Van Visie naar Verandering:
Jongeren over het energiesysteem van 2050

2050 Begint Nu
Jongeren met een backcast naar het energiesysteem van de toekomst

platform energie pioniers
powered by

Den Haag, Juli 2025

Auteurs: Elfie de Jong, Franka Tetteroo, Iris Berghof, Jasper Derriks, Luc Nijland en Niklas Burger.

Voorwoord

De wereld heeft tijdens het eerste PEP-project allesbehalve stilgestaan: een nieuw Kabinet is aangetreden en gevallen, geopolitieke verhoudingen staan op spanning en de klimaatdoelen zijn verder uit zicht geraakt. Alhoewel vele van deze ontwikkelingen terug te vinden zijn in dit rapport, zoals de noodzaak van energie onafhankelijkheid, lijken wij met onze vooruitziende blik achter de feiten aan te lopen.

De oplettende lezer zal bijvoorbeeld observeren dat de wind op zee doelen intussen zijn terug geschaald terwijl groep 1 nog vasthoudt aan het originele NPE-doel. Dit is echter juist de bewegingsreden van PEP: niet vastgeklonken zitten aan wat nu realistisch geacht wordt en juist vanuit een heldere visie op 2050 terugkijken naar wat nu actie vereist. Al zullen wij niet ontkennen dat het gebrek aan actie wat betreft klimaat en energie het afgelopen jaar die visie en die stappen bemoeilijken.

Deze kanttekeningen daargelaten zijn wij ontzettend trots op dit eindproduct. De vele inhoudelijke discussies binnen de groep maar ook met experts waren een genot. Daarnaast hebben de deelnemers hun tanden gezet in de materie die hen het meest aansprak om hun creativiteit te combineren met de toch zeer technische energietransitie. Het pilot jaar heeft zeker aangetoond waar de verbeterpunten liggen wat betreft structuur, organisatie en methodologie; wij gaan deze meenemen in de volgende ronde. Wij wensen de lezers een inspirerende, inzichtrijke maar bovenal leuke tijd met het eerste PEP-rapport!

Inhoudsopgave

Table of Contents

Voorwoord *2*

Inhoudsopgave *3*

I. Introductie ..... *I*

II. De Weg Terug – Onze Backcasting-aanpak ..... *II*

III. Onze Visie op 2050: Samenleving en Energiesysteem ..... *III*

IV. De Eerste Lichting *8*

V. Visie Groep 1 ..... *9*

VI. Visie Groep 2 ..... *21*

VII. Tijdlijn; Concreet terugdenken vanuit de toekomst. *25*

VIII. Aanbevelingen *26*

IX. Bibliografie *27*

I. Introductie

PEP is een vereniging van studenten en jong werkenden die de verduurzaming van Nederland hoog in het vaandel heeft staan. Zij zijn de generatie die de energietransitie gaat doorleven en tot in de laatste fase zal vormgeven. Het is daarom belangrijk om de doorslaggevende groep van later te betrekken bij de besluitvorming van nu. Zodat zij kunnen aangeven waar hun prioriteiten liggen, hoe zij het ideale energiesysteem voor zich zien en waar zij naartoe willen groeien.

Daartoe heeft PEP een breed kader opgesteld bestaande uit twee delen: 1.) de Nederlandse samenleving en 2.) het Nederlandse energiesysteem van 2050. Deze geldt als fundament voor alle keuzes die de deelnemers in de sub-visies maakten. Het is goed om te benadrukken dat de visie van PEP geenszins als alomvattend manifest bedoeld is, maar juist als een creatieve, kritische en vernieuwende blik op onze toekomst. Wel blijven betaalbaarheid, betrouwbaarheid en duurzaamheid fungeren als randvoorwaarden. Onze inzichten hebben daarom als hoogste doel het aanzwengelen van een discussie over de koersbepaling van de energietransitie.

Met de visie op het energiesysteem van 2050 als uitgangspunt hebben de deelnemers in kleinere groepjes subdoelen opgesteld. Met behulp van de backcastmethode hebben zij deze subdoelen gedurende een jaar uitgewerkt en omgetoverd tot hun eigen visie. Wij nodigen jullie nu uit om deze overkoepelende visie en de bijbehorende sub-visies van de twee groepjes te lezen. Als onze ideeën aanzetten tot reflectie, nieuwe realisaties en de verdere betrekking van jongeren bij het vormgeven van de energietransitie, dan zien wij onze taak als vervuld.

Het rapport is als volgt opgesteld. Sectie 2 presenteert de backcastmethode die de PEP-deelnemers gedurende dit proces gehanteerd hebben. Daarop volgt in sectie 3 de algemene visie bestaande uit twee delen: 1: Nederlandse samenleving, 2: energiesysteem. We duiken daarna de inhoud in met een contextueel hoofdstuk (4) en de sub-visies zelf 5-6-7. Ter afsluiting heeft elke deelnemer een (beleids)aanbeveling geschreven ter inspiratie voor de lezers.

II. De Weg Terug – Onze Backcasting-aanpak

Onze standpunten en voorstellen zijn gebaseerd op een backcast-methode. Dit betekent dat we de energietransitie vormgeven op basis van onze toekomstvisie voor het Nederlandse energiesysteem in 2050, in plaats van vanuit het heden. We redeneren vervolgens terug wat er moet gebeuren om deze visie te bewerkstelligen met behulp van de volgende drie stappen:

1. **Identificeren risicofactoren:** Door middel van literatuuronderzoek, brainstormsessies en de expertise van professionals stellen we een lijst op van alle sociale, economische en technologische factoren die in de weg kunnen staan bij het realiseren van de visie.
2. **Maatregelen opstellen:** Na de risicofactoren geïdentificeerd te hebben, gaan we op zoek naar creatieve oplossingen geïnspireerd door economische en sociale theorie én huidige beleidsstructuren. Deze maatregelen worden wederom gepresenteerd aan experts, die de groep kunnen uitdagen op basis van de effectiviteit en haalbaarheid van de plannen.
3. **Tijdlijn opstellen:** Zodra de maatregelen zijn voltooid, wordt bepaald welke concrete acties nodig zijn en door welke partijen ze moeten worden uitgevoerd. Dit wordt op een tijdlijn geplaatst, inclusief de verwachte resultaten van deze acties.

Het is essentieel bij deze aanpak om te leren van de problematiek in het verleden en heden zonder erin vastgeroest te raken. Door de energietransitie vanuit de toekomst te benaderen, geeft het ons de vrijheid om innovatieve paden te bewandelen die om beperkingen heen lopen, in plaats van erin vast komen te zitten.

Jong professionals en studenten zijn de ideale doelgroep om zo'n backcast-methode uit te voeren, omdat ze de kennis en vaardigheden bezitten om het energiesysteem in zijn volle complexiteit te begrijpen; en tegelijkertijd nog niet zijn opgeslokt in de wereld van beleidstaal en economische kaders. Toch is het ook voor ons moeilijk om helemaal afstand te doen van hedendaagse conventies en de actualiteit. Vandaar dat we drie soorten sessies organiseren om te verzekeren dat het backcastproces centraal blijft.

1. **Informatiesessie:** Deze sessie is bedoeld om procedureel de groep te informeren over het backcastproces.
2. **Pitch:** In deze sessies presenteert ieder groepje zijn vooruitgang. Feedback wordt geleverd op inhoud, methodiek en aansluiting op de visie van 2050. Dit biedt tevens de gelegenheid aan groepjes om discussies te voeren over tegenstrijdigheden en/of overlap in hun plannen.
3. **Expert Q&A:** Voor iedere fase in het backcastproces worden gastsprekers uitgenodigd die veel kennis van zaken hebben over het huidige systeem of over nieuwe technologieën die in de toekomst veel kunnen betekenen. De groep presenteert haar vooruitgang aan deze experts, die vervolgens feedback kunnen leveren en de groep op nieuwe ideeën kan helpen.

III. Onze Visie op 2050: Samenleving en Energiesysteem

De visie op de Nederlandse samenleving in 2050:

PEP heeft zes pijlers vastgesteld die voor hen de optimale samenleving in 2050 behelzen. Deze standpunten omvatten niet alle facetten van de samenleving maar weerspiegelen de prioriteiten en wensen van de groep.

