

Factsheet | Conversie: CO₂-vrije regelbare centrales

Conversie

- Elektrolyse naar waterstof (op land, op zee)
- Vergisting en vergassing
- CO₂-vrije regelbare centrales



Bron: [RWE](#).

Algemeen: wat is het?

CO₂-vrije regelbare centrale zijn centrales die op elk gewenst moment elektriciteit kunnen opwekken. De gewenste momenten om door een dergelijke centrale elektriciteit op te wekken in het toekomstige energiesysteem zijn wanneer zon- en windopwek laag is en de vraag hoog. De CO₂-vrije regelbare centrale vult dus de momenten aan dat er een tekort aan opwek is vanuit zon- en windenergie.

De randvoorwaarde is dat de opwek geen (fossiele) CO₂-emissies veroorzaakt, wat op verschillende manieren bereikt kan worden. De centrales kunnen bijvoorbeeld draaien op waterstof (zie factsheet 'Conversie: elektrolyse naar waterstof'), groengas (zie factsheet 'Opwek: groengas'), biomassa (zie factsheet 'Opwek: biomassa'), of aardgas met CCS¹ (zie factsheet 'Opwek: fossiele bronnen'). Ook kunnen kerncentrales CO₂-vrij elektriciteit produceren op momenten van lage opwek (zie factsheet 'Opwek: kernenergie'). Regelbare centrales kunnen grootschalig (> 500 MW), maar ook kleinschalig zijn (100 MW) ([CE Delft, 2023](#)).

Kenmerken

Gascentrales: regelbare centrales kunnen gascentrales zijn. Groengas en waterstof zijn CO₂-vrije² gassen, die als brandstof kunnen worden gebruikt. Deze gascentrales kunnen snel veel vermogen leveren. Hiervoor is voldoende koelwater nodig en een aansluiting op het hoogspanningsnet. Er zijn grofweg twee soorten:

- CCGT-centrales: hoge efficiëntie, echter minder flexibel. Hierdoor heeft dit type meer draaiuren per jaar.
- OCGT-centrales: lagere efficiëntie, maar zeer flexibel. Hierdoor wordt dit type ingezet bij momenten van forse tekorten en heeft minder draaiuren per jaar.

Kerncentrales: kerncentrales zijn regelbare centrales, echter zijn ze zeer inflexibel. Als een kerncentrale draait, is het zowel kostbaar en technisch ingewikkeld om deze af te schakelen. Het opstarten van een kerncentrale is om dezelfde redenen ingewikkeld. Daarom worden kerncentrales meestal ingezet als basislust, wat betekent dat ze continu draaien.

Toepassing

Elektriciteitsmarktbalancing: regelbare centrales zijn nodig in het toekomstige, klimaatneutrale elektriciteitsstelsel om de leveringszekerheid te garanderen op korte en lange termijn. Hiermee dragen ze voornamelijk bij aan de elektriciteitsmarktbalancing. Deze centrales moeten elektriciteit leveren op momenten dat er te weinig productie is van windturbines en zonnepanelen.

Aansluiting op landelijke hoogspanningsnet: een CO₂-vrije regelbare centrale is in de meeste gevallen aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet. Vanaf het hoogspanningsnet worden de midden- en laagspanningsnetten gevoed. De regelbare centrale kan staan in de buurt waar de vraag naar elektriciteit is (dit veroorzaakt de minste belasting van het net), maar kan ook buiten de grenzen van de provincie in de vraag van Groningers voorzien. Andersom kan de regelbare centrale binnen de provincie ook de vraag invullen van buiten de provincie. Via het elektriciteitsnet is het met elkaar verbonden.

Vermogen: regelbare centrales kunnen grootschalig (> 500 MW), maar ook kleinschalig zijn (100 MW).

Brandstofcellen: in de toekomst zouden brandstofcellen die waterstof gebruiken als brandstof, als CO₂-vrije regelbare centrale ingezet kunnen worden. Momenteel is dit nog een (te) dure techniek voor elektriciteitslevering.

Specifieke punten

Weinig draaiuren: een CO₂-vrije regelbare centrale is alleen actief als er tekorten zijn. Tekorten vinden vaak plaats op momenten van hoge vraag, bijvoorbeeld op zeer koude dagen. Op deze momenten is de gelijktijdige vraag van warmtepompen hoog. Met een CO₂-vrije regelbare centrale wordt het tekort opgevuld, zodat vraag en aanbod weer in balans zijn. Deze momenten komen echter beperkt voor in het jaar, waardoor een CO₂-vrije regelbare centrale vaak op- en af moet schakelen en het totaal aantal draaiuren beperkt is.

