

## Commentaar op Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. NZE

De originele tekst:

[https://iea.blob.core.windows.net/assets/20959e2e-7ab8-4f2a-b1c6-4e63387f03a1/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector\\_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/20959e2e-7ab8-4f2a-b1c6-4e63387f03a1/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf)

Door Evert du Marchie van Voorthuysen, 29 mei 2021.

Alle teksten in zwart komen uit het rapport, of zijn samenvattingen uit het rapport.

[Persoonlijk commentaar van EdMvV is in blauw.](#)

Het deze maand gepubliceerde rapport van het International Energy Agency (IEA) met de naam Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, afgekort NZE, is een scenario dat zich in vele opzichten onderscheidt van de 17 andere door het IPCC behandelde scenario's die leiden tot de netto uitstoot in 2050 die gelijk is aan nul. Dit doel is noodzakelijk om de gemiddelde temperatuurstijging op Aarde in 2100 te beperken tot 1,5 graad.

Zie blz. 62-63 en figuur 2.11. NZE is zeer laag vergeleken met de andere scenario's wat betreft CCUS, (Carbon Capture, Utilisation and Storage), energie gerelateerde CDR (Carbon Direct Removal) en energiewinning uit biomassa.

Het gemiddelde eind-energieverbruik in NZE is t.o.v. de andere scenario's iets lager, dus omvat een hogere efficiëntie in het energieverbruik, en een zuiniger gedrag van de burger.

NZE is zeer hoog vergeleken met de anderen wat betreft gebruik van waterstof en het aandeel van zonne-energie en wind in de stroomopwekking.

[Ik ben van mening dat NZE zich gunstig onderscheidt van de andere scenario's. Mede gezien het feit dat het IEA een gedegen instituut is met een in decennia opgebouwde kennis van alle aspecten van energie, ben ik van mening dat Nederland het NZE zeer serieus moet nemen, en zijn energiepolitiek in het vervolg in overeenstemming moet brengen met het NZE.](#)

[Dit betekent overigens niet dat de verhoudingen tussen de vele maatregelen perse in overeenstemming moet zijn met die in het NZE. Als hoogontwikkeld land met een grote bevolkingsdichtheid en vrij veel zware industrie is dat een te zware opgave.](#)

[Een redelijke bijdrage van Nederland \(overheid + bedrijfsleven + burgerij\) moet zijn dat Nederland naar evenredigheid bijdraagt aan de investeringen die nodig zijn voor het NZE.](#)

[Ik ben van mening dat die evenredigheid moet worden gemeten aan het aandeel van Nederland in het GDP. Dit aandeel is ongeveer 1%. Als bijvoorbeeld wordt gesteld dat er wereldwijd in 2030 600 GW aan zon-PV moet worden geplaatst, dan vertaalt zich dat in de opdracht aan Nederland om in het jaar 2030 6 GW aan zonnepanelen te installeren. Maar dat hoeft niet te betekenen dat al die zonnepanelen op Nederlandse daken en Nederlandse velden hoeven te worden geplaatst. Als we een flink deel hiervan bv. in Tunesië zouden plaatsen \(in goed overleg met de Tunesische regering\), zou Nederland toch aan zijn internationale verplichting voldoen. Bovendien leveren die zonnepanelen aldaar veel meer stroom per geïnvesteerde euro op dan in Nederland. Dit zou een voorbeeld zijn van de internationale samenwerking, die een noodzakelijke voorwaarde is voor het slagen van NZE, zie](#)

### Blz. 13- 27 **summary for policymakers**

Blz. 13 De huidige pledges (= ingediende nationale CO<sub>2</sub>-reductieplannen) schieten tekort. Als allemaal uitgevoerd, zal de temperatuur in 2100 toch met 2,1 graad zijn gestegen. Maar de meeste pledges zijn nog eens niet vertaald in concreet korte-termijn beleid.

Blz. 14 2020 tot 2030:

De wereldeconomie is in 2030 40% groter dan in 2020, maar energieverbruik is gedaald met 7%. De energieintensiteit gaat in 2020-2030 met 4% per jaar omlaag (3 keer sneller dan in de laatste 20 jaar).

De methaanuitstoot door lekkages gaat met 75% omlaag.

Jaarlijkse investeringen in 2030: PV: 630 GW (piekvermogen, 1 GW = 1 gigawatt = 1000 MW = 1000 megawatt) bijplaatsen per jaar, wind: 390 GW, 4 keer zo snel als in 2020. Ook investeringen in waterkracht en kerncentrales.

*(Voor de algemene omrekenstabellen voor energie, zie blz. 204)*

2030: 60% van de verkochte auto's is elektrisch.

Alle technologieën voor emissiereductie in 2030 bestaan reeds, en het beleid om ze te uit te rollen is bekend.

Al het beleid moet gericht zijn op versnelling van het investeringstempo in schone energie en efficiënte energie.

Internationale standaardisatie is cruciaal.

Regeringen moeten massale infrastructuur-investeringen plannen.

Blz.15 2030 tot 2050:

Er komen technologieën bij die nu (2020) nog niet op de markt zijn. In 2050 wordt bijna de helft van de emissiereductie gerealiseerd door deze nieuwere technologieën. De grootste kansen worden geboden door: verbeterde batterijen, electrolyzers en direct air capture van CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> uit de lucht invangen) en opslag. Zij leveren in 2030 – 2050 een essentiële bijdrage. Al voor 2030 moeten er nieuwe CO<sub>2</sub> pijpleidingen komen, en waterstoftransportsystemen tussen havens en industriegebieden.

16 Het begrote bedrag voor R&D (in de energietransitie) voor 2020-2030 moet omhoog van 25 G\$ naar 90 G\$.

17 55% van de emissiereductie is afhankelijk van particuliere investeringen (EV (electric vehicles) warmtepompen, e.d.). Gedragsverandering (zuiniger leven) levert 4% emissiereductie op.

18 In 2050 is het totale energieverbruik 8% minder dan in 2020, ondanks dat er 2 miljard meer mensen zullen zijn en iedereen toegang heeft tot energie. T.o.v. 2020 is zon-PV een factor 20 gestegen, en wind een factor 11. Zie de Tabellen A.1 – 3 op blz. 195. Fossiele brandstoffen zijn een factor 5 verminderd. Die worden voor het grootste deel gebruikt voor plastics, en voor elektriciteit met CCS. *(Afkortingen op blz. 215, definities van termen op blz. 205)*  
De elektriciteitsproductie stijgt een factor 2½.

Blz.20 toont de belangrijkste figuur uit het NZR rapport: een alomvattende basisfiguur geeft de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-uitstoot, en de mijlpalen van resultaten op weg naar een totale netto-uitstoot in 2050.

Zie nadere toelichting op blz.152, figuur 4.1.

21 Veel meer investering in netwerk-infrastructuur dan in waterstof.  
Priority action in clean energy investment, vooral in de opkomende economieën.

22 Figuur: zie het verschil tussen 2030 en 2050 in de jaarlijkse investeringen.

2030: nadruk op electricity generation, in 2050 nadruk op end use.

Regeringen spelen een sleutelrol.

