

# Beelden voor 2040

Presentatie en achtergrondnotitie voor NVDE-symposium

23 juni 2022

Marc Londo en Bart Wesselink

## Voorwoord

Toen Teun Bokhoven aankondigde om terug te treden als voorzitter van de NVDE was hij duidelijk: een afscheidsbijeenkomst zou vooral niet over hem moeten gaan, maar over de duurzame toekomst. We besloten om het energiesysteem in 2040 daarbij centraal te zetten. Dat ligt mooi tussen 2030 en 2050, waar de discussie nu vaak over gaat. Voor onze energie- en klimaatdoelen van 2030 zijn we al aan een sprint begonnen en is het vooral zaak om snel keuzes te maken. Voor 2050 lijken de keuzes minder dwingend omdat het mentaal nog ver weg is. 2040 is echter nog maar 18 jaar vanaf nu. Wie vandaag wordt geboren, is dan volwassen en leeft hopelijk met een nagenoeg volledig duurzaam energiesysteem.

De afgelopen jaren waren veel acties gericht op CO<sub>2</sub>-reductie binnen het bestaande energiesysteem. Dat is een cruciale stap maar het is tijd om toe te werken naar de volgende stap: een volledig duurzaam energiesysteem in 2040, met her en der nog ruimte voor wat laatste restjes ‘gedoog-uitstoot’ die we voor 2050 ook nog wegwerken. Dat is een ingrijpende verandering, in een voortdurend samenspel tussen vraag, aanbod en infrastructuur – een dans tussen sectoren en energiedragers – en interactie tussen variabele en regelbare energiebronnen en de opslag daarvan. Daarom wilden we op het symposium graag het gesprek voeren over 2040, over de beelden die we daarbij hebben en over de vraag wat we nú in gang moeten zetten om te realiseren wat in dat jaar nodig is. Want ook achttien jaar is zo voorbij.

Deze publicatie zet hopelijk aan tot ideeën, gesprek en discussie. Wie achttien jaar terug kijkt, weet dat er in die tijd veel kan gebeuren en dat lang niet alles voorspelbaar was. Wij hebben Marc Londo en Bart Wesselink gevraagd om een essay, niet om een kwantitatieve scenariostudie. Het essay is bedoeld om met een aantal beelden voor 2040 de gedachtenvorming prikkelen, niet om een ‘waarheid’ neer te zetten. De auteurs hebben hiervoor opdracht gekregen van de NVDE. Maar we hebben ze de vrije hand gegeven hun eigen gedachten te vormen en te presenteren. Ze hebben dit op persoonlijke titel geschreven: de inhoud is voor hun rekening en niet per definitie de positie van de NVDE of haar leden.

In dit document vindt u eerst de weergave van de presentatie zoals Marc en Bart die gegeven hebben op het symposium van 23 juni. Daarna vindt u een achterliggende notitie waarin de diverse denkrichtingen wat verder zijn uitgewerkt. Op het symposium bleek dat diverse mensen dit materiaal graag al zo snel mogelijk wilden lezen, vandaar deze eerste publicatie. Over enkele weken zullen we een integraal verslag van het symposium publiceren, met daarin ook de bijdragen van Sandor Gaastra, Ed Nijpels en Sanne de Boer, en niet te vergeten het slotverhaal van Teun zelf.

We zijn erg blij dat Teun Bokhoven nog even met ons oploopt richting 2040, nu vanuit een andere rol. Ik hoop dat het symposium en deze publicatie u stimuleren om met hem en met ons na te blijven denken, te praten, samen te werken en in actie te komen voor een versnelling van de energietransitie. Wie zien allemaal elke dag hoe hard die nodig is – én hoeveel er mogelijk is.

Olof van der Gaag, voorzitter NVDE

## Beelden uit 2040

Verhaallijn van een presentatie, gehouden op het NVDE-symposium op 23 juni 2022

*Babbel maar een beetje*

*Babbel maar weer over*

*Babbel maar een beetje*

*Babbel maar weer over*

*Babbel maar een beetje*

*Babbel maar weer over*

*Babbel maar een beetje mee*

*Babbel over CO<sub>2</sub>*

### Introductie

Beste mensen, welkom in 2040! Fijn om sinds lange tijd weer eens bij elkaar te zijn... jullie zijn trouwens geen spat veranderd zeg! Zelf hoop ik eind dit jaar 70 te worden, en ik denk er serieus aan om mezelf met pensioen te sturen. Dat was zo'n 20 jaar geleden wel anders: toen begon de transitie net leuk te worden, met stevige doelen en heel veel uitvoeringsvragen. Dus de meeste mensen tussen de 60 en 70 gingen in die tijd nog wel even door.

Maar inmiddels hebben we de grootste transitie-opgaven wel doorstaan. We zijn nog niet klimaatneutraal, maar er zijn inmiddels meer dan genoeg aardgasloze woongebieden en emissievrije industriecomplexen: we weten hoe het moet en zullen de komende tien jaar vooral de succesvolle concepten verder uitrollen.

Misschien is het aardig om aan te stippen wat de belangrijkste ontwikkelingen zijn geweest, de afgelopen twee decennia. Nog leerzaam ook, wellicht. Dan heb ik zeven boodschappen voor u, een mooi bijbels getal. Een paar algemene boodschappen en een paar specifieke per sector. Laat ik maar met de algemene beginnen.

### Algemeen

- 1. Energie is (mondiaal) schaarser en duurder geworden:** i) fossiel door geopolitieke crises en omdat we ons houden aan dalende CO<sub>2</sub>-plafonds en ii) duurzaam omdat de opwek daarvan wel snel groeit, maar de opbouw van een duurzaam energiesysteem ook tijd en geld kost. **Efficiënt omgaan met energie en infrastructuur is daarom leidend geworden in alle onderdelen van het energiesysteem.**

Hoe hebben we hier dan naar gehandeld?

1. Natuurlijk met *maximale* snelheid hernieuwbare energieproductie opgebouwd;
2. Overall zijn we radicaal efficiëntere technologieën gaan gebruiken: wél de 10x efficiëntere auto niet de 3x efficiëntere, industriële processen zijn veel efficiënter geworden, mede door de warmtepomp;
3. En ja, soms kan en moet het ook met minder: we bezitten minder auto's, maar we delen er meer, en dat geldt ook voor veel andere spullen. Sommige energie-intensieve bedrijven zijn vertrokken naar regio's met een overvloed aan schone energie, vooral de bedrijven met weinig toegevoegde waarde in ons industriële ecosysteem.

## 2. Ons tariefstelsel voor energie is in de jaren '20 op de schop gegaan.

Er kwam één **samenhangende stelselwijziging** op drie cruciale terreinen:

1. Energiemarkten waarin, net als in 2022, de prijs tot stand komt door vraag en aanbod, prijzen zijn voor iedereen tijdgebonden geworden;
2. Tarieven voor het gebruik van netten, afgestemd op beschikbaarheid aan transport- en distributiecapaciteit. Om files op het elektriciteitsnet te voorkomen is dat systeem uiteindelijk specifiek in tijd en plaats geworden, net als het rekeningrijden. Daardoor is een soort mobiliteitsmanagement voor elektronen ontstaan:  
[1] Zorg voor kortst mogelijke reisafstand  
[2] Reis als het rustig is  
[3] Reis indien nodig in een andere vorm.  
Eigenlijk een trias elektronica
3. Belastingen op energie, waardoor CO<sub>2</sub>-intensieve energiedragers structureel duurder zijn dan CO<sub>2</sub>-vrije. Bovendien zijn die belastingen inmiddels zo vormgegeven dat ze huishoudens en bedrijven stabiliteit en investeringszekerheid bieden bij hun verduurzaming.

