TASKFORCE INFRASTRUCTUUR KLIMAATAKKOORD INDUSTRIE

Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat 0.1



DNV GL © 2020

Disclaimer

Even though DNV GL expresses opinions, estimates and advice in the document hereunder, it should not be construed as a guarantee that such opinions, estimates and advice will materialize or that certain results will be achieved and DNV GL cannot be held liable if such opinions, estimates and advice do not materialize or certain results are not achieved. This report has been based solely on information available in the public domain and provided by parties mentioned in Appendix D below. Where data was not available to carry out an adequate assessment, DNV GL made reasonable assumptions based on similar projects. Lack of data in itself is a potential risk, which have been highlighted in the report when relevant. DNV GL shall not be responsible or liable for the quality of such information and documentation or any consequences of the use of such information in the results hereunder. It is prohibited to change any and all versions of this document in any manner whatsoever, including but not limited to dividing it into parts. In case of a conflict between an electronic version (e.g. PDF file) and the original paper version provided by DNV GL, the latter will prevail. DNV GL and/or its associated companies disclaim liability for any direct, indirect, consequential or incidental damages that may result from the use of the information or data, or from the inability to use the information or data contained in this document.

Dit document is met zorg samengesteld uit diverse bronnen zoals in onderstaande aangegeven. Daarbij is het belangrijk te realiseren dat de data veelal een momentopname betreft. Onze dank gaat uit naar een ieder die een bijdrage heeft geleverd in geschrift dan wel dialoog.



Namens DNV GL Netherlands B.V.
Martijn Duvoort
Arnhem, 15 april 2020

Managementsamenvatting

Aanbevelingen

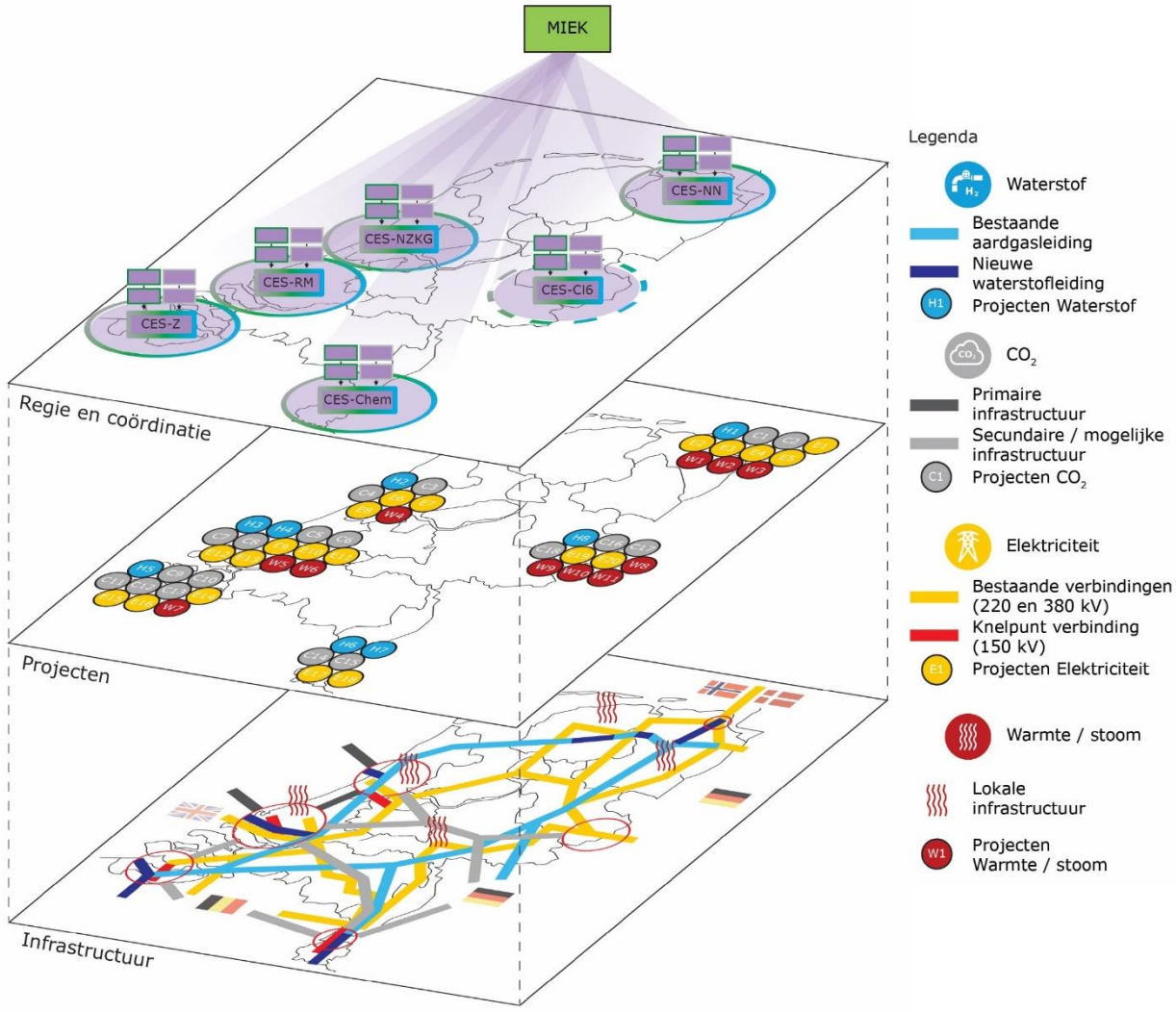
Graag doet dit rapport een aantal concrete aanbevelingen. Deze aanbevelingen vloeien voort uit de onderliggende informatie die in de afgelopen maanden is verzameld, de gevoerde expert gesprekken, consultatie sessies en interviews met de industrie.

1. Besef de urgentie

Met de projecten die in dit rapport worden besproken kan de industriële doelstelling van het klimaatakkoord worden gehaald. Echter is het hierbij van belang om op korte termijn keuzes te maken. Anders zullen niet alle projecten voor 2030 gerealiseerd kunnen worden, of zullen kosten hoger uitvallen dan noodzakelijk. Dit is met name van belang vanwege de lange doorlooptijden van infrastructuur. Ook zal veel bestaande infrastructuur niet meer beschikbaar zijn voor hergebruik vanwege (verplichte) ontmanteling binnen de komende tien jaar.

2. Creëren MIEK (=Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat)

- Het MIEK is een strategische visie van hoofdinfrastructuur en systeemintegratie met een periodiek afwegingskader in samenspraak met industrie en infrabeheerders.
- In het MIEK wordt de coördinatie en regie van infrastructurele projecten die essentieel zijn voor de energietransitie opgetild naar Rijksniveau. Dit meerjarenprogramma moet worden opgezet in samenspraak met industrie en infrastructuurbedrijven, waarbij de rijksoverheid haar regietaak zwaarder invult dan voorheen binnen een gezamenlijk afgesproken kader.
- Betrek meerdere ministeries en stakeholders binnen het MIEK. Hierin ligt de verantwoordelijkheid bij een DG van EZK, en participeren alle stakeholders (zoals Financiën, I&W, BZK, industrie, infrabeheerders en decentrale overheden).
- Besluitvorming in het MIEK vindt tweejaarlijks plaats. Aansluiting bij het ritme van de Investeringsplannen van netbeheerders, de cluster- en Regionale Energie Strategieën en de Nationale Agenda Laadinfrastructuur is cruciaal. De input voor het MIEK wordt op voorstel van de netbeheerders en in nauw overleg met en met inbreng van de representatieve organisaties van netgebruikers opgesteld. Hierbij dienen de clusters voor de noodzakelijke input te zorgen.
- Het aanmerken van projecten die in aanmerking komen voor het MIEK dient volgens een nieuw beoordelingskader plaats te vinden waarin kosten in de gehele keten, emissiereductie, systeemintegratie, internationale verbindingen, verdienmodel industrie en innovatie kunnen worden meegenomen.



DNV GL © 2020

3. Mogelijk maken CO_2 afvang, utilisatie en opslag

- De realisatie van CCS projecten Porthos en Athos is van essentieel belang voor de transitie naar een duurzame industrie, voor het behalen van de doelstellingen uit het Klimaatakkoord en voor het creëren van nieuwe economische kansen voor Nederland. Verder bieden Porthos en Athos andere clusters additionele mogelijkheden tot decarbonisatie. Levering van CO_2 uit de andere clusters kan plaatsvinden middels schepen of pijpleiding, de keuze tussen deze twee modaliteiten dient verder onderzocht te worden.
- EU-ETS regelgeving betreffende de levering van CO_2 aan non-ETS entiteiten (boten en opslagen) dient aangepast te worden om de geleverde CO_2 af te mogen trekken van de eigen emissie.
- Bij de dimensionering van Porthos en Athos dient rekening te worden gehouden met toekomstige CO_2 levering, bijvoorbeeld vanuit de andere clusters of eventueel het buitenland.
- Het beheer van de CO_2-infrastructuur moet worden toegewezen aan een partij die beschikt over de nodige expertise, zoals Energiebeheer Nederland (EBN).
- Er dienen afspraken gemaakt te worden over toegang van derden waarbij rekening gehouden wordt met bestaande (private) infrastructuur.
- Het Rijk dient de wettelijke aansprakelijkheid voor opgeslagen CO_2 te dragen.

4. Realisatie H_2 backbone passend bij opschaling productie

- Met het oog op de verwachte toename van productie van- en vraag naar waterstof is een nationaal H_2 backbone noodzakelijk om de uitwisseling van H_2 tussen clusters te faciliteren. Het is van belang dat deze modulair wordt opgebouwd en de agenda van opschaling van waterstofprojecten volgt.
- Het beheer van de H_2 backbone moet worden toegewezen aan een partij die beschikt over de nodige expertise, zoals Gasunie.
- Er dienen afspraken gemaakt te worden over toegang van derden waarbij rekening gehouden wordt met bestaande (private) infrastructuur.
- Kwaliteitseisen, veiligheidsvoorschriften en standaarden voor H_2 moeten worden opgesteld, hierbij wordt aanbevolen om af te stemmen met België en Duitsland in verband met mogelijke koppeling van H_2 infrastructuur in de toekomst.

5. Creëer een afwegingskader voor verschillende modaliteiten

Gezien de beperkingen die worden verwacht op het elektriciteitsnet is het van belang een keuze te maken voor transport middels elektronen of moleculen. Voor infrastructurele projecten dient men niet enkel te kijken naar de directe projectkosten, maar een systeemperspectief te hanteren waarin de verschillende mogelijkheden en effecten in de gehele keten worden meegenomen. Aangezien ontsluiting van transportcapaciteit middels een H_2 backbone over het algemeen goedkoper is dan het ontsluiten van vergelijkbare capaciteit op het hoogspanningsnet, raadt deze rapportage aan om het perspectief 'moleculen, tenzij' te hanteren. Op locaties met beschikbare netcapaciteit is er geen bezwaar voor het toepassen van elektrificatie. Op plekken waar dit niet het geval is wordt aanbevolen om andere modaliteiten zoals waterstof te onderzoeken. Echter dient niet enkel gekeken te worden naar de transportkosten maar naar de kosten voor opwek, conversie en de toepasbaarheid in de productie/inkoop/gebruiksketen. Hierbij moet de beschikbaarheid van voldoende decarbonisatieopties in alle clusters worden gegarandeerd. Indien CCS of H_2 onvoldoende reductiepotentieel bieden, zoals bijvoorbeeld in Cluster 6, kan dit een aanleiding zijn om elektrische infrastructuur op deze locaties te prioriteren.

6. Creëer een safehouse voor bedrijfsgevoelige data

Het dient mogelijk gemaakt te worden om, zonder de Mededingingswet te overtreden, noodzakelijke bedrijfsgevoelige data uit te wisselen bij projecten waar concurrerende bedrijven gezamenlijk deelnemen en timing essentieel is. Dit geldt met name voor Porthos, stoom en elektrolyse projecten met meerdere industriële afnemers. Een in te stellen *safehouse* kan vertrouwelijk de voorgenomen investeringen van de industrie en plannen van de netbeheerders voor infrastructuur toetsen en voorstellen doen voor nieuwe of beter te benutten infrastructuur zonder concurrentiegevoelige informatie prijs te geven.

DNV GL © 2020

Managementsamenvatting

Aanbevelingen

7. Financiering energie infrastructuur

Om energie infrastructuur op tijd te kunnen realiseren kan de overheid bepaalde projectrisico's afdekken die deelnemende partijen nu niet kunnen overzien. Hierbij zijn het technisch risico en het vollooprisicio relevant. Ook bestaat de behoefte om sommige nieuw aan te leggen infrastructuur te overdimensioneren om daarmee toekomstige ontwikkelingen te faciliteren. Verder spelen er organisatorische vraagstukken ("wie doet wat en is waarvoor aansprakelijk?").

Financiering van projecten vindt primair plaats vanuit de markt. Echter is het van belang dat er additionele mogelijkheden komen om voor individuele bedrijven onoverkomelijke financiële risico's adequaat af te dekken.

- Het Invest-NL fonds is goed gepositioneerd voor het afdekken van het technisch risico van projecten.
- Voor technologieën met een zeer sterk innovatief karakter zou een innovatiefonds een goede aanvulling zijn.
- Het nieuw te vormen Groeifonds zou zich voornamelijk moeten richten op het financieren van projecten met een groot vollooprisico.
- Om het dimensioneringsvraagstuk adequaat te adresseren verdient het aanbeveling om te onderzoeken welke financieringsmaatregelen mogelijk zijn in aanvulling op het Groeifonds en Europese financieringsopties.

8. Nader onderzoek

- Grensoverschrijdend H_2 en CO_2 netwerk. Laat onderzoek uitvoeren naar de mogelijkheid van een grensoverschrijdend H_2 en CO_2 netwerk waarmee de clusters Chemelot en Zeeland kunnen worden verbonden. Het onderzoek zou zich moeten richten op de bijdrage van een dergelijk netwerk aan de versterking van de positie van de Nederlandse industrie binnen het ARRRA cluster. Het verdient aanbeveling dit onderzoek in nauwe samenwerking met alle betrokken partijen uit te voeren.

- Standaard voor lokale warmte en stoom projecten. Om de potentie aan het gebruik van industriële restwarmte en de uitwisseling van stoom te realiseren, is er behoefte aan onderzoek naar een gestandaardiseerd marktmodel. Dit model moet een heldere rolverdeling en organisatorische structuur neerzetten, en duidelijkheid verschaffen aan betrokken partijen rondom vraagstukken zoals 'wie doe wat' en 'wie draagt welk risico'.

9. Het updaten van dit onderzoek

Het is de aanbeveling om dit overzicht van decarbonisatie projecten en de inventarisatie van infrastructurele behoeften regelmatig te updaten. In dat licht valt deze studie te zien als het startpunt van de bovengenoemde MIEK structuur en zou het nuttig zijn om deze studie iedere twee jaar te updaten.

Managementsamenvatting

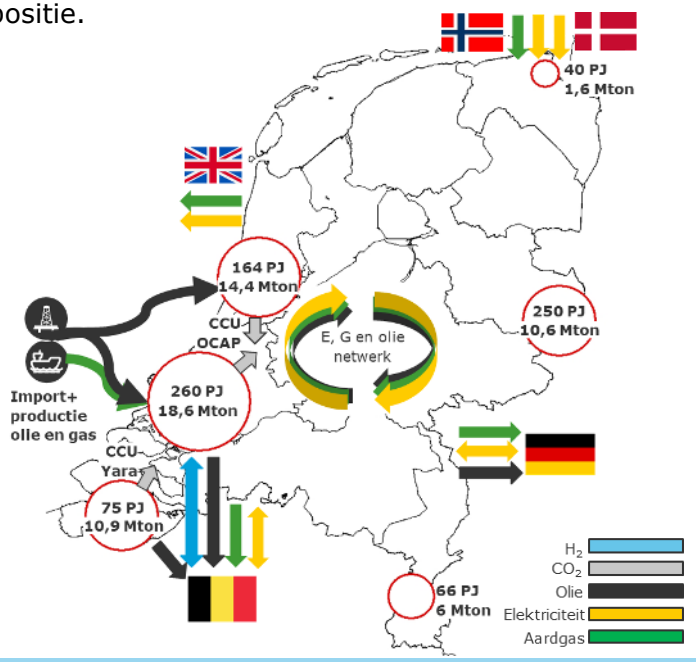
Doelstelling & reikwijdte van dit rapport
Dit rapport ondersteunt de Taskforce Infrastructuur Klimaatakkoord Industrie (TIKI). Het Klimaatakkoord schrijft voor dat infrastructuur geen belemmering mag zijn voor de energietransitie in de industrie. Derhalve richt dit rapport zich op het in kaart brengen van de geplande industriële decarbonisatie projecten en de infrastructurele behoeften die hieruit voortvloeien. Op basis van een vergelijking met de huidige infrastructuur en de geplande ontwikkelingen tot 2030 zijn mogelijke infrastructurele beperkingen in kaart gebracht. De inventarisatie van de beperkingen in dit rapport focust zich op vier verschillende modaliteiten: waterstof, CO_2, elektriciteit en warmte/stoom. Aan technische beperkingen liggen vaak non-technische knelpunten ten grondslag. Deze knelpunten zijn in dit rapport onderverdeeld in vier categorieën: regulatorisch, economisch, bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak. Om voor de geplande projecten zekerheid te bieden, risico's te verlagen en de betaalbaarheid te vergroten zijn oplossingsrichtingen gedefinieerd.