In 2030 is de totale jaarlijkse investering 5000 G\$, dat is een factor 3 hoger dan in 2020.

Het mondiale GDP stijgt hierdoor met 4%.

Voor Nederland betekent dit in 2030 een totale investering van 50 miljard dollar = 45 miljard euro per jaar. Voor de verdeling over elektriciteitsopwekking (voor het grootste deel windturbines en zonnepanelen), de infrastructuur, en efficiencyverhoging door de eindgebruikers (woningisolatie e.d.) kan de figuur op blz.22 als niet bindende leidraad worden genomen, en figuur 2.22 op blz. 81. Een aanzienlijk deel van die 45 miljard zal in het (zonnige) buitenland worden geïnvesteerd.

De regeringen spelen een sleutelrol, en moeten ervoor zorgen dat de voordelen bij iedereen terechtkomen.

23 2020 naar 2030: het verbruik van koper, kobalt, mangaan, en zeldzame aarden stijgt een factor 7.

Regeringen moeten markten creëren voor investeringen in batterijen, vraagsturing, laag-CO2 flexibele centrales, samen met slimmere netwerken.

24 Internationale samenwerking is het belangrijkste voor het bereiken van netto-nul emissies in 2050.

In het binnenland moeten alle ministeries meedoen, niet alleen EZK.

Blz. 25 :

For many rich countries, achieving net-zero emissions will be more difficult and costly without international co-operation. For many developing countries, the pathway to net zero without international assistance is not clear. Technical and financial support is needed to ensure deployment of key technologies and infrastructure. Without greater international co-operation, global CO<sub>2</sub> emissions will not fall to net zero by 2050.

Dit is de belangrijkste boodschap van het NZE-plan. Het systeem van NDC's (Nationally Determined Contributions) uit het Parijs Akkoord, de pledges, is sterk gericht op het halen van nationale doelstellingen. Landen (en unie's, zoals de EU) worden hierop afgerekend. Er is in Parijs weliswaar door de rijke landen toegezegd om de opkomende en ontwikkelingslanden te gaan helpen met 100 G\$/jaar, maar daar komt nog niet veel van terecht. Het IEA legt hier de vinger op een zere plek.

Het effect van voortzetting van de huidige, op het binnenland gerichte, klimaatpolitiek heeft een desastreus effect, zie de figuur op blz.25 (en blz.189, waar de noodzaak van internationale samenwerking vanaf blz. 187 wordt toegelicht).

Blz. 29 **Chapter 1 Announced net zero pledges and the energy sector**

Dit hoofdstuk behandelt het resultaat van de tot op heden aangekondigde plannen van de landen, te onderscheiden in Stated Policies Scenario (STEPS) en Announced Pledges Cases (APC).

Blz. 36 De Stated Policies Scenario (STEPS) resulteren in 2,7 graad stijging in 2100.

De wereldwijde uitstoot blijft ongeveer constant.

In de ontwikkelde wereld daalt de uitstoot met 1/3 deel. In de rest stijgt de uitstoot.

38 Fig.1.6 toont totaal energieverbruik in STEPS. Het aandeel van hernieuwbare energiebronnen stijgt flink, maar het gezamenlijk aandeel van kolen, olie en gas in de geleverde energie blijft min of meer constant.

40 Announced Pledges Case (APC) assumes that all national net-zero emissions pledges are realised in full and on time.

Dit resulteert in 2,1 graad stijging in 2100.

Dit is nog steeds te veel. Bijvoorbeeld: bij een stijging met 2 graden zal 99% van de koraalriffen verdwijnen.

## 47 Chapter 2 A global pathway to net-zero CO<sub>2</sub> emissions in 2050

Dit hoofdstuk geeft een gedetailleerde beschrijving van het NZE (Net Zero Emissions). Dit scenario resulteert in 1,5 graad stijging in 2100 (met 50% waarschijnlijkheid blijft de temperatuurstijging onder die 1,5 graad, en met 50% boven 1,5 graad).

De energie- en industrie-uitstoot daalt met 40% van 2020 naar 2030. En dan verder naar 0 in 2050.

In 2030 is overal, voor iedere wereldburger duurzame energie beschikbaar.

In 2030 is er 75% reductie van methaanuitstoot door lekkages.

De totale energielevering daalt met 7% in 2020 → 2030

en blijft daarna constant tot 2050.

In 2050 leveren PV en wind 70% van alle energie.

Geen traditionele biomassa meer in 2030.

In 2050 is het kolenverbruik met 90% gedaald. Olie is met 75% gedaald. Aardgas is met 55% gedaald. Resteert: fossiele grondstoffen voor plasticproductie, en gasverbruik + CCS in de centrales die nodig zijn voor stroomlevering als wind en zon het laten afweten.

2050: 1,9Gton CO<sub>2</sub> removal, 0,52 Gton waterstofproductie, deels groen, deels blauw. Door gedragsverandering is 1,7 Gton CO<sub>2</sub> bespaard.

De jaarlijkse investeringen in de energiesector stijgen van 2300 G\$ nu naar 5000 G\$ in 2030. Dit is een investeringsstijging van 1% van het mondiale GDP.

Blz.49 geeft details van de modellen die door IEA zijn toegepast voor het berekenen van het NZE scenario.

50 De uitgangspunten zijn:

- ! Alle beschikbare technologieën en reductieopties doen mee.
- ! Alle landen werken samen om de net-zero reductie te realiseren
- ! Handhaving van volledige leveringszekerheid van stroom en brandstoffen op ieder moment.

51 Vanaf heden is er geen exploratie meer naar nieuwe olie, gas en kolen, afgezien de reeds goedgekeurde velden.

Dus Shell kan met onmiddellijke ingang, gehoorzamen aan het vonnis van de Haagse rechtbank d.d. 26 mei 2021, de miljarden die bestemd zijn voor de exploratie bestemmen voor nieuwe wind-op-zee projecten, en voor zonnecentrales in bijvoorbeeld Marokko.

Er worden geen nieuwe kolenmijnen meer geopend.

Olieprijzen: 35\$/vat in 2030, 25\$/vat in 2050 (vooral uit OPEC landen, want daar zijn de voorraden het grootste en de productiekosten het laagst).

53 Er komen overal CO<sub>2</sub>-prijzen, die met het jaar hoger worden, zie tabel 2.2. De CO<sub>2</sub>-prijzen variëren sterk, afhankelijk van de rijkdom van het land. In 2025 in de rijke landen 75 \$/ton, in sommige opkomende en ontwikkelingslanden 45 \$/ton, en in de meeste andere landen 3\$/ton.

Blz.53 Fig. 2.2 geeft de CO<sub>2</sub>-uitstoot in Gt/jaar en per capita per jaar, voor de rijke landen, en voor de rest.

54 Een totale, cumulatieve mondiale broeikasgasuitstoot van 500 Gton CO<sub>2</sub>-equivalent vanaf nu veroorzaakt in 2100 een temperatuurstijging (t.o.v. het pre-industrieel tijdperk) die met 50% waarschijnlijkheid beneden 1,5 graad blijft.