**Niemand kon zo'n samenhangende nieuwe systematiek in z'n eentje bedenken**, de herziening was immers doordeesemd met belangen (van industrie, MKB, arme en rijke burgers, etc.). Ook moest het stelsel er rekening mee houden dat de markten voor verschillende energiedragers steeds meer aan elkaar gekoppeld raakten.

Daarom installeerden Financiën én EZK in 2025 een commissie de alle belanghebbenden bij elkaar bracht. Alleen al de opdrachtformulering duurde maar liefst één jaar, want omdat de stelselwijzigingen ook koopkrachteffecten had moest bijna het hele fiscale stelsel erbij betrokken worden. Het was dat het energiesysteem steeds meer vastliep dat we er uiteindelijk uit zijn gekomen. Wat een netbeheerder deed verzuchten: "Geef ons heden ons dagelijks brood, en af en toe een flinke stroomstoot". Met een boel gedoe en struikelende ministers zijn we er toch uitgekomen.

*Kan het ook met minder*

*Ja het kan met minder*

*Kan het ook met minder*

*Ja het kan met minder*

*Kan het ook met minder*

*Ja het kan met minder*

*Kan het minder – allemaal?*

*Ja 't kan minder – radicaal*

## 3. De industrie: Afbouwen en opbouwen

Om met de grootste sector te beginnen: de industrie. ETS en CO<sub>2</sub>-beprijzing waren hier de bepalende factor voor de transitie. De Europese grensheffing, met wat gestommel tot stand gekomen, was erg belangrijk tot ongeveer 2030 – de afgeschermdde markt gaf moederbedrijven hernieuwd vertrouwen om in de EU te investeren; richting 2040 kwam het in steeds meer wereldregio's tot goede CO<sub>2</sub>-beprijzing en werd de Europese heffing minder nodig.

De emissieruimte in het ETS staat dit jaar op nul, en de komende jaren wordt ze negatief. Er zijn immers emissies van broeikasgassen die structureel niet te voorkomen zijn, bij landgebruik bijvoorbeeld. De systematiek kan dat goed aan.

We dachten begin jaren '20 nog dat de industrie vooral ging *verbouwen*. Het bleek veel meer *afbouwen* van oud en *opbouwen* van nieuw te zijn. Dat waren natuurlijk zakelijke beslissingen. Die werden vooral bepaald door:

- De CO<sub>2</sub>-beprijzing en de beschikbaarheid van schone energie en grondstoffen
- Andere zaken die het Nederlandse vestigingsklimaat bepalen, zoals stimulering innovatie, integratie in ketens, nabijheid van achterland en goed gekwalificeerde arbeid.

Al met al kunnen ook bedrijven met buitenlandse hoofdkantoren nog steeds goed ondernemen in Nederland. Soms geldt zelfs: als het ergens ter wereld kan, kan het in Nederland.

Overigens: Ook het beeld van de industrie is veranderd. Sommige pensionado's onder ons weten nog dat in de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw de TV-antennes van de daken verdwenen; nu verdwijnen de schoorstenen bij bedrijven die elektrificeren. Ook in andere emissies scheelt dat.

#### 4. Bewoond gebied: transitie in volle gang

In de bewoonde gebieden, staat **leefbaarheid** centraal. Weet u nog dat hele straten vol stonden met geparkeerde auto's? Dat doen we nu gelukkig anders. Ruimte, lucht, geluid: alles is schoner.

Veel huizen zijn flink verduurzaamd, die huizen zijn heel comfortabel. En altijd energiezuinig want ook duurzame warmte is schaars.

Die verduurzaming is vooral op stoom geraakt door een heleboel zaken die in 2022-2025 zijn ingezet. De wijkuitvoeringsplannen, contingentenbenadering, nieuwe vormen van financiering, de verduurzaming van de bronnen: het was allemaal in samenhang nodig om de warmtetransitie aan de praat te krijgen. De wethouder had daarbij mandaat, door landelijke regels en geld. En bedrijven standaardiseerden de technieken die nodig waren.

En hoe gaat het inmiddels aan de keukentafel? Iedereen weet dat zijn of haar huis een keer verduurzaamd gaat worden, dat is gewoon verplicht. Voor veel wijken ligt er ook een duidelijk tijdschema. Innovaties hebben die verduurzaming minder ingrijpend gemaakt, je weet wat de beste keuze is en zit echt niet meer wekenlang in het bouwstof. Daarbij is begeleiding nodig: hulp bij het maken van keuzes, en soms ook financieel.

Wat heeft mensen hierbij uit de armoede gehaald? Als die armoede te maken heeft met een slecht presterend huis is dat aangepakt, de slechtste wijken zijn inmiddels allemaal wel verduurzaamd. En waar nodig was er genoeg financiële ondersteuning om dat mogelijk te maken. Verder heeft algemeen sociaal-economisch beleid veel mensen uit de armoede geholpen.

*Maakt de keukentafel*

*Ja bewoners zijn te*

*Maakt de keukentafel*

*Ja bewoners zijn te*

*Maakt de keukentafel*

*Ja bewoners zijn te*

*Maakt die tafel dit wel mee?*

*Ja bewoners zijn tevree*

## 5. Landelijk gebied

Hoe gaat het inmiddels op het platteland? De informatievoorziening van overheden aan burgers is het afgelopen decennium consequent geweest: schone opwek is nodig.

En we hebben de uitvoering goed vormgegeven. Uit de RES'en is een zorgvuldige procedure gegroeid waarin win-locaties worden aangewezen. Onder regie van de gemeente worden tendervoorwaarden opgesteld voor omgevingskwaliteit en ander lokaal profijt. Die voorwaarden kunnen diverse vormen hebben, de 'participatiewaai' uit het Klimaatakkoord heeft hier een goede aanzet gegeven.

Kortom: we hebben een nieuw **Energiegebouw** gemaakt. Zo'n 80 jaar geleden hadden we het Gasgebouw ontworpen, dat zorgde ervoor dat het gas in Nederland commercieel werd gewonnen én het merendeel van de revenuen ten bate kwam van ons allemaal. Nu hebben we een Energiegebouw, met een vergelijkbare functie: het zorgt dat energiewinning uit bijvoorbeeld wind, zon, en aardwarmte veilig en verantwoord commercieel wordt gewonnen. En ook nu gaan de baten deels naar ons allemaal. In het Gasgebouw gingen deze inkomsten naar het Rijk, in het Energiegebouw profiteren vooral decentrale overheden en lokale bewonerscollectieven. Oftewel: Het Energiegebouw heeft vele kamers. Het heeft wel tot gevolg gehad dat we het al een hele tijd niet meer over NIMBY hebben.

## De Energiesector

### 6. Groene stroom is in 2040 de motor van een maximaal efficiënt energiesysteem.

De variabele productie wordt waar mogelijk zonder omzettingen gebruikt. Voor vraag die niet direct te bedienen is met stroom maken we waterstof, en daar waar het echt nodig is zelfs koolwaterstoffen. De restwarmte die bij deze omzettingen vrijkomt gebruiken we nuttig: we hebben tegenwoordig WWK's, u kunt wel raden waar die afkorting voor staat.

