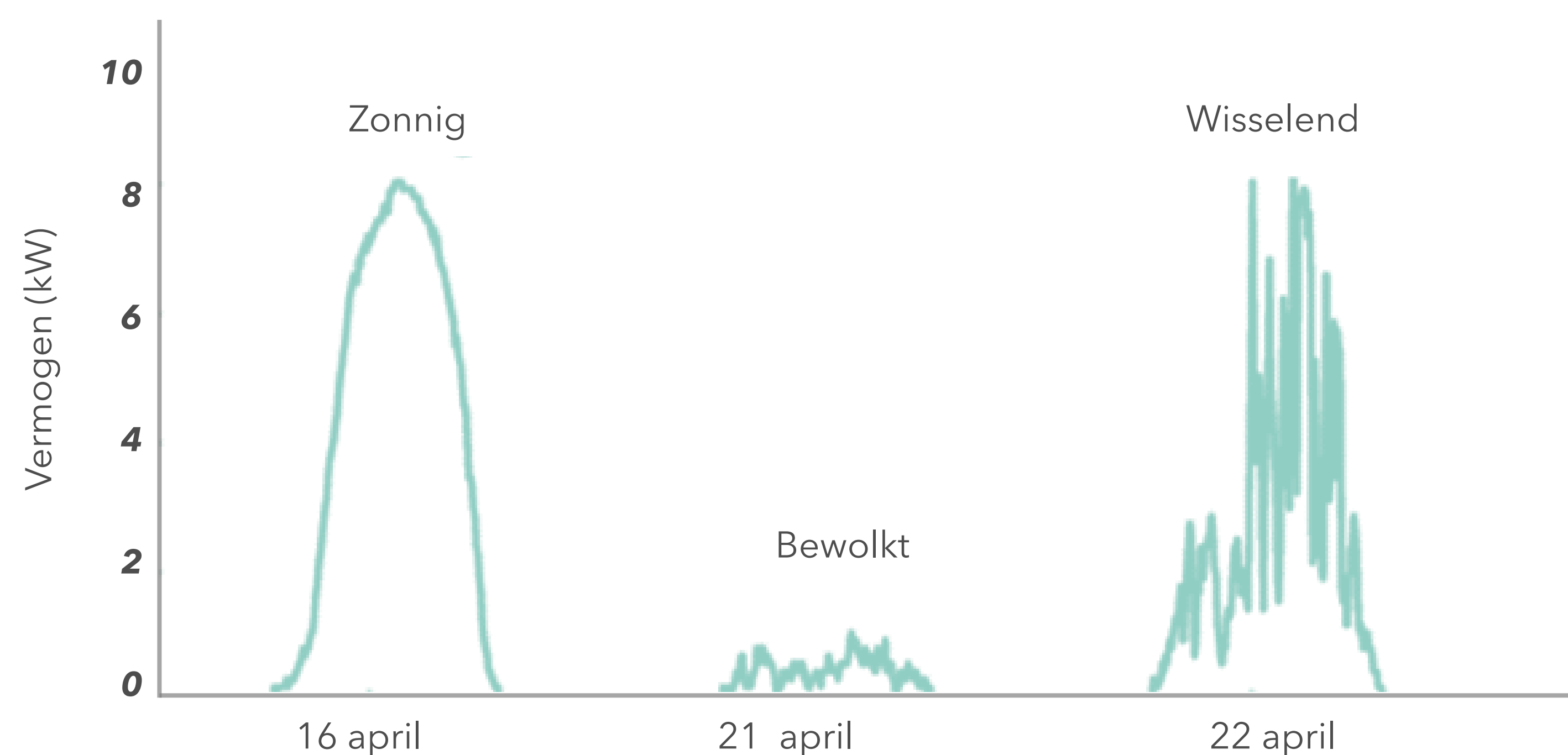
© Universiteit Utrecht, 2021



BRON

