

Het Delft Plan

Nederland als Energy Gateway



Editors

Prof.dr.ir. T.H.J.J. van der Hagen,
decaan faculteit
Technische Natuurwetenschappen
en professor Reactor Physics TU Delft

Prof.dr.ir. P.M. Herder,
professor Engineering Systems Design in
Energy & Industry, voorzitter
Delft Energy Initiative TU Delft

Chris Hellinga, scientific advisor
Delft Energy Initiative TU Delft

Het Delft Plan

Nederland als Energy Gateway

Hoe zal Europa er uitzien omstreeks 2050?
En vooral - hoe kunnen we nu al voorsorteren
op de complexe systeemveranderingen op
energiegebied en tegelijkertijd zorgen dat de
Nederlandse economie er wel bij vaart?
Die vraag staat centraal in Het Delft Plan.

Voorwoord

Energie en de TU Delft zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Beschikbaarheid van schone, betrouwbare en betaalbare energie voor de wereldbevolking is een van de grootste uitdagingen van nu. Aan de TU Delft werken we met meer dan 700 energieonderzoekers en een paar duizend studenten aan kennis en innovaties die deze uitdaging aangaan. Het Delft Energy Initiative is de toegangspoort tot het energieonderzoek, -onderwijs en -innovatie aan de TU Delft. Het initiatief jaagt samenwerking en debat aan tussen wetenschappers en studenten onderling en tussen de TU Delft en bedrijven, overheden en politici. Op deze manier leveren we vanuit de TU Delft een bijdrage aan energie-innovatie en zetten we de urgentie van het energievraagstuk op de maatschappelijke agenda.

De TU Delft wil een beweging in gang zetten om de kracht van Nederland te benutten op energiegebied in Europa en voor te sorteren op 2050. Dit plan geeft richting en perspectief aan beleid, marktpartijen, wetenschap en andere betrokkenen, gericht op no-regret stappen. Voor de TU Delft is het daarmee een koers om de wetenschappelijke sterktes verder uit te bouwen.

We schetsen in Het Delft Plan een beeld van de rol die Nederland kan spelen, hoe we nu al kunnen voorsorteren op de complexe systeemveranderingen en tegelijkertijd ervoor zorgen dat de Nederlandse economie er wel bij vaart. Conversie, opslag, transport en systeemintegratie zijn daarbij de sleutelbegrippen.

Vanuit deze visie kunnen verschillende beleidsterreinen strategieën ontwikkelen, waaruit vraag komt naar technologie-, en dienstenontwikkeling en een leidende rol voor de Nederlandse overheid als verbinding tussen decentrale energievoorziening en transnationale systemen. Dit vraagt tijdige, geconcentreerde innovatie waarbij innovatieve marktpartijen en overheden verbonden moeten worden met het hoogwaardige Nederlandse onderwijs en (fundamenteel) onderzoek. Dan kan de sprong worden gemaakt van visie naar agenda en uitvoering om de Energy Gateway van Europa te worden.

Het Delft Plan is op initiatief van TU Delft in samenwerking met Roland Berger en met input van een groot aantal Delftse wetenschappers en verschillende stakeholders uit de energiesector in Nederland tot stand gekomen. Het Delft Plan kan worden gezien als uitgangspunt voor verdere ontwikkeling van de gezamenlijke koers van de Nederlandse overheid, innovatieve marktpartijen en onderzoeks- en onderwijsinstellingen.

Wij nodigen u graag uit hieraan een bijdrage te leveren.

1. Inleiding

Nederland kan een unieke positie innemen in de verduurzaming van de Europese energievoorziening. Voortbouwend op haar sterktes – waaronder een gunstige geografische ligging, een uitstekend innovatief klimaat, een hoogwaardige infrastructuur en een grote handelsgeest – heeft Nederland volop kansen in het Europese energielandschap van de toekomst: Nederland als Energy Gateway.

De hele maatschappij draait op energie; van voedselproductie tot openbaar vervoer, van centrale verwarming tot mobiele telefoon. De herkomst van die energie is aan het veranderen. Het is een feit dat we de omslag moeten maken naar duurzame energiebronnen en tegelijkertijd de energievoorziening betaalbaar en betrouwbaar houden. Deze omschakeling moet bovendien plaatsvinden in een wereld die op andere fronten ook fundamenteel aan het veranderen is. Decentralisatie is daarbij een kernbegrip. 3-D printen en procesintensivering zullen leiden tot nieuwe, meer decentrale fabricagesystemen. Daar horen andere goederenstromen en commerciële structuren bij. Tegelijkertijd vindt er een steeds verdergaande vervlechting plaats van sectoren als energie, industriële productie en transport en in een meer circulaire economie zal afval weer grondstof worden. Hoe zal Europa er uitzien omstreeks 2050? En vooral - hoe kunnen we nu al voorsorteren op de complexe systeemveranderingen op energiegebied en tegelijkertijd zorgen dat de Nederlandse economie er wel bij vaart? Die vraag staat centraal in dit Delft Plan.

Conversie, transport en opslag cruciaal

In het huidige systeem zijn fossiele brandstoffen onze belangrijkste energie- en koolstofbronnen. Deze brandstoffen kunnen goed getransporteerd en indien nodig ook opgeslagen worden. In 2050 zal dat anders zijn. Dan komen energie en koolstof uit allerlei bronnen. Denk aan zon en wind voor de energievraag en biomassa voor de koolstofvraag. Dat vraagt om nieuwe conversie- en opslagsystemen. Nu zijn transport en opslag vooral operationele activiteiten; we regelen het gewoon. Straks moeten conversie en opslag een strategische brug vormen tussen een fluctuerend aanbod van duurzame energie en de benodigde energie- en grondstoffuncties, zodat gebruikers op elk moment over de gewenste vorm en hoeveelheid energie kunnen beschikken.

Systeemintegratie

In Europa liggen de goedkope productielocaties voor zonne-energie in het zuiden en voor wind- en waterkracht in het noorden. Die kunnen alleen benut worden als we transport, opslag en conversie verheffen van operationele tot strategische activiteiten. Maar hoe? Dat vereist bovenal systeemintegratie: integratie van technische systemen, maar ook op commercieel en infrastructureel gebied, en bovenal op het gebied van regelgeving en beleid. Die systeemintegratie wordt de opgave

voor de komende decennia. Vanwege haar huidige positie, in fysieke en figuurlijke zin, heeft Nederland alle kansen om hierin voorop te lopen en de Energy Gateway van Europa te worden.

Voorsorteren op de wereld in 2050

Dit Delft Plan blikkt vooruit naar 2050: ons energiesysteem moet dan 100% CO₂-vrij zijn, 100% betrouwbaar, en betaalbaar, ook voor de energie-intensieve industrie. Die omschakeling biedt kansen voor de Nederlandse economie. Dit plan is dan ook geen visie op de benodigde energiemix in 2050. Integendeel, het biedt een keuze voor een systeem dat mee kan bewegen met de ontwikkelingen in de energieopwekking. Daarmee stappen we af van het beeld dat de energiemarkt iets van de lange termijn is. Maar ga je uit van het feit dat de energiemarkt onvoorspelbaar is, vol met verrassingen. Iets wat de ontwikkelingen rondom olie, schaliegas en kolen ons de afgelopen decennia hebben geleerd. Een systeem gebaseerd op optimale conversie, transport en opslag dat kan meebewegen met ontwikkelingen. Ons land kan dan het centrum zijn waar energie- en grondstoffenstromen binnenkomen, worden verwerkt, opgeslagen en verhandeld om Nederland en Europa te bedienen; Nederland Energy Gateway van Europa. Elke toekomstvisie draagt een mate van onzekerheid in zich. We weten niet precies hoe Nederland er in 2050 technologisch, maatschappelijk en markttechnisch voor zal staan. Zeker is wel dat Het Delft Plan een belangrijke Nederlandse rol voorziet in een veranderende wereld; een rol die aansluit bij de traditionele sterktes en strategische ligging van ons land. Uitgaande van Nederland in de rol zoals boven geschetst, kan een samenhangend langetermijnbeleid ontwikkeld worden voor marktontwikkeling, regulering en technische ontwikkeling.