Nationaal perspectief
Het startpunt van deze rapportage is de vraag hoe de industriële energietransitie er tot 2030 uit gaat zien. Hiervoor is een perspectief genomen op de zes industriële clusters in Nederland. Cluster 6 representeert de gezamenlijke belangen van decentrale industrieën zoals voedingsmiddelen, papier en keramiek. Visueel is dit cluster in dit rapport voor de leesbaarheid weergegeven in de regio Enschede. Voor elk van deze clusters in gekeken hoe invulling gegeven wordt aan ieders transitieopgave. Deze volledige analyse is te vinden in Appendix A.

Vervolgens is gekeken naar de beschikbare hoofdinfrastructuur, in hoeverre deze invulling kan geven aan de behoefte, en welke mogelijkheden er nog zijn tot 2030.
De belangrijkste bevindingen hierbij zijn:

- Op het landelijke hoogspanningsnet (380/220 kV) zijn voor de tot 2030 geplande projecten nog aansluitmogelijkheden, hoewel lokaal problemen kunnen ontstaan bij verdere onvoorziene groei. Na 2030 worden verdere problemen verwacht.
- Op 150 kV zijn op aansluitingsniveau reeds beperkingen. Ook bij 150 kV stations kunnen capaciteitsproblemen ontstaan, onder andere vanwege de vraaggroei uit datacenters (5-31% totale elektriciteitsvraag in 2030).
- Het is mogelijk om gasleidingen vrij te spelen en om te bouwen voor hergebruik als H_2 backbone. Er zijn hierbij nog wel een aantal technische aandachtspunten.
- Er is grote potentie voor de uitkoppeling van industriële restwarmte, met name in Cluster 6. Geothermie is voor de industrie tot 2030 beperkt toepasbaar.
- De totale investeringskosten voor publieke infrastructuur (inclusief de landelijke H_2 backbone) zijn geraamd op €40-50 miljard. Dit is exclusief private investeringen die van de industrie nodig zijn voor realisatie van projecten en lokale infrastructuur.

Buitenland
Onze buurlanden België en Duitsland staan voor vergelijkbare uitdagingen van de energietransitie. Het aangaan van samenwerkingsverbanden op energie infrastructuur met Duitsland en België kan economische kansen voor Nederland bieden. Voor Nederland zijn vooral de industriële clusters in het Ruhrgebied en Vlaanderen relevant, vanwege de behoefte aan CCS, hernieuwbare elektriciteit en potentieel duurzaam geproduceerde waterstof. Verdere internationale samenwerking binnen het chemische ARRRA-cluster biedt kansen voor de versterking van de internationale concurrentiepositie.



DNV GL © 2020

Managementsamenvatting

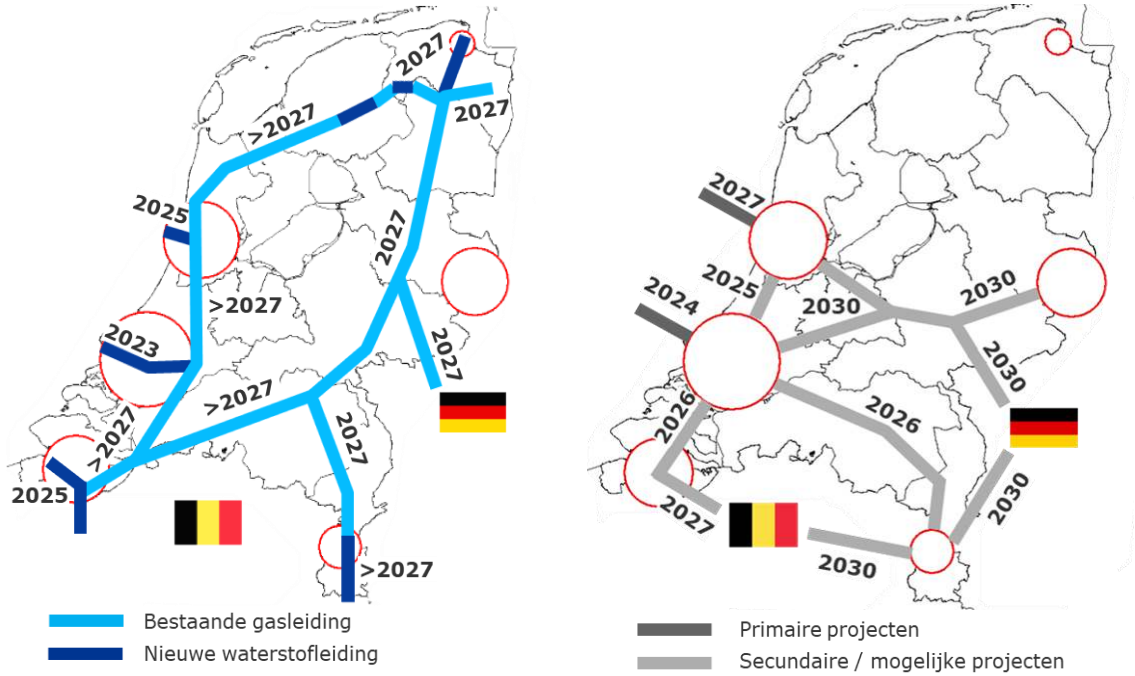
Project beperkingen & timing
Waar het nationale perspectief invulling geeft aan de beschikbare infrastructuur en de mogelijkheden tot 2030, is dit onvoldoende om te concluderen of deze infrastructuur toereikend is. Hiertoe is voor elk van de industriële clusters een inventarisatie en beoordeling gemaakt van de geplande decarbonisatie projecten. Deze beoordeling wordt weergegeven op de volgende pagina. Op basis van de benodigdheden voor de realisatie van de verschillende projecten is getoetst in hoeverre de beschikbare en geplande infrastructuur adequaat is. Waar dit niet het geval is, zijn de technische beperkingen per modaliteit in kaart gebracht.

Voor elektriciteit is reeds geconstateerd dat voor de geplande projecten tot 2030 aansluitmogelijkheden zijn, maar dat voor de periode na 2030 keuzes gemaakt moeten worden. Netverzwaring heeft lange doorlooptijden, en is in veel gevallen niet de meest kostenefficiënte optie. Derhalve is het aan te bevelen een integraal perspectief te hanteren waarin verschillende mogelijkheden tegen elkaar worden afgewogen en kosten en baten niet op projectbasis, maar in de gehele keten worden meegenomen. Hiervoor is in dit rapport een analyse gemaakt van afhankelijkheden tussen projecten.
Op basis van kosteninschattingen kan bijvoorbeeld worden geconcludeerd dat additionele transportcapaciteit voor H_2 kostenefficiënter gerealiseerd kan worden dan netverzwaring. De aanbeveling is dan ook om het perspectief *'moleculen, tenzij'* te hanteren – transport middels moleculen tenzij capaciteit voor elektrificatie beschikbaar is, of moleculen in specifieke situaties niet de maatschappelijk optimale keuze zijn.
Voor H_2 geldt dat projecten tot 2025 overwegend lokaal van aard zijn, waarbij de geproduceerde H_2 middels infrastructuur binnen het cluster getransporteerd wordt. Na 2025 staat opschaling van elektrolyse naar GW-schaal gepland, en is landelijke infrastructuur in de vorm van een H_2 backbone wenselijk voor de uitwisseling van H_2.

Voor CO_2 is hoofdinfrastructuur voor transport en opslag nodig. Hiervoor is het van belang dat de CCS projecten Porthos en Athos op korte termijn gerealiseerd worden en dat vervolgens transport en levering van CO_2 uit Chemelot, Zeeland en Cluster 6 aan Porthos of Athos mogelijk gemaakt wordt.

Er is een groot potentieel voor projecten op het gebied van stoomuitwisseling en de benutting van restwarmte. Er zijn hierbij geen technische beperkingen of afhankelijkheden geconstateerd.

Onderstaande kaarten geven weer wanneer een behoefte aan hoofdinfrastructuur voor transport van H_2 en CO_2 ontstaat. Jaartallen zijn gebaseerd op de clusterplannen, de voorziene timing en realisatie van projecten en de onderlinge afhankelijkheden. CO_2 afvang in Cluster 6 is mogelijk vanaf 2030, waar Zeeland en Chemelot reeds daarvoor CO_2 beschikbaar hebben. Fysieke koppeling aan Porthos is vanaf 2026 mogelijk; bij transport middels schepen kan levering eerder starten. De modulaire realisatie van de H_2 backbone dient gekoppeld te worden aan de opschaling van elektrolyse tot GW-schaal, waarvan de eerste circa 2027 in Noord-Nederland is voorzien. Dit maakt ook de ontsluiting van H_2 opslag mogelijk. Vervolgens dient aansluiting van Chemelot prioriteit te hebben, aangezien daar beperkte duurzame H_2 productie mogelijk is. De westelijke zijde van de backbone kan daarna gerealiseerd worden.



DNV GL © 2020

Managementsamenvatting

H_2

- **H1, NN:** Afname H_2 industrie
- **H2, NZKG:** Blauwe H_2 Athos
- **H3, R-M:** H-vision, blauwe H_2, 46 PJ.
- **H4, R-M:** Lokaal H_2 netwerk (HIC)
- **H5, Ze:** Lokaal H_2 netwerk (CUST)
- **H6, Ch:** Vergroenen H_2 productie uit biomassa (afval)
- **H7, Ch:** Pilotplant H_2 uit koolwaterstoffen
- **H8, C6:** Productie H_2 op offshore platforms en aansluiting op landelijke H_2 infra

CO_2

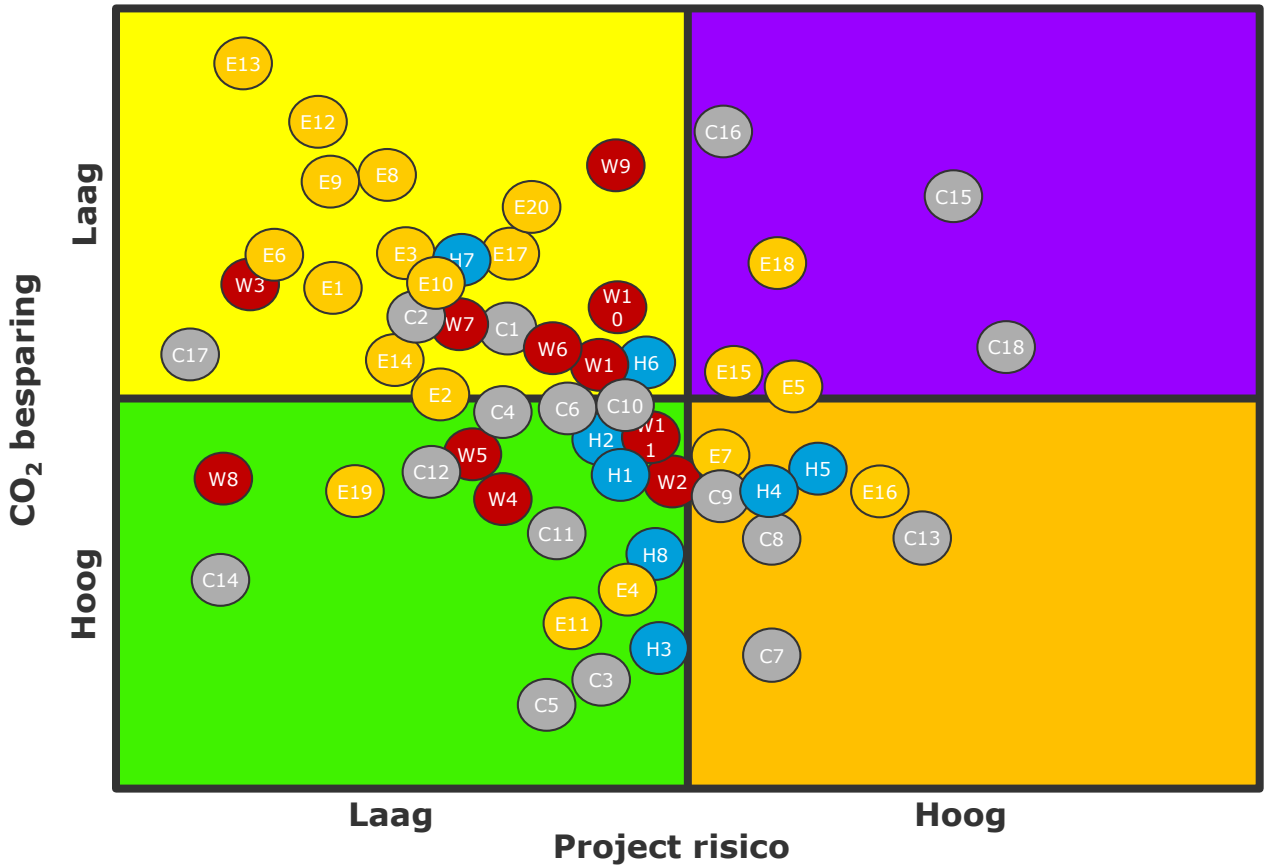
- **C1, NN:** biofuel met CO_2
- **C2, NN:** CO_2 net Eemshaven – Delfzijl
- **C3, NZKG:** Athos CC(U)S
- **C4, NZKG:** OCAP 1,1 Mton CCU
- **C5, R-M:** CCS Porthos
- **C6, R-M:** CCU OCAP 1,2 Mton
- **C7, R-M:** Porthos Zeeland en Chemelot.
- **C8, R-M:** Porthos en 1-2 waterstoffabrieken
- **C9, Ze:** 2 Mton CCU 'Steel2Chemicals'
- **C10, Ze:** 0,5 Mton CCU 'alternative concrete'
- **C11, Ze:** 1,7 Mton CCS bij H_2 productie
- **C12, Ze:** CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2
- **C13, Ze:** CO_2 leiding Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen
- **C14, Ch:** Reductie N_2O emissie
- **C15, Ch:** Evt. CCU glastuinbouw
- **C16, C6:** CCS keramiek
- **C17, C6:** CC(U)S AVI's
- **C18, C6:** Aanleggen lokale CO_2 netten

Warmte/stoom

- **W1, NN:** Restwarmte leiding
- **W2, NN:** Uitbreiding restwarmte
- **W3, NN:** Uitbreiding stoomnet
- **W4, NZKG**: Uitbreiden warmtenet
- **W5, R-M:** Uitbreiden warmtenetten
- **W6, R-M:** Uitbreiden stoomnetwerk Botlek
- **W7, Ch:** Vervolgprojecten HGN, uitkoppelen 30 MW restwarmte
- **W8, C6:** Restwarmte datacenters
- **W9, C6:** Geothermie voor FNLI, papier- en keramiekindustrie
- **W10, C6:** Gebruik LT restwarmte voor FNLI en papierindustrie (niet benoemd)
- **W11, C6:** Gebruik restwarmte AVI's

Elektriciteit

- **E1, NN:** 20MW P2H2
- **E2, NN:** Opschaling E1 naar 250MW
- **E3, NN:** 100MW P2H2
- **E4, NN:** Opschaling E3 naar 850MW + 1GW
- **E5, NN:** Extra elektrificatie
- **E6, NZKG:** 100MW P2H2
- **E7, NZKG:** Opschalen 1GW P2H2
- **E8, NZKG**: Elektrificatie
- **E9, R-M:** 20 MW P2H2
- **E10, R-M:** 250MW P2H2
- **E11, R-M:** Opschaling E10 naar 2GW
- **E12, R-M:** Elektrificatie
- **E13, R-M:** Toename E-vraag
- **E14, Ze:** Elektrificatie P2H
- **E15, Ze:** 100MW P2H2
- **E16, Ze:** Opschaling E15 naar 1GW
- **E17, Ch:** Elektrificatie
- **E18, Ch:** Lokale elektrolyse
- **E19, C6:** Elektrificatie offshore platforms
- **E20, C6**: Gedeeltelijke elektrificatie levensmiddelen, papier, keramiek en technologie



Nota bene:
In bovenstaand figuur worden industriële plannen getoetst op haalbaarheid en CO_2 impact. Deze analyse is nadrukkelijk niet bedoeld om een prioritering aan te brengen tussen projecten, maar om de urgentie van ontwikkeling van infrastructuur te kunnen toetsen. De projectrisico's zijn exclusief de bijbehorende infrastructurele risico's. De CO_2 impact is gekwantificeerd ten opzichte van de besparingsdoelen van het cluster. De verdere methodologie van deze toetsing wordt beschreven in de Appendix.

