

## Een Duurzame Samenleving in 2050. Hoe ziet die er uit?

**Woord vooraf:** Dit is geen plan of een “grand design”. En het is zeker geen toekomstvoorspelling. Dat heeft allemaal niet zo veel zin als het over een tijdsbestek van bijna 40 jaar gaat. Zeker niet nu we nog midden in een mondiale economische en financiële systeemcrisis zitten, waarvan we niet weten hoe die opgelost moet worden, en in het licht van een naderende klimaatcrisis, waarvan de omvang en effect op dit moment nauwelijks voorstelbaar lijken te zijn.

Uitgangspunt is de unanieme consensus dat in 2050, of zoveel eerder als nodig of mogelijk is, het postfossiele tijdperk is aangebroken. Dat gaat vooral, maar niet alleen over energie. Ook over de petrochemische industrie en de moderne, op kunstmest gebaseerde landbouw, en ook, en dat wordt nog wel eens vergeten, de winning van alle denkbare grondstoffen. Ook daar is veel energie voor nodig. Nu nog fossiele energie, maar dat moet dan dus ook anders.

Het gaat dus over de Duurzame samenleving in een enigszins beperkte zin. Die beperking zit in het uitgangspunt dat duurzame energiewinning en energiegebruik het leeuwendeel van de duurzame samenleving vormt. Als daar de duurzaamheid eenmaal bereikt is, volgt de rest goeddeels van zelf. Vooral ook omdat op de weg daar naar toe, veel getransformeerd zal worden, m.n. ons consumenten- en producentengedrag, dat dit alleen al duurzaamheid in brede zin tot gevolg heeft. Hoe ziet de samenleving er dan uit, wat houdt het transitiepad beleidsmatig in en wat is onderweg het effect op die systeemcrisis en de mitigatie van de effecten van de klimaatverandering.

**Motivatie:** Broeikasgassen bedreigen ons voortbestaan. Doorgaan op de doodlopende weg van fossiele energie zal de atmosfeer, de hydrosfeer en de biosfeer zodanig belasten, dat tegen het eind van deze eeuw de menselijke beschaving zoals we die nu kennen niet meer zal bestaan.

**Ter inleiding:** In 2013 werd in het wereldenergieverbruik voor 82% voorzien door de fossiele brandstoffen kolen, olie en aardgas. De overige 18% bestaat uit waterkracht, kerncentrales, zon & wind, geo-thermie en biomassa. (IEA WEO 2013), Die 82% moet, volgens algemeen heersende opvattingen in 2050 tot 90% gedaald zijn. Dat is een opgave van epische proporties.

Het gaat immers om een wereldbevolking van nu ruim 7,5 miljard mensen, waarvan 6 miljard per persoon zo'n 1.000 KWh stroom per jaar gebruiken, 1 miljard voertuigen hebben en hun huizen verwarmen en koelen. Daarbij komt dan nog de lucht- en scheepvaart en het groot industrieel energieverbruik. Tot dat laatste behoort ook de petrochemische industrie, die 30% van alle geproduceerde olie en gas verbruikt. Om kunststoffen, kunstmest, medicijnen en vele andere producten van te maken.

Van 82% naar 10% fossiel in 2050 en van 18% duurzaam naar 90% duurzaam in 2050, dat is de grote en ingrijpende opgave. Maar tegelijkertijd wordt er nu nog steeds zeker de helft van alle fossiele energie verspild door het lage rendement van de omzetting naar bruikbare energie. Dan gaat het bijvoorbeeld om elektriciteitscentrales, verwarming van de gebouwde omgeving en mobiliteit (auto's, trucks, vliegtuigen en schepen).

Duurzame opwekking betekent automatisch opwekking van elektriciteit. De maatschappij zal in hoge mate op basis van elektriciteit gaan functioneren. In hoge mate, want niet alles kan geëlektrificeerd worden. Denk aan de luchtvaart en scheepvaart. Deze sectoren zullen moeten krimpen en wat er overblijft zal met brandstof die met elektriciteit gemaakt is verder moeten. Dat zelfde geldt voor meer maatschappelijke en industriële processen. Kunnen we op dezelfde manier onze werkweek blijven invullen, gaan we terug naar regionalisering, weg van globalisering? Welke vervoersmodaliteiten kunnen nog wel en welke niet?

Die omschakeling naar zo'n op elektriciteit gebaseerde maatschappij zal veel van ons aanpassingsvermogen vergen. Maar het is mogelijk. Aanpassing aan een volledig uit de hand gelopen klimaat is op geen enkele manier mogelijk. En dat gebeurt als de dominantie van fossiele brandstoffen blijft zoals hij nu is. Een stijging van de aardse temperatuur met 4-6 graden zal catastrofaal zijn. En dat is onvermijdelijk als we op de fossiele weg doorgaan.

De petrochemische industrie zal zich moeten transformeren naar een biochemische industrie, gebaseerd op het gebruik van alle soorten biomassa, in concurrentie met het produceren van voedsel. Het gebruik van biomassa om energie op te wekken is daar dan geheel strijdig mee. De positie van grootschalige landbouw en veeteelt zal ernstig onder druk komen te staan, tenzij er voldoende elektriciteit opgewekt kan worden om kunstmatig methaan (gas) en methanol te produceren, dat dan weer gebruikt kan worden om kunstmest te produceren. Maar dat is maar een deel van het verhaal, ook fosfaten worden schaars en daar zal een vervanger voor moeten worden bedacht.

