

# NAAR EEN TOEKOMST- BESTENDIG ENERGIE- SYSTEEM IN NEDERLAND

MANAGEMENTSAMENVATTING

**TNO** innovation  
for life

In samenwerking met



Universiteit Utrecht



**ECN**

Your energy. Our passion.



# DOELSTELLING

Wereldwijd is de energievoorziening ingrijpend aan het veranderen. Terwijl de groei van de energievraag in Europa en de VS afvlakt, gaan opkomende economieën als China, India, Brazilië en Rusland nu de meest energie-intensieve fase van hun ontwikkeling in. De mondiale energievraag neemt hierdoor in de periode tot 2035 nog met ruim 30% toe. Algemeen wordt verwacht dat aardolie, aardgas en kolen de komende decennia dominant blijven in de mondiale energiemix. Tegelijkertijd is er onder invloed van klimaatbeleid een sterke drive om het gebruik van deze fossiele brandstoffen te verminderen en hernieuwbare bronnen in te zetten. Deze ontwikkelingen zullen grote invloed hebben op de betrouwbaarheid, betaalbaarheid en duurzaamheid van het energiesysteem in Europa en Nederland. Wat dit zal betekenen voor de Nederlandse energiehuishouding is echter nog onduidelijk.

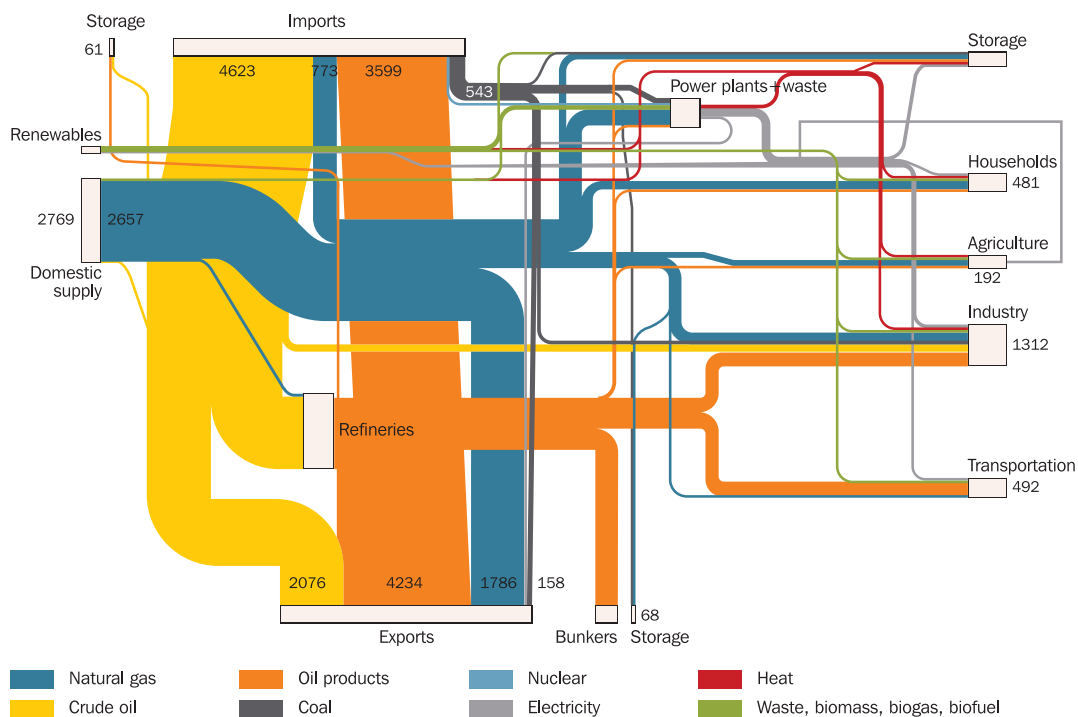
Om met haar R&D activiteiten zo goed mogelijk te kunnen anticiperen op de maatschappelijke en economische gevolgen van genoemde ontwikkelingen, heeft TNO het initiatief genomen de mogelijke ontwikkeling van het Nederlandse energiesysteem nader te analyseren. De studie is uitgevoerd samen met ECN en het Copernicus Instituut van de Universiteit van Utrecht.

De uitgevoerde analyse heeft twee doelen:

- Het in beeld brengen van de belangrijkste kansen en bedreigingen van de transitie naar een duurzame energievoorziening voor economie en samenleving van Nederland.
- Nagaan waar belangrijke lacunes liggen in de benodigde kennis voor een transitie naar een toekomstbestendig energiesysteem in Nederland.