### 7. We vieren een feestje!

We zijn in 2040 en er zijn **géén aardgas- en kolencentrales** meer. Waarom? Natuurlijk, wind en zon zijn met maximale snelheid opgebouwd. En ingepast in het energiesysteem, met nieuwe benaderingen om de enorme investeringsopgave voor het net nog een beetje behapbaar te houden. De eerdergenoemde systematiek via marktprijzen, nettarieven en belastingen heeft daarbij geholpen.

Maar regeringen hebben ook écht vastgehouden aan de CO<sub>2</sub>-doelen en de implicaties daarvan. In 2022 schrokken sommigen zich nog een hoedje toen een werkgroep concludeerde dat de stroomvraag in 2030 zou verdubbelen naar zo'n 200 TWh, bij een halvering van de emissieruimte voor de elektriciteitssector. Maar geloof het of niet: na die kleine hapering hebben alle opeenvolgende kabinetten consequent vastgehouden aan hun klimaatdoelen, en dus aan een stevig ontwikkelpad voor elektriciteitsvraag en -aanbod en de bijbehorende infrastructuur. Want in dit geval geldt eigenlijk: it takes four to tango.

## **Afsluiting**

Zo ziet u, er kan veel gebeuren in 18 jaar. Niet alleen op energiegebied natuurlijk. Die dochter of kleindochter die u in 2022 geboren zag worden is inmiddels aan haar eerste serieuze verliefdheid toe. En ze kiest natuurlijk een vakopleiding in de techniek, of studie in energie en klimaat, want er is ook de komende decennia nog volop werk aan de winkel om de energietransitie af te ronden.

Ik ga het de komende tijd rustiger aan doen, maar ik wens u daar de komende tijd nog veel succes mee.

*Ja dit is een feestje*

*Ja dit is een feestje*

*Ja dit is een feestje*

*Ja een feestje - vier je mee?*

*Ja dit is een feestje*

*Ja dit is een feestje*

*Ja dit is een feestje*

*En wel zonder CO<sub>2</sub>*

# Achtergrondnotitie Beelden uit 2040

## 1. Achtergrond

Het energiesysteem van de toekomst zal fundamenteel anders in elkaar zitten dan nu: qua technieken, energiestromen, rolverdelingen, etc. Dat nieuwe systeem moet rond 2040 in feite al functioneren, hoewel de laatste tientallen procenten CO<sub>2</sub>-emissies er in de tien jaar erna pas uitgaan. Maar ook in 2040 zullen er al emissievrije industriële parken zijn, en hele woonwijken inclusief 100% emissievrije auto's; situaties waarin het klimaatneutrale eindbeeld al bereikt is. De jaren daarna bestaan vooral uit verdere uitrol daarvan.

Om in 2040 deze systemen werkend te hebben moeten we nu al beginnen met het verkennen welke veranderingen ten opzichte van nu nodig zijn, in termen van technieken, regelgeving, marktordering, etc. We moeten tijdig beginnen omdat wezenlijke veranderingen tijd kosten en omdat we wellicht nog in de proefpraktijk moeten uitdokteren wat werkt en wat niet.

Daarom hebben we verkend wat de belangrijkste kenmerken zijn van het energiesysteem van 2040. We bestrijken een groot deel van de partijen die relevant zijn in de energietransitie, over veel sectoren. Onze verkenning is deels gebaseerd op de scenariostudie die we in 2021 gedaan hebben. Daarnaast hebben we diverse gesprekken gevoerd en de nodige literatuur tot ons genomen. Dat leidt tot dit essayistische verhaal, dat vooral bedoeld is om de gedachten te prikkelen en discussie aan te jagen. Opdat we tijdig van start gaan met het creëren van de voorwaarden om dit beeld realiteit te laten worden.

De opbouw van dit document is als volgt

- Eerst gaan we kort in op de kijkrichting die we hanteren.
- Vervolgens presenteren we een aantal algemene 'guiding principles': nieuwe wetmatigheden die sterk bepalend zijn voor het toekomstige energiesysteem.
- Daarna geven we een eerste uitwerking voor de verschillende sectoren in termen van:
  - Sectorspecifieke (uitwerkingen van) guiding principles
  - Illustratieve verhaallijnen
- We besluiten met een paar reflecties en discussiepunten rond het thema 'en wat nu?'.

## 2. Kijkrichting

In het nieuwe energiesysteem raken voorheen gescheiden sectoren steeds meer in elkaar verweven. Toch maken we ook in dit document een opdeling in sectoren, om ons verhaal behapbaar te houden. De onderverdeling die we hier hanteren is:

- Industrie (de grotere industriële complexen)
- Bewoond gebied (steden en kernen, lichte mobiliteit, glastuinbouw, lichte bedrijvigheid)
- Landelijk gebied (waar bijvoorbeeld veel wind en zon worden ontwikkeld)
- Zwaar transport (over weg, water en lucht)
- Energiesector (productie elektriciteit, waterstof, groen gas, grootschalige warmte)

Een andere, of aanvullende, relevante kijkrichting is om naar het energiesysteem te kijken door de bril van de belangrijkste stakeholders, bijvoorbeeld: de projectontwikkelaar, de industrie-CEO, de



burger, de minister van klimaat en de wethouder. Die blik zullen we gebruiken in het visualiseren en bespreken van dit verhaal.

### **3. Algemene guiding principles**

'Guiding Principles' gaan over het energiesysteem, overheidsbeleid of marktmechanismen die sturend zijn in het realiseren van het 2040-beeld dat we schetsen. Er zijn overkoepelende principes die voor alle actoren en sectoren gelden, en meer specifieke sectorale principes, die komen verderop aan bod.

#### *Energiesysteem*

1. Energie zal, mondiaal gezien, de komende decennia schaarser worden. Voor hernieuwbare energie is vooral de enorme snelheid waarmee deze ontwikkeld moet worden de beperkende factor, (mondiaal) potentieel is er genoeg. Voor fossiele energie is steeds minder ruimte doordat de emissieruimte kleiner wordt. Efficiënt omgaan met energie is daarom leidend in alle onderdelen van het energiesysteem.
2. De grootste bron van duurzame energie is groene stroom. In een energie-efficiënt systeem vinden zo min mogelijk omzettingen plaats. Daarom wordt groene stroom waar mogelijk direct als elektriciteit ingezet. Als dat niet kan wordt ze omgezet en als groene waterstof gebruikt. En pas als dat niet kan maken van die waterstof duurzame koolwaterstoffen.
3. Omdat de grootste energiebronnen variabel zijn past de vraag naar energie zich steeds meer aan aan het aanbod (in plaats van omgekeerd); ook opslag (van elektriciteit en warmte) speelt een grote rol om beide met elkaar in lijn te brengen. Dat gaat nog steeds via open en vrij toegankelijke markten voor elektriciteit en andere energiedragers
4. Vooral in het elektriciteitsnet is tegen de klippen op geïnvesteerd om het te verzwaren. Maar netcapaciteit is een blijvend schaars goed. Daarom bevat het stelsel van nettarieven inmiddels diverse prikkels die capaciteitstekort een prijs geven. Per saldo belasten vragers en aanbieders daardoor het net veel minder dan in het verleden. Infrastructuren voor warmte, duurzame gassen en CO<sub>2</sub> hebben de ontwikkelingen goed kunnen bijbenen.
5. Niet olie of gas, maar biograndstoffen, gerecyclede grondstoffen en CO<sub>2</sub> vormen de koolstofbron voor kunststoffen en koolstof-houdende brandstoffen. Hoe minder omzettingsenergie daarbij nodig is, hoe beter.

