



STATUS VAN WINDENERGIE IN GELDERLAND

- 2 STATUS VAN WINDENERGIE IN GELDERLAND
- 3 ONTWERP VAN EEN WINDTURBINE
- 4 ONTWIKKELING VAN WINDTURBINES
- 6 TYPEN WINDENERGIE
- 7 PRIJSONTWIKKELINGEN
- 8 WAT ALS HET NIET WAAIT?
- 9 PARTICIPATIE BIJ WINDPROJECTEN
- 10 AANSLUITING OP HET ELEKTRICITEITSNET
- 11 DUURZAAMHEID EN OMGEVING

STATUS VAN WINDENERGIE IN GELDERLAND

In het Klimaatakkoord staat de afspraak dat de 30 RES-regio's in 2030 in Nederland 35 TWh duurzame energie op land opwekken om bij te dragen aan 49% CO₂-besparing t.o.v. 1990. In Gelderland is er zelfs de ambitie om 55% CO₂ te besparen. Windenergie speelt een essentiële rol in deze doelstellingen. In RES 1.0 is de totale ambitie van Gelderland in 2030 6,5 TWh, waarvan ongeveer 2,5 TWh door windenergie.

Momenteel staat er 3,8% van het totale opgestelde vermogen aan wind op land van Nederland in Gelderland. Dit komt o.a. doordat er in een aantal regio's zoals de Veluwe minder mogelijkheden zijn voor windenergie. Denk aan maatregelen die de natuur beschermen (zie kaartje voor bestaande turbines en mogelijk kansrijke gebieden).

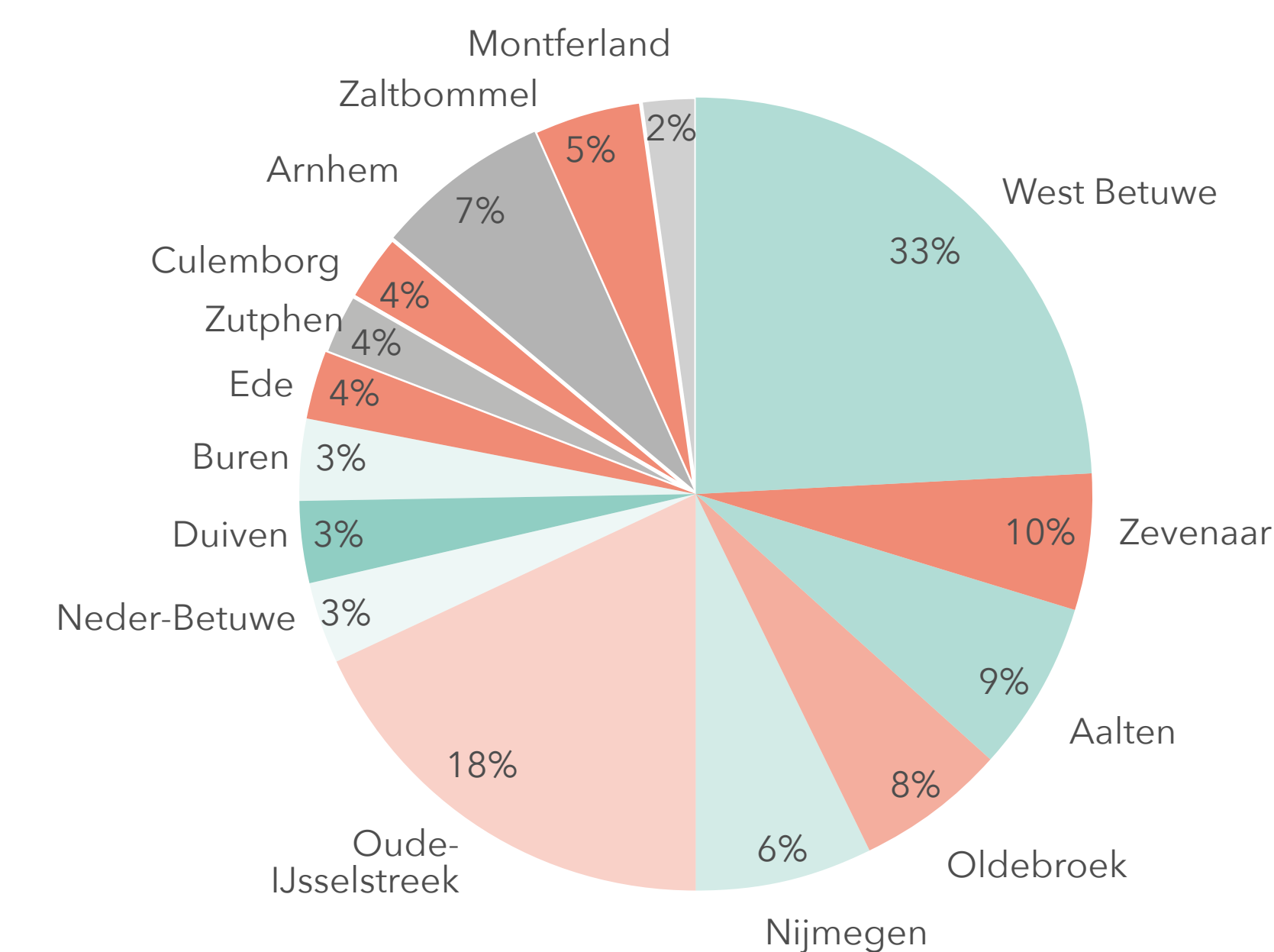
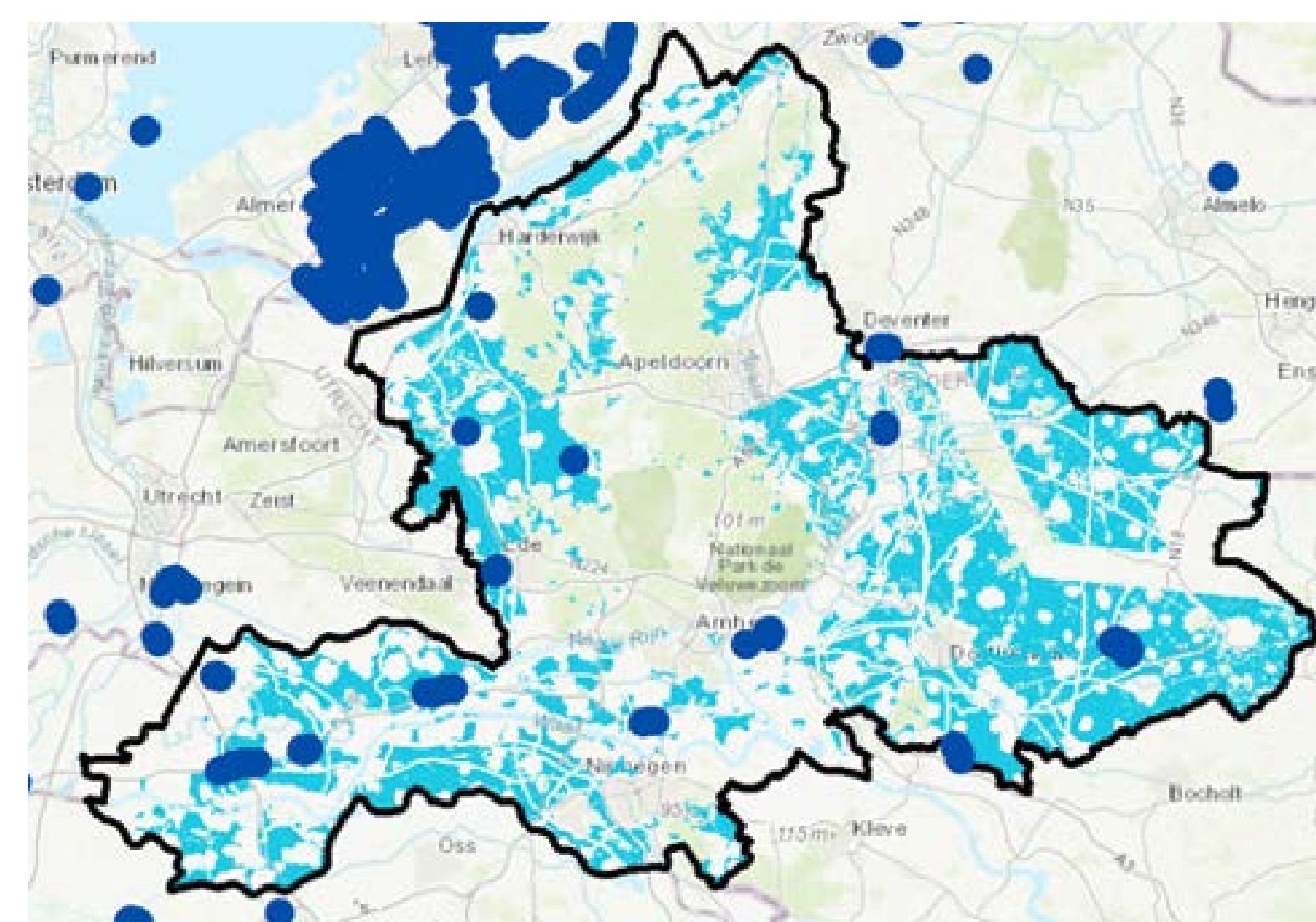
In het Klimaatakkoord stond tevens de ambitie om 6.000 MW wind op land in 2020 in Nederland te hebben met 230,5 geprognostiseerd voor Gelderland. Eind 2020 stond er 4.177 MW wind op land in Nederland.

