



De Energiehoofdstructuur

# Hefboom voor een schone toekomst

# Inhoud

## Hefboom voor een schone toekomst

Het belang van ver vooruit denken	4
Inzichten	8
Advies	18
Tot slot	34

## Het belang van ver vooruitdenken

Nederland staat voor grote investeringen in de energie-infrastructuur. Het netwerk dat van vitaal belang is om huishoudens te voorzien van warmte en elektriciteit, om voedselproductie te garanderen, om laaggelegen polders te bemalen, om de (circulaire) economie draaiend te houden, om met elkaar te communiceren en om ons te kunnen verplaatsen. Zonder een robuust energiesysteem stort de samenleving in elkaar.

De stapsgewijze transformatie van een fossiel naar een duurzaam energiesysteem stelt veel nieuwe eisen aan het nationale energienetwerk. Ook zijn er flinke aanpassingen nodig om de grote energie-intensieve clusters in een relatief korte tijd te verduurzamen.

Nadenken over de energie-infrastructuur van Nederland is nadenken over de ruimtelijke toekomst van Nederland - en omgekeerd. Net als de aanleg van spoorwegen, kanalen, snelwegen en internetkabels beïnvloedt het energienetwerk de keuze van locaties voor industrie, woningen, kantoren en voorzieningen - en vice versa. Toekomstige

grootverbruikers zullen zich vestigen in gebieden waar ze goed toegang hebben tot (duurzame) energie.

Als investeringen die we nu plegen in de nieuwe energiehoofdstructuur bepalend zijn voor de ruimtelijke inrichting van Nederland, hoe zorgen we dan dat we robuust en toekomstbestendig investeren? Hebben we genoeg inzicht in de gevolgen van de klimaatverandering op lange termijn? Weten we hoe de transitie naar een circulaire economie de huidige industriële clusters zal veranderen?

Juist over de **“samenhang tussen de energiehoofdstructuur en andere ruimtelijke opgaven op de lange termijn”** heeft het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) advies gevraagd aan het College van Rijksadviseurs (CRa). **“Wat zijn vanuit dat oogpunt kansrijke ontwikkelrichtingen en welke juist niet?”**, wil het PEH weten.

Binnen dit programma, dat valt onder de Nationale Omgevingsvisie (NOVI), worden de randvoorwaarden en ontwikkelrichtingen opgesteld voor de toekomstige energie-infrastructuur van nationaal belang. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties zijn verantwoordelijk voor het PEH.



### Programma Energiehoofdstructuur (PEH)

Het PEH is gericht op de ruimtelijke planning van de energie-infrastructuur van nationaal belang. Hieronder vallen de hoogspanningsverbindingen inclusief bijbehorende stations en buisleidingen, maar ook infrastructuur voor grootschalige opslag en conversie.

De ambitie van het PEH is om tijdig te zorgen voor voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur, op basis van een integrale afweging met andere opgaven en belangen, binnen een (inter)nationale context. Een goede leefomgevingskwaliteit is hierbij randvoorwaarde. Het programma gaat over het hele Nederlandse grondoppervlak, behalve de Noordzee. De gehanteerde tijdshorizon is 2030-2050.

Het PEH stelt de kaders op voor de nieuwe energie-infrastructuur, te weten ruimtelijke reserveringen, ontwikkelrichtingen met globale geografische duiding en generieke beleidsuitspraken. Binnen het programma wordt nu een Integrale Effectenanalyse (IEA) opgesteld. Hierin wordt gekeken naar mogelijke ontwikkelingen van het energiesysteem aan de hand van ruimtelijke en energietechnische alternatieven.

Voor meer informatie en documenten [klik hier](#).



#### Toekomstatelier NL2100

Ver vooruitkijken - de lange termijn weer centraal stellen in het nadenken over de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Dat is de kern van het Toekomst-atelierNL2100. Het CRa schept in dit atelier tijd en ruimte opdat wij ons, vakgemeenschap en maatschappij, kunnen bekwamen in het toekomstdenken. We moeten langzaam denken om snel te kunnen handelen.

Het Toekomstatelier benadert de ruimte via de lagenbenadering: ondergrond, netwerk, occupatie. In het eerste half jaar stond de netwerklaag centraal. Want de netwerken hebben een sterk sturende kracht: een wildpaadje kan een voetpad worden, later een zandweg, een straat en zelfs een snelweg. Er staan de komende decennia veel investeringen gepland voor verschillende netwerken en infrastructuren. Als we het slim doen, laten we die infrastructuren voor ons werken, en dragen ze bij aan de langetermijnopgaven.

Afgelopen winter is in een aantal werksessies met experts en ontwerpers kennis bijeengebracht rondom zes netwerken: water; flora & fauna; mensen; energie; data; goederen & grondstoffen. De ontwerp bureaus Nohnik, H+N+S Landschapsarchitecten en Rademacher De Vries Architecten hebben de opbrengst van deze werksessies tijdens een driedaags atelier eind maart toegepast op de energiehoofdstructuur vanuit het in het regeerakkoord geformuleerde principe dat bodem en water sturend zijn voor ruimtelijke beslissingen. Met inbreng van experts vanuit verschillende disciplines is ontwerpend onderzoek verricht naar de verre toekomst van Nederland, de doorwerkingen op de energie-infrastructuur en de consequenties voor vraagstukken waar we vandaag een oplossing voor zoeken.

Alle resultaten zijn te zien op het platform [www.nl2100.nl](http://www.nl2100.nl).

Vanwege de ruimtelijke impact voelen wij als College van Rijksadviseurs (CRa) ons medeverantwoordelijk voor de toekomstige energiehoofdstructuur.

Voor de adviesvraag hebben wij gebruik gemaakt van de inzichten die zijn opgedaan tijdens het eerste ToekomstatelierNL2100 dat het CRa dit voorjaar organiseerde. Met de toekomstateliers stellen we het denken en handelen met oog op de lange termijn centraal. Het ver vooruitdenken geeft een scherper beeld van welke ontwikkelingen van belang en ook sturend gaan zijn voor de duurzame ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Met dit advies halen we na een half jaar verkennen binnen het Toekomstatelier het net op en leggen de belangrijkste lessen tot nu toe, specifiek voor de toekomstige energiehoofdstructuur, terug op de beleidstafels.

Een pasklaar antwoord op de adviesvraag is onmogelijk, gezien de pertinent onzekere toekomst. Die onzekerheid vraagt om een andere strategische planning, waarbij de werkwijze zich continue aanpast aan voortschrijdend inzicht. In dit advies laten we zien wat er nodig is om deze nieuwe werkwijze te stimuleren. Ook belichten we een aantal robuuste ontwikkelrichtingen: wat moeten we juist wel en wat moeten we vooral niet meer doen. Er komen nieuwe

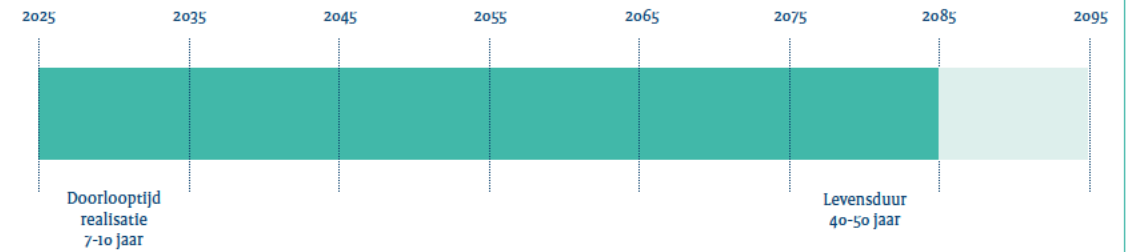
kennisvragen en -urgenties op ons af, die we met elkaar zullen moeten beantwoorden.