## **1. De positie van Nederland**

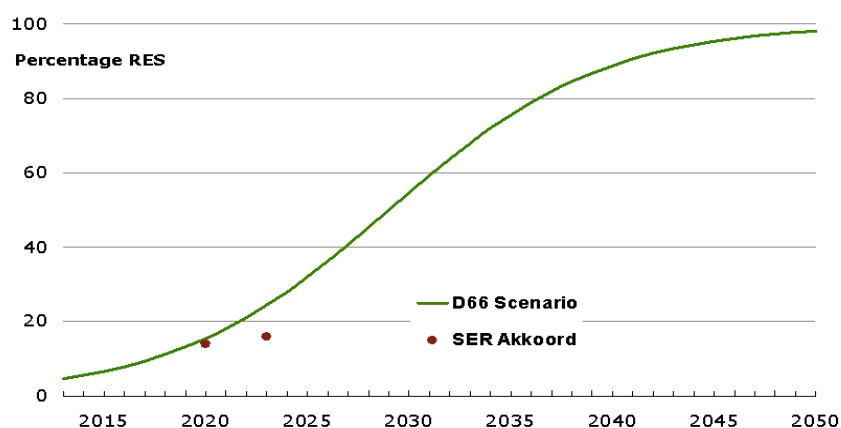
Voor Nederland is het een nog grotere opgave, want we hebben slechts een heel klein beetje waterkracht en maar één kerncentrale. Die is al 40 jaar oud en zal rond 2030 gesloten moeten zijn. De niet-fossiele energieopwekking is in ons land geen 18%, maar 4,5%. We hebben dus ook nog een grote inhaalslag te maken. Met een factor 4 wel te verstaan.

In 2050 zijn dus alleen nog maar zon en wind, aangevuld met diepe geo-thermie beschikbaar. Biomassa wordt alleen nog gebruikt als *grondstof* in de chemische industrie. De Afsluitdijk kan nog wel aangepast worden met zoet/zoutwater techniek, maar dat zal marginaal zijn, evenals getijdenenergie. De vraag is dan of ons land- en zeeoppervlak voldoende zal zijn om alle benodigde windparken en zonneakkers te herbergen. Met het huidige energieverbruik en efficiëntie van windmolens en zonnecellen in geen geval, laat staan dat we de groei in energieverbruik kunnen bijbenen. Dat geldt voor geheel noordwest Europa. Alleen als we het zware industriële verbruik buiten beschouwing laten zou het wellicht mogelijk kunnen zijn.

Daarnaast bezit Nederland een grote petrochemische industrie die een belangrijke bijdrage levert aan ons Nationaal Product. En tenslotte, de Nederlandse land- en tuinbouwsector en de vleesindustrie, die samen goed zijn voor een export van 74 miljard Euro, zijn ook sterk afhankelijk van zowel energie als kunstmest uit olie- en gas. Hier is een doorslaggevende rol weggelegd voor geo-thermie. Die kan in principe alle benodigde energie leveren. Kunstmest zal via biochemische processen geproduceerd moeten worden.

## **2. De route naar een postfossiele maatschappij in 2050.**

Het bovenstaande is een inventarisatie van waar we nu staan. Een 0-meting, of een beginpunt. Het eindpunt is ook bekend 90-100% duurzaam in 2050. De route daar naar toe kan grafisch worden weergegeven:



Deze grafiek laat duidelijk zien dat de grootste inspanningen tot 2030-2035 gepleegd moeten worden. Maar dat is ook de periode waarin de meeste banen worden geschapen! Daarna is er zoveel momentum gecreëerd dat in de 15 jaar daarna een oogstperiode is aangebroken, wat onverlet laat dat er nog heel veel majeure investeringen gedaan zullen moeten worden.

Het plaatje laat ook zien dat er met wiskundige zekerheid vastgesteld kan worden dat ieder uitstel tot hervorming van het energiebestel, inclusief de van fossiele brandstoffen afhankelijke sectoren van de economie, de weg naar 2050 alleen maar nog moeilijker zal maken. De afgebeelde curve gaat steiler lopen, tenzij het eindpunt verschoven wordt. Maar dat is onverantwoordelijk en onacceptabel. Zeker tegenover toekomstige generaties.

We moeten ons realiseren dat het wel eens noodzakelijk zal kunnen zijn om het eindpunt te vervroegen. Als de klimaatverandering sneller om zich heen grijpt dan nu aangenomen wordt zullen we wel moeten. De consensus onder beleidsmakers is dat de opwarming van de aarde tot 2°C tegen het einde van de eeuw beperkt moet blijven. Klimatologen gaan inmiddels, bij omgewijzigd beleid uit van 4-6 graden. Reden voldoende om het beleid drastisch te wijzigen.

De Nederlandse overheid heeft nog op geen enkele manier een visie op een dergelijk lange termijn beleid in kaart gebracht. Dit in tegenstelling tot de ons omringende landen en ondanks het feit dat wij nog maar op 4,5 % duurzaam zitten, een kwart van diezelfde landen. Daarmee laten we economische kansen liggen, belemmeren we bestaande en nieuwe bedrijvigheid en zullen we welvaart gaan inleveren. Een heldere visie op zo'n beleid, gekoppeld aan een consequente en consistente uitvoering ervan, zal leiden tot meer banen, innovatie en welvaart.