Bijdrage aan de wetenschapsagenda

De TU Delft wil met dit plan haar bijdrage leveren aan de wetenschapsagenda. In de wetenschapsvisie stelt het kabinet zich ten doel om wetenschappelijke sterktes en maatschappelijke uitdagingen sterker met elkaar te verbinden en de impact van wetenschap te vergroten. Dit plan is daar een invulling van op energiegebied. Het biedt handvaten om de huidige wetenschappelijke sterktes vergroten, om zo direct bij te dragen aan de maatschappelijke vraagstukken, met oog voor de ontwikkeling van de Nederlandse economie. Concrete speerpunten voor de invulling van de wetenschapsagenda worden gegeven op pagina 18)

Energy Gateway van Europa vereist grote aanpassingen

Voor de inpassing van decentrale bronnen zoals wind, zon, biomassa, waterkracht, etc. in het bestaande energiesysteem moet het sturingsmodel van de sector ingrijpend aangepast worden: van	een centrale sturing van oudsher, waarbij grote centrale opwekking in elektriciteitscentrales en gasproductiestations de consumptie volgden, naar een decentrale sturing waarbij productie en gebruik	lokaal in evenwicht gebracht zullen moeten worden, gecombineerd met nieuwe manieren van energieopslag. Bijvoorbeeld door overschotten aan opgewekte windenergie om te zetten in (chemische) producten of zelfs warmte.
---	---	--

DE STERKTES VAN NEDERLAND

De ligging van Nederland en de fysieke infrastructuur zijn ideaal om in energie te handelen door middel van opslag en conversie.



Aardolie-industrie levert conversie expertise en opslag

- Bestaande tankinfrastructuur wordt gebruikt voor opslag chemische brandstoffen.
- Petrochemisch complex in Rotterdam en Limburg nemen het conversieproces op zich.



Aardgasindustrie levert infrastructuur en handelskennis

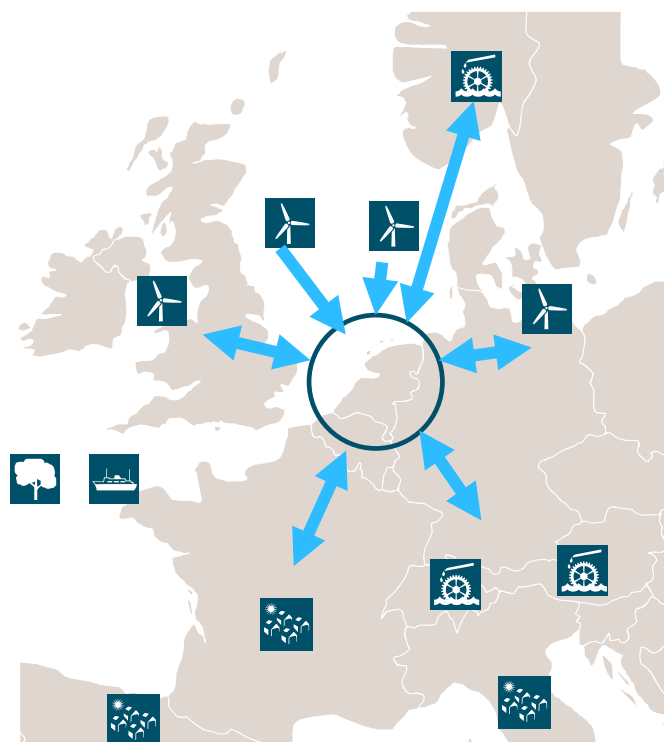
- Bestaande gas transport en opslag infrastructuur kan gebruikt worden bij transport van synthetisch gas en H₂.
- Ervaring met gaskwaliteitsconversie.
- Gashandel plaats TTF (Title Transfer Facility) is de Europese handelsplaats met hoge liquiditeit.

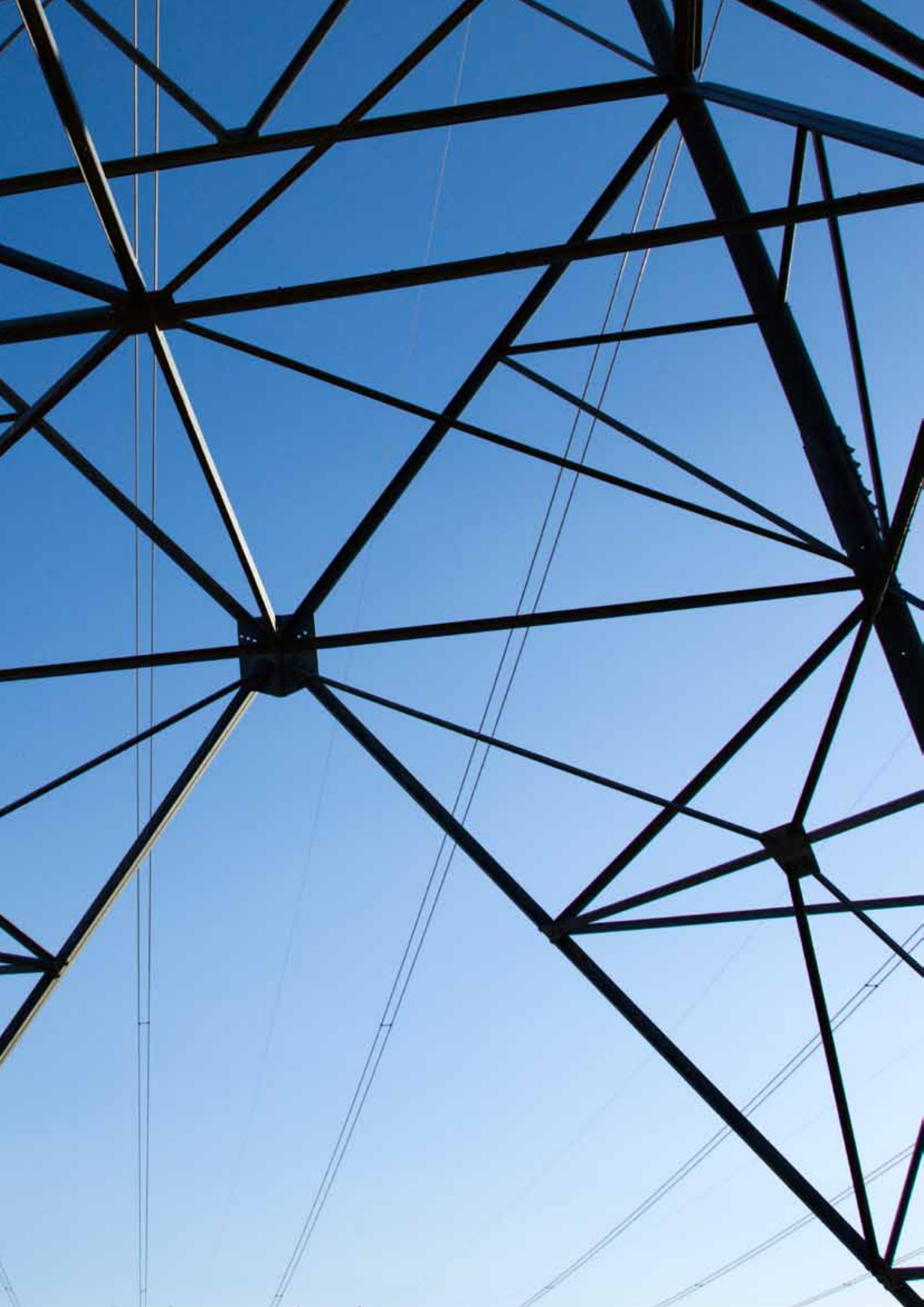


Elektriciteitssector levert infrastructuur

- Interconnectiecapaciteit met alle buurlanden, directe controle over groot deel van netwerk in Duitsland via TenneT en toegang tot Duitse offshore wind.

Centrale positie in Europese energiehuishouden





2. Het Delft Plan

Nederland kan vanuit haar natuurlijke sterktes kapitaliseren op de langetermijninvulling van een 100% duurzame energiehuishouding. Energie- en materialenstromen, die in Nederland bij elkaar komen, vragen om nieuwe conversie- en opslagsystemen en systeemflexibiliteit (inpassing van nieuwe bronnen) die de basis gaan vormen voor de Nederlandse rol van Energy Gateway in Europa.