Het redeneren vanuit de verre toekomst (het jaar 2100) naar nu leidt tot nieuwe vragen en fundamenteel andere afwegingen, dan het denken vanuit het heden over opgaven op korte termijn. De ruimtelijke afwegingen op lange termijn overstijgen de departementen en ze gaan ook verder dan alleen de energie-infrastructuur. Dat geldt evenzeer voor ons advies: het reikt voorbij het Programma Energiehoofdstructuur en het gaat alle ministeries aan die zich buigen over de vormgeving van de ruimte en onze leefomgeving. Om precies te zijn vijf ministers en een staatssecretaris: de minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, de minister voor Klimaat en Energie, de minister van Economische Zaken en Klimaat, de minister van Infrastructuur en Waterstaat, de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en de staatssecretaris Cultuur en Media.

We starten met een korte uiteenzetting van de belangrijkste inzichten uit het Toekomstatelier en de voorbereidende werksessies. Gevolgd door ons advies bestaande uit zeven punten.

“Dit advies gaat alle ministeries aan die zich buigen over de vormgeving van de ruimte en onze leefomgeving.”

## De volgende inzichten uit het Toekomstatelier liggen aan de basis van dit advies



Realisatie en levensduur van een Hoogspanningsstation > 500 MVA Hoogspanningslijn 220-380 kV

### Voor de energiehoofdstructuur is 2050 veel te dichtbij

Het jaar 2050 gonst rond in alle klimaatdebatten - dan moeten de klimaatdoelen bereikt zijn. Maar voor beslissingen over de energie-infrastructuren is 2050 slechts een moment in de tijd, geen einddoel. Deze infrastructuur, waar grote investeringen mee zijn gemoeid, kennen een levensduur van minimaal veertig jaar. Zij moeten robuust genoeg zijn om mee te bewegen met de grote transitie die deze eeuw gaan plaatsvinden. Dit betekent dat we ons voor de belangrijkste sturende keuzes voor het Programma Energiehoofdstructuur een beeld moeten vormen van de ontwikkeling van Nederland tussen nu en 2100.

### De toekomst is onzeker, toch zijn er wel degelijk zekerheden

Over de toekomst weten we meer niet dan wel, maar een paar zekerheden om beleid op te baseren zijn er wel degelijk. Het klimaat verandert ontegenzeggelijk, de transitie naar een circulaire economie zal voortschrijden. Deze twee processen zullen aard, omvang en ligging van de energiehoofdstructuur bepalen. Vanuit de nu bekende zekerheden waarmee deze processen zich voltrekken, kunnen we op nieuwe ontwikkelingen inspelen.

## De zeespiegel stijgt en zal blijven stijgen

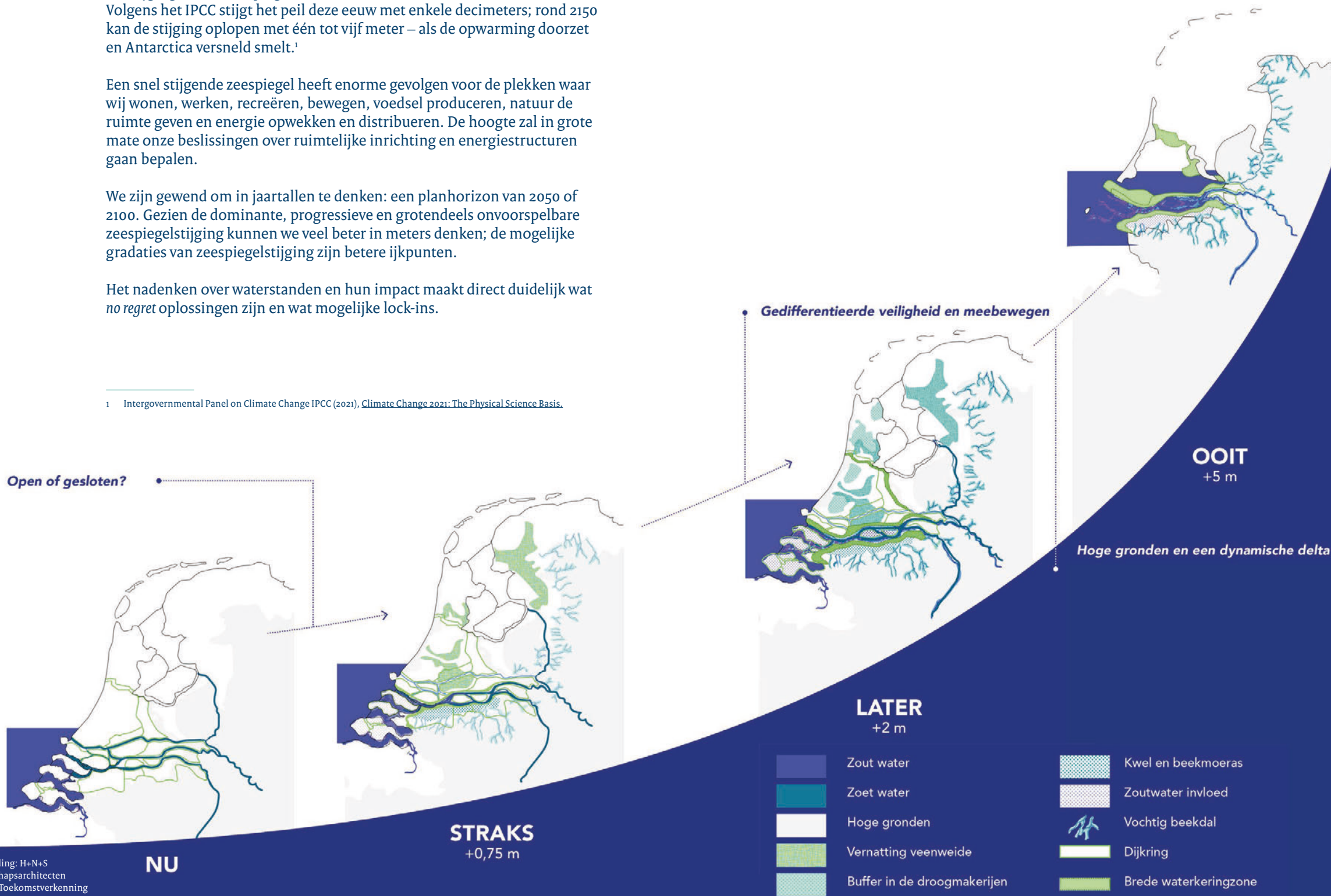
De stijging van de zeespiegel is onomkeerbaar, de mate waarin is onzeker. Volgens het IPCC stijgt het peil deze eeuw met enkele decimeters; rond 2150 kan de stijging oplopen met één tot vijf meter – als de opwarming doorzet en Antarctica versneld smelt.<sup>1</sup>

Een snel stijgende zeespiegel heeft enorme gevolgen voor de plekken waar wij wonen, werken, recreëren, bewegen, voedsel produceren, natuur de ruimte geven en energie opwekken en distribueren. De hoogte zal in grote mate onze beslissingen over ruimtelijke inrichting en energiestructuren gaan bepalen.

