

## Samenvatting NAE-Expertmeeting: System-Level Steps in Dutch Energy Transition

28 mei 2026

### 1. Inleiding

De energietransitie bevindt zich in een fase waarin de theoretische modelleringsfase moet wijken voor grootschalige industriële uitvoering. In dit krachtenveld fungeert de Netherlands Academy of Engineering (NAE) als nationaal platform voor reflectie, duiding en analyse om de engineering werkelijkheid in te brengen in dit complexe vraagstuk voor de fundamentele en toegepaste wetenschap, de industrie en de beleidsmakers van de overheid.

De expertmeeting focusseerde zich op:

- de balans tussen directe elektrificatie en moleculaire energiedragers zoals waterstof en ammoniak,
- de gevolgen daarvan voor infrastructuur, ruimtelijke ordening, vergunningen, leveringszekerheid, materiaalgebruik en regionale economische ontwikkeling,
- en over investeerbaarheid/betaalbaarheid en maatschappelijk draagvlak.

l

#### Sprekers

- Why the transition now calls for system-level steps, **Gert Jan Kramer**, Professor of Sustainable Energy Supply Systems at Utrecht University
- System architectures and the demand for metals, minerals, logistics and industrial supply chains, **Simon Michaux**, Senior Scientist at Geological Survey of Finland (GTK)
- Balance between direct electrification and molecular energy carriers, **Dirk Smit**, Chair preparatory committee and Energy Transition Consultant & Co-Founder Geologic Hydrogen Startup,
- Safety and permitting issues, **Monique Berrevoets-Steenbakker**, Strategic Advisor SAVE, Antea Group Nederland
- Conditions to make system-level steps socially acceptable, economically justifiable and administratively manageable, **Pieter Boot**, Senior fellow Centre for International Energy Policy

### 2. Energietransitie in Nederland is een schaalbaarheidsprobleem

De energietransitie is een schaalbaarheidsprobleem binnen de unieke geografische context van Nederland als delta-economie. De noodzaak voor een robuust energiesysteem wordt gedreven door mondiale demografische verschuivingen die de druk op de bestaande energie- en grondstoffenketens onherroepelijk verhogen.

De komende drie decennia treden drie miljard mensen toe tot de wereldwijde middenklasse, voornamelijk rond de Indische Oceaan. Dit creëert een enorme vraag naar energie, voedsel en

water. Onze huidige systemen zijn gebouwd op kwetsbare mondiale toeleveringsketens die nu onder druk staan bij geopolitieke 'choke points'."

Kritieke knelpunten:

- Geopolitieke kwetsbaarheid: De afhankelijkheid van doorvoerpunten zoals de Straat van Hormuz en het Suezkanaal is een direct risico voor de leveringszekerheid.
- Ruimtegebrek in de Delta: Elke vierkante meter in Nederland is "drie keer gebruikt". De fysieke verschuiving die nodig is voor nieuwe energieinfrastructuur botst frontaal met bestaande functies.
- Noordzee-congestie: De Nederlandse corridor op de Noordzee is drukker dan het Suezkanaal. Het projecteren van windparken boven op deze vitale scheepvaartroutes dwingt tot harde ruimtelijke trade-offs.

*De fysieke beperkingen van de Nederlandse delta dwingen ons tot het maken van fundamentele keuzes over onze industriële koers.*

### **3. Er is geen private business case**

De huidige marktimpasse wordt veroorzaakt door de exponentieel stijgende kosten van systeemintegratie en de onbetrouwbaarheid van overheidskaders.

Er is momenteel geen private, standalone business case voor industriële transformatie; er is enkel een maatschappelijke business case. Er is no such as a free lunch. Energie zal duurder en duurder worden naarmate we van componenten (PV-panelen) naar systeemintegratie (grid, opslag, electrolyzers) bewegen. Wat niet helpt is dat de overheid beleidsrisico's bij de industrie, neerlegt, wat leidt tot een investeringsstop.