De elektriciteitsproductie is nu de grootste CO<sub>2</sub> bron, maar de stroombijdrage aan de emissies zal snel dalen en is 0 in 2040, zie fig. 2.3.

In 2020 – 2030: de emissie uit stroomproductie daalt met 60%

gebouwde omgeving daalt met 40%

industrie 20%

transport 20%

De resterende emissies van luchtvaart en zware industrie worden gecompenseerd met BECCS en DACCS.

56 Fig. 2.5 geeft de bijdrage van alle energiebronnen.

58 In 2050 wordt uit 925 miljard m<sup>3</sup> aardgas waterstof geproduceerd met afvang en opslag van de CO<sub>2</sub> uit het productieproces. Dit is dus blauwe waterstof.

60 2.4.2 Total final consumption

Het totale energieverbruik daalt met 1% per jaar. Door efficiency maatregelen, elektrificatie, gedragsverandering, en efficiency in gebruik van materialen. Zonder al die maatregelen zou het totale energieverbruik in 2050 90% hoger zijn.

Het elektriciteitsverbruik verdubbelt in 2050 t.o.v. 2020, door consumenten en door waterstofproductie.

In de industrie: emissiereductie door: efficiencyverbeteringen in energieverbruik, materiaalverbruik, warmte uit elektriciteit, en brandstofwisseling naar zonnearmte, geothermie, biomassa.

Daarna CCUS en waterstof.

Blz. 62 Gebouwenisolatie is cruciaal.

64 Decarbonisatiemaatregelen

Zie Fig. 2.12 tot 2030 vooral inzet van zon en wind en door toenemende efficiency, daarna komen CCUS en waterstof erbij.

65 Efficiencyverhoging

tabel 2.3 In 2030 moet de energieintensiteit van de economie met 4,2% per jaar dalen.

71 fig. 2.16 o.a. Groene waterstofproductie.  
Het lithiumverbruik is in 2050 100 keer hoger dan in 2020

74 Vrijwel alle daken bedekt met zon-thermisch en niet met zon-PV wegens hoger rendement, en goedkope opslag.

75 Hydrogen and hydrogen-based fuels

2030: De productie van blauwe waterstof en electrolyse waterstof zijn gelijk.

Dit is geen goede ontwikkeling. In 2030 zullen er waarschijnlijk nog maar weinig gebieden zijn waar langdurig een structureel overschot aanwezig is aan elektriciteit uit duurzame bronnen. Dat betekent dat grote hoeveelheden elektrolyse-waterstof zullen worden geproduceerd met stroom uit een net dat deels wordt gevoed uit gascentrales. Effectief komt dat neer op de omzetting van aardgas in een veel kleinere (in energietermen) hoeveelheid waterstof, een zeer verspillend concept, zowel in financiële termen als in klimaattermen. Zie mijn stuk: "Waarom "groene" waterstof op korte termijn (voor 2030) geen goed idee is."

Het IEA beseft dit ook wel, want de bijdrage van groene waterstof is in 2050 aanzienlijk hoger dan in 2050, en in 2050 is er wel een groot deel van de tijd sprake van een overschot van zonnestroom en windstroom.

76 Rolling out electrolyzers at the pace required in the NZE is a key challenge given the lack of manufacturing capacity today, as is ensuring the availability of sufficient electricity generation capacity.

Deze laatste voorwaarde: de ruime beschikbaarheid van duurzame stroom, is een cruciale voorwaarde voor electrolyse-waterstof om daadwerkelijk het predicaat groen te krijgen.

Veel export van waterstof uit ME, centraal en Zuid-Amerika en Australië naar Azië en Europa.

Blz. 77 Biomassaverbruik in NZE is ruim beneden de beschikbare hoeveelheid van duurzame biomassabronnen op aarde.

Heel terecht. Het NZE is wat betreft de bijdrage van biomassa aanzienlijk realistischer dan alle andere scenario's, zie fig. 2.11.

79 2.5.7 Carbon capture, utilisation and storage

80 Fig. 2.21 geeft de ontwikkeling van CCS. In 2050 wordt 7,6 Gton CO<sub>2</sub> jaarlijks onder de grond opgeslagen. Bij vrijwel alle andere scenario's wordt er meer CO<sub>2</sub> afgevangen en opgeslagen. Van die 7,6 Gton is ongeveer 1 Gton afkomstig van DAC, en 0,5 Gton van BECCS. Samen 1,5 Gton aan negatieve emissie.

81 2.6 Investment

Fig. 2.22 toont de benodigde investeringen, uitgesplitst naar sector.

4,5% van mondiale GDP in 2030 = 5000 G\$/jaar

2,5% van mondiale GDP in 2050 = 4500 G\$/jaar

Voor elektriciteitsopwekking: 1600 G\$ in 2030 (voor de netwerken 800G\$).

Vertaald naar een eerlijke bijdrage van Nederland (1%) aan de oplossing van het mondiale klimaatprobleem betekent dit voor Nederland (= overheden, bedrijven en burgers gezamenlijk) voor de benodigde kapitaalsinvesteringen in 2030:

Elektriciteitsopwekking (windparken en zonnepanelen): 14,7 miljard euro per jaar

Infrastructuur (elektriciteitsnetten op alle niveaus, pijpleidingen voor warmte en CO<sub>2</sub>, pompstations voor CO<sub>2</sub>): 8,8 G€/jaar

Transport (Elektrische auto's, laadpalen, spoorwegen, enz.): 6,5 G€/jaar

Gebouwde omgeving (Isolatie, warmtepompen, vloerverwarming, enz.): 7,4 G€/jaar

Industrie: 3,3 G€/jaar

Brandstofproductie: 4,5 G€/jaar.

In de praktijk zal hiervan worden afgeweken. Maar als de som van de investeringen aanzienlijk minder is dan Nederlands eerlijke bijdrage, 45 miljard euro per jaar, dan is dat falend beleid waarvoor ik mij, als betrokken Nederlander, Europeaan en wereldburger zal schamen.

Zoals eerder gesteld, is het niet waarschijnlijk dat Nederland dit enorme volume aan noodzakelijke investeringen op eigen grondgebied kan realiseren zonder onnodige kostenverhogingen. Maar dat hoeft ook niet. De Nederlandse economie omvat een veel groter grondgebied dan de schamele 40.000 km<sup>2</sup> waarop 17 miljoen Nederlanders elkaar verdringen. Laten Nederlandse bedrijven gaan investeren in zonnecentrales in Egypte en Australië, in PV-netten in sub-Sahara Afrika, in CCS-technologie in Polen, enz. enz.

Blz. 82 Voor 2030 is er een matige investeringstoename in waterstof.

Omleiding van kapitaalstromen nodig van fossiel naar hernieuwbaar.

De uitkomst van de rechtzaak Milieudefensie tegen Shell, en de sterk groeiende invloed van “groene aandeelhouders” bij vrijwel alle oliemaatschappijen werken in de gunstige richting.

Het meeste uit particuliere bronnen, gemobiliseerd door overheidsbeleid.

Overheidsfinanciering nodig voor de infrastructuur en innovaties van nieuwe technologieën.