### **3. Hoe kan het beleid drastisch gewijzigd worden?**

Er zijn drie “knoppen” op het Duurzame Beleidsdashboard van bijvoorbeeld de *Energietransitie*, waaraan gedraaid kan worden:

1. Energiebesparing = directe verspilling voorkómen, zonder substitutie van energiebronnen
2. Substitutie = fossiele energie 1:1 vervangen door duurzame energie
3. Transformatie = industriële en maatschappelijke processen anders inrichten/organiseren.

Het zal blijken dat er op alle drie fronten veel energie bespaard gaat worden. Direct door energie niet te gebruiken bij gelijkblijvende nutsfunctie, indirect door energie veel efficiënter om te zetten en tenslotte door het introduceren van geheel nieuwe, vervangende functies, bij gelijkblijvend nut in maatschappelijke zin. *In feite is dit een re-framing van de Trias Energetica.*

Diezelfde driedeling kan toegepast worden voor alle transitiegebieden in de economie (chemie, grondstoffen, land- en tuinbouw, etc.). Omdat energie de belangrijkste “driver” van de economie is zal deze als eerste in extenso beschreven worden. De andere gebieden komen impliciet aan de orde.

#### **3.1. 2050: Energiebesparing.**

In 2050 wordt er geen energie meer verspild op de manier waarop dat in de jaren '10 nog gebeurde. Een kolencentrale had een rendement van 30%. Een moderne gascentrale haalde 60%, maar in beide gevallen werd de geproduceerde restwarmte vrijwel niet hergebruikt. Bij de verwarming van de bebouwde omgeving ging in 2013 nog steeds ruim 30% van de gebruikte energie verloren. Niet zo zeer door een gebrekkig rendement van verwarmingsketels; daar was het maximaal haalbare inmiddels bereikt. Nee het ging om het verlies van warmte door slechte isolatie van gebouwen. Dat dit alles onaanvaardbaar is, werd inmiddels ingezien. Het heeft lang ontbroken aan een echt plan om er ook iets aan te doen. In het Nationaal Energie Akkoord uit 2013 wordt wel over isolatieprogramma's gesproken, maar bij dit woord zijn toen onvoldoende daden gevoegd, terwijl grote aantallen gezinnen onder de armoedegrens raakten als gevolg van de stijging van energiekosten. Over WKK, één van de oplossingen voor het restwarmte probleem werd zelfs helemaal niet gesproken, en het hergebruik van industriële restwarmte, een wettelijke verplichting als de te nemen maatregelen een terugverdientijd van 5 jaar hebben, niet gehandhaafd werd. Vanaf 2020 is een nieuw Bouwbesluit van kracht dat, samen met een

cultuuromslag bij architecten gezorgd heeft voor de 80% energieneutrale gebouwde omgeving zoals die uiteindelijk in 2045 zijn beslag gekregen heeft. WKK en gebruik van restwarmte werd al in 2020-25 verplicht gesteld. Een fundamentele herziening van de energiebelasting, van degressief naar progressief heeft in diezelfde periode geleid tot significante efficiëncyslagen van het merendeel van de industriële processen.

**Resultaat: 30% besparing**

### **3.2. 2050: Substitutie**

Auto's met benzine- of dieselmotoren hadden een rendement van 22%, dus de verspilling was daar met 78% nog groter dan bij fossiele centrales en ruimteverwarming. Autofabrikanten zijn in staat gebleken steeds meer PK uit een liter brandstof te persen, evenals de producenten van straalmotoren voor vliegtuigen. Maar dat effect werd steeds grotendeels teniet gedaan door meer PK's in te bouwen en in het geval van vliegtuigen, door een enorme groei van het vliegverkeer, een effect van de paradox van Stevens 1867: *"Als iets efficiënter geproduceerd wordt, wordt er ook meer van verbruikt."* Ergo, geen netto besparing! Dat is al in de vroege jaren '20 op langere termijn onhoudbaar gebleken. Want het ging om het verbruik van fossiele brandstoffen die niet alleen heel veel CO<sub>2</sub>-uitstoot veroorzaakten, maar ook steeds schaarser en dus veel duurder werden. Bovendien moesten ze geïmporteerd worden (gas in 2013 nog niet maar 10 jaar later wel) en dat drukte toen al voor tenminste € 40 miljard op onze betalingsbalans. Dat zou bij ongewijzigd energiegebruik opgelopen zijn naar het 3 of 4-voudige in 2050. Als er dan tenminste nog voldoende fossiele brandstoffen in te voeren zouden zijn, iets wat hoogst twijfelachtig is. Maar het gebruik is wel veranderd, Enerzijds door substitutie op grote schaal van benzine en diesel door elektriciteit en anderzijds door het waar enigszins mogelijk inzetten van warmtepompen om het gasgebruik substantieel terug te dringen.

Het inzicht is rond de jaren '20 doorgebroken dat bijvoorbeeld een elektrische auto aanzienlijk efficiënter is dan een "fossiele" auto; dat scheelt wel een factor 3,5. De accutechnologie heeft zich na 2020 razendsnel ontwikkeld (o.a. Lithium-Lucht). Kosten en actieradius zijn dan veel minder een belemmering meer voor de transitie van het (personen)wagenvark..