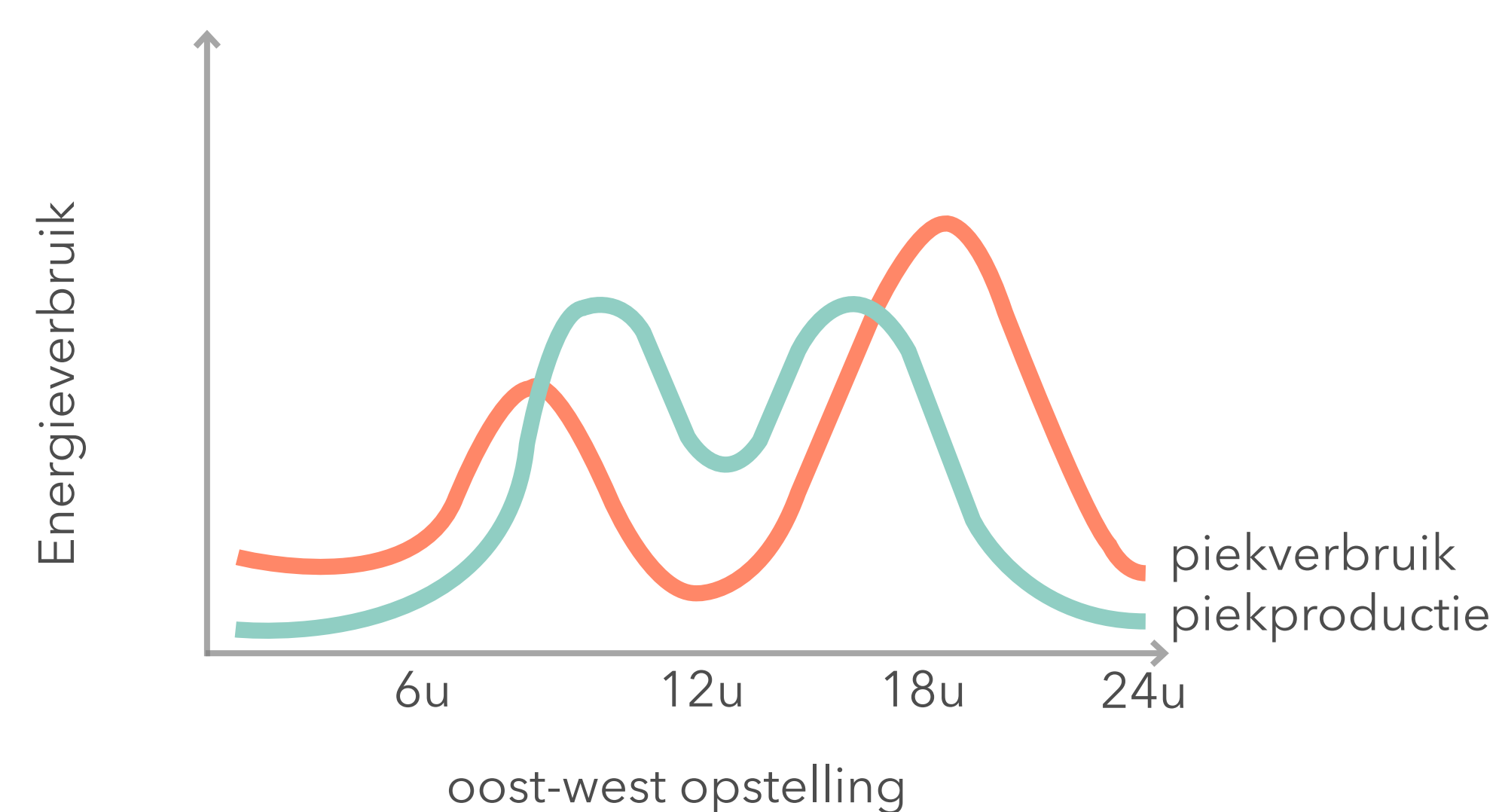
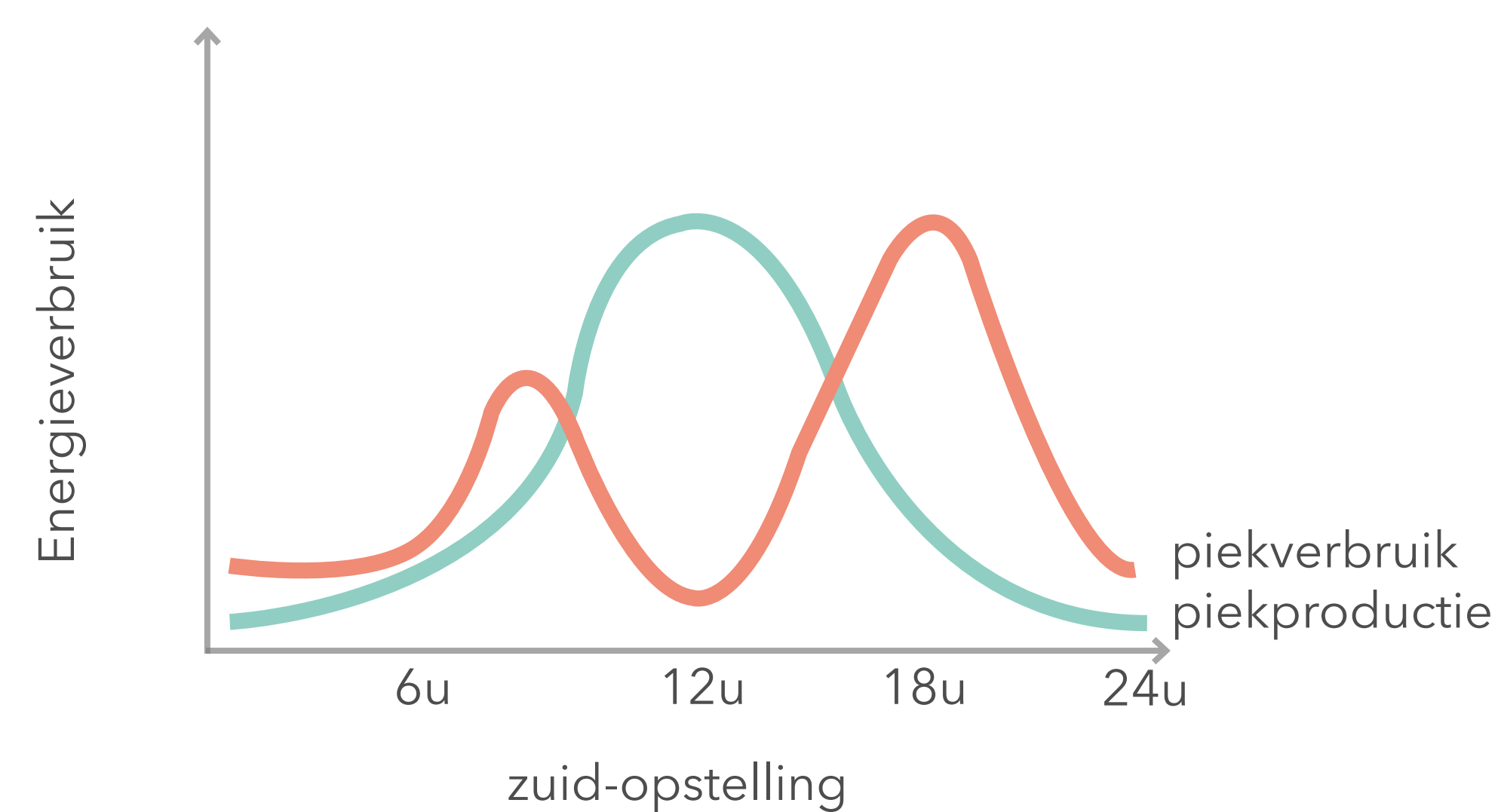
Zon op dak

