

Leveringszekerheid zonder kernenergie

In Denemarken zorgde windenergie in 2017 al voor 44% van de totale elektriciteitsvoorziening. Tegelijk is het Deense elektriciteitsnet een van de meest betrouwbare ter wereld.¹ Om dit voor elkaar te krijgen heeft Denemarken een innovatief stroomnet ontwikkeld waarin flexibiliteit voorop staat. En kernenergie? De productie van kernenergie is in Denemarken bij wet verboden.

De mondiale energiehonger stijgt

De wereldbevolking groeit en vele miljoenen mensen die nu nog met energiearmoede kampen hebben recht op toegang tot schone, betrouwbare en veilige energie. De stroomproductie zal mondiaal fors moeten stijgen. Maar dat hoeft niet te gebeuren met kolen- of kerncentrales. Laat de landen waarin het energieverbruik de komende decennia sterk gaat groeien niet de fouten herhalen die wij in de rijke, westerse landen hebben gemaakt maar laat ze direct inzetten op decentrale, schone energiebronnen.

Elektrificatie

Ook in de zware industrie en de transportsector wordt hard gewerkt aan de vervanging van olie en kolen door écht duurzame energiebronnen. In die sectoren moet allereerst veel energie worden bespaard. Tegelijk zullen er door de toenemende elektrificatie van het energiesysteem steeds grotere hoeveelheden elektriciteit beschikbaar moeten komen. Deze moeten deels non-stop beschikbaar zijn en moeten daarom op allerlei manieren worden opgeslagen. De eerste grootschalige voorbeelden van nieuwe energiesystemen, waarin ook de zware industrie op groene stroom kan draaien, worden nu gerealiseerd: in Australië is de staalmiljardair Gupta bezig om 10 GW aan zonne-energie neer te zetten. Met zijn megaplan gaat hij onder andere zijn eigen staalfabrieken van stroom voorzien. De zonne-energie wordt hierbij gecombineerd met grootschalige energieopslag en waterkracht. De verwachte besparing voor de gebruikers ten opzichte van hun huidige energieprijzen bedraagt 20 tot 50%.²

Dit soort ontwikkelingen zullen de komende jaren steeds sneller gaan dankzij dalende prijzen van duurzame energie. Toch vindt WISE het realistisch om ervan uit te gaan dat ook gascentrales – die ongeveer de helft van de CO₂ van een kolencentrale uitstoten – voor een bepaalde tijd nog ingezet moeten worden voor de grootschalige productie van elektriciteit.

Base-load, peak-load en marginale kosten

Het elektriciteitsnetwerk werd vroeger gemanaged volgens het base-load en peak-load principe: vaste, gecentraliseerde stroombronnen als kolen- en kerncentrales leverden een basisstroomvoorziening die 24/7 hetzelfde was. Alles daarboven (de piekvraag) werd geleverd door flexibel bij te regelen elektriciteit uit, met name, gascentrales. Sinds de intrede van

1 <https://cleantecnica.com/2018/01/06/44-wind-denmark-smashed-already-huge-wind-energy-records-2017/>

2 <https://reneweconomy.com.au/guptas-stunning-deal-to-supply-cheap-solar-to-south-australian-industry-54849/>

variabele, hernieuwbare energiebronnen als wind- en zonne-energie wordt het netwerk in toenemende mate anders gemanaged. Er wordt hierbij voorrang gegeven aan de levering van bronnen met lage marginale kosten.³ Windturbines, waterkrachtcentrales en zonnepanelen hebben de laagste marginale kosten, gevolgd door respectievelijk: kernenergie, kolencentrales en gascentrales.⁴

Los hiervan is het in veel landen ook een politieke keuze om schone energie voorrang te geven op het elektriciteitsnet.

Het fluctuerende duurzame energieaanbod wordt stabiel(er) als een steeds groter aantal relatief kleine bronnen gedecentraliseerd elektriciteit leveren. Deze flexibele bronnen worden aangevuld met duurzame bronnen die wel 24/7 stroom leveren zoals waterkracht, biogas en geothermie en, waar nodig, stroom uit batterijen en andere vormen van opslag.

Aanpassingen stroomnet

Om een flexibele mix van alle mogelijke duurzame bronnen mogelijk te maken wordt het stroomnet overal ter wereld gemoderniseerd en steeds verder uitgebreid. Het Nederlandse stroomnet reikt bijvoorbeeld nu al ver over alle grenzen van ons relatief kleine land. Er worden grote hoeveelheden stroom over de grens verhandeld. De ontwikkelingen richting een flexibeler stroomnet waarin decentraal opgewekte elektriciteit slim wordt geïntegreerd vindt niet alleen in de rijke, westerse landen plaats. Ook in China wordt het stroomnet gemoderniseerd. De grote fossiele en nucleaire energiecentrales maakten er decennialang de dienst uit. Sinds kort komt er versneld steeds meer kleinschalige, duurzame en decentrale stroomproductie bij. Het Chinese stroomnet wordt hierop aangepast.⁵