En dat bijvoorbeeld warmtepompen van 1 KWh elektriciteit wel 4 KWh warmte kunnen maken. Ook is men toen in gaan zien dat ongebreidelde "leisure" vliegverkeer onhoudbaar geworden was. De sterk stijgende kosten van kerosine hebben daar overigens ook aardig toe bijgedragen.

**Resultaat: 75% minder energieverbruik.**

### **3.3. 2050: Transformatie.**

Substitutie zoals beschreven is in een aantal gevallen niet 1:1 mogelijk. Elektrische aandrijving is gebleken geen optie te zijn voor vrachtwagens groter dan een bestelbus. Dat vraagt om geheel andere transportmodaliteiten, zoals een combinatie van (standaard) containers en distributiecentra, gekoppeld aan railvervoer.

Zware landbouw- en andere mobiele machines zijn ook gebleken niet gebaat te zijn bij elektrische tractie. Als ze in stationaire staat werk moesten verrichten, zeker in combinatie met hydraulische technieken, was er geen onoverkomelijk probleem; dat kan ook elektrisch. Voor de mobiele machinerie werden nieuwe motoren ontwikkeld die op kunstmatig geproduceerde brandstoffen lopen en een veel hoger rendement hebben dan de vroegere diesel motoren. Dat moest ook wel omdat de kunstmatige brandstoffen uit elektriciteit geproduceerd worden en daarmee rechtstreeks concurreren met alle andere toepassingen van elektriciteit.

Datzelfde geldt voor scheepsmotoren. Het blijkt echter onmogelijk te zijn om deze zodanig te ontwerpen dat de grote containerschepen met 5.000 of meer containers aan boord kunnen blijven varen. Dat heeft al snel geleid tot een transformatie van de wereldhandel van globalisering naar regionalisering. En voor grondstofarme regio's tot versneld invoeren van een circulaire economie.

## **6. Hoe ziet de postfossiele maatschappij er in 2050 dan uit?**

**6.1. Alle nieuwbouw** is vanaf 2025 energieneutraal. Daar waar enigszins mogelijk, werd bestaande bouw in retro fit energieneutraal gemaakt. Dat gebeurde middels rigoureuze isolatie en de installering van warmte pompen en indien het dak geschikt is (hellingshoek, kompasrichting) met zonnepanelen. Daarnaast zijn er (kleine) lokale zonneparken, in coöperatief beheer, die voor de nodige aanvulling zorgen. Om de dag/nacht cyclus te overbruggen zijn er efficiënte batterijen (3,5kWh) in de meterkast geplaatst. Men kan ook kiezen voor het gebruik van de batterij van de (uiteraard) elektrische auto als buffer.

**6.2. De bulk van de elektriciteitsopwekking** wordt verzorgd door grote zonneakkers, 10-500 ha, en windmolenparken van enkele tientallen molens op land tot 100 en meer molens op zee. De efficiency van zonnecellen heeft het fysische maximum van 70% bereikt. Windmolens zijn na 2025 niet verder verbeterd dan 20% boven het niveau van het begin van de eeuw. Zij blijven echter, door hun specifieke opwekprofiel een onmisbare aanvulling op zonnepanelen. Dit alles is nog niet voldoende om het (groot)industriële energieverbruik te accommoderen. Daarvoor zijn door de EU vele tientallen zonnekrachtcentrales in Noord Afrika gebouwd. Die zetten zonnewarmte, via spiegelreflectie, geconcentreerd om in warmte. Die warmte wordt gebufferd en op een variabele manier naar een conventionele stoomgenerator gestuurd die 24/7 elektriciteit kan leveren. Nederland heeft uiteraard geparticipeerd in deze ontwikkeling.

**6.3. De vraag naar elektriciteit is geheel aanbod gestuurd.** Dat wil zeggen dat er door de dag heen en gedifferentieerd naar seizoen, een variabele tariefstructuur is. Een computer in de meterkast, eenvoudig te programmeren door de gebruiker, reageert op die variabiliteit door het aansturen van huishoudapparatuur met intelligente voorzetstekkers, c.q. ingebouwde intelligentie. De wasmachine kan bijvoorbeeld pas draaien als de stroom goedkoop is en de auto kan pas opgeladen worden wanneer dit nodig is en er voldoende capaciteit op het net aanwezig is. Snel-laadpalen langs de snelwegen leveren altijd stroom, zij het tegen een hoger tarief.

### **6.4. Energieopslag.**

Zon en wind zijn, zoals wij allen weten, volatiele energiebronnen. De zon schijnt 's nacht niet en in de zomer langer dan in de winter en staat dan ook nog lager aan de horizon. De wind is soms sterk, soms zwak en soms waait het helemaal niet. Om de periodes met lage of in het geheel geen stroomproductie te overbruggen, moet in periodes van te veel productie, de overtollige stroom opgeslagen worden. Onder het motto; *"If you don't use it, you loose it"*.