In NZE uitgebreide internationale samenwerkingsinspanningen om de gewenste kapitaalsstromen te faciliteren.

Mijnsinziens noodzakelijke punten in het regeerakkoord:

- ! Strenge definitie van groene investeringen (windparken, zonneparken, CCS, elektriciteitsnetten, spoorwegen, zonnecentrales in zonnige landen, energie-infrastructuur in ontwikkelingslanden *maar voorlopig nog niet in “groene” waterstof*).
- ! Overheidsgaranties voor groene investeringen in minder stabiele landen
- ! Een klimaatdirectoraat bij Algemene Zaken, want klimaatpolitiek is Chefsache.
- ! Een progressieve vermogensbelasting (“miljonairsbelasting”) voor alle vermogensonderdelen die geen groene investeringen zijn.

### 83 Key uncertainties

Toename van investeringen bij afwezigheid van gedragsverandering, biomassa, CCUS zie fig. 2.23.

### 84 Behavioural change

.

## 90 .Bioenergy and land-use change

Voor de biomassa in NZE is nodig: 3,3 miljoen km<sup>2</sup> in 2020 en 4,4 miljoen km<sup>2</sup> in 2050, waarvan 2,7 km<sup>2</sup> bos en 1,3 km<sup>2</sup> voor korte rotatie planten

97 fig. 2.32 Waarom ontbreekt CSP?

Ten onrechte ontbreekt CSP (Concentrating Solar Power, de technologie van zonnespiegelcentrales, die dag en nacht zonnestroom kunnen leveren) in deze figuur. In NZE is de bijdrage bepaald niet verwaarloosbaar, en groter dan bv. geothermie, zie tabel A.3 op blz. 198. In tegenstelling tot andere hernieuwbare energiebronnen is CSP, net als PV, vrijwel onbeperkt beschikbaar, vooral in de wat zonniger landen. Dat CSP er vrij bekaaid af komt is het gevolg van eenzijdig lobbyen van concurrerende technologieën, zoals PV en de batterij-industrie, samen met politieke gemakzucht.

## Blz. 99 Chapter 3 Sectoral pathways to net-zero emissions by 2050

2050: Er wordt 500 Mton/jaar klimaat-neutrale waterstof geproduceerd, 40% blauw (= uit aardgas met CCS) en 60% met electrolyse. Deze waterstofproductie vergt 20% van alle opgewekte elektriciteit (uit zon, wind, kerncentrales).

In de periode 2030 tot 2050 wordt ieder jaar 600 GW aan PV en 340 GW aan wind gebouwd (piekvermogens).

Tot 2030 gaan de jaarlijkse investeringen in elektrische netten met een factor 3 omhoog.

Industrie: de uitstoot is in 2030 met 20% gedaald en in 2050 met 90%.

Transport: de uitstoot is in 2030 met 20% gedaald en in 2050 met 90%.

Gebouwen: de uitstoot is in 2030 met 40% gedaald en in 2050 met meer dan 95%

100 Fig. 3.1 geeft de CO<sub>2</sub> uitstoot per sector

101 Fig. 3.2 toont de kolen-, olie- en aardgasproductie

De olieprijs worden in 2030 35\$/vat, en in 2050 25\$/vat.

Er hoeven geen nieuwe olievelden meer worden ontdekt. Maar er moet wel worden geïnvesteerd om de olieproductie uit de bestaande velden in stand te houden.

102 Er zijn geen nieuwe gasvelden nodig.

103 In 2050 is meer dan de helft van het aardgas nodig om blauwe waterstof te maken.

104 Figuur 3.5 toont de methaanemissies door lekkage bij de exploitatie van aardgas, aardolie en steenkool. Het klimaateffect van deze lekkages is groot: in 2020 2,5 Gton CO<sub>2</sub>-eq. In de NZE roadmap moeten deze lekkages voor 2030 met 75% zijn verminderd.

[Dit is een belangrijke opdracht voor Shell, als onderdeel van de uitvoering van het vonnis in de zaak Milieudefensie tegen Shell.](#)

## 105 Low- emissions fuel supply

Dit zijn klimaat-neutrale brandstoffen: biobrandstoffen (biogas, biomethaan, biodiesel, ethanol), waterstof, en brandstoffen die uit waterstof zijn geproduceerd (ammoniak, synthetische brandstoffen, waarbij de C afkomstig is van de CO<sub>2</sub> uit verbranding van biomassa of van direct uit de lucht ingevangen CO<sub>2</sub> (DAC, Direct Air Capture)).

107 Figuur 3.7 toont de hoeveelheid biobrandstoffen. In 2050 wordt van ongeveer de helft van de biobrandstoffen de CO<sub>2</sub> afgevangen (CCUS).



## .108 Hydrogen and hydrogen- based fuels

In 2020 is de totale waterstofproductie 90 Mton waterstof/jaar. De productiemethode is volledig grijs (methane reforming), dit veroorzaakt een CO<sub>2</sub>-emissie van 0,9 Gton CO<sub>2</sub>/jaar.

In 2050 is het waterstofverbruik 530 Mton/jaar. 17% hiervan is nodig voor seizoens energieopslag. Voor het benutting van de waterstof zie Fig. 3.8.

45% van scheepsbrandstof bestaat uit ammoniak.

109 Synthetische kerosine levert 1/3 van de vliegtuigbrandstof in 2050. Deze kerosine wordt geproduceerd uit waterstof + C uit biomassa.

Electrolysercapaciteit: 2020: 0,3 GW, 2030: 850 GW, 2050: 3600 GW, dat is 20% van de totale stroomproductie in 2050.

Ik heb grote bedenkingen bij de reeds in 2030 voorgestelde enorme capaciteit aan electrolyse, die een hoeveelheid stroom gaat gebruiken die gelijk is aan de productie van 850 kerncentrales. Het komt neer op energieverpilling op grote schaal, want de marginale stroom komt in 2030 het grootste deel van de tijd niet uit zonnepanelen en windturbines, maar uit met aardgas gestookte centrales.

Dus 1000 GW aan (verbrandingswarmte van) aardgas → 500 GW elektriciteit → 400 GW aan (verbrandingswarmte van) waterstof. Dit is een verliespost van 600 GW zonder enig nuttig doel, want we zetten de ene gasvormige brandstof om in een andere gasvormige brandstof.

Dit onderdeel van het NZE scenario mag nooit werkelijkheid worden zonder aanvullende maatregelen.

De allerbelangrijkste voorwaarde voor de productie van werkelijk groene waterstof is dat er op de productielocatie een structureel overschot is aan elektriciteit uit klimaat-neutrale bronnen zoals zon, wind, waterkracht, kerncentrales en biomassa. Aangezien op de meeste gebieden op Aarde de elektriciteitsnetten aan elkaar verbonden zijn, en dit om zeer goede redenen, moet er eerst voor biljoenen dollars in zo'n gebied in klimaat-neutrale stroombronnen worden geïnvesteerd voordat er sprake kan zijn van een substantiele productie van groene waterstof. Volgens de figuur op blz.20 is pas in 2035 in de rijke landen aan de voorwaarde voldaan en pas in 2040 in de rest van de wereld.