KERNGEGEVENS

Kerngegevens Gelderland (april 2022)

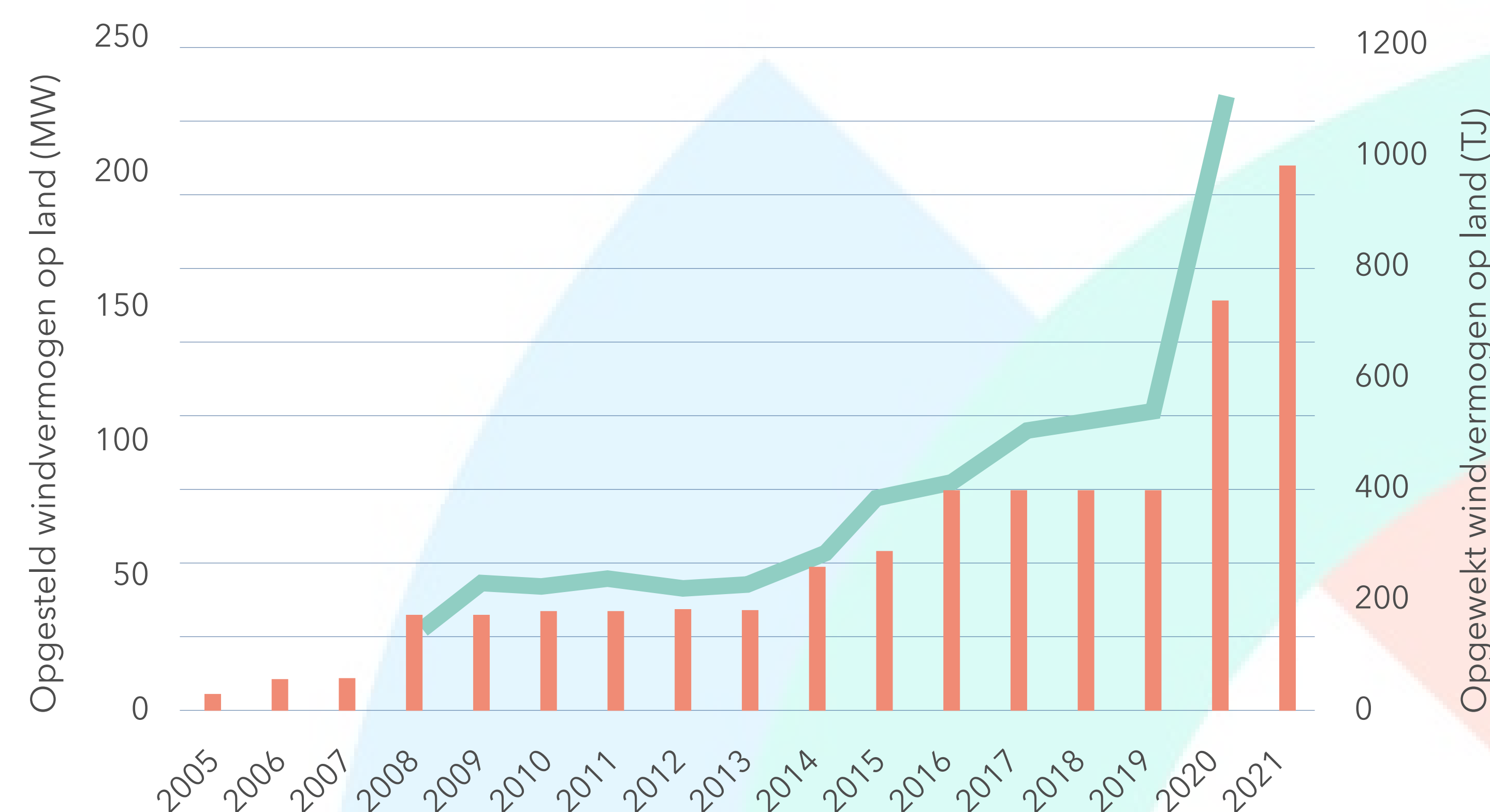
Aantal windturbines 78

Opgesteld vermogen 234 MW



BRON

BRON



BRON

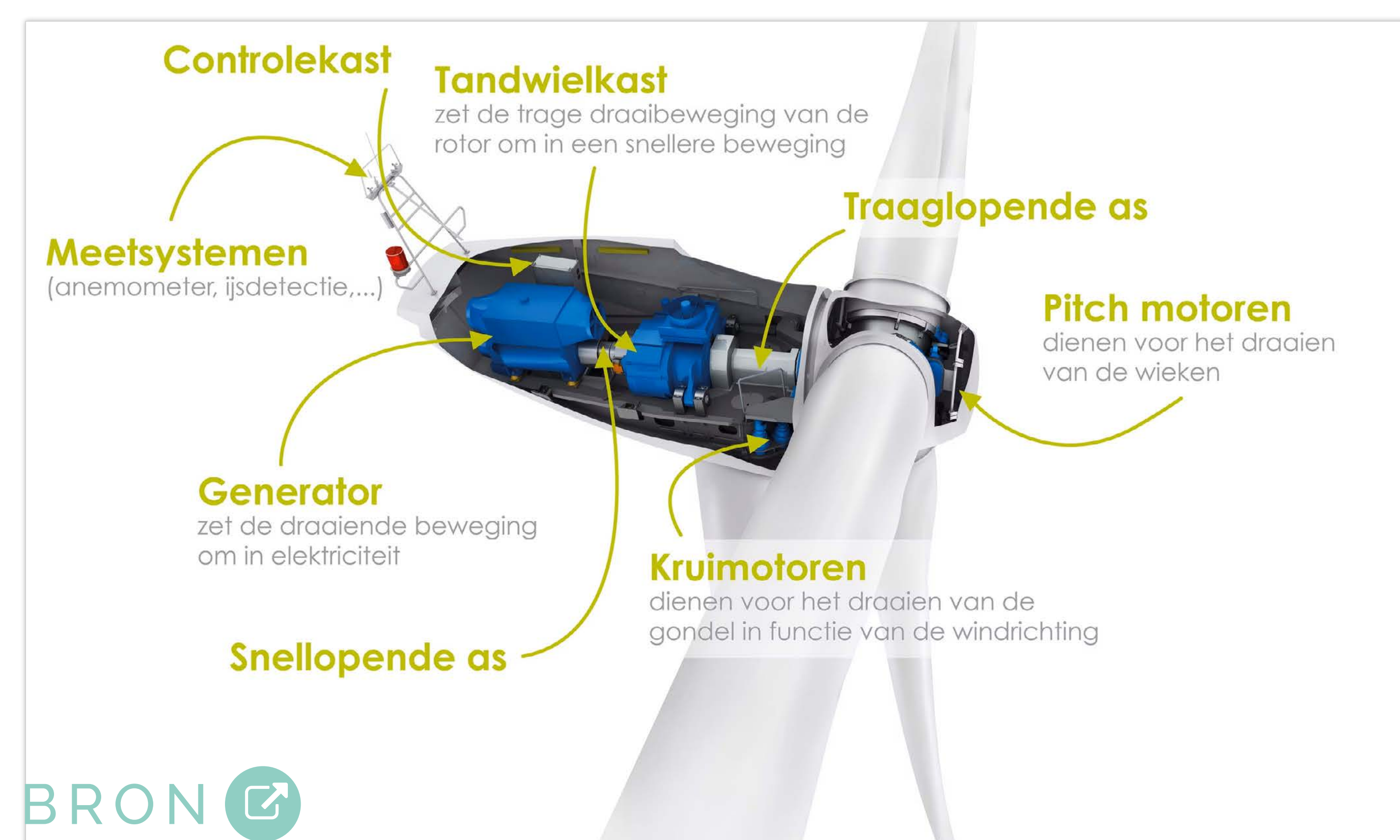


ONTWERP VAN EEN WINDTURBINE

Hoe werkt een windturbine?

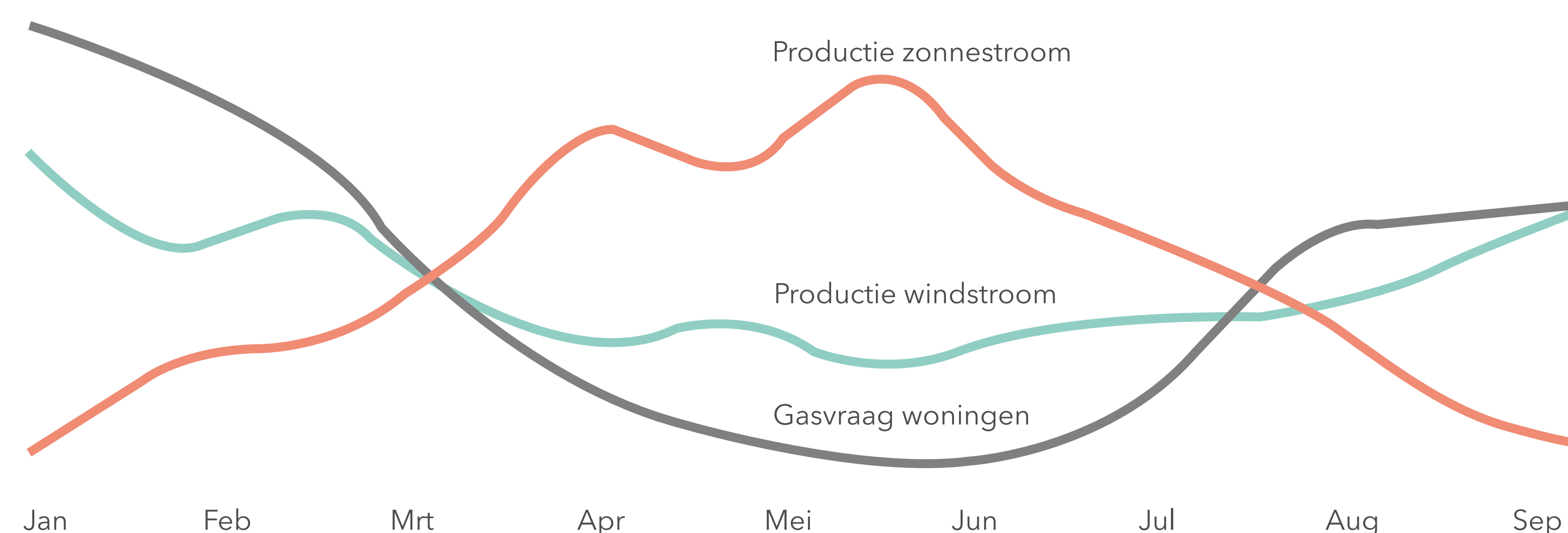
Nederland staat bekend om haar oude windmolens waar wind wordt omgezet in mechanische energie om bijvoorbeeld graan te malen. Een windturbine heeft eenzelfde ontwerp. Door de wind draaien de wieken die zijn verbonden aan de gondel. In plaats van mechanische energie zoals bij een ouderwetse windmolen, wordt in een windturbine de draaibeweging met behulp van een generator omgezet in elektrische energie, wat vervolgens via het elektriciteitsnetwerk wordt getransporteerd naar afnemers.

De onderdelen van een windturbine



Hoeveel energie wekt een windturbine op?

Om aan te geven hoeveel energie per opgesteld vermogen geproduceerd wordt, wordt de term 'vollasturen' gebruikt. Dit is gelijk aan hoeveel uur een windmolen gedurende een jaar op vol vermogen zou draaien om de hoeveelheid energie op te wekken die het in de praktijk opgewekt. Voor wind op land ligt deze momenteel rond de 2.800 (tot wel 4.000 vollasturen voor grote windmolens zoals die op zee). Voor zon opwek geldt in Nederland rond de 1.000 vollasturen. In Gelderland staan windmolens van tussen de 2,0 en 4,2 MW met een gemiddelde van 2,8 MW en 2.150 vollasturen.