#### *Beleid*

6. Op alle onderdelen van de energietransitie richting 2040 heeft de overheid sterker en dwingender gestuurd dan ze gewend was, en marktrisico's deels overgenomen. Maar ze is geen marktpartij geworden. Omdat veel ontwikkelingen inmiddels zijn uitgerold begint de rol van de overheid weer af te nemen.
7. De net- en elektriciteitsstarieven (incl. belastingen) van elektriciteitsverbruikers, van groot- tot klein, belonen klanten die hun vraag flexibel afstemmen op variabel aanbod en bijdragen aan het voorkómen van congestie op het transport- en distributienetwerk.
8. In alle sectoren wordt vervuilende energie zwaarder belast dan schone energie.

### *Overig*

9. De rollen van netbeheerders, marktpartijen en energiecoöperaties zijn in essentie niet veranderd. Wel werken ze op nieuwe manieren samen: netbeheerders en marktpartijen om congestieproblemen op te lossen, marktpartijen en coöperaties om projecten te realiseren waar de omgeving trots op is.
10. Voldoende en goed opgeleide arbeidskrachten bepalen het tempo van de transitie, maar zijn schaars. Dat geldt voor technici, maar ook voor de capaciteit bij decentrale overheden om de transitie mede vorm te geven. Arbeidsefficiënte verduurzamingsopties en innovaties hebben daarbij een voordeel dat óók telt, naast simpele kosten. Dat komt tot uitdrukking in de markt en in beleidskeuzes. Decentrale overheden doen het nodige samen om capaciteit te besparen.

## 4. Industrie

### *Guiding principles voor de industrie*

- De zware industrie zal zich in toenemende mate vestigen op locaties, waar dan ook op de wereld, waar duurzame energie en -grondstoffen het goedkoopst zijn.
- De Nederlandse basisindustrie concurreert in toenemende mate in innovatieve markten op hoge toegevoegde waarde, en niet meer op laagste prijs.
- Productieprocessen worden radicaal vernieuwd; industriële processen worden 80% circulair; de warmtevraag van de industrie wordt drastisch gereduceerd en gevoed met duurzame bronnen; er is maximale elektrificatie<sup>1</sup>.
- De op zee opgewekte elektriciteit wordt aan de kust of op zee benut door gebruikers (direct of voor H<sub>2</sub>) Het beleid heeft dat gestimuleerd door aanpassingen in de nettarieven.
- CCS is een 'pijnstillert' voor fossiele processen die zullen verdwijnen of processen die blijven en wachten op vernieuwing. In combinatie met de inzet van biomassa levert het negatieve emissies.
- Een voorspelbare en geleidelijk oplopende prijs voor CO<sub>2</sub> in combinatie met een Europese grensheffing bieden samen met een goed functionerende energiemarkt bedrijven zekerheid voor duurzame investeringen.
- Het stimuleringsbeleid van de overheid zorgt ervoor dat elektrificatie van de industrie en de uitrol van wind op zee (WoZ) gekoppeld worden.
- Innovatiebeleid bestaat uit grote samenhangende interdisciplinaire programma's van fundamenteel, toegepast en praktijkgericht onderzoek tot pilots, demonstratieprojecten en verkoop aan de eerste klant.

### *Verhaallijn industrie in 2040<sup>2</sup>*

**Meer nog dan nu produceert de industrie in 2040 voor het Europese achterland.** De invoering van een Europese grensheffing op CO<sub>2</sub>-intensieve materialen en -producten, gecombineerd met het afschaffen van gratis CO<sub>2</sub>-rechten voor de industrie, heeft gezorgd voor de enorme investeringsprikkel die nodig was om de industrie om te bouwen tot een duurzame sector, in heel Europa.

**Nieuwe productieprocessen:** De hoogovens bij Tata Steel zijn vervangen door kleinere ovens op waterstof. Die duurzame productie is specifiek gericht op enkele vraagsectoren die bereid zijn lange termijn duurzame-staal contracten aan te gaan met Tata-IJmuiden. Daarnaast wordt ruwzijzer geïmporteerd voor opwerking tot hoogwaardig staal. Door toepassing van deze nieuwe technologie kan als bijvangst ook meer schroot uit Nederland hier verwerkt worden tot nieuw staal.

**Sommige bedrijven verdwijnen.** Het is goed mogelijk dat er in 2040 nog maar weinig *kunstmest* in Nederland geproduceerd wordt. Enerzijds is de vraag in het Europese achterland autonoom afgenomen, anderzijds hebben de grote producenten Yara en OCI in Scandinavië, het Midden-Oosten en de VS goedkopere duurzame waterstof (als grondstof voor kunstmest) ter beschikking dan hier in Nederland.

---

<sup>1</sup> Dit zijn de industrie-missies uit het Topsectorenbeleid

<sup>2</sup> Het type verhaal lijn zoals hier beschreven, relateert aan publicaties als: Quintel (2017). De toekomst van de Nederlandse energie-intensieve industrie. Het verhaal. en Gielen, D. et al. (2020) Renewables-based decarbonization and relocation of iron and steel making. Journal of Industrial Ecology 2020;24:1113–1125. DOI: 10.1111/jiec.12997 en Drift (2019) Transitie-agenda biobased haven Rotterdam.

**Nieuwe clusters.** Ook de *raffinagesector* is in 2040 fors kleiner dan nu omdat de vraag naar fossiele autobrandstoffen vrijwel is opgedroogd. De Rotterdamse haven heeft zich omgevormd tot een biochemisch cluster met nieuwe bedrijvigheid rond biograndstoffen die naar hoogwaardige producten worden omgezet. Die omschakeling is gelukt doordat ook koolstof in de grondstof olie een prijs heeft gekregen.

**Er is werk genoeg.** Door de enorme banenvraag in de energie-transitie, en de economie als geheel, vinden de werknemers van bedrijven die verdwijnen of kleiner worden makkelijk een nieuwe baan. Er is een sterke prikkel tot verhoging van de arbeidsopbrengst door virtualisering, de opvolger van robotisering en automatisering.

**Maximale elektrificatie.** De productieprocessen in andere sectoren zoals de chemie zijn vooral elektrisch geworden: zoals boilers, warmtepompen, elektrische krakers, maar ook elektrochemische processen die thermische processen (ovens, krakers) hebben vervangen. Die elektrische technieken zijn vaak zuiniger, maar ook is grootste aanbod van duurzame energie in de vorm van elektriciteit.

**Mooie bijvangst.** Rond de nieuwe geïmplementeerde procesttechnologie zoals elektrolyse (H<sub>2</sub>) en Electro synthese van basismoleculen in de basisindustrie zijn veel (nieuwe) MKB-bedrijven gegroeid die deze technologieën in 2040 wereldwijd exporteren.

**Maximale uitrol WoZ nodig als motor voor industriële transitie.** Parallel aan de verregaande elektrificatie van de industrie is in 2040 40-50 GW wind op zee gerealiseerd én aangesloten op de grote industriële clusters. Het enorme uitroltempo is planmatig gerealiseerd vanuit een breed besef dat WoZ dé motor van de energietransitie is. Uiteraard aangevuld met duurzame warmtebronnen.

