

# Energietransitie en industriële transformatie; noodzaak en kans voor economische groei

*Position paper TNO voor de deskundigenbijeenkomst over 'Klimaatdoelstelling 2040', op 10 februari 2026*  
*Auteur: André Faaij, Wetenschappelijk directeur TNO Energie & Materiaaltransitie, hoogleraar energiesysteemanalyse UU & RUG*

## Inleiding

Dit paper belicht de economische vooruitzichten en kansen van de energietransitie en industriële transformatie. Hoe komen we tot een sterke en weerbare economie? En welke kansen liggen er voor Nederlandse bedrijfssectoren in een groeiende mondiale markt voor cleantech?

### Wat is er nodig?

Het realiseren van een klimaatneutrale energie- en industriestructuur vraagt grote investeringen, maar impliceert niet dat energie en industriële productie structureel duurder worden. Een aantal randvoorwaarden zijn essentieel:

1. **Technologie-agnostische sturing**, zodat alle opties (dus niet uitsluiten!) optimaal kunnen bijdragen en het systeem niet in dure delen van de kostencurve terechtkomt.
2. **Innovatie via onderzoek, ontwikkeling, demonstratie en uitrol** (*research, development, demonstration and deployment, RDDD*), zodat leercurves kunnen worden doorlopen. Europese samenwerking en delen van kosten (zoals ook betoogd door Draghi) zijn hierbij een belangrijk onderdeel.
3. **Consistent beleid en gecoördineerde infrastructuurontwikkeling**: dit voorkomt vertraging en levert duidelijkheid voor investeringen in alle sectoren zodat flexibiliteit en schaalvoordelen daadwerkelijk worden benut.

## 1. Economische vooruitzichten en kansen van de energietransitie en industriële transformatie

Het realiseren van een klimaatneutrale energie- en industriestructuur vraagt grote investeringen, maar impliceert niet dat energie en industriële productie structureel duurder worden. Integrale technoeconomische analyses en energiesysteemmodellering laten zien dat een duurzame energievoorziening, in vergelijking met een systeem dat grotendeels op fossiele brandstoffen blijft draaien, op termijn zelfs goedkoper kan zijn (Scheepers et al., 2019). In recente EU-analyses over concurrentievermogen en energiekosten zorgt hernieuwbare energie voor structurele kosten- en stabiliteitsvoordelen ten opzichte van fossiel (Draghi, 2024) door dalende technologiekosten, slimme procescombinaties, flexibiliteit in energie- en koolstofdragers en meer circulariteit.

Voor de industrie geldt dat combinaties van elektrificatie, biobased routes, circulaire productie, waterstof en CCUS zicht bieden op kosteneffectieve verduurzaming. Kostenanalyses voor o.a. basischemicaliën laten zien dat duurzame productieroutes bij verdere opschaling concurrerend kunnen worden (Toribio-Ramirez et al., 2025). Met name bij biobased processen ontstaan zogenaamde '*bio-energie met CCS*' (*BECCS*)-opties waarbij schone, vaak geconcentreerde biogene CO<sub>2</sub> vrijkomt, wat afvang en opslag mogelijk maakt tegen kosten van enkele tientjes per ton CO<sub>2</sub>. Deze negatieve emissies kunnen de totale kosten van het halen van klimaatdoelen aanzienlijk verlagen en versterken daarmee het economische

perspectief van een industrie zonder fossiele brandstoffen. Ook voor groen staal ligt er een dergelijk wenkend perspectief.

## 2. Strategisch belang voor een sterke en weerbare economie

Een voordeel van een duurzaam energiesysteem is niet alleen het kostenniveau, maar ook stabielere kosten. Hernieuwbaar en kernenergie zijn doorgaans minder gevoelig voor geopolitieke prijsschokken dan olie en gas, doordat brandstofkosten lager zijn en de aanvoer over meer bronnen kan worden gespreid. Flexibele industriële processen, opslag en vraagsturing kunnen verder bijdragen aan het dempen van prijsfluctuaties en dat is goed voor economische groei.