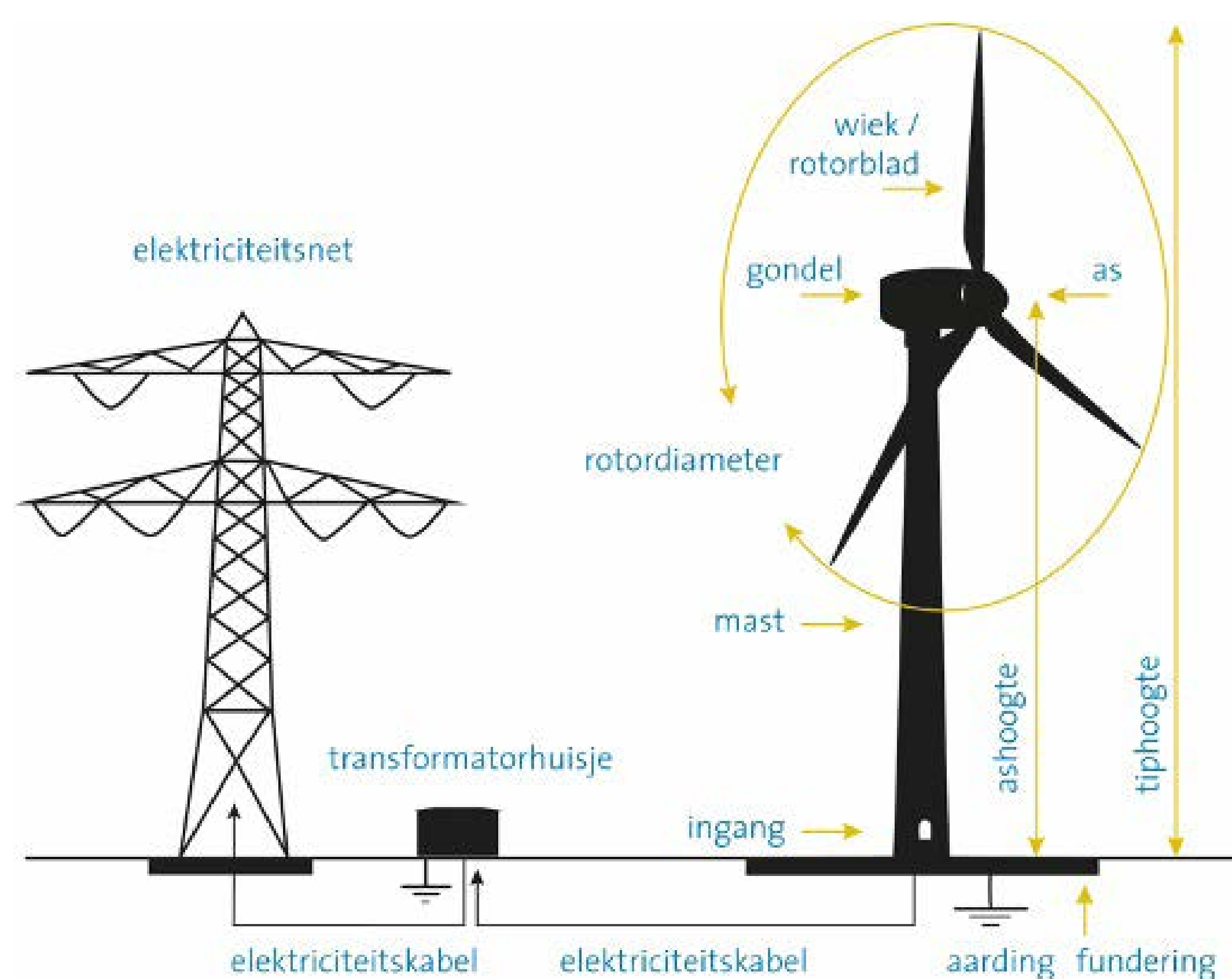
BRON

VOORBEELDBEREKENING

Voor een windmolen van 5 MW met 3.000 vollasturen geldt dus dat deze in één jaar $5 \times 3.000 = 15.000$ MWh energie opwekt. Voor een zonneweide van 5 MW met 1.000 vollasturen

geldt dat deze in één jaar $5 \times 1.000 = 5.000$ MWh opwekt. Een windturbine wekt dus 3x meer energie dan een zonneweide met hetzelfde vermogen.

De voorbeeldberekening laat dus ook zien dat voor eenzelfde netcapaciteit (bijv. 5 MW) een windmolen meer energie opwekt, en dus efficiënter gebruik maakt van de netcapaciteit, dan een zonneweide. Dit is tevens te zien in de opwek van een windmolen gedurende de dag of jaar ten opzichte van een zonnepark; de opwek voor een windmolen is constanter en varieert minder.



BRON 

ONTWIKKELING VAN WINDTURBINES

Grotere en hogere windturbines

De wieken van een windmolens draaien door de wind, en deze draaibeweging wordt omgezet in elektriciteit. De hoeveelheid opgewekte energie is evenredig met de tweede macht van de rotordiameter en met de zogeheten derde macht van de windsnelheid. Op grotere hoogten waait het harder en gelijkmatiger, en de rotordiameter kan vergroot worden. Daarom worden windmolens steeds groter en hoger en wordt windenergie steeds goedkoper. Windturbines met een horizontale as wekken de meeste en het meest efficiënt energie op uit wind. Daarom zien we vrijwel altijd grote windturbines met een horizontale as.

Ondersteuning van het elektriciteitsnet

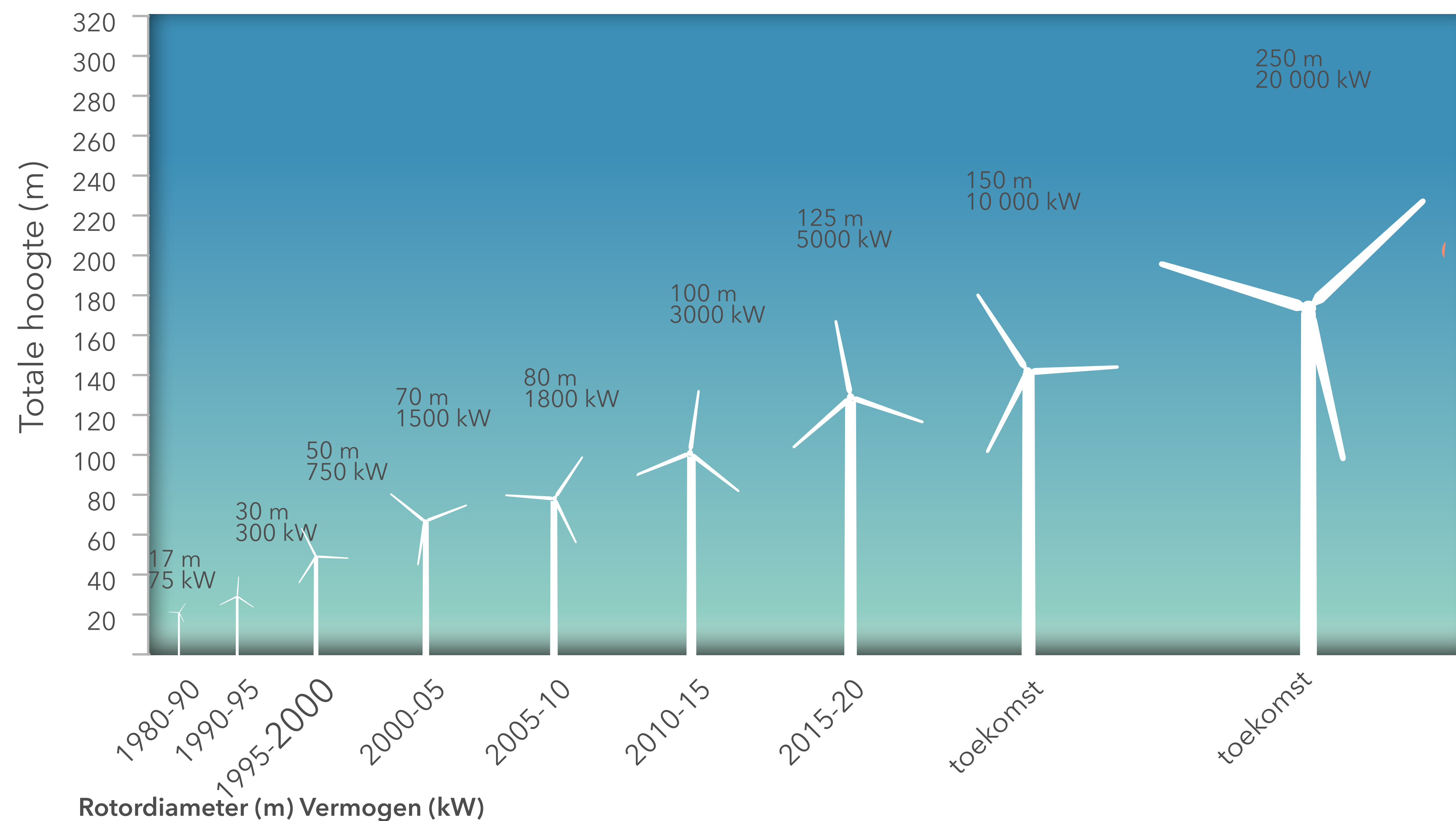
Op elk moment moeten vraag en aanbod van elektriciteit in het netwerk in balans zijn. De nieuwste windturbines kunnen hier een bijdrage aan leveren door toepassing van zogenaamde netbeheerdiensten.