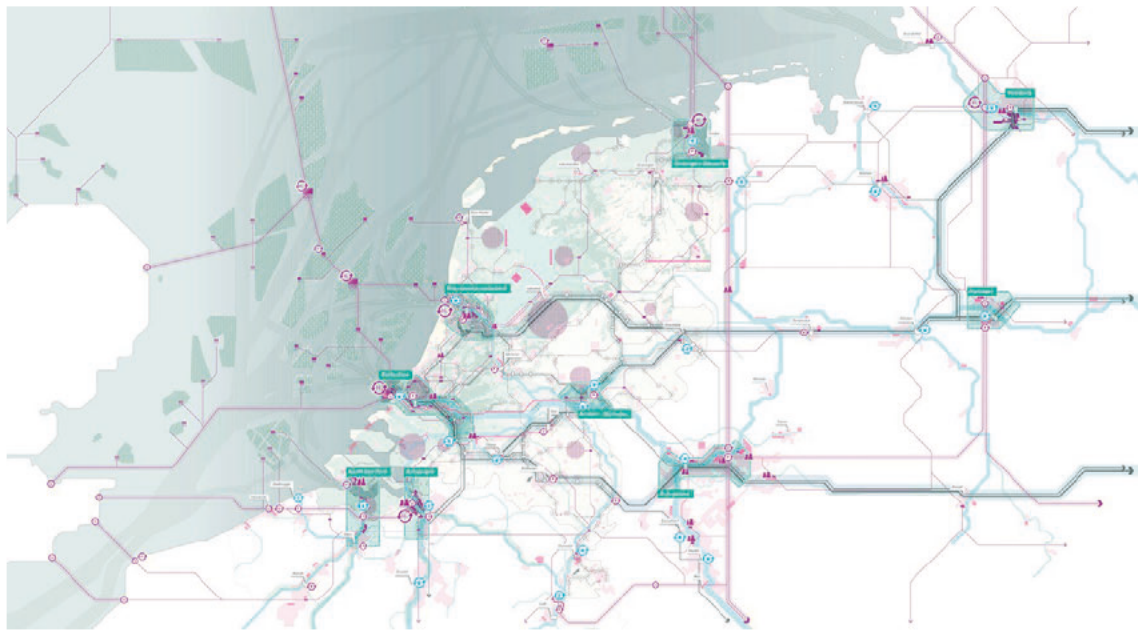
We zijn gewend om in jaartallen te denken: een planhorizon van 2050 of 2100. Gezien de dominante, progressieve en grotendeels onvoorspelbare zeespiegelstijging kunnen we veel beter in meters denken; de mogelijke gradaties van zeespiegelstijging zijn betere ijkpunten.

Het nadenken over waterstanden en hun impact maakt direct duidelijk wat *no regret* oplossingen zijn en wat mogelijke lock-ins.

<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2021), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.



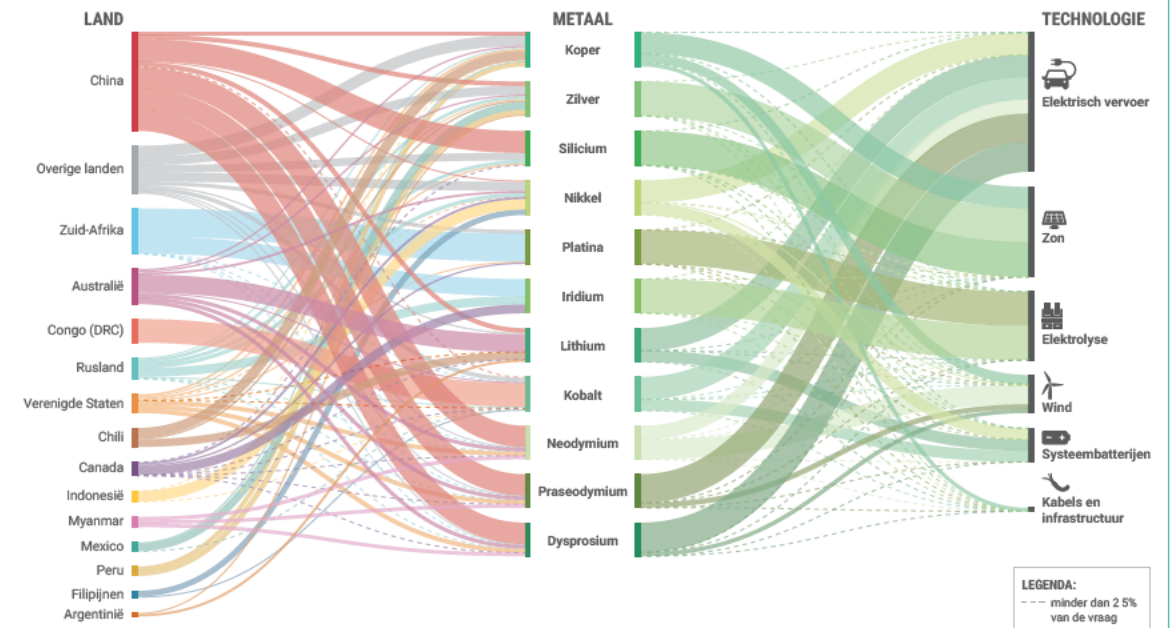
Afbeelding: H+N+S  
Landschapsarchitecten  
(2022), Toekomstverkenning  
NL2100.



## Circulaire economie en industriële clusters

Degradatie van ecosystemen en uitputting van grondstoffen bedreigt het leven op aarde. Anders omgaan met materialen en economische welvaart is daarom onontkoombaar. Nederland heeft zich gecommitteerd aan een volledig circulaire economie in 2050. Deze transitie, met noodzakelijke veranderingen in o.a. de agrarische sector, industrie, maar ook in onze manier van leven, zal een enorme impact hebben op welke energie waar nodig is, en dus hoe de infrastructuur eruit moet zien. De circulaire economie vraagt veel ruimte en energie.

De industrie neemt momenteel bijna de helft van het jaarlijks energieverbruik voor zijn rekening.<sup>2</sup> De vijf grote industriële clusters - Rotterdam-Moerdijk, Chemelot, Noordzeekanaalgebied, Zeeland (Terneuzen en omstreken) en Noord-Nederland (Eemshaven-Delfzijl en Emmen) - zijn verreweg de grootste energieverbruikers. Zij zijn dus sterk structurerend voor de toekomstige energiehoofdstructuur. Maar het is de vraag of de clusters in hun huidige vorm en op de huidige plek bestaansrecht houden binnen een volledig circulaire economie. Zij zullen hoe dan ook een gedaanteverandering ondergaan door de transitie.



## Schaarste grondstoffen

Voor de energietransitie zijn we afhankelijk van kritieke materialen, veelal afkomstig uit gebieden buiten Europa. Dat kan de omschakeling naar volledig hernieuwbare energie hinderen. Wij zijn kwetsbaar voor geopolitieke afhankelijkheid en voor een opstuwning van de inkooprijzen. Schaarste van grondstoffen zal een limiet stellen aan het mondiale duurzaam energiegebruik. Dit onderstreept het belang om ook de energievraag zelf ter discussie te stellen en in te zetten op reductie van het energieverbruik.<sup>3</sup>

Afbeelding: Studio Marco Vermeulen (2021), Circular Mainframe.