1. **Men hanteert het subsidiariteitsprincipe: Decentrale initiatieven waar mogelijk, een centrale aanpak waar nodig:**
    I. Dit betekent dat de samenleving wordt ingericht om zo decentraal mogelijk te leven, o.a. door middel van energiecoöperaties, gemeenschappelijke tuinen en natuur)
    II. Bottom-up initiatieven in de sociale, politieke en economische sfeer worden financieel en bestuurlijk ondersteund.
    III. Co-housing heeft een rol in het Nederlands woonbeleid.
    IV. Het delen van bronnen/materialen/vervoermiddelen is de norm.
    V. Nader in te vullen: De rol/besliskracht van burgerfora
2. **Technologie wordt in de samenleving van 2050 ingezet om zo efficiënt en effectief mogelijk te handelen en om te gaan met grondstoffen:**
    I. Dit betekent dat technologie burgers, bedrijven en overheden ondersteunt in efficiënt energiegebruik, huishoudelijke taken en mobiliteit (zelfrijdend vervoer).
    II. Daarbij moet technologische innovatie zich toespitsen op maatschappelijk nuttige toepassingen.
3. **Een groene toekomst met veel natuur:**
    I. Landbouw is volledig biologisch en zet in op duurzaamheid, een plantaardig dieet wordt gestimuleerd. Vlees en andere dierlijke producten worden niet verboden.
    II. Natura 2000 gebieden blijven beschermd, gemeenschappelijke groene plekken zijn in stedelijke gebieden opgebouwd. Natuur wordt niet ingeruild voor landbouwgrond.
    III. Natuur(gebieden) mogen niet in het gedrang komen vanwege de energietransitie. Integratie van opwek en natuur is het devies.
    IV. Drinkwater wordt niet langer als douche- en toilet water ingezet.
    V. Gebouwen zijn klimaat-adaptief en –vriendelijk opgezet zodat biodiversiteit wordt bevorderd.
4. **Circulariteit en hergebruik zijn de norm geworden:**
    I. Voorwerpen repareren i.p.v. nieuwe aanschaffen worden aangemoedigd. Dit wordt op scholen onderwezen.
    II. Hergebruik van kritieke grondstoffen heeft een centrale rol in beleid d.m.v. normering en inzetten op innovatie.

III. Inzetten op circulariteit om de Nederlandse strategische autonomie te vergroten.

5. **Globale coördinatie en geopolitieke onafhankelijkheid:**
    I. Internationale uitwisseling van energie (zon uit Spanje en wind vanuit Nederland) in een geïntegreerd Europees energiesysteem.
    II. De EU zet samen in op energie-onafhankelijkheid door eigen productie en innovatie te stimuleren.
    III. Er zijn duidelijke keuzes gemaakt over wat de EU zelf produceert en welke afhankelijkheden zij wil aangaan, met het oog op de geopolitieke situatie. IV. Internationaal treinnetwerk maakt vliegen binnen Europa onnodig.

6. **De samenleving is toegankelijkheid (kennis, betaalbaarheid, niemand achterlaten):**
    I. Bewustzijn van klimaat, compensatie in de transitie richting duurzame alternatieven en een sociaal bestuur zorgen voor een inclusieve toegankelijke samenleving.
    II. Omscholing naar rollen in de nieuwe circulaire economie wordt bevorderd.

De visie op het Nederlandse energiesysteem in 2050:

PEP heeft 9 pijlers vastgesteld die voor hen het optimale Nederlandse energiesysteem in 2050 behelzen. Deze standpunten omvatten niet alle facetten van het systeem maar weerspiegelen de prioriteiten en wensen van de groep.

<u>Algemene bepalingen:</u>

1. **Men hanteert het subsidiariteitsprincipe: Decentrale initiatieven waar mogelijk, een centrale aanpak waar nodig. De overheid faciliteert decentrale initiatieven zo veel mogelijk.**
    I. In deze context ziet PEP decentrale initiatieven (waar mogelijk) als de toekomst. Energie Gemeenschappen (en/of coöperaties) zorgen voor draagvlak en brengen de energietransitie dichter bij huishoudens.
    II. Dit moet in lokaal gemeenschapsverband worden opgebouwd zodat huishoudens op hetzelfde netvlak energie met elkaar uitwisselen. Door middel van slimme apparaten wordt gestuurd op verbruik tijdens zonnige/winderige uren.
    III. Burgers profiteren van hun eigen hernieuwbare energieproductie door hun eigen opgewekte stroom te gebruiken. Gelijktijdige productie en verbruik zijn de norm.
    IV. Dit betekent niet dat centrale opwek of aansturing volledig verdwenen is. Grootschalige wind op zee blijft een sleutel in de grootschalige productie van hernieuwbare energie.
        i. Gemeenschappen die geen eigen lokale productie willen, kunnen een contract aangaan met een productie/leveringsbedrijf om een deel van de wind op zee standaard af te nemen.
    V. Het predicaat 'waar nodig' is gedefinieerd als situaties waarin
        i. Lokale oplossingen onvoldoende draagvlak van de lokale bevolking geniet.
        ii. Technieken kunnen alleen ontwikkeld worden door schaalvoordelen. iii. Een PEP-groepje kan beargumenteren waarom een centrale aanpak verstandiger is dan een decentraal alternatief.

2. **Samen optrekken in Europa voor de stabiliteit van de energievoorziening en het inperken van strategische afhankelijkheid.**
    I. Interconnecties zijn exponentieel uitgebreid om Europese integratie te bevorderen. Zo kan energie over grote afstanden worden gehandeld/uitgedeeld om de stabiliteit van de energievoorziening te borgen, met name gedurende dünkelflautes in delen van Europa.
    II. Elektriciteitsinfrastructuur is exponentieel uitgebreid en verzwaard om de grootschalige elektrificatie te faciliteren. Hiertoe zijn gestandaardiseerde processen en best practices opgezet.
    III. Strategische autonomie krijgt prioriteit voor de energiebehoefte waar Europa niet zelf aan kan voldoen en wat ook niet te besparen valt.
        i. Diversiteit van import is noodzakelijk om afhankelijkheid van een land te voorkomen. Zolang er diversificatie van import plaatsvindt, maakt het land van herkomst niet uit.

IV. De EU zet zich gezamenlijk in voor ontwikkeling/strategische samenwerking met bevriende landen. Het ontwikkelen van relaties, waar beide partijen van profiteren, is belangrijker dan Europese autarkie.

3. **Energiebesparing: Er zijn harde keuzes gemaakt in de materialen die het energiesysteem van 2050 nodig heeft. Efficiëntie zorgt voor optimale duur van gebruik.**
    I. Materialen dienen gerecycled te (kunnen) worden om de totale vraag naar grondstoffen te minimaliseren.
    II. De herkomst van materialen dient ethisch verantwoord te zijn om nieuwe vormen van uitbuiting te voorkomen.
    III. (Nieuwe) afhankelijkheden van kritieke grondstoffen worden voorkomen door aan de ene zijde te diversifiëren in import en zo veel mogelijk recycling en efficiëntie in te zetten.

4. **Huidige natuurgebieden (Natura 2000) blijven behouden. Bij energieproductie wordt gekeken naar natuurbevorderlijke inpassing in de omgeving.**
    I. Natuur blijft behouden en wordt niet ingewisseld voor energieproductie. Wel kijkt men naar een natuurbevordelijke inpassing zodat biodiversiteit behouden blijft.
    II. Bij de ontwikkeling van een nieuw energieproject wordt overwogen hoe dit bij kan dragen aan natuurherstel.

5. **Betaalbaarheid betekent gericht ondersteunen**
    I. De overheid compenseert in (en richting) 2050 kwetsbare afnemers, mkb'ers en zij die onder of op de armoedegrens leven om gerichte ondersteuning te bieden.
    II. Daarbij is niet automatisch gekozen voor de goedkoopste energie: liever eigen fossiele productie (met het oog op energieonafhankelijkheid) en een hogere kostprijs dat goedkope import.
    III. Met duurzaamheid en leveringszekerheid als prioriteit moet men kijken hoe vervolgens wat meest kosteneffectieve oplossing is.
    IV. Elk groepje bekijkt of hun visie voldoet aan deze kaders en kan voor specifieke besluiten en casus bij de groep nagaan of hun besluit valt binnen de brede kaders van de hoofdvisie.

6. **Flexibel verbruik is de nieuwe norm in 2050.**
    I. Via slimme technologie is het energiegebruik van huishoudens afgestemd met het aanbod van hernieuwbare zonne- en windenergie.
    II. Alle niet flexibele hernieuwbare elektriciteit gaat richting industrie en bedrijven die moeilijk processen hebben die moeilijk te flexibiliseren zijn. Wel moet elk industrieel proces en elke fabriek, met de capaciteit tot flexibele afname en productie, hun bedrijfsvoering zo flexibel mogelijk inrichten.

<u>Techniek-specifieke bepalingen:</u>

7. **Wind op zee speelt een grote rol in grootschalige hernieuwbare energieopwek.**
    I. Overtollige windenergie wordt ingezet voor elektrolyse om waterstof te maken. Waterstof is alleen nodig voor processen die moeilijk/niet te elektrificeren zijn (o.a. zware industrie).
    II. Nederland (via de Rotterdamse haven) dient als waterstof hub, hier wordt waterstof opgeslagen, getransporteerd en verhandeld.
    III. De grote hoeveelheden wind op zee worden ingezet om aan de grote vraag te voldoen van geëlektrificeerde industrie en gemeenschappen die geen eigen opwek op land willen.
    IV. Via interconnecties kan de stroom ook worden verhandeld met omringende landen die niet beschikken over een gunstige ligging aan de Noordzee.
    V. Alle windmolens zijn gebouwd met oog voor ecologie op en in de Noordzee.