*De beschikbaarheid van voldoende opslagcapaciteit, d.w.z. waarin eind september tenminste 40% van het totale jaarlijkse energieverbruik is opgeslagen, is een conditio sine qua non voor een transitie naar de postfossiele samenleving. Leveringszekerheid is hier het sleutelbegrip.*

De Duitse transitie naar zon en wind wordt vaak als lichtend voorbeeld van een succesverhaal gegeven. Maar dat gaat nu ernstig aan het eigen succes lijden. Op sommige dagen met vele zon en veel wind is de duurzame productie zo groot dat het niet meer door het net geabsorbeerd kan worden. Het net raakt uit balans met desastreuze gevolgen. Uitschakeling van fossiele centrales lijkt dan een mogelijkheid, maar die kunnen niet snel genoeg reageren en dan wordt de overtollige stroom over de grens gedumpt, soms tegen negatieve prijzen. Opslag van energie is uiteraard veel verstandiger.

De oplossing die hiervoor het meeste in aanmerking lijkt te komen, is het omzetten van elektriciteit in kunstmatig gas (methaan = aardgas). Daar hebben we in ons land een prachtige infrastructuur voor, inclusief lege gasvelden die als buffer kunnen worden gebruikt. Proeffabrieken in Duitsland (E.ON) hebben dit al in een vroeg stadium (2012) aangetoond.

Dat kunstmatige gas wordt ook omgezet in vloeibare koolwaterstoffen, die als brandstof voor speciale toepassingen en als grondstof voor chemische processen ingezet worden..

**6.5. Er rijden sinds 2035 geen benzine of dieselauto's meer.** Het vrachtvervoer ging via geheel andere vervoersmodaliteiten afgehandeld worden. Lichte elektrische trucks gingen zorgen voor het aanleveren van standaardcontainers in (3?) verschillende maten naar verzamelpunten, waar deze op de trein gezet worden en naar distributiepunten gebracht. Dat kan zowel binnenlands als in het buitenland zijn. Afhandeling (routing) van de containers gaat volautomatisch.

Zware mobile machines (Bulldozers, kraanwagens, et.) draaien op kunstmatige diesel (P2L) net als traumahelikopters e.d.)

**6.6. De manier waarop tegen privé transport aangekeken werd** is in de jaren de jaren '20 geheel gekanteld. Alle pogingen om het privé autogebruik te laten afnemen door beprijzing van dat gebruik zijn mislukt. In plaats daarvan bleek het veel effectiever het eigendom van een auto veel zwaarder te belasten. Van de 7 miljoen auto's die Nederland rijk was stond 70-80% langdurig, meestal gedurende 90% van de tijd, geparkeerd. In de openbare ruimte! Dat was een enorme anomalie t.o.v. het collectieve vervoer. Treinen, bussen, trams, schepen en vliegtuigen waren juist zo veel mogelijk in bedrijf en stonden uitsluitend stil om passagiers en/of vracht uit- of in te laden. Het autodelen kwam in zwang, eerst in de steden, later ook in vinex-locaties en grotere dorpen. Het platte land vormde een uitzondering. Deze trend werd sterk gestimuleerd door overheidsbeleid en na 2040 waren er alleen nog auto's in eigendom bij coöperaties en specifieke deelautobedrijven. Het bleef mogelijk om een auto in eigendom te hebben, maar dat was een dure grap. Invaliden en bewoners van het platteland werden goeddeels gevrijwaard. De in de auto ingebouwde defensieve veiligheidssystemen bleken ruim voldoende te zijn, om zowel energieverbruik als onderhoudskosten, incl. schade te minimaliseren.

**6.7. De grote zeecontainervaart is grotendeels stil komen te liggen** als gevolg van het wegvallen van stookolie als brandstof. Er zijn nog wel enkele intercontinentale lijndiensten die onder scherpe controle uitgerust zijn met kleine kernreactoren. Maar dat zal niet veel meer zijn dan 10-15% van het huidige volume. Daarmee is definitief een einde gekomen aan de (industriële) globalisering. Daarvoor in de plaats zijn regionalisering en lokalisering gekomen. Voedsel, ook diervoedsel, wordt niet langer over de wereld gesleept en de intensieve veehouderij is daardoor al lang afgeschaft.

**6.8. Voor de luchtvaart is al sinds 2035 volstrekt onvoldoende kerosine beschikbaar** en sinds 2025 al veel te duur voor continentale "leisure flights". Dat ging in 2013 in Europa nog om 70% van de passagiers. Dat ging afgehandeld worden door een dicht net van HS (tot 350Km/uur) treinen en SHS (tot 200Km/uur) treinen. Er stond in 2035 nog niets op de tekentafel om de bestaande straalmotoren te vervangen en ze konden na 2025 niet nog zuiniger gemaakt worden. Daarmee was er rond 2030 geen enkel economisch continentaal luchtverkeer meer mogelijk, uitsluitend nog beperkt intercontinentaal verkeer. Alle pogingen om voldoende algen te produceren om de kerosineproductie op peil te houden zijn mislukt, c.q. algenolie is in de humane voedselketen opgenomen. Tot die tijd is er nog voldoende (dure) kerosine geproduceerd uit aardgas (G2L), maar ook aardgas is dan te schaars om voor grootschalige luchtvaart te gebruiken, want de vraag naar kunstmest om een groeiende wereldbevolking te voeden heeft hogere prioriteit. Ook hier wordt kunstmatig gas (P2G) voor gebruikt. Dat kan uiteraard ook gebruikt worden om kerosine van te maken. Uitsluitend een significante overproductie van duurzame elektriciteit biedt hier soulaas, zij het tegen hoge kosten. Dat houdt in dat er na 2035 in Europa nog maar enkele intercontinentale vliegvelden over zijn (London, Frankfurt, Moskou?) en alle andere vliegvelden omgebouwd werden naar een combinatie van wind- en zonneparken.

