

Rob Jetten ziet zich als revolutionair klimaatleider. Maar zijn plannen zijn even megalomaan als onmogelijk.

Posted on 14 juni 2023 by Jacques Hagoort

Uiterlijk 2050 moeten alle EU-landen klimaatneutraal zijn. Dat wil zeggen dat er op het grondgebied van de EU vanaf 2050 netto geen broeikasgassen meer mogen worden uitgestoten. De netto-nul verplichting is geen vrijblijvende afspraak, maar is vastgelegd in de bindende Europese klimaatwet van 2021. Als tussendoel moet de uitstoot van de EU-landen in 2030 met 55% zijn afgenomen ten opzichte van 1990. Ook dat is in de Europese klimaatwet bepaald.

De redenering achter de netto-nul verplichting is dat de 'gevaarlijke' opwarming van de aarde beperkt moet blijven tot maximaal 1,5 graad Celsius ten opzichte van de pre-industriële periode. Overschrijding van die grens zou, volgens de EU-wetgevers, catastrofale gevolgen hebben voor de aarde en de mensheid. Niet voor niets heeft het Europese Parlement eind 2019 officieel de klimaatnoodtoestand in Europa uitgeroepen.

Pakket van ruim 120 klimaatmaatregelen

Op dit moment bedraagt de wereldwijde opwarming al 1,2 graad. Het is uitgesloten dat de 1,5 graad doelstelling kan worden gehaald, daarover bestaat inmiddels een brede wetenschappelijke consensus. Niettemin houden de EU-leiders hardnekkig vast aan de netto-nul uitstoot in 2050 in de veronderstelling dat ze daarmee het niveau van de wereldwijde opwarming kunnen beïnvloeden. Dat is een misverstand. Als het al zou lukken Europa met veel kunst en vliegwerk in 2050 klimaatneutraal te maken, dan zal dat geen meetbaar effect hebben op de gemiddelde wereldtemperatuur. Daarvoor is het Europese aandeel in de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen eenvoudigweg te gering, niet meer dan 8%.

De netto-nul in 2050 ligt ook aan de basis van het pakket met ruim 120 klimaatmaatregelen dat klimaatminister Jetten onlangs naar de Tweede Kamer heeft gestuurd. Over visie en daadkracht gesproken. De minister heeft zich niet alleen onvoorwaardelijk achter de EU-doelen opgesteld maar heeft er zelfs nog een flinke schep bovenop gedaan.

Hij wil de uitstoot in Nederland in 2030 al met 60% terugbrengen in plaats van de verplichte 55%, 'om er zeker van te zijn dat de 55% ook wordt gehaald'. Een opmerkelijk argument. Met een soortgelijke logica zou de minister van Infrastructuur en Waterstaat binnenkort de maximumsnelheid op het wegennet kunnen verlagen van 100 km/uur naar 90 km/uur.

De 120 maatregelen zijn volgens minister Jetten noodzakelijk omdat we in het verleden in Nederland te laks zijn geweest en een inhaalslag dringend geboden is. Met zijn ambitieuze klimaatplannen wil de minister Nederland klimaatkoploper van Europa maken.

Sprak hij bij een eerdere gelegenheid over zijn klimaatbeleid als Keerpunt 2022, het jaar waarin hij aantrad als klimaatminister, bij de aankondiging van zijn pakket van 120 maatregelen had hij het over niet minder dan 'de grote omwenteling'. Het is duidelijk, Jetten ziet zichzelf als de visionaire leider die Nederland voorgaat op weg naar klimaatneutraliteit in 2050.

De 120 maatregelen gaan een lieve cent kosten: ruim 28 miljard euro, dat is al 80% van het speciale klimaatfonds dat het kabinet Rutte-4 in 2022 in het leven heeft geroepen. Maar we krijgen er wel wat voor terug.

In de woorden van de minister: '*De grote omwenteling waarmee we zijn begonnen, zal Nederland mooier, schoner en welvarender maken. In onze steden en dorpen zullen comfortabele en goed geïsoleerde huizen staan, zodat we minder geld kwijt zijn aan energie. We kunnen ontspannen in een groenere leefomgeving, die natuur de ruimte geeft en verkoeling biedt tijdens hete zomers. En we verdienen ons geld in een economie die op duurzame activiteiten is gebaseerd*.' De communicatiestrategie van Jetten is duidelijk: geen hel en verdoemenis meer maar alle nadruk leggen op een paradijselijke toekomst. Van de 'highway to hell' naar de 'highway to heaven'.