Een paar voorbeelden:

- reageren op kleine en zeer snelle fluctuaties voor frequentiehandhaving;
- reageren op marktprijzen van elektriciteit;
- stabiel draaien tijdens kleine verstoringen in het net;
- bijdragen aan "black starts" waarbij een gebied langzaam weer wordt opgestart na een grotere storing.

Groei in formaat van windturbines

Van 1980 tot in de toekomst.



Vanwege kosteneffectiviteit en energie-opbrengst zien we vooral de hogere grote turbines met drie turbinebladen op een horizontale as. Twee keer langere turbinebladen levert vier keer meer elektriciteit bij dezelfde windsnelheid.

BRON

TYPEN WINDENERGIE



Grote of kleine windparken en individuele grote windturbines

- + momenteel de laagste kosten
- + opwek van energie dicht bij de vraag naar energie
- + lokaal eigendom

- impact op leefomgeving omwonenden



Zeer grote windparken met zeer grote turbines op zee

- + veel energieopbrengst
- + weinig publieke weerstand

- momenteel hogere totaalkosten dan op land
- ook op zee beperkte beschikbare ruimte



Compacte, kleine windturbines (RidgeBlade, PowerNEST)

- + relatief makkelijk te installeren
- + geschikt voor bebouwd gebied

- relatief duur per opgewekte hoeveelheid energie
- lage energie-opbrengst
- meer geluid dan grote turbines



Energie uit wind zonder wieken te gebruiken (Vortex bladeless, kitepower)

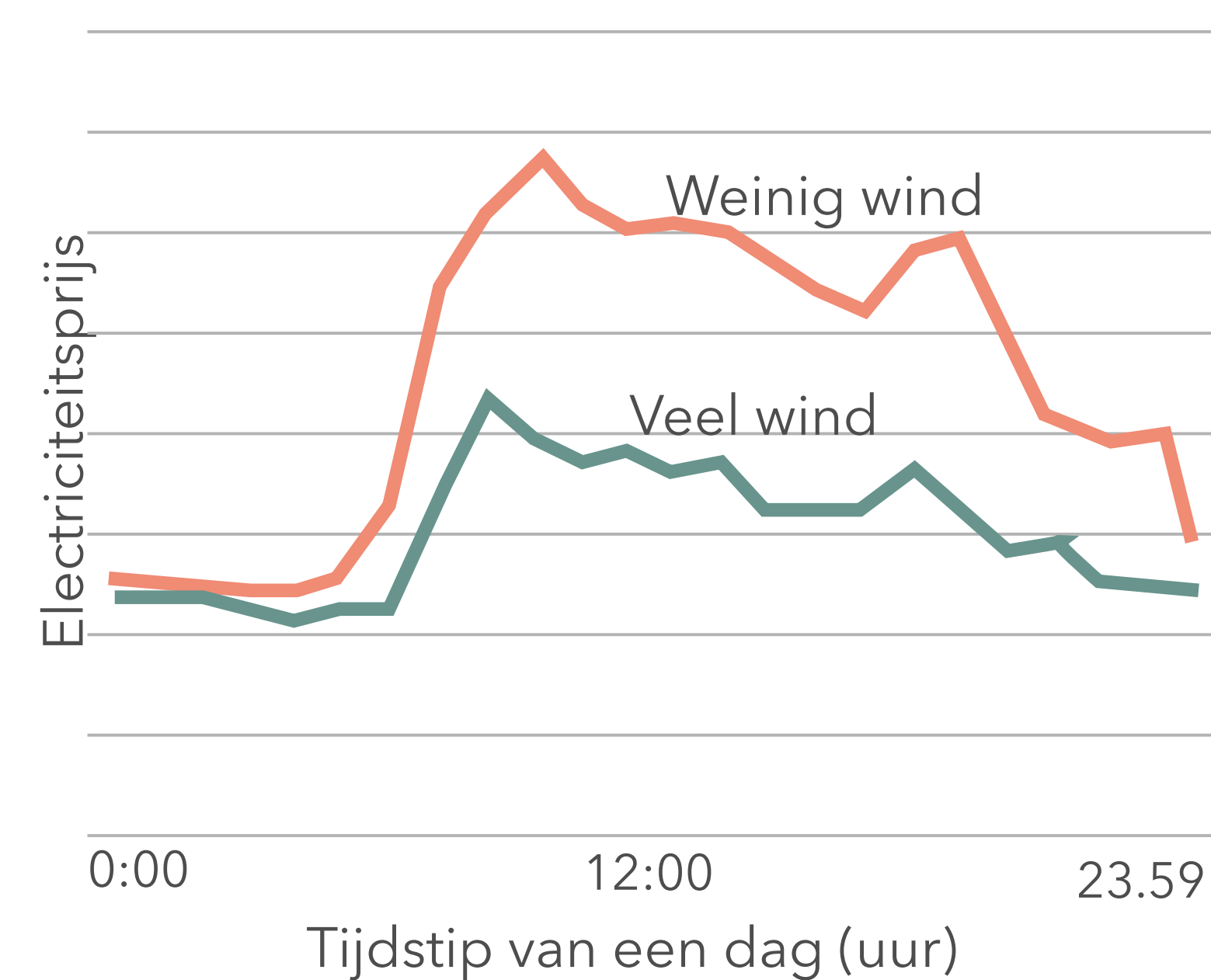
- + geen wieken, dus minder slagschaduw, geluid en/of vogelsterfte
- + lagere impact omgeving