**De industrie sector is onderdeel van het energiesysteem geworden.** Directe contracten, of Joint Ventures constructies met duurzame energie ontwikkelaars garanderen dat de industrie een stabiele en voorspelbare prijs betaalt voor duurzame energie. Warmte-integratie, d.w.z. maximale benutting van industriële restwarmte door buur-bedrijven of aangrenzende woon- of werkwijken is gewoon geworden omdat bedrijven verplicht worden hun restwarmte uit te leveren.

**In de chemie zijn er nieuwe coalities en bedrijven ontstaan.** Bedrijven in kunststofketens (plastics) zijn sterk verweven of geïntegreerd zodat vanuit het productontwerp rekening wordt gehouden met volledig hergebruik.

## 5. Bewoond gebied

Zoals gezegd willen we de leefomgeving verkennen in twee extremen: een bewoonde (stedelijke, dorpse) en een landelijke (rurale) context. In deze notitie werken we eerst de bewoonde variant uit.

### *Guiding principles bewoond gebied*

- De gezonde stad staat centraal in lokale beleidskeuzes: auto's delen wordt het nieuwe normaal en de automobilititeit in de stad neemt af. Gegeven de schaarste aan ruimte wordt woon-werkverkeer met de auto ontmoedigd. Houtstook in dicht bebouwde wijken is niet meer aan de orde.
- Efficiënt omgaan met energie is leidend in alle onderdelen. Woningen, kleine bedrijven, mobiliteit: overall is de omslag gemaakt naar zeer zuinige energieconcepten
- Decentrale opwek vindt plaats in alle hoeken en gaten van de stedelijke omgeving.
- Ook opslag van warmte en elektriciteit vindt in hoge mate decentraal plaats: in woningen en wijken.
- Gemeenten hebben veel autonomie in lokale keuzes (transitieviesies warmte. Nationaal beleid ondersteund die keuzes.
- Warmte tarieven mogen lokaal verschillen (waarbij ACM waakt over monopolies).
- Hogere en meer variabele energieprijzen zijn een gegeven. Energiearmoede wordt bestreden door slechte huizen aan te pakken. Daarvoor zijn overheidsmiddelen beschikbaar.

### *Verhaallijn bewoond gebied - breed*

**Een gezonde leefomgeving**, dat werd de leidende boodschap na de gemeenteraadsverkiezingen van 2026. Daarin kwam van alles samen: verduurzaming van wonen, werken en mobiliteit, verbetering van de luchtkwaliteit, vermindering van geluidshindering en een veiliger en prettiger openbare ruimte. In heel veel wijken en dorpen is dat inmiddels ook goed gelukt, al staan er nog een aantal lastige wijken op de rol voor het komende decennium.

**Aardgasvrije wijken** zijn er inmiddels legio, de wijkaanpak heeft hiervoor gezorgd. Maar een flinke emissiereductie is ook al gehaald in gebieden waar **hybridisering** (elektrische warmtepompen met een gasketel voor piekmomenten) in combinatie met isolatie tot standaard- en streefwaarde in contingenten is opgepakt. Het overgrote deel van de wijken met hybride systemen zal de komende 10 jaar alsnog aardgasvrij worden, voor sommige wijken (bijvoorbeeld oude binnensteden) is inmiddels besloten dat de hybride situatie met een toenemende inzet van duurzame gassen optimaal is.

In **personenmobiliteit** is **zero-emissie** de norm; alleen een cohort auto's van inmiddels meer dan tien jaar oud rijdt nog 'op de plof'. Zelfrijdend (deel)vervoer heeft hier ook bij geholpen, al heeft dat nog geen hoger aandeel dan enkele tientallen procenten. Maar dat maakt wel dat ook de opgave in laadinfra hanteerbaar is gebleven: die zelfrijdende voertuigen vinden hun laadplek zelf wel.

Het **MKB en de zakelijke dienstverlening verduurzaamt trendmatig** maar is nog niet klaar. De echte versnelling kwam toen het ETS-BRT (het emissiehandelssysteem voor gebouwde omgeving en mobiliteit) begin jaren '30 echt tandjes begon te krijgen. Het bijbehorende prijssignaal was het laatste zetje om alle energiebesparings- en monitoringsconcepten de standaard te laten worden.

De **glastuinbouw** heeft na jarenlang geploeter de '**kas als energiebron**' aan de praat gekregen. De sector is sterk verweven met de gebouwde omgeving qua uitwisseling warmte en koude.

Alles en iedereen in de stedelijke omgeving **wekt energie op en/of buffert energie**. Niet alleen elektriciteit maar ook warmte en koude. Energie is als water geworden: in momenten van overvloed slaan we het nodige op, zetten we het om in iets anders. Bij heel hoge pieken laten we een deel weglipen. En in momenten van schaarste gebruiken we de buffers en kunnen de grote pieken worden opgevangen met een gasvormige achtervang, in woningen met hybride systemen en in warmtenetten.

#### *Verhaallijn bewoond gebied – warmtetransitie*

De **warmtetransitie voor woningen** en gebouwen draait in 2040 op volle toeren; meer dan de helft is inmiddels van het aardgas af. En net zo belangrijk, alle plannen voor de resterende helft staan klaar voor de uitvoering en de komende 10 jaar.

Het aantal jaarlijkse **zomerse dagen** nadert in 2040 al de veertig, terwijl dat er in de vorige eeuw gemiddeld vijftien waren. Waren er eind vorige eeuw nog jaarlijks nog zo'n 70 **vorstdagen**, in 2040 is dat de helft. Dat heeft consequenties voor de warmtetransitie, de vraag naar koeling groeit en in de winter is er minder 'piek' vraag naar warmte.

De warmtetransitie koerst in 2040 op de verdeelsleutel van **bronnen** zoals die al in het Klimaatakkoord werd genoemd: warmtenetten leveren de helft, individuele warmtepompen een kwart en hernieuwbaar (groen) gas de rest. Ondertussen is door een isolatieoffensief de warmtevraag hard op weg te halveren, van 500 PJ in 2000 naar 250 PJ in 2050. Die halvering is cruciaal want bronnen van duurzame warmte zijn schaars en moeten daarom maximaal benut worden.

**Halvering warmtevraag.** Warmteaanbieders hebben zekerheid nodig over de warmtevraag in een gebied. Die bepaalt immers hoe een warmtenet en de bijbehorende bronnen moeten worden 'gedimensioneerd'. Landelijke wetgeving heeft geleid tot een waar isolatie-offensief. Landelijke normen voor de energievraag van woningen en gebouwen, die stapsgewijs worden aangescherpt, zijn al 15 jaar *het nieuwe normaal*. Landelijk gemiddeld koerst die wetgeving op label A++ voor alle woningen en gebouwen in 2050. Dat is ook in lijn met Europese (EPBD-) wetgeving. In de koop-, huur- en utiliteitssector moet eigenaren daardoor op geëigende momenten labelstappen maken. Dat betekent bijvoorbeeld dat een woning niet verkocht kan worden voordat aan een bepaald label is voldaan. Door dit systeem van normering zijn we in 2040 op koers naar een halvering van de warmtevraag in de gebouwde omgeving in 2050 t.o.v. 2000.