Managementsamenvatting

Bij het aanpakken van de technische beperkingen komt men knelpunten tegen. Verschillende knelpunten zijn vastgesteld en vervolgens geanalyseerd om oplossingsrichtingen te definiëren. Deze oplossingsrichtingen zijn samengesteld op basis van consultatiesessies en expert sessies met vertegenwoordigers van EZK, BZK, IPO, wetenschap, de infrabeheerders en industrie.

Regulatorische knelpunten
Het realiseren van infrastructuur wordt vaak gehinderd door onzekerheid met betrekking tot regulatorische aspecten. Dit is relevant voor projecten op het gebied van CO_2, waterstof en warmte. Zo belemmert de huidige wet- en regelgeving omtrent carbon accounting (EU-ETS, Scope 1,2,3 methode) de decarbonisatie van de industrie door de levering van CO_2 en warmte aan non-ETS entiteiten en de toerekening van emissiereductie in productketens.

Het juridisch kader is voor veel projecten niet aanwezig of incompleet. Ontbrekende onderdelen van het juridisch kader betreffen onder andere de aanwijzing van netbeheerders van H_2-, CO_2- en warmte-netwerken, duidelijke regels voor derden toegang en wet- en regelgeving over de opslag van CO_2 en de kwaliteitseisen voor H_2 en CO_2.

Tot slot is het onder de Mededingingswet niet mogelijk voor concurrerende bedrijven om bedrijfsgevoelige informatie uit te wisselen, ondanks dat dit noodzakelijk is voor gezamenlijke projecten waarbij de timing essentieel is.

Regulatorische oplossingen
- Het inrichten van stimulerende regelgeving en carbon accounting: richt regelgeving zodanig in dat investeringen in ambitieuze emissiereductie maatregelen met aanzienlijke reducties aantrekkelijker worden.
- Het creëren van nieuwe wet- en regelgeving voor H_2, CO_2 en warmte. Binnen dit nieuw juridisch kader moet worden gedacht aan aspecten zoals de aanwijzing van infrastructuur beheerders, wettelijk verankerde taken en bevoegdheden, bescherming van afnemers, het regelen van derden toegang, regulering voor de opslag van CO_2 inclusief wettelijke aansprakelijkheid, kwaliteitseisen en veiligheidsvoorschriften voor met name H_2.
- Het creëren van een safehouse voor de uitwisseling van bedrijfsgevoelige data.

Economische knelpunten
Het vollooprisico is voor individuele partijen lastig te dragen. Dit betreft onzekerheid over de verwachte benutting en het aantal gebruikers van nieuwe infrastructuur en heeft een direct impact op de business case van het project.

Voor projecten met relatief nieuwe of weinig toegepaste technologie kunnen de kosten hoog zijn en de baten te onzeker. Vaak heeft dit te maken met een technisch risico en/of een organisatorisch risico. Een technisch risico treedt op in het geval van relatief nieuwe technologie die nog niet vaak is toegepast, waardoor er minder ervaring, bekendheid en dus minder inzicht in het risico is. Het organisatorische risico wordt vaak veroorzaakt door het ontbreken van een goede organisatie van een project met een duidelijke verdeling van rollen en belangen. Deze risico's leiden tot onzekerheid, wat de financiering van projecten bemoeilijkt.

Tot slot is er bij het realiseren van infrastructuur regelmatig schaarste aan middelen zoals geschikte en voldoende arbeidskrachten, financiering en voldoende fysieke ruimte. Dit leidt ertoe dat niet alles altijd overal kan, en dat keuzes zullen moeten worden gemaakt.

Economische oplossingen
- Aanpassen van de subsidieprocedure en timing: zorg dat projecten voor het vergunningstraject een indicatieve subsidie krijgen.
- Garanties en risico's afdekken: creëer een infrastructureel fonds voor de financiering en afdekking van financiële risico's bij infrastructuur, zoals het vollooprisico.
- Adequate implementatie SDE^{++}: zorg dat de subsidiering voor de verschillende technologieën adequaat is, voldoende volume heeft, en langdurige zekerheid biedt.
- Gestandaardiseerd marktmodel warmte en stoom: voor de lokale aanleg van nieuwe warmte/stoom infrastructuur is het essentieel om een repeteerbare organisatiestructuur en risicoverdeling te ontwikkelen en toe te passen. Er is een behoefte aan standaardisatie van de keten, en dit betreft potentieel vele projecten.

Managementsamenvatting

Bestuurlijke knelpunten
Het ontbeert vanuit de verschillende bestuurslagen en ministeries van de overheid aan een duidelijke regierol rondom infrastructuurplannen. Regie is nodig bij projecten van groot maatschappelijk belang die door markcondities of andere belemmeringen niet uit zichzelf gerealiseerd kunnen worden.

Gebrekkige sturing, selectie en prioritering bij ruimtelijke toewijzing voor infrastructuur, is momenteel en in de toekomst een belemmering. Dit geldt zowel voor private ruimte in clusters als voor publieke ruimte voor nationale infrastructuur. Rekening houden met lange-termijn ontwikkelingen is complex aangezien de relevante fysieke ruimte dan voor lange tijd dient te worden gereserveerd.

Veel bestaande olie- en gasinfrastructuur kan worden hergebruikt voor snelle invoering van H_2 en CO_2 transport en opslag, echter staat de ontmanteling van een deel van deze infrastructuur op korte termijn gepland. Wanneer de overheid en stakeholders de komende jaren geen keuzes maken voor het hergebruiken van deze infrastructuur dreigt er veel potentieel herbruikbare infrastructuur te verdwijnen.

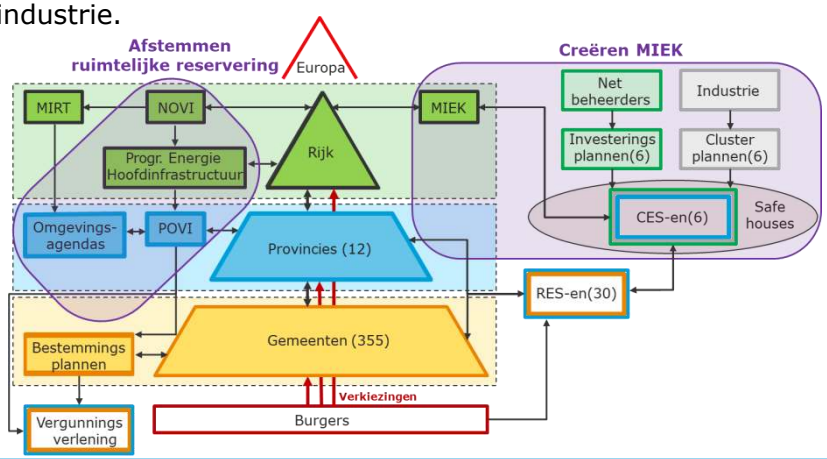
Bestuurlijke oplossingen
- Creëer een periodiek afwegingskader van hoofdinfrastructuur in samenspraak met industrie en infrastructuurbedrijven: een Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK), waarbij de rijksoverheid haar regietaak zwaarder invult dan voorheen binnen een gezamenlijk afgesproken kader.
- De plannen van industrie en infrastructuur vragen om een integrale aanpak en afstemming met andere ruimtelijke plannen van bijvoorbeeld landbouw, de gebouwde omgeving en transport. Hier zijn de NOVI, en POVI's en PEH voor ingesteld. Sluit bij deze instrumenten ook de industriële clusters aan en maak de energietransitie en bijbehorende infrastructuur een hoofdonderwerp.
- Vergroot de vrijheid binnen het besluitvormingsproces infrastructuurbeheerders en maakt het wettelijk mogelijk om investeringen eenvoudiger te kunnen classificeren als doelmatige investering (bijvoorbeeld als een gebied meer vraag verwacht maar het niet 100% zeker is bij welke afnemer). Dit zorgt dat infrastructuurbeheerders en ontwikkelaars de infrastructuur die maatschappelijk relevant is voor de energietransitie eerder kunnen opleveren of opschalen. Hierbij hoort ook een expliciete rol voor toezicht door de Autoriteit Consument en Markt (ACM).

Maatschappelijk draagvlak knelpunten
De energietransitie heeft een grote invloed op de maatschappij. Transitie betekent verandering en dat leidt per definitie tot schuring, onzekerheid en weerstand.

In de klimaatdialoog staan momenteel vooral de kosten centraal, in plaats van de mogelijke opbrengsten en nieuwe economische kansen. Er is onvoldoende duiding van het maatschappelijk belang vanuit zowel het Rijk als de industrie, en de kansen van de energietransitie worden te weinig benadrukt.

Er is een gebrek aan bestuurlijk commitment voor infrastructuur. Beperkte lokale steun van burgers resulteert in sommige gevallen in gebrekkige ondersteuning van lokale overheden, aangezien deze overheden met name oog hebben voor het belang van de eigen inwoners.

Maatschappelijk draagvlak oplossingen
Om breed maatschappelijk draagvlak te creëren is het van belang dat er politiek en bestuurlijk een heldere structuur ontstaat met bijbehorende verantwoordelijkheden. Een goede wisselwerking tussen burgers en de overheid is hierbij van belang. De participatie van burgers in de RES-en zorgt voor lokaal momentum en draagvlak. Het Rijk en de industrie dienen gezamenlijk verdere nadruk te leggen op de mogelijke opbrengsten en nieuwe economische kansen van de energietransitie, alsmede het belang van de industrie.



DNV GL © 2020

Managementsamenvatting

Toetsing
Hoewel dit rapport zich primair richt op de transitie richting 2030, is het van belang het perspectief op 2050 niet uit het oog te verliezen. De analyse in dit rapport is dan ook getoetst aan de hand van verscheidene scenario's en beleidsplannen, op basis waarvan een toekomstbeeld voor elk van de vier modaliteiten geschetst is.

Het ingezette transitiepad is met name in lijn met het scenario voor nationale sturing uit de ii3050 studie. Dit scenario leidt tot hoge mate van nationale zelfvoorzienendheid middels wind op zee gekoppeld aan grootschalige elektrolyse, waarbij de geproduceerde H_2 via een nationaal backbone vervoerd wordt. Ook elementen uit de regionale en Europese ii3050 scenario's komen terug. België en Duitsland richten zich ook op nationale sturing, hoewel hierbij voldoende ruimte voor internationale samenwerking en uitwisseling van commodities en grondstoffen bestaat.

Per modaliteit zijn de volgende toekomstbeelden voorzien richting 2050:

- *H_2*: grootschalige productie groene en blauwe waterstof, met de meeste groei in het groene segment. Er is een sterke koppeling met wind op zee. Productie wordt via een internationale backbone uitgewisseld tussen industriële clusters in Nederland, België en Duitsland.
- *CO_2*: Toename van CO_2 afvang in industrie en uitbreiding van koppeling industrie in gehele ARRRA cluster voor internationale uitwisseling CO_2. Infrastructuur wordt in eerste instantie uitgerold voor opslag van CO_2, waarna een verschuiving richting CCU in de vorm van gebruik van CO_2 als grondstof plaatsvindt. CO_2 infrastructuur die door de verschuiving naar CCU overbodig wordt, zal hergebruikt worden voor transport van andere grondstoffen.
- *Elektriciteit*: Toenemende vraag uit P2H en P2H2 en het opschalen van productie uit wind op zee. Dit leidt tot additionele druk op het transportnet, waardoor in een vroeg stadium keuzes gemaakt moeten worden over transport middels elektronen of moleculen om congestie op het transportnet te voorkomen.
- *Warmte/stoom*: Verdere ontsluiting van het potentieel aan industriële restwarmte en de uitwisseling van stoom. Mogelijke toepassing van nieuwe technologieën als HT-warmtepompen of toepassing geothermie voor invulling warmtevraag. Door procesefficiëntie zal de totale warmtevraag in de industrie gaan dalen.

Management summary

Recommendations

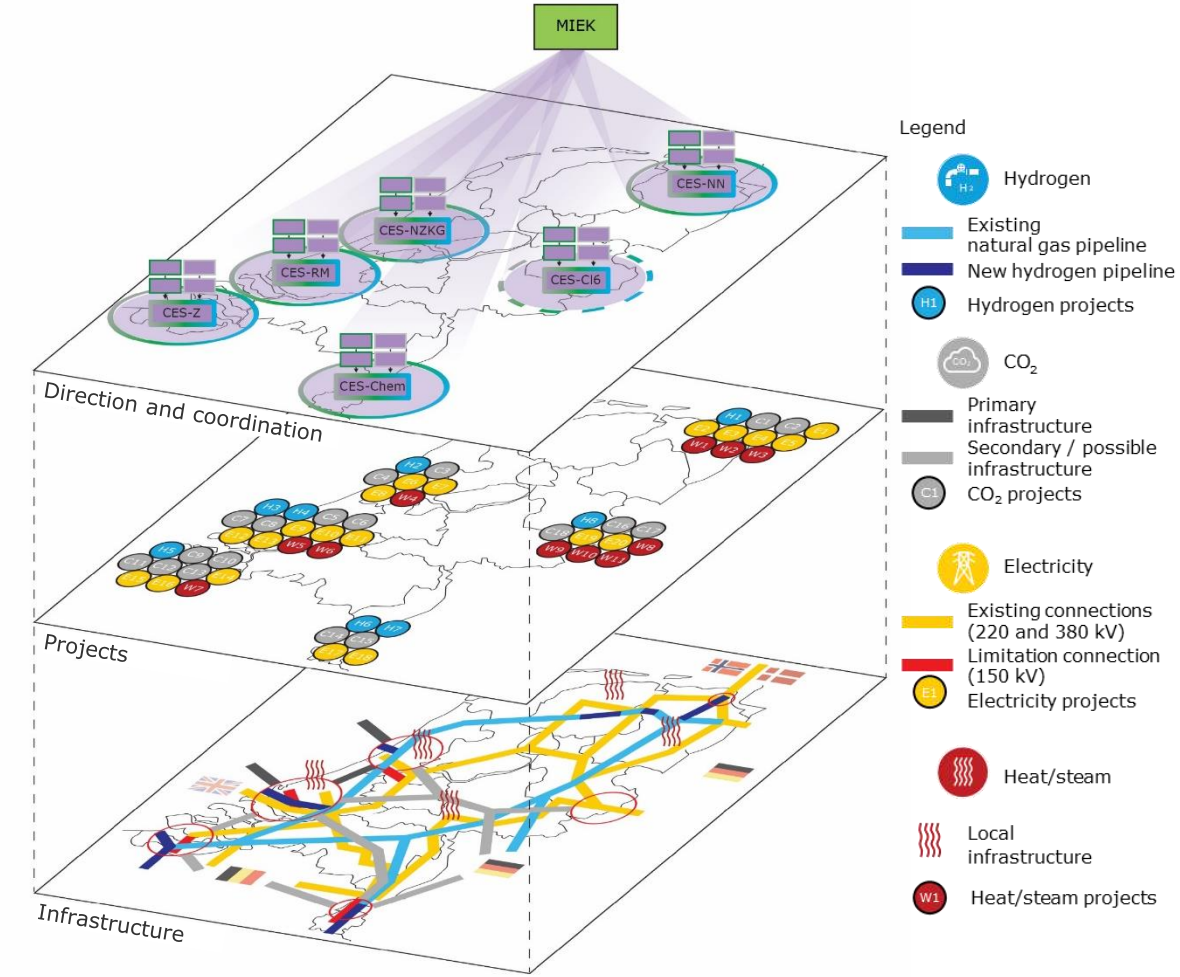
This report would like to issue a number of specific recommendations. These recommendations stem from the underlying information that has been collected in recent months, from expert interviews and consultations.