<sup>2</sup> PBL (2021), *Klimaat- en energieverkenning 2021*. Aandeel in totaal primair verbruik in 2020 (2940 PJ): Industrie 47,6% - gebouwde omgeving 22,2% - mobiliteit 15,2% - elektriciteit 9,8% - landbouw 5,1%

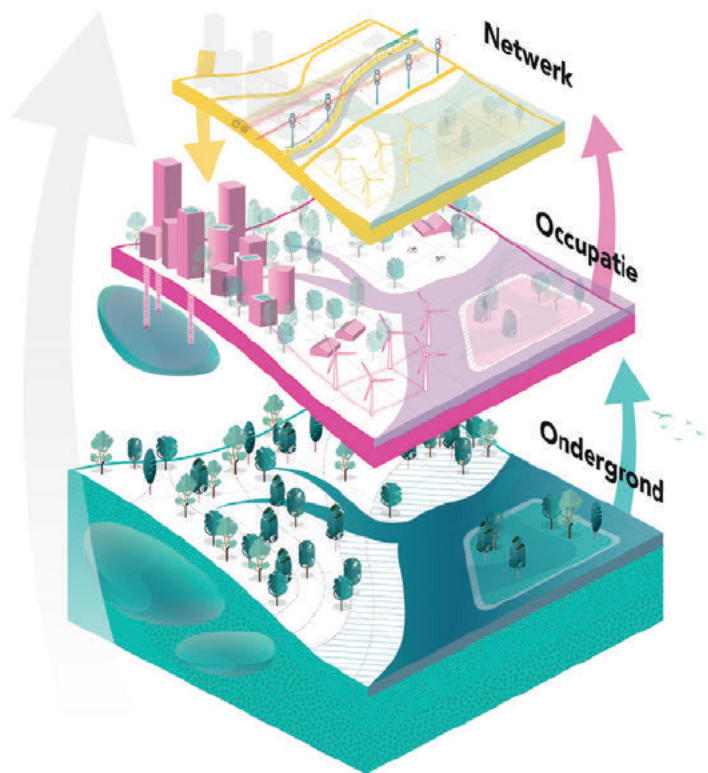
<sup>3</sup> NOHNIK architecture and landscapes (2022), *Stroomdossier Energie*; Rademacher de Vries Architecten (2022), *Dossier Goederen & Grondstoffen*.

Afbeelding: Metabolic, Copper, Polars & Quintel (2021), Een circulaire energietransitie

## Bodem en water zijn sturend

In het regeerakkoord staat een korte zin met een grote betekenis: “Water en bodem worden sturend bij ruimtelijke planvorming”.<sup>4</sup> Klimaatverandering en een stijgende zeespiegel dwingen ons om na te denken over het kwetsbare systeem waarin we leven. In de ruimtelijke ordening is het een beproefd hulpmiddel om hierbij te redeneren vanuit de zogenaamde lagenbenadering. De condities van de ondergrond (het levende bodem- en watersysteem) vormen het fundament voor ruimtegebruik. Zeker in ons land dat grotendeels bepaald wordt door de delta van grote Europese rivieren. Belangrijke vraag is wat de zeespiegel die blijft stijgen doet met deze ondergrond. Hoe lang kunnen we plekken ‘beschermen’ en op welk moment moeten we gaan ‘meebewegen’<sup>5</sup>? Kortom: waar kunnen we in de toekomst veilig wonen en werken? Waar liggen de toekomstbestendige industrieclusters?

Conditie van de ondergrond zijn ook bepalend voor robuuste structuren en (energie)netwerken. Door nu in deze structuren te investeren kunnen we de occupatie zorgvuldig sturen. Met de aanleg van infrastructuur en netwerken kunnen we voorsorteren op de noodzakelijke, ingrijpende, klimaatadaptieve ruimtelijke ontwikkeling. Dit is een fundamenteel andere houding dan vanuit het bestaande voortredeneren naar de nabije toekomst.

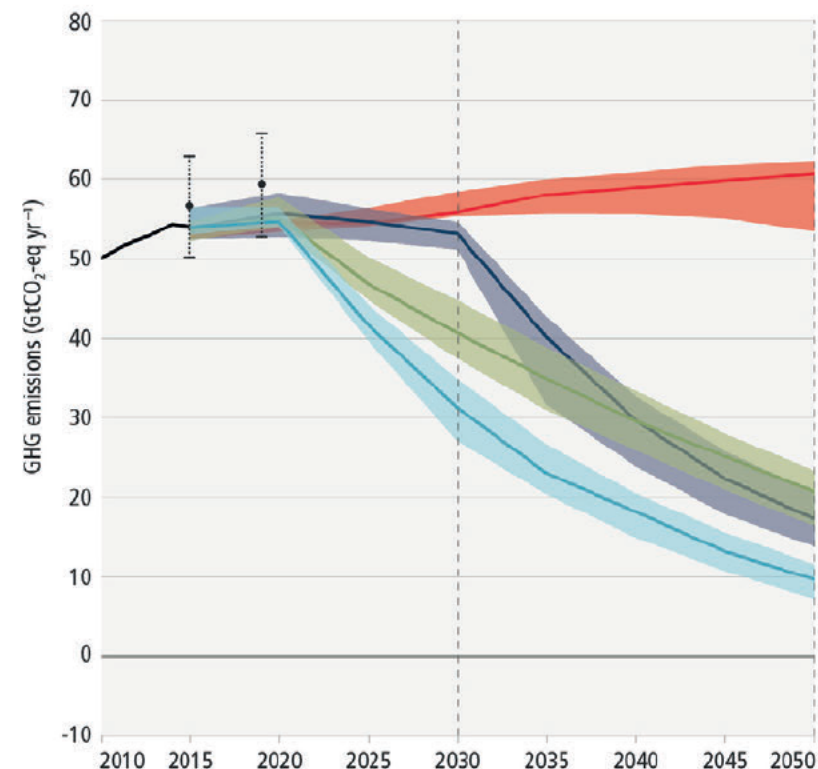


Afbeelding: H+N+S  
Landschapsarchitecten,  
NOHNIK architecture and  
landscapes, Rademacher  
de Vries Architecten (2022),  
Toekomstverkenning NL2100.

4 In de Ruimtelijke Ordeningsbrief van Hugo de Jonge (17-05-2022) wordt het belang van het luisteren naar ons bodem en watersysteem als startpunt voor alle andere opgaven benadrukt.  
5 Zie Deltares (2019), Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging.

## Korte versus lange termijn: een dilemma van formaat

De adviesvraag van het PEH is toegespitst op *de samenhang tussen de energiehoofdstructuur en andere ruimtelijke opgaven op de lange termijn*. Dit introduceert een dilemma van formaat. Immers, om de klimaatdoelen te halen moeten we enorm versnellen in de verduurzaming van ons land.<sup>6</sup> Daar horen forse investeringsbeslissingen bij die niet kunnen wachten tot er meer zekerheid is over de snelheid van zeespiegelstijging of de aard van de transitie naar een circulaire economie. Onderstaande voorbeelden illustreren de urgentie van actuele keuzes die tegelijk bepalend zijn voor de adaptatiemogelijkheden in de toekomst.



Projected global GHG emissions from NDCs announced prior to COP26 would make it likely that warming will exceed 1.5°C and also make it harder after 2030 to limit warming to below 2°C.

- Trend from implemented policies
- Limit warming to 2°C (>67%) or return warming to 1.5°C (>50%) after a high overshoot, NDCs until 2030
- Limit warming to 2°C (>67%)
- Limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot
- Past GHG emissions and uncertainty for 2015 and 2019 (dot indicates the median)

6 In het Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat (juni 2022), is uitgewerkt hoe we deze versnelling gaan realiseren.

Afbeelding: IPCC (2022),  
Climate Change 2022 –  
Mitigation of Climate change.



## Voorbeelden van korte termijn urgenties versus lange termijn vragen

### Noordzeekanaalgebied

De opslagcapaciteit in de boezem Noordzeekanaal/IJ/Amsterdam Rijnkanaal kent nu al weinig flexibiliteit. Dit vergroot de kans op overstromingen in laaggelegen gebieden. Hier dringt zich de keuze op: het water de ruimte geven of tegen houden. Hoe verhoudt deze keuze voor waterveiligheid zich tot het toevoegen van economische waarde door de aanlandingspunten van wind op zee? En tot de bijkomende hindercontouren die stedelijke ontwikkelingen op bepaalde plekken onmogelijk zullen maken?

De Amsterdamse woningbouwopgave kan vastlopen door de beslissingen die we op het gebied van energie en waterveiligheid nemen.