**Steun in de rug voor lokale wethouder.** Wijkuitvoeringsplannen bepalen het tempo van de warmtetransitie. Lokale wethouders hebben sinds 2023 voldoende capaciteit om die plannen vorm te geven, en de garantie dat er voldoende Rijksmiddelen zullen zijn om bewoners een redelijk 'kostprijs-plus' warmte-aanbod te doen. Wanneer een wijk achterloopt op het landelijke isolatietraject, zijn er ook financiële middelen beschikbaar om dat lokaal te versnellen. Daaraan gekoppeld heeft de gemeente ook het *recht* gekregen om wijken af te sluiten van het aardgas.

Er is één specifieke uitzondering in de wijkuitvoeringsplannen, dat betreft oude stadskernen die gewoon heel moeilijk te verduurzamen zijn: de kosten van isolatie van woningen en inpassen van nieuwe of verzwaarde infrastructuur zijn daar heel hoog. Landelijk is vastgelegd welke oude

stadskernen groengas toegewezen krijgen. Een groot deel van het potentieel voor groen gas wordt aan deze kernen toegewezen.

Omdat de wijkuitvoeringsplannen acht jaar voor afsluiting van aardgas duidelijkheid moeten geven aan bewoners over de nieuwe warmtevoorziening, is er een fikse versnelling gemaakt in de doorlooptijd van procedures en vergunningen. Dat is gelukt, juist omdat bewoners van wijken vanaf het begin betrokken zijn bij de wijkuitvoeringsplannen die worden gemaakt door gemeenten i.s.m. warmt-ontwikkelaars, zie *hierna*.

**Coördinatie.** Bij warmtenetten zijn véél partijen betrokken en allergrootste uitdaging is de coördinatie daarvan. Coördinatie gaat over het samenbrengen van verschillende belanghebbenden: bewoners, ontwikkelaars, vergunningverleners van verschillende overheden en meer. En dan zijn warmtenetten er ook nog eens in allerlei soorten en smaken. De uitrol hiervan is dus *totaal onvergelijkbaar* met het plaatsen van bijvoorbeeld zonnepanelen of hybride ketels.

Die coördinatie is in handen van de gemeente. Misschien is 'regie' een beter woord. Zolang de energietransitie loopt krijgen ze daarvoor specifieke Rijksgelden. Net als er projectontwikkelaars in de bouw zijn, zijn er nu commerciële warmteontwikkelaars. Zij brengen samen met de gemeenten de diverse belanghebbenden bij elkaar. Uiteindelijk vormt zich daaruit een warmtebedrijf: een juridische entiteit waarbinnen diverse partijen samenwerken: bijvoorbeeld de gemeente, commerciële warmteaanbieders, beheerders van de buisleidingen en coöperaties van bewoners. Zo'n warmtebedrijf heeft in 2040 verschillende verschijningsvormen. Maar het is één entiteit die garanties geeft aan warmteafnemers (prijs, leveringszekerheid) én commerciële deelnemers (financieel) in het bedrijf.

**De prijs van warmte.** Begin '20 is de 'kostprijs-plus' benadering doorgevoerd in de Warmtewet, waarmee het tijdperk waarin aardgas de maat der dingen was verlaten werd. De nieuwe benadering betekent dat de prijs van warmte lokaal gaat verschillen en bepaald wordt door de kostprijs van het warmtesysteem plus een redelijke vergoeding voor de commerciële deelnemers. Omdat monopolies kunnen ontstaan, borgen gemeenten, gesteund door de ACM, dat afnemers een eerlijke en transparante prijs betalen. Hoewel warmte lokaal soms duurder is geworden dan we in het 'gas' verleden gewend waren is de warmteprijs wel voor veel langer periodes vastgelegd, omdat de kosten van het lokale systeem bekend zijn. Zo is bijvoorbeeld voordat een aardwarmteproject van start gaat, voor de hele levensduur van een bron (30 jaar) duidelijk zijn welke prijs de afnemer betaalt voor de warmte. Dat betekent dat ruwweg 80% van de warmteprijs vastligt. Variatie in de prijs is er omdat zo'n warmtenet daarnaast ook elektriciteit gebruikt en andere bronnen nodig heeft, voor periodes waarin de vraag piekt; bijvoorbeeld vaste biomassa, groen gas of waterstof wordt dan tijdelijk bijgestookt.

## 6. Landelijk gebied

### *Guiding principles*

- Wind en zon zijn technisch-economisch zo ver doorontwikkeld dat ze voor een habbekrats elektriciteit produceren. Niemand heeft het meer over subsidies.
- De wingebieden voor wind en zon zijn ook winstgebieden geworden voor decentrale overheden en omwonenden. Net zoals het Gasgebouw er in het verleden voor zorgde dat het merendeel van de aardgasopbrengsten naar ons allemaal ging hebben we nu een stelsel dat de lokale omgeving laat meeprofiteren van de wind- en zonopbrengsten.
- Productielocaties vormen het middendeel van het productiepark, tussen het decentrale segment (kleinschalig op daken) en de grote productielocaties op zee. Dat is ook terug te zien in de netinpassing: deels leveren de parken meteen op de hoogspanningsnetten, maar tegelijk zijner prikkels om in de omgeving van de parken flexibele vraag te realiseren die de netbelasting verkleint.
- (De verduurzaming van huishoudens in het landelijk gebied is hier niet verder uitgewerkt, het gaat om een beperkt aantal woningen. Decentrale opties spelen hier een belangrijke rol: warmtepompen waar het (nog steeds vrij dunne) net het aankan, ketels op lokaal hout, bio-LPG heeft zijn fossiele evenknie vervangen. Elektriciteit om je auto op te laden is er genoeg, al moet je wel slim laden om het net te ontzien).

### *Verhaallijn*

Opwekking van duurzame energie, zon en wind, is richting 2040 steeds meer onderdeel geworden van de reguliere planologische en economische besluiten van gemeenten. Waar het in de jaren '20 nog een nieuw onderwerp was op de gemeente-agenda, waarop veel weerstand ontstond, is die weerstand geleidelijk afgenomen.

De lokale wethouder is daarin de sleutelpersoon. Zij of hij weet zich inmiddels gesteund door langjarig beleid dat sinds het Klimaatakkoord is doorgetrokken; alle gemeenten staan aan de lat voor een gezamenlijke verplichting van, in 2040, 60 TWh opwek uit zon- en wind.

In de planning en uitvoering van zon- en windprojecten staan telkens twee zaken centraal. Enerzijds worden projecten zo ingericht dat het transport- en distributienet zo min mogelijk wordt belast. Bijvoorbeeld door een zonnepark vlak bij een ziekenhuis te bouwen; nieuwe woonwijken in te richten met maximale eigen opwekking; batterijen en tankstations voor elektrische vrachtauto's te realiseren in de buurt van wind- en zonneparken.

Voor de lokale wethouder is echter het belangrijkste dat de energie 'wingebieden' ook 'winstgebieden' geworden zijn voor lokale overheden. De tendens van winstdeling, tussen bedrijven en publieke partijen (bijv. energie-coöperaties) die zich onder het Klimaatakkoord inzetten is geleidelijk verder uitgebouwd. Dat heeft geleid tot een nieuw 'Energiegebouw', dat borgt dat een deel van de revenuen uit wind- en zonprojecten ten goede komt aan het collectief. In tegenstelling tot het Gasgebouw, waarin deze inkomsten naar het Rijk gingen, profiteren in het Energiegebouw vooral decentrale overheden en lokale bewonerscollectieven. Dat kan op diverse manieren, de 'participatiewaaier' uit het Klimaatakkoord heeft een aanzet gegeven voor de verschillende vormen waarop marktpartijen en lokale bewoners en overheden kunnen samenwerken. Oftewel: Het Energiegebouw heeft vele kamers.