8. **Negatieve emissies dienen als overgangsmiddel voor de energiesector en industrie maar is uiteindelijk alleen nog inzetbaar om negatieve emissies te realiseren.**
    I. PEP ziet in 2050 geen situatie met een fossiele lock-in daarom zijn industrie en de energiesector zo veel mogelijk overgestapt naar hernieuwbare bronnen als elektriciteit en groene waterstof.
    II. Het gebruik van CCS is beperkt in 2050 en is alleen inzetbaar als middel om extra negatieve emissies te realiseren om wereldwijd uitstoot te verkleinen.

9. **2050 kent alleen Borsele als kerncentrale in Nederland.**
    I. De Borsele centrale dient als baseload voor afnemers die geen flexibele afname kunnen realiseren zoals de industrie.
        i. Indien SMR 's (een deel van) de industrie voorzien van elektriciteit, wordt de Borsele centrale ingezet als CO2-vrij regelbaar vermogen (opschaling van capaciteit), en draait het de rest van de tijd op een kostendekkend verdienmodel.
    II. SMR 's zijn in 2050 bij industrieterreinen geplaatst om als baseload aan constante elektriciteit te voorzien.
    III. Import van kernenergie uit Frankrijk is uiteraard wel mogelijk.

IV. De Eerste Lichting

Binnen deze lichting van Platform Energiepioniers (PEP) zijn twee themagroepen gevormd rond de volgende centrale subdoelen voor het Nederlandse energiesysteem in 2050:

1. Er is maximaal ingezet op **wind op zee en offshore elektrolysers** waarbij rekening is gehouden met veiligheid, infrastructuur, ecologie, recyclebaarheid en lokaal eigendom.
2. **Import van CO_2-neutrale waterstof**, met oog op strategische autonomie en ontwikkelingskansen in herkomstlanden. Dit wordt afgewogen tegen eigen productie via wind op zee, om een evenwicht te vinden tussen zelfvoorziening en samenwerking.

   Contextualisering:

Nederland wil vóór 2050 volledig overstappen op duurzame energiebronnen. In dat toekomstbeeld speelt waterstof een sleutelrol, onder meer als buffer voor fluctuaties in vraag en aanbod, als alternatief in moeilijk elektrificeerbare sectoren en als drager voor grootschalige opslag en transport. Zowel binnenlandse productie via elektrolyse als internationale import wordt daarbij gezien als strategische optie (Ministerie van KGG, 2025).

Wind op zee vormt een essentiële bouwsteen in die transitie. Het kabinet heeft zich gecommitteerd aan de uitrol van 70 gigawatt offshore windcapaciteit in 2050 (Ministerie van EZK, 2022). Deze productie is nodig voor grootschalige, emissievrije elektriciteit. Een deel daarvan zal direct de elektrificatie ondersteunen. Verder zal het ander deel worden ingezet voor de productie van groene waterstof via elektrolyse. Offshore locaties bieden gunstige omstandigheden door hoge capaciteitsfactoren en schaalvoordelen, wat bijdraagt aan kosteneffectieve productie[3]. Daarbij groeit de aandacht voor een ecologisch verantwoorde inrichting van windparken en netinfrastructuur.

Tegelijkertijd staat de energiezekerheid onder druk door geopolitieke spanningen en risico's jegens de leveringszekerheid. De vraag of Nederland inzet op zelfvoorziening en/of op internationale samenwerking krijgt concreet vorm in voorstellen voor de import van CO_2neutrale waterstof uit zonrijke regio's. Wereldwijd groeit de belangstelling snel: honderden elektrolyseprojecten zijn aangekondigd, vooral in China, Europa en India. Toch is het merendeel nog niet financieel beklonken. Onzekerheid over afname, financiering en regelgeving remt de uitvoering (IEA, 2024). Dit onderstreept het belang voor Nederland om tijdig te bepalen hoe het evenwicht tussen binnenlandse productie en duurzame importrelaties eruit moet zien. Daarbij ligt niet alleen een uitdaging in leveringszekerheid, maar ook een verantwoordelijkheid om ontwikkelingskansen in herkomstlanden mee te wegen.

In deze context onderzoeken de themagroepen van PEP hoe beide routes, offshore wind met conversiecapaciteit en internationale samenwerking rond waterstof, kunnen bijdragen aan een toekomstbestendig, ecologisch verantwoord en rechtvaardig energiesysteem.

V. Visie Groep 1

Groep 1 stelt als doel voor 2050: Er is maximaal ingezet op wind op zee en offshore elektrolysers waarbij rekening is gehouden met veiligheid, infrastructuur, ecologie, recyclebaarheid en lokaal eigendom.

Het subdoel van groep 1 sluit op meerdere aspecten aan op de hoofdvisie van PEP. Allereerst hanteert deze lichting het subsidiariteitsprincipe (lokaal waar mogelijk, centraal waar nodig) om de transitie dicht bij burgers te houden. Echter, de opwek van windenergie op de Noordzee heeft een dusdanig grote potentie die groep 1 niet onbenut wil laten. Bovendien zijn de gepaarde kosten en technologie van een dusdanige omvang dat wij dit scharen onder 'centraal waar nodig'. Daarom komt er veel gecentraliseerd en grootschalig beleid kijken bij deze visie, maar we hebben ook ruimte gelaten voor coöperaties om een rol te spelen bij wind op zee. Verder sluit deze doelstelling en bijbehorende visie aan bij hoofddoelen (3,4,5) die zich richten op minimale impact op de natuur en ruimtelijke omgeving, inzet op recyclebaar materiaal en geopolitieke onafhankelijkheid.

Wij voorzien dat zo veel mogelijk zelf opgewekte hernieuwbare energie op meerdere fronten belangrijk is. Niet alleen zal een aanzienlijk deel van de energievraag in 2050 uit elektriciteit bestaan; zelfvoorzienend zijn in tijden van geopolitieke spanning is een prioriteit. Daarnaast betekent een grootschalige hernieuwbare capaciteit in 2050 het behoud en de inzet van duurzame industrie in Nederland. Wij kiezen ervoor om in ons ideale energiesysteem de technisch gezien maximaal haalbare capaciteit aan wind op zee in te zetten (NPE, 2023).

Groep 1 identificeert zeven subdoelen die essentieel zijn om haar visie voor 2050 te realiseren:

1. **Wind op zee:** Er staat voor 70 GW aan windcapaciteit op de Noordzee met een dekkende businesscase.
2. **Groene waterstof:** Elektrolysers zijn gebouwd aansluitend aan de windparken op de Noordzee. Deze elektrolysers reserveren een vast percentage geproduceerde elektriciteit van de geïnstalleerde windcapaciteit.
3. **Ecologie:** er worden voorwaarden gesteld door middel van kaders voor ecologische inpassing zodat productie en infrastructuur op de Noordzee voldoet aan de eisen.
4. **Kritieke grondstoffen:** in het kader van een circulaire economie en het opbouwen van een Europese waardeketen focussen we op recyclebare en herbruikbare materialen.
5. **Infrastructuur:** het net op zee en de waterstofinfrastructuur is aangelegd zodat alle hernieuwbare energie naar land kan worden getransporteerd.
6. **Lokaal eigendom:** samenwerking tussen energieproducenten en energiecoöperaties is gefaciliteerd door middel van mogelijkheden tot gedeeld eigendom en afnameovereenkomsten.
7. **Veiligheid:** de veiligheid van vitale infrastructuur en elektriciteitsopwekking is geborgd op nationaal niveau en in internationaal verband.

Subdoel 1: Er staat in 2050 70 GW aan windcapaciteit op de Noordzee met een dekkende businesscase

Risicofactoren: Een rendabele businesscase bestaat uit voldoende vraag en een winstgevende prijs; beide factoren zijn nodig voor bedrijven om te investeren in productiecapaciteit en eventueel opschaling van aanbod. De rendabele businesscase kent een drietal risico's:

1. De vraag stijgt niet afdoende met het aanbod waardoor de prijs achterwege blijft en investeren in nieuwe windparken te riskant is. Dit brengt vervolgens ook de elektriciteit aanvoer voor elektrolysers in het gedrang.
    a. De hoofdmoot van de opgewekte elektriciteit op zee is bestempeld voor de industrie. Deze sector heeft ook de grootste moeite om te elektrificeren vanwege onder andere hoge kosten en een competitief internationaal speelveld.
2. De toeleverketen stokt.
    a. De onzekerheid van vraag leidt tot een 'race to the bottom' bij tender biedingen. Wanneer een winnend bod vervolgens niet rondkomt, zit ook de toeleverketen zonder werk. Dit leidt tot ongewenste financiële onzekerheid.
    b. Europese landen hanteren verschillende regels voor natuurbescherming waardoor internationale samenwerking en opschaling moeilijk is.
    c. Windmolenproducenten gebruiken verschillende modellen waardoor schepen voor het vervoer en plaatsen van molens niet gestandaardiseerd kunnen worden. Dit vertraagt en bemoeilijkt de toeleverketen onnodig.
3. PEP identificeert daarnaast ook een risico wat pas verschijnt als de vraag te veel wordt gestimuleerd. Het is mogelijk dat een poging om de markt van wind op zee aan te zwengelen, resulteert in te veel vraag die niet nodig is om te voldoen aan de energiebehoefte in Nederland of Europa. Vraag stimulans moet geen doel op zich zijn, en die balans kan uit het oog verloren raken.