Idealiter vindt opwek plaats waar ook de elektriciteitsvraag zit. Dat voorkomt onnodig transport van elektriciteit. Doorgaans vindt een groot deel van de elektriciteitsvraag plaats in de steden. Door beperkte beschikbare ruimte zijn zonnepanelen op daken hier een mogelijkheid. Er zijn gemiddeld zo'n 10 zonnepanelen nodig om een huishouden energieneutraal te maken. De elektriciteitsvraag en -opwek vindt echter vaak niet op hetzelfde moment plaats. Samen met de komst van warmtepompen en elektrische auto's is dus een veelvoud van dit aantal nodig. Dit betekent in de praktijk dat er veel meer duurzame elektriciteit moet komen.

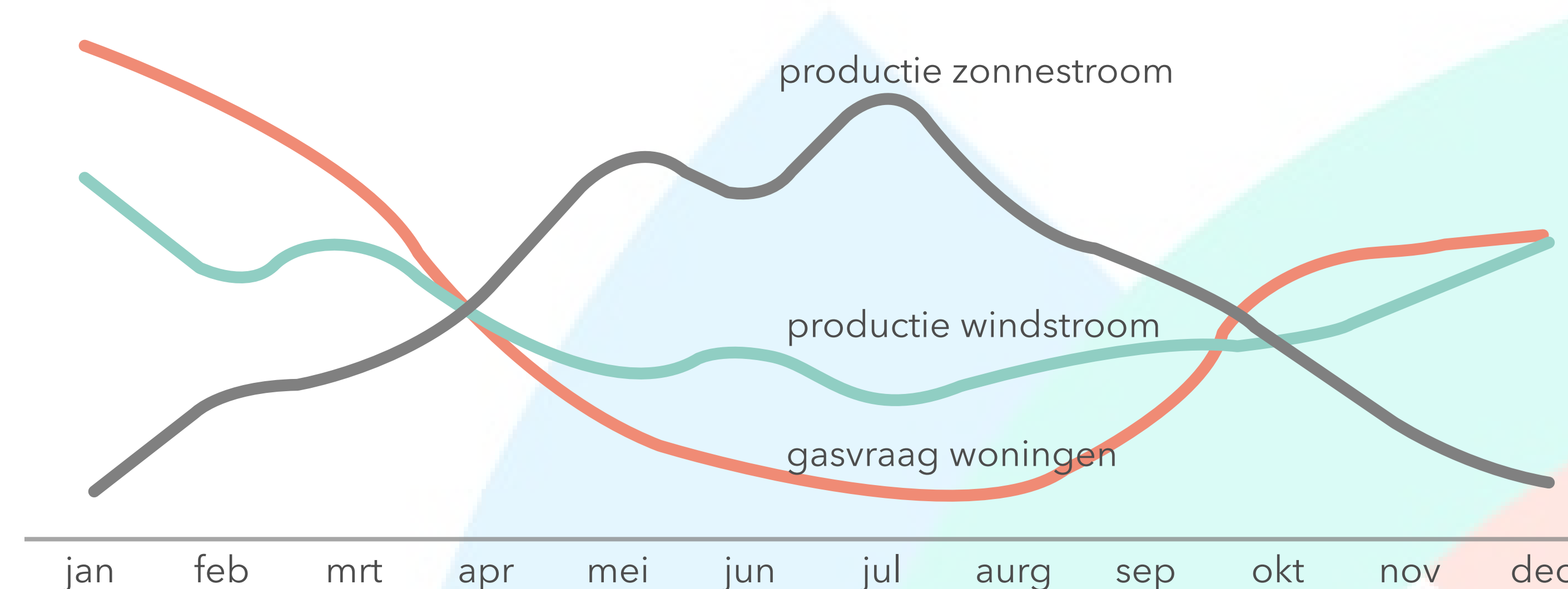


BRON

Verskil in piekproductie tussen zuid- en westopstelling



BRON



BRON

ONTWIKKELING VAN ZONNEPANELEN

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen verschillende systemen: zon op land, zon op dak, concentrator PVs (werken met spiegels en lenzen) en PVT (*Photo Voltaic Thermic* - genereren tevens warmte). Het rendement van al deze systemen stijgt gestaag terwijl de kosten dalen door kleine technologische verbeteringen. Tevens groeit de interesse voor andere toepassingen van zonnepanelen: op water, op gevels, geïntegreerd in dakpannen of met een andere kleur.

Andere materialen

Terwijl de markt voor particulieren nog altijd wordt gedomineerd door zonnepanelen met silicium fotovoltaïsche (pv) cellen, kijken ondernemingen en de academische wereld al naar alternatieven voor silicium:



TYPEN ZONNE-PANELEN



Hierbij is de achterkant van het zonnepaneel vervangen door doorzichtig materiaal zoals glas, waardoor ook licht (door reflectie met de grond) via de achterkant van het zonnepaneel wordt opgewekt.

BRON 

Door meerdere materiaallagen te stapelen kunnen hogere rendementen (boven de 40%) worden gehaald. Door veel hogere kosten maakt dit materiaal alleen relevant voor high tech industrie zoals de ruimtevaart.



