

# › DE METAMORFOSE VAN DE ENERGIE VOORZIENING



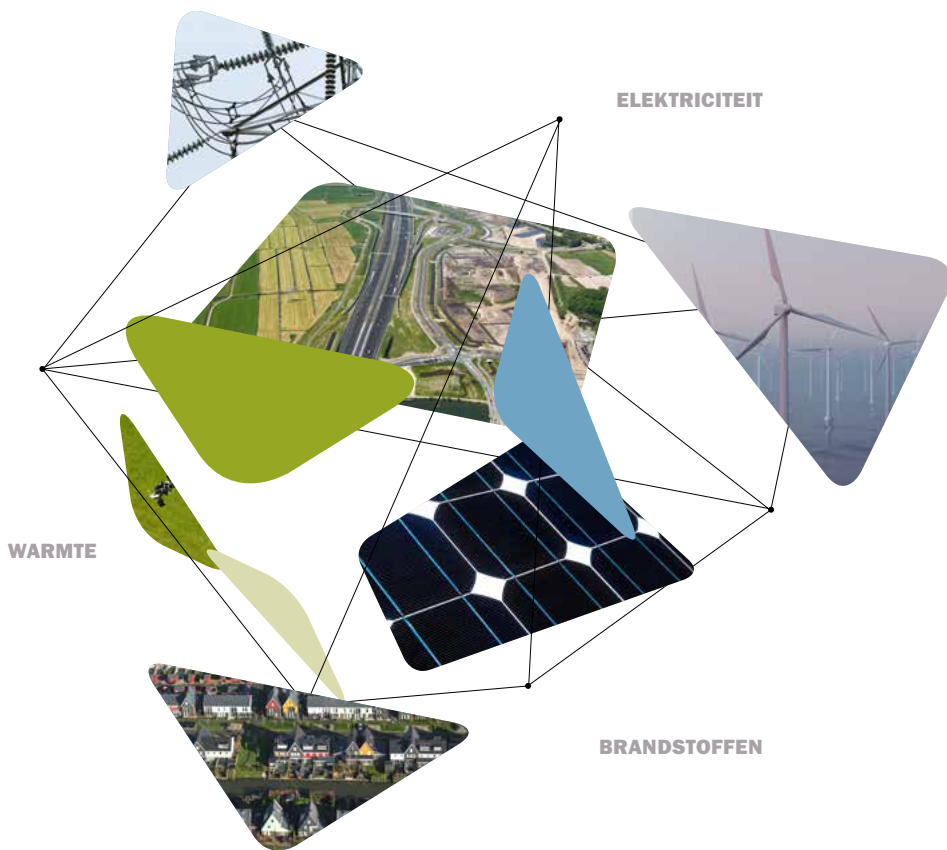
**TNO** innovation  
for life

› **DISCUSSIESTUK**  
JUNI 2017

## › **HET VERHAAL VAN DE METAMORFOSE IS EEN OPTIMISTISCH BEELD VAN DE ENERGIETRANSITIE**

Het draait om innovaties en gedragsverandering, die elkaar over en weer beïnvloeden, in een steeds sneller tempo. Vernieuwingen die slagen verlopen exponentieel. Hierdoor ontstaat een eigen momentum.

Bij zonne-energie en windenergie is dit stadium vrijwel bereikt. De kunst is nu om de vernieuwingen aan te jagen in de andere delen van het systeem.



# INHOUDSOPGAVE

## **SCHONE ENERGIE**

6

## **EXPONENTIËLE VOORUITGANG**

10

## **NOVUM UIT DE POLDER**

14

## **ELEKTRICITEIT**

16

## **LAGE EN HOGE TEMPERATUURWARMTE**

22

## **INDUSTRIE**

24

## **VERVOER**

25

## **DE OVERHEID MOET AANJAGEN**

27

## **TOT SLOT**

34

## SCHONE ENERGIE

IN 2050 MOGEN WIJ NAUWELIJKS MEER BROEIKASGASSEN UITSTOTEN, ZO HEEFT DE RIJKSOVERHEID BEPAALD<sup>1</sup>. DIT BETEKENT DAT ONZE ENERGIEVOORZIENING EEN VOLLEDIGE OMSLAG MOET MAKEN. DE PRODUCTIE KAN NIET LANGER MET FOSSIELE BRANDSTOFFEN, MAAR WORDT DAN VERZORGD DOOR CENTRALES VAN WIND, ZON, BIOBRANDSTOFFEN, WATERSTOF, VLIEGERS, ALGEN OF WAT ER VERDER NOG AAN DUURZAME BRONNEN WORDT ONTWIKKELD.

Als er nog fossiel wordt gebruikt, worden de bijbehorende broeikasgassen afgevangen. Dit klinkt eenvoudig: we vervangen fossiele bronnen door duurzame bronnen en dan zijn we klaar. Maar zo gaat het niet. Duurzame bronnen hebben een andere verschijningsvorm. Ze kunnen overal aanwezig zijn, niet alleen als grote centrales zoals wind- en zonneparken, maar ook kleinschaliger, direct bij de gebruiker, in de fabriek, op het bedrijventerrein, in de wijk, de woning of in de handtas. Gebruikers, groot en klein, kunnen ook samen produceren en onderling handelen in energie. Om te kunnen investeren, zijn nieuwe financieeringsconstructies nodig. Aanbieders van energie verliezen aan omzet, als gebruikers zelf produceren, terwijl installateurs hun omzet zien stijgen door de aanleg van zonnepanelen. Zo volgen de veranderingen elkaar op. Uiteindelijk krijgt de hele energievoorziening een ander aanzien. We staan nu aan het begin van deze metamorfose.

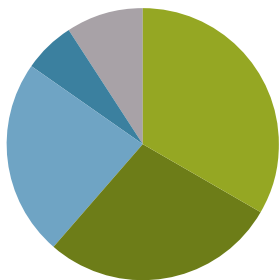
Een belangrijke vraag is of Nederland de doelstellingen gaat halen. Kunnen we in 2050 volledig duurzaam zijn? Wie daarover nadenkt ziet twee beelden: een somber beeld en een optimistisch beeld.

Het sombere beeld rijst op uit de feiten: het gaat ontzettend langzaam. Nederlanders denken dat ongeveer 40% van hun energie afkomstig is uit duurzame bronnen. In werkelijkheid is dit minder dan 6%<sup>2</sup>. Daarmee bevinden wij ons in de achterhoede van Europa. Terwijl we de laatste jaren al hard hebben gewerkt aan verduurzaming, is dat nog niet zichtbaar in de cijfers. Het totale energieverbruik is in 2016 zelfs met bijna 4% gestegen ten opzichte van het jaar daarvoor, alle besparingsmaatregelen ten spijt. Het gebruik van duurzame energie is weliswaar gestegen, maar als deel van het totale gebruik is het onder de 6% blijven hangen. In Europa maken we zo een slechte indruk: alleen in Malta en Luxemburg is het aandeel duurzame energie lager. Ook bij de uitstoot van CO<sub>2</sub> scoren wij slecht. Op de ranglijst van de 28 OESO-landen bezetten wij de 20<sup>e</sup> plaats. Als we in dit tempo voortsukkelen, zijn we er in 2050 nog lang niet.

1 Ministerie van Economische Zaken, Energierapport – transitie naar duurzaam, januari 2016. Het kabinet wil de uitstoot van broeikasgassen met 80-95% terugdringen. Dat moet in 2050 zijn bereikt. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/01/18/energie-rapport-transitie-naar-duurzaam>

2 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/22/aandeel-hernieuwbare-energie-5-9-procent-in-2016>

NL ENERGIE VERBRUIK  
(NEV 2016):



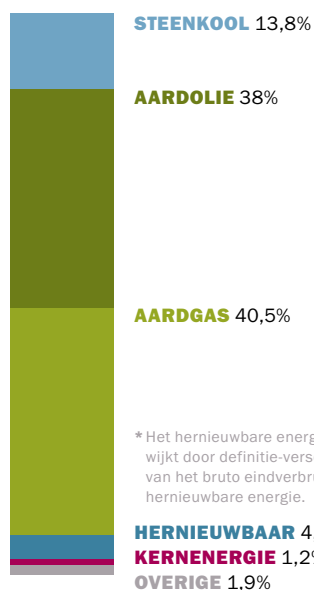
33% **GEBOUWDE OMGEVING**  
28% **INDUSTRIE**  
23% **VERKEER/VERVOER**  
6% **LANDBOUW**  
9% **OVERIGE**

## ENERGIEVRAAG

=

WARMTE +  
ELEKTRICITEIT +  
BRANDSTOFFEN

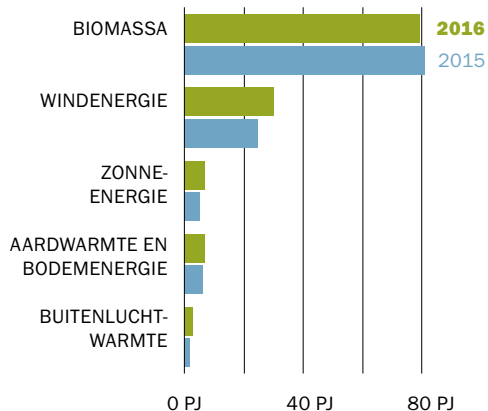
NL 2016 ENERGIEDRAGERS IN HET  
TOTAALVERBRUIK



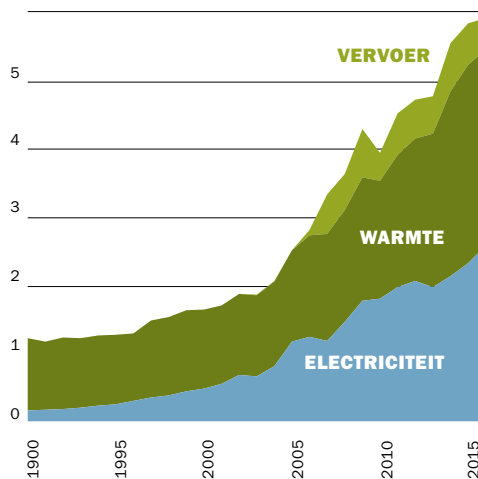
ELEKTRICITEIT IS 1/6 VAN HET  
BRUTO ENERGIE EINDVERBRUIK

# 1/6

VERBRUIK VAN HERNIEUWBARE ENERGIE NAAR  
ENERGIEBRON



AANDEEL HERNIEUWBARE ENERGIE IN BRUTO  
ENERGETISCH EINDVERBRUIK



<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/22/aandeel-hernieuwbare-energie-5-9-procent-in-2016>

Het optimistische beeld is dat van de metamorfose, de gedaanteverwisseling die nu op gang komt. Het rijst op uit de snelheid van de innovaties en de *-eindelijk-* brede acceptatie van de noodzaak om te verduurzamen. Wie kijkt naar de afgelopen zeven jaar, ziet dat al heel veel is veranderd op het gebied van het ontstaan van nieuwe technologieën, de opkomst van nieuwe businessmodellen en het verslijten van de oude. Als innovaties zich exponentieel ontwikkelen, zoals innovatiespecialisten voorspellen, kan het snel gaan. De ingrediënten voor een snelle metamorfose, waarbij de veranderingen elkaar opvolgen, zijn aanwezig. Als we zorgen dat ze ongestoord kan plaatsvinden, kunnen we de doelen halen. Dit optimistische beeld wordt hier uitgewerkt. In dit beeld zorgen technologische vooruitgang, gedragsverandering en wijzigingen in de sociale structuren samen voor een snelle omwenteling van het systeem. Daarbij wordt een vergelijking getrokken met de metamorfose in de informatietechnologie, die ons leven in dertig jaar ook een ander aanzien heeft gegeven.