- kostbaar
- onontwikkelde technieken

PRIJSONTWIKKELINGEN

De stroomprijs fluctueert

De prijs voor elektriciteit fluctueert en is afhankelijk van vraag en aanbod. Omdat duurzame opwek sterk afhankelijk is van bijvoorbeeld de wind of de zon, zal ook de elektriciteitsprijs sterk schommelen. Op momenten dat er veel opwek en weinig vraag is, kunnen er zelfs negatieve elektriciteitsprijzen ontstaan. Andersom kunnen de prijzen sterk toenemen bij een zogeheten dunkelflaute, een periode zonder zon en wind. Dit heeft effect op de rentabiliteit van nieuwe windparken. Deze stroom wordt opgewekt op momenten dat bestaande parken ook stroom opwekken. De prijs van de opgewekte stroom

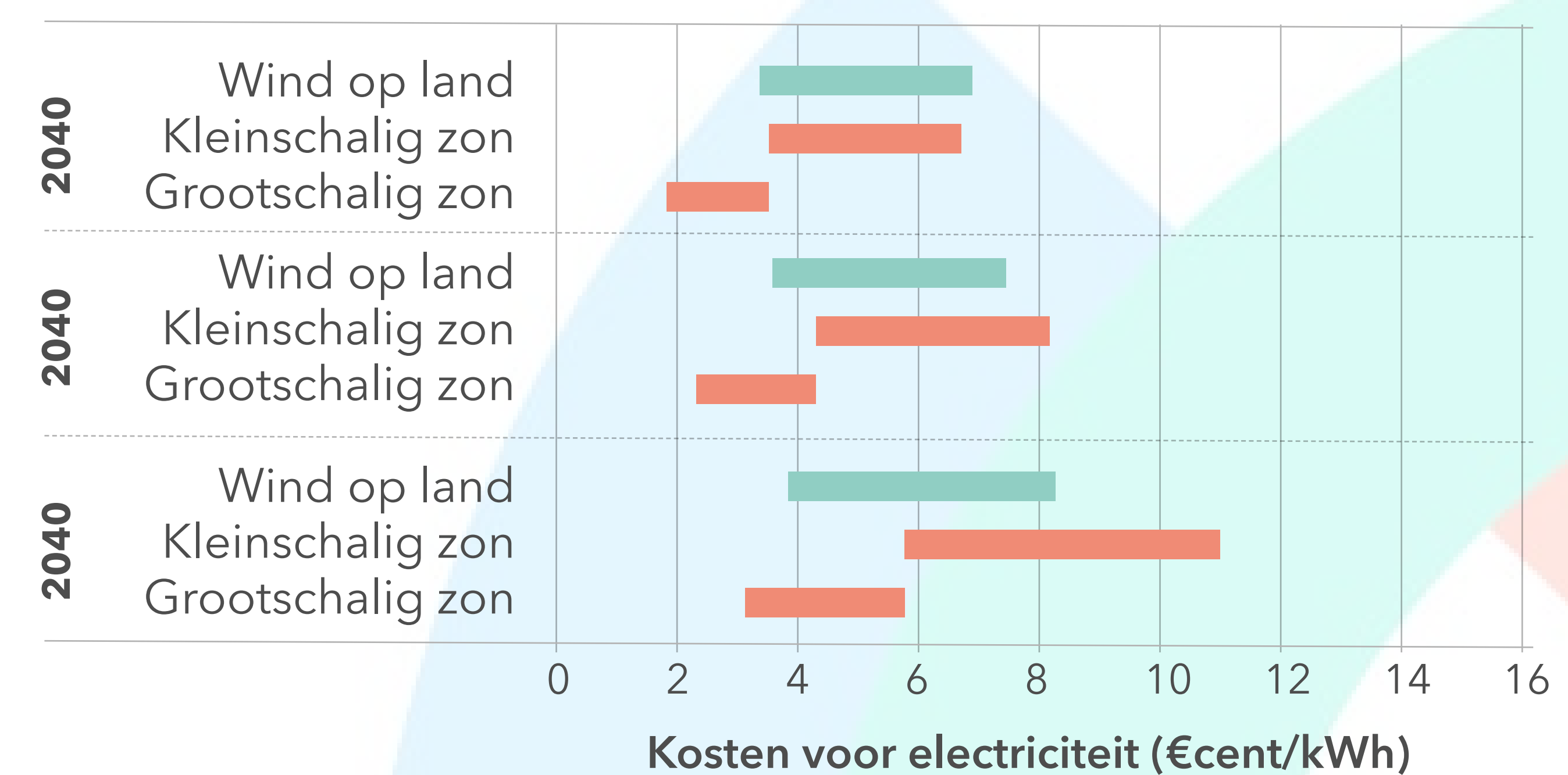


daalt dan. Een 1-op-1 verhouding tussen zon en wind helpt bij het opvangen van de pieken en dalen. Ook flexibele oplossingen, opslag en conversie (zoals een batterij) worden door de fluctuerende energieprijzen economisch haalbaarder.

BRON

Subsideloze windparken

Er zijn nu al windparken op zee die zonder subsidie gebouwd zijn. Dit komt deels door kostenreductie bij realisatie van windparken, maar ook doordat de overheid de benodigde vooronderzoeken uitvoert en de vergunningen en het stopcontact op zee regelt en financiert. Het is echter lastig te voorspellen wanneer windenergie in het algemeen zonder subsidie mogelijk is. De kostprijs van windmolens wordt steeds lager, maar tegelijkertijd produceren windmolens gelijktijdig energie, wat kan zorgen voor lagere elektriciteitsprijzen en dus lagere inkomsten voor een ontwikkelaar.



BRON

WAT ALS HET NIET WAAIT?

Momenteel wordt vooral elektriciteit opgewekt uit fossiele bronnen als het niet waait. Gascentrales bijvoorbeeld zijn goed regelbaar. Het installeren van meer windturbines zorgt er wel voor dat er meer duurzame stroom geproduceerd wordt, maar een oplossing voor windstille perioden blijft nodig.



BRON



BRON

Er is een aantal mogelijkheden:

Batterijen: Greenchoice heeft een windpark uitgerust met zes containers met batterijen. De zeecontainers slaan samen 2 tot 3 uur aan windstroom van één moderne turbine op. Dit is momenteel het grootste opslagsysteem in Nederland. Voor dagelijkse fluctuaties zijn batterijen geschikt.

Omzetting: Elektriciteit kan moeilijk (voor lange tijd) opgeslagen worden, maar warmte en waterstof zijn juist makkelijker op te slaan. Conversie naar waterstof is vanaf 2030 grootschalig te verwachten. Conversie naar waterstof en opslag van waterstof is ook geschikt voor langere perioden (o.a. seizoenoverbrugging).

Vraagsturing: Veel apparaten en industriële processen zijn flexibel in het moment waarop ze elektriciteit gebruiken. Op windrijke momenten kunnen deze apparaten meer windstroom opnemen, zodat ze op luwe momenten juist minder nodig hebben. Voor kortdurende fluctuaties is dit een kosteneffectieve oplossing.

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). Ook waterkracht, andere bronnen en uitwisseling met andere landen kunnen windstille periodes deels overbruggen.

PARTICIPATIE BIJ WINDPROJECTEN

In het Klimaatakkoord is het streven naar tenminste 50% lokaal eigendom bij duurzame opwek projecten opgenomen. De [maatschappelijke tender](#) is een geschikt instrument om dit te realiseren. De Gedragscode Acceptatie & Participatie Windenergie op land is opgesteld en ondertekend door Nederlandse WindEnergie Associatie (NWEA), de provinciale natuur- en milieufederaties, Natuur & Milieu, Greenpeace, Milieudefensie en ODE Decentraal. Kern van de gedragscode is dat de omgeving in een zo vroeg mogelijk stadium bij windprojecten wordt betrokken. Voor ieder project wordt in overleg met belanghebbenden en het bevoegd gezag een participatieplan opgesteld, waarmee afspraken over participatie door burgers vast komen te liggen. Hierbij staat maatwerk centraal.