De electrolysetechniek is nu nog erg duur. De beproefde methode om een technologie rendabel te krijgen is de massale uitrol, waarbij overheden de onrendabele top vergoeden aan de bedrijven en consumenten. Als er voldoende concurrentie is, zal de leercurve zijn heilzame werk doen. Bij zonnepanelen en windturbines heeft dit tot een prachtig resultaat geleid.

Maar als we dit bij de electrolysetechniek ook zo gaan doen (zoals in Nederland de waterstoffobby o.l.v. Prof. Ad van Wijk voorstaat) zal dit gepaard gaan met een zeer ongewenste verhoging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Het alternatief is een geconcentreerde en gecoördineerde R&D activiteit op overheidslaboratoria en bedrijfslaboratoria met het doel om de electrolyse goedkoper en efficiënter te maken. Deze methode werkt uitstekend. De Amerikaanse atoombommen werden tijdens de Tweede Wereldoorlog gerealiseerd met R&D, en niet door middel van een leercurve op een open markt.

Daarnaast kan dan ook de bestaande R&D naar een goed alternatief van electrolyse, nl. het produceren van waterstof uit water m.b.v. de hoge temperaturen in zonnetorens (CSP), worden

opgeschaald Het theoretisch rendement van zonnestraling → hoge temperatuur warmte → waterstof is hoger dan van zonnestraling → elektriciteit → waterstof.

Een ander alternatief is om in geïsoleerde gebieden, zoals eilanden, de stroomvoorziening in een snel tempo volledig te verduurzamen, en daarna aldaar groene waterstof te gaan produceren. Dit zou prima kunnen gebeuren op Curaçao en andere soortgelijke eilanden. Shell zou hiermee kunnen beginnen als eerste stap in de richting van waterstofbrandstoffen.

Veel ambitieuzer is zo'n aanpak in het zonovergoten Australië (25 miljoen inwoners, GDP = 1390 miljard USdollars). Nederland (17 miljoen inwoners, GDP = 825 miljard USdollars) zou dan het buitenlandse deel van de eigen klimaatinvesteringen (1% van de mondiale investeringen) gaan concentreren in Australië om samen met Australische investeerders, Shell, en eventuele andere energiemaatschappijen de stroomvoorziening aldaar in 2030 volledig klimaat-neutraal te maken. Daarna kan Australië zich ontwikkelen tot de belangrijkste exporteur van groene waterstof.

De keuze tussen “groen” en blauw hangt van prijzen af, en de beschikbaarheid van CCS.

109-110

Scaling up deployment of technologies and related manufacturing capacity will be critical to reducing costs. Water electrolyzers are available on the market today and hydrogen production from natural gas with CCUS has been demonstrated at a commercial scale (there are seven plants in operation around the world). The choice between the two depends on economic factors, mainly the cost of natural gas and electricity, and on whether CO<sub>2</sub> storage is available.

**Er wordt ten onrechte geen voorwaarde gesteld dat die stroom echt groen moet zijn!**

For natural gas with CCUS, production costs in the NZE are around USD 1-2 per kilogramme (kg) of hydrogen in 2050, with gas costs typically accounting for 15-55% of total production costs. For water electrolysis, **learning effects and economies of scale** result in CAPEX cost reductions of 60% in the NZE by 2030 compared to 2020.

**Helemaal fout. Hier moet het anders, met R&D, dus niet op grote schaal. De atoombom kwam ook niet tot stand met een leercurve. Het Apolloproject (eerste man op de Maan) in 1969 waarschijnlijk ook niet.**

Production cost reductions hinge on lowering the cost of low-carbon electricity, as electricity accounts for 50-85% of total production costs, depending on the electricity source and region.

**Heel juist**

The average cost of producing hydrogen from renewables drops in the NZE from USD 3.5-7.5/kg today to around USD 1.5-3.5/kg in 2030 and USD 1-2.5/kg in 2050 – **essentially about the same as the cost of producing with natural gas with CCUS.**

110 De kosten om CO<sub>2</sub> te leveren voor synthetische kerosine d.m.v. DAC of CCUS uit biomassa zijn \$15-70 per vat kerosine. Om het prijsverschil met goedkope fossiele kerosine uit olie van \$25/vat te compenseren is een CO<sub>2</sub>-prijs van \$250-400 per ton nodig.

Chili en Australië worden exporteurs van groene waterstof.

**Zeer juist. Beide landen beschikken over een overvloed aan zon, en de lokale elektriciteitsnetten omvatten een beperkte bevolking. Daarom is het in principe mogelijk om in die landen snel, d.w.z. voor 2030 een structureel overschot aan groene stroom te realiseren, waarna waterstofproductie op grote schaal mogelijk wordt. Dat is dan werkelijk groene waterstof.**

Gasexporterende landen worden exporteurs van blauwe waterstof.

**Deze landen maken hun exportproduct dus klimaatneutraal, en kunnen dus zonder bezwaar blijven**

exporteren.

Waterstoftransport is duur en maakt het \$1-3/kg duurder.

2050: 50% van alle ammoniak en 33% van de synthetische brandstoffen worden internationaal verhandeld.

111 Het aantal exportterminals voor waterstof en ammoniak: 2030: 60, 2050: 150

Internationale samenwerking voor certificering biomassa productie.

112 Hydrogen- based fuels

An immediate priority should be for governments to assess the opportunities and challenges of developing a low-carbon hydrogen industry as part of national hydrogen strategies or roadmaps.

Fout! Op waterstof gebaseerde brandstoffen zijn alleen zinvol met electrolyse-waterstof, niet met blauwe waterstof. Maar electrolyse-waterstof uit electriciteit uit een net zonder overschot aan klimaatneutraal elektriciteit is een zeer verspillend en vervuilend concept. Deze “immediate priority” geldt dus alleen voor R&D activiteiten, maar nog niet voor een massale uitrol. Het verkiezingsprogramma van D66 is hier ook duidelijk over.

Decisions will be needed on whether to produce hydrogen domestically from lowcarbon electricity via water electrolysis or from gas with CCUS or a combination of both, or whether to rely on imported hydrogen-based fuels. Building technology leadership along the hydrogen supply chain could help create jobs and stimulate economic growth.

De optie van groene waterstof uit geïmporteerde zonnestroom wordt niet genoemd. Wel de hoge transportkosten van waterstof (\$1-3/kg). Er moet een vergelijking worden gemaakt voor Marokko-Nederland. De investering voor 4 GW stroomtransport tussen beide landen is bekend, nl. 7 G€.

Financiële ondersteuning voor grijze H2 naar blauwe H2.

Blz. 113 The establishment of hydrogen trade will require the development of methodologies to determine the carbon footprint of the different hydrogen production routes and the adoption of guarantees of origin and certification schemes for low-carbon hydrogen (and hydrogen-based fuels)

Dit is een correcte uitspraak. Voorkomen moet worden dat electrolyse-waterstof dat geproduceerd was in een gebied en op tijden waarin in dat gebied geen structureel overschot aan klimaat-neutrale stroom was toch het predicaat: groen krijgt. In feite is deze waterstof nog vervuilender dan de conventionele grijze waterstof. Zie “Waarom “groene” waterstof op korte termijn (voor 2030) geen goed idee is.”