Hoe kwalificeert Nederland zich voor die spilfunctie in Europa? Nederland heeft met haar strategische ligging en handelstraditie een ideale uitgangspositie om een transnationale rol te vervullen. We zijn sterk en innovatief op uitgerekend die gebieden die de basis vormen voor onze nieuwe energieconversie- en opslagsystemen. Ons land beschikt over een zeer innovatieve land- en tuinbouwsector, plus wereldspelers in offshore- en watertechniek, biotechnologie, procestechologie en chemische conversies. Nederland kent betrouwbare infrastructures, korte afstanden en een gunstig investeringsklimaat. Onze visie vergt samenwerking tussen de genoemde sectoren en daar is Nederland traditioneel ook goed in: een open houding ten opzichte van innovaties en een rijk ondernemersklimaat. Nederland kan zich daarmee zonder enige twijfel ontwikkelen tot een omgeving voor sector-overstijgende innovaties.

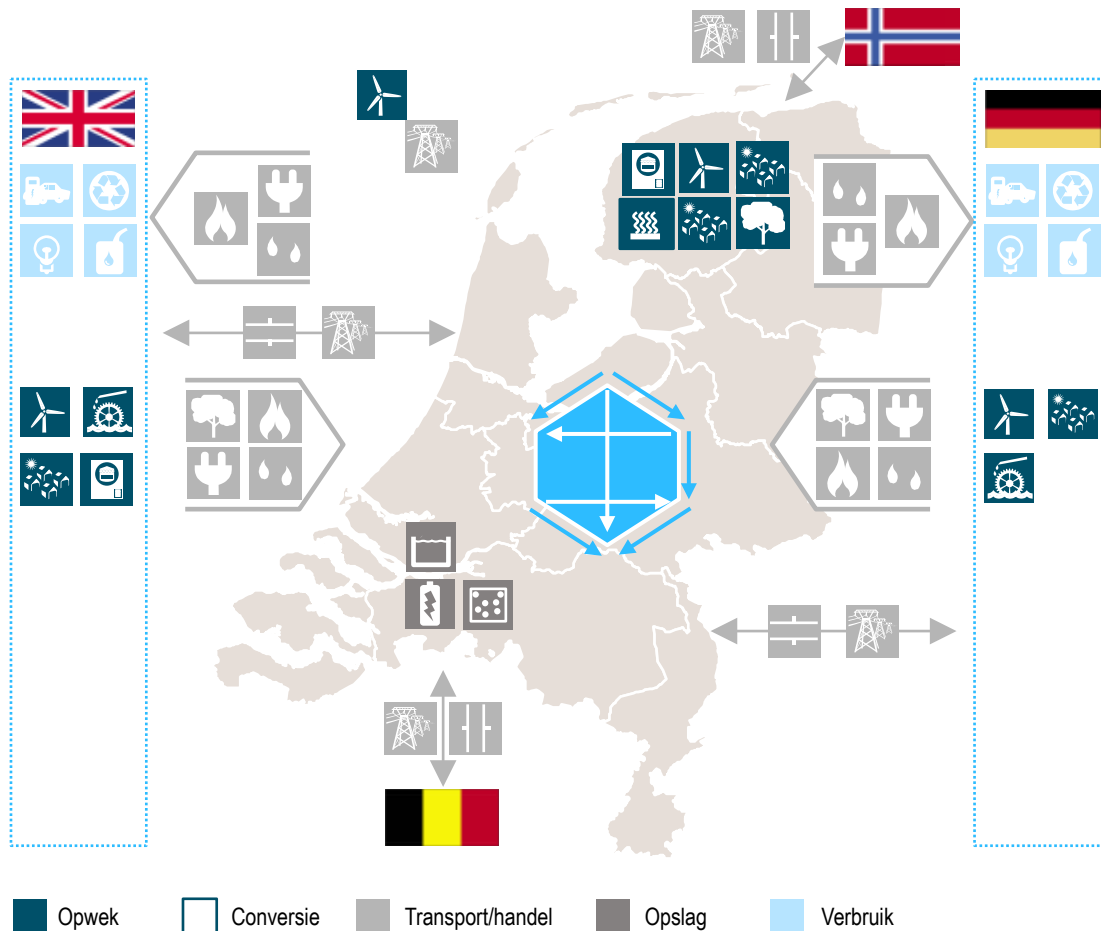
Nederland kan deze kansen die deze bijzonder gunstige uitgangspositie met zich meebrengt, nu verder gaan uitbouwen.

Energiemarkt volop in ontwikkeling

Startpunt van Het Delft Plan is de situatie in 2030 zoals die in het Energieakkoord is geschetst. Voor de energievoorziening hebben we te maken met een toegenomen decentrale productie aan de kant van de consument (die dan dus ook producent is) en via lokale energiegemeenschappen wordt energie opgewekt, gedeeld en gebruikt. De inzet van zonne- en windenergie is fors toegenomen, terwijl de vraag naar fossiele brandstoffen flink is afgenomen. In Europese context is differentiatie ontstaan naar vormen van duurzame opwekking en leidt internationale uitwisseling van de nieuwe energie- en grondstoffenstromen tot economische activiteit. Met behulp van 'launching customers' in de zeer innovatieve glastuinbouw in West- en Oost-Nederland is aardwarmte een belangrijke bron van warmte aan het worden. De industriële vraag naar koolstof is in 2030 nog steeds hoog, maar daarin zal deels al voorzien worden via de conversie van biomassa. Die biomassa wordt ook verhandeld, gesteund door de excellente op- en overslagcapaciteit in Rotterdam.

Nederland drijft, als Energy Gateway, handel in alle vormen van energie op basis van energieopslag en energieconversie

Nederland Energy Gateway in Noordwest-Europa



Pijlers voor Energy Gateway

Opslag

- Nederland slaat energie in alle vormen op in kleinschalige en grootschalige installaties, centraal en decentraal voor toepassing op verschillende tijdschalen.

Conversie

- Nederland zet in op klein en grootschalige conversie van elektriciteit in waterstof en vervolgens methaan, ammoniak en andere brandstoffen voor opslag en direct verbruik doeleinden.

Handel

- Nederland brengt vraag en aanbod bij elkaar en bedrijft energiearbitrage over tijd, energiesoort en geografische dimensie op basis van conversie en opslag.
- Nederland draagt zorg voor fysieke transport infrastructuur.

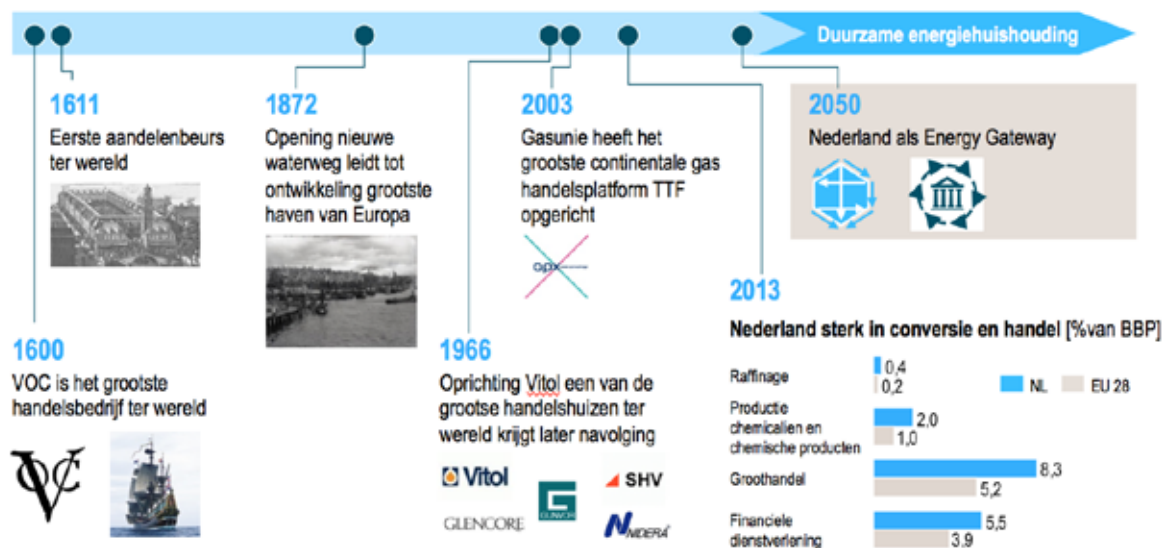
Hulpbronnen

- Nederland benut optimaal zijn biomassa en aardwarmte hulpbronnen om een zo hoog mogelijke waarde te verkrijgen.