### Rotterdamse Haven

De Rotterdamse Haven is een van de aanlandingspunten voor wind op zee. Het havenbedrijf ziet toekomst voor zichzelf als duurzame energiehaven, bijvoorbeeld in de doorvoer van waterstof. Maar met een stijgende zeespiegel zal de doorvoer van waterstof. Maar met een stijgende zeespiegel zal de sluitfrequentie van de Maeslantkering sterk toenemen. Bij één meter zeespiegelstijging gaat het om gemiddeld drie keer per jaar, bij anderhalve meter om dertig keer.<sup>7</sup> Frequent sluiten van de kering heeft grote invloed op de scheepvaart. Wat betekent dit voor het functioneren van de Rotterdamse haven op langere termijn?<sup>8</sup>

### Zeeland

Zeeland heeft de enige producerende kerncentrale van Nederland. Met de aanlanding van wind op zee zijn er goede mogelijkheden om de omslag te maken naar een CO<sub>2</sub>-vrije energiemix voor de havengebonden industrie in Zeeland. Echter, op lange termijn zal de strijd tegen het water in Zeeland heel lastig worden.

De ruimtelijk impact van een gewenste duurzame energiemix die rond aanlanding van wind op zee bij Borsele zijn beslag krijgt (waterstoffabriek, de 380Kv verbinding en/of verbinding waterstof Borsele-Z-Vlaanderen) zal heel fors zijn, ook zonder een nieuwe kerncentrale. Welke transitiepaden voor klimaatadaptatie voor het gebied rond de Schelde en Zeeland passen bij de forse investeringen in de energietransitie?

Ook andere delta's en havensteden in Europa krijgen met dit vraagstuk te maken. En dat heeft weer invloed op Nederland. De haven van Antwerpen heeft nu al last van sterke getijdenwerking, die verder toeneemt bij een stijgende zeespiegel. Hoe lang is deze haven houdbaar in het licht van zeespiegelstijging, en wat betekent dat voor Zeeland en de Rotterdamse haven? En omgekeerd, welke consequenties hebben beschermingsstrategieën die we voor de Westerschelde kiezen voor de Antwerpse haven?

### Tekort aan netcapaciteit

Netbeheerders reageren op ontwikkelingen in de occupatielaag: daar waar vraag is leggen zij een netwerkaansluiting aan. De occupatie verandert echter te snel om er kapitaalintensieve infra voor aan te leggen. Het gevolg zien we nu: netverzwaringen zijn te laat. Ontwikkelingen lopen vast omdat ze niet aangesloten kunnen worden. Alleen al in Noord-Holland moeten er op korte termijn tientallen onderstations bij komen. Maar waar? Het vinden van planologische ruimte wordt steeds moeilijker.

Anderzijds biedt de komst van een onderstation kansen voor andere opgaven. Welke aantrekkingskracht hebben zij op andere ruimtelijke ontwikkelingen? Op welke plekken wil je dat juist wel/niet stimuleren? En hoe hangt deze noodzakelijke uitbreiding van het energienetwerk samen met veranderende inzichten op lange termijn?

<sup>7</sup> H+N+S Landschapsarchitecten (2022), *Dossier Water*; Deltares (2019), *Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging*.

<sup>8</sup> Rademacher de Vries Architecten onderzocht in het Toekomstatelier hoe de Regio Rijnmond zich kan aanpassen aan een stijgende zeespiegel. Zie *Toekomstverkenning NL2100*.

## Benut de nieuwe energiehoofdstructuur om te sturen op duurzame en circulaire industrie op veilige locaties in onze kwetsbare delta

Het energienetwerk ondersteunt én stuurt de ruimtelijke inrichting van Nederland. De infrastructuur beïnvloedt de ruimtelijke ontwikkeling van grote industrieclusters. Grote nieuwe energievragers strijken neer waar ze goed toegang tot hernieuwbare energie hebben. Dat zien we nu al gebeuren bij de datacenters. Ook de grootschalige productie van duurzame energie moet op de hoofdinfrastructuur van het energienetwerk aangesloten zijn.

Met de aanleg van nieuwe energienetwerken schep je nieuwe (on)mogelijkheden. Vanuit dit perspectief kan het Programma Energiehoofdstructuur een effectief instrument zijn om te zorgen dat duurzame industrie zich op veilige locaties in onze kwetsbare delta vestigt. Om de juiste beslissingen te nemen, moeten we wel eerst grip krijgen op de toekomst van Nederland, met name op het gebied van waterveiligheid en de ruimtelijke gevolgen van een circulaire economie. Dat betekent: ver vooruitkijken. Nadenken over de lange termijn - een stuk verder dan 2050 - en vervolgens terug redeneren naar nu. Dat leidt tot betere beslissingen dan alleen vanuit het huidige tijdsgewricht extrapoleren naar de toekomst.

## Schep tijd en ruimte voor afstemming

Op dit moment wordt er in 22 nationale programma's gewerkt aan de 'nationale structurerende keuzes'. Het realiseren van de energiehoofdstructuur is één van deze nationale programma's, maar wel een die sterk raakt aan opgaven die in andere programma's worden uitgewerkt. Tijdige afstemming tussen de 22 spelers is hard nodig. Een sectorale aanpak van grote opgaven (onder andere woningbouw, energietransitie, stikstof, mobiliteit) kent te veel risico's, zoals het ontstaan van lock-in-situaties, het missen van kansen voor synergie, of het verliezen van draagvlak in de samenleving.

Om voor het PEH tot een integrale afweging te komen, is het de kunst om zo vroeg mogelijk boven tafel te krijgen waar achterliggende doelen schuren, waar programma's elkaar versterken, en hoe de keuzes in de sectorale programma's op elkaar door werken. Sommige programma's zijn nauw verwant, daar lijkt een verdergaande koppeling voor de hand te liggen. We denken hierbij aan het Deltaprogramma, het Programma Circulaire Economie en het Programma Werklocaties.

In de RO-brief noemt minister De Jonge de programma's NOVEX en Mooi Nederland en de aanscherping van de NOVI als de plekken waar de samenhang in beleid wordt gerealiseerd.<sup>9</sup>

Om die samenhang te creëren moeten de nationale programma's echt programmatisch gaan werken: in aanhoudende afstemming, uitwisseling en bijsturing tussen afzonderlijke programma's en door schaalniveaus heen. Nieuwe inzichten kunnen telkens worden geïntegreerd.

### Urgente vraag:



**Hoe organiseren we tijd en ruimte om voortschrijdend inzicht af te stemmen met en tussen de nationale programma's?**

**“Nadenken over de lange termijn en terug redeneren naar nu leidt tot betere beslissingen dan alleen vanuit het huidige tijdsgewricht extrapoleren naar de toekomst.”**

<sup>9</sup> Ruimtelijke Ordeningsbrief Hugo de Jonge (17-05-2022), hierin worden ook alle 22 programma's beschreven per verantwoordelijk departement.

# Gebruik altijd de laatste inzichten uit het Kennisprogramma Zeespiegelstijging

Veiligheid van locaties op de lange termijn is sturend voor beslissingen over een duurzame en circulaire toekomst via de energiehoofdstructuur. De eerste vraag is dan ook: liggen de huidige vitale functies in Nederland op locaties die veilig genoeg blijven bij een stijgende zeespiegel? Het antwoord bepaalt hoe veel je waar investeert en voor hoe lang.

Het onderzoek naar adaptatiepaden voor de waterveiligheid is hier relevant. Binnen het Deltaprogramma en het Kennisprogramma Zeespiegelstijging werken onderzoekers langetermijnstrategieën voor zeespiegelstijging uit, voortbouwend op de meest recente internationale en wetenschappelijke inzichten (IPCC). Zij maken zichtbaar welke gebieden op de lange termijn fragiel zijn en welke gebieden robuust – dus tot hoe ver we kunnen beschermen en wanneer we moeten meebewegen.