### 3.4 Electricity sector

In de periode 2020-2050 zal het stroomverbruik met 3,2% per jaar stijgen, van 23230 Twh naar 60000 Twh/jaar, het meest in de ontwikkelings landen en opkomende landen.

Blz. 114 Fig.3.9

zie ook tabel 3.2 met andere cijfers.

115 Fig. 3.10 het relatieve aandeel PV en wind in de stroomproductie stijgt in 2020-2030 het meest.

Het aandeel van kernenergie in de stroomopwekking is in 2050 iets beneden 10%  
Retrofitted kolencentrales met CCS in China, en gascentrales in USA met CCS vangen in totaal 15 Gton CO<sub>2</sub> af in de periode 2020-2050. (dit is 3% van de cumulatieve uitstoot)  
Er zijn momenteel nog maar 2 centrales met CCS in bedrijf, en 18 in ontwikkeling.  
Een succesvol verloop van hun leercurve is cruciaal.  
In 2030 en 2050: 2,5% van de stroom komt van waterstof en -waterstofbrandstoffen.

116 Concentrating solar and marine power are less mature technologies, but innovation could see them make important contributions in the long term.

Treurig om CSP in deze categorie te zien. In de zonnige landen heeft CSP duidelijke voordelen boven PV.

Hernieuwbare opwekcapaciteit verdrievoudigt van 2020 naar 2030, en vernegenvoudigt naar 2050.  
20% van de wind in 2050 staat op zee.  
Jaarlijkse toenames in 2030-2050: meer dan 600 GW aan PV en 340 GW aan wind (inclusief de vervangingen).  
Jaarlijkse plaatsing van batterijen: 3 GW in 2019, 120 GW in 2030, 240 GW in 2040.

118 Fig.3.12 Investerings in de stroomnetten: 250G\$ in 2020, 800G\$/jaar in 2030, 1000G\$/jaar in 2040, 800G\$/jaar in 2050.  
Voor de bijdrage van Nederland: 2,2 miljard euro in 2020 ? , 7,2G€/jaar in 2030, 9 G€/jaar in 2040 en 7,2 G€/jaar in 2050. Een deel van deze investeringen zullen in andere, vermoedelijk zonnige landen, worden gedaan.

119 Retrofits van oude fossiele centrales niet alleen met CCS, maar ook met bijstook van waterstofbrandstoffen. Besluitvorming voor 2030 nodig.  
Het zoveelste argument voor een kwalitatieve opwaardering van de Nederlandse klimaatpolitiek.  
Fig.3.13 uitfaseringstempo van kolencentrales. Sterke en spoedige overheidssteun nodig voor CCS.

120 R&D voor opslag en stabilisatie van het elektriciteitsnet.  
Fig.3.14 extra PV, wind en batterijen die nodig zijn in een variatie van het NZE waarin de onderdelen CCS en nieuwe kerncentrales achterwege worden gelaten. Er is dan 2400 GW meer PV+wind capaciteit nodig.  
Voor de consumenten worden de kosten dan 260 G\$ hoger.

### 121 3.5 Industry

Chemie, staal en cement veroorzaken 70% van de door de industrie veroorzaakte uitstoot.  
Deze fabrieken zijn sterk geconcentreerd in de opkomende economieën en ontwikkelingslanden.  
De groei in de afgelopen 2 decennia gaat afvlakken door verzadiging.

CO<sub>2</sub> emissie van de zware industrie: -20% in 2030, -93% in 2050.

50% van deze reducties komen tot stand door CCUS en waterstof.

124 Lange cyclustijd. Daarom nu al investeren in nieuwe CO<sub>2</sub>-arme technologieën tijdens vervangingen.

Blz. 127      fossiel + CCUS is in vele gevallen goedkoper dan hernieuwbare energiebronnen.

128    In de periode 2020-2050 moet er iedere maand 500 MW aan warmtepompen worden geïnstalleerd in de industrie, dus 6 GW aan warmtepompen per jaar.

130    Besliste actie van regeringen is noodzakelijk voor de verduurzaming in de industrie. Binnen 2 jaar moeten regeringen van ontwikkelde landen beslissen over bekostingen van R&D voor schone industriële technologieën en marktuitrol in de midden jaren 20. Internationale samenwerking helpt hierbij.

In 2024 moet de besluitvorming over de te volgen strategie klaar zijn: CCUS, waterstof, of allebei. Met de bijbehorende infrastructuur moet zo spoedig mogelijk worden begonnen.

[Heel belangrijk voor Nederland nu.](#)

Cement-importerende landen moeten cement-exporterende landen helpen om te investeren in CCUS.

131    Er moet een internationaal verdrag komen om de transitie naar zero-emission producten te bevorderen by level playing field.

Zo niet, dan gaan landen protectionistisch aan de gang.

Vanaf 2030 alleen nog maar near-zero emission investeringen in de industrie.

131    .3.6 Transport

De uitstoot door de transportsector bedraagt 8,5 GtonCO<sub>2</sub> in 2019, 7 Gton in 2020, en volgens NZE 5.5 Gton in 2030, 0,7 Gton in 2050.

Dit bij verdubbelde personenvervoer en factor 2½ gestegen vrachtvervoer.

Aantallen auto's: 1,2 miljard in 2020, 2 miljard in 2050.

Blz.132      Fig. 3.21 toont de totale emissie voor iedere vervoerstechnologie.

135    Probleem: factor 2 te weinig productiecapaciteit van batterijen gepland in 2030.

Snelle marktintroductie van solid state batterijen nodig in 2025-2030.

Trolley vrachtwagens als alternatief voor batterij en fuel cell vrachtwagens.

[Dit zou het \(grondstoffen voor\) batterijen probleem kunnen verlichten. Leg trolley bovenleidingen aan boven de rechter stroken van de snelwegen, met automatische aankoppeling van stroomafnemers op vrachtauto's en bussen. Deze voertuigen zijn nog wel uitgerust met batterijen, maar voor een beperkt bereik, dus \(veel\) goedkoper in aanschaf en exploitatie.](#)

Luchtvaart:

Passagiers-kilometers in de luchtvaart: stijging met 3%/jaar in 2020-2050. De stijging was 6% in 2010-2019.

De CO<sub>2</sub>-emissies door de luchtvaart: 1 Gton in 2019, 0,64Gt in 2020, 0,95 Gton in 2025, 0,21 Gt in 2050.

136    Zeevaart:

De CO<sub>2</sub>-emissies door de zeevaart: 0,88 Gton CO<sub>2</sub> in 2019, 0,83Gton in 2020, 0,12 Gt in 2050, daling met 6%/jaar.

Goede kansen voor ammoniak.

137 Spoorwegen:

138 De technieken voor klimaatneutrale vrachtwagens, schepen en vliegtuigen moeten veel sneller dan tot nu toe worden ontwikkeld.

139 Binnen enkele jaren moeten alle regeringen subsidies voor fossiele brandstoffen stopzetten. Voor 2025 moeten de R&D prioriteiten gedefinieerd zijn door de regeringen. Dit vergt internationale samenwerking. Batterij R&D is een onmiddellijke prioriteit.