Hoe realistisch is Jettens visioen?

Het pakket klimaatmaatregelen van de minister is door vrijwel alle grote Nederlandse kranten en zendgemachtigden enthousiast ontvangen. In het hoofdredactionele commentaar van de *NRC*, de krant van klimaatminnend Nederland, wordt Jetten alle lof toegezwaaid, niet alleen voor zijn pakket maatregelen maar vooral voor zijn bevlogen 'visioen' van een klimaatneutraal en paradijselijk Nederland. Zie hier (achter betaalmuur).

De krant hoopt dat Jettens enthousiasme en bevlogenheid zal overslaan op de burgers van Nederland en dat die de weg naar de subsidiepotten snel weten te vinden om Nederland 'schoner en groener' te maken. Aan de *NRC* zal het niet liggen.

Hoe realistisch is Jettens 'visioen' van een klimaatneutraal Nederland vanaf 2050? Laten we dat eens bekijken aan de hand van een eenvoudige rekensom over hoe de klimaatneutrale energievoorziening er in 2050 uit zou moeten zien en hoe we daar dan vanaf nu zouden kunnen komen. Het uitgangspunt van de rekensom is dat, geheel in de geest van Jetten, klimaatneutraal Nederland in 2050 volledig zelfvoorzienend is in energie en dat de leveringszekerheid van energie op weg naar 2050 en daarna op ieder moment is geborgd.

Huidig energieverbruik voor meer dan 90% fossiel

De allereerste vraag die we moeten beantwoorden is hoeveel energie Nederland nodig heeft in 2050. Daarin volgen we de energiedeskundige Martien Visser die er in zijn column op *Energie Podium* verstandige dingen over heeft gezegd. Zie hier.

Visser laat zien dat het huidige energieverbruik rond de 3500 PJ (Peta Joule) ligt. Dat is dus alle energie die we per jaar nodig hebben om Nederland draaiende te houden. Dat verbruik is al jaren constant en dat zal volgens Visser voorlopig ook wel zo blijven. Spectaculaire verlagingen zitten er niet in, dat zou alleen maar wensdenken zijn. Het totale verbruik aan energie in 2050 stellen we dus op 3500 PJ.

Het huidige energieverbruik in Nederland is nog steeds voor meer dan 90% van fossiele oorsprong (olie, gas en kolen). Over een periode van krap 30 jaar zullen de fossiele energiebronnen dus plaats maken voor groene energiebronnen. In Nederland zijn dat voornamelijk hernieuwbare zonne- en windenergie en, sinds het aantreden van het kabinet Rutte-4, ook kernenergie. Biobrandstoffen (houtsnippers), op dit moment nog goed voor 60% van de hernieuwbare energie in Nederland, zullen in een klimaatneutraal Nederland geen rol van betekenis meer spelen.

De hernieuwbare bronnen wind en zon leveren alleen energie als het waait en de zon schijnt. Er moet dus ook een voorziening komen voor het geval dat de hernieuwbare bronnen het laten afweten. Daarvoor kiezen we elektriciteitscentrales die met groene waterstof worden gestookt, ook geheel in lijn met de plannen van minister Jetten. De groene waterstof wordt geproduceerd in elektrolysefabrieken die worden gevoed met elektriciteit afkomstig van hernieuwbare bronnen. De geproduceerde groene waterstof wordt opgeslagen in ondergrondse holtes in zoutlagen (zoutcavernes) die vervolgens op afroep waterstof leveren aan waterstofcentrales wanneer dat nodig is.

Wind op zee wordt de belangrijkste bron van hernieuwbare energie in Nederland. Op dit moment is het geïnstalleerde nominale vermogen van wind op zee ruim 4 GW (Giga Watt). Volgens de laatste plannen van minister Jetten van november 2022 moet dat doorgroeien naar 70 GW in 2050. Meer zit er niet in.