**6.9. Grondstoffen.** Europa en ook Nederland is relatief arm aan primaire grondstoffen. De import uit andere delen van de wereld is steeds problematischer geworden. Er is een "gevecht" rondom het in voldoende mate beschikbaar krijgen van grondstoffen ontstaan. De prijzen werden opgedreven, ook al om dat de energie die nodig is voor de winning schaarser werd, maar

ook het transport naar de verbruikersmarkten werd problematischer. De oplossing voor dit probleem is gevonden in de transitie naar een circulaire economie, sterk aangevuld met "Urban Mining". Het eerste begrip spreekt voor zich zelf: er bestaat geen afval meer. Het tweede begrip houdt in, dat in een groot deel van de 20<sup>e</sup> eeuw en het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw veel wat beschouwd werd als "afval" gedumpt is op stortplaatsen. Daar werden vanaf 2035 veel, nog bruikbare grondstoffen uit gerecycled.

## **7. De mogelijkheden voor Nederland**

Op dit moment enige grote windmolenpark, het Prinses Amalia windpark voor de kust bij Egmond levert per jaar 435 M kWh stroom, goed voor 125.000 huishoudens. Maar we hebben 7,5 miljoen huishoudens die samen ook 7 miljoen auto's hebben en 7,5 miljoen huizen om te verwarmen. Dat zijn de zogenaamde kleinverbruikers. Daarbij komen nog de grootverbruikers, winkels, kantoren, ziekenhuizen, etc. bij, met hun elektriciteitsverbruik, hun auto's, verwarming en machines. En dan ook nog de zware energie-intensieve industrie. Ons totale energieverbruik komt daarmee, omgerekend, op ca 900 Miljard kWh per jaar. Het Prinses Amalia windpark levert daaraan een bijdrage van 5 promille. Om aan de totale energievraag te kunnen voldoen zouden er dus 200 Prinses Amalia Windparken bij gebouwd moeten worden, met in totaal 12.000 windmolens, op een oppervlak van 2.400 Km<sup>2</sup> van de Noordzee. Dat is een belangrijk deel van ons continentaal plat. Dat kan dus niet, want we moeten uiteindelijk nog wel ruimte overlaten voor kustvaart en -visserij. Uitmijnen naar het vaste land is ook maar beperkt mogelijk door ruimtegebrek en de weerstand die ze blijven oproepen. Dus zal de zon een grotere en prominentere rol gaan spelen. Op daken, maar vooral in het vrije veld, met zonnepanelen. Overigens wel in combinatie met windparken, want voor uitsluitend zonnepanelen is Nederland, op dit moment technisch, ook te klein. Daarnaast is het specifieke opwekprofiel van windmolens, zoals eerder gememoreerd, een goede aanvulling op dat van zonnepanelen.

De stellige verwachting is dat zonnepanelen in 2035 al 60% rendement kunnen bieden; daar wordt hard aan gewerkt (Amolf instituut UvA, samenwerking met het Nanolab van de UT) en dat is 3-4 keer beter dan de huidige panelen. Voor windmolens geldt een minder rooskeurig plaatje. Een verbetering van 20% lijkt mogelijk, maar niet veel meer. Dus zal in 2050 zeker 10% van het buitengebied en zullen heel veel daken vol staan met zonnepanelen, aangevuld met 2x zoveel windmolens op land en 10x zoveel windmolens op zee als er nu geïnstalleerd zijn. De voorlopige aanname voor 2050 lijkt duidelijk: 65% zon, 25% wind en 10% geo-thermie e.a. Te verwachten valt dat omzetting van zonlicht in elektriciteit in de wat verder toekomst ook geïntegreerd gaat worden in glazen ramen en andere bouwelementen

Maar dat lost de problematiek van de zware industrie niet op. Daarvoor zal Europa, moeten uitwijken naar Noord Afrika. Grote zonnekrachtcentrales, die met zonnewarmte stoomturbines aandrijven is de gekozen oplossingsrichting. Met tegelijk een win-win situatie voor de betreffende gebieden, zoals ontzilting van zeewater voor irrigatiedoeleinden.

### **Het is nu 2050. De postfossiele maatschappij is een feit.**

Terug kijkend naar 2013, wat kunnen we dan vaststellen? Wat heeft het ons gebracht, behalve het uitfasen van fossiele brandstoffen en daarmee een belangrijke bedreiging van ons klimaat te hebben geëlimineerd? En in het kielzog daarvan een andere kijk op mobiliteit, transport, globalisering en in het algemeen de manier waarop we onze energievoorziening organiseren en betaalbaar houden.

Het is allemaal niet vanzelf gegaan We begonnen in 2013 al met een enorme achterstand. Het aandeel duurzaam was 1/4<sup>e</sup> van de rest van de geïndustrialiseerde wereld, iets wat sinds 2005 keer op keer uit onderzoeken kwam. Het beroemde Nationale Energie Akkoord uit 2013 heeft dat per voetnoot ingezien, maar verder is dit geïstitutionaliseerde lobbycircuit niet gekomen.