Ook stelt de initiatiefnemer van een windproject een aanspreekpunt voor de omgeving aan. De lusten en lasten moeten zo goed mogelijk worden verdeeld en overheden moeten een actieve rol spelen bij het betrekken

van de omgeving. In de Gedragscode is een richtbedrag opgenomen van € 0,40-0,50 per MWh, dat ten goede komt aan de omgeving. De besteding van het bedrag wordt in overleg met betrokken inwoners en organisaties vastgesteld.

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 zonnenproject, via een vereniging of coöperatie

Mede-eigenaarschap

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

Financiële deelneming

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

Omgevingsfonds

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

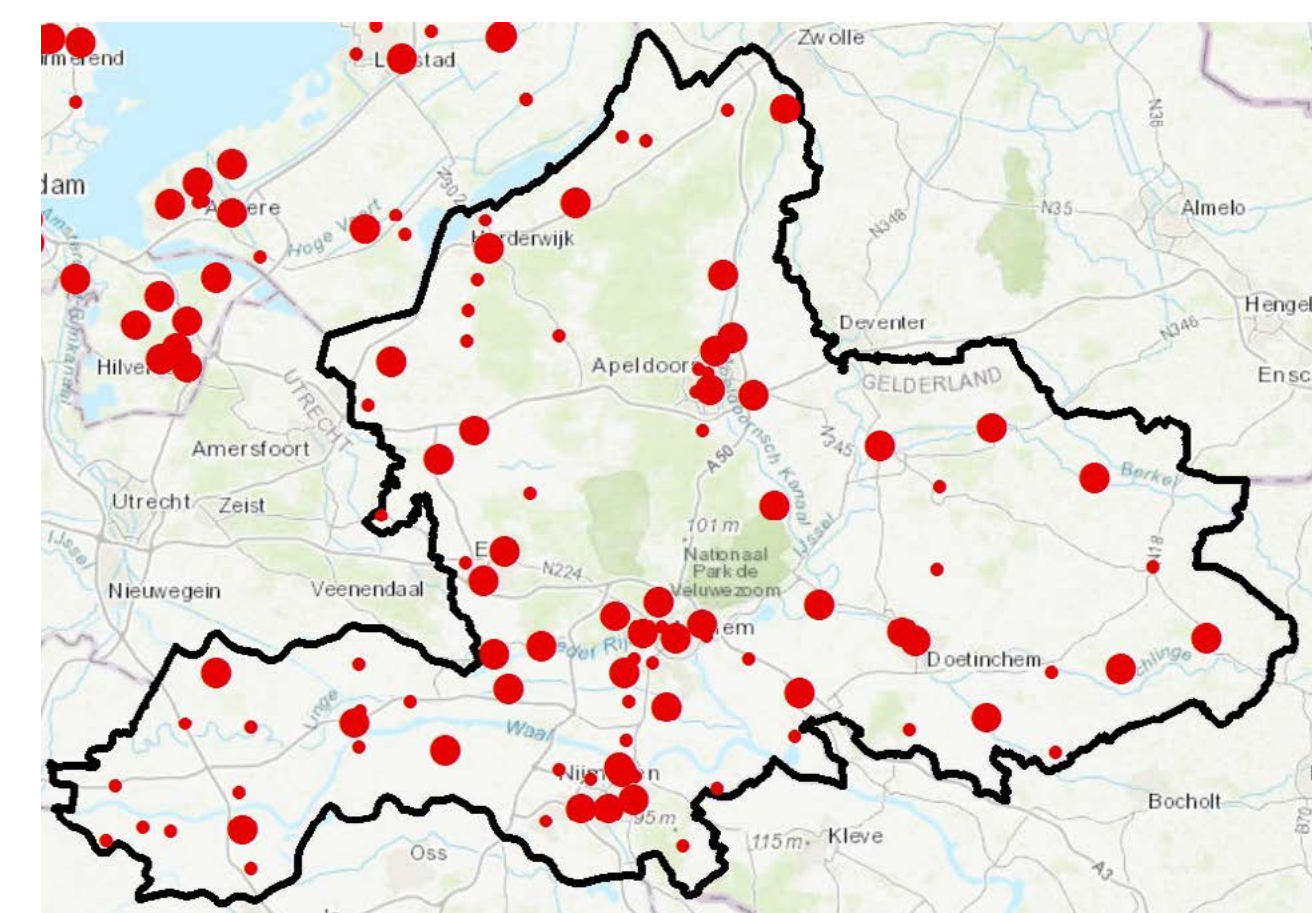
Omwonendenregeling

BRON 

AANSLUITING OP HET ELEKTRICITEITSNET

Aansluiting op elektriciteitsstation

Windparken wekken zoveel elektriciteit op dat deze alleen kunnen worden aangesloten op knooppunten in het elektriciteitsnet waar al veel elektriciteit doorheen gaat. De financiële haalbaarheid is daardoor mede afhankelijk van de aansluitkosten die afhankelijk zijn van de afstand tot zo'n knooppunt. Meestal is dat een elektriciteitsstation van de



netbeheerder. De locaties van deze stations zijn aangegeven in het kaartje.

Cablepooling

De aansluitkosten kunnen beperkt worden door de aansluiting te delen (cablepooling). Dit kan met opwek die complementair aan wind is, zoals met zonne-energie: Als de zon schijnt, waait het vaak niet en andersom. Een aansluiting kan tevens gedeeld worden met een afnemer van elektriciteit.