Gemaakt van goedkoop (flexibel) materiaal dat op een vergelijkbare manier als kranten geproduceerd kan worden.



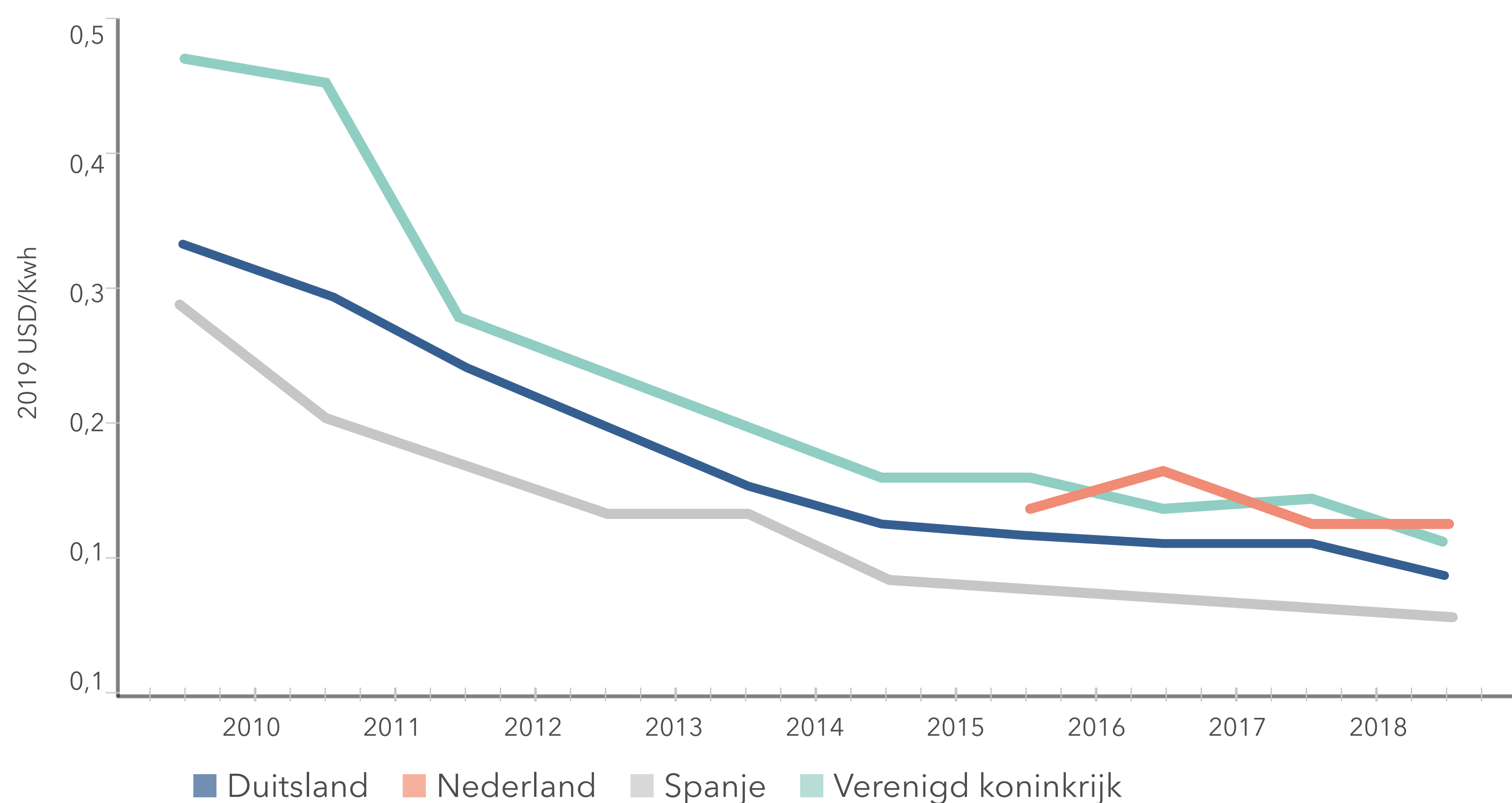
Gemaakt van extreem dun materiaal. Het lichte en flexibele karakter maakt het goedkoper en interessant voor o.a. semitransparante toepassingen in gebouwen.