---

## METAMORFOSE

EEN METAMORFOSE IS EEN GEDAANTEVERWISSELING. Een andere term is *disruptie*, dat ontwrichting betekent. Een echte ontwrichting in de energievoorziening kunnen we ons niet permitteren. Vandaar de term metamorfose, die meer de nadruk legt op het proces van verandering, de herschikking. Als de term disruptie hier gebruikt wordt, gaat het vooral om de breuk met het verleden, als onderdeel van de metamorfose.

Een metamorfose is dus niet hetzelfde als een graduele vooruitgang, waarbij nieuwe technologieën de oude vervangen, terwijl de rest in de maatschappij ongeveer hetzelfde blijft. Bij een metamorfose veranderen niet alleen de technieken, maar ook het gedrag van de gebruikers, hun relaties met de omgeving en met de aanbieders, de business modellen en de sociale structuren. Een bekend voorbeeld van een metamorfose is de auto, die het vervoer met paarden verving. In 1894 kondigde de Engelse krant The Times de Grote Paardenmest crisis aan. Alle straten van Londen zouden binnen 50 jaar bedolven zijn onder een laag van 3 meter paardenmest. De krant had dit keurig berekend door de trends uit het verleden te extrapoleren. Maar de auto kwam en dit gebeurde niet. De disruptie was hier de komst van de auto. Deze zorgde dat de trends uit het verleden niet meer golden en dat de toekomst anders was. De metamorfose duidt op totale maatschappelijke verandering die het vervoer per auto veroorzaakte. Ook in de telecommunicatie-industrie heeft de laatste decennia een metamorfose plaats gevonden.

## Een sector die een metamorfose meemaakt, verandert totaal.

De metamorfose van de energievoorziening is ingezet. Het is niet duidelijk hoe en waar deze eindigt. Het verleden is geen maat meer voor de toekomst. Technische veranderingen lokken nieuw gedrag uit en het nieuwe gedrag lukt weer technische en sociale innovaties uit. Zo krijgen veranderingen een autonoom karakter. Ze eindigen pas als er geen technologische veranderingen meer zijn en iedereen tevreden is. Dit zien we ook in de telecomsector. In de jaren negentig van de vorige eeuw had iedereen een vaste telefoon, de mobiele telefoon kwam net op, internet was nieuw. Een Nederlandse programmamaker maakte toen een filmpje waarin hij mensen op straat vroeg of ze een mobiele telefoon wensten. Niemand wilde dat. Nu kunnen de meesten van ons geen dag meer zonder smartphone. We gebruiken de telefoon als betaalmiddel, als spoorboekje en als vliegtuigticket, we luisteren muziek en we daten ermee. Niemand had dat in 1999 verwacht, laat staan voorspeld. Hoe we over tien of twintig jaar met elkaar communiceren, weten we evenmin. Zo gaat het ook in de energiesector. Ook daar gaan de technologische veranderingen steeds sneller.

Hoe de metamorfose in ons land verloopt, hangt af van allerlei factoren, zoals de technologische vooruitgang en de snelheid, waarmee burgers en bedrijven schone en nieuwe technologieën accepteren. Deels kunnen wij deze factoren beïnvloeden, maar deels ook niet. Een goed overheidsbeleid helpt bij een snelle en efficiënte overstap, die bovendien goed is voor de economie. Bij de informatietechnologie heeft Nederland internationaal een uitstekende positie

verworven. Mede door ons open handelssysteem, de goede infrastructures, onze kennispositie en ons aanpassingsvermogen behoren wij tot de voorlopers. Voor ons is het van groot belang om ook de energietransitie goed aan te pakken. Onze economie is, meer nog dan die van andere landen, afhankelijk van fossiele brandstoffen. De productie van gas, de olie-industrie en de energie-intensieve industrie nemen hier een belangrijke plaats in<sup>3</sup>. De bedrijvigheid rondom fossiel neemt onvermijdelijk af, ook omdat wij binnenkort weinig gas meer zullen winnen. Andere, nieuwe activiteiten, bijvoorbeeld in duurzame energie, moeten daarvoor in de plaats komen om de werkgelegenheid en de welvaart te behouden. Voorlopers in de transitie helpt daarbij<sup>4</sup>.

3 Naar Een Toekomstbestendig Energiesysteem in Nederland (TNO, 2015)

4 Inmiddels is de werkgelegenheid in de duurzame energie gestegen, van 36.000 fte in 2008 tot 46.000 fte in 2014 en is het aandeel in het bruto nationaal product met 0,7% toegenomen, CBS p.87



## EXPONENTIËLE VOORUITGANG

KERN VAN DE METAMORFOSE ZIJN DE INNOVATIES, DIE STEEDS SNELLER PLAATSVINDEN EN DIE IEDERE KEER WEER DE VERWACHTINGEN OVERTREFFEN. In de energievoorziening vinden dergelijke innovaties nu vooral plaats in de elektriciteitssector, bij zonne-energie, windenergie en bij batterijen. De prijzen dalen razendsnel. Tien jaar geleden, in 2006, kostte zonne-energie in Nederland nog 50 cent per kWh<sup>5</sup>. Nu is dat ongeveer 12 cent per kWh. In Chili wordt nu een groot zonnepark gebouwd voor de spectaculair lage prijs van 2,9 dollarcent per kWh en in Abu Dhabi werd even later een zonnepark aanbesteed voor gemiddeld 2,4 dollarcent per kWh (terwijl de goedkoopste kolencentrale 4,1 dollarcent per kWh kostte).

**Sinds 2009, dus in acht jaar tijd, daalden de prijzen van zonne-energie met 62%.**

Nieuwe prijsdalingen liggen in het verschiet. Langzaam maar zeker wordt zonne-energie goedkoper dan elektriciteit opgewekt uit fossiele bronnen. Wanneer dat precies is, is nog onduidelijk. Voorspellingen blijken steeds weer te somber. Wat hier ook van zij, het financiële bureau *Bloomberg* verwacht dat zonne-energie in 2025 overal op aarde de goedkoopste manier van opwekken is, dus ook in Nederland<sup>6</sup>. Inmiddels zijn er ook veranderingen in de technieken om zonne-energie op te wekken. Op dit moment zijn panelen goedkoop. Maar er zijn nu ook zonnecellen, geïntegreerd in dakpannen, in wegen, in ramen of in sprays.

Als die toepassingen doorbreken, verandert alles weer opnieuw.

Ook opwekken met windmolens wordt steeds goedkoper. Wind op land is al enige tijd commercieel haalbaar, maar stuit vaak op tegenstand van omwonenden.

**Belangrijke innovaties zijn er nu bij wind op zee. Vijf jaar geleden kostte deze windenergie nog 17,5 cent per kWh.**

In het voorjaar van 2016, een jaar geleden, startte Nederland nog een onderzoeksprogramma met als doel een prijsverlaging tot minder dan 7 cent per kWh in 2030. Maar nog datzelfde jaar werd een windpark aanbesteed tegen de spectaculaire prijs van 5,45 cent per kWh.

Volgens *McKinsey* dalen de prijzen in de nabije toekomst snel verder, want er is nog veel ruimte voor kostenbesparing. Bij batterijen zijn ook successen geboekt. In zes jaar tijd zijn de prijzen met 80% gedaald. Wie deze ontwikkelingen optelt, begrijpt dat de energievoorziening kentert. Er is weinig fantasie nodig om allerlei nieuwe toepassingen te bedenken, bijvoorbeeld met goedkope zonnepanelen en batterijen. Deze kunnen ook weer uitstralen naar infrastructures, die soms minder nodig zijn.

Disruptie is een kenmerk van een metamorfose. Dit betekent dat de toekomst niet voorspeld kan worden uit het verleden. Ook in de energievoorziening gaat het tempo van de innovaties het voorstellingsvermogen van de meeste mensen te boven. Scenario's van de IEA (*International Energy Agency*) uit 2010

5 CE-Delft en ECN, MKEA zon-PV en wind op land, p17, <https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-O-17-002>  
6 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-03/for-cheapest-power-on-earth-look-skyward-as-coal-falls-to-solar>

gingen ervan uit dat wereldwijd de totale capaciteit voor zonnepanelen veertien jaar later, in 2024, 80 GW zou zijn. Deze capaciteit werd reeds na vijf jaar, in januari 2015 behaald, bijna drie keer sneller dan gedacht. Scenario's van de IEA voor windenergie, van 2002 voor 2030 (28 jaar later), waren reeds na acht jaar, in 2010 achterhaald<sup>7</sup>. Hier was het tempo meer dan drie keer zo snel.

**Zelfs de beste specialisten zitten er dus naast. Dit komt omdat innovaties vaak exponentieel gaan, terwijl de specialisten lineair denken.**

Exponentiële veranderingen kennen wij uit de informatietechnologie, de afgelopen decennia. Eerst had een computer nog de omvang van een gebouwtje, nu werken de smart phones beter en sneller. Het tempo van vooruitgang staat in deze sector bekend als de wet van Moore, volgens welke het aantal transistors dat op een chip past, ieder jaar verdubbelt. Een aantal wetenschappers voorspelt dit ook voor de energiesector<sup>8</sup>.

7 The projections for the future and quality in the past of the World Energy Outlook for solar PV and other renewable energy technologies Matthieu Metayer, Christian Breyer and Hans-Josef Fell, Energy Watch Group, 2015, [http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2015/09/EWG\\_WEO-Study\\_2015.pdf](http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2015/09/EWG_WEO-Study_2015.pdf)

8 How predictable is technological progress? Doyne Farnera , François Lafonda , Research Policy Volume 45, Issue 3, April 2016, Pages 647–665

Maar het zijn niet alleen de technologische innovaties, die ons de afgelopen zeven jaar verrast hebben. De sociale structuren veranderden mee. Zo verloren de grootste Duitse energiebedrijven, de trots van de natie, in vijf jaar tijds 80% van hun waarde. Het is nog maar zeven jaar geleden dat buitenlandse energiebedrijven het Nederlandse Nuon en Essent kochten voor grote bedragen. Dat waren destijds goed doordachte beslissingen, die rationeel werden onderbouwd met de beste modellen en berekeningen. Maar alles verliep anders. De aankoop van de centrales leidde tot enorme verliezen bij de kopers. Een andere ontwikkeling is de Duitse *Energiewende*, die de Europese en Duitse energievoorziening grondig veranderd heeft. We zijn er nu aan gewend en weten niet beter. Maar deze werd pas zeven jaar geleden, in 2010, ingezet. Andere sociale omwentelingen vinden plaats bij grote investeerders, zoals pensioenfondsen, die zich afvragen of zij nog wel in fossiele bedrijven moeten blijven beleggen. Dat zet de toon voor verdere verduurzaming.