Maatregelen:

- **Wind op zee tenders behouden een subsidie component** in de vorm van een Contract for Difference (CfD). Producenten moeten daarbij op de gebruikelijke manier bieden op een tender om zo competitie en innovatie continu te stimuleren. Dit geeft producenten en afnemers van wind op zee meer vertrouwen over de winstgevendheid als ook het productievolume.
- **Hogere boete bij terugtrekken na tenderwinst:** Deze moet enerzijds producenten weerhouden van hun winnende bod terugtrekken en anderzijds biedingen bij een tender-uitvraag realistischer te maken. Producenten zullen namelijk bij hogere financiële repercussies hun aanbod niet (net) te krap inschatten met businesscases die beter aansluiten op de huidige marktomstandigheden als gevolg. De productieketen plukt hier ook de vruchten van: zij worden niet geconfronteerd met krappe financiële kaders met de

bijkomende neerwaartse druk op hun eigen winstgevendheid en projecten die uiteindelijk niet doorgaan.

- **Harmonisatie t.b.v. de productieketen:** Op Nationaal en Europees niveau wordt ingezet op harmonisatie van technologie, bouw en biodiversiteit eisen. De toevoerketen van wind op zee turbines moeten zich momenteel voegen naar verschillende turbine modellen waardoor vervoerschepen constant aanpassingen behoeven. Daarnaast zijn er op Europees niveau verschillende criteria om de biodiversiteit (bv vogelpopulaties) te beschermen, deze regels moeten gelijkgetrokken worden zodat bedrijven zich makkelijker op verscheidene projecten kunnen inzetten. Een stabielere productieketen betekent minder risico's in het behalen van het hogere doel van 70 GW productiecapaciteit in 2050.

- **Vraagstimulering subsidie als achtervang** om de vraag van grote afnemers op gang te brengen. Industrie en andere grootgebruikers moeten per 5 jaar aangeven hoeveel ze minimaal kunnen afnemen wanneer zij hun processen aanpassen. Een speciaal contract wordt afgesloten met afnemers die zich aan deze deadlines houden: indien de subsidie (CfD) voor wind op zee onvoldoende is om internationaal competitief te opereren, dekt de overheid deze onrendabele top.
    - Dit is dus geen klinkklare subsidie maar een instrument dat pas wordt ingezet wanneer de traditionele CfD met de wind op zee producenten ontoereikend is. Deze vergaande maatregel moet vertrouwen in de vergroening van de Nederlandse elektriciteitstransitie kweken bij alle stakeholders.

Subdoel 2: Offshore elektrolysers zijn gebouwd aansluitend aan de windparken. Deze ontvangen een vast percentage geproduceerde elektriciteit van de geïnstalleerde windcapaciteit.

Risicofactoren: Een rendabele businesscase bestaat uit voldoende vraag en een winstgevende prijs; beide factoren zijn nodig voor marktpartijen om te investeren in productiecapaciteit en eventueel opschaling van aanbod. Een viertal risico's is hieraan verbonden**:**

1. **Onvoldoende draaiuren:** elektrolysers vergen grootschalige kapitaalinvesteringen om te plaatsen. Daarom moeten zij zo veel mogelijk draaiuren hebben om die investeringen terug te verdienen. Bij onvoldoende windcapaciteit op zee bestaat de kans dat elektrolysers onvoldoende elektriciteit ontvangen om te produceren. Dit bedreigt hun rendabiliteit.
2. **Achterblijvende vraag:** Dit risico ligt in het verlengde van het vraag-perikel bij wind op zee. Grootverbruikers, met name de industrie en gascentrales, moeten hun processen tijdig omzetten om op groene waterstof te draaien. Wij constateren hier dezelfde kip-ei relatie: onzekerheid van vraag en aanbod zijn communicerende vaten waardoor geen van beide van de grond dreigt te komen.

a. Het risico van hoge prijzen is daarbij een extra demper op de hoeveelheid vraag naar groene waterstof.

3. **Onvoldoende transportcapaciteit:** Groene waterstof moet net als elektriciteit naar land getransporteerd worden. Bij onvoldoende transportcapaciteit kan de geproduceerde groene waterstof niet bij eindgebruikers terechtkomen.
4. **Achterlopende ontwikkeling:** Nieuwe techniek moet nog veel innovatie en ontwikkeling doormaken. We zien dat wind op zee en zon pv ontzettend zijn doorontwikkeld met sterke prijsdaling als gevolg.

Maatregelen:

- **Elektrolysers ontvangen een proportionele capaciteit van de geïnstalleerde wind op zee**. Dit schaalt op gelijktijdig met de installatie van windenergie op de Noordzee: 20% in 2030, 25% in 2040 en 30% in 2050. Deze percentages komen overeen met een groene waterstof capaciteit van 5, 12.5 en 21 GW respectievelijk. [1] Alhoewel het pleidooi voor de inzet elektrolysers ten tijde van overtollige windproductie kansen biedt voor flexibiliteit, kiezen wij deze strategie vanwege twee doorslaggevende redenen.
    - Een snelle en slagvaardige energietransitie vereist consistentie en zekerheid gedurende het proces. Dit vertaalt zich als groene waterstofproducent in voldoende draaiuren om de aanzienlijke kapitaalinvesteringen terug te verdienen en dus constante aanvoer van elektriciteit. Een aangewezen percentage wind op zee capaciteit bereikt dit doel met verve. Daarnaast krijgen wind op zee producenten een vaste afnemer wat hun businesscase evenzo ten goede komt.
    - De technische overweging hierbij is dat overtollige elektriciteit te volatiel is terwijl een elektrolysers constante aanvoer nodig heeft (Nguyen et al., 2024). Elektrolysers hebben namelijk moeite met snel op- en afschakelen met negatieve impact op o.a. efficiëntie, wat hun rol als flexibele component onaantrekkelijk maakt.
- **Systeemintegratie component bij tenders WOZ:** Alhoewel dit WOZ-tenders aanpast, staat deze maatregel bij offshore elektrolysers omdat het deze techniek moet bevorderen. Tenders kaders worden zo opgesteld dat elektrolysers dicht bij windparken staan om de aanvoer van elektriciteit te vergemakkelijken en tegelijkertijd aangesloten kunnen zijn op het bestaande gasnetwerk op zee. Hiermee wordt het transport van groene waterstof naar land relatief eenvoudig en goedkoop bewerkstelligd. Bovendien verkleint dit de benodigde nieuwe waterstofleidingen en kan de focus liggen op omzettingen (Sijm, 2024; Min. EZK, 2023).
- **Vraagstimulering subsidie als achtervang** om de vraag van grote afnemers op gang te brengen. Deze maatregel komt overeen met de wind op zee aangezien bij groene waterstof dezelfde onzekerheid speelt wat betreft voldoende vraag en

[1] De mogelijke productie en afname capaciteit van groene waterstof is op dit moment nog zeer onduidelijk in Nederlandse context. We hebben ons gebaseerd op onder andere studies van Min K&E, TNO, PBL en Netbeheer Nederland om een inschatting te maken van een realistisch kader voor 2050.

aanbod. Eenzelfde aanpak is ook gekozen om beleid te stroomlijnen en kennisdeling tussen beleidsmakers te faciliteren.

Subdoel 3: Er worden voorwaarden gesteld door middel van kaders voor ecologische inpassing zodat productie en infrastructuur op de Noordzee voldoet aan de eisen.

Risicofactoren: Het bouw- en exploitatieproces en potentiële incidenten van wind op zee bevatten in potentie meerdere negatieve effecten op het lokale ecosysteem.

1. Het bouw- en exploitatieproces breng veel geluidsoverlast mee voor verschillende diergroepen in de directe omgeving. Dit zorgt ervoor dat diergroepen de locaties vermijden en hun leefomgeving afneemt.
2. Het bouw- en exploitatieproces hebben een negatieve impact op de communicatie en voortplanting van het zeeleven.

Maatregelen:

1. **Definieer de minst kritische periodes zijn voor de bouw van wind op zee.** Grote kans is dat deze periode te kort is, waardoor het wenselijk is om te kiezen voor een periode met de minste schade.
2. **Beperk geluidsoverlast bij het bouwproces.** Meer in het bijzonder tijdens het heien van de fundering van windmolens. Dit kent een tweeledige oplossing: zorg voor zo min mogelijk dieren in de directe omgeving bij de start van de funderingswerkzaamheden en anderzijds het isoleren van het geluid. Dit kan door het blazen van luchtbel ringen rondom de heipaal - ook wel bubble curtain geheten. Daarnaast is het gedeeltelijk afsluiten van de paal met rubber of kunststoffen kokers eromheen een mogelijkheid om het geluid te dempen.
3. Het pauzeren van windturbines bij hoge dichtheden van trekvogels is niet effectief. **Verstandig is om na te gaan hoe de windmolens op een vogelvriendelijke wijze geplaatst kunnen worden.**
4. **Constante monitoring van dier- en plant populaties om impact te berekenen**.