In 2050 is geïnstalleerd vermogen aan zonne-energie 165 GW

Het geïnstalleerde nominale vermogen van wind op land is nu ruim 6 GW. Op land is niet zo veel ruimte meer beschikbaar voor extra windvermogen. Niettemin nemen we aan dat het vermogen van wind op land zal verdubbelen tot 12 GW in 2050, voornamelijk door de inzet van grotere en krachtiger windmolens ter vervanging

van de huidige generatie windmolens.

Het op dit moment geïnstalleerde nominale vermogen aan zonne-energie is ruim 15 GW. Vrij oppervlak voor extra zonneparken op land is er nauwelijks meer. Maar op daken van woonhuizen, gebouwen en fabrieken lijkt nog de nodige oppervlakte beschikbaar: bijna 900 vierkante kilometer volgens een recente studie van Deloitte. Uitgaande van een bedekking van 75% levert dat een extra vermogen op van rond de 150 GW. Dat brengt het totale geïnstalleerde vermogen aan zonne-energie in 2050 op 165 GW.

Hernieuwbare energie levert in 2050 de helft van wat nodig is

Het nominale vermogen is de maximale hoeveelheid energie die kan worden geproduceerd per tijdseenheid onder ideale omstandigheden. Wind op zee levert gemiddeld per jaar 55% van het nominale vermogen, bij wind op land is dat ongeveer 45% en bij zon rond de 15%. Dat brengt het totale effectieve vermogen aan hernieuwbare energie in 2050 op 68,7 GW (0,55×70+0,45×12+ 0,15×165). Daarvan is 56% wind op zee, 8% wind op land en 36% zon.

De hoeveelheid energie die hernieuwbare energie met een effectief vermogen van 68,7 GW in 2050 kan leveren per jaar is 2165 PJ (68,7*24*365/1000*3,6). Dat is ruim 60% van het totale energieverbruik in 2050. Daar moet dan nog van worden afgetrokken de energie die verloren gaat bij de productie van waterstof in de elektrolysefabrieken en bij de productie van elektriciteit in de waterstofcentrales.

In het geval dat de waterstofcentrales 20 dagen per jaar in bedrijf zijn, leveren ze per jaar een energie van 119 PJ (20/365*2165) ter vervanging van de hernieuwbare energie. Dat gaat gepaard met een verlies van 359 PJ. Voor de hernieuwbare energie blijft dus netto 1806 PJ over (2165-359), iets meer dan de helft van wat er in 2050 nodig is.

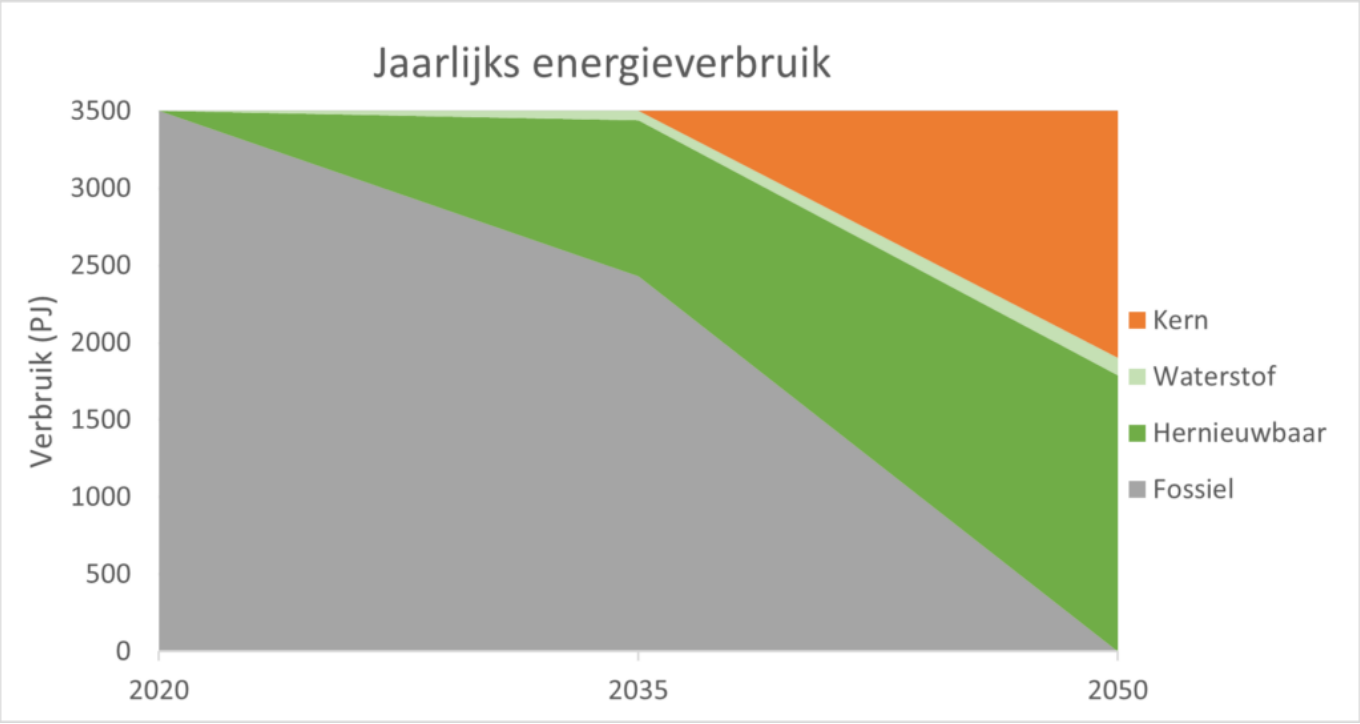
Er zijn veel meer nieuwe kerncentrales nodig dan twee