**ENERGIEVRAAG**  
=  
**GEBOUWDE  
OMGEVING +  
INDUSTRIE +  
VERKEER & VERVOER**

## IEDEREEN KRIJGT ERMEE TE MAKEN

EEN METAMORFOSE IS EEN GEDAANTEVERWISSELING, DIE DOORDRINGT IN ALLE LAGEN VAN DE MAATSCHAPPIJ. Dat geldt ook voor de energietransitie. Iedereen krijgt ermee te maken, of het nu gaat om burgers, kleine bedrijven, grote ondernemingen, de zware industrie, de tuinbouw, energiebedrijven, energiecollectieven, vervoerders, beheerders van infrastructures, exploitanten van havens of ICT-bedrijven of de financiële sector, de transitie gaat niet ongemerkt aan hen voorbij. Hun gedrag verandert. Ze gaan andere producten en diensten aanbieden en/of gebruiken.

De traditionele energiebedrijven, die al decennialang energie produceren, transporteren of erin handelen, zijn de eerst betrokkenen. Veel bedrijven hebben het nu moeilijk. Hun oude verdienmodel werkt niet meer, ze moeten de klanten op nieuwe wijze aan zich binden. Zij krijgen concurrentie van nieuwkomers, die zich op duurzaamheid richten. De transitie doet hen pijn. Een natuurlijke reactie is om deze te vertragen.

De veranderingen stralen uit naar verwante sectoren, zoals ICT-bedrijven, installateurs en de bouwsector. Zij krijgen nieuw werk, bijvoorbeeld met slimme netten en de bijbehorende diensten, met isoleren en het plaatsen van zonnepanelen. Dat deze bedrijven kunnen verdienen aan de energietransitie, betekent niet dat zij deze per definitie omarmen. Ze moeten hun gedrag veranderen en dat gaat altijd lastig. Zo zijn de meeste installateurs gewend om gasketels te verkopen. Daar zijn ze goed in. Overstappen op de levering van warmtepompen kost tijd, moeite en omscholing en dat doen ze niet zomaar. In veel gevallen moeten zij eerst de concurrentie voelen van andere (nieuwe) bedrijven, voordat zij daartoe overgaan.

Beheerders van infrastructures krijgen andere rollen, andere problemen en andere relaties met de gebruikers. Oude infrastructures worden afgeschreven, bestaande infrastructures worden anders gebruikt en nieuwe infrastructures kunnen opkomen.

In de transportsector, zoals de havens en het vervoer over weg en water, gaat de omzet dalen omdat er geen fossiele brandstoffen meer vervoerd worden. Een belangrijk deel van de omzet valt hierdoor weg. Om te overleven moeten zij zich richten op andere activiteiten.

---

**De snelheid van de metamorfose hangt af van de vaart, waarmee deze betrokkenen hun gedrag veranderen en overstappen op nieuwe producten en nieuwe diensten. Een innovatief klimaat speelt daarbij een sleutelrol.**

Gevestigde structures moeten immers doorbroken worden. Bedrijven met nieuwe producten en diensten moeten ruim baan krijgen om deze ook op de markt te brengen. Oude regels zitten soms in de weg, die moeten dan veranderd worden. De aanvangsinvesteringen voor duurzame energie en isolatie zijn vaak hoog, terwijl de variabele kosten laag zijn omdat geen brandstoffen meer nodig zijn. Dat vraagt om nieuwe financieringsvormen.

---

## ANDERE SAMENWERKINGSVORMEN

OOK IS ER BEHOEFTE AAN NIEUWE SAMENWERKINGSVORMEN. Energie wordt niet meer alleen centraal geproduceerd in grote centrales, het kan ook geproduceerd en gedeeld worden op bedrijventerreinen en in wijken. Het zwembad en de buurt kunnen samenwerken met verwarming, boeren met een mestvergister verkopen hun biogas aan de ijsfabriek. Burgers, bijvoorbeeld de bewoners van een wijk of van een appartementencomplex kopen samen productie-installaties en delen de energie. Vaak zijn er nog juridische belemmeringen voor het realiseren van deze nieuwe samenwerkingsverbanden.

Verduurzamen is anders doen dan voorheen. In een open samenleving, waarbij partijen zich flexibel aanpassen en waarbij de overheid belemmeringen voor innovaties wegneemt en nieuw gedrag aanjaagt, gaat dat sneller dan in gemeenschappen waar gevestigde belangen, die alles bij het oude willen laten, de overhand hebben.

---

### De betrokkenen bij de energietransitie zijn traditioneel verkokerd.

De fossiele industrie, de elektriciteitssector, de netbeheerders en de voorvechters van verduurzaming hebben eigen organisaties, eigen onderzoek, eigen problemen en een eigen agenda.

Dat de verduurzaming zo traag gaat, nu er pas een kleine 6% duurzame energie in het systeem is, versterkt deze verkokering en scheidt soms wantrouwen tussen de kokers. Maar juist nu is polarisatie onverstandig. Voorstanders van verduurzaming willen het fossiele systeem pijlsnel afbreken en duurzaam ervoor in de plaats zetten, terwijl de

gevestigde belangen zich verzetten en erop wijzen dat fossiel voorlopig noodzakelijk is. Het systeem wordt daarbij niet meer als een geheel beschouwd, maar als een verzameling van tegenstrijdige onderdelen. Dat kan de transitie schaden. Nu kan er bijvoorbeeld veel energie uit zon en wind worden opgenomen in het elektriciteitssysteem, omdat fossiele centrales de stabiliteit garanderen. Maar tegen de tijd dat het aandeel duurzaam veel groter is, bijvoorbeeld 75%, ziet dat er anders uit. Een goede samenwerking tussen fossiel en duurzaam laat de overgang soepel verlopen.

---

### Voortbouwen op bestaande expertises en verstandig ombuigen van het bestaande systeem is effectiever en zekerder dan snel afbreken en opnieuw beginnen.

Bij ombuigen kan de economie profiteren van de sterktes van Nederland en hetgeen al tot stand is gebracht. Dit geldt bijvoorbeeld ook bij slimme netwerken en lokale voorzieningen. Nederland heeft een relatief open en innovatief systeem, met uitstekende fijn vertakte infrastructuren. Het is dichtbevolkt en er is veel expertise op het gebied van energie en slimme toepassingen. Dit zou Nederland tot een mooie proeftuin voor *smart grids* in Europa kunnen maken. Een competentiestrijd rond de vraag wie precies wat mag doen remt de vooruitgang. Goede samenwerking tussen partijen om gezamenlijk te innoveren versnelt.

---

## NOVUM UIT DE POLDER

HET NEDERLANDSE ENERGIE-AKKOORD IS EEN SOCIAAL NOVUM UIT DE POLDER, WAARBIJ OVER DE GEHELE BREEDTE HARDE AFSPRAKEN ZIJN GEMAAKT. Dat partijen samenwerken en doelen hebben gesteld, is een belangrijke stap voorwaarts. Het akkoord bepaalt het beleid tot 2023. Wat er daarna gebeurt is onzeker. Er wordt wel nagedacht over een energie-akkoord 2.0.

Een hard energie-akkoord heeft voor- en nadelen. Een voordeel is dat doelen worden gesteld en ook behaald. Het energie-akkoord heeft de verduurzaming prominent op de agenda gezet. Maar een nadeel is dat het in beton is gegoten. Gedurende de rit kan er maar weinig veranderen, ook niet als dat betere kansen biedt. Bovendien zijn sommige partijen bij een akkoord prominenter aanwezig dan anderen. Het kan dan ten nadele van deze laatste groep uitpakken. Innovatie komt vaak van nieuwe, jonge partijen, die weinig lobbykracht hebben. Een energie-akkoord kan hen benadelen. Daarnaast is het de vraag of de belangen van de consument voldoende worden behartigd.

---

### De snelle innovaties verminderen de betrouwbaarheid van toekomstplannen of scenario's.

Dat de transitie anders en sneller kan verlopen dan gedacht, staat op gespannen voet met de gewoonte in de sector dertig tot veertig jaar vooruit te kijken en de investeringsbeslissingen daarop af te stemmen. Centrales en infrastructuur zijn kostbaar en investeerders en beleidsmakers willen van tevoren weten of die renderen. Ze zijn gewend om precies te berekenen welke behoeften er zijn aan energie

over twintig, dertig of zelfs veertig jaar. Aan de hand van de bestaande technologieën en prijzen beschrijven zij vervolgens hoe die behoeften dan ingevuld worden. Ze houden wel rekening met innovaties, maar zij gaan ervan uit dat deze voorspeld kunnen worden en/of lineair verlopen. Tot voor kort kwamen de voorspellingen ook min of meer uit. Trends uit het verleden konden geëxtrapoleerd worden. De vraag steeg ieder jaar met een min of meer vast percentage. Daarbij kwam dat er voortdurend schaalvoordelen waren: hoe groter de centrale, des te goedkoper de elektriciteit. En ook: hoe meer centrales met elkaar verbonden waren (nationaal, internationaal), des te goedkoper het werd. De investeringen konden zo in dertig tot vijftig jaar terugverdiend worden. Alles verliep zoals gepland.



## BETER KLEINE STAPPEN DAN GROOTSE PLANNEN

NU DE SECTOR IN DISRUPTIE IS, KAN HET VERLEDEN NIET LANGER DIENEN ALS MAATSTAF VOOR DE TOEKOMST. Voorspellingen zijn in veel gevallen al binnen een of twee jaar achterhaald. Trends worden steeds weer doorbroken. Net zoals we niet weten hoe de internetsector eruit ziet over bijvoorbeeld vijftien jaar, zo weten we ook niet hoe de energiesector er dan uitziet, welke de opties dan zijn, hoeveel ze kosten en welke voorkeuren burgers en bedrijven dan hebben. We weten bijvoorbeeld niet of elektrisch rijden, rijden op waterstof of op biobrandstoffen dan de norm is. We weten evenmin of wijken dan energie-producerend zijn, met seizoensopslag, zodat perfecte isolatie dan minder noodzakelijk is en evenmin welke infrastructures we dan (nog) nodig hebben. Bij toekomstplannen moeten we daar rekening mee houden. We moeten er niet meer automatisch vanuit gaan dat het gedrag van de gebruikers voorspeld kan worden. We moeten er juist vanuit gaan dat zij steeds meer kunnen kiezen tussen verschillende opties. Het gedrag van bedrijven en overheden moet daarop aansluiten.

Kleine stappen die een impuls geven voor omvorming van het systeem werken beter dan plannen waarbij voor langere tijd technologieën worden vastgelegd omdat zij op het moment van beoordeling het beste lijken. Deze worden immers ingehaald door innovaties. Zo gaat het ook in de telecomsector. Investerings in vaste telefonie werden vroeger in termijnen van dertig tot veertig jaar afgeschreven. Dat kan niet meer. Nu weten bedrijven dat de markt voortdurend verandert en ze passen hun gedrag daarop aan.

Dit betekent ook dat methoden, waarmee inzicht wordt verschaft in de toekomstige energievoorziening, moeten veranderen, of het nu gaat om analyses om beleid te ondersteunen of om investeringsbeslissingen te nemen.