Subdoel 4: In het kader van een circulaire economie en het opbouwen van een Europese waardeketen focussen we op recyclebare en herbruikbare materialen.

Risicofactoren: het hoge tempo van opschaling en de grote behoefte aan kritieke grondstoffen zetten het doel van circulariteit onder druk. De volgende risico's worden geïdentificeerd:

1. Onderzoek naar en inzet van recyclebaar materiaal in windturbines wordt opzijgeschoven ten behoeve van een snelle opschaling van wind op zee.

2. Non-recyclebare windmolens vragen een grote hoeveelheid geïmporteerde kritieke grondstoffen, wat zorgt voor toenemende afhankelijkheid van het buitenland.
3. Non-recyclebare windmolens verdwijnen in stortplaatsen wat bijdraagt aan ruimtegebrek.
4. Alhoewel de meerderheid van windturbines in 2025 al 85-90% recyclebaar zijn, bestaat het risico dat de opschaling van recycle technieken achterblijft waardoor dit aspect niet benut wordt (Spini & Bettini, 2024).

Maatregelen:

- Stimuleer onderzoek bij universiteiten en onderzoeksorganisaties (in internationaal verband) naar efficiënte en hoogwaardige manieren van hergebruik van turbine-materiaal. Een sterk voorbeeld hiervan zijn de zogenaamde End of Life through Open HUBs (TNO, 2023). Denk bij mogelijke onderzoeksprojecten aan; o De opschaling en businesscase van recycle processen;
    - Recycle processen met minimale klimaatimpact o.b.v. LCA (omsmelten kost bijvoorbeeld veel energie) zoals solvolyse (DG Environment, 2023);
    - Verzamel data over het recycle gehalte van verschillende turbine soorten en over het recycle proces in het algemeen om de impact in kaart te brengen
    - Ontwikkeling van turbine materialen met langere levensduur (Foster, 2025).
- Vergroot de inzet van plasma-technologie aangezien deze de reparatie in plaats van vervanging van uitgewoonde onderdelen faciliteert. Daarnaast vergemakkelijkt plasma het recyclen van materiaal via een gestroomlijnd afbreuk en scheidingsproces (Mederos, 2024).
- Totdat de turbine op- en afbouw meedraait in een circulair systeem, zijn oude turbines ook inzetbaar bij de woningbouw als tiny houses. Stimuleer deze innovatieve alternatieve levenswijze van hergebruik (Vattenfall, 2024).
- Verzeker de afname van gerecycled materiaal door op Europees niveau overleggen tussen producenten en afnemers op te zetten met als einddoel contracten afsluiten.
- Zorg voor een gelijk Europees speelveld door doelstellingen en wetgeving op Europees niveau te harmoniseren. Actualiseer de Waste Framework Directive door definities aan te scherpen en expliciete doelen voor technieken en jaren op te stellen (Foster, 2025).

Subdoel 5: Het net op zee en de waterstofinfrastructuur is aangelegd zodat alle hernieuwbare energie naar land kan worden getransporteerd.

Risicofactoren: Zowel de aanleg van het offshore net als de verwerking van elektriciteit op land lopen tegen fysieke, financiële en organisatorische grenzen aan. De volgende risicofactoren worden geïdentificeerd:

1. **Financiële tekorten voor netaanleg op zee:** De aanleg van het elektriciteitsnet op zee vergt enorme investeringen in kabels, platforms en aansluitingen. Zonder structurele financiering en lange termijn zekerheid kunnen

projecten vertragen of stilvallen. De investeringsdruk komt zowel bij publieke partijen (zoals TenneT) als private ontwikkelaars te liggen, wat risico's met zich meebrengt voor continuïteit en schaalbaarheid.

2. **Vertraging bij de aanleg van het net op zee:** De bouw van netinfrastructuur loopt vaak achter op de ontwikkeling van windparken. Dit leidt tot stagnatie van projecten die wel technisch gereed zijn, maar nog niet kunnen worden aangesloten. Hierdoor ontstaat een rem op de energietransitie en lopen maatschappelijke kosten op.
3. **Netcongestie op land belemmert distributie:** Ook het bestaande hoogspanningsnet op land kent onvoldoende capaciteit om grote hoeveelheden windenergie van zee te verwerken. In veel regio's is sprake van netcongestie, waardoor de aansluiting van windprojecten wordt beperkt en hernieuwbare stroom niet volledig benut kan worden.
4. **Capaciteitsproblemen en curtailment:** Zonder tijdige verzwaring van het net bestaat het risico dat windturbines tijdelijk worden afgeschakeld ('curtailment') vanwege overbelasting. Dit leidt tot inefficiëntie, economische schade en verminderde investeringsbereidheid bij ontwikkelaars.

Maatregelen: ter voorkoming van netcongestie, vertragingen en onvoldoende transportcapaciteit, zijn de volgende maatregelen essentieel:

1. Financiële tekorten voor netaanleg op zee (businesscase):

- Ontwikkel een breed financieel kader voor lange termijn investeringen in net op zee, met inzet van publieke middelen, Europese fondsen en gereguleerde tarieven.
- Stimuleer publiek-private samenwerking, waarin risico's en investeringen tussen partijen worden gedeeld, met name bij platformen en kabelroutes.
- Breng netkosten en businesscases vroegtijdig in beeld bij ontwikkelaars via transparante meerjarenramingen van netbeheerders.

2. Vertraging bij de aanleg van het net op zee:

- Zet in op anticiperend investeren in netcapaciteit, door netaanleg te plannen op basis van langetermijnprognoses en niet op actuele vergunningsstatus.
- Versnel vergunningprocedures voor netwerken via versimpeling van ruimtelijke ordening en gebruik van nationale projectenstatus.
- Zorg voor voldoende technisch personeel via werk-naar-werktrajecten en opschaling van opleidingen in elektrotechniek, civiele techniek en offshore.

3. Netcongestie op land belemmert distributie:

- Versterk het hoogspanningsnet van Noordwest naar Zuidoost Nederland met prioriteit voor verbindingen naar grote afname clusters.
- Stuur op flexibiliteit aan de vraagzijde, zoals via apparaten die op afstand in- of uitgeschakeld worden, of industrie die reageert op netbelasting.
- Introduceer netkortingen of flexibiliteitsvergoedingen voor bedrijven die kunnen sturen op verbruik of buiten piekmomenten opereren.

4. Capaciteitsproblemen en curtailment:

- Versnel de koppeling van elektrolysers aan windparken, zodat elektriciteit direct wordt omgezet in waterstof bij overschot.
- Stimuleer lokale opslag en energiehubs bij aanlandingslocaties, om piekproductie tijdelijk op te vangen.
- Zorg voor slimme netregie waarbij transport, opslag en conversie integraal worden afgestemd via digitalisering en real-time aansturing.

Subdoel 6: samenwerking tussen energieproducenten en energiecoöperaties is gefaciliteerd door middel van mogelijkheden tot gedeeld eigendom en afnameovereenkomsten.

Risicofactoren: Van oudsher is het Nederlandse energiesysteem voornamelijk een centrale aangelegenheid, uitgevoerd door een aantal gevestigde actoren. Recent is er sprake van een omslag in denken waarbij de wens is ontstaan te kijken naar meer maatschappelijke betrokkenheid in energieprojecten. Aangezien PEP het subsidiariteitsbeginsel in acht neemt, zijn wij voornemens om in te gaan op risicofactoren van coöperaties voor wind op zee.

1. De huidige tendersystematiek voor wind op zee maakt het lastig voor coöperaties om te participeren. In de praktijk worden coöperaties dan ook uitgesloten.
    I. Dit betekent het uitsluiten van burgers en daarmee het wegdrukken van publieke waarden, zoals betaalbaarheid en zeggenschap. Dit terwijl medeeigendom kan zorgen voor eerlijkere prijzen en meer maatschappelijke betrokkenheid van burgers. Hierdoor wordt niet de gewenste stimulans gegeven aan motivatie en draagvlak voor vraagsturing, waarbij tijdelijk de vraag naar elektriciteit afgestemd wordt op het aanbod.
    II. De focus van de tendersystematiek ligt op de marktprijs en winstmaximalisatie. Marktprijzen zijn volatiel en worden beïnvloed door geopolitieke gebeurtenissen. Eveneens windenergie wordt meegesleurd door prijspieken van fossiele energie. Daarbij bemoeilijkt een dusdanige focus van de tendersystematiek de participatie van energiecoöperaties, omdat de focus van coöperaties niet op winstmaximalisatie ligt. Waar commerciële partijen sturen op winstmaximalisatie, is dit voor coöperaties niet aan de orde. Coöperaties streven naar betaalbare energie voor hun leden. Overwinsten worden ingezet om de prijs voor de leden laag te houden. De businesscase van coöperaties is gebaseerd op de kostprijs - kosten van investeringen voor turbines, kabels en exploitatiekosten zoals onderhoud en beheer - in plaats van de marktprijs.
    III. De dominante aanwezigheid van buitenlandse partijen in wind op zee tenderprocedures belemmert de toegang van energiecoöperaties tot gedeeld eigendom of Power Purchasing Agreements (PPA's).