Kernenergie moet in 2050 het gat van 1575 PJ (=3500-1806-119) opvullen, iets minder dan de helft van het totale verbruik. Op dit moment is er een kleine

kerncentrale (Borssele) van 0,45 GW operationeel maar die is aan einde van zijn levensduur.

In het Coalitieakkoord van Rutte-4 wordt uitgegaan van de bouw van twee nieuwe kerncentrales van ieder 1,5 GW die, als alles meezit, in Borssele zullen worden gebouwd en rond 2035 operationeel zullen zijn. De hoeveelheid energie die de nieuwe centrales per jaar gaan leveren is 95 PJ (3*24*365/1000*3,6), een fractie van wat in 2050 nodig is (1575 PJ). Na 2035 zullen er dus aanzienlijk meer nieuwe kerncentrales bij moeten komen.

De onderstaande grafiek illustreert het energieverbruik uitgesplitst naar energiedrager over de periode van 2020 tot 2050. Op de verticale as staat de hoeveelheid energie in PJ en op de horizontale as de tijd van 2020 tot 2050. Voor de eenvoud nemen we aan dat in 2020 100% van de verbruikte energie van fossiele oorsprong (donkergrijs) is en dat vanaf dat jaar de fossiele energie wordt vervangen door hernieuwbare energie (groen), groene waterstof (lichtgroen) en vanaf 2035 door kernenergie (oranje). Verder veronderstellen we dat de afbouw van fossiele energie en de opbouw van de groene energie verlopen als simpele rechte lijnen.