In de media wordt vaak gesteld dat de EU achterloopt op de VS; op het gebied van economische groei, innovatie, enzovoort. Een artikel van het Centre for European Reform (CER) uit 2023 plaatst enkele indicatoren (zoals de ontwikkeling van het bbp versus de koopkrachtpariteit en de begrotingsruimte) van beide economieën in perspectief. Hoewel de analyses en aanbevelingen van het Draghi-rapport over het verbeteren van de vooruitzichten voor de EU van essentieel belang zijn, komt het erop neer dat de verschillen in economische ontwikkeling tussen beide economieën niet zo groot zijn en dat de innovatiecapaciteit van de EU wel degelijk sterk is. De sleutel is om de schaalvoordelen van Europa (EU en Europese partners; VK, Zwitserland, Noorwegen, Oekraïne, etc) beter te benutten én het verschil te maken door de energietransitie te versnellen.

De EU importeert momenteel meer dan 90% van haar olie en gas, met een jaarlijkse importrekening van ongeveer 500 miljard euro. De EU kan de VS niet kopiëren, simpelweg omdat ze niet over de fossiele energiebronnen beschikt. Maar Europa zou (goeddeels) zelfvoorzienend kunnen zijn met hernieuwbare energie (zonne-energie, windenergie, biobrandstoffen, aangevuld met kernenergie, een reeks kleinere leveringsopties en steeds efficiëntere energie, ook via een meer circulaire economie).

Het gaat hierbij om het realiseren van al overeengekomen doelstellingen, ook om de essentiële broeikasgasemissiereducties te behalen en een meer circulaire economie te realiseren. Er is ook brede consensus dat een snellere toename van het aandeel hernieuwbare energie de energieprijzen in het algemeen zal drukken door voortdurende technologische ontwikkeling en dus goedkopere groene energie, in combinatie met een lagere vraag naar fossiele energie, wat de prijzen daarvan verlaagt.

Het verminderen van de afhankelijkheid van de EU van de import van fossiele brandstoffen is van cruciaal belang voor de toekomstige veiligheid, het behalen van de klimaatdoelstellingen en het behoud van een leidende positie in de wereldeconomie. Dit onderstreept nogmaals het belang van een snelle energietransitie en dat de EU hierin een voortrekkersrol kan en moet spelen. Een leidende rol in groene energie en schone technologie biedt bovendien de mogelijkheid om te profiteren van enorme groeiemarkten.

## 3. Kansen voor belangrijke en sterke Nederlandse sectoren in een groeiende mondiale markt voor cleantech

- **Duurzame (en energieneutrale) glastuinbouw** als wereldwijd exportproduct.
- **High tech precisie landbouw**; lage milieufootprint (inclusief GHG's), meer resiliënt tegen klimaatverandering; leidende positie en kans voor Nederland in mondiale markten. Agrofoodindustrie heeft uitstekende kaarten om rendabel klimaatneutraal te opereren voor 2040.
- **Duurzame chemie en brandstofhub**: meer circulair, biobased, geëlektrificeerd, CO<sub>2</sub> als grondstof icm groene waterstof: flexibel qua feedstocks en energiedragers; Nederland nut wederom zijn logistieke positie op de Europese kaart uit. Ook grootschalige productie van SAF ("Sustainable Aviation Fuels") en duurzame brandstoffen voor de scheepvaart. Vraagt een gedegen langetermijn strategie voor de belangrijke industriële clusters (Rijnmond, Eems-Delfzijl, Chemelot, Zeeland).

- **Off-shore energie**; de Noordzee als powerhouse; 300-400 GWe vermogen verbonden in een NW grid, deels voor waterstofproductie in de regio. Leidende positie voor Nederlandse off-shorebedrijven, ook op het gebied van systeemintegratie oplossingen (vele opslagtechnieken, vermogenslektronica en state of the art ICT/AI oplossingen). Samenwerking in de Noordzeeregio en stabiele kaders zijn cruciaal.
- **Gebouwde omgeving klimaatneutraal** kan kostenneutraal icm grote waardevermeerdering woningvoorraad (ook voor particulieren); grote kansen voor innovatieve bouwbedrijven en geavanceerde installatietechniek. Een goed geplande aanpak (300.000 woningen per jaar) met behalen van schaalvoordelen is hiervoor de basis.
- Deelnemen in EU samenwerking voor **nieuwe generatie nucleaire energie** (waaronder SMR en kweekreactorprincipes) levert de capaciteit voor realisatie en bedrijfsvoering van een aandeel kernenergie in Nederland en een goede positie in een mondiale groeimarkt.