Maatregelen: Het faciliteren en bevorderen van participatie en samenwerking tussen coöperaties en producenten behelst een versterking van lokaal eigenaarschap, verhoogd maatschappelijk draagvlak en toegevoegde waarde op lokaal niveau. Hiervoor zijn de volgende maatregelen essentieel:

- Gedeeld eigendom. o Stimuleer lokaal eigenaarschap en deelname van de lokale bevolking via energiecoöperaties door een percentage van de CAPEX van het gehele project open te stellen voor participatie door energiecoöperaties. Neem een voorbeeld aan België waar reeds sprake is van 1% CAPEX openstelling aan energiecoöperaties. (Osbourne Clarke, 2023; Vrettos, 2023). Ga uit van een maximum percentage van 10% van de CAPEX tegen 2050, ten alle tijde op vrijwillige basis.
    - Stel een verplichting aan wind op zee-ontwikkelaars om een deel, maximum 10%, van de stroomproductie tegen kostprijs of een lange termijn Power Purchase Agreement, aan te bieden aan energiecoöperaties. Neem hierbij een voorbeeld aan het Belgische Seacoop die gebruik maakt van een Cooperative Power Purchase Agreement (Seacoop, 2022).
    - Vrijwillige deelname, zoals Middelgrunde Windfarm in Denemarken. Nutsbedrijf in samenwerking met een coöperatie (50/50), waarbij ieder lid van de coöperatie één stem heeft, ongeacht de aandelenportefeuille (Marine Directorate, 2025).
- Ontwikkel een gedragscode naar analogie van de Gedragscode Acceptatie & Participatie Windenergie op Land, RVO, 2025. Uiteraard passend binnen de context van wind op zee (tenders). Betreft een flankerende maatregel om richting te geven aan coöperaties en participatie te faciliteren. Geen bevoordelende maatregel.
    - Focust op bevordering transparantie, samenwerking en vroegtijdige betrokkenheid van coöperaties.
    - Toevoeging toetsbare principes, zoals draagvlak en mede-eigenaarschap.
      Zorg voor economisch verantwoord kader, neutrale - beleidsmatige toon. Overheid kent een toetsende rol.
- Faciliteer de mogelijkheid om kennis te delen via instituten zoals branchevereningingen, de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en/of het opzetten van een platform voor coöperaties waar meerdere partijen met kennis zich bij aansluiten.

Subdoel 7: de veiligheid van vitale infrastructuur en elektriciteitsopwekking is geborgd op nationaal niveau en in internationaal verband.

Risicofactoren: Door de toename in omvang, complexiteit en ruimtelijke druk van projecten op zee nemen de eisen aan veiligheid sterk toe. De belangrijkste risico's zijn:

1. **Arbeidsveiligheid bij bouw en onderhoud:**
   De installatie, bediening en het onderhoud van windturbines op zee vinden plaats onder vaak zware omstandigheden — zoals harde wind, hoge golven en beperkte zichtbaarheid. De kans op arbeidsongevallen, valincidenten of aanvaringen met werkschepen blijft aanwezig, zeker als het aantal operaties op zee toeneemt. Daarnaast groeit de druk op het beschikbare en ervaren personeel, wat de veiligheidsrisico's vergroot.
2. **Risico's voor scheepvaart en andere gebruikers:**
   Naarmate het aantal windmolens op zee toeneemt, neemt ook de kans op conflicten toe met andere maritieme activiteiten, zoals visserij, scheepvaart en defensie.
3. **Beveiliging en cyberveiligheid van infrastructuur:**
   De digitale aansturing van windparken, onderstations en netaansluitingen maakt de infrastructuur kwetsbaar voor cyberaanvallen of sabotage. Een aanval kan leiden tot uitval van elektriciteitsproductie of verstoringen in het net, met grote gevolgen voor de leveringszekerheid en nationale veiligheid.
   Met het toenemende belang van wind op zee als strategische energiebron neemt ook het risico van gerichte aanvallen toe.

Maatregelen:

1. Arbeidsveiligheid bij bouw en onderhoud:

- Verplicht strenge offshore veiligheidsnormen, afgestemd op Europese en internationale standaarden (zoals GWO – Global Wind Organisation).
- Investeer in opleiding en certificering van offshore personeel, gericht op veilig werken in extreme omstandigheden.
- Gebruik meer geautomatiseerde en op afstand bestuurde systemen (zoals drones of robots) voor inspectie en onderhoud, om fysieke risico's te verminderen.
- Stel protocollen op voor weersafhankelijk werken, waarbij werkzaamheden automatisch worden uitgesteld bij risicovolle omstandigheden.
- Organiseer gezamenlijke veiligheidsoefeningen tussen exploitanten, onderhoudspartijen en reddingsdiensten.

2. Risico's voor scheepvaart en andere gebruikers:

- Integreer windparkontwikkeling met maritieme ruimtelijke ordening, inclusief overleg met visserij, havens en scheepvaartsector.
- Creëer veilige vaarroutes en bufferzones tussen windparken, met heldere bewegwijzering, radarreflectoren en AIS-signalen.
- Introduceer verkeersbegeleidingssystemen op zee in drukke zones, vergelijkbaar met luchtverkeersleiding.
- Maak afspraken met defensie en kustwacht over toegang tot en bescherming van windgebieden tijdens oefeningen of dreigingen.
- Betrek gebruikers vroegtijdig bij de planning van nieuwe parken en kabelroutes om conflicten te minimaliseren.

3. Beveiliging en cyberveiligheid van infrastructuur:

- Implementeer verplichte cybersecuritystandaarden voor windparken, netaansluitingen en -onderstations, conform NIS2-richtlijn.
- Richt een cyber response team op (publiek-privaat) voor wind op zee, gekoppeld aan het Nationaal Cyber Security Centrum.
- Zorg voor gescheiden en versleutelde netwerken tussen productie, monitoring en besturing van systemen (defense-in-depth).
- Voer periodieke risico tests en penetratietests uit op digitale systemen en koppel deze aan vergunningseisen.
- Werk samen met Europese partners aan detectie van digitale dreigingen en monitoring van fysieke sabotage risico's onder zee (zoals bij datakabels of platforms).

VI. Visie Groep 2

Groep 2 stelt als doel voor 2050: Nederland maakt gebruik van CO_2-neutrale waterstofimport, met oog voor sociale rechtvaardigheid, geopolitieke stabiliteit en versterking van de energie-infrastructuur, in combinatie met eigen productiecapaciteit via wind op zee.

Het subdoel van deze visie sluit op meerdere punten aan bij de hoofdprincipes van PEP. Zo wordt het subsidiariteitsprincipe toegepast door te kiezen voor eigen opwek waar dit mogelijk en haalbaar is, maar ook ruimte te laten voor internationale samenwerking wanneer dit bijdraagt aan leveringszekerheid en mondiale duurzaamheid. Juist omdat niet elk deel van de energieketen binnen Nederland of zelfs Europa georganiseerd kan worden, kiest deze lichting voor een visie die binnen- en buitenlandse elementen met elkaar verbindt. Daarbij worden internationale partnerschappen benaderd vanuit wederkerigheid meerwaarde, in lijn met de PEP-visie op mondiale rechtvaardigheid en ecologische zorg.

Deze visie draagt bij aan verschillende hoofddoelen van PEP. De inzet op eerlijke handelsrelaties, investeringen in lokale gemeenschappen en controle op waardeketens weerspiegelt het streven naar een toegankelijke en inclusieve energietransitie. Door in te zetten op strategische autonomie in kritieke grondstoffen en ketenopbouw, wordt bovendien de veerkracht van het energiesysteem vergroot. In de visie is bewust gekozen om de risico's van energie-import, zoals afhankelijkheid, ondoorzichtige handelsketens en negatieve effecten in herkomstlanden te beperken. Dit door strikte randvoorwaarden te stellen: sociale investeringen, toezicht op duurzaamheid, en inspraak van lokale belanghebbenden via bijvoorbeeld NGO's en internationale organisaties zoals IRENA (International Renewable Energy Agency).

Daarnaast erkent deze visie de urgentie van binnenlandse investeringen in kennis en infrastructuur. De energietransitie kan alleen slagen als er voldoende vakmensen beschikbaar zijn, bedrijven voorbereid zijn op nieuwe ketens, en vraag en aanbod op elkaar zijn afgestemd. Daarom worden maatregelen voorgesteld die opleidingsroutes versterken, CSRD-rapportage toegankelijk maken, en normeringen introduceren voor waterstofgebruik in cruciale sectoren zoals industrie en transport. Dit versterkt niet alleen de betrouwbaarheid van de energietoevoer, maar draagt ook bij aan technologische innovatie, circulaire ontwikkeling en maatschappelijke bewustwording.