BRON 

PRIJSONTWIKKELINGEN

De stroomprijs fluctueert

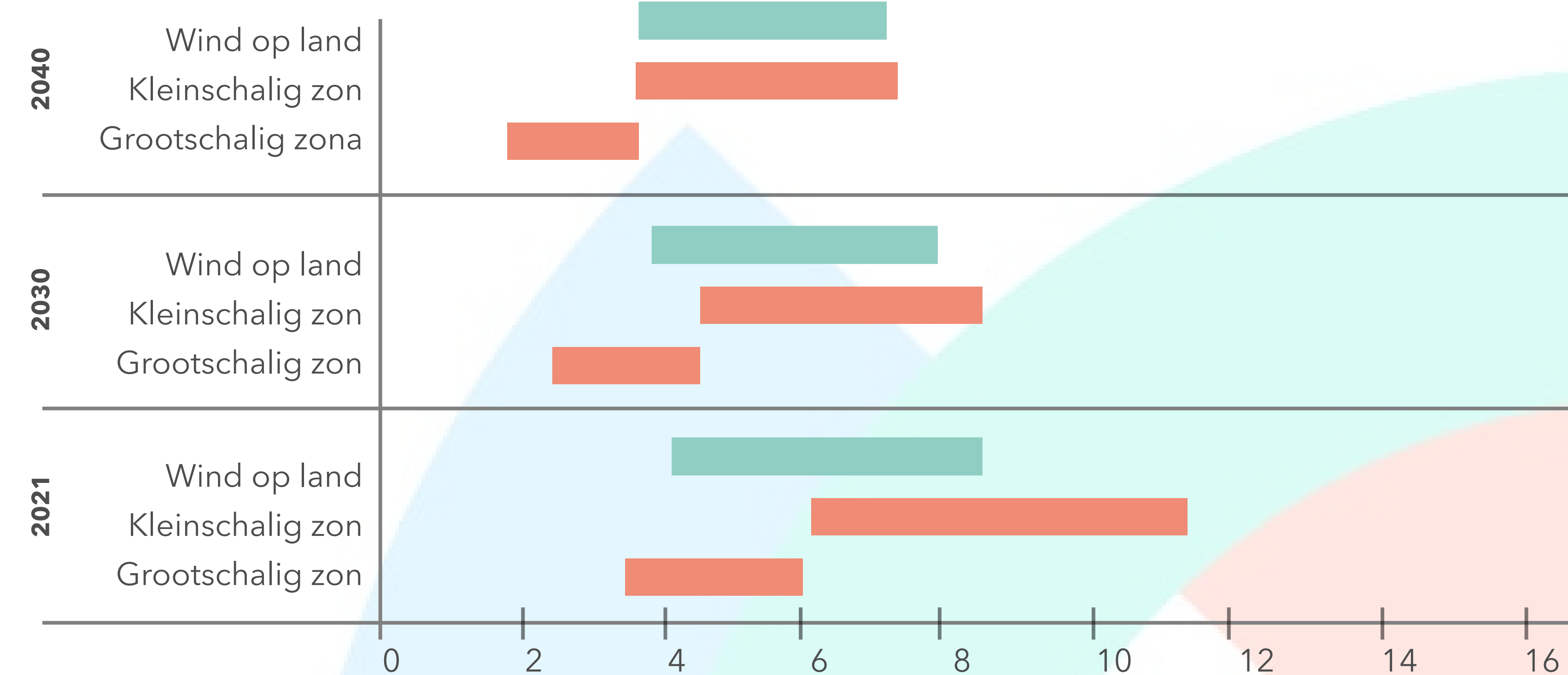
Door de toenemende hoeveelheid duurzame opwek, vinden er op dezelfde momenten steeds groter wordende overschotten of tekorten plaats. De elektriciteitsprijs fluctueert sterk mee. Negatieve prijzen -of andersom- hele hoge prijzen bij een zogeheten dunkelflaute (waar er een tijd zowel geen zon als wind is) krijgen een steeds grotere impact. Dit heeft effect op de rentabiliteit van nieuwe duurzame opwekprojecten. Een gelijke hoeveelheid opgesteld vermogen



BRON

van wind en zon helpt bij het verzachten van de pieken en dalen, omdat de momenten van energie-opwek elkaar goed aanvullen. Ook flexibiliteitoplossingen zoals opslag (zoals een batterij) en conversie (omzetting naar andere energievormen of -dragers zoals waterstof) worden door de fluctuerende energieprijzen economisch meer haalbaar.

Kosten voor elektriciteit (€cent/kWh)



BRON

PARTICIPATIE EN SUBSIDIE BIJ ZONPROJECTEN

Lokale wind- en zonprojecten lenen zich goed voor lokale participatie. In het Klimaatakkoord is het streven naar '... minimaal 50% lokaal eigendom' bij duurzame opwek projecten opgenomen. Om dit te verwezenlijken kunnen gemeenten bijv. gebruik maken van de [maatschappelijke tender](#). Daarnaast zijn er verschillende tegemoetkomingen:

1. **Salderingsregeling:** voor kleinverbruikers om jaarverbruik en -vraag tegen elkaar weg te strepen - geen rekening houdend met het moment van opwek of verbruik. De regeling wordt vanaf 2025 afgebouwd.
2. **Subsidie Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++):** voor grotere bedrijven en zonneparken is nog altijd subsidie nodig.
3. **Subsidierегeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE), voorheen Postcoderoos (PCR):** in het leven geroepen voor lokale participatie in gezamenlijke zonprojecten.

Procesparticipatie in het project

De initiatiefnemer doorloopt samen met de omgeving een proces om te komen tot een wenselijke en haalbare vorm van participatie. Hieruit volgen afspraken over het ontwerp van het energieproject, over de ruimtelijke inpassing en/of over de financiële participatie en opbrengsten voor de omgeving.

Omwonenden profiteren mee als mede-eigenaar van een wind- of zonneproject, via een vereniging of coöperatie.

Mede-eigenaarschap

Een deel van de opbrengsten komt ten goede aan maatschappelijke doelen in de wijk, zoals een sportclub of een wijkvereniging.

Omgevingsfonds

Omwonenden nemen risicodragend deel aan een project, bijvoorbeeld door aandelen, certificaten of obligaties.