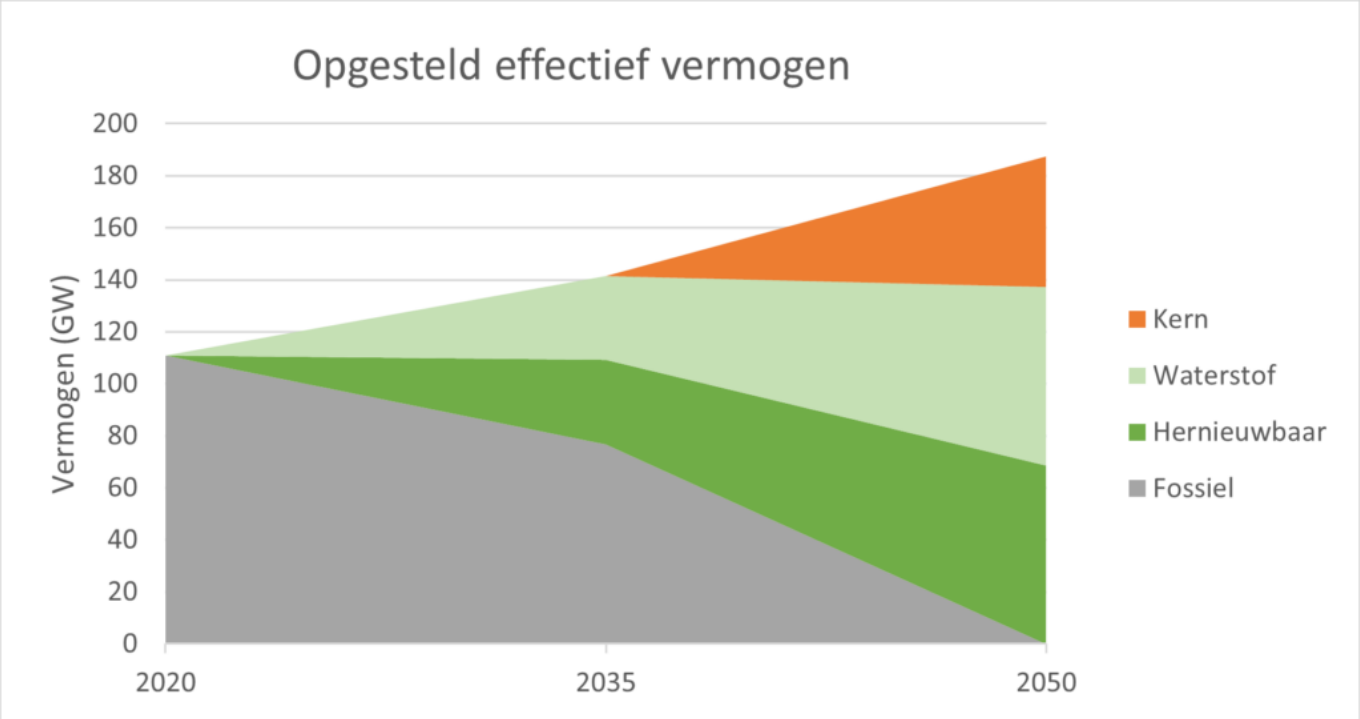
In de gehele periode is het totale energieverbruik constant en gelijk aan 3500 PJ.

Met het beschikbaar komen van hernieuwbare energie neemt het verbruik van fossiele energie in gelijke mate af. In 2035 is het fossiele energieverbruik gezakt naar ruim 2400 PJ. Vanaf dat moment gaat kernenergie een rol spelen en kan het verbruik van fossiele energie versneld afnemen naar nul in 2050. Vandaar de knik in het fossiele energie-vlak. Het verbruik van energie in 2050 is voor 52% afkomstig van hernieuwbare energie, voor 45% van kerncentrales en voor 3% van waterstofcentrales.

Wat er nodig is aan productie-installaties

Naast het jaarlijkse verbruik per energiedrager is ook van belang wat het daarvoor noodzakelijke opgestelde effectieve vermogen per energiedrager moet zijn. Het vermogen bepaalt de omvang van de productie-installaties die nodig zijn en dus de hoogte van de investeringen.

De onderstaande grafiek laat het verloop van het opgestelde vermogen zien in de periode 2020 tot 2050, weer uitgesplitst naar energiedrager. Op de verticale as staat het vermogen uitgedrukt in GW en op de horizontale as de tijd in jaren.



Bij een jaarlijks verbruik van 3500 PJ is een effectief opgesteld vermogen nodig van

111 GW (3500/(24*365*3,6)*1000). Het effectieve fossiele vermogen daalt van 111 GW in 2020 via een knik in 2035 naar nul in 2050. Vanaf 2020 komt er gestaag effectief vermogen aan hernieuwbare energie bij dat oploopt naar 69 GW in 2050. Tegelijkertijd moet er een even groot reservevermogen aan waterstofcentrales worden bijgeplaatst om het stilvallen van de hernieuwbare bronnen op te vangen.

Na 2035 zal het totale vermogen als gevolg van de inzet van kernenergie verder stijgen naar 186 GW in 2050. Het opgestelde vermogen van kernenergie in 2050 is dan 48 GW. Op ieder moment is het totale vermogen van de weersonafhankelijke bronnen (fossiel, waterstof, kern) gelijk aan 111 GW. Het opgesteld effectief totaal vermogen in 2050 is opgebouwd uit 36,5% hernieuwbaar, 36,5% waterstof en 27% kernenergie.