1. Realise that the situation is urgent

With the projects that are outlined in this report, the industrial targets in the Dutch Climate Agreement can be achieved. However, this requires several short-term decisions to be made. Failure to do so will cause some projects to not be realised before 2030, and will result in higher costs than necessary. This is particularly important because infrastructure projects tend to have long lead times. In addition, part of the existing infrastructure will no longer be available for repurposing because it is scheduled for (mandatory) decommissioning within the next ten years.

2. Create a Multi-year Programme for Energy and Climate Infrastructure

- The Multi-year Programme for Energy and Climate Infrastructure (*Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat*, or MIEK) is a strategic vision of main infrastructure and system integration, to be reviewed periodically with industry representatives and infrastructure operators.
- The MIEK will elevate the coordination and direction of infrastructure projects that are essential to the energy transition to the national government level. The programme must be designed in consultation with industry and infrastructure companies, with the national government taking a more active coordinating role within a jointly agreed framework.
- Involve several ministries and stakeholders in the MIEK. A Directorate General of the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy will be responsible, and all stakeholders (e.g. the Ministries of Finance, Infrastructure & Water Management, Interior and Kingdom Relations, industry, infrastructure operators and local governments) will participate.
- The MIEK has a two-year decision-making cycle. It is vital that the programme is synchronised with the grid operators' Investment Plans, the Cluster and Regional Energy Strategies and the National Charging Infrastructure Agenda. The input for the MIEK will be proposed by the grid operators in close consultation with organisations representing grid users. It is up to the clusters to provide the necessary input.
- Projects that are eligible for the MIEK must be selected according to a new evaluation framework that takes into account the costs throughout the entire chain, emissions reductions, system integration, international connections, revenue models in industry and innovation.



DNV GL © 2020

Management summary

Recommendations



3. Enabling CO_2 capture, utilisation and storage

- The realisation of the Porthos and Athos CCS projects will be crucial for the transition to a sustainable industrial sector, achieving the Climate Agreement targets and creating new economic opportunities for The Netherlands. In addition, Porthos and Athos will provide other clusters with additional decarbonisation options. CO_2 from the other clusters can be delivered using ships or pipelines; the choice between these two modes of transport should be researched further.
- EU-ETS regulations regarding the delivery of CO_2 to non-ETS entities (ships and storage facilities) must be amended to enable the delivered CO_2 to be subtracted from one's own emissions.
- The dimensions of Porthos and Athos must be geared towards a projected future level of CO_2 deliveries, e.g. from other clusters, or possibly from abroad.
- Management of the CO_2 infrastructure must be assigned to a party that has the requisite expertise, e.g. EBN.
- Arrangements must be made with regard to third-party access, taking into account existing (privately owned) infrastructure.
- The national government must assume statutory liability for the stored CO_2.

4. Realization of H_2 backbone commensurate with the scaling-up of production

- The expected increase in the production of, and demand for, H_2 requires a national H_2 backbone to facilitate the exchange of H_2 between clusters. The backbone should be constructed in a modular way be aligned with the timing of hydrogen project scale-ups.
- Management of the H_2 backbone must be assigned to a party that has the required expertise, e.g. Gasunie.
- Arrangements are to be made with regard to third-party access, taking into account existing (privately owned) infrastructure.
- Quality requirements, security regulations and standards must be drawn up for H_2. It is recommended that this is done in consultation with Belgium and Germany, in light of the possible future links between national H_2 infrastructures.

5. Create an assessment framework for the various commodities

Given the expected limitations of the electrical grid, a choice must be made between an electron-based transport infrastructure or a molecular-based infrastructure. For infrastructure projects, it is important not only to consider the direct project costs, but to perform a systematic analysis that includes the various options and effects encountered throughout the chain. Since unlocking transportation capacity using an H_2 backbone tends to be cheaper than unlocking comparable capacity in a high-voltage power grid, this report recommends a 'molecular transport, unless' approach. Where grid capacity allows it, there are no objections towards using electrification. Elsewhere, it is recommended to look into other transport methods such as hydrogen. However, this should involve consideration not only of the costs of transportation, but also the costs of production and conversion, as well as suitability within the production/ procurement/usage chain. At the same time, sufficient decarbonisation options in all clusters must be guaranteed. Where CCS or H_2 do not have enough potential for reduction, e.g. in Cluster 6, this could be an argument for prioritising high-voltage infrastructure.

6. Create a safehouse for sensitive business data

It should be made possible, without transgressing the Dutch Competition Act *(Mededingingswet),* for companies to share the necessary sensitive business data in projects where competitors take part simultaneously and time is of the essence. This is particularly relevant for Porthos as well as steam and electrolysis projects with multiple industrial customers. A 'safehouse' could be established where potential industrial investments and grid operators' plans for infrastructure projects can be assessed, and where proposals for new (or a more effective use of) infrastructure can be made, without disclosing commercially sensitive information.



7. Financing energy infrastructure

In order to realise the required energy infrastructure in time, the government may cover certain project risks that the participating parties are unable to cover – in particular the technical risk and the demand risk. Additionally, there may be a need to oversize new-built infrastructure in anticipation of increased future use. In addition, questions about organisation will come into play ("who will do what, and who will be liable for what?").

The projects will be financed primarily by the market. However, additional financing options must be created so that insurmountable financial risks can be covered for individual parties.

- The Invest-NL fund is well positioned to cover the projects' technical risk.
- An innovation fund would be a welcome supplementary option for highly innovative technologies.
- The to be established Growth Fund (*Groeifonds*) should mainly focus on funding projects with a significant demand risk (vollooprisicio).
- In order to properly address the dimensioning/oversizing issue, it is advised to identify which other financing measures are available in addition to the Growth Fund and EU funding.

8. Further research

- Cross-border H_2 and CO_2 network: commission a study on the potential for a cross-border H_2 and CO_2 network to which the Chemelot and Zeeland clusters could be connected. This study should focus on how such a network could help to strengthen the Dutch industry's position within the ARRRA cluster. It is recommended that this study is conducted in close consultation with all parties involved.
- A standard for local heat and steam projects: in order to realise the potential of industrial residual heat and the exchange of steam, there is a need for research into a standardised market model. Such a model must present sharply defined roles and a clear organisational structure, and must provide clear answers to questions such as, 'who will do what?' and 'who will bear which risks?'.

9. Updating this research

It is recommended that this overview of decarbonisation projects and infrastructure needs is updated regularly. In this light, this study can be regarded as the starting point for the aforementioned MIEK and should ideally be updated every two years.

DNV GL © 2020

Management summary

Purpose and scope of this report

This report supports the Taskforce Infrastructure, Climate Agreement, Industry (TIKI). The Dutch Climate Agreement prescribes that infrastructure must not impede the industrial energy transition. Hence, this report identifies the scheduled industrial decarbonisation projects and the associated infrastructural needs. Based on a comparison between the current infrastructure and the projects scheduled for the period up to 2030 potential infrastructure-related limitations are identified. The identification of limitations this report focusses on four different commodities: H_2, CO_2, electricity and heat/steam. Technical limitations are often caused by non-technical obstacles. In this report, these obstacles have been subdivided into four categories: regulatory, economic, administrative and public support obstacles. Solutions paths have been drafted to ensure that scheduled projects materialise, risks are mitigated and that the projects remain affordable.

National perspective

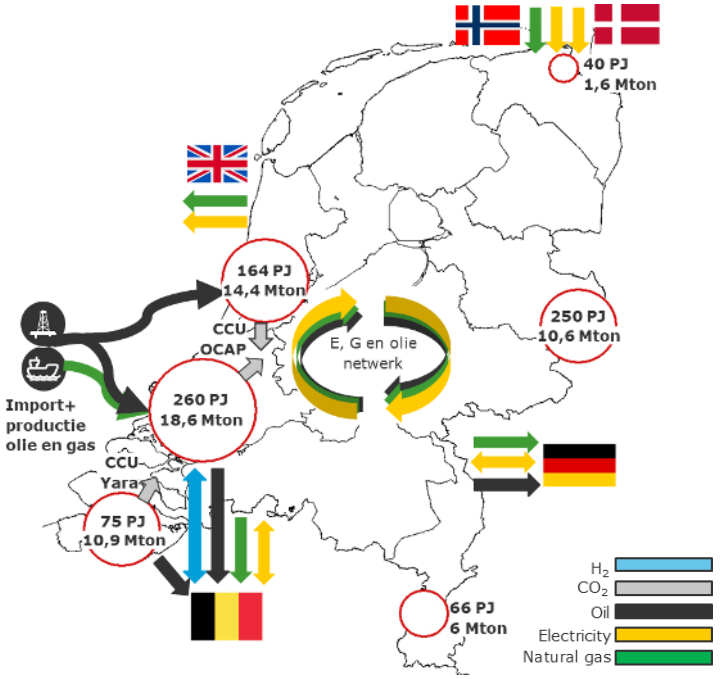
The starting point of this report is the question as to what the industry's energy transition will be like in the years up to 2030. That question has been addressed from the perspective of six industrial clusters in the Netherlands. Cluster 6 represents the shared interests of decentralised industries such as food, paper and ceramics. This cluster has been visualised in the Enschede region. For each of these clusters it is assessed how they give substance to their transition strategy. The full analysis can be found in Appendix A.

Subsequently, the available main infrastructure is assessed, and the extent to which this will be able to meet demand, and what other options will be available in the years up to 2030. The main findings are as follows:

- The projects scheduled up to 2030 will be able to be connected to the national high-voltage power grid (380/220 kV), although problems may arise locally in the event of unexpected additional growth. Further problems are expected to arise after 2030.
- Limitations are already present for connecting to the 150 kV grid. 150 kV stations may also experience capacity shortages – for instance due to increased demand from datacenters (5-31% of total electricity demand in 2030).
- It is possible to convert gas pipelines for use in the H_2 backbone. However, certain technical issues will have to be considered.
- There is considerable potential for the use of industrial residual heat, particularly in Cluster 6. The use of geothermal energy in industry will be limited up to 2030.
- The estimated total investment costs for public infrastructure (including the national H_2 backbone) amount to €40-50 billion. This estimate does not include the private investments required from industry for project realisation and local infrastructure.

Abroad

Neighbouring countries (Belgium and Germany) are facing similar challenges with regard to the energy transition. Infrastructure-related joint ventures with Belgium and Germany offer potential benefits for the Dutch economy. The industrial clusters of the Rühr district and Flanders are of particular relevance to The Netherlands, due to the need for CCS, renewable electricity and potentially sustainably generated hydrogen. Further international collaboration within the ARRRA cluster for the chemical industry provides opportunities to increase the country's international competitiveness.



DNV GL © 2020

Management summary

Project limitations & timing

The national perspective covers the existing infrastructure and the options available up to 2030, however, this does not suffice to conclude whether this infrastructure will be adequate. For that reason, an inventory and assessment have been made of all scheduled decarbonisation projects within each industrial cluster. This assessment is shown on the next page. Based on the infrastructural requirements for the realisation of the various projects, the adequacy of the available and planned infrastructure was evaluated. Where the infrastructure was found to be inadequate, technical limitations for each commodity are outlined.

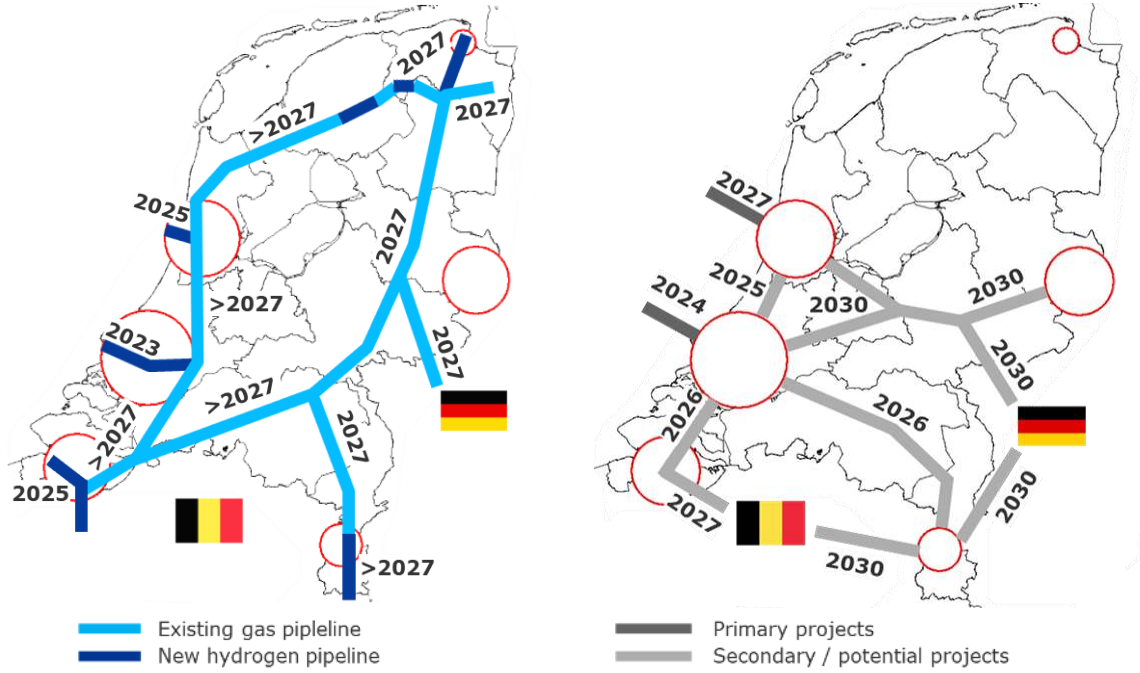
With respect to electricity, as pointed out earlier, the projects planned up to 2030 are able to be connected, but choices will have to be made for the post-2030 period. Grid reinforcement comes with long lead times, and is not the most cost-effective option in in many cases. This being the case, an integral perspective is recommended in which various options are weighed and a cost-benefit analysis is made, not for each individual project, but for the entire chain. To this end, this report includes an analysis of dependencies between various projects.

Based on cost estimates it can for instance be concluded that creating additional transport capacity for H_2 is more cost-efficient than to reinforcing the grid. Therefore, a 'molecules, unless' approach is recommended, i.e. molecular-based infrastructure, unless there is capacity to opt for electrification instead, or unless in a particular situation molecular-based infrastructure is a suboptimal choice from a societal point of view. Hydrogen projects will be largely local until 2025, with the H_2 produced being transported within the cluster through local infrastructure. Plans for GW-scale electrolysis are in place for the period after 2025, when a nationwide infrastructure in the form of a backbone for H_2 exchange is desirable.

With respect to CO_2, main transportation and storage infrastructure will be required. It is important in this respect that the Porthos and Athos CCS projects be realised soon and that subsequently transport and delivery of CO_2 from Chemelot, Zeeland and Cluster 6 to Porthos or Athos is made possible.

There is significant potential for steam exchange and residual heat projects. In this regard, no technical limitations or dependencies have been identified.

The maps below show when a need for main infrastructure for H_2 and CO_2 transportation can be expected to arise. The years are based on the various cluster plans, the anticipated project timelines and realisation dates, and interdependencies. Cluster 6 will be able to capture carbon starting from 2030, while Zeeland and Chemelot will have CO_2 available before that time. A physical connection to Porthos is possible from 2026, however, delivery can commence sooner when transporting the CO_2 using ship. The modular realisation of the H_2 backbone must be aligned with the realisation of GW-scale electrolysis, which is anticipated to start in the northern Netherlands around 2027. This will also enable H_2 storage. Afterwards, priority should be given to connecting Chemelot, since it has limited options for sustainable H_2 production. Subsequently, the western part of the backbone can be realised.