NL STERKTES

Nederland als Energy Gateway sluit aan op onze eeuwenoude positionering als handels-, transport- en overslagland

Nederlandse positionering in de tijd



Conversie, transport en opslag

Vanuit die situatie groeit Nederland door naar een volwaardige Energy Gateway voor Noordwest-Europa, met als pijlers conversie en opslag. Een Europees uitwisselingssysteem zou, naast kleinschalige, decentrale opwekking, kunnen bestaan uit zonne-energie uit Zuid-Europa, waterkracht uit Scandinavië, windenergie uit Nederland, het Verenigd Koninkrijk en Noord-Duitsland (windparken-op-zee) en kernenergie uit Frankrijk. Daarbij kan ons land fungeren als een soort veiling waar al die energievormen onderling verhandeld worden, maar dan wel een veiling waar nooit iets wordt doorgedraaid. Daarvoor zorgen we met moderne opslag- en conversietechnieken.

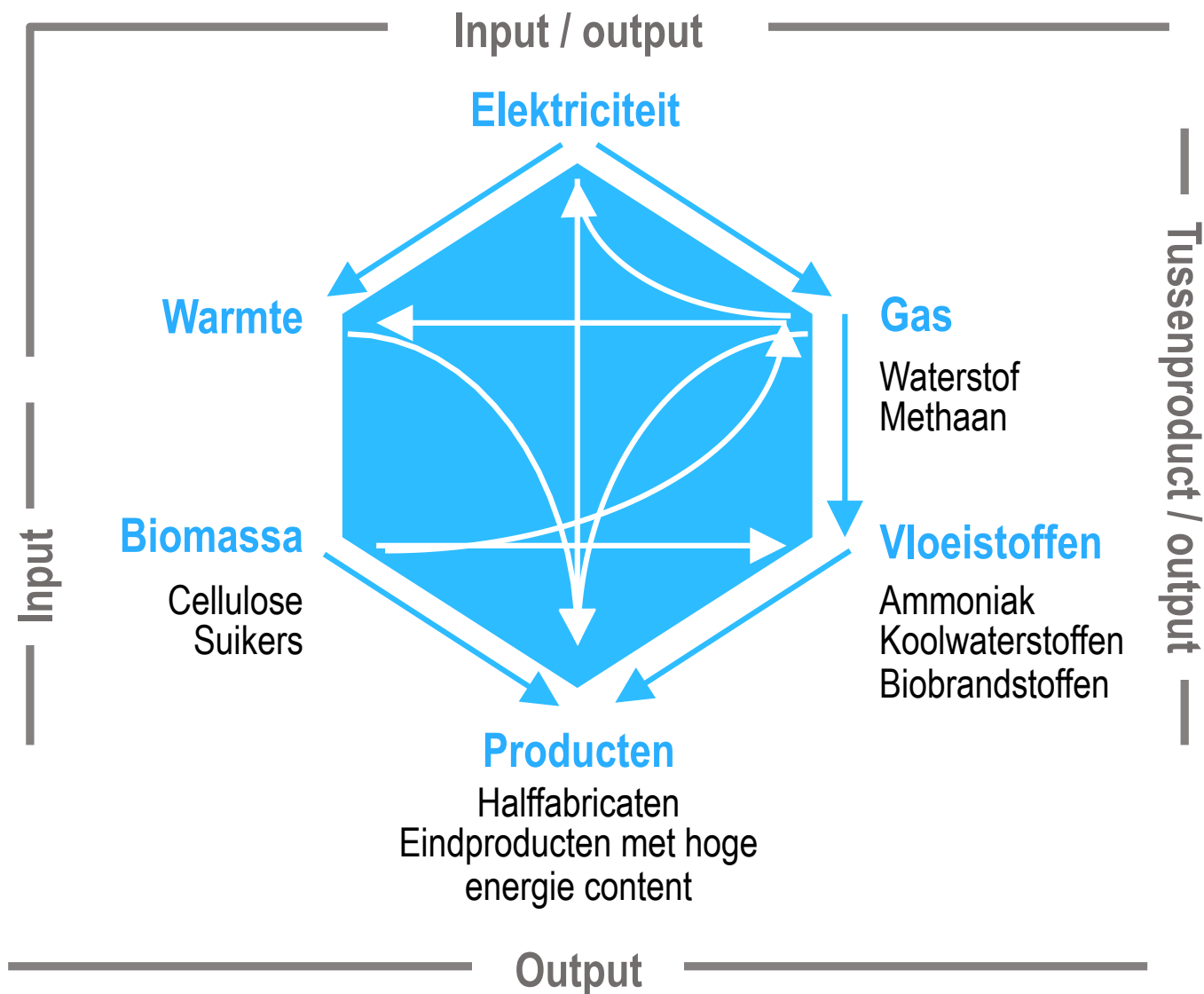
Door fluctuaties in vraag en aanbod van energie en grondstoffen uit duurzame bronnen gaan conversie en opslag een veel grotere rol spelen dan in het huidige, op olie en gaswinning gebaseerde, energiesysteem. De prijsontwikkeling en -interactie van de verschillende energievormen wordt in hoge mate bepalend voor de energiesystemen van de toekomst. Dit vraagt om effectieve innovatieagenda's, waarbij technische innovatie gecombineerd wordt met (economische) systeemstudies.

Opslag, conversie en transport

We willen energie in de juiste vorm, op het juiste moment, op de juiste plaats en dat zo goedkoop mogelijk. Zonder schade voor het milieu. Dat kan alleen als vraag en aanbod op elk moment perfect op elkaar zijn aangesloten. Daarvoor moeten transport en opslag

geregeld zijn. Voor opslag (en energie 'in de juiste vorm') is conversie nodig. Tijdelijke overschotten aan elektriciteit moeten worden opgeslagen of worden omgezet in de voor dat moment en voor die locatie meest geschikte vorm: vloeistoffen, gassen, producten of zelfs

warmte. Batterijen worden belangrijk voor kleine, lokale overschotten en voor de (korteafstands)transportsector.



Een voorbeeld: de conversie van elektriciteit naar waterstof

Als elektriciteit in waterstof wordt omgezet, die vervolgens via een brandstofcel weer elektriciteit levert, gaat typisch zo'n 70% van de elektriciteit verloren als warmte. Niet erg efficiënt dus, maar als die waterstof wordt geproduceerd op een moment van lage windenergieprijzen, hoeft dat geen probleem te zijn. Als we in staat zijn windenergie-

overschotten te benutten, zal de minimale prijs voor windenergie stijgen. Als we de verloren warmte nuttig kunnen inzetten, ziet de business case er weer anders uit. Hetzelfde geldt voor het zuivere water dat met brandstofcellen wordt geproduceerd. In sommige delen van de wereld heeft die belangrijke waarde. Een ander bijproduct van de waterstofproductie

is zuivere zuurstof, dat ook een marktwaarde heeft. Waterstof kan dienen als eindproduct, of als grondstof voor ammoniak, methaan, enzovoort. Nederland kan hier een goede – exploratieve – rol spelen met het verwerken van overschotten aan wind- en zonne-energie en het al bestaande waterstof-aanbod vanuit de (petro)chemische industrie.

'De diamant'

Deze figuur geeft de kern weer van het flexibele systeem zoals voorzien in Het Delft Plan.

'De diamant' laat zien dat verschillende energiedragers en koolstofbronnen allemaal in elkaar omgezet kunnen worden, in de richting van de pijlen. Afhankelijk van aanbod en vraag komt de diamant in werking.