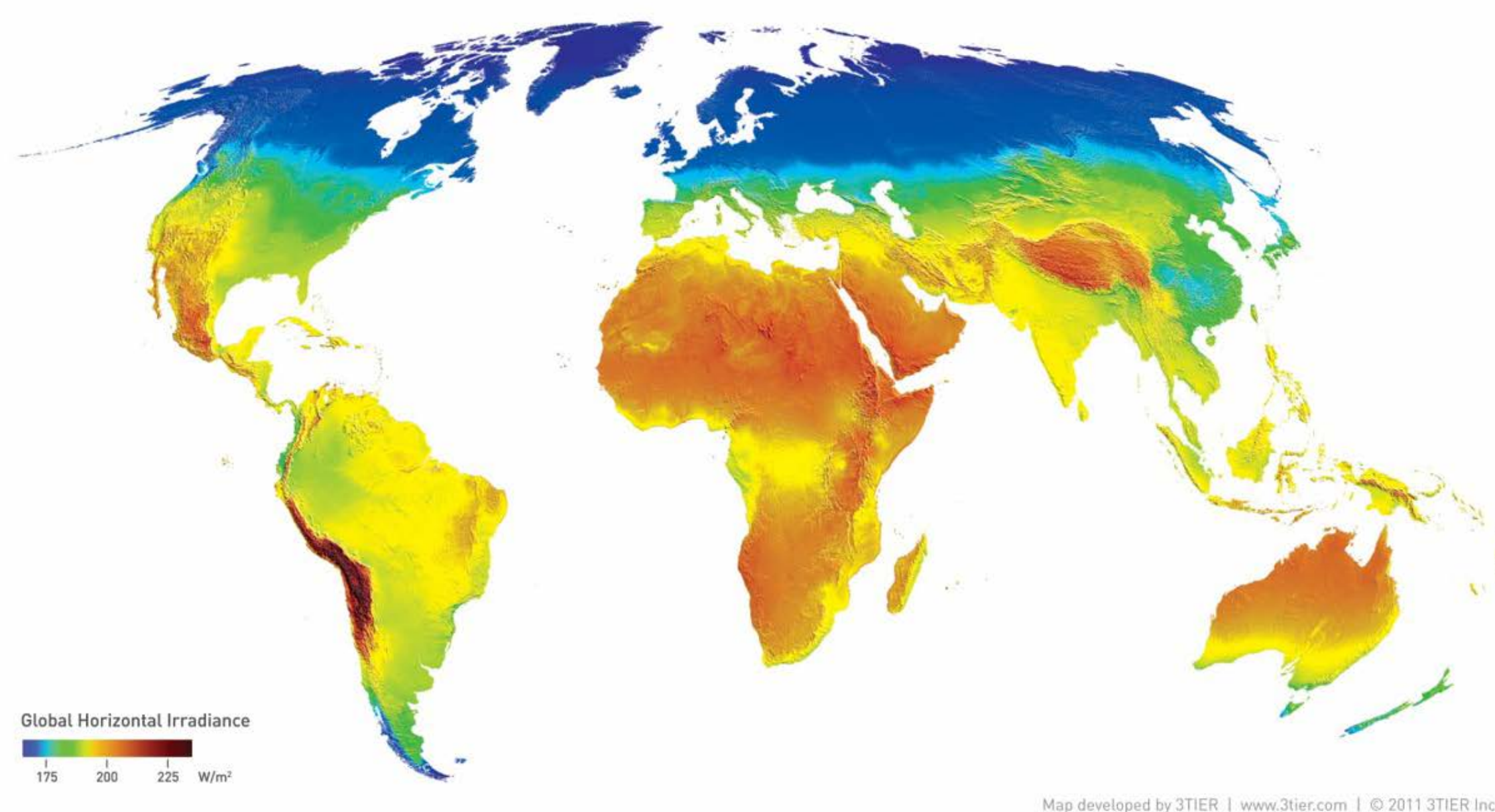
Financiële deelneming

Direct omwonenden omwonenden ontvangen voordeel, bijvoorbeeld in de vorm van verduurzaming van hun woning of korting op groene stroom.

Omwonendenregeling

WAT ALS DE ZON NIET SCHIJNT?

De zon schijnt vaak op momenten dat er minder elektriciteitsvraag is. Als er geen duurzame opwek is, wordt nu vooral elektriciteit opgewekt uit fossiele bronnen, zoals kolen- of gascentrales. Zonnepanelen zorgen voor meer duurzame stroom, maar voor de periodes zonder (voldoende) zon blijven oplossingen nodig.



Wereldwijde straling

Om aanbod en vraag van elektriciteit beter in balans te kunnen brengen is er een aantal mogelijkheden:

Batterijen/accu's: batterijen zijn geschikt voor korte termijn opslag om bijv. de elektriciteits-opwek van de dag op te slaan voor verbruik in de nacht.

Curtaiment: beperkt de levering van electriciteit. Alle meerproductie verdwijnt. Per saldo is het verlies echter maar 3% op het totaal. De pieken komen immers niet vaak voor en duren ook niet lang.

Aanvullende CO₂-vrije energiebronnen: zonne-energie vult windenergie goed aan. Op momenten dat het niet waait, is de kans groot dat de zon schijnt (en andersom).

Vraagsturing: veel apparaten en

industriële processen zijn flexibel in het moment waarop ze elektriciteit gebruiken. Voor kortdurende fluctuaties is dit een kosteneffectieve oplossing.

Opstelling: zoals eerder benoemd maakt de oriëntatie (ten opzichte van de zon) van de panelen uit voor *wanneer* de energie opgewekt wordt.

Conversie: elektriciteit kan moeilijk (voor lange tijd) opgeslagen worden, maar warmte en waterstof zijn juist makkelijker op te slaan voor seizoenoverbrugging.

Internationale koppeling: denk aan uitwisseling of import van energie met andere landen.