DNV GL © 2020

Management summary

H_2

- **H1, NN:** Use H_2 in industry
- **H2, NZKG:** Blue H_2 Athos
- **H3, R-M:** H-vision, blue H_2, 46 PJ.
- **H4, R-M:** Local H_2 network (HIC)
- **H5, Ze:** Local H_2 network (CUST)
- **H6, Ch:** Greener H_2 production from biomassa (waste)
- **H7, Ch:** pilotplant H_2 from hydrocarbons
- **H8, C6:** Production H_2 on offshore platforms and connection to national H_2 infrastructure

CO_2

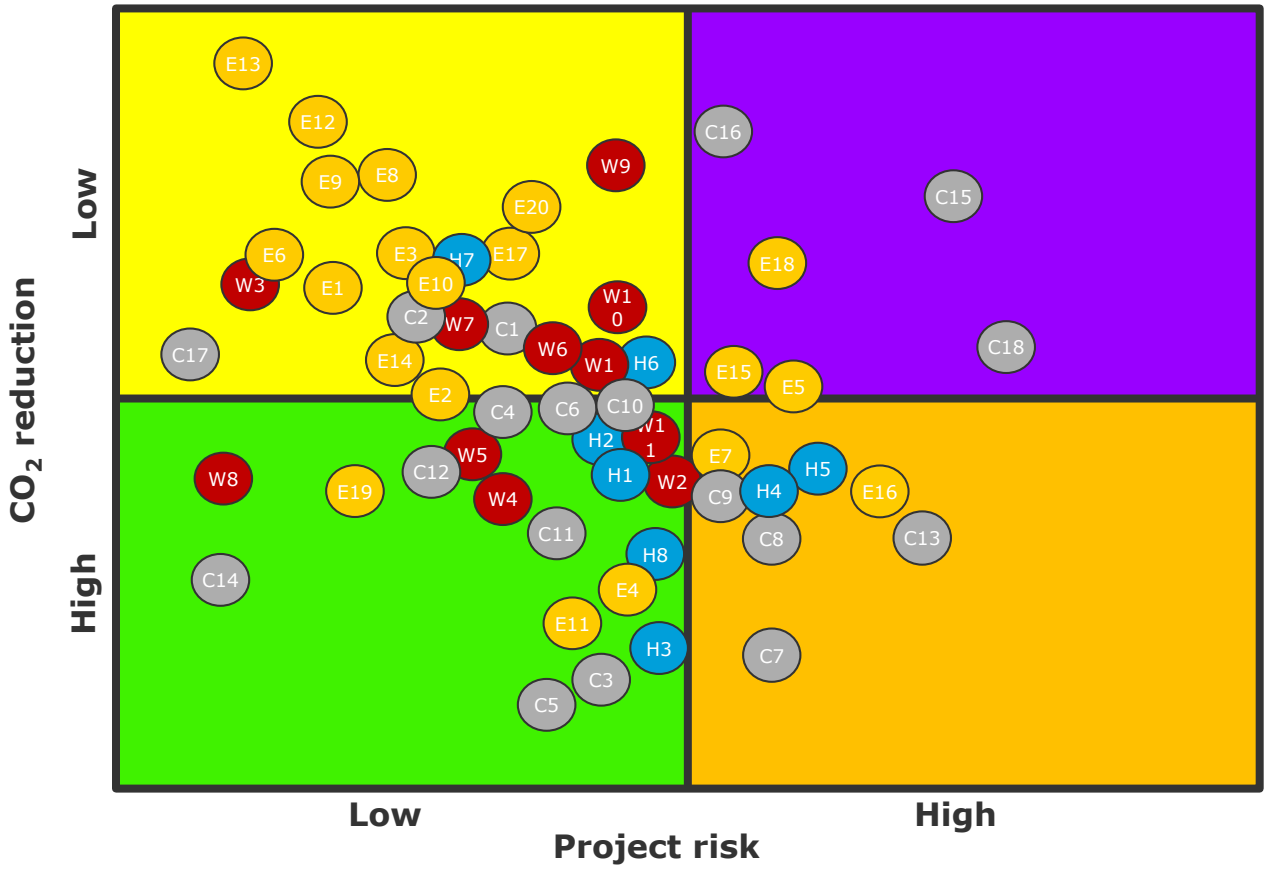
- **C1, NN:** Biofuel with CO_2
- **C2, NN:** CO_2 net Eemshaven – Delfzijl
- **C3, NZKG:** Athos CC(U)S
- **C4, NZKG:** OCAP 1,1 Mton CCU
- **C5, R-M:** CCS Porthos
- **C6, R-M:** CCU OCAP 1,2 Mton
- **C7, R-M:** Porthos Zeeland and Chemelot.
- **C8, R-M:** Porthos and 1-2 H_2 plants
- **C9, Ze:** 2 Mton CCU 'Steel2Chemicals'
- **C10, Ze:** 0,5 Mton CCU 'alternative concrete'
- **C11, Ze:** 1,7 Mton CCS at H_2 production
- **C12, Ze:** CC(U)S 1 Mton already available pure CO_2
- **C13, Ze:** CO_2 pipeline Gent (BE), Terneuzen and Vlissingen
- **C14, Ch:** Reduction N_2O emission
- **C15, Ch:** Possibly CCU greenhouses
- **C16, C6:** CCS ceramics
- **C17, C6:** CC(U)S waste incinerators
- **C18, C6:** Construction local CO_2 networks

Heat/ steam

- **W1, NN:** Residual heat pipeline
- **W2, NN:** Expansion residual heat
- **W3, NN:** Expansion steam network
- **W4, NZKG**: Expansion heat network
- **W5, R-M:** Expansion heat networks
- **W6, R-M:** Expansion steam network Botlek
- **W7, Ch:** Follow-up projects HGN, use of 30 MW residual heat
- **W8, C6:** Residual heat datacentres
- **W9, C6:** Geothermal for FNLI, paper- and ceramics industries
- **W10, C6:** Use low-temperature residual heat for FNLI and papier industries
- **W11, C6:** Use residual heat waste incinerators

Electricity

- **E1, NN:** 20MW P2H2
- **E2, NN:** Scale-up E1 to 250MW
- **E3, NN:** 100MW P2H2
- **E4, NN:** Scale-up E3 to 850MW + 1GW
- **E5, NN:** Extra electrification
- **E6, NZKG:** 100MW P2H2
- **E7, NZKG:** Scale-up E6 to 1GW P2H2
- **E8, NZKG**: Electrification
- **E9, R-M:** 20 MW P2H2
- **E10, R-M:** 250MW P2H2
- **E11, R-M:** Scale-up E10 to 2GW
- **E12, R-M:** Electrification
- **E13, R-M:** Increase E-demand
- **E14, Ze:** Electrification P2H
- **E15, Ze:** 100MW P2H2
- **E16, Ze:** Scale-up E15 to 1GW
- **E17, Ch:** Electrification
- **E18, Ch:** Local electrolysis
- **E19, C6:** Electrification offshore platforms
- **E20, C6**: Partial electrification food, papier, ceramics and technology industries



Please note:
The figure presented above shows a feasibility and CO2 impact analysis for the industry sector's plans. This analysis is NOT intended to indicate which projects are to be prioritised, but rather to assess the urgency of the infrastructure to be developed. The project risks do not include the associated infrastructure-related risks. The CO2 impact is quantified relative to the cluster's reduction targets. See the Appendix for further details about the methodology used for this assessment.

DNV GL © 2020

Management summary

Obstacles will be encountered in addressing technical limitations. Several of these obstacles have been identified and then analysed so as to be able to design appropriate solution paths, based on consultations and expert meetings with representatives of the Ministries of Economic Affairs and Climate Policy, Interior and Kingdom Relations, the Provinces, academia, infrastructure operators and industry.

Regulatory obstacles

The realisation of infrastructure is often impeded by uncertainty with regard to regulatory aspects. This is relevant for projects relating to CO_2, H_2 and heat. For instance, current legislation governing carbon accounting (EU-ETS, Scope 1, 2, 3 method) is obstructing decarbonisation of industry by delivery of CO_2 and heat to non-ETS entities and the allocation of emissions reductions in production chains.

For many projects, the legal framework is either incomplete or non-existent. What is missing from the framework is the appointment of grid operators for H_2, CO_2 and heat networks, clear rules on third-party access, statutory regulations governing the storage of CO_2, and quality requirements for H_2 and CO_2.

Lastly, pursuant to the Dutch Competition Act, competing businesses are banned from exchanging sensitive business information, even when such exchange is necessary for the success of joint ventures in which timelines are crucial.

Regulatory solutions

- Establish legal incentives and carbon accounting: introduce regulations that increase the appeal of investments in ambitious measures that will significantly reduce emissions.
- Create new laws and regulations governing H_2, CO_2 and heat. This new legal framework should include aspects such as the appointment of infrastructure operators, statutory duties and powers, buyer protection, third-party access, carbon storage (including third-party liability), quality requirements and security guidelines particularly with respect to H_2.
- Create a safehouse for the exchange of sensitive business data.

Economic obstacles

The demand risk (*volloopprisicio*) is hard to bear for individual parties. Demand risk involves uncertainty regarding the utilisation and number of users of the new infrastructure, and has a direct impact on the project's business case.

Projects involving relatively new or rarely used technology may incur high costs while the benefits are highly uncertain. In many cases this can be attributed to specific technical and/or organisational risks. A technical risk arises when a relatively new technology is implemented which has not been applied extensively before, meaning that there is less experience with the technology and therefore less understanding of the risk involved. An organisational risk is often caused by the lack of a proper project organisation, meaning that there is no clear understanding of the various parties' duties and interests. These risks result in uncertainty, which makes it harder to secure funding for a project.

Lastly, the realisation of infrastructure projects is often impeded by a lack of resources such as suitable manpower, funding and physical space. This results in the situation where not everything can be executed everywhere, and where choices have to be made.

Economic solutions

- Revise the subsidy procedure and timelines: make sure that projects receive an indicative subsidy before the permission-granting procedure.
- Guarantees and cover for risks: create an infrastructure fund to finance infrastructure projects and cover the financial risks involved, e.g. demand risk.
- Proper implementation of SDE^{++} (subsidy scheme for decarbonisation): ensure that the subsidies for the various technologies are adequate, have the right volume and offer of long-term certainty.
- Standardised heat and steam market model: for the local construction of new heat/steam infrastructure, it is essential to develop a repeatable organisational structure and risk distribution model. There is a need for standardisation of the chain and this potentially affects many projects.

Management summary

Administrative obstacels
There is a lack of direction from the government's various administrative levels and ministries with regard to infrastructure plans. Government direction is required for projects of significant societal importance that cannot be realised on their own due to market conditions or other impediments.

Inadequate governance, selection and prioritisation in the allocation of land for infrastructure projects constitutes an obstacle in the present and will continue to do so in the future. This applies to both private land in clusters and public land designated for national infrastructure. Taking long-term trends into account is a challenge, since it involves reserving the relevant land for a long period of time.

Much of the existing oil and gas infrastructure can be repurposed for the rapid introduction of H_2 and CO_2 transport and storage. However, part of this infrastructure is scheduled to be decommissioned in the short-term. If the government and stakeholders fail to decide on repurposing within the next few years, much of this potentially re-usable infrastructure may be lost.

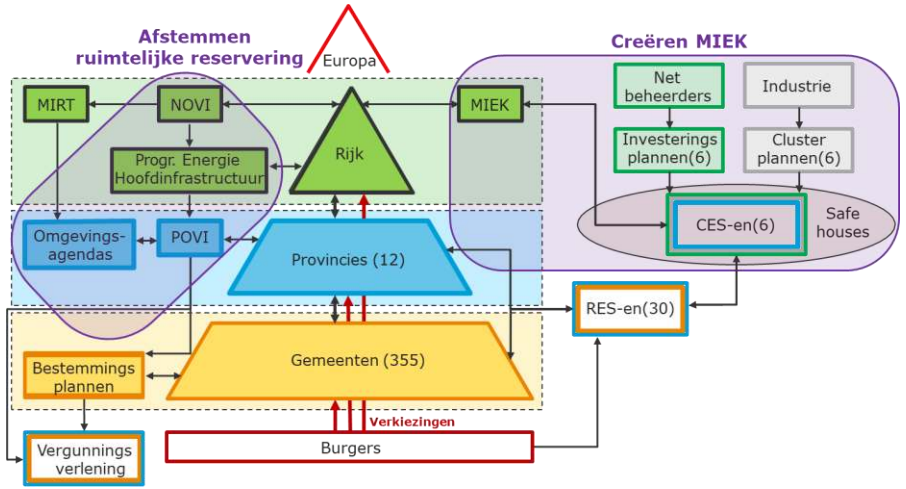
Administrative solutions
- Create a period review framework for main-infrastructure, in consultation with industry and infrastructure companies: a Multi-year Programme for Energy and Climate Infrastructure (MIEK), in which the national government will take a more active directive part than it has done so far, within a jointly agreed framework.
- The plans drawn up by industry and infrastructure companies require an integrated approach and harmonisation with other land-use plans, such as those for agriculture, the built environment and transportation. National and provincial strategies on spatial planning and the environment (NOVI, POVI, PEH) have been established to arrange this. Involve the industrial clusters in these instruments and ensure that the energy transition and associated infrastructure are a main topic.
- Give infrastructure operators greater freedom in their decision-making process and provide more regulatory scope for classifying investments as 'effective investments' (e.g. if an area is expecting demand to increase but is not 100% sure from who). This will allow infrastructure managers and developers to complete or scale up the infrastructure that is relevant for society's energy transition ahead of schedule. This will involve explicit supervision by the regulator (ACM).

Public support obstacles
The energy transition is having a significant effect on society. Transition means change, which by definition results in friction, uncertainty and resistance.

At present, the climate debate mainly focuses on the costs of measures, rather than on their potential benefits and the new economic opportunities they present. Neither the national government nor the industry is sufficiently explaining the societal importance of the energy transition or emphasising the opportunities it entails.

There is a lack of commitment to infrastructure at the administrative level. Limited public support at the local level is resulting in limited support from local authorities, as these authorities tend to focus on the interests of their own population.

Public support solutions
In order to create broad public support, clear political and administrative structures must be established, each with their own responsibilities. This will require effective interactions between the public and the government. Citizens' participating in the drafting of Regional Energy Strategies (RES) generates local momentum and support. The national government and industry must jointly continue to emphasise the potential benefits and economic opportunities of the energy transition, as well as the industry's importance.



DNV GL © 2020

Management summary

Evaluation

Although this report primarily focuses on the energy transition in the years up to 2030, it is important to include a perspective for the period beyond, towards 2050. Therefore, the analysis presented in this report is evaluated in light of several scenarios and policy plans, based on which a future forecast for each of the four commodities is made.

The current transition path is particularly in line with the national governance scenario outlined in the ii3050 study. This scenario will result in a high degree of national self-dependence, based on a combination of offshore wind energy and large-scale electrolysis, with the produced H_2 being transported by a national backbone. It also reflects several aspects of the regional and European ii3050 scenarios. Belgium and Germany are also focusing on national governance, while they remain open to international cooperation and the exchange of commodities and raw materials.

The forecasts for the various commodities in the period up to 2050 are as follows:

- *H_2*: Large-scale production of green and blue hydrogen, with the largest growth in the green segment. Production will be strongly linked to offshore wind energy, and will be exchanged using an international backbone between industrial clusters in The Netherlands, Belgium and Germany.
- *CO_2*: Increased carbon capture in industry and more plants linked throughout the ARRRA cluster for the international exchange of CO_2. Infrastructure will initially be rolled out for CO_2 storage, followed by a shift to CCU in which CO_2 will be used as a raw material. CO_2 infrastructure that will become superfluous due to the shift towards CCU will be reused for the transportation of other raw materials.
- *Electricity*: Increased demand from P2H and P2H2 and scaled-up production of offshore wind energy. This will result in additional pressure on the energy transportation network leads to increased pressure on the electricity grid. As a result, decisions will have to be made at an early stage on whether to use electron or molecular transport chains in order to prevent congestion in the transportation network.
- *Heat/steam*: Further utilisation of the potential for industrial residual heat and the exchange of steam. Potential application of new technologies such as high-temperature heat pumps or geothermal energy for heating purposes. Process efficiencies will reduce demand for heating in industry.