Vier ideeën om de impasse te doorbreken:

- Utilitymodel voor wind op zee en waterstof. Behandel windparken op zee en waterstofinfrastructuur als publieke nutsvoorzieningen. Door risico's deels door de overheid te laten afdekken, kunnen de rendementseisen van investeerders omlaag, waardoor de kapitaalkosten aanzienlijk afnemen.
- Market maker. Richt een centrale partij in die vraag en aanbod bundelt en prijsrisico's voor vroege investeerders beperkt. Dit vergroot de investeringszekerheid en versnelt marktontwikkeling.
- Gezamenlijk Carbon Conversion Plan. Ontwikkel een collectief transitiepad voor raffinaderijen waarin afspraken worden gemaakt over het stapsgewijs afbouwen van fossiele grondstoffen en de omschakeling naar duurzame alternatieven.
- Nieuwe publiek-private samenwerkingsmodellen. Verdeel verantwoordelijkheden helder tussen overheid en industrie: de overheid neemt het beleids- en regelgevingsrisico voor haar rekening, terwijl de industrie verantwoordelijk blijft voor de operationele uitvoering en innovatie.

#### **4. De realiteit: de huidige ambities voor hernieuwbare energie overstijgen de fysieke draagkracht van de planeet**

Een geologische realiteitscheck op de IEA-scenario's voor 2050 laten zien dat de huidige ambities voor hernieuwbare energie de fysieke draagkracht van de planeet wat betreft minerale reserves en tijdpaden ver overstijgen.

Om de IEA-doelen te halen, moeten we de komende 23 jaar 287 kerncentrales bouwen. Bovendien negeren planners de lagere beschikbaarheid van hernieuwbare bronnen: zonne-energie heeft een availability van slechts 11%, vergeleken met 90% voor steenkool."

Kritieke datapunten uit de analyse:

- Opslag-illusie: de gangbare aanname van een 5- tot 7-uurs buffer is technisch inadequaet. Op basis van data uit Hawaii en Finland is een buffer van 28,8 dagen nodig om seizoensfluctuaties op te vangen.
- Metaalschaarste: voor de uitbreiding van het elektriciteitsnet met een volledige seizoensbuffer is 250 jaar aan de huidige wereldwijde koperproductie nodig. Er is simpelweg niet genoeg lithium, kobalt of koper in de bekende reserves voor de eerste generatie hernieuwbare systemen.
- Landgebruik: voor Nederland betekent het IEA-scenario dat 10% van het totale landoppervlak opgeofferd moet worden aan energie-infrastructuur.

Op basis van de cijfers volgt de conclusie dat wind en zon de huidige capaciteit niet kunnen vervangen.

*De schaarste aan metalen dwingt ons te kijken naar energiebronnen en opslagmethoden met een hogere efficiëntie, zoals moleculaire opslag.*

#### **5. Balans tussen elektronen en moleculen voor opslag en intermittentie**

De fysische eigenschappen van moleculen blijven cruciaal in een systeem met fluctuerende bronnen. Waar elektronen efficiënt zijn voor direct gebruik, bieden moleculen de noodzakelijke basis voor grootschalige seizoensopslag en zware industrie.

Moleculen zijn de natuurlijke keuze voor opslag. Een vat olie bevat behoudt zijn energie; een batterij lekt. De 'round-trip efficiency' van elektriciteit naar waterstof en weer terug is slechts 26%, wat thermodynamisch pijnlijk is, maar noodzakelijk voor sectoren waar elektronen falen."

De energietransitie is gebaat bij fasering: elektrificeer eerst wat kan (lichte mobiliteit), maar behoud de moleculaire infrastructuur voor de stabilisering van het netwerk en de hoogwaardige chemie.

#### **6. Nederland reguleert zich tot stilstand**

De kloof tussen de technische noodzaak van de transitie en de juridische bureaucratie is inmiddels zo groot dat strategische projecten vastlopen op minuscule ecologische details en een gebrek aan technisch inzicht bij de overheid.

Een urgent probleem is dat er bij de ministeries nauwelijks nog ingenieurs aan de beleidstafels zitten. Dit leidt tot vreemde situaties waarin we de veiligheid juist verminderen om aan starre regelgeving te voldoen, zoals de twee jaar durende discussie over een blastwall die de veiligheid feitelijk verslechterde, maar juridisch verplicht was. We zien 'lawfare' waarbij ecologische bezwaren als obstructiemiddel worden gebruikt.