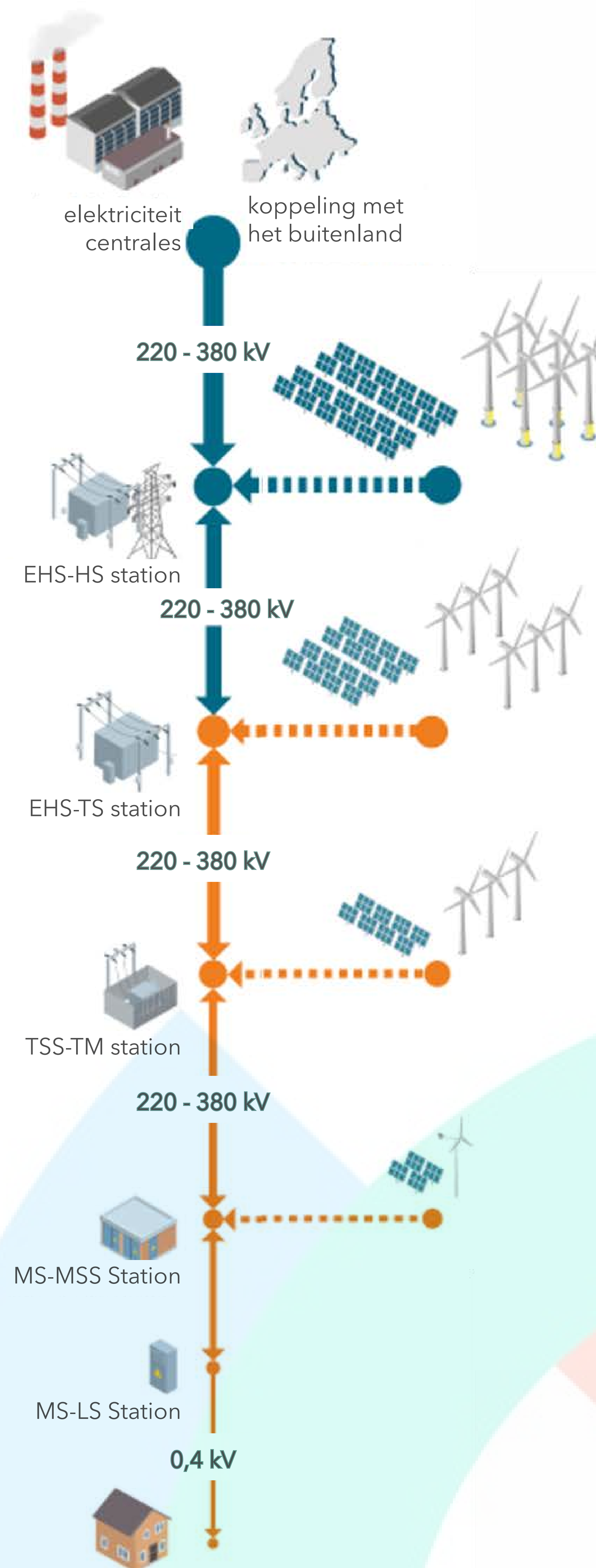
AANSLUITING OP HET ELEKTRICITEITSNET

Een aansluitkabel geeft de zon-opwekking aansluiting op het elektriciteitsnet. Per hectare kan ongeveer 1 MW aan vermogen geplaatst worden, afhankelijk van de opstelling. Hoe het wordt aangesloten op het elektriciteitsnet hangt af van het vermogen:

- Tot 0,4 kV (kilovolt) op het laagspanningsnet; daar zijn de elektriciteitskastjes in de wijken voor nodig
- Tot 10-20 kV op de kabel van het middenspanningsnet; trafohuisje
- Groter dan 2 MW direct op het elektriciteitsstation

Dit betekent dat de geringe zon-opwekking door alle spanningslagen (laag-, midden en hoogspanning) moet worden getransporteerd als het niet wordt gebruikt. In gebieden waar een overvloed aan duurzame opwek aanwezig is, kan het voordeliger zijn om opwek te clusteren om te voorkomen dat alle spanningslagen overbelast en uitgebreid dienen te worden. Tegelijkertijd wordt zon-op-dak kleinschaliger gerealiseerd op plekken waar al een bestaande aansluiting aanwezig is. Voor zon-op-land is normaliter een nieuwe aansluiting nodig.