Slimme combinatie van technologieën en batterijen

Duurzame energiebronnen vullen elkaar aan. Overdag is er veel zon en als het donker wordt, en er juist een piek in de vraag is, is er vaak weer meer wind. In de winter, als er weinig zon is, is er juist veel meer windenergie beschikbaar. Het is wel een grote uitdaging om energie-vraag en -aanbod met een groeiend aantal variabele energiebronnen als zon en wind gedurende het hele jaar in balans te houden. In alle serieuze toekomstscenario's speelt energiebesparing daarom een cruciale rol. Efficiëntieverbeteringen gaan hierbij gepaard met slimme prijsmechanismen om de piekbelasting van het energiesysteem terug te brengen (peak shaving). Er zullen ook grote hoeveelheden elektriciteit moeten worden opgeslagen voor de perioden waarin er te weinig aanbod is. Hiervoor staat een scala aan technieken ter beschikking, zoals bijvoorbeeld: pumped storage (water in stuwmeren of lucht in ondergrondse geologische reservoirs pompen), warmteopslag, waterstof en – last but not least - batterijen. De ontwikkeling van batterijen neemt momenteel een enorme vlucht. Bloomberg New Energy Finance (BNEF) concludeert in maart 2018 dat er een duizelingwekkende daling van 79% in

3 Marginale prijs

Elektriciteitsproducenten bepalen hun productprijs op basis van de variabele kosten. Elk uur van de dag berekent een producent wat het zou kosten om één extra eenheid (MWh) elektriciteit te produceren. Die prijs geeft hij door aan de markt. Dit is het principe van 'marginal pricing'.

Elke elektriciteitscentrale heeft daarmee zijn eigen kostprijs. Die kostprijs is bijvoorbeeld afhankelijk van de brandstof- en CO₂ kosten. Windturbines en zonnepanelen hebben de laagste marginale kosten gevolgd door respectievelijke kernenergie, kolencentrales en gascentrales. Bron: <https://www.vemw.nl/Electriciteit/Electriciteitsmarkt/Prijsvorming.aspx>

4 De marginale kosten zijn sterk afhankelijk van de kosten voor brandstof. Brandstof bij zon en wind = 0.

5 <http://energypost.eu/china-takes-steps-to-stimulate-distributed-renewable-energy-generation/>

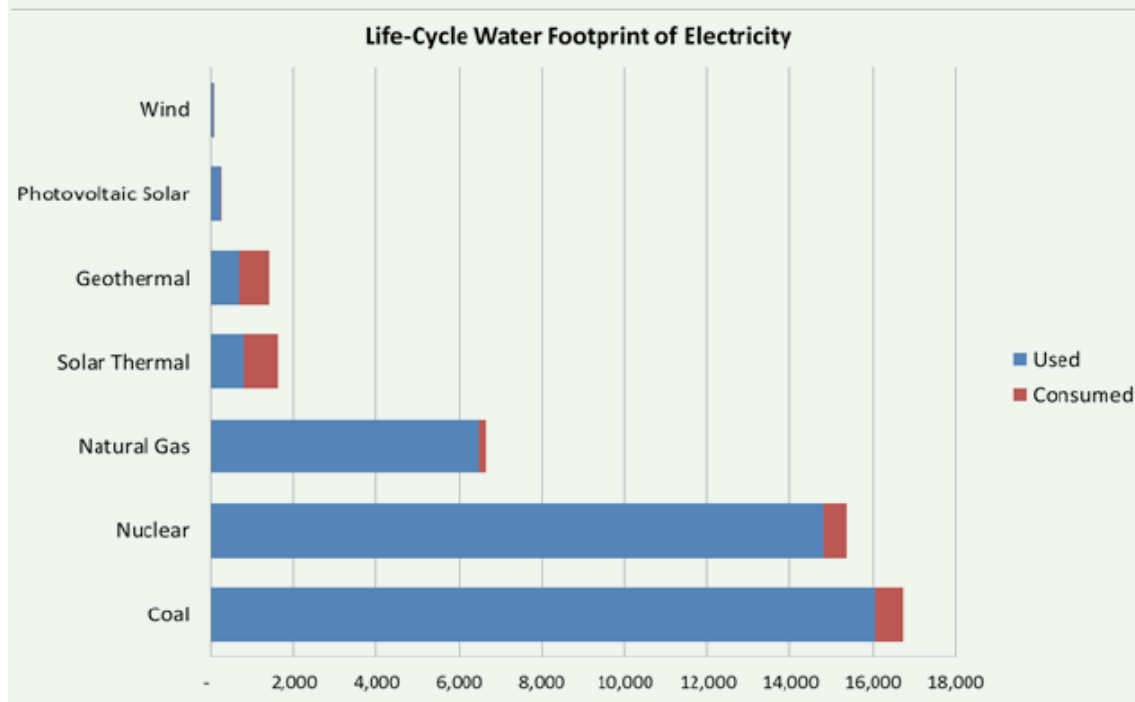
de kosten van lithium-ion-batterijen sinds 2010 heeft plaatsgevonden. Volgens Bloomberg zijn investeringen in fossiele energiecentrales, bedoeld om de leveringszekerheid te garanderen, nu al niet meer rendabel.⁶