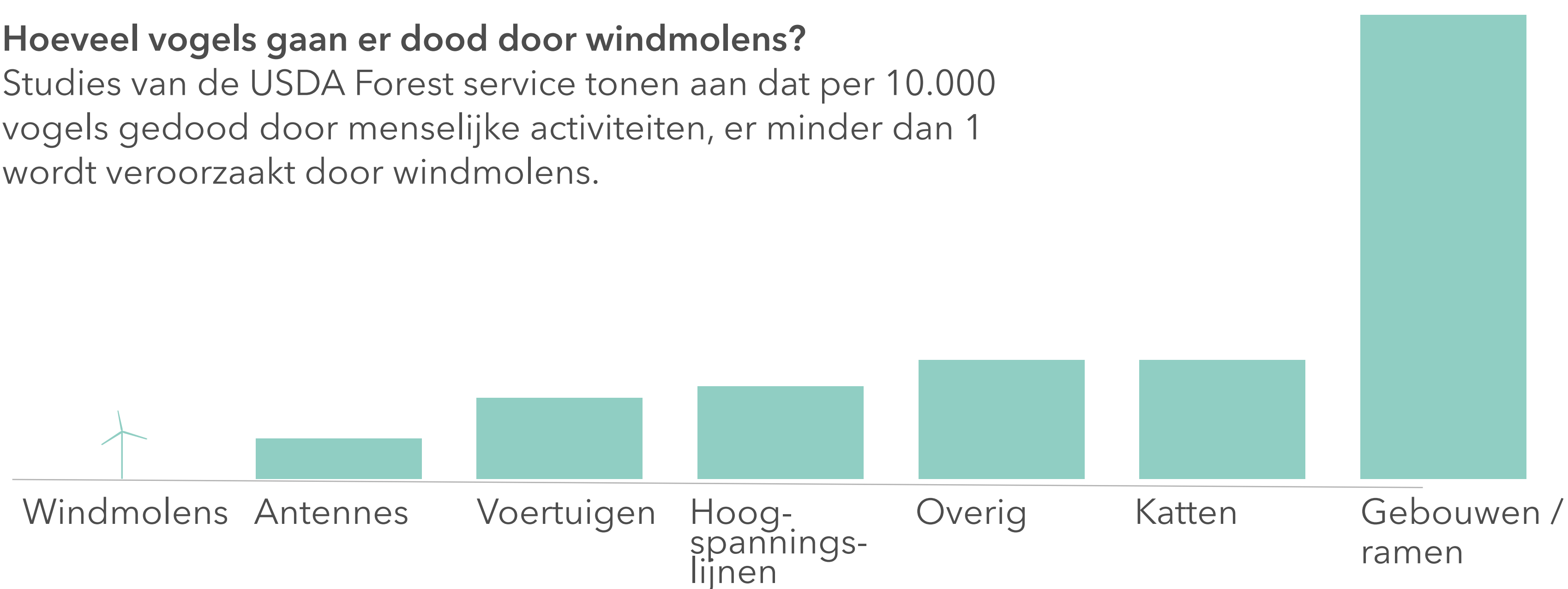
DUURZAAMHEID EN OMGEVING

Impact op natuur

Voor locaties van windmolens geldt strenge regelgeving. Dit heeft o.a. te maken met de impact op de natuur en de omgeving. Windmolens kunnen de doodsoorzaak zijn voor vogels, insecten en vleermuizen. Denk aan de aanwezigheid van de Wespendif op de Veluwe Waar slachtoffers van bijv. katten vaak kleine vogels zijn zoals huismussen, zijn het bij windmolens ook bijvoorbeeld bedreigde vogelsoorten, roofvogels en vleermuissoorten. Anderzijds vermijden vogels deze gebieden waardoor het leefgebied kleiner wordt.

Hoeveel vogels gaan er dood door windmolens?

Studies van de USDA Forest service tonen aan dat per 10.000 vogels gedood door menselijke activiteiten, er minder dan 1 wordt veroorzaakt door windmolens.

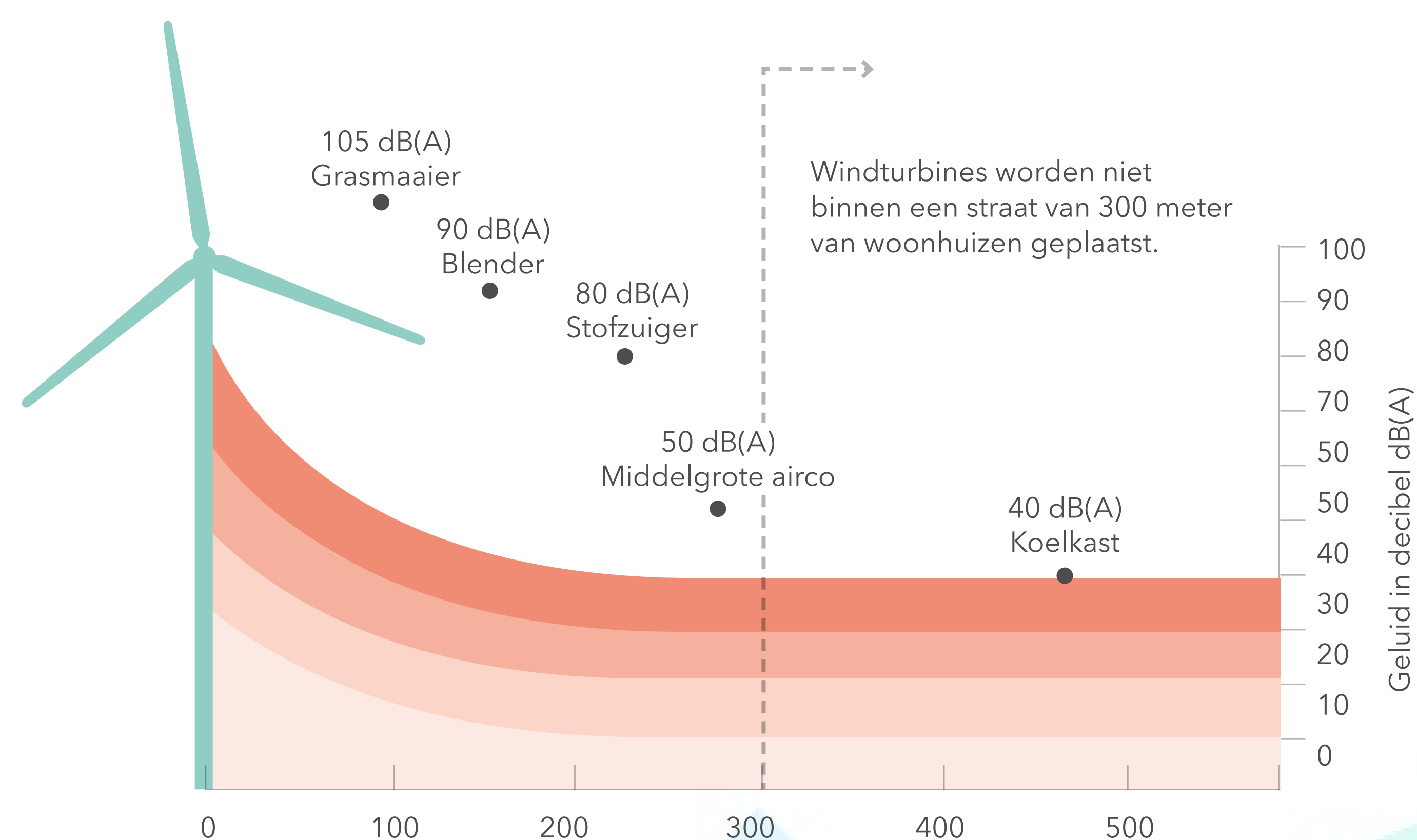


BRON

Impact op omwonenden

Met name door het geluid en de slagschaduw (schaduw van de wieken bij laaghangende zon) kunnen voor de omgeving en omwonenden voor overlast zorgen, wat het een lastige afweging maakt voor welke locaties geschikt zijn.

Hoeveel geluid maakt een windturbine?



BRON



BRON

Duurzaamheid

Voor de levensduur van een windmolen wordt vaak 20 jaar aangehouden. De CO₂-uitstoot bij de bouw van een windturbine is ongeveer 11 gram CO₂/kWh. Voor zonnepanelen is dat grofweg 4 keer zoveel. Voor gas- en kolencentrales is de uitstoot respectievelijk 50 tot 80 keer zoveel vanwege de verbrandingsprocessen. Na een gemiddelde van 23 weken heeft een windmolen net zoveel energie opgewekt als het energie gekost heeft.

Bij het vervangen van windmolens worden vaak efficiëntere en grotere windmolens geplaatst. Hier moet wel rekening gehouden worden met het vervangen van veel aspecten zoals de fundering.

Qirion

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

Maart, 2022