PEP kiest in deze visie voor een systeem waarin Nederland onderdeel is van een breed, internationaal netwerk van duurzame energie-uitwisseling, zonder de controle over ketens of de impact op mensen uit handen te geven. De afweging tussen zelfvoorziening en samenwerking vormt daarbij geen tegenstelling, maar een evenwicht dat zorgvuldig is opgebouwd uit sociaal, ecologisch en geopolitiek perspectief.

Subdoel 1: Europa investeert in importregio's om lokale economieën te versterken, het plaatselijke ecosysteem te beschermen en daarmee eerlijke, wederkerige handelsrelaties op te bouwen.

Risicofactoren:

- Lokale gemeenschappen profiteren onvoldoende van de economische opbrengsten van energieprojecten, wat leidt tot scheve verdeling van welvaart.
- Het energiesysteem raakt in toenemende mate afhankelijk van buitenlandse investeringen, wat de eigen regie ondermijnt.
- Wanneer zichtbare voordelen voor de lokale bevolking uitblijven, groeit de negatieve beeldvorming over de EU als ontwikkelingspartner.

Maatregelen:

- Een deel van de opbrengsten uit energieprojecten wordt ondergebracht in een Europees fonds dat investeert in lokale voorzieningen zoals infrastructuur, natuurherstel en onderwijs in mijngebieden.
- De fondsen worden beheerd door de Europese Investeringsbank (EIB), die toeziet op de besteding en garandeert dat het geld bij lokale NGO's terechtkomt.
- Europese bedrijven worden gestimuleerd bij te dragen aan dit fonds via het certificaat "Supporting Local Communities Globally", waarmee hun maatschappelijke inzet zichtbaar wordt.

Subdoel 2: Europa creëert bewustzijn over de duurzaamheid van energie-waardeketens onder consumenten en bedrijven, zodat zowel aan de vraag- en aanbodkant de uitrol van waterstofinfrastructuur wordt gestimuleerd.

Risicofactoren:

- Consumenten en bedrijven hebben vaak onvoldoende inzicht in de sociale en ecologische impact van hun energieverbruik.
- Zonder onafhankelijke controle op duurzaamheidsclaims dreigt het risico op greenwashing.
- Er is een gebrek aan transparantie over de herkomst en productieomstandigheden van energiebronnen.

Maatregelen:

- De invoering van de CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) verplicht bedrijven om transparant te rapporteren over hun sociale en ecologische impact, en draagt zo bij aan meer openheid over duurzaamheidsinspanningen.
- Europa moet ervoor zorgen dat de CSRD ook uitvoerbaar en begrijpelijk is voor kleine ondernemingen.
- Een jaarlijks beoordelingsrapport vat de prestaties van deelnemende bedrijven samen en maakt trends inzichtelijk — ook voor niet-experts.

Subdoel 3: Nederland investeert in het opleiden en omscholen van personeel, zodat voldoende vakmensen beschikbaar zijn om de energie-infrastructuur van de toekomst te realiseren.

Risicofactoren:
- Er is een structureel tekort aan technisch opgeleid personeel, waardoor de uitvoering van de energietransitie stagneert.
- De instroom in technische beroepen blijft achter door het ontbreken van aantrekkelijke en duidelijke loopbaanperspectieven.

Maatregelen:
- De instroom en betrokkenheid van vakmensen in de energietransitie kan worden versterkt via gerichte samenwerkingen tussen mbo-instellingen, netbeheerders en energiebedrijven.
- Netbeheerders en energiebedrijven kunnen aantrekkelijke traineeships opzetten waarin jonge technici worden opgeleid binnen de praktijk van de energietransit
- Door goed betaalde en praktijkgerichte traineeships aan te bieden, kunnen nieuwe vakmensen worden aangetrokken en behouden.
- Overheden, werkgeversorganisaties en vakbonden moeten kritisch kijken naar de beloning in technische functies binnen de energietransitie en waar nodig zorgen voor eerlijke arbeidsvoorwaarden.

Subdoel 4: Europa draagt bij aan de bouw van buitenlandse infrastructuur die onze energievoorziening faciliteert.

Risicofactoren:
- Politieke instabiliteit en logistieke knelpunten in het buitenland kunnen leiden tot vertraging in de aanleg van essentiële energie-infrastructuur.
- Een gebrek aan transparantie en toezicht op internationale investeringen vergroot de kans op inefficiënte of onwenselijke besteding van middelen.
- Corruptie en het ontbreken van lokaal draagvlak kunnen de maatschappelijke en economische impact van energieprojecten ernstig ondermijnen.

Maatregelen:
- Programma's zoals de Global Gateway, de Europese strategie om duurzame infrastructuur wereldwijd te ondersteunen, moeten worden voortgezet, met versterkte samenwerking met regionale instanties zoals AFREC (African Energy Commission), die zich inzet voor energiebeleid en coördinatie binnen Afrika.
- Bij Europese energie-infrastructuurprojecten in derde landen moet minimaal 2% van het projectbudget verplicht worden gereserveerd voor lokale of internationale NGO's die bijdragen aan maatschappelijke meerwaarde.
- Er is behoefte aan systematisch onderzoek naar de impact van investeringen binnen de Global Gateway en naar de knelpunten die ontstaan bij de uitvoering van internationale energieprojecten.

- Lokale actoren en NGO's krijgen via platforms als de International Renewable Energy Agency (IRENA) inspraak in buitenlandse energieprojecten die bijdragen aan de Europese energievoorziening.
- Verbetering van energie-infrastructuur in exporterende landen moet plaatsvinden zonder dat dit leidt tot nieuwe schuldenafhankelijkheid of verlies van economische autonomie.

Subdoel 5: Een functionerende binnenlandse en grensoverschrijdende waterstofketen realiseren, van productie tot eindgebruik.

Risicofactoren:

- De ontwikkeling van een Europese waterstofketen loopt vertraging op door het uitblijven van concrete importcontracten en langzame besluitvorming.
- Onzekerheid over toekomstige waterstofvraag in kritieke sectoren zoals industrie en mobiliteit remt investeringen en vertraagt de uitbouw van de keten.

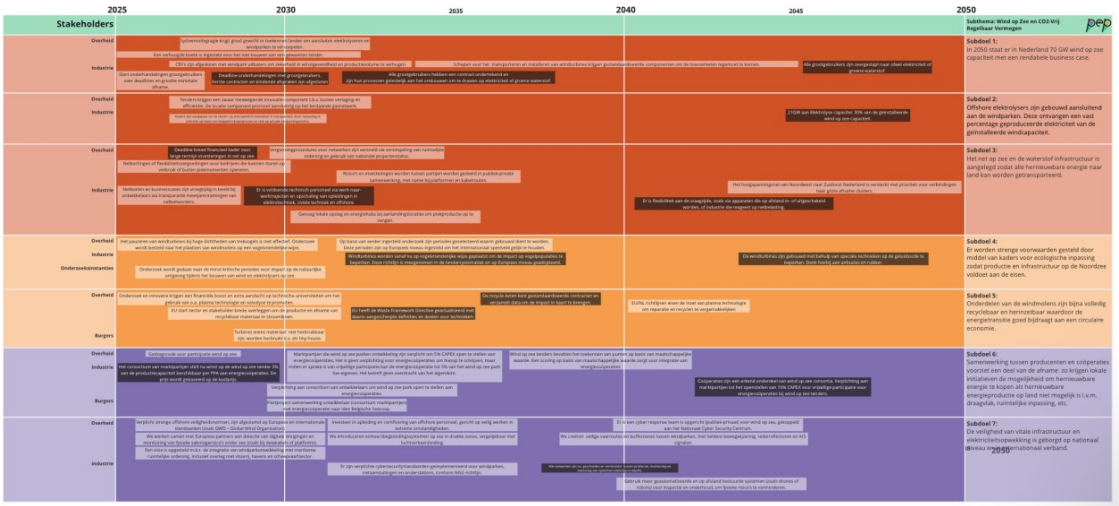
Maatregelen:

- Vraagcreatie kan worden gestimuleerd door het gebruik van waterstof te normeren in kritieke sectoren zoals datacenters, de industrie en het vervoer.

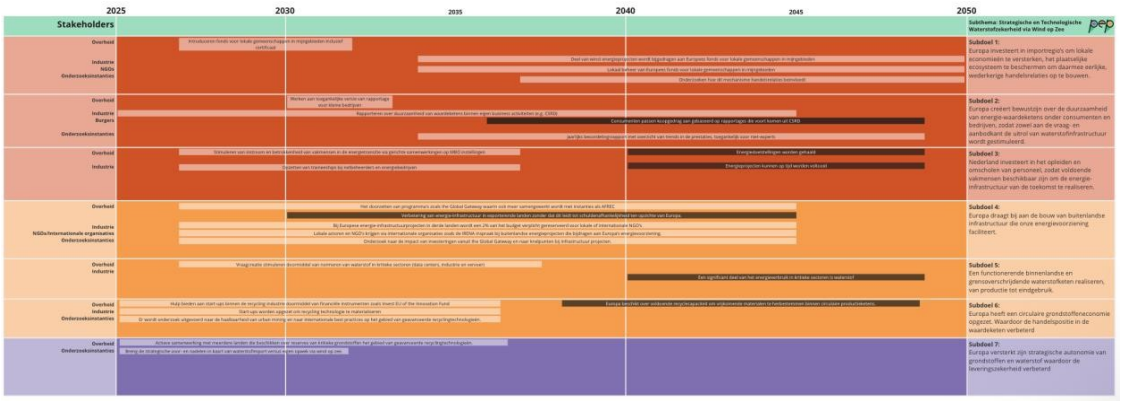
VII. Tijdlijn; Concreet terugdenken vanuit de toekomst.