Op vergelijkbare wijze kunnen we nadenken over het aanpassingsvermogen van energienetwerken en de locaties van verbruik en productie. We hoeven daarbij niet te wachten op de definitieve inzichten uit het Kennisprogramma in 2025. Er is al veel kennis beschikbaar. Zorg dat het PEH (en de andere sectorale programma's) altijd aangehaakt is bij de laatste inzichten, zodat de belangrijke en structurerende beslissingen gestoeld zijn op die kennis.

Leg bijvoorbeeld de ruimtelijke en energetische alternatieven die gebruikt worden in het Programma Energiehoofdstructuur naast de huidige adaptatiepaden uit het Deltaprogramma. Dat maakt inzichtelijk waar het wringt en waar aanpassingen nodig zijn.

Vervolgens kunnen binnen het PEH adaptatiepaden worden uitgewerkt voor de lange termijn. Wat zijn sterk structurerende keuzes in de energiehoofdstructuur en tot welk moment kunnen we meerdere wegen bewandelen? Welke keuzes zijn nog robuust bij een zeespiegelstijging van meer dan anderhalve meter?

Een sterkere samenwerking tussen het Programma Energiehoofdstructuur, het Programma Infrastructuur Duurzame Industrie, het Programma Werklocaties en het Deltaprogramma met het Kennisprogramma Zeespiegelstijging is hiervoor nodig.

## Urgente vragen:



**Wanneer worden welke gebieden kwetsbaar?**



**Hoe verhoudt zich dat tot voorgenomen investeringen?**

**“Een sterkere samenwerking tussen het PEH, het Programma Infrastructuur Duurzame Industrie, het Programma Werklocaties en het Deltaprogramma is nodig.”**

## Formuleer visie op de nieuwe economische hoofdstructuur

Nederland heeft een nieuw economisch-ruimtelijk verhaal nodig. Het narratief van de BV Nederland met de mainportstrategie en de grote industriële clusters, begint economisch kwetsbaar te worden. Ook het maatschappelijk draagvlak kalft de laatste jaren snel af. De nieuwe visie zal geënt zijn op de transitie naar een circulaire economie. Deze stap naar een duurzame toekomst verandert de aard van de huidige industriële activiteiten op termijn flink en wordt bepalend voor de toekomstige energiehoofdstructuur.

De grote industrieën die we vandaag de dag als gevestigde orde zien zullen hoe dan ook transformeren. Of soms zelfs verdwijnen: we kennen allemaal het voorbeeld van Zuid-Limburg en de mijnindustrie, waar in tien jaar tijd het gehele economische cluster ineenstortte.

Om te voorkomen dat de industrie die we willen behouden uit ons land vertrekt, moeten we voorsorteren op de duurzame toekomst. We moeten nadenken over vragen als: Welke industriële processen hebben nog een toekomst in Nederland en waar? Als we in een circulaire economie voornamelijk bouwen met *biobased* en *gerecyclede* materialen, op welke schaal produceren we dan nog bakstenen en staal? Is er nog een kunstmestfabriek nodig, als we transformeren naar een kringlooplandbouw zonder kunstmest? Welke nieuwe industrieclusters maken hun opwachting?

Laat dit denken uitmonden in een strategische visie op de Economische Hoofdstructuur van Nederland op lange termijn. Zo'n visie is een noodzakelijke aanvulling op het omgevingsbeleid zoals beschreven in de NOVI. De denkinspanning kan een betere samenwerking tot stand brengen tussen alle programma's die zich nu al met economische ontwikkeling bezighouden: het Programma Circulaire Economie, het Programma Werklocaties, het Programma Energiehoofdstructuur en het Nationaal Programma Landelijk Gebied.

**“Om te voorkomen dat de industrie die we willen behouden uit ons land vertrekt, moeten we voorsorteren op de duurzame toekomst.”**

Urgente vragen:



**Hoe verandert de ruimtelijke-economische structuur van ons land door de transitie naar een circulaire economie?**



**Waar zitten in de toekomst de grootste (industriële) energieverbruikers?**

## Weeg onzekerheden mee bij investeringen

**“Geen enkel alternatief in PEH houdt rekening met klimaatverandering en economische verschuivingen door de transitie naar een circulaire economie. Hiermee missen alle alternatieven de aansluiting met systeemkeuzes op de lange termijn.”**

Zodra we globaal in beeld hebben tot wanneer de (water)veiligheid van locaties gegarandeerd kan worden én hoe de economische hoofdstructuur van een circulaire economie eruit zal zien (waar liggen de toekomstige industriële clusters), dan kunnen we beter gefundeerde beslissingen nemen over waar we wel en waar we niet (meer) in investeren.

Maar er is een catch. We bevinden ons bepaald niet in een blanco startsituatie. We ontkomen niet aan grote investeringen op korte termijn, want zonder verdere verduurzaming van de huidige industrieclusters halen we de klimaatdoelen zeker niet. We kunnen dus niet per direct stoppen met investeren in kwetsbare locaties of industrieën met een onzekere toekomst.

Met andere woorden, de energiehoofdstructuur kent ook een transitiedeel - investeringen die bij lange na de bijbehorende vervangingstermijn niet halen.

Het belangrijkste is dat we ons bewust zijn van deze tijdelijkheid. We besluiten soms toch tot dergelijke investeringen vanuit het bredere maatschappelijk rendement ervan. De extra kosten die dit met zich mee brengt moeten we erkennen en incalculeren. Dit vraagt om het integraal beoordelen van investering en rendement: gebieds-, sector- en tijdschaaloverstijgend. Richtinggevend is niet de vraag of de investering voor het hier en nu lonend is, maar waar en hoe je het best kunt investeren zonder problemen elders in tijd en plaats te vergroten.

De praktijk van het Deltaprogramma kan als voorbeeld dienen: tegelijk werken aan actuele waterveiligheidsopgaven zoals dijkversterking en klimaatadaptieve inrichting, en parallel investeren in kennisontwikkeling en gezamenlijke visievorming op basis van denkbare adaptatiepaden voor de lange termijn. Ook voor de energie-intensieve industrieclusters geldt dat we bestaande activiteiten zo snel mogelijk moeten verduurzamen én tegelijkertijd moeten voorsorteren op onontkoombare ruimtelijke adaptatie.

Het PEH is vanzelfsprekend nog niet zover. Binnenkort vindt een Integrale Effectanalyse<sup>10</sup> plaats binnen het programma, waarin knelpunten en structuurkeuzes uit verschillende ruimtelijke en energetische alternatieven worden gewogen.<sup>11</sup> De alternatieven geven weliswaar een goed overzicht van de huidige bandbreedte op energetische en ruimtelijk vlak, maar beslaan zeker niet het speelveld van mogelijke toekomst. Geen enkele houdt rekening met klimaatverandering en economische verschuivingen door de transitie naar een circulaire economie. Hiermee missen alle alternatieven de aansluiting met systeemkeuzes op de lange termijn.

**Urgente vragen:**



**Welke klimaatscenario's hanteren we voor 2100 en wat zijn hiervan de ruimtelijke gevolgen?**



**Hoe lang is er 'klimaat zekerheid' en wat zijn kosten/baten om vitale infrastructuur en locaties waar veel energie wordt verbruikt of opgewekt veilig te houden?**

<sup>10</sup> Pondera & CE Delft (2021), [Programma Energiehoofdstructuur Concept-Notitie Reikwijdte en Detailniveau](#).

<sup>11</sup> De alternatieven zijn gebaseerd op de I13050 energiescenario's: Netbeheer Nederland (2021), [Het energiesysteem van de toekomst. Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050](#).