De ontwikkeling van energie win(st)gebieden betekent sinds midden jaren '20 dat na een zorgvuldige procedure win-locaties worden aangewezen, onder regie van de gemeente randvoorwaarden voor inpassing in het landschap en lokaal profijt worden opgesteld. Vervolgens wordt een tender uitgezet. De marktpartij met het beste bod krijgt de kans het project te ontwikkelen. Dit nieuwe instrument zorgde ervoor dat het economische belang van duurzame energie voor lokale overheden duidelijk werd, waarmee tegelijkertijd het lokale draagvlak groeide. Immers, de opbrengsten komen deels ook in de eigen regio terecht.

## 7. Zwaar transport

### *Guiding principles*

- De energiezuinigste vrachtwagen krijgt voorrang. Dat is de elektrische vrachtwagen, die van 'wind-tot-wiel' 2x tot 3x maal energiezuiniger is dan andere vrachtwagens op waterstof of biobrandstof.
- Trucks maken waar mogelijk gebruik van lokaal opgewekte duurzame stroom. Dat past in het 'patchwork'<sup>3</sup> beeld van het elektriciteitsnet en maakt het voor vervoerders mogelijk goedkope stroom, met weinig of geen tussenhandel, te gebruiken.
- Trucks laden hun batterijen op, op die plekken waar ze om andere reden toch al langere tijd stilstaan; om te laden te lossen, of geparkeerd staan: op het terrein van de vervoerder, of langs de snelweg waar de chauffeur een rustpauze neemt.
- In de internationale scheepvaart heeft waterstof een vlucht genomen, terwijl de luchtvaart gebruik maakt van synthetische en biokerosine. De scheepvaart groeit gestaag door, de luchtvaart is dan toch eindelijk substantieel in volume afgenomen.

### *Verhaallijn*

In 2040 is het vrachtvervoer over de weg verder toegenomen. Door slimme ICT kunnen vrachtwagens dichter op elkaar rijden, wat energie bespaart. Ook hoefde het wegennet daardoor niet uitgebreid te worden.

Op het oog is er weinig veranderd maar achter de schermen veel. Elke vrachtwagen die nu nieuw de weg opkomt is elektrisch en inmiddels is 50% van totale vrachtauto-park elektrisch.

Producenten en afnemers van producten, de 'verladers', besteden hun transport nog steeds uit aan de transportbedrijven in de vervoerssector. Maar, grote bedrijven als Albert Heijn, Lidl en Ikea eisen nu van vervoerders dat hun producten zero-emissie worden getransporteerd. Datzelfde deed het havenbedrijf Rotterdam. Zélf hebben deze bedrijven ook hun verantwoordelijkheid genomen. De grootste spelers zoals Jumbo, Albert Heijn, Picnic en Ikea hebben hun grote distributiecentra allemaal voorzien van laadstations. Zodat de vervoerders daar waar ze de producten hun verladen, hun auto-batterij kunnen opladen. Elke m<sup>2</sup> van deze grote distributiecentra is nu belegd met zonnepanelen, net als in de haven en bij vervoerder op hun parkeerterreinen waar vrachtwagens in het weekend of 's avonds staan. Zo kunnen e-trucks die stroom direct verbruiken waardoor de brandstofprijs zo laag blijft.

Vervoerders hebben er op deze wijze een extra taak bij gekregen. Ze managen nu niet alleen de logistiek van hun transport, maar ook van de elektriciteit die daarvoor nodig is. Dat was even wennen, maar helemaal nieuw was het ook niet. Bijvoorbeeld de glastuinders in Nederland deden dat altijd al decennia.

De vervoersector is versneld verduurzaamd omdat lokale, nationale én Europese beleidsprikkelers elkaar versterken: in binnenstedelijk gebied zijn veel zero-emissie zones ingesteld. Waardoor ook winkel- en uitgaanscentra bevoorrad worden met zero-emissie vrachtauto's. Door EU-wetgeving zijn er ook laadplekken gebouwd op de grote truckparkeerplaatsen langs snelwegen en nabij landsgrenzen. Nationaal beleid bracht die sporen bij elkaar.

---

<sup>3</sup> Dit woord staat er vooral om na te denken over een ander woord dat de 'koperen plaat' vervangt

Tot slot, de prijs van transport is in de afgelopen decennia wel hoger geworden. Dat vergroot enerzijds de efficiency van transport. Mede daarom is de internationale scheepvaart gestaag gegroeid en overgestapt op waterstof. En is de luchtvaart flink in volume afgenomen; 'luchthaven Lelystad' is een attractiepark geworden. Anderzijds blijven de kosten een klein onderdeel van de totale prijs die consumenten betalen voor producten.

## 8. Energiesector

### *Guiding principles:*

- Sinds het Klimaatakkoord stuurt het beleid op een CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteitssector, dat beleid is effectief uitgevoerd en leidt in 2040 tot een CO<sub>2</sub>-vrije sector.
- Restwarmte die vrijkomt bij grootschalige productieprocessen, bijvoorbeeld de productie van groene waterstof, wordt verplicht nuttig ingezet, bijvoorbeeld in warmtenetten.
- We hebben in 2040 nog steeds een energiesysteem met marktmechanismes en prijsprikkels. Net als nu bepalen vraag en aanbod de energieprijzen, maar er zijn ook nieuwe prijsprikkels gekomen voor opslag van energie zodat er energie zekerheid is wanneer er weinig wind en zon is. Dit werkt zo techniekneutraal mogelijk en houdt rekening met investeringszekerheid voor marktpartijen.
- Producenten ondervinden overigens ook prikkels die voorkomen dat er files ontstaan op het elektriciteitsnet.
- De informatievoorziening van overheden aan burgers is het afgelopen decennium consequent geweest; iedereen kan aandeelhouder zijn in de schone energie in zijn of haar buurt en zeker niet alleen de rijke(re) mens.

### *Verhaallijn - algemeen*

De energiesector is in 2040 **'omgeklapt'**. In het fossiele systeem maakten we elektronen (elektriciteit) uit de moleculen van 'primaire' fossiele brandstoffen. In het nieuwe systeem is elektriciteit uit wind en zon juist de primaire energie. Waar de vraagsectoren en de infrastructuur niet met elektriciteit uit de voeten kunnen zetten we dat om in moleculen: eerst naar groene waterstof, en als de sector het echt nodig heeft, vandaar naar koolwaterstoffen. En elektriciteit wordt ook omgezet in warmte, om tijdelijk op te slaan.

Het hele **nettariëven- en belastingstelsel** rond energie is op de schop genomen. Belastingtarieven en beprijzen CO<sub>2</sub>, de elektriciteitsmarkt gaat over de balans tussen vraag en aanbod en de nettariëven gaan congestie op het net tegen. De nodige ICT-innovaties hebben geholpen om dat nieuwe stelsel praktisch uitvoerbaar te maken.