Achteraf kan geconstateerd worden dat het een wonder is dat de inhaalslag uiteindelijk wel gemaakt is. Het is niet precies te zeggen wie of wat de aanzet tot dit wonder geweest is. Het heeft wel alles te maken met de economische crisis die Nederland gedurende de periode 2008-2017 trof, gepaard gaande met hardnekkige werkloosheid. Toen eenmaal duidelijk werd dat er met enige wiskundige zekerheid (de S-curve op pag. 2) vastgesteld kon worden dat ieder uitstel tot hervorming van het energiebestel de weg naar 2050 alleen maar nog moeilijker en kostbaarder zou maken ontstond actie.

Deze curve moest doorlopen worden om de doelstelling: 2050 = 100% duurzaam te halen. Elk uitstel zou de curve alleen maar steiler en de weg dus moeilijker maken. Een studie uit 2013 heeft echter ook aangetoond dat de transitie, indien consequent uitgevoerd ook een banenmachine kan zijn. Toen dat besef eenmaal doorgebroken was, bleek er, huiselijk gezegd, geen houden meer aan. Niet alleen een banenmachine, maar ook een innovatiemachine kwam op gang.

Maar er gebeurde nog iets, veel wezenlijker. Tijdens de oliecrisis van 2016 en de impact daarvan op de samenleving, economisch en anderszins ontwrichtend, brak het besef door dat de overheid de regie terug moest pakken. Het SER Nationaal Energie Akkoord had even voor een euforische stemming gezorgd. Wel 40 stakeholders van Greenpeace tot VNO-NCW hadden het toch maar voor elkaar gekregen. De schouders eronder en op naar 14% duurzaam in 2020.

Maar al snel bleek dat er veel meer moest gebeuren om van de fossiele verslaving af te komen. Die bejubelde 4.400MW wind-op-zee levert zegge en schrijve maar 0,27% van onze primaire energievraag en de nadruk op biomassa mist elk doel omdat het feitelijk niet duurzaam is.

Zo kwam men tot de conclusie dat Nederland in een "Voortmodder" scenario gevangen zat. Dat dit scenario als er niets gebeurde in een Verlengd Fossiel scenario terecht zou komen, met de kans op een Rampenscenario vóór 2030. In dat laatste scenario is de schaarste aan grondstoffen en de schaarste aan fossiele brandstoffen zo nijpend dat een energietransitie de facto onbetaalbaar geworden is. Dat is de fuik die zichtbaar werd. Enkele gezaghebbende figuren stelden toen de vraag aan de politiek en het electoraat: "Wat voor overheid willen wij in wat voor land?" Het marktconforme antwoord op die vraag voldeed al lang niet meer. Nederland leefde in een postpolitieke droomwereld, waarin beheersen en functioneren alles zijn (Marc Chavannes). De politiek als "Reparatiemachine" (Peter Sloterdijk), die fouten in de al bestaande complexiteit repareert door nog meer complexiteit toe te voegen. Uiteindelijk verdwaalden de politici door incompetentie in de zelfgecreëerde complexiteit.

Toen dat inzicht eenmaal doorbrak, kwam er ruimte om het voortmodderscenario te verwisselen voor doelgericht transitiescenario, ingericht zoals de deltawerken in de tweede helft van de vorige eeuw. Met sterke en motiverende overheid, die pijnlijke boodschappen niet langer schuwde en werkte aan het herstel van het vertrouwen van de bevolking. Vertrouwen dat in 2013 gedaald was naar een alarmerend dieptepunt van 11%.

## **Het resultaat in 2050: "Bestemming bereikt".**

### **Het Transitiepad. De aangrijpingspunten voor een lange termijn beleid**

Zoals aangegeven kan het transitietraject middels een S-curve gemodelleerd worden. Maar dat geeft alleen het tijdspad aan. Het voordeel is wel dat dit pad, via een min of meer dwingende logica afgelegd moet worden. Dat houdt in dat via zgn. "backcasting" redelijk nauwkeurig aangegeven kan worden welke doelen er onderweg en wanneer gehaald moeten worden. Vervolgens kan aan de volgende beleidsmaatregelen een prioriteitsvolgorde gegeven worden:

#### **1. Transitieplan energiemix, opslagsystemen en vraagsturing**

Dit is in essentie de wijze waarop de energiewaardeketen zich zal moeten ontwikkelen om in 2050 100% duurzaam te zijn (de S-curve) en de acties die daarvoor in de komende jaren moeten worden genomen.



## **2. Inventarisatie van de innovatiekracht van Nederland.**

Om te beginnen moet duidelijk worden wat en op welke universiteiten voor de transitie relevante R&D activiteiten plaats vinden en hoe die direct en indirect gekoppeld zijn aan het bedrijfsleven. Via de regionale ontwikkelingsmaatschappijen moet een dergelijke inventarisatie plaats vinden (MKB), gevolgd door een centraal geleide industriepolitiek.

## **3. Smart grid architectuur ontwikkelen en uitrollen.**

Er moet voorkomen worden dat (a) elke gemeenschap zijn eigen smart grid gaat ontwerpen en (b) dat er een C2000-achtig drama gaat ontstaan. Idealiter moet het smart grid een variant worden van het 'internet of things' dat momenteel in ontwikkeling is.

## **4. Energiebesparing grootschalig aanpakken met drang en anders dwang.**

Uiteraard gedifferentieerd naar de verschillende doelgroepen en met bijzondere aandacht voor de zware industrie. Daarbij hoort ook de afweging: *“Waar zou je in investeren als je de keuze hebt?”*.