Mooi weer, seizoenen en technische problemen

Voor nieuwe kerncentrales wordt vaak een beschikbaarheidsfactor van 90% of meer geadverteerd. In realiteit halen de meeste kerncentrales slechts 80%. Maar 254 van de 413 kerncentrales wereldwijd zijn meer dan 31 jaar oud, 77 zelfs meer dan 41 jaar en ouder.⁷ Van deze oude reactoren neemt de mate van beschikbaarheid af. En wanneer er een probleem in een kerncentrale is, valt er in één klap een grote hoeveelheid stroom weg. Om dit risico te voorkomen hebben kerncentrales ook altijd back-up-capaciteit nodig die snel ingebracht moet kunnen worden. Meestal gaat het hierbij om waterkracht, gascentrales of op 'stand-by' draaiende kolencentrales.

Kerncentrales zijn soms ook weersafhankelijk. Dit heeft te maken met de enorme hoeveelheden koelwater die nodig zijn om de reactor constant te koelen.⁸ Als dit uit een rivier komt waarin de waterstand door aanhoudende droogte te laag is of de watertemperatuur te hoog wordt (tijdens een hittegolf), moet zo'n centrale tijdelijk worden stilgelegd. In India is dit een groot probleem.⁹ Maar ook Europese centrales hebben er steeds vaker last van.¹⁰

Chart 1. Lifecycle Water Use of Electricity (Gallons/MWh)



6 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-28/fossil-fuels-squeezed-by-plunge-in-cost-of-renewables-bnef-says>

7 World Nuclear Industry Status report 2018, pag. 41

8 Life cycle water use for electricity generation: a review and harmonization of literature estimates, J Meldrum et al, <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/1/015031/pdf>

9 Parched Power: Water Demands, Risks, and Opportunities for India's Power Sector <http://www.wri.org/publication/parched-power>

10 <https://www.theguardian.com/environment/2006/jul/30/energy.weather>

Zonne- en windenergie zijn weersafhankelijk maar de energieopbrengst is tegenwoordig zeer goed voorspelbaar. Technische problemen in één windturbine hebben vrijwel geen gevolgen voor de totale geleverde capaciteit van een windpark. In die zin geeft een windpark juist een grote leveringszekerheid.

Kernenergie flexibel inzetbaar?

Over het algemeen worden kerncentrales als te inflexibel gezien om een grote rol te kunnen spelen in het moderne elektriciteitsnetwerk waarin een grote en steeds groeiende fractie variabele hernieuwbare energiebronnen de hoofdrol spelen. Toch beweren kernenergieproducenten de laatste jaren dat ze kerncentrales ook flexibel kunnen inzetten om de elektriciteitsvraag te volgen en eventuele gaten in hernieuwbare stroomverzorging op te vangen. De stroomproductie van een kerncentrale zou snel omlaag en omhoog te regelen zijn; dat zou kerncentrales dus geschikt maken voor het samenspel met variabele, duurzame energiebronnen als zon en wind.

Het klopt dat kerncentrales hun stroomproductie kunnen laten afnemen als er minder vraag is. Tot zo'n 40% capaciteitsvermindering is dit relatief eenvoudig, daarna wordt het problematischer.

Dit is in de eerste plaats een economisch probleem: Het leeuwendeel van de kosten van een kerncentrale zitten in de bouw en afschrijving, en die blijven gelijk, ook als de centrale minder elektriciteit produceert. Het is dus duur.

Maar wanneer een reactor vaak wordt uit- en aangeschakeld, is dit ook belastend voor de kernreactor. Iedere keer dat een kerncentrale snel haar productie moet verminderen, ontstaan er snelle temperatuurwisselingen in delen van de reactor die een negatieve invloed kunnen hebben op de kwaliteit van het materiaal. Bovendien is in de Duitse kerncentrale in Brokdorf gebleken dat de kwaliteit van de brandstofstaven degradeert bij veel capaciteitsvariaties. In de praktijk zien we dat kernenergieproducenten de reactoren zo veel mogelijk non-stop laten draaien, zelfs wanneer dat tot hele lage of zelfs negatieve elektriciteitsprijzen leidt (waarbij de afnemer geld krijgt om elektriciteit af te nemen). Onderzoek van Craig Morris wijst uit dat kerncentrales uiteindelijk niet compatibel zijn met het snel fluctuerende elektriciteitsaanbod uit zon en wind.¹¹

¹¹ Craig Morris, Can reactors react? <https://www.iass-potsdam.de/en/output/publications/2018/can-reactors-act-de-carbonized-electricity-system-mix-fluctuating>
Samenvatting: <https://twitter.com/ppchef/status/970668691745583105>