## Overbrug de kloof tussen energie en ruimte

Netbeheerders, energie-ingenieurs, planologen, stedenbouwkundigen en ruimtelijke ordenaars kunnen niet zonder elkaar. Ze vullen elkaar aan en hebben elkaars kennis nodig. De energie-infrastructuur is immers niet alleen een technische maar ook een ruimtelijke opgave, die sterk ordenend is en richting geeft aan toekomstige (stedelijke) ontwikkelingen. Maar het gat tussen de energiesector en de ruimtelijke ordening is onverminderd groot. De professionals kennen en ontmoeten elkaar te weinig en als ze elkaar spreken ontbreekt het vaak aan een gemeenschappelijk vocabulaire. Het is noodzakelijk dat deze disciplines wederzijds begrip voor ieders logica en kennis kweken, een gemeenschappelijke (beeld)taal ontwikkelen en gezamenlijk werken aan toekomstverkenningen. Dat kost tijd en aandacht. Een podium voor kennisuitwisseling bieden de lerende netwerken die het Nationaal Programma Regionale Energiestrategie (NP RES) inricht. Een eerste aanzet, want ook voor deze lerende netwerken is een meer gestructureerde aanpak nodig om samenwerking te versnellen.<sup>12</sup> Het samenbrengen van deze twee disciplines moet ook zijn neerslag vinden in het Programma Energiehoofdstructuur. Dat vraagt om structurele inzet van strategische ruimtelijke kennis.

### Sluit regionale deals

Naast een ruimtelijk strategische opgave, is de energiehoofdstructuur ook een inrichtingsopgave. Het landschap waardoor de energiehoofdstructuur zich een weg baant is niet leeg en niet zonder betekenis. Er wonen, werken en recreëren mensen. Inwoners koesteren hun band met het landschap, het verleden ligt erin besloten. Zij kunnen windturbines, zonnepanelen en nieuwe hoogspanningsleidingen voelen als een inbreuk op hun leefomgeving. Wanneer er te weinig aandacht wordt besteed aan deze gevoelens, neemt de weerstand tegen verandering toe.

<sup>12</sup> Zie het Pon|telos (2022), *De kracht van de combinatie. Leren op het raakvlak van energie en ruimtelijke ordening*. In dit advies worden drie elkaar aanvullende opties voor leernetwerken beschreven.

Bestaande waarden, landschappelijke structuren en kwaliteiten moeten daarom medebepalend zijn voor de plekken waar de energieproductie en -infrastructuur in het landschap landen.<sup>13</sup> En we moeten bij economische investeringen ook serieus in het landschap investeren. Het combineren van grootschalige ruimtelijke ingrepen mét de energie-infrastructuur biedt mogelijkheden om een gebied te verbeteren. Zoals het natuurinclusief maken van alle nationale energienetwerken, of het koppelen van windparken op zee met het versterken van de bodem- en zee-ecologie.

In het advies aan de RES 2.0 dat we eind 2021 hebben uitgebracht noemen we de ‘regionale package deal’. Wanneer je verschillende urgente opgaven zoals energie-infrastructuur en -opwekking, klimaatadaptatie, stikstof en natuur in samenhang aanpakt, kunnen de regio en de inwoners er in het geheel op vooruit gaan. Zo ontstaat meer draagvlak voor ingrepen die de leefomgeving veranderen.<sup>14</sup> Oefenen en experimenteren met dergelijke deals is hard nodig. Het Programma Mooi Nederland kan hier een belangrijke rol in spelen door sectorale opgaven en schaalniveaus te verbinden: wat betekenen de regionale uitwerkingen voor nationale systeemkeuzes en andersom?<sup>15</sup>

#### Urgente vragen:



**Hoe stimuleren en versnellen we brede kennisuitwisseling tussen energiesector en ruimtelijke ordening?**



**Hoe zien regionale package deals eruit? Kunnen we nieuwe arrangementen bedenken in verdeling van kosten, baten, verantwoordelijkheden en risico's tussen alle opgaven?**

**“De energiehoofdstructuur is niet alleen een technische maar ook een ruimtelijk strategische opgave én een inrichtingsopgave.”**

<sup>13</sup> De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed helpt bij het vinden van de juiste balans. Zie *energie en landschap*.

<sup>14</sup> College van Rijksadviseurs (2021), *Advies voor RES 2.0*.

<sup>15</sup> Bijvoorbeeld via de actielijn handelingsperspectieven op gebiedsniveau. Zie Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2022), *Programma Mooi Nederland*.

## Erken dat de huidige leveringszekerheid onhoudbaar is

Het tijdperk van een vrijwel onbegrensd vraaggestuurd energiesysteem loopt ten einde. Sinds de Wederopbouw is het energienetwerk altijd faciliterend geweest. Netbeheerders zijn op grond van de Elektriciteitswet verplicht om iedereen die daarom vraagt een aansluiting op het elektriciteitsnet te geven. Dit lukt niet meer. De netbeheerders kunnen de vraag niet meer aan, enerzijds door de snelle toename van decentrale duurzame opwekking, anderzijds door de snelle opkomst van grote elektriciteitsgebruikers. Het gevolg is dat het tekort aan netcapaciteit nu op veel plekken nieuwe ontwikkelingen beperkt.<sup>16</sup> Energie stuurt steeds sterker op ruimte.

Louter een been bijtrekken - beter benutten en verzwaring van het huidige netwerk - is niet voldoende. Het ontbreekt ons aan de materialen, tijd en ruimte om op de traditionele manier netten te blijven verzwaren en altijd, overal de maximale hoeveelheid energie beschikbaar te stellen. Het groeiende grondstoffentekort en de nu al beperkte ruimte om nieuwe netwerken en onderstations te realiseren, dwingen tot verandering. Van een vrijwel onbegrensd (zowel kwantitatief als qua locaties) vraaggestuurd energiesysteem zullen we noodgedwongen transformeren naar een meer aanbodgestuurd energiesysteem met meer ruimtelijke sturingskracht. Dat vraagt om het maken van scherpere keuzes.

Te beginnen met de erkenning dat het huidige principe van leveringszekerheid onhoudbaar is. We moeten manieren vinden om met de beperkte netcapaciteit en het fluctuerende energie-aanbod om te gaan. De mate van leveringszekerheid zal per gebied verschillen. Daar kunnen we ruimtelijk op sturen. Net als de overheid geen droge voeten garandeert bij buitendijks bouwen, zal op bepaalde locaties in de toekomst geen energielevering gegarandeerd zijn.

<sup>16</sup> Zie Capaciteitskaart Netbeheer Nederland.

Bij een ander schaars goed - water bij droogte - is al een 'hiërarchie' van gebruikers opgesteld: de verdringingsreeks.<sup>17</sup> Hoge zandgronden worden door de toenemende droogte steeds minder geschikt om landbouw op te bedrijven. Naar analogie kunnen we ook voor de beschikbaarheid van energie een verdringingsreeks ontwikkelen en inzetten als ruimtelijk planningsinstrument: elektrische energie gaat bijvoorbeeld als eerste naar veiligheid (droogpompen en bemalen van onze polders) en vitale functies zoals drinkwater, datadiensten en zorg. De huidige onzekere gasmarkt laat de relevantie zien van energie toedeling bij grote schaarste.

Maar het gaat verder dan een toedelingsvraagstuk. Het gaat ook om de vraag welk energieverbruik we in de toekomst willen stimuleren en waar we juist van af willen. Zo verplicht de huidige wet netbeheerders om een aansluiting te maken voor vervuilende industrie die niet past in de klimaatdoelen en daarmee dus tijdelijk is. De nieuwe energiewet biedt de kans voor verandering en aanscherping om de transitie naar een aanbodgestuurd energiesysteem dat ten dienste staat van een duurzame samenleving te stimuleren.