Stand van zaken in Groningen

In Groningen zijn er twee Barro-locaties (Besluit algemene regels ruimtelijke ordening) aangewezen voor grootschalige elektriciteitscentrales, namelijk de Eemshaven en Delfzijl. Het is dus de verwachting dat er in de toekomst waterstofcentrales zullen komen in de Eemshaven en Delfzijl. De Eemshaven heeft nu ongeveer 3.300 MW aan gas- en kolencentrales. Richting 2050 zou het vermogen aan waterstofcentrales op die locatie nog fors hoger kunnen zijn, gezien het sterke hoogspanningsnet op die locatie en de forse elektriciteitsvraag. Ook bij Delfzijl, waar nu een gascentrale staat van ruim 500 MW, is een toename van het regelbare vermogen mogelijk ([Pondera Consult & CE Delft, 2023](#)). Dit is bij beide locaties echter in grote mate afhankelijk van het totale vermogen aan waterstofcentrales dat noodzakelijk is.

Betaalbaarheid

Investeringskosten voor nieuwe waterstofcentrales: € 600-750 per kW. Dus een centrale van 500 MW kost € 300-375 miljoen.

Levelised Cost of Energy (LCoE): de productiekosten per eenheid elektriciteit. Voor waterstofcentrales liggen deze rond de € 150-200 per MWh. Ter referentie kost wind op zee € 30-50 per MWh, maar deze kunnen niet direct met elkaar worden vergeleken, omdat ze andere karakteristieken hebben. Wind op zee is niet regelbaar, een CO₂-vrije regelbare centrale wel. Beiden zijn nodig voor een hernieuwbaar energiesysteem, echter hebben ze verschillende functies.

Betrouwbaarheid

De techniek van CO₂-vrije regelbare centrales zijn zeer betrouwbaar, aangezien hier al veel ervaring mee is (gas- en kolencentrales). In de toekomst zal de brandstof veranderen, van aardgas en kolen naar waterstof en groengas, maar het proces blijft hetzelfde. Om deze omschakeling te maken, zullen aanpassingen nodig zijn aan de centrales. De functie ervan blijft echter behouden en het blijft daarmee een betrouwbare techniek om tijdelijke elektriciteits tekorten (van zon en wind) op te vullen.

Bestendigheid

Noodzaak CO₂-vrije regelbare centrale: in het toekomstige energiesysteem is een CO₂-vrije regelbare centrale noodzakelijk, aangezien er lange tekorten kunnen optreden van lage opwek uit zon en wind. Kortstondige tekorten zullen naar verwachting kunnen worden aangevuld met energie-

Beschikbaarheid

Ombouw huidige gascentrales: bestaande gascentrales op aardgas kunnen worden omgebouwd, zodat ze in de toekomst op waterstof kunnen draaien. Een voorbeeld is de [Magnumcentrale](#) in de Eemshaven.

¹ CCS verwijst naar Carbon Capture en Storage. Bij verbrandingsprocessen wordt de CO₂ die vrijkomt afgevangen en opgeslagen in lege gasvelden op de Noordzee. Hierdoor kunnen fossiele verbrandingsprocessen hun CO₂-uitstoot verminderen.

² De uitstoot van CO₂ door de verbranding van groengas heeft een biogene oorsprong. 'CO₂-vrij' duidt op het niet uitstoten van fossiele CO₂.

opslag in batterijen, of vraagsturing. Voor langere tekorten moeten centrales bijschakelen om de tekorten op te vullen.

NO_x-eisen: de verbranding van waterstof verloopt op hogere temperaturen dan aardgas. Doordat gas wordt verbrand in het bijzijn van lucht (78% stikstof N₂, 21% zuurstof O₂), vormen er op deze hogere temperaturen meer stikstofverbindingen, ook wel NO_x genoemd. De huidige waterstofgasturbines blijven nog niet binnen de gestelde eisen voor NO_x-emissies. Fabrikanten verwachten tussen 2025 en 2030 waterstofturbines aan te kunnen bieden die binnen de stikstofnormen opereren ([CE Delft, 2023](#)).

Ruimtegebruik

Het ruimtebeslag van waterstofcentrales is 213 MW/ha ([Pondera Consult & CE Delft, 2023](#)). Dit betekent dat een grote waterstofcentrale van 500 MW ongeveer 2,5 hectare aan omvang heeft.

Overig

N.v.t.

Colofon

Delft, CE Delft, februari 2025

Deze publicatie is geschreven door:

Charley Bakker

Frans Rooijers

Joeri Vendrik

Marieke Nauta

Publicatienummer: 25.240321.003-3

Opdrachtgever: Provincie Groningen

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.