Aandacht is nodig voor de risico's en onzekerheden die verband houden met technologische veranderingen, trendbreuken en disrupties.

---

**Want zomaar uitgaan van de gedachte dat de toekomst een verlengde is van het verleden, belemmert de metamorfose.**

De verduurzaming is in een beginfase. Nog 94% van onze energie is afkomstig van fossiele bronnen en ook de uitstoot van CO<sub>2</sub> is nog maar nauwelijks gedaald. Er moet nog veel gebeuren. Binnen het energiesysteem lopen rijp en groen door elkaar. In sommige onderdelen is de metamorfose al begonnen, daar zijn veel innovaties zichtbaar. Dat geldt vooral voor de elektriciteitssector. Bij andere delen moet de vaart er nog in komen. Het vervangen van gas en olie door duurzame brandstoffen verkeert in de meeste gevallen nog in een pril stadium. Hier is aanjagen het adagium, zodat er meer massa komt. Exponentiële veranderingen krijgen immers pas snelheid als ze goed op gang zijn gekomen. Gedurende de incubatietijd gaat het nog maar traag.

Hierna worden onderdelen van de voorziening beschreven aan de hand van de functionaliteiten die de Energie-agenda van het Ministerie van Economische Zaken onderscheidt: kracht en licht (elektriciteit), lage temperatuurwarmte voor de gebouwde omgeving, hoge temperatuurwarmte voor de industrie en mobiliteit<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> <https://www.rijksverheid.nl/documenten/rapporten/2016/12/07/ea>

## ELEKTRICITEIT

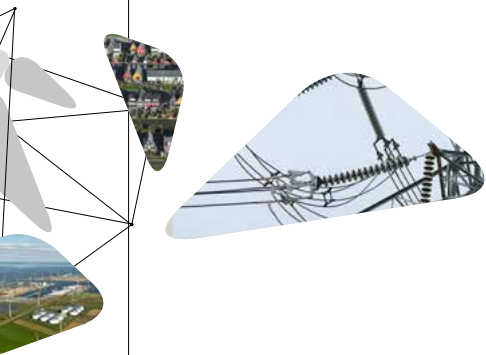
### FUNCTIONALITEIT KRACHT EN LICHT

ELEKTRICITEIT KAN DUURZAAM WORDEN OPGEWECT. Daarom neemt het een belangrijke rol in bij de energietransitie. Het gebruik van elektriciteit stijgt, omdat het ook een vervanger kan zijn van gas en olie. Dat is bijvoorbeeld het geval bij het verwarmen van gebouwen met elektrische warmtepompen, in plaats van met gas, of bij elektrische auto's in plaats van benzine- of dieselauto's.

Bij de productie van elektriciteit gaan de innovaties nu snel. Maar dit betekent waarschijnlijk niet dat de gehele sector al binnen een jaar of tien duurzaam is. De uitrol vergt nog veel aandacht. In het Energie akkoord zijn afspraken gemaakt over de duurzame productie<sup>10</sup>.

Op dit moment wordt circa 10% van de elektriciteit duurzaam opgewekt, in 2020 moet dat ongeveer 35% zijn en in 2023 een slordige 45%.

Dit zijn grote verschuivingen in een korte periode. Er komen meer windmolens op land en op zee, verder zijn er afspraken over bijstook van biomassa in kolencentrales en een lokaal opwekvermogen door bronnen zoals zonnestroom, zonnewarmte, warmtepompen, Warmte Koude Opslag (WKO)-installaties, biogas en biowarmte.



<sup>10</sup> 45% duurzame elektriciteit in 2023 staat gelijk aan 16% duurzame energie in het gehele systeem, zoals afgesproken in het energie-akkoord. Naast elektriciteit zijn er immers nog andere fossiele bronnen, zoals olie en gas.

## STABILITEIT

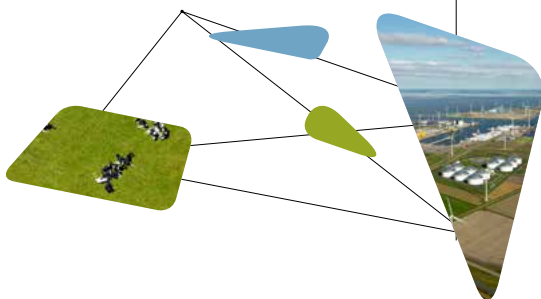
DAT DE PRODUCTIE VAN VEEL CENTRALES AFHANKELIJK IS VAN DE WEERSOMSTANDIGHEDEN, GRIJPT DIEP IN. Kolen en gascentrales worden aangestuurd, al naar gelang de behoeften van de gebruikers. Hun aandeel in de voorziening wordt snel kleiner. Dat is niet zonder risico. Storingen ontstaan als vraag en aanbod van elektriciteit niet op iedere (sub) seconde met elkaar in evenwicht zijn. Als ergens iemand meer elektriciteit gebruikt, moet iemand elders in het systeem meteen meer produceren, en omgekeerd. Gewoonlijk zorgen de gas- en de kolencentrales voor evenwicht. Zij houden de stabiliteit met een grote, draaiende massa op peil. In een eeuw is de werking op dit vlak geperfectioneerd. Als deze centrales verdwijnen, zijn andere manieren nodig om een ongestoorde voorziening te garanderen.

---

Het introduceren van duurzaam en het afbouwen van fossiel dient bij voorkeur gecontroleerd te verlopen.

Als het waait en de zon schijnt komen tegelijkertijd grote hoeveelheden elektriciteit uit zon en wind in het systeem. Deze moeten worden weggewerkt door de vraag te vergroten, of via opslag. Dat verloopt via de markten. De prijzen kunnen sterk dalen. In Duitsland zijn ze nu al regelmatig negatief, de gebruiker krijgt geld toe. Omgekeerd kunnen er tekorten ontstaan als de zon niet schijnt en het niet waait, terwijl het gebruik hoog is. De prijzen kunnen dan sterk stijgen. Variaties in prijzen helpen bij het herstel van het evenwicht: lagere prijzen maken afname aantrekkelijk, terwijl hogere prijzen dit juist afschrikken. Maar dit werkt alleen als (een deel van de) vragers en aanbieders ook daadwerkelijk reageren op de prijsverschillen. Immers, de vraag en het aanbod moeten op ieder moment aan elkaar gelijk zijn, bij overschotten of tekorten kan het systeem geheel uitvallen. Om die reden wordt er nu overal hard gewerkt aan slimme netwerken en het vergroten van de flexibiliteit in het systeem.

---





## GEBRUIKERS PASSEN DE VRAAG AAN

FLEXIBILITEIT, HET OP ELKAAR AANPASSEN VAN VRAAG EN AANBOD, KAN ONTSTAAN DOOR DE ZOGENAAMDE VRAAGSTURING. Dit betekent dat de vraag naar elektriciteit wordt afgestemd op het aanbod, in plaats van andersom, zoals we gewend zijn. Afnemers gebruiken dan méér elektriciteit als er wind en zon is, en minder als het er niet is.

Bij een slim netwerk kan dat volautomatisch gebeuren. Alle producenten en alle gebruikers krijgen dan de prijssignalen. Apparaten kunnen dan zó worden afgesteld dat ze reageren. Grote verbruikers, zoals industrieën, koelinstallaties of datacentra gebruiken dan minder als de elektriciteit schaars en duur is, en meer als het goedkoop en overvloedig is. Soms schakelen ze bijvoorbeeld over van elektriciteit op een andere brandstof, zoals biogas. Kleine consumenten kunnen ook flexibel gebruiken, bijvoorbeeld door hun warmtepompen eerder of later aan te zetten en hun elektrische auto's slim op te laden. Het is een grote verandering, dat afnemers van elektriciteit gaan reageren op het aanbod, in plaats van andersom. Inmiddels zijn er vele technologieën ontwikkeld om dit voor elkaar te krijgen, maar ze worden nog maar weinig gebruikt. Sociaal is het een omschakeling. Afnemers zijn er aan gewend dat ze altijd elektriciteit krijgen als ze dat wensen. Dat zullen ze alleen doen als de overlast minimaal is en als er een financiële opbrengst tegenover staat. Als prijzen flink variëren tussen periodes van overvloed en van schaarste, is dat ook het geval. Er zijn nu veel experimenten op dit gebied.

Uitbreiding van de internationale netwerken draagt ook bij aan de stabiliteit. Overschotten en tekorten in Nederland kunnen dan in het buitenland worden weggewerkt, en omgekeerd, wij kunnen onevenwichtigheden elders rechtekken. Een andere oplossing is de zogenaamde *systeemintegratie*, waarbij de voorziening van warmte, gas en elektriciteit met elkaar verweven raken. Er komen steeds meer connecties, waarbij energie van de ene vorm wordt omgezet in de andere.

---

**De systemen voor elektriciteit, gas en warmte zijn niet meer aparte silo's maar ze raken overal met elkaar verweven.**

Electriciteit, afkomstig van zon, wind, gas, afval, mest of andere bronnen, kan worden opgeslagen in accu's van auto's of in andere batterijen en later weer gebruikt, bijvoorbeeld voor verlichting of om te rijden. Andere overschotten van elektriciteit worden omgezet in warmte, die in boilers, opslagtanks of onder de grond wordt opgeslagen voor later gebruik. Of het wordt omgezet in waterstof, opgeslagen en later weer gebruikt. Energie uit verschillende bronnen gaat zo via verschillende infrastructuren en omzettingvormen naar de gebruiker.

Als gas, elektriciteit en warmte steeds meer verweven raken, moet dat ook gelden voor de organisaties, die zich daarmee bezig houden. De elektriciteits- en de gasector zijn traditioneel strikt van elkaar gescheiden en dat gold ook voor de mensen die daar werkten. Zij hadden ieder hun eigen belangen, hun eigen overlegstructuren en hun eigen cultuur. De samenvoeging vindt nu langzamerhand plaats en is niet altijd even gemakkelijk. Goede samenwerking versnelt de metamorfose.

Het omzetten van de ene energievorm in de andere, gecombineerd met opslag, zorgt voor een flexibele voorziening die op ieder moment kan voorzien aan de wensen van de gebruikers.

## ACTIEVE KLEINVERBRUIKER

DE ACTIEVE KLEINVERBRUIKERS (KLEINE BEDRIJVEN, HUISHOUDENS) VORMEN MIS-SCHIE WEL DE GROOTSTE VERANDERING. Ze zijn niet langer passieve spelers, die maximaal een keer per jaar kunnen switchen en die een keer per jaar een rekening krijgen, maar ze kunnen nu ook zelf elektriciteit produceren, ze kunnen het onderling verhandelen of ze kunnen zich aansluiten bij een lokaal initiatief. Met slimme toepassingen kunnen zij in de toekomst verschillende contracten tegelijk afsluiten. Dan kopen zij bijvoorbeeld energie van een windmolen op afstand, waarin zij een aandeel hebben, de leasemaatschappij stuurt het laden van de auto aan en ze zijn aangesloten bij een collectief in de wijk. Via tussenpersonen (bijvoorbeeld ICT-partijen) en met blockchain kunnen zij dit regelen zonder veel inspanning. Lokale voorzieningen veranderen het aanzien van de energiesector. In Nederland zijn er nu al meer dan 300 lokale coöperaties van burgers en meer dan 500 lokale initiatieven<sup>11</sup>. Verder zijn er lokaal allerlei samenwerkingsverbanden om te verduurzamen. Een voorbeeld zijn de waterschappen, die hard bezig aan energiebesparing en energieproductie, bedrijventerreinen, waar ondernemingen samen plannen maken en ook gemeenten en provincies worden steeds actiever in het bij elkaar brengen van partijen op hun gebied. Zij krijgen een nadrukkelijker rol in de transitie.