140 Zonder fuel cell voertuigen, waardoor alle vervoer met stroom uit batterijen moet worden aangedreven, moet er 2000 GW meer aan stroomopwekking worden geïnvesteerd.

141 3.7 Buildings

Bezuinigingen in emissies tijdens de productie van bouwmaterialen (beton, staal, enz.) voor de nieuwbouw t.o.v. 2020 per m<sup>2</sup> vloeroppervlak: 40% in 2030, 50% in 2050.

Uitstoot in de gebouwde omgeving: 3 Gton in 2020, 1,8 Gt in 2030, 0,12 Gt in 2050, een daling van 95%. Fig. 3.27. Ook veel investering in zon-thermische zonnecollectoren, en bezuiniging door gedragsverbetering.

Brandstofverbruik in gebouwde omgeving: 2020 100%, 2030 30%, 2050 2%

Fractie elektriciteit in energieverbruik in de gebouwde omgeving: 2020 33%, 2030 50%, 2050 66%.

De verwarmingsbehoefte daalt met 2/3 deel in 2020 → 2050.

143 Fig.3.28 toont het totale energieverbruik in de gebouwde omgeving in EJ.

144 Box 3.4 zero-carbon-ready bouw en verbouw, definitie van het begrip “Zero- carbon-ready”.

Blz.145 In 2050 wordt de warmte voor 50% door warmtepompen geleverd, voor 20% door warmtenetten, en voor 20% door zonthermische zonnecollectoren.

[Dit is behoorlijk in strijd met de gangbare praktijk in Nederland, waar de bijdrge door zonnecollectoren wordt verwaarloosd.](#)

148 De hele waardeketen moet decarbonised worden

Het retrofit tempo moet omhoog van minder dan 1% van de gebouwen per jaar vandaag naar 2,5% in 2030 en verder.

149 Elektrificatie is de meest efficiënte methode voor energielevering aan de gebouwde omgeving. MEPS (minimum energy Performance Standards) verplicht stellen voor 2025. Zoals een verbod op gloei-, halogeen- en spaarlampen. In internationale samenwerking gelijke standaarden hiervoor vaststellen.

150 Stadsplanning

Blz. 151 **Chapter 4 Wider implications of achieving net-zero emissions**

Economische gevolgen van de NZE Roadmap: banenwinst 14 miljoen, banenverlies 5 miljoen, maar toch extra groei van het GDP.

Energie-industrie: De elektriciteitssector is met factor 2½ in 2050 gegroeid.

In 2030 heeft iedere wereldburger de beschikking over elektriciteit. Dit kost in 2020-2030 40 G\$/jaar.

In de opkomende en ontwikkelingslanden stijgt het aandeel van energie in het persoonlijk budget van de burgers niet, ondanks het ruimere aanbod aan energie voor de huishoudens.

3/4 van de gedragsverandering ten behoeve van zuinig gedrag m.b.t. energie wordt beïnvloed door overheidsbeleid.

Overheidsacties zijn cruciaal.

Dit gaat ver voorbij de portefeuille van energieministers; het vereist een volledig, door alle ministers gedragen beleid.

[Er moet in Nederland op het ministerie van algemene zaken een directoraat “Energie en Klimaat” komen, dus onder verantwoordelijkheid van de minister president, want klimaatpolitiek is “Chefsache”.](#)

Traditionele afhankelijkheden in olie en gas verdwijnen niet, en nieuwe kwetsbaarheden in de stroomvoorziening en beschikbaarheid van mineralen komen er aan.

Tot 2030 kan alle emissiereductie gerealiseerd worden met nu op de markt beschikbare technologie. Maar bijna de helft van de reducties in 2050 hangen af van technologieën die nu nog in ontwikkeling zijn.

Internationale samenwerking moet omhoog in een tempo en intensiteit zonder precedent. Zonder deze samenwerking zal het jaar waarin zero-emission is bereikt met decennia vertraagd worden.

Blz.152      Figuur 4.1: De mijlpalen in NZE, en de uitstoot met sector in 2020-2050.

In ontwikkelde landen is in 2035 de stroomproductie net-zero.

In de andere landen is in 2040 de stroomproductie net-zero.

Maar ook in 2030 150 Mton/jaar productie van blauwe en groene waterstof, waarvoor 850 GW aan elektrolyzers nodig is.

[Die 850 moet flink omlaag, want er dan nog veel te weinig echt groene stroom beschikbaar.](#)

2035: totale uitstoot 13 Gton CO2/jaar, totale CCS: 4 Gton/jaar

153      The magnitude of the changes required to reach global net-zero emissions by 2050 are not within the power of government energy or environment departments alone to deliver, nor within the power of individual countries. It will involve an unprecedented level of global collaboration, with recognition of and sensitivity to differences in the stages of development of individual countries, and an appreciation of the difficulties faced by particular communities and members of society, especially those who may be negatively affected by the transition to net-zero emissions. In the NZE, governments start by setting unequivocal long-term targets, ensuring that these are fully supported from the outset by explicit, near-term targets and policy measures that clearly set out the pathway, and that recognise each country’s unique starting conditions, to support the deployment of new infrastructure and technologies (Figure 4.1).



## 153 4.2 Economy

### 4.2.1 Investment and financing

De investeringen:

in stroomopwekking 2020: 500G\$, 2030: 1600G\$ (waarvan 1300G\$ in hernieuwbaar);  
in schone-energie infrastructuur 2020: 290G\$, 2030: 880G\$ (voor stroomnetwerken, EV  
laadstations, waterstof vulstations, inport/exportterminals, DAC, CO2-pijpleidingen en opslag;  
in eindgebruik van schone technologie 2020: 530G\$, 2030: 1700G\$ (voor retrofitting van  
gebouwen, transformatie van industriële processen, aankoop EV's, zuiniger apparaten).

Fossiele investeringen alleen nog maar om de productie in de bestaande olie en gasvelden in stand te houden: 2020: 575G\$, 110G\$ in 2050.

In de hele periode 2021-2050 zijn de energie gerelateerde investeringen 1% van het GDP.  
De private sector moet het meeste doen.

155 Fig. 4.2 toont de jaarlijkse investeringsbehoefte van NZE.

## 160 4.3 Energy industry

De oliemaatschappijen gaan met ingang van geden geen nieuwe olie- en gasvelden meer ontdekken, en stoppen met hun exploratie naar mogelijke nieuwe velden.

Bedrijven moeten elektrificeren waar mogelijk, met stroom uit het net, of met eigen opwekking.

Maar stroomverbruik ten behoeve van rechtstreekse (weerstand)verwarming uit een net waarin de marginale stroom uit gascentrales komt leidt tot ketenverlies. Regulering is nodig vanuit de netbeheerder, zodat aardgasverwarming alleen op de goede momenten wordt vervangen door weerstandsverwarming.

In 2050 wordt 530 Mton waterstof per jaar geproduceerd. 40% van het waterstof is blauw, de rest groen.

30% van het waterstof wordt omgezet in ammoniak en synthetische brandstof.