Wij verwijzen de lezer graag naar bijlages 1 en 2 welke een vergrote versie van de tijdlijnen bevatten.

Groep 1:



Groep 2:



VIII. Aanbevelingen

Tot slot geven wij alle PEP-deelnemers de ruimte om een persoonlijke aanbeveling te schrijven richting politiek, bedrijven en andere stakeholders in de energiewereld. Deze aanbevelingen zijn lessen die deelnemers hebben getrokken tijdens hun werk aan de PEPvisies en dienen als inspiratie voor de leiders van nu.

Elfie de Jong

Neem bij het vormgeven van het energiesysteem voor 2050 systematisch brede maatschappelijke kosten en baten mee in de besluitvorming. Kijk daarbij verder dan economische efficiëntie en betrek de effecten op leefomgeving, gezondheid, ongelijkheid en regionale ontwikkeling in elk besluit. Dit helpt niet alleen risico's op latere maatschappelijke weerstand of schade te beperken, maar versterkt ook de uitvoerbaarheid en legitimiteit van het beleid. Daarnaast is goede samenwerking binnen de gehele keten essentieel: van het Rijk tot en met gemeenten, tussen publieke en private partijen en met burgers en maatschappelijke organisaties. Heldere communicatie, transparantie en coördinatie zijn daarbij cruciaal. Stabiel beleid en versnelling van beleidsprocessen zijn nodig om tijdig tot uitvoering te komen.

Franka Tetteroo

Soms is de daadwerkelijke keuze maken het belangrijkst. Dit biedt helderheid en aangrijppunten aan alle bijdragers aan de energietransitie wat hen te wachten staat. Het ideale energiesysteem vormgeven en realiseren vraagt uiteraard veel onderzoek en belangenafweging maar verzandt niet in het constant wikken en wegen. Zaken als wind op zee productie en afname creëren, CO2-vrij regelbaar vermogen en netcongestie kennen een grote financiële component, dat snap ik. Maar zolang de daadkracht uitblijft om woord bij daad te zetten, maken we de transitie alleen maar duurder, ongemakkelijker en hectischer. Maak een plan, alloceer de benodigde middelen, ga aan de slag en blijf erbij. Alleen zó, kunnen we later zeggen: we hebben alsnog gedaan wat nodig was.

Iris Berghof

We hebben geen transitie als we alleen aandacht besteden aan de groei van hernieuwbare energieproductie! Het is pas echt een transitie als deze hernieuwbare productie fossiel energiegebruik vervangt, maar we zien helaas dat fossiele investeringen na de coronapandemie weer zijn gaan groeien. Begeleid bedrijven dus niet alleen bij het opschalen van wind, zon en waterstof, maar ook bij het afbouwen van gaswinning en handel in fossiele brandstoffen. Essentieel hiervoor is dat de totale energievraag daalt, zodat er concurrentie kan ontstaan tussen hernieuwbare productie en fossiele brandstoffen. Mijn twee speerpunten zijn dus: (1) energiebesparing en (2) actief afbouwen van fossielrijke infrastructuur.

Jasper Derriks

De problemen van vandaag zijn niet van gisteren, maar kennen we in Nederland al veel langer. Al in 1989, onder Lubbers II, kwam Nederland met het *Nationaal Milieubeleidsplan* met daarin de doelstelling van 1000 MW windenergie vóór 2000. Een duidelijke stip op de horizon. Dankzij het *Nationaal Milieubeleidsplan* nam Nederland een voortrekkersrol in op het internationale toneel. De stip op de horizon werd echter niet gevolgd. De overheid stimuleerde weinig en er was gebrekkige coördinatie tussen Rijksoverheid en regio. Breng lange termijnvisie met stabiele financiële kaders samen en zorg ervoor dat samenwerking tussen Rijksoverheid, regio's en de markt leidt tot procedures dat over wisselingen van het politieke landschap heen kijkt.

Luc Nijland

In de energietransitie is het niet de hoeveelheid visies die telt, maar of we gemaakte keuzes ook daadwerkelijk uitvoeren. Nederland kan als klein land groot zijn in innovatie, maar dat vraagt om een overheid die duidelijke en consistente kaders biedt, zodat bedrijven en investeerders durven te handelen. Binnen die stabiliteit kan onze innovatieve kracht tot bloei komen en oplossingen bieden voor de uitdagingen van vandaag en morgen. Mijn oproep aan politiek en bedrijfsleven is daarom: durf keuzes te maken, houd koers en benut de creatieve slagkracht die ons land in zich heeft, zodat we samenbouwen aan een duurzaam en toekomstbestendig energiesysteem.

IX. Bibliografie

Directorate-General for Environment. (2023). *More Circular, less carbon: Chemical Recycling holds promise for wind-turbine blade waste*. More circular, less carbon: chemical recycling holds promise for wind-turbine blade waste. https://environment.ec.europa.eu/news/more-circular-less-carbon-chemicalrecycling-holds-promise-wind-turbine-blade-waste-2023-10-19_en.

FOSTER, G., KASTANAKI, E., BEAUSON, J., NEUWAHL, F. and MARSCHINSKI, R., Circular Economy Strategies for the EU`s Renewable Electricity Supply, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2025, https://data.europa.eu/doi/10.2760/5598339, JRC138570.

IEA (2024), Global Hydrogen Review 2024, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/globalhydrogen-review-2024, Licence: CC BY 4.0.

Marine Directorate, Scottish Government. (2025). *Marine just transition - UK and International Comparator Countries: Literature Review*. Scottish Government. Marine Just Transition - UK and international comparator ...The Scottish Governmenthttps://www.gov.scot › publications › literature-review-....

Mederos, L. (2024). *The circular economy in the wind energy industry*. YPlasma ACTUATORS TECH. https://yplasma.tech/the-circular-economy-in-the-wind-energyindustry/.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2022). *Nederland Maakt ambitie wind op Zee Bekend: 70 gigawatt in 2050*. Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl. https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/09/16/nederland-maakt-ambitiewind-op-zee-bekend-70-gigawatt-in-2050.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2023). *Integrale infrastructuurverkenning 2030-2050 editie 2*. Rapport | Rijksoverheid.nl. https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/03/06/bijlage-integraleinfrastructuurverkenning-2030-2050-editie-2.

Ministerie van Klimaat en Groene Groei. (2025). *Waterstof*. Duurzame energie | Rijksoverheid.nl. https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzameenergie/waterstof

Nguyen, E., Olivier, P., Pera, M., Pahon, E., Roche, R. (2024). Impacts of intermittency on Low temperature electrolysis technologies: A comprehensive review, International Journal of Hydrogen Energy,V olume 70, Pages 474-492, ISSN 0360-3199, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.05.217.

Osborne Clarke. (2023, August 10). *Belgium is set for competitive tenders for offshore princess elisabeth zone*. https://www.osborneclarke.com/insights/belgium-setcompetitive-tenders-offshore-princess-elisabeth-zone.

RVO. (2025). *Welke gedragscodes zijn er voor windenergie op land?.* RVO.nl. https://www.rvo.nl/onderwerpen/windenergie-op-land/gedragscodes.

Seacoop. (2022). *Citizen participation via Energy Communities in the tender procedure*. RESCOOP. https://seacoop.be/en/citizen-offshore-power/.

Sijm, J. (2024, April 24). Verkenning van toekomstige ontwikkelingen en uitdagingen voor een klimaatneutraal elektriciteits- systeem in Nederland, 2030-2050. https://www.pbl.nl/downloads/tno-2024-verkenning-van-toekomstigeontwikkelingen-elektriciteitssysteem-in-nederland-2030-2050pdf.

Spini, F., & Bettini, P. (2024, April 15). End-of-life wind turbine blades: Review on Recycling Strategies - Sciencedirect. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S135983682400101X.

TNO. (2023). *Wind of change in recycling wind turbine blades: TNO*. tno.nl/en. https://www.tno.nl/en/sustainable/energy-supply/accelerating-offshore-windfarms/designing-sustainable-wind-turbines/eolo-hubs-recycling/.

Vattenfall NL. (2024). *(Wind)Turbinehuis wordt tiny house*. https://group.vattenfall.com/nl/newsroom/persbericht/2024/windturbinehuiswordt-tiny-house.

Vrettos, C. (2023). *December success story: (offshore wind) power to the people*. REScoop. https://www.rescoop.eu/news-and-events/stories/decembersuccess-story-offshore-wind-power-to-the-people.