# NEDERLANDS ENERGIESYSTEEM

Met een gunstige ligging aan zee en goede havenfaciliteiten vormt Nederland een poort naar Europa voor de grootschalige in- en doorvoer van energie- en grondstofstromen, zoals olie en olieproducten. Dit heeft ook geleid tot de ontwikkeling van een omvangrijke raffinage-industrie. Daarnaast beschikt ons land over substantiële aardgasvoorraden waaruit gas voor binnenlands gebruik en export wordt gewonnen. Karakteristiek is ook het fijnmazige en kwalitatief hoogwaardig gas-, olie- en elektriciteitsnet.



Energiestromen in Nederland (data CBS, 2010).

Het Nederlandse energiesysteem is gespecialiseerd op fossiele bronnen. In vergelijking met andere EU-lidstaten is een relatief klein aandeel (minder dan 5%) van de energiemix afkomstig van hernieuwbare energiebronnen. Het economisch belang van ons huidige energiesysteem hangt sterk samen met de winning van gas uit eigen bodem en de grootschalige invoer, raffinage en export van aardolie(producten). Het merendeel van deze stromen aardgas en aardolie(producten) is bestemd voor de export, waarmee Nederland een sleutelrol heeft in de Noordwest Europese energiemarkt. Slechts een beperkt deel van deze stromen is bestemd voor binnenlands gebruik.

Een kwart van het binnenlands energiegebruik komt voor rekening van energie-intensieve bedrijfstakken. Tabel 1 geeft een overzicht van het energiegebruik van energie-intensieve Nederlandse industrie, hier gedefinieerd als sectoren die meer dan 10 eurocent energie verbruiken per euro toegevoegde waarde.

	<b>Energie/TW</b>	<b>Toegevoegde waarde</b>	<b>Energiegebruik</b>
	Euro energie per euro toegevoegde waarde	Miljoen euro	Miljoen euro
Vervoer door de lucht	3,28	468	1537
Visserij	1,43	126	180
<b>Chemische industrie</b>	<b>1,03</b>	<b>11.354</b>	<b>11.650</b>
Vervoer over water	0,57	1.198	684
Basismetallindustrie	0,54	1.796	963
Delfstoffenwinning (geen olie en gas)	0,35	353	124
<b>Landbouw</b>	<b>0,26</b>	<b>9.215</b>	<b>2.418</b>
Vervoer over land	0,25	10.760	2.675
Papierindustrie	0,22	1.528	330
Afval, -waterbeheer en sanering	0,20	3.602	711
Elektrische apparatenindustrie	0,19	1.039	202
Bouwmaterialenindustrie	0,18	2.127	385
Verhuur van roerende goederen	0,17	4.815	833
Sport en recreatie	0,17	1.451	244
Logiesverstrekking	0,13	2.929	376
<b>Voedingsmiddelenindustrie</b>	<b>0,12</b>	<b>10.591</b>	<b>1.257</b>
Rubber- en kunststofproductindustrie	0,11	2.050	235
<b>Totaal energie-intensieve sectoren</b>		<b>65.402</b>	<b>24.804</b>
<b>Totaal Nederland</b>		<b>525.921</b>	<b>92.456</b>

Bron: CBS, bewerking TNO

Tabel 1. Energie-intensiteit, toegevoegde waarde en energiegebruik van energie-intensieve sectoren (2010, basisprijzen).

Deze energie-intensieve bedrijfstakken dragen samen 12,4% bij aan het bruto binnenlands product. Het gaat dan met name om de chemie, het goederenwegvervoer, de glastuinbouw en de voedingsmiddelenindustrie. Grote bedrijfstakken met een toegevoegde waarde van 9 tot 11 miljard euro per jaar, die internationaal concurrerend zijn en van groot belang voor de Nederlandse exportpositie.

Ook voor de rijksbegroting zijn aardolie en aardgas van groot belang. Tabel 2 geeft een overzicht van de directe aardgasbaten, de energie-accijnzen en de opbrengsten uit winst- en loonbelasting van de energieleverende bedrijven én de energie-intensieve industrie. De totale opbrengst voor de Nederlandse schatkist van het Nederlandse energiesysteem in 2010 komt uit op een bedrag van circa 50 miljard euro op jaarbasis. Dit is ongeveer éénvijfde deel van de jaarlijkse inkomsten van de Nederlandse staat.