Inhoudsopgave rapport

Hoofdstuk	Pagina
Managementsamenvatting	3
Management summary	12
1. Introductie	23
2. Nationaal perspectief	28
3. Buitenlandanalyse	42
4. Project beperkingen & timing	55
5. Knelpunten	70
6. Oplossingen	81
7. Toetsing	93
8. Conclusies en aanbevelingen	100
Appendices	109
A. Bevindingen industriële clusters en infrastructuur	110
B. Project afhankelijkheden en timing	155
C. Overzicht knelpunten per project	162
D. Achtergrondinformatie	179

Lijst van afkortingen

Term	Omschrijving
ARRRA	Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr Area
ATR	Autothermal reforming
AVI	Afvalverbrandings installatie
BE	België
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Utilization
CES	Cluster Energie Strategie
CO_2	Koolstofdioxide
CO_2e	CO_2 equivalent
DE	Duitsland
EU-ETS	European Emission Trading System
E-vraag/verbruik/net	Elektriciteitsvraag/-verbruik/-net
FID	Final investment decision
GvO	Garantie van oorsprong
GW	Gigawatt (10^9 Watt)
H_2	Waterstof
HT	Hoge temperatuur
HS	Hoogspanning
HVDC	High voltage direct current
kton	Kiloton (duizend ton)
kV	Kilovolt (duizend volt)

Term	Omschrijving
LT	Lage temperatuur
m^3	Kubieke meter
MEUR	Miljoen Euro
MIEK	Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat
MIRT	Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport
Mton	Megaton (miljoen ton)
MW	Megawatt (miljoen Watt)
NL	Nederland
NZKG	Noordzeekanaalgebied
NOVI	Nationale Omgevingsvisie
P2H	Power to Heat, te weten een elektrische boiler of warmtepomp
P2H2	Power to Waterstof, te weten een elektrolyser
PEH	Programma Energie Hoofdstructuur
PJ	Petajoule (10^{15} Joule)
POVI	Provinciale Omgevingsvisie
RES	Regionale Energie Strategie
SDE	Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie
SMR	Steam Methane Reforming
SVB	Structuurvisie buisleidingen
TIKI	Taskforce Infrastructuur Klimaatakkoord Industrie
WoZ	Wind op Zee

1 Introductie

DNV GL © 2020

1. Introductie – Achtergrond en aanleiding

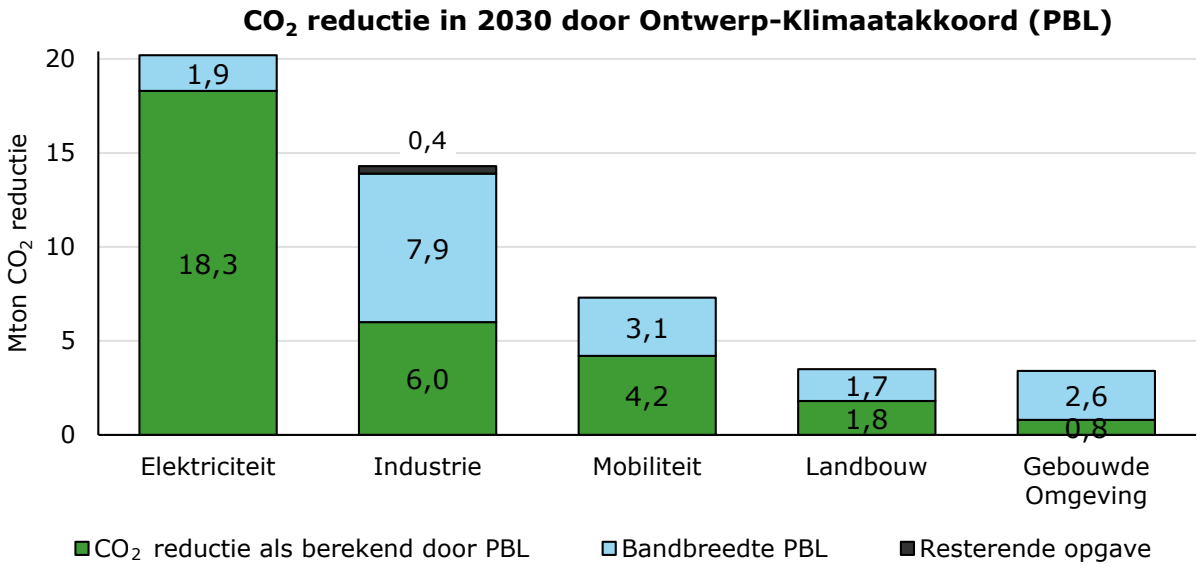
Infrastructuur is kritisch voor de industrie om te voldoen aan het Klimaatakkoord. Een Taskforce is ingesteld om infrastructurele knelpunten te identificeren en oplossingen aan te dragen.

Achtergrond

Nederland heeft zich gecommitteerd om in 2030 49% minder CO_2 uit te stoten ten opzichte van 1990. In 2050 moet de uitstoot van broeikasgassen met 95% afgenomen zijn. Als onderdeel van het Nederlandse klimaatbeleid is op 28 juni 2019 het Klimaatakkoord gepresenteerd. Het Klimaatakkoord is een overeenkomst tussen organisaties en bedrijven in Nederland, met als centraal doel om de nationale broeikasgasuitstoot in 2030 met 49% terug te dringen ten opzichte van 1990.

De invulling van deze opgave is besproken aan vijf sectortafels. Hierbij is een opgave per sector toegekend: het aantal Mton broeikasgasuitstoot dat per sector, ten opzichte van vastgesteld en reeds voorgenomen beleid, in 2030 moet zijn gereduceerd om samen in dat jaar te komen tot 49% reductie. Zie figuur hieronder.

De additionele opgave voor de industrie is een reductie van 14,3 Mton CO_2 bovenop bestaand beleid (5,1 Mton CO_2 reductie). Richting 2030 moet de industrie indicatief dus nog 19,4 Mton reduceren.[1]



Aanleiding

In het Klimaatakkoord wordt het volgende vermeld: "De transitie van de industrie mag niet stuklopen op een gebrek aan infrastructuur. Momenteel is nog te weinig zicht op welke extra infrastructuren daarvoor nodig zijn. Er zal een taskforce worden opgericht die uiterlijk eind 2019 heeft geïnventariseerd welke infrastructurele behoeftes bestaan (met name in de clusters) en die adviseert over de (voorwaarden voor) realisatie hiervan." [1]

De Taskforce Infrastructuur Klimaatakkoord Industrie (TIKI)

In de Staatscourant van 14 oktober 2019 is de instelling van de Taskforce Infrastructuur Klimaatakkoord Industrie formeel gecommuniceerd.[2] De TIKI bestaat uit voorzitter Carolien Gehrels (European Cities director Arcadis), Marc van der Linden (CEO Stedin Groep) en Hans Grünfeld (Managing director VEMW). DNV GL ondersteunt de taskforce middels deze rapportage.

De TIKI heeft als taak:

- Het identificeren en inventariseren van knelpunten in infrastructuur voor de modaliteiten H_2, CO_2 elektriciteit en warmte/stoom, alsmede andere vloeistoffen, gassen en grondstoffen en data, die een belemmering vormen om tijdig te voldoen aan de afspraken uit het Klimaatakkoord, alsmede (op korte termijn) onbenutte infrastructuur.
- Het identificeren van voorwaarden voor het realiseren van de infrastructurele behoeften voor het opheffen van alle geïnventariseerde knelpunten.
- Het inventariseren van de hardheid van bedrijfsinvesteringen met betrekking tot de geïnventariseerde knelpunten, alsmede van de urgentie van het opheffen van deze knelpunten.
- Het adviseren van de minister met betrekking tot het opheffen van alle geïnventariseerde knelpunten.
- Nader onderzoek naar overige knelpunten in de infrastructuur met betrekking op verduurzaming, voor zover de minister dit onderzoek nodig acht, alsmede onderzoek naar het opheffen van deze knelpunten.

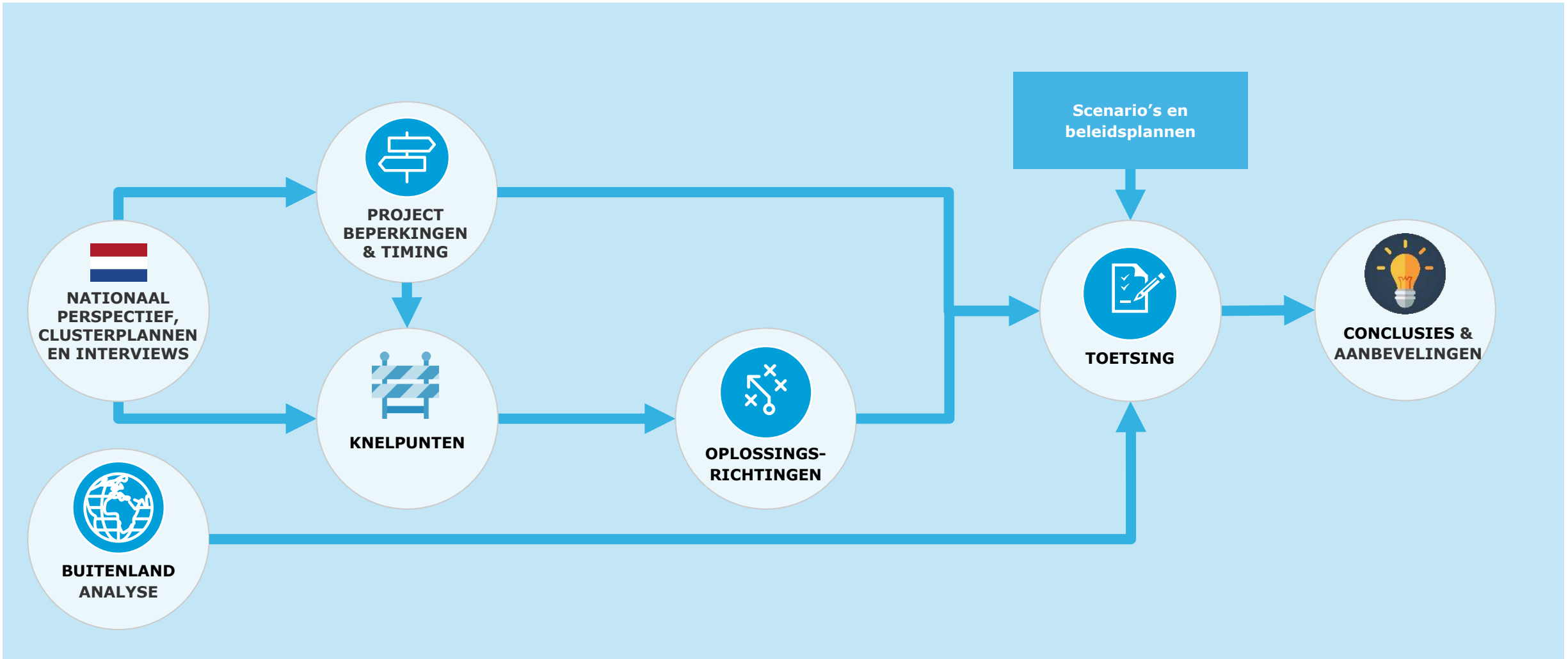
Daarmee heeft de Taskforce nadrukkelijk niet ten doel om een uitspraak te doen omtrent de haalbaarheid of stand van zaken van de opgave voor de industrie.

Aanpak

Op de volgende pagina is de aanpak schematisch weergegeven.

DNV GL © 2020

1. Introductie – Aanpak, doel en leeswijzer



DNV GL © 2020

1. Introductie – Aanpak, doel en leeswijzer

Infrastructuur is kritisch voor de industrie om te voldoen aan het Klimaatakkoord. Een Taskforce is ingesteld om infrastructurele knelpunten te identificeren en oplossingen aan te dragen.

Aanpak

Dit rapport is tot stand gekomen na raadpleging van veel verschillende bronnen en gesprekken met deskundigen:

- Informatie en plannen vanuit de industriële clusters, brancheverenigingen, individuele bedrijven, landelijke en regionale infrastructuurbeheerders.
- Gesprekken met industriële clusters, individuele bedrijven en infrastructuur-beheerders.
- Literatuur over de broeikasgasuitstoot door de industrie, opties voor emissiereductie en energie-infrastructuur.
- Inzichten vanuit de TIKI en een reflectiegroep met vertegenwoordigers van diverse ministeries ingesteld door het Rijk.
- Studies uit Duitsland, België en informatie van de Europese Commissie.

Draagvlak voor deze studie en het beschikbaar stellen van gegevens wordt gewaarborgd door meerdere consultatiesessies met zowel vertegenwoordigers vanuit de industrie, als vertegenwoordigers van beheerders van infrastructuur. Daarnaast vindt er veelvuldig ruggespraak plaats met alle betrokken partijen. Tevens hebben meerdere experts hun visie gegeven tijdens zogenaamde expertsessies, waarbij specialisten op deelonderwerpen aangaande knelpunten en mogelijke oplossingsrichtingen hun visie konden geven. Ook hebben partijen uit de industrie evenals netbeheerders, lokale overheden en vertegenwoordigers van ministeries diverse mogelijkheden gehad om te reageren op (onderdelen van) dit rapport.

De Nederlandse industrie is geaggregeerd in zes industriële clusters: Noord-Nederland (Eemshaven, Delfzijl, Assen), Noordzeekanaalgebied, Rotterdam-Moerdijk, Zeeland (Vlissingen, Terneuzen), Chemelot en Cluster 6. Cluster 6 is geografisch gespreid en wordt belichaamd door de sectoren levensmiddelen, olie- en gasproductie, technologie (machinebouw, automotive, elektronica), papier, metaal en keramiek (incl. glas). Elk industrieel cluster heeft een of meerdere plannen om aan de opgave van het klimaatakkoord te voldoen. De basis van dit rapport bestaat uit een analyse van deze clusterplannen waarmee de infrastructurele behoeften in kaart zijn gebracht. Deze behoeften worden vergeleken met de voorziene infrastructurele plannen. (De volledige analyse van de clusterplannen en infrastructurele behoeften is te vinden in de Appendix.) De ruimte hiertussen (in MW, ton dan wel PJ) duidt op een mogelijke technische beperking. Het oplossen van een dergelijke beperking doet een beroep op verschillende middelen en dient te worden gefaciliteerd door adequate wet en regelgeving. Belemmeringen die hier kunnen optreden worden in deze studie gerapporteerd als knelpunten. Deze komen voort uit zowel eigen analyse, als vanuit informatie die ter beschikking gesteld is door industrie, infrabeheerders en experts. Hiervoor zijn vervolgens oplossingen en aanbevelingen geformuleerd die richting zouden moeten geven aan het toekomstig beleid, met als doel de infrastructurele behoeftes van industriële projecten te voorzien en de haalbaarheid van deze projecten te vergroten.

Doel

Deze studie ondersteunt de TIKI en richt zich primair op het benoemen en definiëren van mogelijke oplossingen voor infrastructurele knelpunten opdat de industrie kan voldoen aan de opgave zoals genoemd in het Klimaatakkoord. Voor vele projecten is de beschikbaarheid van infrastructuur voorwaardenscheppend. Tegelijkertijd moeten keuzes worden gemaakt, vanwege beperkte middelen en mogelijkheden. Deze studie heeft nadrukkelijk niet als doel om keuzes te maken tussen het faciliteren van verschillende projecten. Tevens is het een uitgangspunt dat we ook in de toekomst de aanwezigheid van industrie in ons land zien als waardevol. Daarmee dient het voor iedere industrie mogelijk te zijn om decarbonisatieprojecten te verwezenlijken.

Centraal in deze analyse staan de industriële clusters. Daarbij worden structurele veranderingen van infrastructurele behoeften van andere sectoren niet geanalyseerd. Derhalve biedt dit rapport geen compleet overzicht van de benodigde investeringen in energie-infrastructuren. Tevens beperkt de scope van deze analyse zich hoofdzakelijk tot energiehuishouding en zal niet verder uitweiden over grondstofbehoeftes zoals nafta en ethyleen.