Lokale voorzieningen kunnen een bron zijn van verduurzaming en van nieuwe producten, nieuwe diensten en toekomstige werkgelegenheid. Wel moet er nog een en ander verande-

<sup>11</sup> Voor de coöperaties: zie Annemarieke Schwencke, Lokale energiemonitor 2016 met Hier Opgewekt, <http://asisearch.nl/lokale-energiemonitor-2016-met-hier-opgewekt/>; voor de initiatieven: <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/duurzame-energie/lokale-initiatieven>).

ren aan het institutionele systeem, dat nog gericht is op de traditionele situatie met centrale productie<sup>12</sup>. De overheid werkt eraan om deze weg te nemen. Experimenten kunnen dan vrij baan krijgen. Nederland kan een mooie proeftuin zijn van deze ontwikkelingen.

Elektriciteitswetgeving veranderen is overigens een lastig proces, ook omdat consumenten beschermd moeten worden. Tot nu toe bestaat deze bescherming vooral uit het beperken van de mogelijkheden en het standaardiseren van de bijbehorende contracten. Dit vergemakkelijkt het toezicht. Maar innovatie vraagt juist om nieuwe relaties, nieuwe vrijheden en nieuwe contracten. De consumentenbescherming moet dan meegroeien.

Welke positie lokale voorzieningen in de toekomst innemen, kunnen we nu niet weten. Dat mag geen reden zijn om ze daarom maar met mondjesmaat toe te staan. De voorzieningen zijn duurzaam, ze ontwikkelen nieuwe producten en nieuwe diensten en het is een sociale innovatie, die de lokale cohesie versterkt. Het is een kans voor Nederland. Daarom moeten ze ruim baan krijgen. Ze jagen de metamorfose aan. Net zoals bij andere innovaties moet de toekomst uitwijzen of ze slagen.

## VEEL OF WEINIG INFRASTRUCTUUR?

DE TOENAME VAN DUURZAME ENERGIE HEEFT OOK GEVOLGEN VOOR DE INFRASTRUCTUREN. Daar kan *congestie* optreden. Op hoogspanningsnetten zijn hier al regelingen voor, maar bij de distributienetten nog niet. Nu er lokaal steeds meer zonnepanelen, warmtepompen en elektrische auto's komen, bestaat de kans dat deze netten overbelast raken en dat er storing komt, bijvoorbeeld als veel consumenten in een oudere wijk tegelijkertijd, als ze thuiskomen uit het werk, de auto willen opladen. Hiervoor zijn wel oplossingen te bedenken, bijvoorbeeld flexibele transportcontracten, waarbij consumenten zich bijvoorbeeld – tegen een korting- verbinden om in bepaalde tijdvakken minder te verbruiken. Maar dit vraagt weer om een ander tariefstelsel voor het gebruik van de netwerken. Politiek ligt dat moeilijk. De kosten van het netwerk worden immers verdeeld over alle gebruikers. Als één groep gebruikers minder betaalt, moet een andere groep meer betalen. De verschillende belangen staan recht tegenover elkaar. Tegelijkertijd is het ook in het belang van iedereen. Flexibel gebruik van de netwerken voorkomt dure uitbreiding van het netwerk. De totale kosten blijven daarom lager. Uitbreiden van netwerken voor het opladen van auto's is op de korte termijn begrijpelijk, maar op de langere termijn mogelijk onverstandig. Als deze auto's zelfrijdend worden, laden ze waarschijnlijk op bij grote laadstations op het middenspanningsnetwerk. Het opladen gaat dan de wijk weer uit.

De ontwikkelingen vragen aan de ene kant om uitbreiding van de netwerken en aan de andere kant om vermindering. Méér elektriciteit uit zon en wind, méér verbruik voor vervoer en verwarming vraagt om méér netwerken. Tegelijkertijd kunnen veel burgers en bedrijven steeds beter zelf, of gezamenlijk, op locatie produceren, opslaan en gebruiken. Dat vraagt om minder netwerken. (Groepen) gebruikers

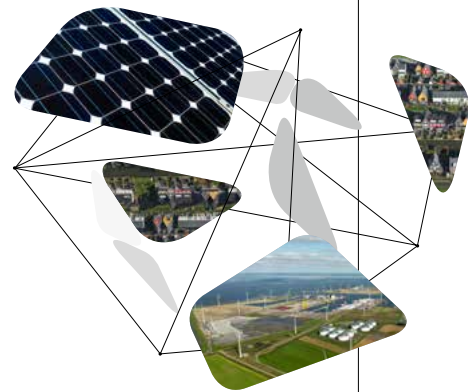
12 Auke Hoekstra en Annelies Huygen, 2016, Verduurzaming in eigen hand, <http://www.fuse.eu/>

kunnen in de toekomst misschien autarkisch worden, alles zelf doen. Uiteraard is een aansluiting op het collectieve netwerk gemakkelijker, maar als de kosten hoog zijn geeft dat een prikkel tot zelfvoorziening. Hierdoor komt het collectieve karakter van de voorziening in gevaar. De totale kosten van de netwerken blijven immers min of meer gelijk, of er nu meer of minder klanten zijn. Hoe meer partijen zich afsluiten, des te hoger worden de kosten voor de blijvers. Zo krijgen deze ook weer een prikkel om hun abonnement af te zeggen. Naar verwachting kunnen consumenten met een goed inkomen zich eerder afsluiten, omdat zij grotere huizen hebben waar zonnepanelen op geplaatst kunnen worden. Zij kunnen ook investeren in batterijen. Kwetsbare groepen zouden dan aan het netwerk moeten blijven en alle kosten betalen. Of dit allemaal gaat gebeuren, weten we nu niet. We moeten er wel rekening mee houden, bijvoorbeeld door de kosten van het netwerk zo laag mogelijk te houden. Dan is de toegevoegde waarde het grootst.

Al met al zijn de eerste tekenen van de metamorfose zichtbaar in de elektriciteitssector.

**De veranderingen zijn begonnen, maar er zijn ook nog een aantal problemen, die overwonnen moeten worden, bijvoorbeeld om de stabiliteit te blijven garanderen.**

Volop experimenteren met alle nieuwe mogelijkheden laat zien wat wel en wat niet werkt. Door te leren van experimenten en de kennis goed te verspreiden, worden de goede oplossingen ook toegepast. Haast is geboden, nu het aandeel duurzaam zo snel stijgt. Tegen de tijd dat 60 of 70% van de voorziening bestaat uit duurzame bronnen komen er weer heel andere problemen. Het afbouwen van de fossiele centrales wordt dan moeilijker, omdat er nog maar weinig van de stabiele massa overblijft.



## LAGE EN HOGE TEMPERATUURWARMTE

HET TOTALE ENERGIEVERBRUIK BESTAAT VOOR ONGEVEER 30% UIT HET GEBRUIK VAN LAGE TEMPERATUURWARMTE. Hierbij gaat het vooral om gas, dat gebruikt wordt om woningen, gebouwen en tuinbouwkassen te verwarmen.

De productie van Nederlands gas daalt snel, onder meer om aardbevingen te voorkomen. Gas moet geïmporteerd worden, vaak uit politiek instabiele landen. Voor de Nederlandse schatkist is dit een aderlating, die elders opgevangen moet worden. Daarnaast zijn de kosten van import in het algemeen hoog, omdat het gas omgezet moet worden naar een andere kwaliteit.

### VAN GAS LOS

OOK HIER IS HET BEGIN VAN DE METAMORFOSE ZICHTBAAR. Dat het gas de woonwijken uit moet, wordt inmiddels breed gedragen. Hoe we dit gaan doen, is nog niet duidelijk. Op dit moment zijn wel alternatieven beschikbaar, maar ze zijn nog kostbaar. Woningen kunnen “*all electric*” worden. Dit betekent dat zij elektrisch verwarmen en koken. Dat kan bijvoorbeeld met warmtepompen, zonneboilers, elektrische of infraroodverwarming. Een alternatief zijn warmtenetten, waarbij duurzame aardwarmte (geothermie) wordt gebruikt, of restwarmte van bijvoorbeeld afvalverbrandingsinstallaties of van de industrie. Elektrisch verwarmen en warmtenetten kunnen ook gecombineerd worden.

## Het spreekt bijna vanzelf dat er bij de bouw van nieuwe huizen geen gasinfrastructuur meer wordt aangelegd.

Dat past niet bij de duurzaamheidsdoelen. Nog niet alle gemeenten hebben hun beleid daarop aangepast. Gas weghalen uit bestaande wijken is lastiger. Daar zijn nog geen goede procedures voor. Uiteraard moeten alle bewoners daarbij betrokken worden. Er zijn nu plannen om gemeenten en provincies méér verantwoordelijkheden te geven in de energietransitie. Zij brengen de energievoorziening in hun gebied in beeld, gaan dan na welke oplossingen het beste zijn, betrekken alle bedrijven en bewoners en sturen dan aan op uitvoering van die oplossingen. Dit klinkt gemakkelijker dan het is. Het is lastig om in een tijd van disruptie - voor de langere termijn - te bepalen wat de beste opties zijn. De technieken die nu het beste lijken, kunnen over vijf of tien jaar zijn ingehaald. Dit betekent niet dat we dan maar niets moeten doen. Maar het betekent dat mogelijke technologische vooruitgang onderdeel wordt van de afwegingskaders. Zo zou de afschrijvingstermijn van investeringen beperkt moeten blijven, bijvoorbeeld maximaal vijftien jaar. Dan ontstaan geen langdurige lock-ins, waarbij duurzamere en goedkopere opties niet gekozen kunnen worden omdat de bestaande voorziening niet is afbetaald. Dus beter een beperkte maatregel met een flinke energiebesparing voor de komende vijf of tien jaar, dan een alomvattend plan voor de komende dertig jaar, dat nu beter lijkt, maar dat hoogstwaarschijnlijk wordt ingehaald door nieuwe technieken.

### **GAS ERUIT, WARMTE ERIN?**

EEN VOORBEELD ZIJN DE PLANNEN OM HET GASNETWERK TE VERVANGEN DOOR WARMTENETTEN, DIE NU OPGANG DOEN.

Gas eruit, warmte erin, lijkt het adagium. Als huishoudens nu overstappen van gas op warmte, bijvoorbeeld restwarmte van de industrie, besparen zij. Ze stoten minder CO<sub>2</sub> uit. Dit lijkt nu een uitstekende optie. Maar is dat over vijf of tien jaar nog zo? Er zijn nu al duurzame alternatieven voor de verwarming van gebouwen, zoals met warmtepompen, zonnecollectoren, elektrisch of met biobrandstoffen. Als deze breed worden toegepast, worden ze in een snel tempo goedkoper en comfortabeler. De kans dat huishoudens deze over vijf of tien jaar liever hebben dan een warmtenet, is aanzienlijk. Als de investeringen in de warmtenetten dan nog niet zijn afgeschreven, blijft de private of publieke exploitant achter met een zogenaamde baksteen, een investering die niet terugbetaald wordt.