	<b>Miljoen euro</b>
Aardgasbaten	15.882
Accijnzen	12.008
Loonbelasting energielevering	777
Winstbelasting energielevering	4.883
Loonbelasting energie int. sectoren	9.067
Winstbelasting energie int. sectoren	6.306
<b>Totaal</b>	<b>48.923</b>

Bron: CBS, bewerking TNO

Tabel 2. Bijdrage energieproductie, levering en gebruik door energie-intensieve sectoren aan de collectieve middelen (2010).

# ONDUIDELIJKHEID OVER ONS TOEKOMSTIGE ENERGIESYSTEEM

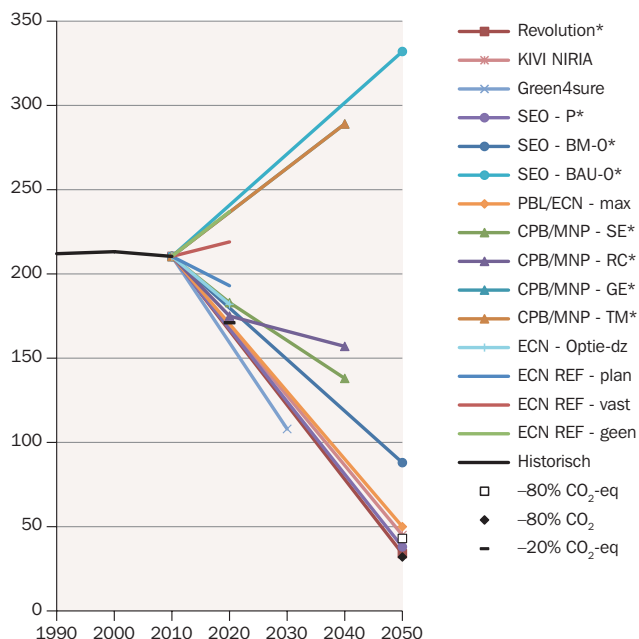
Over de toekomstige ontwikkeling van het Nederlandse energiesysteem zijn de afgelopen jaren diverse studies uitgebracht. Een aantal studies heeft een tijdshorizon tot 2020 of 2030, andere kijken verder tot 2040 of 2050. De focus ligt daarbij soms op het totale energiesysteem, maar ook wel op onderdelen daarvan (gas, hernieuwbare energie). Samen omvatten deze studies 20 toekomstscenario's voor vraag en aanbod van energie in Nederland.

Om een beeld te krijgen van het toekomstige energiesysteem van Nederland is een review van deze toekomstscenario's uitgevoerd. Deze review laat zien dat er grote verschillen bestaan tussen de toekomstbeelden. Deze verschillen zijn terug te voeren op sterk uiteenlopende aannames, bijvoorbeeld over de ontwikkeling van fossiele energieprijzen en het al dan niet slagen van ambitieus internationaal klimaatbeleid.

De prognoses van de toekomstige Nederlandse energievraag (richtjaren 2040/2050) lopen uiteen. Het energiegebruik kan van de huidige 3400 PetaJoules (anno 2010) dalen naar 1600 PetaJoules, maar ook stijgen naar circa 5000 PetaJoules per jaar. Ook de verwachtingen m.b.t. de toekomstige uitstoot van CO<sub>2</sub>-emissies variëren sterk tussen de verschillende scenario's. De laagste schatting voor 2050 bedraagt 38 Mt CO<sub>2</sub>, de hoogste 332 Mt CO<sub>2</sub>. Alleen trendbreukscenario's, die een duurzame energievoorziening anno 2040/2050 als vertrekpunt nemen en via backcasting laten zien welke ingrijpende veranderingen nodig zijn, realiseren de voor 2020 en 2050 gestelde klimaatdoelen: respectievelijk een reductie van 20% en 80% ten opzichte van 1990.

Trendbreuken in vraag en aanbod van energie zijn nodig om de klimaatdoelen te realiseren, maar geen van de beschouwde trendbreukscenario's biedt inzicht in de gevolgen van bijvoorbeeld de vervanging van fossiele door hernieuwbare energiebronnen voor de betaalbaarheid van energie, de concurrentiepositie van energie-intensieve sectoren, de werkgelegenheid en de staatsfinanciën van Nederland. De trendbreukscenario's schetsen een forse groei in hernieuwbare energie, maar de kansen die dit oplevert voor onze concurrentiepositie en werkgelegenheid blijven onderbelicht.