Elektriciteitsstations van Liander in Gelderland



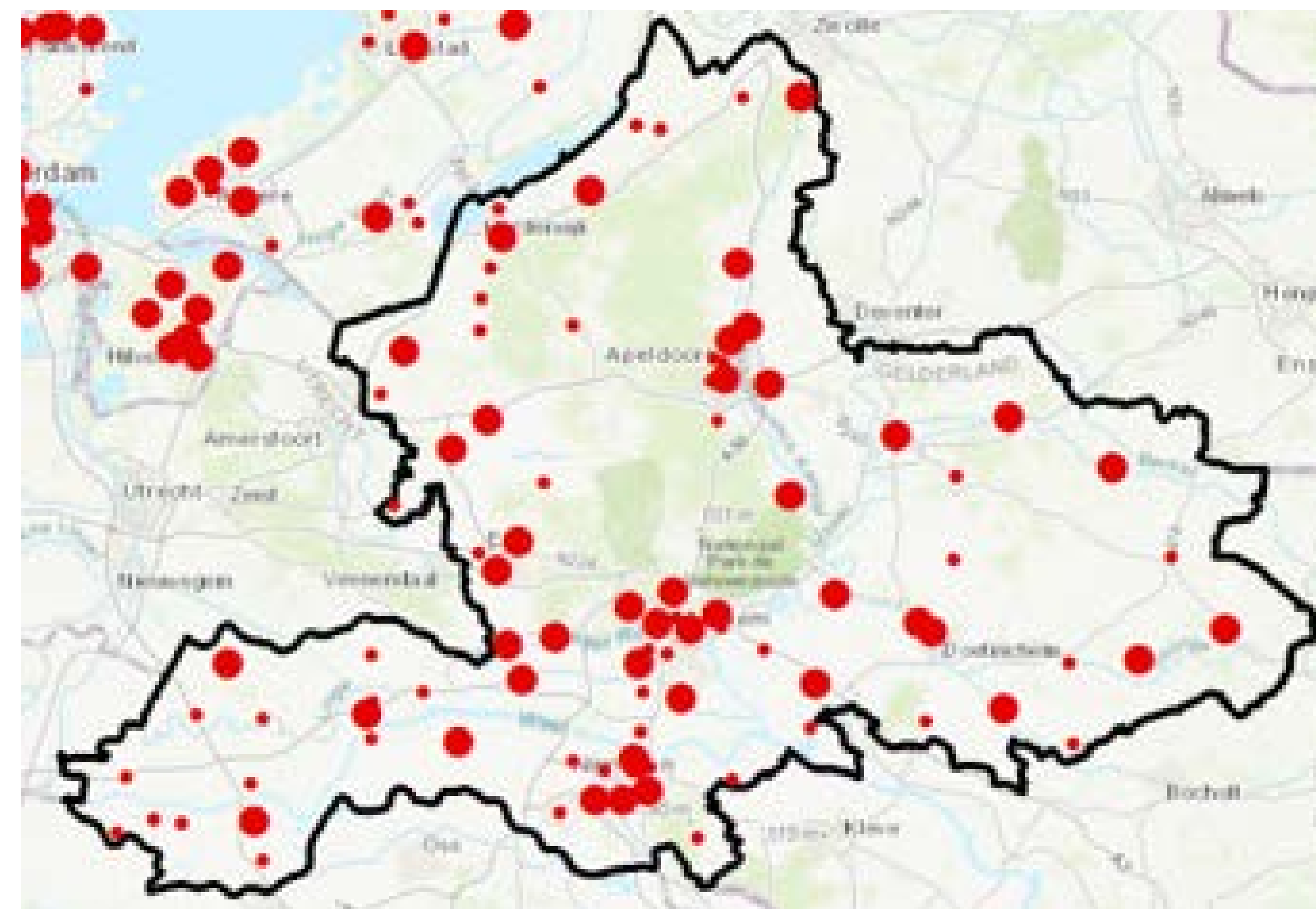
Woningen per elektriciteitskastje

Op een elektriciteitskastje zijn in de meeste wijken ongeveer 100 woningen aangesloten. Dat kan omdat niet iedereen tegelijk alle apparaten in huis aanzet. Bij zonnepanelen is dat anders: deze leveren allemaal tegelijk elektriciteit als de zon schijnt. Het elektriciteitsnet is hier niet op ontworpen.

Cablepooling

De aansluitkosten kunnen beperkt worden door de aansluiting te delen (*cablepooling*). Dit kan met opwek die complementair aan zon is, zoals opwekking met wind. Door evenveel vermogen zon als wind aan te sluiten met het vermogen van één, verlies je maar 3% van de opgewekte elektriciteit per jaar. Een aansluiting kan ook worden gedeeld met een afnemer van elektriciteit (op hetzelfde moment als de opwek).

Onderstations



Meerdere leveranciers

Het kan handig zijn om meerdere leveranciers op één aansluiting te kunnen hebben, een zogenaamde MLOEA constructie (Meerdere Leveranciers Op Een Aansluiting) voor bijv. een lokaal participatieproject voor een zonneproject op een bedrijfsdak.

DUURZAAMHEID EN OMGEVING

Impact op natuur

Door de oriëntatie van de zonnepanelen kan er minder of meer licht en water op de grond komen. Dat heeft impact op de biodiversiteit. Een verticale opstelling is in dit opzicht het minst ongunstig, gevolgd door een zuid opstelling en, daarna, de oost-west en de platte opstellingen.

Zonnepanelen op daken zijn een manier om efficiënt gebruik te maken van beschikbare ruimte. Zonne-energie op land dat ook kan worden ingezet als landbouwgrond wordt vaak als een mindere optie gezien. Voor zon-op-dak is het een vereiste dat de dakconstructie geschikt is. Vervolgens moeten particulieren er zelf mee aan de slag. Op dit vlak is overheidssubsidie het voornaamste sturingsmiddel. Zon-op-land kan daarentegen makkelijker worden georganiseerd waarmee snel grote hoeveelheden duurzame opwek gerealiseerd kan worden.

Impact op omwonenden

Zonnepanelen op daken, en met name als ze dakpannen vervangen, kunnen bij slechte installatie leiden tot brand. Dit is voornamelijk te wijten aan ondeugdelijke connectoren die dicht bij brandbaar isolatiemateriaal zitten. De toename in branden hierdoor leidt mogelijk tot hogere premies bij verzekeringen.

Duurzaamheid

Zonnepanelen zijn grotendeels prima te recyclen, maar is op dit moment commercieel nog niet interessant. Lokale overheden kunnen de recycling van zonnepanelen bevorderen door te borgen dat de zonneparkontwikkelaars bij een collectief en/of het [nationale WEEE register](#) ingeschreven staan. De energie die nodig is om zonnepanelen te maken wordt doorgaans binnen 1 tot 4 jaar (afhankelijk van de locatie, opstelling en type zonnepaneel) door het zonnepaneel (met een levensduur van 25 jaar) gecompenseerd.

The logo for Qirion, featuring the word "Qirion" in a bold, red, sans-serif font.

**Deze factsheet is gemaakt door Qirion Energy
Consulting in opdracht van het Gelders Energieakkoord.**

December, 2022