Knelpunten in de vergunningspraktijk:

- De "Gestreepte Pad": projecten lopen vast op de aanwezigheid van beschermde soorten of zelfs de potentie daarvan. Dit kan projecten jaren blokkeren.
- Stikstof-paradox: projecten die op termijn de stikstofuitstoot drastisch verlagen, krijgen geen vergunning omdat de tijdelijke depositie tijdens de bouwfase juridisch onmogelijk is.
- Bureaucratische versnippering: voor één project zijn een reeks van vergunningen nodig voor Milieu, Ruimtelijke Ordening, Flora en Fauna, Waterwet en een MER, waarbij elke autoriteit de procedure kan stilleggen voor aanvullende vragen.

*Verbind de bureaucratische complexiteit met de nationale beleidsdoelen van het ministerie.*

## **7. Nationaal Energiebeleid en rechtvaardigheid**

Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) ondergaat een fundamentele herijking. De prioriteit verschuift van louter CO<sub>2</sub>-reductie naar leveringszekerheid en economische haalbaarheid, waarbij de Nederlandse afhankelijkheid van buitenlandse investeerders een kritieke factor is.

We zien een structurele verschuiving van OPEX naar CAPEX. De investeringsbehoefte is gigantisch, terwijl de overheid minder inkomsten genereert uit accijnzen. Een groot obstakel voor de Nederlandse industrie is dat deze bijna volledig in buitenlandse handen is (denk aan Tata Steel, Shell). Dit beperkt onze nationale leverage; we moeten concurrerend blijven op grid-tarieven om investeringen hier te houden.

Het Planbureau voor de Leefomgeving analyseert de energietransitie langs de keuzes tussen 'Selective' en 'Abundant':

- Selective: een scenario waarin Nederland enkel zijn 'fair share' van de wereldwijde biomassa-import claimt, wat leidt tot scherpere keuzes in de industriële structuur.
- Abundant: uitgaan van ruime importmogelijkheden van moleculen en energie.

Rechtvaardigheid in de transitie (just transition) gaat niet alleen over de verdeling tussen inkomensgroepen, maar ook over intergenerationele rechtvaardigheid en het behoud van de basisindustrie als fundament voor welvaart.

## **8. Paneldiscussie: van een "plan voor alles" naar een "strategie van keuzes"**

De afsluitende paneldiscussies legden de confrontatie bloot tussen technologisch optimisme en de harde uitvoeringsrealiteit.

- Economische realiteit: gridtarieven De discussie over de industrie moet gevoerd worden op basis van economische realiteit. De commodity-prijs van energie (bijv. Spanje vs. NL) beïnvloedt de variabele kosten van staalproductie met minder dan 1%. De echte dreiging zit in de grid-tarieven, die in Nederland kunnen stijgen naar 45 euro/MWh. Dit maakt Nederland potentieel ongeschikt voor zware industrie, tenzij er gericht beleid komt.
- Netcongestie: het elektriciteitsnet wordt gemiddeld maar voor ongeveer 30% van zijn capaciteit gebruikt. Netcongestie ontstaat vooral tijdens piekmomenten, wanneer veel gebruikers tegelijkertijd stroom afnemen of terugleveren.
- Slimme meters kunnen daarbij een belangrijke rol spelen als instrument om vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen. Door het stroomverbruik tijdelijk te sturen of te beperken op drukke momenten, kunnen pieken worden afgevlakt. Zo kan de bestaande netcapaciteit efficiënter worden benut en zijn minder grote investeringen nodig in de verzwaring van het elektriciteitsnet.
- Door lokaal opgewekte energie zoveel mogelijk ook lokaal te gebruiken, kan het huidige net bovendien aanzienlijk meer capaciteit verwerken.
- Lokaal vs. Nationaal: er is een noodzaak voor regionale energie-identiteiten. In de Rotterdamse haven ligt de toekomst in moleculaire logistiek, terwijl de Brainport-regio volledig kan inzetten op elektrificatie. Deze differentiatie vereist dat de overheid de regie herneemt en niet elk project individueel laat strijden om schaarse grid-capaciteit.

Conclusie: een koers van prioritering en fasering is nodig, rekening houdend met de specifieke sterktes van Nederland, de geografische ligging, geologische realiteiten en bestaande infrastructuur. De ambitie om alles tegelijkertijd te doen — elektrificeren, waterstof opschalen en industrie behouden — leidt tot systeemverstopping. De weg voorwaarts vereist een "Delta-aanpak" voor energie: grootschalige engineering-projecten, gedekt door nieuwe publiek-private financieringsmodellen, waarbij we accepteren dat sommige technologische oplossingen geparkeerd moeten worden ten gunste van bewezen schaalbare paden.