Een voorbeeld, elektriciteit, bijvoorbeeld verkregen vanuit zon, wind of waterkracht, kun je gebruiken op de klassieke manier waarop we dat nu ook doen of opslaan in batterijen. Maar van deze elektriciteit kunnen ook gassen en vloeistoffen worden gemaakt, eventueel door een koolstofbron toe te voegen. Dit heet power to gas of power to products of power to liquids en is conversie. Deze gassen en vloeistoffen kun je zien als tussenproducten, die gemakkelijk kunnen worden opgeslagen of gebruikt in transport fuels, oftewel opslag. Het is een van de vele voorbeelden hoe deze 'conversie-diamant' (elke pijl is een conversie) in werking kan treden. De kern van Het Delft Plan is deze diamant te optimaliseren. Door ervoor te zorgen dat vanuit alle hoekpunten van de diamant optimaal geschakeld kan worden, ben je in staat om het continue fluctuerende aanbod en niet constante vraag, strategisch met elkaar verbinden; op elk gewenst moment, de gewenste vorm en hoeveelheid energie, tegen de laagste prijs. Een optimale 'conversie-diamant' in een context van goede opslag- en transportmogelijkheden en een geïntegreerd systeem, zijn de belangrijkste pijlers van Het Delft Plan.

Power to products

Een belangrijke rol zal zijn weg gelegd voor 'power to products', waar bij lagere energieprijzen de fabricage van halfproducten voor de industrie wordt geactiveerd. Dit garandeert de gewenste minimumprijs voor de productie van wind- of zonne-energie. Het concept van 'power to products' zal bovendien de verbinding tussen de energiesector en de industrie met haar grondstoffenbehoefte verder versterken.

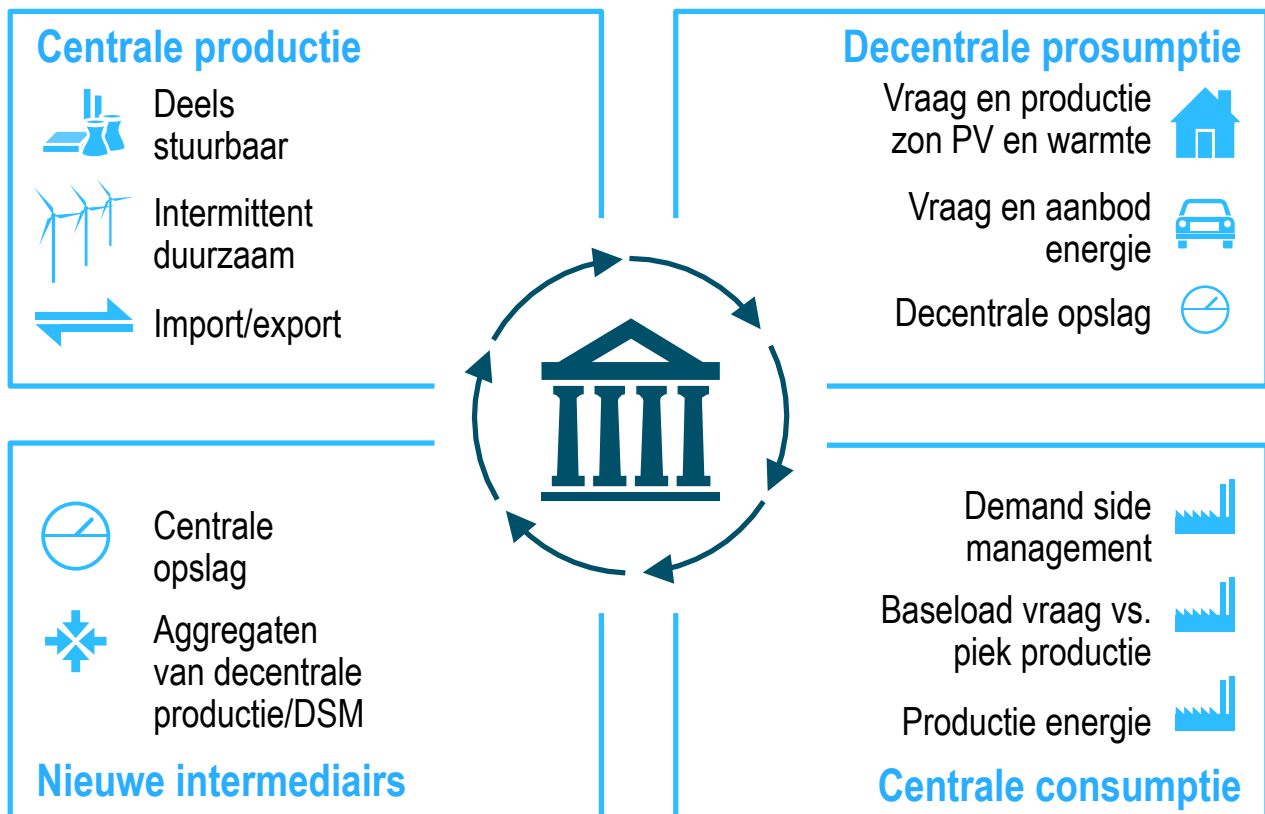
2.1 HANDEL

Een belangrijk ingrediënt is de handel in energie en grondstoffen. Onze gerichtheid op het buitenland, onze strategische ligging en onze eeuwenoude, stabiele democratische structuren zijn diep verankerd en geven vertrouwen in een toekomst waarin we maximaal inspelen op de kracht van onze open economie en innovatiecultuur. Productie en handel van brandstoffen worden bovendien belangrijk om de derving van aardgasbaten te compenseren.

Rol Nederlandse handel in energievoorziening

Afstemming van vraag en aanbod wordt steeds complexer en zal ook decentraal plaatsvinden – De handel faciliteert..

Toenemende complexiteit afstemming vraag en aanbod



Handel brengt vraag en aanbod bij elkaar

- Ontwikkeling en uitbaten **marktmodellen** voor handel in energie
- **Market making** voor afstemming decentrale productie en consumptie warmte en elektriciteit
- **Clearinghouse** voor energietransacties
- **Aggregatie** van decentrale energie productiemiddelen
- **Controle van demand side management / response**

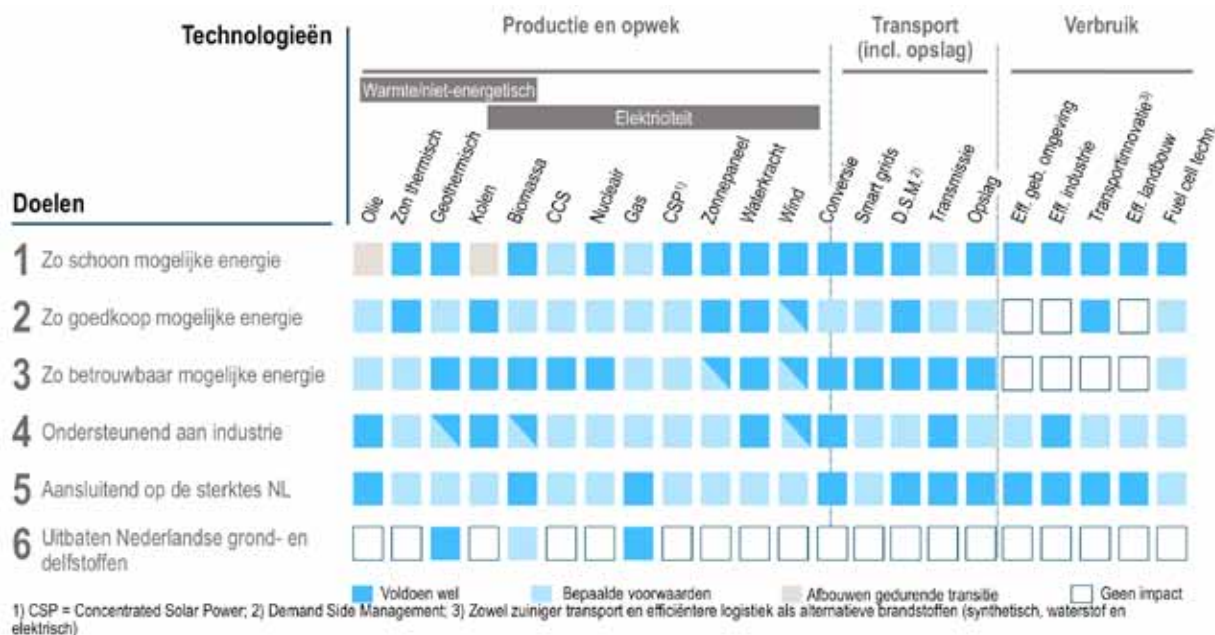
Energierotonde

Nederland heeft alles in huis om een spil in de Europese/internationale energiehandel te worden, zoals een centrale ligging, met interconnectie naar het Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Duitsland, België en Noorwegen, en voldoende op- en overslagcapaciteit (de Maasvlakte II is rond 2030 volledig in gebruik). Nederland is goed op weg met de vorming van de gasrotonde waarmee ons land een belangrijke schakel wordt in de Europese gasstromen. Vanuit deze positie is de stap naar een energierotonde een logische. Het huidige EU-beleid is er op gericht om de energiemarkt verder te integreren, wat de Nederlandse handelspositie zal versterken en vice versa. Nederland zou daarom een actieve rol moeten spelen om de geïntegreerde Europese energiemarkt te bespoedigen.