De invoering van dit stelsel ging niet in één keer goed. In eerste instantie werden brokken gemaakt in de lastenverdeling: tussen grote en kleine bedrijven, tussen rijke en arme burgers, tussen voorlopers en achterblijvers en tussen groepen in stedelijk en landelijk gebied. In het hele proces om tot dit nieuwe, inmiddels dan toch wel geaccepteerde stelsel te komen zijn dan ook een minister en een staatssecretaris verloren gegaan.

**Restwarmte** is een steeds relevantere bron geworden. Hoewel er minder restwarmte beschikbaar is, omdat veel productieprocessen energiezuiniger zijn geworden en we minder afval produceren, wordt die nu wel overal nuttig ingezet. Verbranden, van wat dan ook, voor warmteproductie is een ondergeschikte techniek geworden. Alleen wanneer in korte periode de vraag erg hoog is (in de spreekwoordelijke Elfstedenwinter bijvoorbeeld) wordt er nog gebruik van gemaakt. Andere bronnen, zoals aardwarmte, aqua- en zonthermie vormen de basis van onze warmtevoorziening in warmtenetten. En die netten zijn sterk gegroeid.

### *Verhaallijn - elektriciteit*

In 2040 is op zee 50 GW aan windparken gerealiseerd en op land 15 GW wind en 100 GW zon. **Zon en wind** zijn in 2040 al de werkpaarden van het hele energiesysteem die samen bijna 1400 PJ (bijna 400 TWh) elektriciteit opwekken. In 2040 is een periode van 25 jaar van alsmaar toenemende groei van zon- en windvermogen afgerond, waarmee de bestaande elektriciteitsproductie is vergroend en de groei van de vraag is bediend. In de komende jaren kan een gematigder groeipad gevolgd worden, waarmee de nieuwe (extra) vraag naar elektriciteit wordt gevoed.

De groei van met name het vermogen op land is er alleen gekomen vanuit het diepe besef bij een grote meerderheid van de Nederlanders dat zon- en windenergie de zekere en betaalbare bron van energie is die we nodig hebben voor onze dagelijkse dingen. Lokale betrokkenheid en financieel profijt vormen de basis voor dat besef: de zon- en windenergie is van en voor ons. De informatievoorziening van overheden aan burgers is het afgelopen decennium ook consequent daarop gericht geweest; iedereen kan aandeelhouder zijn in de schone energie in zijn of haar buurt en zeker niet alleen de rijke(re) mens.

De sterke groei van wind en zon is aan de ene kant gefaciliteerd met het aanwijzen van offshore kavels en doorlopende ruimtelijke regie via de RES'en (we zijn inmiddels toe aan versie 8.0). Maar minstens zo belangrijk is de afstemming met de ontwikkeling van de vraagkant.

De gecombineerde monitoring van vraag en aanbod heeft ervoor gezorgd dat de vraagstimulering en aanbodontwikkeling uiteindelijk redelijk met elkaar in de pas lopen. Daarvoor waren wel een paar crisisjaren nodig in 2025-2029, waarin volgens een ouderwetse varkenscyclus eerst de elektriciteitsprijzen volledig onderuitgingen (door overaanbod) en vervolgens door het dak gingen (door tekorten). Dat laatste gaf een ongekende piek in CO<sub>2</sub>-emissies omdat alle capaciteit die nog elektriciteit kon produceren weer uit de mottenballen moest worden gehaald. Gelukkig was de ergste turbulentie net voor 2030 weer voorbij.

## Verantwoording

Deze notitie is op een organische manier tot stand gekomen. We zijn eraan begonnen in november 2021, en het werd geïnitieerd door, hoe kan het ook anders, Teun Bokhoven zelf. We hadden geen gedetailleerd projectplan, zelfs het idee om dit materiaal in première te laten gaat op het afscheidssymposium van Teun ontstond onderweg. We zijn op basis van een algemene vraag “hoe zou de energietransitie er tegen 2040 uitzien’ op pad gegaan. Daarbij was van het begin af aan duidelijk dat we het niet alleen over techniek wilden hebben, en dat we wilden zoeken naar de belangrijkste kenmerken van de energiehuishouding van de toekomst, die wezenlijk anders zijn dan die van nu.

In onze beschouwing zijn we min of meer uitgegaan van het principe ‘zoveel mogelijk duurzame energie te produceren in Nederland’. Dat heeft voor deze oefening het voordeel dat we relatief ‘scherp’ moesten redeneren, en zo een completer beeld kregen van alle mogelijk stelselwijzigingen. In de praktijk zal import zeker een rol spelen.

We hebben natuurlijk veel bronmateriaal gebruikt, maar lang niet altijd bewust of expliciet. Hieronder vindt u een lijst van geïnterviewden en enkele relevante studies. We zijn als energiedeskundigen de afgelopen echter aan veel meer materiaal blootgesteld dat onze gedachten heeft gevormd. Mocht u in onze teksten dus punten herkennen die u ook al eens gemaakt heeft ook zonder dat we u als bron vermelden: we hopen dat u dat als compliment kunt beschouwen en nodigen alle lezers ook van harte uit om onze gedachten verder te gebruiken.

Bronmateriaal dat we, onder dankzegging, graag even vermelden:

- Diverse presentaties van prof. Gert Jan Kramer (Copernicus Instituut, Universiteit Utrecht), die bijvoorbeeld ook de waterval direct gebruik van elektriciteit – waterstof – koolwaterstoffen al eens benoemd heeft en de onderlinge relatieve volumes in beeld heeft gebracht.
- Een Energieia-column van [Sjak Lomme](#) over het Gasgebouw, gelukkig had hij de term Energiegebouw nog niet gemunt 😊.
- De [TRANSFORM en ADAPT](#) scenario’s van TNO, ook in hun recente update interessant genoeg.
- Gesprekken met diverse sectorale deskundigen, vaak ook buiten de kaders van de dit project. In het bijzonder willen we daarbij bedanken Julia Williams Jacobs ([HCNP](#)) voor haar praktijkkennis op het gebied van verduurzaming van zwaar wegtransport, Jan Ros (ex-PBL) voor zijn brede en kritische blik op de energie transitie en Teun Bokhoven voor zijn visie op de transitie in de gebouwde omgeving.
- En natuurlijk een woord van dank voor alle inspirerende gesprekken met onze collega’s bij de NVDE (leden, bestuursleden en stafmedewerkers), de Universiteit Utrecht en de TU Eindhoven. Enkele van hen hebben ook meegelezen bij eerdere concepten en commentaar geleverd.

**Over de auteurs:**

- Marc Londo is inhoudelijk directeur van de NVDE, de Nederlandse Vereniging Duurzame Energie. Hij zorgt ervoor dat de inhoudelijke boodschappen van de NVDE voldoende steekhoudend zijn, ook in de ogen van energiedeskundigen. Daarnaast is Marc als gastmedewerker verbonden aan het Copernicus Instituut van de Universiteit Utrecht.
- Bart Wesselink is zelfstandig onderzoeker op het terrein van duurzaamheid en de energietransitie in het bijzonder. *Duurzaamheid vereenvoudigen* is zijn missie. Bart werkt voor overheden, onderzoeksinstituten, brancheorganisaties en NGO's. Daarnaast is hij een dag in de week docent aan de TU-Eindhoven (meer informatie op: [www.bwesselink.nl](http://www.bwesselink.nl)).