Bovenstaande grafiek toont de zwakke plek van weersafhankelijke hernieuwbare energie: op ieder moment moet er voor iedere GW vermogen aan (goedkope) hernieuwbare energie gelijktijdig hetzelfde vermogen aan (dure) weersonafhankelijke energie inzetbaar zijn. Waterstofcentrales dragen per jaar maar voor 3% bij aan het totale energieverbruik maar nemen wel 36,5% van het opgestelde vermogen voor hun rekening.

Nu we de hoeveelheid opgesteld vermogen voor de individuele energiedragers hebben vastgesteld kunnen we dat vervolgens vertalen in aantallen te installeren windmolens, zonnecellen, kerncentrales en in waterstofcentrales annex waterstoffabrieken en waterstofopslagfaciliteiten.

Ieder jaar 280 windmolens op zee en 80 op land erbij

Het nominaal vermogen van wind op zee in 2050 is 70 GW. Het nominale vermogen van een windmolen op zee stellen we op 10 MW. Dat betekent dat er in 2050 7000 windmolens op zee nodig zijn. Gedurende de opbouwperiode van 25 jaar moeten er dus ieder jaar 280 windmolens (=7000/25) van 10 MW bijkomen. Ter vergelijking: het windpark Borssele 1&2 voor de kust van Zeeland dat in 2020 gereedkwam telt 94 windmolens met een nominaal vermogen van 8 MW en vergde een bouwtijd van ruim 4 jaar.

Wind op land heeft in 2050 een nominaal vermogen van 12 GW. Stellen we het

gemiddelde nominale vermogen van een windmolen op land op 6 MW, dan moeten er op land in 2050 2000 windmolens draaien. Tussen nu en 2050 zullen er ieder jaar nog 80 (2000/25) windmolens op land bij moeten komen of vervangen moeten worden. Ter vergelijking: het windpark Krammer bij Bruinisse in Zeeland dat in 2021 werd opgeleverd telt 34 windmolens met een nominaal vermogen van 3 MW en de bouw ervan heeft 4 jaar geduurd.

In 15 jaar moeten er 16 duo-kerncentrales gebouwd worden

Het huidige opgestelde nominaal vermogen van zonne-energie ligt rond de 15 GW en groeit naar 165 GW in 2050. Dat betekent een jaarlijkse groei van 6 GW (150/25). Ter vergelijking: in het recordjaar 2021 werd er in Nederland voor 4 GW aan zonnepanelen geïnstalleerd.

Het opgesteld vermogen aan kerncentrales in 2050 is 48 GW. Als prototype kerncentrale nemen we de beoogde duo-centrale in Borssele met een vermogen van totaal 3 GW. Dat betekent dat er in 2050 16 (48/3) duo-centrales operationeel moeten zijn. Voor de bouw van de Borssele duo-centrale wordt gerekend op 10 jaar. De bouw van de eerste duo-centrale kan beginnen in 2025. De bouw van de laatste moet uiterlijk beginnen in 2040 om in 2050 bedrijfsklaar te zijn.

De totale beschikbare bouwtijd voor de serie van 16 duo-centrales is dus 15 jaar. Vanaf 2025 tot 2040 moet er dus ieder jaar met de bouw van tenminste 1 duo-centrale worden begonnen. Na de oplevering van de eerste duo-centrale in 2035 wordt er in helzelfde jaar, over het hele land verspreid, gelijktijdig aan de bouw van 15 nieuwe duo-centrales gewerkt.

Tot slot de groene waterstofcentrales. In 2050 moet er een waterstofvermogen klaar staan van 69 GW. Laten we voor het gemak aannemen dat de gemiddelde waterstofcentrale een effectief vermogen heeft van 500 MW. In 2050 moeten er dan 138 (69/0,5) waterstofcentrales beschikbaar zijn.

Productie van elektriciteit met waterstof als brandstof is een nieuwe technologie die nog wel een aantal jaren nodig heeft om tot volle wasdom te komen. We veronderstellen dat in 2030 kan worden begonnen met de bouw van de waterstofcentrales. Dat houdt in dat er tussen 2030 en 2050 ieder jaar 7 (138/20)

nieuwe waterstofcentrales moeten worden opgeleverd.