De handel in energie kan veel vormen aannemen. Niet alleen gaat het om grootschalige handel op de bestaande energiebeurzen en langlopende contracten, maar ook om management van de vraagkant. Daarbij kan bijvoorbeeld de piekvraag worden benut bij het stabiliseren van het energiesysteem op de korte termijn (de intraday of day-ahead markt). Nederland kan een leidende rol spelen bij het omvormen van het (Europees) reguleringskader hiervoor. Ook kan Nederland een rol spelen als clearinghouse van transacties in energie tussen lidstaten. De Nederlandse overheid moet dan volop inzetten op een geschikte marktstructuur met reguleringskaders en coördinatie-mechanismen, die de Nederlandse positie in de internationale markten ondersteunt en versterkt.

De inzet van nieuwe technologieën is nodig om de duurzame ambitie te bereiken, maar geen een voldoet aan alle doelen

Invulling van de doelen per technologie



2.2 NIEUWE MIX TECHNOLOGIE, NIEUWE HULPBRONNEN EN NIEUWE ROLLEN

Om onze duurzame energieambities voor 2050 te bereiken, hebben we een mix van technologieën nodig. Niet één technologie alleen kan aan alle doelen voldoen: schone, betaalbare en betrouwbare energie, waarbij Nederlandse grond- en delfstoffen optimaal worden uitgebaat en de Nederlandse sterktes maximaal worden benut.

Andere rol financiers

De nieuwe mix van energietechnologieën heeft een grote impact op de energiemarkt. Deze zal verschuiven van een markt die wordt gedomineerd door de vaste kosten van de fossiele brandstoffen, naar een markt die wordt geleid door de variabele kosten van investeringen in zon, wind en aardwarmte capaciteit. Deze onvermijdelijke verschuiving vraagt om een nieuwe houding van banken en financiers, om een andere marktinrichting, andere reguleringskaders, en andere financieringsstructuren.

Andere rol overheid

Een centrale Nederlandse rol in de toekomstige Europese energievoorziening brengt ook een nieuwe rol voor de Nederlandse overheid met zich mee. Niet langer kunnen we investeren in een enkele energie-infrastructuur en daar tientallen jaren de vruchten van plukken. De energiemarkt wordt er een van verrassingen, positief en negatief, waarvan de recente prijsontwikkelingen van olie, schaliegas en steenkool ons al een voorproefje hebben gegeven. Veel onvoorspelbaarheid dus, maar wel een zekerheid: de vraag naar energie blijft enorm. Om fluctuaties op te vangen, bijvoorbeeld in het aanbod van zonne- en windenergie, moeten we juist de flexibiliteit van het systeem vergroten en inzetten op de ontwikkeling van de kleinschalige opwekking en conversie. De sleutel daartoe zijn beleid en regulering. De Nederlandse overheid is in de positie om het brede internationale speelveld te koppelen aan het nationale en decentrale/regionale en daarmee een sterke positie voor Nederland in Europa te bewerkstelligen.

Nederlands EU-voorzitterschap

Het Nederlandse voorzitterschap van de Europese Unie in 2016 biedt een unieke kans om onze bijdrage te leveren op weg naar een goed functionerende interne energiemarkt en aan de transitie naar een CO₂ neutrale energievoorziening, waarbij leveringszekerheid en de concurrentiekracht van Europa centraal staan. Het Delft Plan past naadloos in deze ambitie en biedt handvaten om concreet werk te maken van regionale samenwerking, het inpassen van duurzame energie en de versterking van de energie-infrastructuur. De onlangs gepresenteerde EU-strategie voor de European Energy Union, wijst ook op de behoefte aan een continentbrede geïntegreerd energysysteem waar energie vrijelijk over geografische grenzen kan gaan.

Unieke positie voor biomassa en aardwarmte

Het opraken van onze gasvoorraden heeft uiteraard economische consequenties, maar bovendien zullen we op andere manier in onze eigen seizoens-afhankelijke warmtebehoefte moeten voorzien. We moeten dus een andere manier vinden om de grote leveringsflexibiliteit op te vangen van het huidige gasgebouw. Biomassa wordt een belangrijke kandidaat om in de koolstofbehoefte van de industrie te voorzien, na het wegvallen van fossiele bronnen. Hier ligt een specifieke Nederlandse kans: een uiterst innovatieve agro-sector die leidend is op wereldschaal geeft Nederland een cruciale (kennis)voorsprong in de productie en conversie van biomassa. De Rotterdamse haven met excellente op- en overslagmogelijkheden, nu voor kolen, dan voor biomassa, maakt de unieke uitgangspositie van Nederland compleet.

Het uitbouwen van de jonge aardwarmtesector in Nederland is volop in gang. Onze grote glastuinbouwsector wordt, ook internationaal, gezien als een uitstekende 'launching customer' voor aardwarmteprojecten, wat Nederland een voorhoedepositie geeft.

Biomassa

Biomassa wordt op den duur een belangrijke leverancier van de koolstof die nu door de industrie uit fossiele brandstoffen wordt gewonnen. Biomassa als grondstof dus en niet als energiebron. Met de winning van grondstoffen uit duurzaam geproduceerde biomassa of biomassa afkomstig uit afval- of reststromen wordt grote waarde gecreëerd en kan energiebesparing worden gerealiseerd. Vooral dat laatste heeft economische en milieu-voordelen omdat het hier gaat om 'upcyclen', het opwaarderen van afvalstoffen tot hoogwaardige grondstoffen. Uitsluitend biomassa die niet meer te gebruiken is als grondstof, kan worden verwerkt tot energie.

Nederland heeft nu al een sterke positie in Europa op het gebied van bio raffinage en wordt hiervoor een hub, wederom mede dankzij de sterke geografische ligging.