**Urgente vraag:**



**Welk nieuw instrumentarium is nodig om een aanbodgericht energiesysteem op te bouwen?**

<sup>17</sup> Zie Verdringingsreeks bij watertekort.

**“Naar analogie van de verdringingsreeks voor water kunnen we voor de beschikbaarheid van energie een verdringingsreeks ontwikkelen en inzetten als ruimtelijk planningsinstrument.”**

## Zet in op een Europees én regionaal energiesysteem

Een gelijktijdige inzet op de regio én op Europa draagt bij aan een robuust toekomstig energiesysteem.

We kunnen niet zonder Europa als het gaat om de toelevering en afname van duurzame energie. Op het gebied van energie en grondstoffen is Europese samenwerking belangrijker dan ooit. Het hele continent moet klimaatdoelen halen en wil minder afhankelijk zijn van de invoer van energie en kritieke materialen uit andere delen van de wereld. De huidige geopolitieke instabiliteit versterkt deze urgentie. Tegelijkertijd is ook de inzet op de regio onmisbaar. Hoe meer we vraag en aanbod op het regionale en lokale schaalniveau bij elkaar brengen, hoe geringer de noodzaak om energie te transporteren.

In het denken over mobiliteit en verstedelijking is nabijheid inmiddels een leidend principe. Nabijheid voorkomt mobiliteit, waardoor er minder infrastructuur nodig is. Ook voor energie-infrastructuur geldt: hoe meer in de directe nabijheid wordt opgewekt en verbruikt, hoe minder infra er nodig is.

Er is ook een parallel met waterbeheer te leggen. De drietrapsstrategie - eerst water vasthouden, dan bergen en daarna pas afvoeren - kun je ook toepassen op energiegebruik. Eerst direct gebruiken, vervolgens lokaal opslaan, en daarna pas verplaatsen (over een zo kort mogelijke afstand).

**“De ontwikkeling van regionale energiebiotopen, waarbinnen een zekere regionale energiebalans ontwikkeld kan worden is een *no regret*.”**

## Stimuleer lokale/regionale energiebiotopen

Energiebesparing blijft nog altijd de eerste *no regret*<sup>18</sup>. Goede tweede is de ontwikkeling van zogenaamde regionale energiebiotopen, waarbinnen een zekere regionale energiebalans ontwikkeld kan worden. Een energiebiotoop is een afgebakend leefgebied waarin de omgevingsomstandigheden, zoals geografische ligging en potenties vanuit bodem en water, in de volle breedte worden benut voor de opwekking van hernieuwbare energie, op alle mogelijke manieren. De relatie tussen opwekking en verbruik is in een energiebiotoop zo direct en zo lokaal mogelijk, zowel in plaats als in tijd. Er wordt zo min mogelijk energie getransporteerd.<sup>19</sup> Binnen de energiesector wordt dit ook wel ‘holon’ genoemd.<sup>20</sup>

De dertig regionale energiestrategieën (RES'en) kunnen een eerste stap zijn richting energiebiotopen. Gedwongen door het tekort aan netcapaciteit zullen we de komende jaren steeds meer leren over het bij elkaar brengen van vraag en aanbod, lokaal bufferen en uitwisselen, piekschaven etc. De RES is wat dat betreft een grote experimenteerterruimte voor de toekomstige energiebiotopen. Technische innovaties zullen de benodigde ruimte voor het opwekken waarschijnlijk verkleinen, waardoor regio's tot op een bepaalde hoogte meer zelfvoorzienend kunnen opereren. Een nationaal netwerk blijft niettemin nodig om de grote energievragers te bedienen.

<sup>18</sup> Zie ook eerder adviezen van het College van Rijksadviseurs o.a. [Via Parijs](#) (2019) en [Advies voor RES 2.0](#) (2021).

<sup>19</sup> Het concept energiebiotoop heeft NOHNIK architecture and landscapes uitgewerkt in het Toekomsttelier. Zie [Toekomstverkenning NL2100](#).

<sup>20</sup> Topsector Energie (2020), [Systeemintegratie, Naar een holarchisch energiesysteem!](#)



## Ontwikkel een stevig West-Europees netwerk

Nederland zal niet zonder Europa kunnen. Zelfs als het lukt om vrijwel geheel zelfvoorzienend te worden, zal er altijd een internationaal opererend energienetwerk nodig zijn om het systeem robuust te maken. Of het nu gaat om uitwisselen van elektriciteit, van warmte, (groen) gas, of waterstof. We moeten op Europese schaal leren omgaan met pieken, manieren ontwikkelen om energie te bufferen, en gezamenlijk de meest strategische locaties voor waterstofcentrales bepalen. De nationale energiehoofdstructuur is en blijft een onderdeel van dit Europese netwerk. We handelen nu volop met onze buurlanden. Goedkope stroom uit Nederland wordt gebruikt om Noorse stuwmeren te vullen, die weer elektriciteit terug leveren als er hier een tekort is.<sup>21</sup> Dit type samenwerkingen en uitwisselingen zal in de toekomst verder toenemen, en dat vraagt om andere energie-unies. Bijvoorbeeld de ontwikkeling van een stevig energienetwerk tussen de Noordzeelanden, waarbij de aangesloten landen gezamenlijk profiteren van windenergie en waterkracht.

### Urgente vragen:



**Hoe kunnen we het bestaande net beter benutten en onnodig transport van energie voorkomen? Welke ruimtelijke consequenties heeft dat?**



**Hoe beïnvloeden energiebeslissingen bij onze directe buurlanden Duitsland en België en de partners op de Noordzee onze hoofdstructuur?**

<sup>21</sup> Volkskrant 30 mei 2022 – In deze zwaarbewaakte controlekamer wordt het stroomnet in balans gehouden, ook als de zon piekt.

# Tot slot

Het vormgeven van de energiehoofdstructuur maakt de noodzakelijke verduurzaming van Nederland mogelijk én geeft richting aan toekomstige ontwikkelingen. Dit advies onderstreept de urgentie om in de afwegingen de lange termijn mee te nemen. Opdat we investeren vanuit de kennis over ons bodem- en watersysteem, over het veranderende klimaat en met het oog op de transitie naar een circulaire economie.

Intensieve kennisuitwisseling tussen (sectorale) beleidsprogramma's, maar ook tussen de verschillende overheidslagen en tussen overheid, markt en wetenschap is onmisbaar om vooruit te komen. We hebben elkaar nodig.

Vanuit onze professie als ruimtelijk ontwerpers kunnen we met ontwerpend denken en handelen een bijdrage leveren aan het verkrijgen van nieuwe inzichten en het verkennen van nieuwe richtingen.

De kunst is om koers te houden en tegelijkertijd open te blijven staan voor nieuwe inzichten.

Jannemarie  
de Jonge

Wouter  
Veldhuis

Francesco  
Veenstra

**Uitgave van het College van  
Rijksadviseurs:**

**Francesco Veenstra**

Rijksbouwmeester

**Jannemarie de Jonge**

Rijksadviseur voor de Fysieke  
Leefomgeving

**Wouter Veldhuis**

Rijksadviseur voor de Fysieke  
Leefomgeving

**Tekst**

Miriam Ram

Marieke Francke

Jannemarie de Jonge

Wouter Veldhuis

**Tekstredactie**

Marijke Bovens

**Vormgeving**

Eline Hoftiezer

College van Rijksadviseurs

Postbus 20952

2500 EZ Den Haag

Bezoekadres:

Korte Voorhout 7

2511CW Den Haag

Tel. 088-1158171

[www.collegevanrijksadviseurs.nl](http://www.collegevanrijksadviseurs.nl)