Om de kosten van warmtenetten te dekken, propageren voorstanders wel dat huishoudens en bedrijven, gedwongen moeten worden om een aansluiting te nemen, soms voor een periode van wel dertig jaar. Dit betekent dat consumenten niet mogen kiezen, ook niet als er goedkopere en duurzamere alternatieven zijn, wat op korte termijn best zou kunnen. Maar in dat geval belemmeren warmtenetten juist de transitie in plaats van deze te bevorderen. Gebruikers mogen niet overschakelen naar iets beters. Bedrijven, die betere technieken hebben ontwikkeld, kunnen ze niet kwijt vanwege het warmtenet.

Vrije keuze is bovendien een garantie dat aanbieders met een goed voorstel komen, waarbij ze rekening houden met de consumentenvoorkeuren. Monopolisten houden soms maar weinig rekening met hun klanten.

In feite wordt het risico, dat verbonden is met de investeringen in warmtenetten, bij dwang geheel afgewenteld op de consument. Voorts stuit het top-down uitrollen van oplossingen waarschijnlijk op weerstand. Dat gaat uiteindelijk ten koste van het draagvlak voor verduurzaming. Bij windenergie is daar ervaring mee. Dwang van consumenten, hoe goed bedoeld ook, past niet bij een toekomstige, duurzame energievoorziening.

Ook aan de aanbodkant van warmte zijn er onzekerheden. Aanbod van restwarmte neemt af door de verduurzaming. Als bedrijven elektrificeren, hebben ze vaak geen warmte meer over. Daarnaast kunnen de ondernemingen verhuizen of failliet gaan. Warmte uit geothermie, een duurzame optie, is nog in de experimentele fase. Ook is niet duidelijk hoe duurzaam warmte is, zeker als er bij kou bijgestookt moet worden met andere brandstoffen.

---

**Warmtenetten kunnen een alternatief vormen voor gas, maar dan moeten ze wel slim worden uitgerold.**

Ook in warmtenetten zijn er innovaties, die deze goedkoper, efficiënter en duurzamer maken. Overheden, die warmtenetten wensen, zouden deze innovatief moeten aanbesteden, zodat de nieuwste generatie warmtenetten aan bod komt. Korte terugverdientijden, bijvoorbeeld vijftien jaar, beperken het risico dat de technologie wordt ingehaald. Een vrijheid voor gebruikers om al dan niet een abonnement te nemen is de enige garantie voor een aantrekkelijk aanbod. Het dwingt de onderneming om rekening te houden met zijn klanten. Ook het aanbod van warmte dient verzekerd te zijn gedurende de afschrijvingstermijn, anders kunnen tijdens de rit tekorten ontstaan.

Tenslotte is duidelijkheid nodig over de kosten, de baten en de risico's van de opkomst van andere technologieën die aantrekkelijker zijn. Een systeem waarbij de risico's ook liggen bij de partijen die eraan verdienen, werkt het beste. Dan is er een gezamenlijk belang om de kosten laag en de risico's beheersbaar te houden. Dat is niet het geval als de kosten van aanleg en exploitatie zonder meer neergelegd kunnen worden bij de gebruikers, die daar geen invloed op kunnen hebben.

Isolatie en andere energiebesparende maatregelen verminderen de behoefte aan warmte. Hier wordt nu hard aan gewerkt, bijvoorbeeld met verplichte energielabels voor woningen en kantoren. Ook hier zullen steeds weer nieuwe en goedkopere technieken komen. In de toekomst is duurzame energie misschien goedkoop en overvloedig aanwezig. Isoleren is dan minder nodig. Dan gaat het alleen nog om het comfort van de bewoners.

## INDUSTRIE

BIJ DE FUNCTIONALITEIT *HOGE TEMPERATUURWARMTE*, DIE WORDT GEBRUIKT VOOR PRODUCTIEPROCESSEN, IS DE VERDUURZAMING MAATWERK.

Het gaat hier om bijna 28% van het energieverbruik, vooral door de energie-intensieve industrie. Ieder bedrijf of iedere bedrijfstak heeft eigen processen en moet een eigen wijze vinden om te verduurzamen. Dit vergt veel aandacht omdat de processen vaak kritisch zijn. Een onverwachte uitval van energie leidt tot enorme schade. Zeker als de kosten van energie in verhouding tot het totale productieproces laag zijn, aarzelen ondernemers om maatregelen te nemen. Zo ontstaan er warmtecascade waarbij de restwarmte van het ene bedrijf gebruikt wordt voor de behoefte van andere ondernemingen of door woningen. Warmte van een hoge temperatuur, die nodig is voor de productieprocessen, wordt steeds vaker uit de bodem gehaald of het wordt duurzaam opgewekt. Productieprocessen worden geëlektrificeerd en duurzame grondstoffen (duurzame *feedstock*) vervangen fossiele grondstoffen. Deze omwenteling heeft ontwikkeltijd nodig.

De energie-intensieve industrie werkt op een internationaal speelveld. De overheid schrikt soms terug om hier normen te stellen, uit angst dat de ondernemingen naar het buitenland gaan, waar ze dan alsnog veel CO<sub>2</sub> kunnen uitstoten. Maar de transitie lukt niet als de grote industrie niet meegaat.

## VERVOER

OOK BIJ DE FUNCTIONALITEIT *VERVOER* IS HET BEELD GEMENGD. ELEKTRISCH RIJDEN KOMT OP, INCLUSIEF DE LAADINFRASTRUCTUUR.

De auto's worden steeds goedkoper en kunnen ook steeds verder rijden zonder bij te laden. Bij vervoer per bus zijn eveneens veranderingen zichtbaar. Ook dat gaat nu vaak elektrisch, of op biogas. Snelladen ontwikkelt zich. Voor de scheepvaart en de luchtvaart moeten nog goede technologieën ontwikkeld worden. Hier worden wel experimenten gedaan. Het gaat om internationale sectoren met voertuigen, die vaak een lange levensduur kennen. Aanpassen van bestaande schepen of vliegtuigen is erg lastig, de vernieuwingen worden meestal pas doorgevoerd bij aanschaffing van een nieuw exemplaar.

---

### Innovaties bij de verschillende functionaliteiten beïnvloeden elkaar.

Als de prijzen van duurzame energie lager zijn dan die van fossiel, dan bevordert dat ook de elektrificatie van productieprocessen in de industrie. Doorbraken kunnen gevolgen hebben voor alle functionaliteiten, bijvoorbeeld bij waterstof of biobrandstoffen.



## ENERGIE-BESPARING

*Energiebesparing* speelt dwars door de functionaliteiten heen. Soms is dat relatief gemakkelijk of is er nog laaghangend fruit. In andere gevallen moeten hier ook nog technologieën voor worden ontwikkeld.

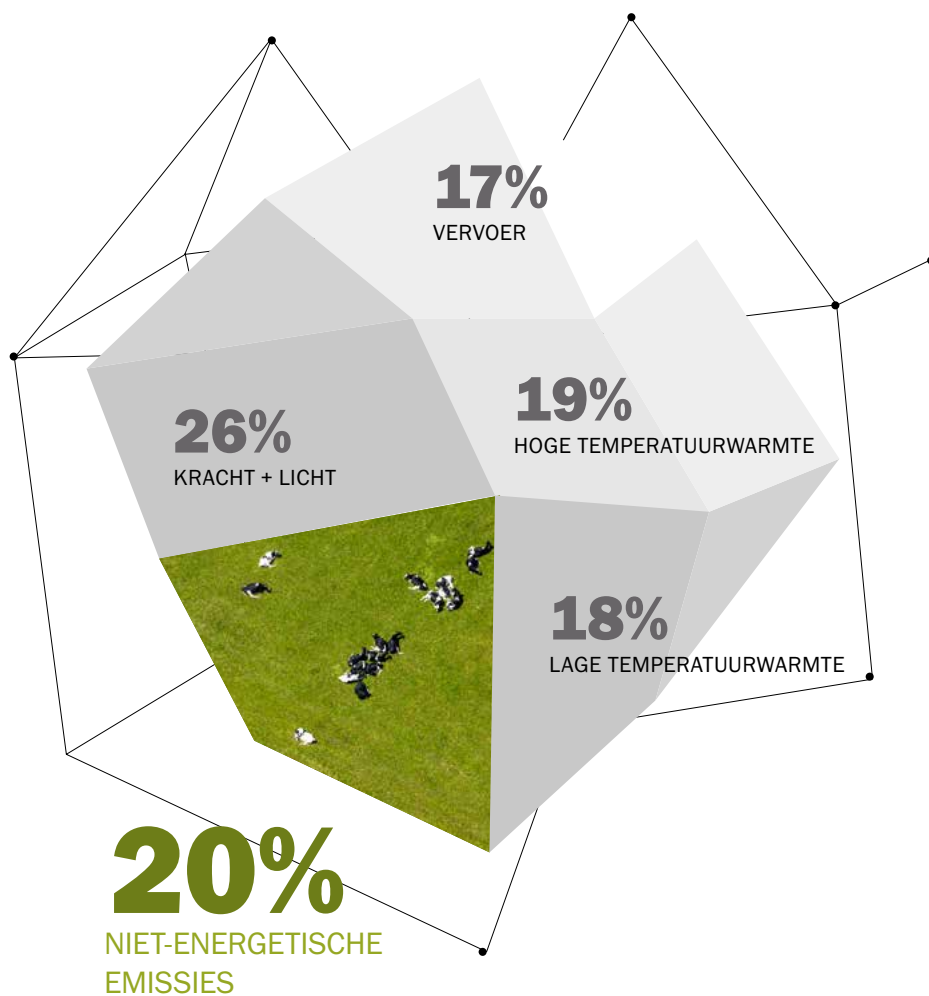


## NATIONALE BROEIKASGASEMISSIES

DE UITSTOOT VAN BROEIKASGASSEN  
OVER DE VIER FUNCTIONALITEITEN

# 80%

ENERGETISCHE EMISSIES



## DE OVERHEID MOET AANJAGEN

DE METAMORFOSE GAAT IN EERSTE INSTANTIE NIET VANZELF, MAAR MOET VAN BUITENAF IN GANG GEZET WORDEN. Bedrijven en burgers zijn nu eenmaal gewend aan fossiele energie, het is goedkoop en comfortabel.

Verduurzaming kost meestal extra geld en moeite en marktpartijen doen het daarom niet spontaan. Omschakelen is lastig. Vooral in het begin van de metamorfose is aanjagen belangrijk.