## **5. CO<sub>2</sub>-management en overige externe kosten**

Dit houdt onder meer in de CO<sub>2</sub>-belasting (i.p.v. het huidige falende ETS systeem), carbon capture (niet storage, want de CO<sub>2</sub> is nodig voor P2G productie) en de sluiting van de kolencentrales voor zover ze niet ingezet kunnen worden voor P2G productie.

## **6. Stedelijke en regionale mobiliteit herijken**

Dit gaat veel verder dan alleen elektrische auto's, en impliceert ook openbaar vervoer en de invoering van zelfsturende voertuigen.

## **7. Vliegverkeer dwingen tot een “level playing field” met railvervoer.**

Inclusief de kostenberekening van power-to-kerosine en de externe kosten die met vliegen gepaard gaan.

## **8. Vrachtvervoer herinrichten.**

Zowel op land als op zee.

## **9. Marktmodelontwikkeling**

De wijze waarop taken en verantwoordelijkheden in de Duurzame Energie Waardeketen aan de verschillende spelers worden toegewezen. Dit is dus vooral ook een discussie over infrastructuur (monopolies op basis van maatstafregulering) en vrije marktpartijen (grote en kleine). Een bijzondere rol ligt hier bij de netbeheerders, die uiteindelijk het beste zijn gepositioneerd om het smart grid op de gewenste wijze uit te rollen en te faciliteren.

## **10. Internationale politieke aspecten sterk bij het beleid betrekken.**

Met name de rol van Nederland als gasrotunde voor Europa, maar ook de internationale wet- en regelgeving die voor ons marktmodel relevant is en het gezamenlijke ruimtebeslag. Het is niet alleen een Nederlands probleem en alleen in EU samenwerking kunnen oplossingen geïmplementeerd worden

## **11. Impact op economie vaststellen.**

Dit moet een breekijzer worden, maar is ook complex omdat in dit onderwerp de afwegingen moeten worden meegenomen m.b.t. bijvoorbeeld het inwisselen van agrarische bestemmingen voor zonneakkers en hoe om te gaan met de onvermijdelijke “verliezers”.

## 12. Circulaire waardeketen bepalen.

Een volledig review van de toekomstige energiewaardeketen m.b.t. circulariteit. Ook hier de 3-slag Besparing, Substitutie, Transformatie.

## 13. Maatschappelijke adaptatie en acceptatie pro-actief benaderen.

Een speciale werkgroep zal zich moeten bezighouden met de problemen die we daarbij kunnen verwachten en de wijze waarop wij die kunnen pareren. De positieve boodschap ontwikkelen derhalve.

***Duidelijk zal zijn dat deze beleidsmaatregelen onder de regie van een sterke, daadkrachtige overheid uitgevoerd moeten worden. Het kan nooit slagen als het aan de Markt overgelaten wordt. De markt werkt nu eenmaal alleen goed op de korte termijn, en in het geheel niet op de lange termijn. Lichtend voorbeeld zoals gezegd: De Nederlandse Deltawerken.***

### ***Naschrift.***

*Wij hebben ons niet op het glibberige pad van het voorspellen van snelle technologische doorbraken begeven. Zaken als Kernfusie hebben we gelaten voor wat het nog lang zal zijn, een droom om na te jagen, maar niet om beleid op te funderen. Nano-technologie en grafeen zullen ruim vóór 2050 een grote rol gaan spelen, zeker in combinatie met zonnecellen en hoogwaardige capacitors voor mobiele energieopslag. Maar wat de impact daarvan zal zijn? Het kan de zaken alleen maar versnellen. Maar we moeten ons realiseren dat de technieken die in 2013 grootschalig toegepast worden, gebaseerd zijn op ontdekkingen/uitvindingen die alle stammen uit de 19<sup>e</sup> eeuw. De zonnecel stamt uit 1834 en P2G uit 1902. Doorbraken gebeuren soms overnight in het laboratorium, maar nooit bij de implementatie. Wat de technologie betreft heeft u dus net een zeer realistisch vertoog gelezen.*

*Uit de voorgestelde Innovatie-inventarisatie kan evenwel zeker een realistisch tijdpad voor de grootschalige implementatie van technieken gedestilleerd worden. Dat kunnen zgn. "Disruptive" technieken zijn, met significante effecten op andere, in gebruik zijnde technieken.*

*Een reëel issue dat we niet geadresseerd hebben is de snelheid waarmee de klimaatverandering zal toeslaan. Met andere woorden, wellicht gaat het ons aan tijd ontbreken om het transitiepad tot 2050 af te lopen zoals geschetst. Ook daar willen we niet op vooruitlopen, want dan zou ons en u lezer, wellicht de moed in de schoenen zakken. Dat is nu echt contraproductief. Wij kunnen alleen maar oproepen om alert te zijn en de signalen serieus op te merken en op te pakken. En vervolgens naar beste kunnen, eer en geweten het beleid aan te (doen) passen.*

*De sociaaleconomische gevolgen van dit transitiepad naar 2050 zullen groot zijn, negatief zowel als positief. Wij zullen trachten hier in een vervolg analyse enig zicht op te krijgen.*

Amsterdam, maart 2014.

Simon Kalf

Covoorzitter van de D66 Werkgroep Duurzame Economie.