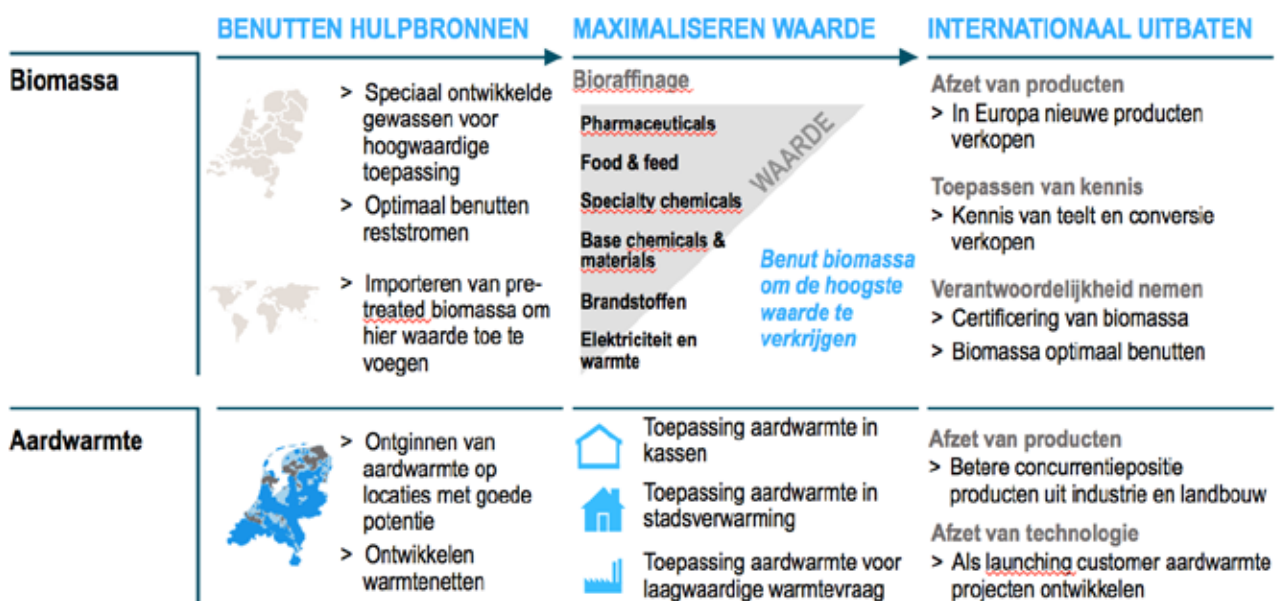
Aardwarmte

Aardwarmte als duurzame energiebron is aan een opmars bezig. Warmte kan niet over grote afstanden worden getransporteerd. We hebben dus lokale bronnen nodig als kosteneffectieve aanvulling op duurzame elektriciteitsvoorziening. En warmtevoorziening beslaat een groot deel van de energievraag – circa 25% van het totaal. Op veel plaatsen in Nederland biedt aardwarmte die mogelijkheid, dankzij een geschikte bodemgesteldheid, die goed in kaart is gebracht door (proef)boringen voor olie- en gaswinning. Onze grote glastuinbouwsector wordt, ook internationaal, gezien als een uitstekende 'launching customer' voor aardwarmteprojecten, wat Nederland een voorhoedepositie geeft.

VISIE 2050

De benutting van biomassa en aardwarmte draagt bij aan het maximaal verwaarden van Nederlandse hulpbronnen en kennis

Optimaal verwaarden van natuurlijke hulpbronnen



2.3 LANGE TERMIJN KENNISPROGRAMMA

Er is behoefte aan een kennisagenda die, met de blik op 2050, Nederland in stelling brengt voor die rol van Energy Gateway in Europa. Deze agenda zal in nauwe afstemming met het innovatieve bedrijfsleven vorm moeten krijgen en vraagt om een begeleidende marktintroductieagenda. Hierbij is het van groot belang ruimte te blijven bieden voor innovaties met potentie als 'game-changer', waar het innovatieve MKB ook een belangrijke toeleverancier van is. Om Nederland in staat te stellen de Energy Gateway van Europa te worden is het belangrijk om de lange termijn kennisagenda aan te sluiten bij de pijlers van Het Delft Plan en te investeren in de ontwikkeling van de volgende wetenschapsgebieden:

- Conversie
- Opslag
- Transport
- Systeemintegratie

Wetenschappelijke vraagstukken in dit kader zijn bijvoorbeeld:

Conversietechnologie

Productie en gebruik van nieuwe energiedragers en energiewinning uit onconventionele bronnen.

Systeemintegratie

- o Koppeling van dynamica op extreem korte termijn met die op de lange termijn, technisch en institutioneel
- o Integratie van duurzame bronnen met hoge variabiliteit
- o Ontwikkeling naar marktmechanismen en –inrichting en reguleringskaders die de benodigde grote, kapitaalintensieve investeringen faciliteren en die zowel de decentralisatie als de internationalisatie van de energiemarkten optimaal ondersteunen.

Nieuwe energiedragers

Systeemstudies naar voor- en nadelen van duurzaam produceerbare energiedrager (brandstoffen) voor energieopslag en toepassing in de transportsector en chemische industrie (veiligheid, milieueffecten, ketenefficiëntie, aansluiting bij bestaande transport- en distributiesystemen, enz.)

Biobased economy

Optimale cascadering, marktontwikkelingen, wetgeving, rationeel gebruik (van reststromen) voor energietoepassingen en additionele grondstoffenwinning

Duurzame energietechnologie

Productie van energie uit duurzame bronnen (wind, zon, warmte, restwarmte), technologisch ontwikkeling, efficiëntie, kostenreductie

Materiaalonderzoek voor energiewinning, -conversie en –opslag

Materialen van een lage prijs, te construeren uit goed beschikbare grondstoffen en/of herbruikbaar, die voldoen aan nieuwe functionele eisen

Smartgrids

Energieopwekking, -besparing, -flexibiliteit en -opslag bij eindgebruikers in intelligente netwerken, stationair en mobiel, integratie met andere sectoren, big data, energie-efficiënte distributie systemen – als gelijkstroomnetwerken

Relevante kennis voor aardwarmte is beschikbaar, projecten zijn reeds uitgevoerd en aardwarmte kan 85% van de vraag invullen

Technologische haalbaarheid aardwarmte

Benutting olie en gas kennis

Exploratiestappen zijn vergelijkbaar met bestaande olie en gas industrie workflow

- > Seismische interpretatie
- > Petrofysische analyse op boorgat log gegevens
- > Geologische modellering (facies, porositeit, permeabiliteit)
- > Temperatuur modellering
- > Dynamische simulatie (modellering vloeistofvorming door de aquifer/reservoir)
- > Frac-simulaties (optioneel)
- > Boorontwerp evaluatie doublet design en life-time)

Vergelijkbaar met olie en gas industrie workflow

Gebruik bestaande geologische kennis

- > Data en kennis leidt tot lagere exploratiekosten
- > Data en kennis leidt tot lager geologisch risico

Projecten zijn reeds uitgevoerd

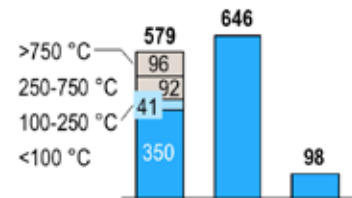
12 aardwarmte projecten in Nederland



- > Mijnwaterproject
 - > Van den Bosch 1&2
 - > Van den Bosch 3&4
 - > Ammerlaan
 - > Aardwarmte Den Haag¹⁾
 - > Duijvestijn
 - > Koekoekspolder
 - > Wijn Square Crops
 - > Greenwell Westland
 - > Floricultura
 - > ECW Agriport A7
 - > De Lier 1 & 2
- 1) Project is failliet gegaan door gebrek aan afnemers

Vraag kan ingevuld worden

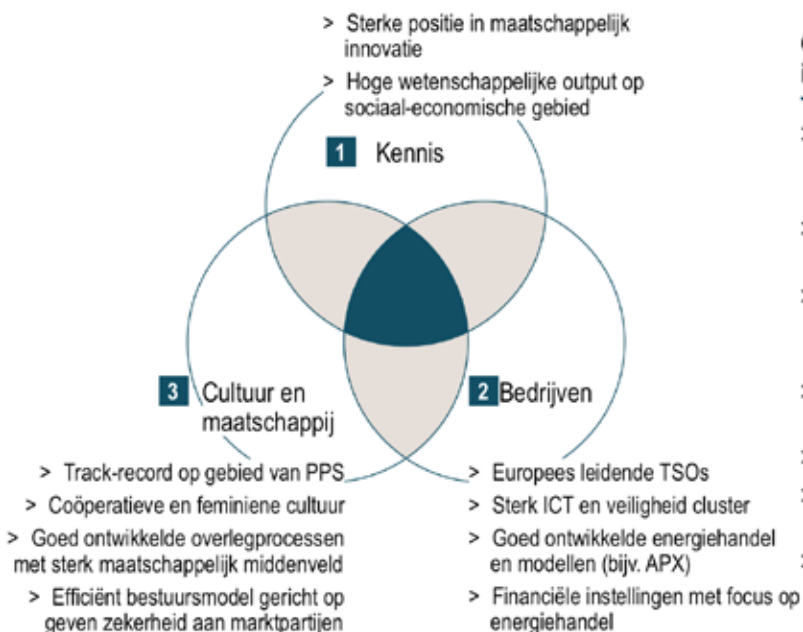
Warmtevraag in Nederland, 2010 [PJ]



Industrie Gebouwe Land-omgeving bouw
Maximale invulling warmtevraag met aardwarmte [PJ %]



Nederlandse competenties voor innovatie



OESO beoordeling Nederlands innovatiesysteem

- > Goede raamwerk condities voor innovatie inclusief solide instituties en ondersteunende bedrijfsleven
- > Een sterk basis van goed gekwalificeerde beroepsbevolking
- > Goede integratie in wereldeconomie met multinationals actief in R&D en innovatie wereldwijd
- > Goed ontwikkelde infrastructuur, inclusief transport en ICT
- > Een sterk wetenschappelijke basis
- > Innovatieve aanpak, ontwerp en uitvoering van innovatiebeleid
- > Goede export prestaties



3. The way forward

De komst van nieuwe, fluctuerende, energiebronnen en de noodzaak om de industrie en consumenten op een duurzame manier van grondstoffen te voorzien, vraagt om nieuwe conversie- en opslagsystemen met bijbehorende handelsmogelijkheden.