De overheid moet er dus voor zorgen dat de bal gaat rollen. Dat is niet gemakkelijk. Er zijn allerlei instrumenten om de energietransitie te bevorderen. Voor een deel gebeurt dit op het internationale vlak, bijvoorbeeld met het *Emission Trading System* (ETS), het Europese handelssysteem in emissierechten. Dit geldt ongeveer voor de helft van het Europese (fossiele) energiegebruik, zoals in de grote energiecentrales en in de energie-intensieve industrie. Deze ondernemingen moeten emissierechten kopen voor de uitstoot van broeikasgassen. Binnen Europa is een plafond vastgesteld voor deze rechten, dat niet overschreden mag worden. De prijzen van deze rechten weerspiegelen de schaarste. Als partijen méér willen uitstoten dan er rechten zijn, stijgt de prijs, waardoor de vraag naar rechten weer daalt.

Daarnaast heeft de Europese Unie de zogenaamde 20/20/20 doelstellingen vastgesteld voor de uitstootbesparing van CO<sub>2</sub>, het aandeel duurzame energie en de toename van de energie-efficiëntie. In 2020 moeten deze – op Europees niveau – elk 20% hoger zijn dan in 1990. Deze verplichtingen zijn verdeeld over de lidstaten, die dit moeten implementeren. Het vaststellen van allerlei verschillende doelen voor uitstoot, productie en besparing is niet altijd efficiënt. Het terugdringen is het hoofddoel. Soms kan het hoofddoel, het terugdringen van de uitstoot van CO<sub>2</sub>, beter

bereikt worden door bijvoorbeeld extra duurzaam te produceren in plaats van besparen, maar door het vaststellen van individuele doelen voor productie en besparing is deze uitwisseling niet mogelijk.

### WATERBEDEFFECT

Het ETS-systeem en duurzame productie en besparing werken elkaar tot op zekere hoogte tegen. Productie met zon en wind betekent dat er minder wordt geproduceerd met kolen- en gascentrales, die onder het ETS-systeem vallen. De emissierechten van de fossiele centrale, die niet hoeft te produceren, komen daarom weer op de markt. Hierdoor dalen de prijzen van emissierechten, andere energiegebruikers kopen deze in en zij gaan meer CO<sub>2</sub> uitstoten, tot het plafond wordt bereikt.

Duurzame productie van energie levert op dit moment geen enkele bijdrage aan het terugdringen van de CO<sub>2</sub>, wat toch het hoofddoel is van het beleid. Dit staat bekend als het waterbedeffect<sup>13</sup>. Het alleen maar opkopen van CO<sub>2</sub>-rechten is daarom als maatregel om CO<sub>2</sub> te besparen effectiever dan windmolens neerzetten. Maar windmolens dragen bij aan de omvorming van het systeem en dat doet de opkoop van rechten niet.

---

Verduurzamen is innoveren en de nationale en lokale overheden kunnen innovaties op allerlei manieren aanjagen.

<sup>13</sup> Machiel Mulder (2017), energietransitie en elektriciteitsmarkt, verkenning van een gespannen relatie, CEER Rijksuniversiteit Groningen, p. 53, <https://www.rug.nl/news-and-events/news/archief2017/nieuwsberichten/0309-energietransitie-en-energieefficiëntie-machiel-mulder-rug-maart2017.pdf>

Ze versnellen de metamorfose als ze ervoor zorgen dat iedereen erbij betrokken raakt en dat al deze betrokkenen een belang krijgen bij het zoeken naar oplossingen. Daarnaast is een innovatief klimaat essentieel. De Rijksoverheid kan belemmeringen voor innovaties wegnemen. Zo is de Elektriciteitswet nog gebaseerd op het oude, centrale systeem met passieve kleinverbruikers en bevat hierdoor barrières voor de opkomst van lokale voorzieningen. Ook andere wetten kunnen worden onderzocht op belemmeringen.

---

## UITPROBEREN EN EXPERIMENTEREN

HET AANJAGEN VAN VERANDERING IS ESSENTIEEL. Lokale overheden kunnen onderzoeken waar experimenten kunnen plaatsvinden en partijen, bedrijven en burgers, bij elkaar brengen. Ze kunnen bestaande experimenten ondersteunen, door uitwisseling van kennis te stimuleren en ondersteunen, met praktische hulp of met subsidies. De nationale overheid kan experimenten monitoren en de kennis, die hieruit voortvloeit, voor iedereen toegankelijk maken. Iedereen kan dan gebruik maken van de ervaringen van anderen en succesvolle praktijken kunnen snel worden uitgerold. Dit kan zorgen voor een sneeuwbaaleffect.

Het opleggen van normen, zoals voor energiebesparing, voor een maximale uitstoot van CO<sub>2</sub> of voor de aankoop van duurzame energie, in wetten of vergunningen, is effectief. Het zet de betrokkenen in beweging. Ze moeten dan hun gedrag veranderen. Een voorbeeld is de verplichting om energie te besparen als de investering binnen vijf jaar terugverdiend wordt. Dit moet dan wel zorgvuldig gecontroleerd worden.

Financiële prikkels, zoals belastingen, hebben grote invloed op het gedrag van burgers en bedrijven. Zo voert Van Tol bijvoorbeeld aan dat een gematigde heffing op koolstof als enige beleidsinstrument zou voldoen<sup>14</sup>. In dat geval is degene die de uitstoot veroorzaakt verantwoordelijk en zal zelf ervoor zorgen dat hij verduurzaamt. Dat is de kern van het ETS-systeem, maar de werking daarvan wordt beperkt doordat allerlei partijen gratis rechten krijgen. Nederland kent daarnaast een stelsel van energiebelastingen, maar daar valt veel te verbeteren. Het werkt nu contraproductief. Zo betalen burgers en bedrijven minder belasting

---

<sup>14</sup> Tol, R. S. J. (2016). The structure of the climate debate. (Working Paper Series; No. 96-2016). University of Sussex: Department of Economics.

per eenheid energie, als zij méér gebruiken. Grote bedrijven worden systematisch uit de wind gehouden, vanwege de vrees dat ze Nederland inruilen voor een andere vestigingsplaats. Op den duur is dit beleid niet vol te houden. Grote ondernemingen zijn verantwoordelijk voor 28% van het finale energieverbruik. Als zij niet meedoen, kunnen we de doelen niet halen. Als zij gedwongen worden om ook te verduurzamen, zullen zij nieuwe technologieën ontwikkelen waar iedereen van profiteert: zijzelf maar ook de rest van de economie. Een industrie, die hierbij vooroploopt, straalt uit naar de hele Nederlandse economie. Het is niet zeker dat bedrijven weggaan als de overheid eisen stelt. In de jaren '70 van vorige eeuw had Nederland een relatief streng milieubeleid, maar toch bleven de grote ondernemingen hier. Energie-intensieve bedrijven ontzien kan op den duur tegen ons werken. Een besluit om een bedrijf te sluiten valt eerder bij een vestiging, die toch al verouderd is. In landen waar ze vernieuwd hebben, blijven de vestigingen dan open. Bovendien ontstaat er een ongelijk speelveld, als de lasten van de grote industrie lager zijn dan van andere bedrijven, zoals het midden- en kleinbedrijf (MKB). Dit tast de groeipotentie van het MKB op den duur aan. Hiermee missen we kansen, want het MKB van nu kan het grootbedrijf van de toekomst zijn.

Met subsidies of financieringsinstrumenten kan de overheid prikkels geven tot gedragsverandering. Ze moeten een bijdrage leveren aan het omvormen van het systeem.

---

**Subsidies worden slim ter beschikking gesteld als zij partijen aanzetten tot vernieuwing.**

Subsidies halen de verantwoordelijkheid voor de verduurzaming weg bij bedrijven en burgers. Deze leunen op de overheid in plaats van zelf actie te ondernemen. Bovendien weet een overheid vaak minder goed dan de markt welke technieken efficiënt zijn. Bij windmolens heeft de overheid overigens slim aanbesteed, zodat de markt prikkels had om te innoveren. Op dit moment subsidieert de overheid met de Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE+) vooral de ontwikkeling van duurzame energie, met name wind op zee, biomassa in kolencentrales en grote zonneparken. Ze kan met subsidies bijvoorbeeld ook ondernemingen op bedrijventerreinen stimuleren om samen te besparen. In het begin is dit een case-by-case aanpak, maar zo kunnen zich nieuwe technieken ontwikkelen, die later overal worden toegepast.

Bij de subsidieverlening staan nu kosten per eenheid vermeden CO<sub>2</sub> vaak centraal. Deze moeten zo laag mogelijk zijn. Zo wordt geld gegeven aan de bijstook van biomassa in kolencentrales. Maar dit helpt de metamorfose niet, want in een duurzaam systeem zijn er geen kolencentrales. De subsidies houden het oude, waar we vanaf moeten, in stand. Het criterium laagste kosten per eenheid vermeden CO<sub>2</sub> is daarom ondeugdelijk.

Subsidies verlenen voor de sluiting van de resterende Nederlandse kolencentrales heeft hetzelfde nadeel. Geld gaat naar afbraak, in plaats van omvorming of opbouw. Het kan de verduurzaming zelfs belemmeren, omdat de elektriciteitsvoorziening hierdoor minder stabiel wordt. Zomaar bijplaatsen van zon en wind kan hierdoor lastiger worden en duurder. Het netto-effect op de Europese uitstoot is nihil vanwege het waterbedeffect. Het helpt de metamorfose dus niet.

Iedere euro aan subsidie kan maar één keer worden uitgegeven. Een beoordelingskader met goede criteria is daarom belangrijk. Activiteiten die bijdragen aan de omvorming van het systeem zouden daarbij de voorkeur moeten genieten boven activiteiten die dat niet doen. Daarnaast is de toegevoegde waarde belangrijk. Wat dragen de opties bij aan de welvaart? Wat zijn de kansen voor de Nederlandse economie? Dat laatste is nodig om het verlies van banen in de fossiele industrie op te kunnen vangen.

Bij subsidiëring is het belangrijk om goed na te gaan in welke fase de verduurzaming zich bevindt. In de gebouwde omgeving is deze anders dan bijvoorbeeld bij de industrie. Dat vraagt ook om een andere benadering. In het eerste geval gaat het eerder om de uitrol van technieken, die vrijwel marktrijp zijn. In het tweede geval is nog veel onderzoek en ontwikkeling noodzakelijk.

---

## Overheden hebben vaak concrete dadendrang. Ze willen plannen voor de langere termijn met doelen en tijdspaden die ze kunnen controleren.

We hebben nog 32 jaar tot 2050, als we volledig duurzaam willen zijn. Dan moeten we ieder 1/32<sup>e</sup> van de prestatie leveren, denkt men dan. Bijvoorbeeld: als we jaarlijks 300.000 huizen isoleren, dan zijn alle woningen in 2035 één keer geïsoleerd. Maar concrete doelen en tijdspaden verhouden zich niet altijd goed met de metamorfose, een gedaanteverwisseling die niet lineair, maar exponentieel, of met schokken plaatsvindt.

Grootse plannen, met een schets van concrete paden voor de komende twintig of dertig jaar, zullen vaak in het tegendeel verkeren, omdat ze worden ingehaald door nieuwe technologieën. Natuurlijk is het nu zinvol om 300.000 woningen per jaar te isoleren. Het is een goede optie. Maar of dat over tien of twintig jaar nog zo is, gegeven de kosten van alternatieven, zoals duurzame productie, is maar de vraag. Daarom kunnen beter plannen worden gemaakt voor de komende vijf of zeven jaar, waarbij het eerst de huizen worden aangepakt met het meeste energieverlies en om later opnieuw te beslissen aan de hand van de technologieën van dat moment. In zeven jaar kan veel gebeuren, zo zagen we al eerder.