1. Introductie – Aanpak, doel en leeswijzer

Infrastructuur is kritisch voor de industrie om te voldoen aan het Klimaatakkoord. Een Taskforce is ingesteld om infrastructurele knelpunten te identificeren en oplossingen aan te dragen.

Economische kansen voor Nederland

Het doel van deze rapportage hangt ook samen met de bredere notie dat de Nederlandse industrie ook in de toekomst veel waarde kan toevoegen aan de Nederlandse economie en samenleving. Zie hiervoor bijvoorbeeld de Groeibrief die de minister van EZK op 13 december 2019 naar de Tweede Kamer heeft gestuurd.

Door ervoor te zorgen dat industriële bedrijven en clusters de mogelijkheid hebben om te verduurzamen, mede met behulp van de juiste energie-infrastructuur, ontstaan nieuwe groeikansen. Een uiteindelijk duurzame industrie zorgt voor nieuwe werkgelegenheid, nieuwe innovatie en nieuwe producten en diensten. Ook nieuwe energie-infrastructuur zelf leidt tot nieuwe economische activiteit die hele ketens van toeleveranciers nieuwe kansen biedt. De kennis en kunde die ondernemers hiermee in Nederland opdoen, kan een exportproduct worden vergelijkbaar met onze internationale positie op het gebied van 'water management'. Dit rapport concentreert zich op energie-infrastructuur maar zijdelings zullen ook bredere economische noties aan de orde komen die verwijzen naar de bredere positie van Nederland in de toekomst, ook in relatie tot onze buurlanden.

Leeswijzer

Dit rapport presenteert de bevindingen van de knelpunten en mogelijke oplossingen in relatie tot de aanleg en het gebruik van cruciale energie-infrastructuur. Het rapport is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Hoofdstuk 2: Nationaal perspectief. Dit hoofdstuk inventariseert het nationale niveau, waarbij de nationale ontwikkelingen op het gebied van energie en infrastructuur worden geschetst, zoals het Nederlandse elektriciteitsnet, de realisatie van de H_2 backbone, de huidige en toekomstige benutting van zowel onshore als offshore infrastructuur en de potentie van restwarmte en geothermie.
- Hoofdstuk 3: Buitenlandanalyse. Dit hoofdstuk geeft op basis van openbare bronnen de stand van zaken weer in België en Duitsland, om een indicatie te krijgen hoe de plannen in het buitenland zich verhouden tot de plannen in Nederland.
- Hoofdstuk 4: Projectbeperkingen en timing. Dit hoofdstuk analyseert de technische beperkingen per modaliteit en brengt de onderlinge afhankelijkheden tussen projecten in kaart. De aan- of afwezigheid van infrastructuur beïnvloedt investeringen van bedrijven en de realisatie van decarbonisatie projecten.
- Hoofdstuk 5: Knelpunten. Het creëren van energie infrastructuur kent naast technische belemmeringen ook andere knelpunten. In feite zijn dit de knelpunten die in de weg staan om de technische belemmeringen op te lossen. Deze knelpunten zijn opgedeeld in vier categorieën: regulatorisch, economisch, bestuurlijk en maatschappelijk.
- Hoofdstuk 6: Oplossingen. Hierin komen de oplossingsrichtingen aan de orde om de regulatorische, economische, bestuurlijke en maatschappelijke knelpunten te mitigeren.
- Hoofdstuk 7: Toetsing. Waar de plannen tot 2030 redelijk concreet zijn, is de ontwikkelingsrichting naar 2050 onduidelijker. Om hier toch duiding aan te kunnen geven, toetst dit hoofdstuk de lijn uit clusterplannen en projecten die nu ingezet wordt aan de hand van verschillende visies en plannen voor de periode 2030-2050.
- Hoofdstuk 8: Conclusies en aanbevelingen.

2 Nationaal perspectief

DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Samenvatting

De energie hoofdinfrastructuren in Nederland onder de loep

In dit hoofdstuk staat de (toekomstige) Nederlandse infrastructuur van de volgende industriële modaliteiten centraal: elektriciteit, gas, CO_2, H_2 en Warmte. De huidige situatie, de impact op de energie infrastructuur alsook de verwachte situatie in 2030 passeren per infrastructuur de revue. Het totaal van de benodigde investeringen in infrastructuur voor de energietransitie tot 2030 is geschat op 40 tot 50 miljard euro.

Elektriciteitsnetwerken in Nederland
De Nederlandse industrie verbruikt 25% van het totaal aan elektriciteit. Het elektriciteitsnetwerk is verbonden met België, Duitsland, Noorwegen, Denemarken en Groot-Brittannië en kan dus (eventuele emissievrije) elektriciteit im- en exporteren. Door elektrificatie in alle sectoren ontstaat er de komende jaren druk op de elektriciteitsnetwerken in Nederland. Naast de toenemende vraag naar transportvermogen vanuit datacenters en duurzame productie, wordt ook de groei van vermogensvraag door de elektrificatie in de industrie (bijvoorbeeld door elektrificatie van industriële warmtevoorziening) als uitdaging gezien voor de komende jaren. Daarbij moet worden opgemerkt dat de wendbaarheid van industriële projecten groter is dan het tempo van verzwaringen en uitbreidingen in het elektriciteitsnetwerk. Deze toename van de infrastructurele belasting kan leiden tot urgente en lastig oplosbare situaties, zoals regionale congesties en aansluitproblemen voor de industrie in sommige gebieden.

Het Nederlandse aardgasnetwerk
De Nederlandse industrie is verantwoordelijk voor 30% van het totale aardgasverbruik in Nederland. De vraag naar aardgas neemt af in Nederland, terwijl de vraagontwikkeling in het buitenland onzeker is. Op basis hiervan zijn voor het Nederlandse gasnetwerk geen capaciteitsproblemen voorzien, en is er voldoende ruimte voor LNG en biogas ontwikkelingen. Wel kan er mogelijk een knelpunt ontstaan in Duitsland, wat impact kan hebben op de aanvoercapaciteit naar Nederland.

Potentiële H_2 infrastructuur
Er wordt een sterke stijging van de vraag naar H_2 verwacht als grondstof en mogelijk als brandstof. Dit leidt tot de noodzaak voor aanleg van een hoofdinfrastructuur voor het transport van H_2 tussen productielocaties en afnamelocaties in de verschillende clusters.

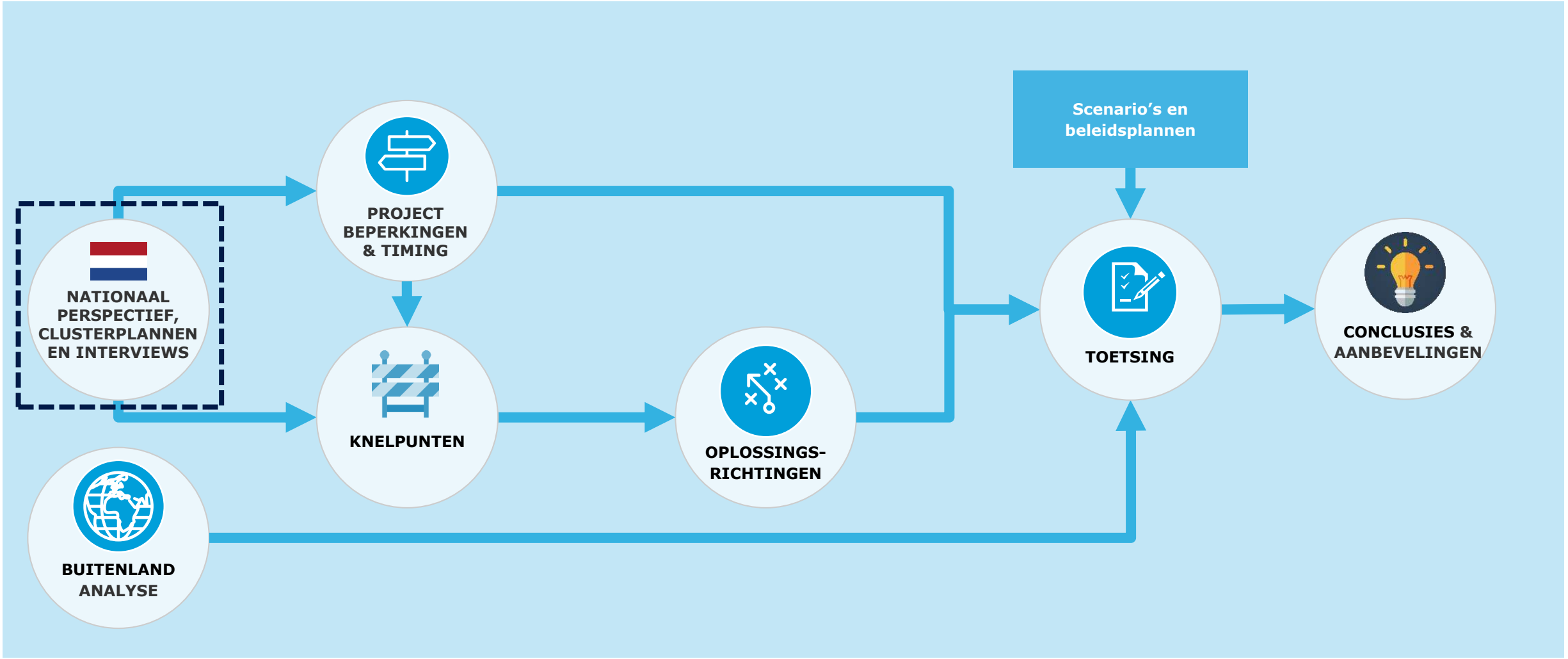
De mogelijkheid bestaat om het aardgasnetwerk te hergebruiken voor transport van H_2. Aangezien het netwerk in grote mate bestaat uit parallelle leidingen die door afnemende productie en vraag van aardgas vrijgespeeld kunnen worden, is realisatie van grootschalige ombouw naar H_2 leidingen in 2026 technisch mogelijk. Waar en wanneer de precieze realisatie plaatsvindt, hangt af van vraag en aanbod, strategische keuzes en ruimtelijke inpassing.

Warmte
De Nederlandse industrie kan de regionale transitie faciliteren door het uitkoppelen van warmte. Binnen 20 kilometer van de industriële clusters wonen circa 6,5 miljoen mensen. Lage temperatuur restwarmte is veelal niet bruikbaar in de industrie en kan dienen als energiebron voor de verwarming van de gebouwde omgeving. Hoge temperatuur restwarmte zoals stoom (er zijn momenteel acht stoomnetten in de industrie; totaal 50 PJ) is vaak bruikbaar voor industriële toepassingen in diverse sectoren. Hoge temperatuur warmte (boven de 100ºC), relevant voor industrie, valt veelal niet te produceren met conventionele geothermie. Dit maakt geothermie geen serieuze bron voor warmtevoorziening in de industrie tot 2030 (met uitzondering van enkele sectoren).

ICT en datacenters
Voor de toekomst zijn geen grote beperkingen te verwachten qua beschikbaarheid en kwaliteit van de benodigde ICT-infrastructuur. Wel moet de Nederlandse industrie zich wapenen tegen cybercrime. In de komende jaren zullen in Nederland meerdere datacenters gebouwd worden. Dit kan druk leggen op de lokale elektriciteitsnetwerken in bijvoorbeeld Noord-Holland. Centrale sturing bij de locatiekeuze van datacenters zou verdere planning van het elektriciteitsnetwerk faciliteren.

Vergunningverlening
Regelingen zoals de Rijkscoördinatieregeling, Crisis- en Herstelwet en het MIRT programma zouden dienst kunnen doen om vergunningverlening bij het realiseren van energie hoofdinfrastructuur te coördineren en de verschillende benodigde vergunningen snel, systematisch en transparant te realiseren. De snelheid van vergunningsverlening wordt ook bepaald door organisatorisch vermogen

2. Nationaal perspectief



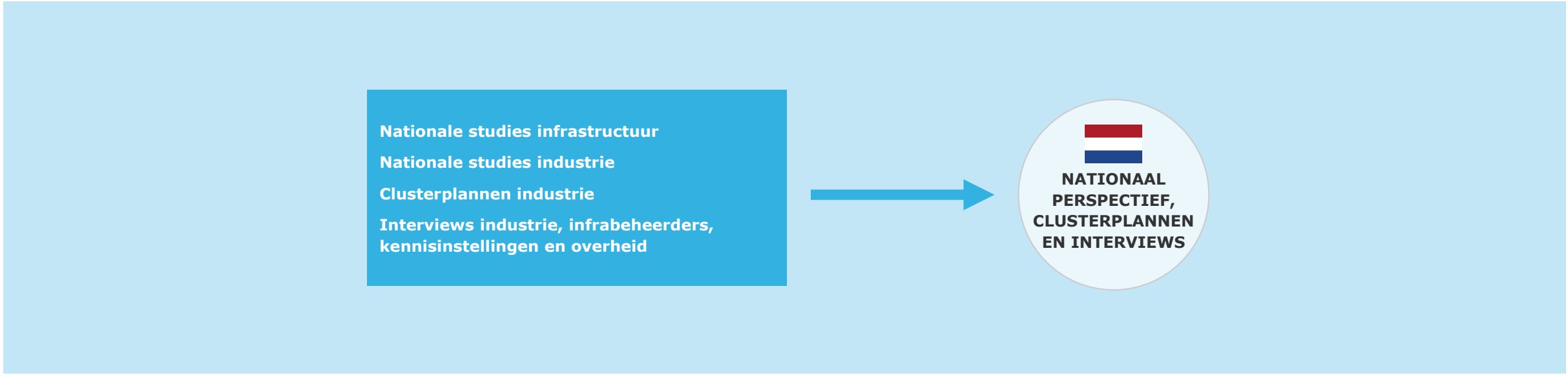
DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Aanpak

De eerste stap in deze studie betreft het in beeld brengen van de huidige situatie op het gebied van energie en infrastructuur, alsmede een verkenning van het perspectief ten aanzien van de energie infrastructuur tot 2030 en daarna. Dit is zowel op nationaal niveau als op clusterniveau bekeken. Hierbij is gebruik gemaakt van diverse studies op nationaal en regionaal niveau over infrastructurele plannen en over plannen en ontwikkelingen van de industrie. Dit is aangevuld met interviews met verschillende stakeholders, zoals industriële clusters, individuele bedrijven, beheerders van infrastructuur, kennisinstellingen en de overheid.

Dit hoofdstuk presenteert de bevindingen van de inventarisatie op nationaal niveau, waarbij de nationale ontwikkelingen op het gebied van energie en infrastructuur worden geschetst, zoals het Nederlandse elektriciteitsnet, de realisatie van de zogenaamde H_2 backbone, de huidige en toekomstige benutting van zowel onshore als offshore infrastructuur, en de potentie van restwarmte en geothermie.