Ook de economische gevolgen van de scenario's zonder trendbreuken, waarin onze energiemix anno 2040/2050 sterk lijkt op de huidige energievoorziening, blijven onderbelicht. Toch kunnen deze gevolgen substantieel zijn. Wanneer de gaswinning uit eigen voorraden terugloopt, verandert ons land rond 2030 van gasexporteur in netto importeur. Wanneer dit gepaard gaat met hoge energieprijzen in Europa, komen de energie-intensieve sectoren in ons land onder druk te staan, wat ten koste kan gaan van de Nederlandse concurrentiepositie.



Figuur 1. Uitstoot Broeikasgassen (Mt CO<sub>2</sub>-equivalenten en met \*: alleen Mt CO<sub>2</sub>) in diverse toekomstscenario's en broeikasgasreductiedoelstellingen.

# CONCLUSIES

De uitgevoerde studie maakt zichtbaar dat Nederland beschikt over een sterk gespecialiseerd energiesysteem waarin aardgas en aardolie een dominante rol spelen. Dit systeem is van cruciaal belang voor de Nederlandse economie. Circa 20% van de staatsinkomsten is gerelateerd aan het huidige energiesysteem. Voor de Nederlandse economie vitale bedrijfstakken zoals de chemie, het goederenwegvervoer, de glastuinbouw en de voedingsmiddelenindustrie zijn voor hun voortbestaan sterk afhankelijk van stabiele en betaalbare energieprijzen en een betrouwbare en hoogwaardige energie infrastructuur. Met dit bijzondere energiesysteem onderscheidt ons land zich van EU-lidstaten als Denemarken, Zweden en Duitsland. Terwijl deze landen al enkele jaren structureel investeren in windenergie, bio-energie en zon-pv, staat niet vast of dit voor Nederland economisch gezien de optimale route is.

De geanalyseerde toekomstscenario's tonen grote verschillen die terug te voeren zijn sterk uiteenlopende aanname's. De in internationale klimaatafspraken vastgelegde doelen voor reductie van CO<sub>2</sub>-emissies worden alleen gehaald met trendbreuk scenario's. Onze startpositie in de transitie naar een duurzame energievoorziening is wezenlijk anders dan die van veel andere EU-lidstaten. Nederland heeft een sleutelrol in de Noordwest Europese markt voor aardgas en aardolie en de energie-intensieve bedrijfstakken hebben een vitale rol in onze economie. De trendbreuken die nodig zijn om de klimaatdoelen te halen kunnen onze economische positie wezenlijk verzwakken. Bij de transitie naar een toekomstbestendige, duurzame energievoorziening voor Nederland moet dan ook worden gewerkt aan oplossingen waarmee ons land haar – aan ons huidige energiesysteem gerelateerde – sterke economische positie kan behouden. Dit is een enorme opgave.

Hoewel er een brede kennisbasis is voor de transitie naar een toekomstbestendig energiesysteem in Nederland, wijst deze studie uit dat deze kennis op een aantal punten verbetering behoeft. De beschouwde toekomstscenario's verschillen sterk in transparantie, kwaliteit en volledigheid van de onderliggende aannames. Energiebesparing is in veel toekomstscenario's onderbelicht. Inzichten in de totale kosten en baten van verwachte ontwikkelingen zijn op basis van het beschikbare materiaal nog te indicatief.

In deze studie is getracht voor een tiental energie-opties – zoals zon-pv, biobrandstoffen, wind op zee en geothermie – de belangrijkste sterktes en zwaktes op het gebied van duurzaamheid overzichtelijk in beeld te krijgen en tevens zicht te krijgen op de belangrijkste randvoorwaarden en barrières die van invloed zijn op implementatie van deze opties. Daarbij is gebleken dat de beschikbaarheid en kwaliteit van de data sterk varieert. Het is nog niet goed mogelijk om een eenduidig, integraal beeld van hun potentiële impact samen te stellen. Ook is er nog maar beperkt inzicht in economische kansen die deze energie-opties bieden voor het Nederlandse bedrijfsleven op de buitenlandse markt. Naast inschattingen van marktontwikkelingen is het hiervoor nodig om fundamenteel inzicht te hebben op welke terreinen Nederlandse partijen zich qua kennisportfolio en kerncompetenties onderscheiden van buitenlandse. Op dit moment is er maar beperkte informatie beschikbaar om op dit punt tot betrouwbare conclusies te komen.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat Nederland niet beschikt over een consistente transitie-strategie en dat de daarvoor benodigde kennisbasis versterking behoeft. Dit is zorgelijk. We zijn onvoldoende voorbereid op een transitie die vitale economische belangen zal raken en nieuwe economische kansen kan opleveren. Juist omdat de energietransitie vitale belangen in ons land raakt, is een consistente transitie-strategie nodig, gebaseerd op een gedegen en breed gedragen lange termijn visie op ons energiesysteem.