Dit in het besef dat we in Europese context zullen gaan differentiëren naar verschillende vormen van energiewinning en dat de precieze inrichting van de energievoorziening hoogst onzeker is en zal blijven. Nederland is bij uitstek het land om hier een trans-nationale functie in te gaan vervullen, en daar zelf economische meerwaarde aan te ontleen en tegelijkertijd Europa daarmee competitiever te maken: Nederland als Energy Gateway. Op weg naar de nu nog onzekere systeeminrichting in 2050, hoort een flexibel pad waarin Nederland die rol geleidelijk steeds meer op zich kan gaan nemen.

Afstemming wind en zonne-energie

Een eerste vorm zou kunnen zijn dat Nederland een Energy Gateway wordt in de betekenis van het beter afstemmen van energievraag en -aanbod in (Noordwest-) Europa en het kosteneffectief omgaan met het fluctuerende karakter van met name wind- en zonne-energie. Dat kan ons land op termijn opschalen naar Energy Gateway in de betekenis van het omzetten van het primaire energie- en grondstoffenaanbod (duurzame elektriciteit, biomassa) naar vormen die landinwaarts goed te transporteren zijn, en lokaal voorzien in behoeftes die niet direct met elektriciteit/biomassa gedekt kunnen worden.

No-regret investeringen

Om haar uitstekende uitgangspositie uit te nutten, moet Nederland inspelen op de parallelle ontwikkelingen van decentralisatie en internationalisatie. Marktwerking heeft veel energiesectoren een enorme vitaliteit gegeven. Technologische dynamiek leidt tot steeds meer decentrale energieopwekking, terwijl windenergie juist op grootschalige locaties ver weg van de consument geproduceerd wordt. Fluctuaties in het aanbod van wind- en zonne-energie kunnen het beste opgevangen worden door ze over een groot gebied te verspreiden, zoals nu al gebeurt met zonne-energie in Duitsland. Er zijn dus twee schijnbaar tegengestelde ontwikkelingen waar te nemen: decentralisatie én internationalisatie. Tussen die twee ontwikkelingen is echter een belangrijk verband. Beide vergen investeringen en innovaties in conversie, opslag en transport en handel; no regret investeringen.

Decentralisatie

Decentralisatie betekent het faciliteren en stimuleren van de vele lokale initiatieven op het gebied van duurzame energie, energiebesparing en flexibilisering van de vraag. Het marktontwerp en de organisatie van lokale energiemarkten moeten veranderen om die partijen te belonen, zonder het te complex te maken. Tegelijkertijd moet de Nederlandse markt beter in de Europese markten geïntegreerd worden om de lokale en internationale schommelingen in zonne- en windenergie beter op te kunnen vangen.

OPSCHALING ROL ENERGY GATEWAY

Nederland kan zijn rol van Energy Gateway invullen van kleine tot grote schaal – Opschalen is altijd mogelijk

Schaal van Energy Matcher

Activiteit	Energy Gateway light	Energy Gateway full
Handel	<ul style="list-style-type: none"> > Handel richt zich op goedkoop inkopen energie-overschotten in Europa met name voor NL industrie > Verkoop van gas en elektriciteit tijdens piekvraag (geen wind en zon) in NL en EU 	<ul style="list-style-type: none"> > Arbitrage in energie op Europese en wereld schaal over 3 dimensies > Handel bouwt voort op NL assets (asset-backed) > Handel niet noodzakelijk in NL, wel vanuit NL
Opslag	<ul style="list-style-type: none"> > Benutting en uitbreiding gasopslag om in piektijden elektriciteit te kunnen leveren > Elektriciteitsopslag met name decentraal als onderdeel van Solar PV systemen 	<ul style="list-style-type: none"> > Naast gas ook opslaan van brandstoffen/ elektriciteit op dag/seizoen basis > Aansturing energieopslag in Europa > Ontwikkeling transportinfrastructuur voor opslag
Conversie	<ul style="list-style-type: none"> > Efficiënte conversie naar elektriciteit om in piekvraag te kunnen voorzien > Conversie van biomassa voor hoogwaardige toepassingen (pharma, voeding, chemie) 	<ul style="list-style-type: none"> > Grootschalige conversie in Rotterdamse haven voor liquids en gas > Efficiënte reconversie om te voorzien in elektriciteitspiekvraag
Wanneer?	<ul style="list-style-type: none"> > Beginfase van Energy Gateway > Conversietechnologie nog gepaard met hoge kosten > Beperkte transportcapaciteiten 	<ul style="list-style-type: none"> > Beschikbaarheid efficiënte conversietechnologie > Noodzaak voor alternatieven voor fossiel olie en gas > Grootschalige transport capaciteit en veel intermitterend duurzaam

Naar een lange termijnmarkt

Op de lange termijn zal het accent in het marktontwerp waarschijnlijk moeten verschuiven van de korte termijn, zoals die nu opgebouwd is rond de spotmarkt, naar een lange termijnmarkt. Verschillende Europese landen zijn hier al mee bezig door capaciteitsmechanismen in te voeren. Ook zonne- en windenergie zal, in de gewenste hoeveelheden, waarschijnlijk nooit economisch aantrekkelijk worden op basis van spotprijzen. Er dreigt daardoor een opeenstapeling van (nationaal) duurzaam energiebeleid, capaciteitsmechanismen (in sommige buurlanden), verschillende benaderingen van congestiemanagement in Europa, en CO₂-beleid. Om duurzame energie tegen lagere kosten te integreren, zullen de Europese markten beter geïntegreerd en geharmoniseerd moeten worden. Dan wordt bovendien de Nederlandse rol als Energy Gateway noodzakelijk.

Tot slot

Het Delft Plan biedt een kijk op een gezond energiesysteem in 2050 met maatregelen, onderzoeks- en beleidsrichtingen, die de introductie van een schone, betrouwbare en betaalbare energievoorziening in Nederland én Europa verbindt met behoeftes van de industrie en nationale sterktes en een optimaal grondstoffenbeleid mogelijk maakt. Het biedt een langetermijnvisie die de regionale en nationale inrichting verbindt met de rol van Nederland in Europa. Vanuit deze visie kunnen verschillende beleidsterreinen strategieën ontwikkelen, waaruit vraag komt naar technologie-, en dienstenontwikkeling en een moderne, leidende rol voor de Nederlandse overheid als verbinding tussen decentrale energievoorziening en transnationale systemen in Europa. Dit vraagt tijdige, geconcentreerde innovatie waarbij innovatieve marktpartijen en overheden verbonden moeten worden met het hoogwaardige Nederlandse onderwijs en (fundamenteel) onderzoek. Dan kan de sprong worden gemaakt van visie naar agenda en uitvoering om de Energy Gateway van Europa te worden.

Technische Universiteit Delft

Delft Energy Initiative

**Jaffalaan 5, Building 31
2628 BX Delft**

T: +31 (0)15 27 86594

E: energy@tudelft.nl

www.energy.tudelft.nl

Postadres

Postbus 5

2600 AA Delft