Blz.162 Fig. 4.7 toont in de visie van NZE de investeringen van de olie- en gasmaatschappijen in enerzijds olie en gas, en anderzijds lage-emissie technologie. Tegen 2030 zullen de duurzame investeringen de fossiele investeringen overtreffen.

Shell is door de Haagse rechtbank veroordeeld om in producten en bedrijfsvoering de uitstoot met 45% gereduceerd te hebben t.o.v. 2019. CCS is toegestaan. Zaak Milieudéfensie – Shell.

162 Er zijn in het NZE geen nieuwe kolenmijnen meer nodig, ook geen uitbreidingen van bestaande mijnen.

163 Het risico van een te lage opbrengst van investeringen in stroomopwekking en -infrastructuur moet geadresseerd worden.

164 Zonder veranderingen in het stroommarkt systeem zal in 2050 7% van de zonnestroom en de windstroom verloren gaan, in 30% van de tijd.

Blz. 165 In 2020: is het totale vermogen van functionerende kolencentrales gelijk aan 2100



GW.

De emissies uit de kolencentrales: in 2020 9,8 Gton/jaar, 2030: 3,0 Gton/jaar, 2040 0,1 Gton/jaar.

166 De productiecapaciteit voor (auto) batterijen is in 2020 0,2 Twu/jaar, en in 2030: 6,5 Twh/jaar .

167 4.4 Citizens

170 Uitgaven voor energie

173 Covid-19 demonstreert de effectiviteit van overheidsmaatregelen.

175 4.5 Governments

176 Electricity security

Cyber security wordt veel belangrijker voor betrouwbare stroomvoorziening.

178 Netstabiliteit handhaven:

1. Netstabiliteit bij overvloed aan zon PV en wind: toch turbines in conventionele centrales laten draaien.
2. Internetaansturing van zon-PV en wind en batterijen
3. Condensatoren
4. Spanningssignaal door netwerken van (PV) converters.

179 Lange-afstands stroomtransmissie moet uitgebreid worden, moet in beide richtingen. Sterke toename van gebruik van mineralen, zoals Cu, Li, Ni, Co, zeldzame aarden.

Blz. 180 4.5.2 Infrastructure

Regeringen spelen een centrale rol.

Sterke toename in overheidsinvesteringen in de infrastructuur is nodig. Dit is een absolute voorwaarde voor het slagen van NZE.

Elektriciteit:

- ! Lang-afstand transmissie met HVDC
- ! Lokale netten
- ! transformatie sub stations: toename nodig met ? 57000 GW ? Drukfout?
- ! EV laadstations
- ! digitalisatie van netwerken

.Pijpleidingen:

- ! retrofit gasleidingen → waterstofleidingen
- ! nieuwe CO2-leidingen en waterstofleidingen

182 .spoorrails

183 4.5.3 Tax revenues from retail energy sales

4% van alle belastingen zijn energiebelastingen.

De opbrengst van oliebelaastingen daalt snel, van 720G\$ in 2020 naar 400G\$ in 2030 en naar 80G\$ in 2050.

#### 184 4.5.4 Innovation

De huidige op de markt beschikbare technologieën kunnen de geplande reductie in 2030 teweegbrengen. Maar voor net-zero in 2050 zal 50% van de reducties komen van technologieën die nu nog in ontwikkeling zijn.

De resultaten van R&D-inspanningen in 2020-2030 zijn cruciaal. Het betreft: Waterstofscheppen, CCUS in cementproductie, Ijzerproductie met waterstof, DAC, vaste-stof batterij, vaste-stof koeling.

[Dit lijkt mij nogal willekeurig gekozen. Lobbywerk bij IEA?](#)

Blz. 186 De demonstratieprojecten voor 2030 vergen 90G\$, maar tot dusver is er slechts 25G\$ begroot, voor CCUS, waterstof, duurzame bio-energie.

Dit vergt een ommekeer van de huidige dalende trend in Energie-R&D: van 0,1% van GDP in 1980 naar 0,03% in 2019.

15% van de cumulatieve reductie in 2030-2050 komt van: gevanceerde batterijen, waterstof electrolyzers en DAC.

Governments drive innovation in the NZE

De plicht van net-zero in 2050 betekent dat de vooruitgang in nieuwe technieken veel sneller moet. De rol van de overheid is cruciaal.

[Het kan niet \(meer\) aan de markt worden overgelaten...](#)

#### 187 4.5.5 International co- operation

Zonder internationale samenwerking komt er geen net-zero in 2050 tot stand.

- ! Internationale vraag creëert de noodzakelijke schaal en snelle kostenvermindering
- ! Internationale standaardisatie in technieken en industrieën.
- ! Projecten uitvoeren in ontwikkelingslanden
- ! Effectieve CDR: BECCS vereist toepassing in de optimale landen. Internationaal (CO<sub>2</sub>)handelssysteem

.189 Zo niet, zie Fig. 4.24: een vertraging met 4 decennia.

#### **Slotconclusies door EdMvV:**

1. Het “Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector”, afgekort NZE, is een gedegen, zeer helder geschreven handleiding voor overheden en bedrijven om het doel: de beperking van de opwarming van de Aarde tot een stijging van 1,5 graad in 2100 t.o.v. het begin van de industrieële revolutie, te realiseren.
2. Op één uitzondering na (de te vroege inzet op electrolyse-waterstof) zijn alle opgevoerde technologieën realistisch.
3. Op talloze plaatsen wijst NZE op de noodzaak van een intense internationale samenwerking;

sterker nog, het IEA stelt dat het 1,5-grad doel onhaalbaar is zonder die internationale samenwerking.

4. Nederlandse overheden, bedrijven en burgers dienen voortaan de NZE Roadmap als leidraad te nemen bij de te nemen klimaatmaatregelen.
5. Om redenen van rechtvaardigheid en billijkheid dienen de jaarlijkse investeringsbedragen van de Nederlandse overheden, bedrijven en burgers op te tellen tot een bedrag dat gelijk is aan het GDP van Nederland gedeeld door het mondiale GDP (= 1%) maal het door NZE opgevoerde bedrag van 5000 miljard dollar per jaar, dus 45 miljard euro per jaar.
6. Een aanzienlijk deel van die 45 G€ zal niet in het binnenland of op de Noordzee worden geïnvesteerd, maar in het buitenland, vooral daar waar de klimaateffectiviteit maximaal is, zoals voor zonnecentrales in landen waar de zon uitbundig schijnt, dit in overeenstemming met de noodzakelijke internationale samenwerking (punt 3), en de D66 Richtlijn: Denk en Handel Internationaal.
7. Hiertoe dient Nederland een verdrag te sluiten met 1 of meerdere zonnige landen, waarbij de landelijke klimaatverplichtingen (de pledges) worden samengevoegd.
8. Het is niet nodig dat Nederland alle beschikbare technologieën precies uitrolt in de verhoudingen die in het NZE rapport worden genoemd.
9. Klimaatpolitiek dient in het regeerakkoord prioriteit te krijgen, en onder de rechtstreekse verantwoordelijkheid te vallen van de minister-president, want klimaatpolitiek is Chefsache.