Hoeveel elektrolysefabrieken zijn er nodig om de groene waterstofcentrales te voeden? Voor de jaarlijkse productie van 117 PJ in 2050 is er ruwweg 22 miljard kubieke meter waterstof per jaar nodig. Een elektrolysefabriek van 500 MW levert per jaar ongeveer 1 miljard kubieke meter waterstof. Voor de productie van 117 PJ in 2050 zijn er dus 22 elektrolysefabrieken nodig.

Dat betekent dat er tussen 2030 en 2050 ieder jaar op zijn minst 1 nieuwe elektrolysefabriek van 500 MW moet worden opgeleverd. Ter vergelijking, Shell is in 2022 gestart met de bouw van een 200 MW elektrolysefabriek op de Maasvlakte, op dit moment de grootste in Europa, die naar verwachting in 2024 operationeel zal zijn.

In totaal zijn er 440 zoutcavernes nodig

De 22 miljard kubieke meter waterstof moet worden opgeslagen in zoutcavernes in de zoutprovincies in het oosten van het land. Een doorsnee zoutcaverne heeft een opslagcapaciteit van 50 miljoen kubieke meter gas.

Dat houdt in dat er in 2050 in totaal 440 (22/50*1000) cavernes nodig zijn en dat er vanaf 2030 tot 2050 ieder jaar 22 (440/20) nieuwe cavernes in bedrijf moeten worden gesteld. De bouw van een bedrijfsklare caverne kost tussen de 1 en 2 jaar. Op dit moment zijn er in Nederland 5 zoutcavernes in gebruik voor de opslag van aardgas en 1 voor stikstof.

Naast de bouw van de productie- en opslagfaciliteiten moet ook het bestaande landelijke distributienetwerk voor elektriciteit op de schop en moet er een landelijk gasnetwerk voor waterstof worden aangelegd. Beide projecten zijn zeer omvangrijk maar kunnen met een uiterste krachtsinspanning naar verwachting voor 2050 gereed komen.

Tot zover de rekensom. De uitkomsten zijn zonder enige reserve overweldigend: om Nederland in 2050 klimaatneutraal te maken zouden er vanaf nu tot aan 2050 ieder jaar vele tientallen meerjarige en grootschalige energieprojecten moeten worden opgetuigd en uitgevoerd. Daarbij gaat het in veel gevallen ook om technologie die nog nauwelijks is uitontwikkeld.

Het is een gigantische en risicovolle opgave die ieder voorstellingsvermogen te boven gaat en bovendien fysiek onmogelijk is. Het ontbreekt simpelweg aan voldoende bedrijven, menskracht, materialen, besteedbaar geld en gereedschappen om die enorme opgave tot een goed einde te brengen. Zelfs in een oorlogseconomie zou nog maar een fractie van wat er in 2050 nodig is gerealiseerd kunnen worden.

Stuur onuitvoerbare politieke dromen bij

Klimaatneutraliteit-in-2050 is misschien een lofwaardige streven, het is met de beste wil van de wereld onuitvoerbaar. Een tijdspanne van 30 jaar is gewoon te kort om zo'n majeure systeemverandering in de praktijk door te voeren. Klimaatneutraliteit-in-2050 kunnen we vergeten. Het is een schoolvoorbeeld van hoe praktische uitvoerbaarheid politieke dromen in de weg kan staan.

Als minister Jetten volhardt in klimaatneutraliteit-in-2050, en daar ziet het wel naar uit, dan stevent het kabinet Rutte-4 onherroepelijk af op een nieuw 'structureel overheidsfalen van on-Nederlandse proporties' (vrij naar oud-minister Wiebes), waar het toeslagenschandaal en het Groningse schade-afhandelings- en versterkingsfiasco niets bij zijn.

Gelukkig staan we aan het begin van de hele keten en is er nog alle tijd om bij te sturen. Werk aan de winkel voor onze volksvertegenwoordigers. Hopelijk zijn ze na de recente uitvoeringsdebacles van de overheid meer alert geworden op de praktische uitvoering van door bevlogen politici en beleidsmakers bedachte ambitieuze beleidsdoelen.

Jacques Hagoort *schrijft voor Wynia's Week over energiebeleid*

Wynia's Week *houdt de merkwaardige bewegingen van het Nederlandse* ***klimaat- en energiebeleid scherp in de gaten****. Wilt u deze broodnodige berichtgeving als donateur mede mogelijk maken?* ***Heel graag!*** *Hartelijk dank!*