## WIE GAAT DAT BETALEN?

ER IS NU VEEL DISCUSSIE OVER DE FINANCIERING VAN DE ENERGIETRANSITIE. Wie moet de kosten daarvan dragen? Uiteindelijk zou de schone voorziening weleens goedkoper kunnen zijn dan de huidige. Er zijn dan geen inkoopkosten meer voor fossiele brandstoffen. Veel energie is dan afkomstig uit toepassingen als wind en zon, waarvoor alleen nog vaste kosten worden gemaakt, en geen variabele kosten. De prijsstructuur is dan geheel anders. Maar nu is de transitie nog in een prille fase en er moeten kosten worden gemaakt om de overstap te maken. Op dit moment worden deze vooral met subsidies gefinancierd. Bij subsidies is sprake van een herverdeling: bij sommige groepen wordt geld weggehaald om het weer uit te delen bij dezelfde of bij andere groepen.

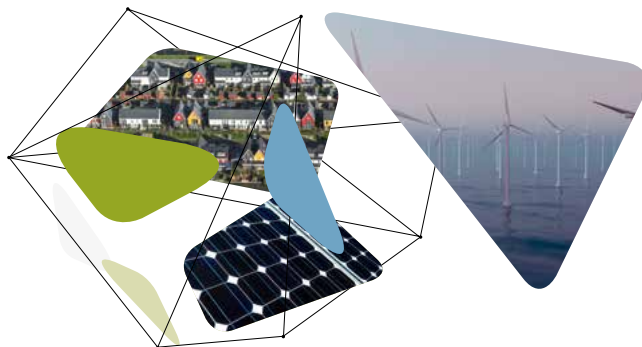
Hoe verder de metamorfose vordert, hoe moeilijker de kosten van de transitie bepaald kunnen worden. Het is evenmin mogelijk om de kosten van telecommunicatie in de jaren negentig van vorige eeuw te vergelijken met die van nu. Toen hadden mensen alleen een vaste telefoon, soms hadden ze ook een computer maar die had nog geen internet. Nu zijn er verschillende smart phones per gezin en ze

worden bovendien iedere paar jaar vervangen. Gezinnen hebben nu verschillende abonnementen voor telefonie en datacommunicatie. Kunnen we daaruit concluderen dat telefonie duurder is geworden? Natuurlijk niet. Het aantal diensten van de smart phone is onvoorstelbaar groot. Dat geldt ook voor de waardering van de consument: wie kan er nog een dag zonder telefoon? Misschien zijn de kosten hoger, maar die worden overtroffen door de toegevoegde waarde.

Zo gaat het ook met de energietransitie. Het toekomstige systeem zal steeds meer afwijken van de huidige praktijk. Nieuwe diensten en nieuwe businessmodellen vervangen de oude.

---

**De prijzen veranderen en vergelijkingen met de oude situatie worden steeds ingewikkelder.**



## DE BURGER EN DE METAMORFOSE

DE VERDUURZAMING WORDT NU VOORAL GEFINANCIERD MET SUBSIDIES, MET NAME DE SDE+. In deze regeling gaan grote bedragen om. Volgens de Rekenkamer gaat het ongeveer om 58,9 miljard euro in de periode van 2011 tot 2023<sup>15</sup>. In 2016 is 9 miljard euro ter beschikking gesteld, in 2017 wordt dit waarschijnlijk 16 miljard euro.

Deze kosten worden voor het grootste deel opgebracht door burgers en het kleinbedrijf, via een toeslag op hun energierekening, de zogenaamde Opslag Duurzame Energie (ODE). In 2017 is de ODE voor een gemiddeld huishouden 60 euro per jaar, 23 euro meer dan in 2016. De komende tijd stijgt deze sterk, in 2020 is het al 200 euro per burger en vervolgens loopt het op naar meer dan 300 euro per huishouden per jaar. Het kleinbedrijf betaalt ook flink mee, bij een gemiddelde bakker stijgt het bedrag bijvoorbeeld tot meer dan 1000 euro per jaar. Daarnaast betalen burgers en kleine ondernemingen het overgrote deel van de energiebelastingen, die wordt geheven met een schijvenstelsel. Hoe groter het verbruik, des te lager de belastingen. Deze variëren van ongeveer 10 cent per kWh in de eerste schijf, tot 5/100 cent per kWh in de laatste, de vijfde schijf. Op dit moment bestaat de energierekening van huishoudens voor ongeveer 45% deel uit belastingen. Dit aandeel wordt in de nabije toekomst nog hoger. Voor lagere inkomens dreigt zo energiearmoede, in Europa gedefinieerd als een energierekening die hoger is dan 10% van het besteedbaar inkomen. Op dit moment zitten in Nederland al 750.000 huishoudens boven deze grens, hun aantal is de afgelopen jaren snel gestegen. De 2,9 miljoen huishoudens bij

# 45%

HUIDIGE ENGERIEREKENING  
BESTAAT VOOR 45% UIT BELASTING.  
DIT WORDT IN DE TOEKOMST SNEL HOGER

wie de energierekening nu ongeveer 9% van hun inkomen bedraagt, komen bij lastenverzwaring in de gevarenzone<sup>16</sup>. Voor de kwetsbare groepen zijn daarom extra maatregelen nodig, bijvoorbeeld door hen te helpen met energiebesparing. De opbrengsten van de ODE-heffing komen terecht bij het bedrijfsleven, die daarmee duurzame centrales bouwt, biomassa bijstookt in kolencentrales of anders. De duurzame energie die daarmee geproduceerd wordt, komt evenmin ten goede aan de burgers of het MKB. Inmiddels is een groot deel van de elektriciteit, afkomstig van de wind op zee, aangekocht door de energie-intensieve industrie, die hiermee kan beantwoorden aan duurzaamheidsdoelstellingen. Verder wordt de prijs van emissierechten lager als er meer duurzaam wordt geproduceerd. Ook dit komt ten goede aan het bedrijfsleven, dat meer mag uitstoten.

De kosten en de baten van de energietransitie worden zo onevenwichtig verdeeld.

15 Algemene Rekenkamer, 2015, Stimuleren van duurzame energieproductie, SDE, [http://www.rekenkamer.nl/Publicaties/Onderzoeksrapporten/Introducties/2015/04/Stimulering\\_van\\_duurzame\\_energieproductie\\_SDE](http://www.rekenkamer.nl/Publicaties/Onderzoeksrapporten/Introducties/2015/04/Stimulering_van_duurzame_energieproductie_SDE)

16 ECN, 2007, rapportage energiearmoede, <https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E-17-002>

Kleinverbruikers betalen het grootste deel van de kosten<sup>17</sup>. Dit wordt vaak gerechtvaardigd met de redenering dat de lasten toch altijd, linksom of rechtsom, bij de burgers terecht komen. Als het niet gaat via heffingen of belastingen, dan gaat het wel via de prijzen van de producten, zo is de redenering. Deze veronderstelling is onjuist. Als bedrijven zelf hun verduurzaming betalen, gaan hun kosten omhoog. Uit economisch onderzoek blijkt dat hogere kosten nooit een op een doorberekend kunnen worden in de prijzen. Een deel wordt weggewerkt via bezuinigingen en/of via lagere winsten. In dat laatste geval komen ze ten laste van de aandeelhouders. Bovendien werkt het systeem anders als bedrijven zelf meebetalen aan het vermijden van de eigen verontreiniging. Zij krijgen dan een direct belang bij vergroening. Zij zullen dit op de beste en goedkoopste wijze uitvoeren. Bij subsidies hebben bedrijven nog maar weinig prikkels om te innoveren of de kosten laag te houden. Ze wachten op subsidie<sup>18</sup>.

Een systeem, waarbij veel lasten van de verduurzaming via heffingen bij de burger terecht komen, vertraagt daarom de metamorfose.

Hoe komt het, dat de voordelen vooral bij de grotere bedrijven terecht komen, terwijl burgers en kleine bedrijven de lasten dragen? Dat geldt zowel voor de energiebelastingen, de subsidies, de overlast van de windmolens en voor de kosten van de infrastructures. Deze scheve lastenverdeling kan op den duur ten koste gaan van het draagvlak. Het roept de vraag op of de burger en het MKB wel voldoende betrokken zijn als de beslissingen worden genomen.

Het is lastig om manieren te bedenken waarbij zij beter worden betrokken. Energie is ingewikkeld, alleen specialisten begrijpen nog precies waar het over gaat. Organisaties als de consumentenbond en de Vereniging Eigen Huis doen hun uiterste best om het beleid te beïnvloeden. Zij zijn echter erg klein, vergeleken bij de andere betrokken partijen. Ze hebben niet de tijd, de middelen en de kennis om dezelfde inspanningen te leveren als grote bedrijven met hun professionele lobbykracht.

Misschien kan de overheid helpen door deskundigen te financieren die de belangen van de burgers en kleine bedrijven behartigen in de discussies en onderhandelingen.

17 CE Delft, 2017, rechtvaardigheid en inkomenseffecten van het klimaatbeleid, [http://www.ce.nl/publicatie/rechtvaardigheid\\_en\\_inkomenseffecten\\_van\\_het\\_klimaatbeleid/1930](http://www.ce.nl/publicatie/rechtvaardigheid_en_inkomenseffecten_van_het_klimaatbeleid/1930)

18 Het systeem van veilingen, dat de overheid gebruikt bij de SDE plus regeling, heeft wel gezorgd voor innovaties en lage kosten. Dit kan echter niet in alle gevallen worden gebruikt.



Het instellen van burgerpanels zou ook een oplossing kunnen zijn. Ook bij concrete projecten, zoals het opstellen van windmolens of de aanleg van warmtenetten, zijn garanties nodig dat burgers die door deze beslissingen direct geraakt worden, in een vroeg stadium worden betrokken. Dat is ook nodig als wijken van het gas af gaan. Bij samenwerking tussen burgers, overheden en bedrijven komen de beste alternatieven op.

---

**Een metamorfose voor, door en met burgers gaat het snelst.**

## TOT SLOT

HET VERHAAL VAN DE METAMORFOSE IS EEN OPTIMISTISCH BEELD VAN DE ENERGIETRANSITIE.

---

**Het draait om innovaties en gedragsverandering, die elkaar over en weer beïnvloeden, in een steeds sneller tempo.**

Vernieuwingen die slagen verlopen exponentieel. Hierdoor ontstaat een eigen momentum. Bij zonne-energie en windenergie is dit stadium vrijwel bereikt. De kunst is nu om de vernieuwingen aan te jagen in de andere delen van het systeem.



**Annelies Huygen**  
**Lucia van Geuns**  
**Richard Westerga**

Contact

**Annelies Huygen**

STRATEGIE EN BELEID

📍 Locatie Den Haag – New Babylon

✉ [annelies.huygen@tno.nl](mailto:annelies.huygen@tno.nl)

☎ 088 866 71 49

**TNO** innovation  
for life

**TNO.NL**