# AANBEVELINGEN

Om te kunnen anticiperen op de maatschappelijke en economische gevolgen van de transitie naar een toekomstbestendige energievoorziening is een consistente, op de lange termijn gerichte transitiestrategie noodzakelijk. Belangrijke elementen van deze strategie zijn:

1. **Een integrale aanpak**, waarbij betrouwbaarheid, duurzaamheid en betaalbaarheid integraal in beschouwing worden genomen. Hierbij moet uitdrukkelijk gekeken worden vanuit een Europees perspectief, gezien de sleutelpositie van Nederland in de energie- en grondstofstromen binnen Noordwest Europa.
2. **Keuze van hernieuwbare energiebronnen die goed aansluiten bij onze sterkten en specialisatie**. Het is voor Nederland van vitaal belang dat de energietransitie nieuwe economische activiteiten oplevert, waarmee bedrijven ook op de buitenlandse markt kunnen excelleren en die op termijn de huidige op fossiele brandstoffen gebaseerde activiteiten kunnen vervangen. Gezien het economische belang van aardgas en aardolie is dit een ongekende uitdaging.
3. **Investeren in vergaande energiebesparing**. In de industrie en de gebouwde omgeving is energiebesparing de eenvoudigste manier om CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren. Verdere sprongen in energiebesparing zijn met de opgebouwde kennis en praktijkervaring nodig en mogelijk.
4. **Effectief beprijsen van CO<sub>2</sub>-uitstoot**. Voor een verduurzaming van het huidige energiesysteem lijken aanvullende maatregelen die CO<sub>2</sub>-uitstoot beprijsen onontbeerlijk. Een forse versterking van het Europese systeem voor emissiehandel (ETS) is hiervoor nodig.
5. **Ruimte bieden aan de energieke samenleving**. Lokale initiatieven met hernieuwbare energie en innovatieve financieringsconstructies. Deze initiatieven stimuleren innovatie en dragen positief bij aan betrokkenheid van burgers. Betrokken en gemotiveerde burgers zijn van groot belang om de transitie van onze energievoorziening te kunnen realiseren.

De kennisbasis voor deze transitiestrategie voor Nederland dient te worden versterkt. Veel methoden, modellen en databases zijn al beschikbaar maar de onderlinge samenhang laat te wensen over.

Deze studie mondt uit in een ontwerp op hoofdlijnen voor structurele ondersteuning van overheid en bedrijfsleven. Dit ontwerp heeft als belangrijkste karakteristieken:

- Een integrale systeembenadering, waarin duurzame én fossiele energiedragers, centrale én decentrale energie-infrastructuur in hun samenhang worden beschouwd en die rekening houdt met de dynamische wisselwerking tussen energievraag en aanbod.
- Benchmarking van de fysieke en economische karakteristieken van het Nederlandse energiesysteem ten opzichte van andere EU lidstaten, als basis voor ontwikkeling van een op maat gesneden transitiestrategie die de sterke punten van Nederland benut en mogelijkheden creëert om verdienvermogen en duurzaamheid van de energiesector te versterken.
- Ontwerp en kwantificering van coherente transitiepaden die duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar kunnen voorzien in de ontwikkelende energievraag en zicht bieden op een optimale tijdsfasering van de implementatie.
- Versterking van integrale databases voor de performance en implementatie van energie- en besparingsopties en een sterk verbeterde modelinfrastructuur ten behoeve van een nieuwe generatie scenario's.

Het beoogde resultaat is een versterkte kennisbasis die het mogelijk maakt om een realistische, op gedegen inzicht gebaseerde, transitiestrategie voor het Nederlandse energiesysteem te ontwikkelen.

**CONTACT**

Dr. M.J. (Mart) van Bracht  
Algemeen directeur Energie  
T 088 866 44 07  
E [mart.vanbracht@tno.nl](mailto:mart.vanbracht@tno.nl)

Dr. R (Rob) Weterings  
Strategisch adviseur Duurzame Innovatie  
T 088 866 84 81  
E [rob.weterings@tno.nl](mailto:rob.weterings@tno.nl)

[TNO.NL/ENERGIE](https://tno.nl/energie)

› TNO VERBINDT MENSEN EN KENNIS  
OM INNOVATIES TE CREËREN DIE DE  
CONCURRENTIEKRACHT VAN BEDRIJVEN  
EN HET WELZIJN VAN DE SAMENLEVING  
DUURZAAM VERSTERKEN.

**TNO.NL/ENERGIE**