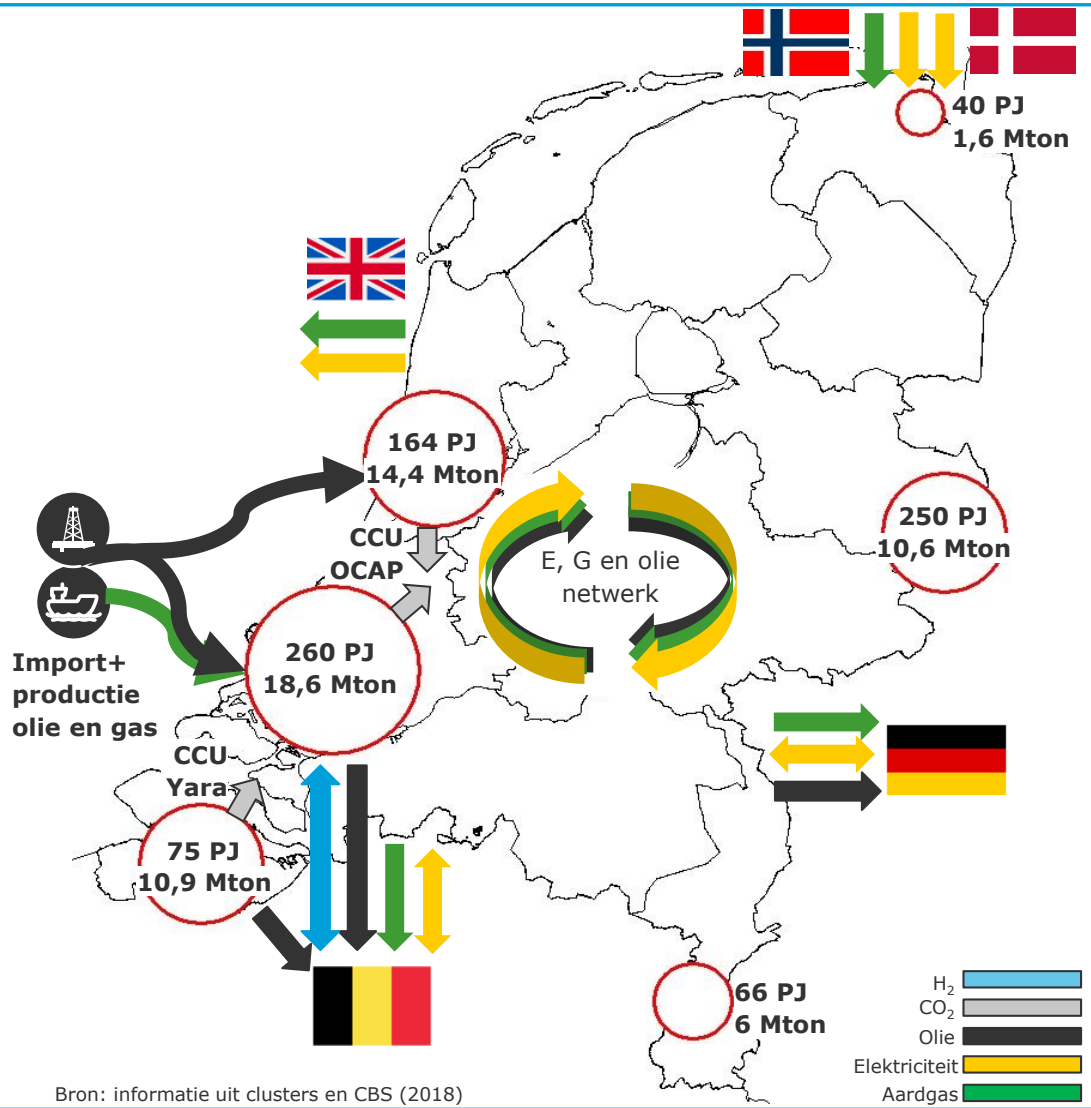
De bevindingen van de inventarisatie op clusterniveau staan in de Appendix. Hierbij is aan de hand van de verschillende energiedragers een overzicht gegeven van de huidige situatie, de plannen voor emissiereductie en de verwachting voor 2030. Specifiek wordt per energiedrager de behoefte aan infrastructuur genoemd voor de periode tot 2030 en erna, de plannen voor infrastructuur en een beschrijving van eventuele infrastructurele knelpunten (beperking tussen behoefte infra en het aanbod hiervan met inbegrip van infrastructurele plannen).



DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Huidige situatie

Een overzicht van energieverbruik en CO_2 emissie per industrieel cluster, en de uitwisseling van grondstoffen op (inter)nationaal niveau in 2018



Bron: informatie uit clusters en CBS (2018)

Uitstoot 2018: 62,1 Mton CO_2e
= 60% van emissies industrie & energie (CBS)
= 33% van emissies NL (CBS)

Cluster 6 = levensmiddelen, olie- en gasproductie, papier, technologie (machinebouw, automotive, elektronica), metaal en keramiek (incl. glas)

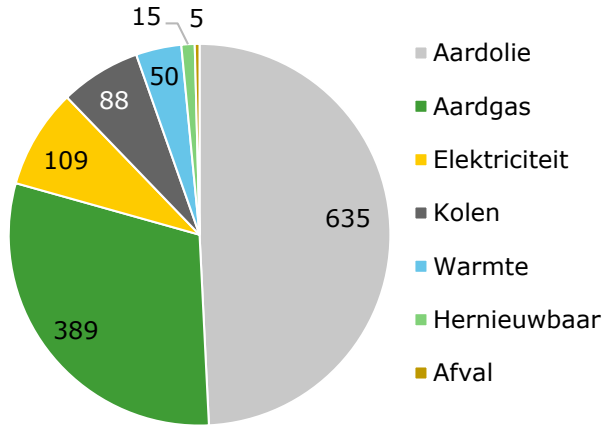
De plannen voor CO_2 emissiereductie van de clusters tellen op tot ~24 Mton, dit is dus boven de opgave vanuit het Klimaatakkoord (14,3 Mton additioneel en 5,1 Mton bestaand beleid). Dit kan verklaard worden omdat dat de plannen nieuwe maatregelen bevatten en wellicht enige ruimte bieden.

Cluster	CO_2e emissie (Mton)
Rotterdam Moerdijk	18,6
NZKG	14,4
Zeeland	10,9
Chemelot	6,0
Noord NL	1,6
Cluster 6	10,6
Totaal	**62,1**

Huidige energie infrastructuur:

- Elektriciteitsnet
  - Hoge belasting, regionale congestie.
  - E-vraag neemt toe.
  - Verbruik industrie 25% van totaal NL.
  - Import elektriciteit (evt. emissievrij).
- Gasnet
  - Geen capaciteitsproblemen voorzien, voldoende ruimte voor LNG en biogas ontwikkelingen. Mogelijk knelpunt in Duitsland dat impact kan hebben op de aanvoercapaciteit naar Nederland.
  - Aardgas vraag neemt af in Nederland, vraagontwikkeling in buitenland is onzeker.
  - Verbruik industrie 30% van totaal NL.
- 8 stoomnetten in de industrie; totaal 50 PJ.
- Beperkte CCU infra (OCAP en CCU Yara).
- Daarnaast vloeibare en vaste energiedragers met eigen infrastructuur. Internationaal vervoer vindt voornamelijk plaats per pijpleiding, schip of tankwagen.

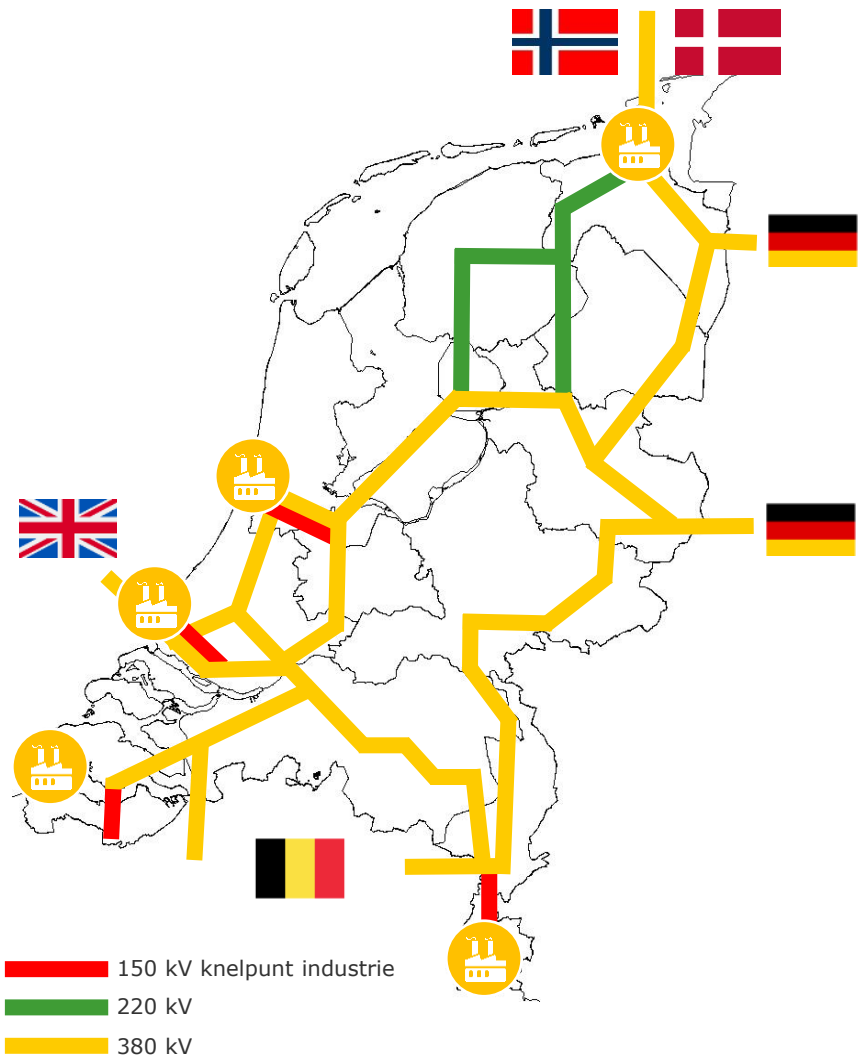
Energieverbruik Industrie 2018 in PJ (CBS)



DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Elektriciteit

Tot 2030 vormt het 380 kV transportnet geen significante beperking voor de industriële plannen bij uitvoering van de investerings-plannen van 2020 (IP2020). Na 2030 worden wel beperkingen verwacht, waardoor op korte termijn fundamentele keuzes nodig zijn.



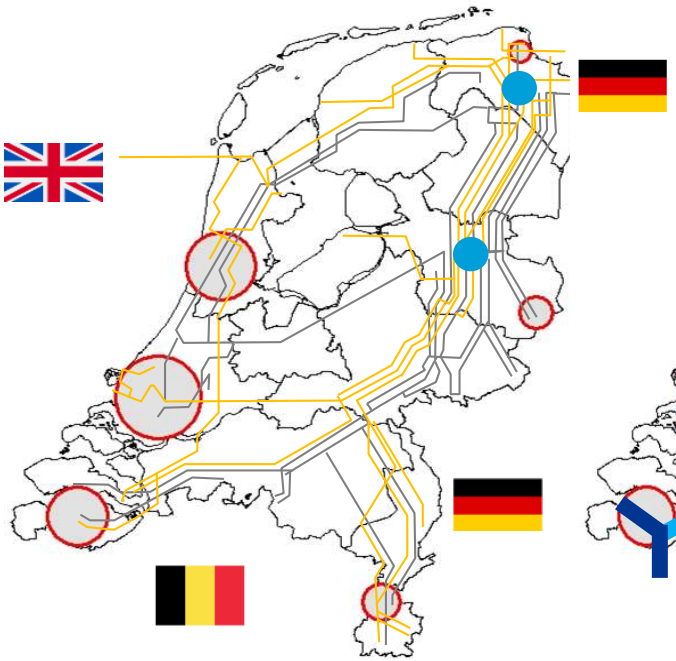
- De figuur links is een versimpelde weergave van het huidige hoogspanningsnetwerk van TenneT. De voor de industrie relevante en beperkende 150 kV verbindingen zijn eveneens weergeven. Uit analyse [3] blijkt dat op 380/220 kV niveau in de periode tot 2030 nog aansluitmogelijkheden ten behoeve van bepaalde industriële clusters zijn. Afhankelijk van locatie en exacte vraagtoename kunnen op het landelijk 380/220 kV net knelpunten ontstaan.[i] Dit betekent dat er lokaal –bij voor de industrie zeer relevante aansluitingen- naar oplossingen gezocht moet worden. Deze situaties komen aan bod bij het bespreken van de clusters in de Appendix.
- In enkele regio's zullen de aansluitmogelijkheden op de 150 kV netwerken en distributienetten beperkt zijn. Dit is met name relevant voor cluster Chemelot, Cluster 6 en Zeeuws-Vlaanderen, aangezien deze momenteel enkel een 150 kV aansluiting hebben. In de regio Amsterdam zijn momenteel reeds een significant deel van de 150 kV verbindingen overbelast, met de verwachting dat dit verder zal oplopen tot 2050.
- Naast de toenemende vraag naar transportvermogen vanuit datacenters en duurzame productie, wordt ook de groei van vermogensvraag door de elektrificatie in de industrie (bijvoorbeeld door elektrificatie van industriële warmtevoorziening) als uitdaging gezien voor de komende jaren. Daarbij moet worden opgemerkt dat de wendbaarheid van industriële projecten groter is dan het tempo van verzwaringen en uitbreidingen in het elektriciteitsnetwerk. Dit kan leiden tot urgente en lastig oplosbare situaties.
- De verwachte lokale beperkingen volgen uit complexe netwerk-belasting berekeningen. Deze gaan uit van vraagontwikkelingen zoals tot op heden bekend zijn. Versnelling van transitie (bijvoorbeeld door aanpassing van subsidieregels zoals SDE^{++}) kan leiden tot nieuwe inzichten en het signaleren van nieuwe beperkingen.
- Na 2030 zal de capaciteit van het hoogspanningsnetwerk niet voldoende zijn om de doorvoer van grote hoeveelheden (wind- en zonne-) energie of een versterkte vraag voor bijvoorbeeld elektrificering van de industrie of de productie van groene H_2, te faciliteren.
- Wel laat een gezamenlijke studie van TenneT en Gasunie zien dat een verhoogd aanbod van (met name) offshore wind opgevangen kan worden door elektrolyse dichtbij de aanlandingspunten (en dan conversie in H_2), wat als bijkomend voordeel heeft dat het transportcapaciteit op de rest van het netwerk vrijhoudt. Dit is een goed voorbeeld van het effect van het maken van keuzes op nationaal niveau.
- Nederland is middels meerdere interconnectoren verbonden met België, Duitsland, Noorwegen, Denemarken en Groot-Brittannië en kan dus (eventuele emissievrije) elektriciteit im- en exporteren.

DNV GL © 2020

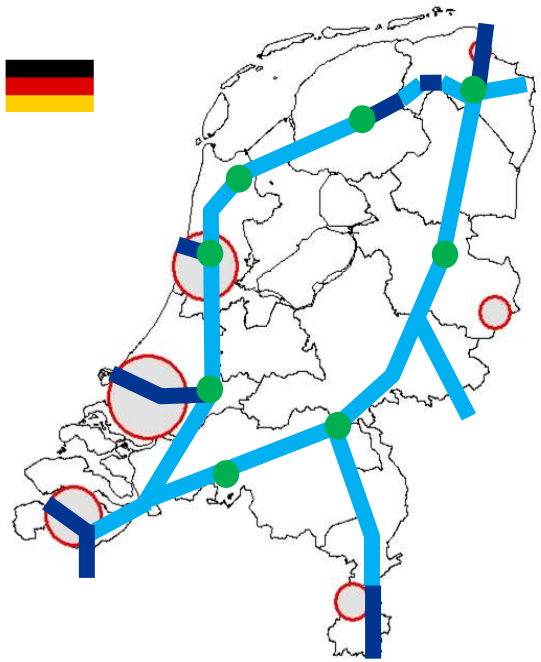
2. Nationaal perspectief – Waterstof

Realiseren H_2 netwerk op basis van bestaande aardgas infrastructuur is mogelijk voor 2030

Bestaand gasnet Gasunie



Voorziene H_2 backbone



H-gas
G-gas
Knooppunt

Bestaande aardgasleiding
Nieuwe waterstofleiding
Nieuwe waterstofcompressor

Nederland beschikt over een uitgebreid aardgasnetwerk waarin gas met verschillende samenstellingen kan worden getransporteerd. (zie linker kaart).

Met name de Oostelijke Noord-zuidverbinding bestaat uit een groot aantal parallelle leidingen, van zowel H-gas (oranje) als G-gas (grijs). Al vrij snel, na 2020, kunnen een aantal leidingen beschikbaar worden gemaakt voor H_2. Hierdoor kunnen al voor 2026 een aantal delen van een nationale backbone worden gerealiseerd, waarbij de vijf geografisch geconcentreerde clusters verbonden worden. Prioritering van tracés is te doen door te kijken naar synergievoordelen en gewenste uitwisseling tussen industrieën (zie hoofdstuk 4).

Op de rechter kaart is de H_2-backbone, zoals aangegeven door Gasunie, geprojecteerd. Een groot gedeelte hiervan bestaat uit geconverteerde aardgasleidingen (blauw) en een klein gedeelte uit nieuwe, speciaal voor H_2 ontworpen leidingen (rood) (daar waar lokaal het vrijspelen van aardgas infrastructuur niet mogelijk is). Middels deze backbone is im- en export van H_2 te realiseren middels meerdere verbindingen met het buitenland of een potentiele importterminal, hetgeen na 2030 een rol kan gaan spelen.

Ombouw van het bestaande aardgasnetwerk is mogelijk met de volgende technische aandachtpunten:

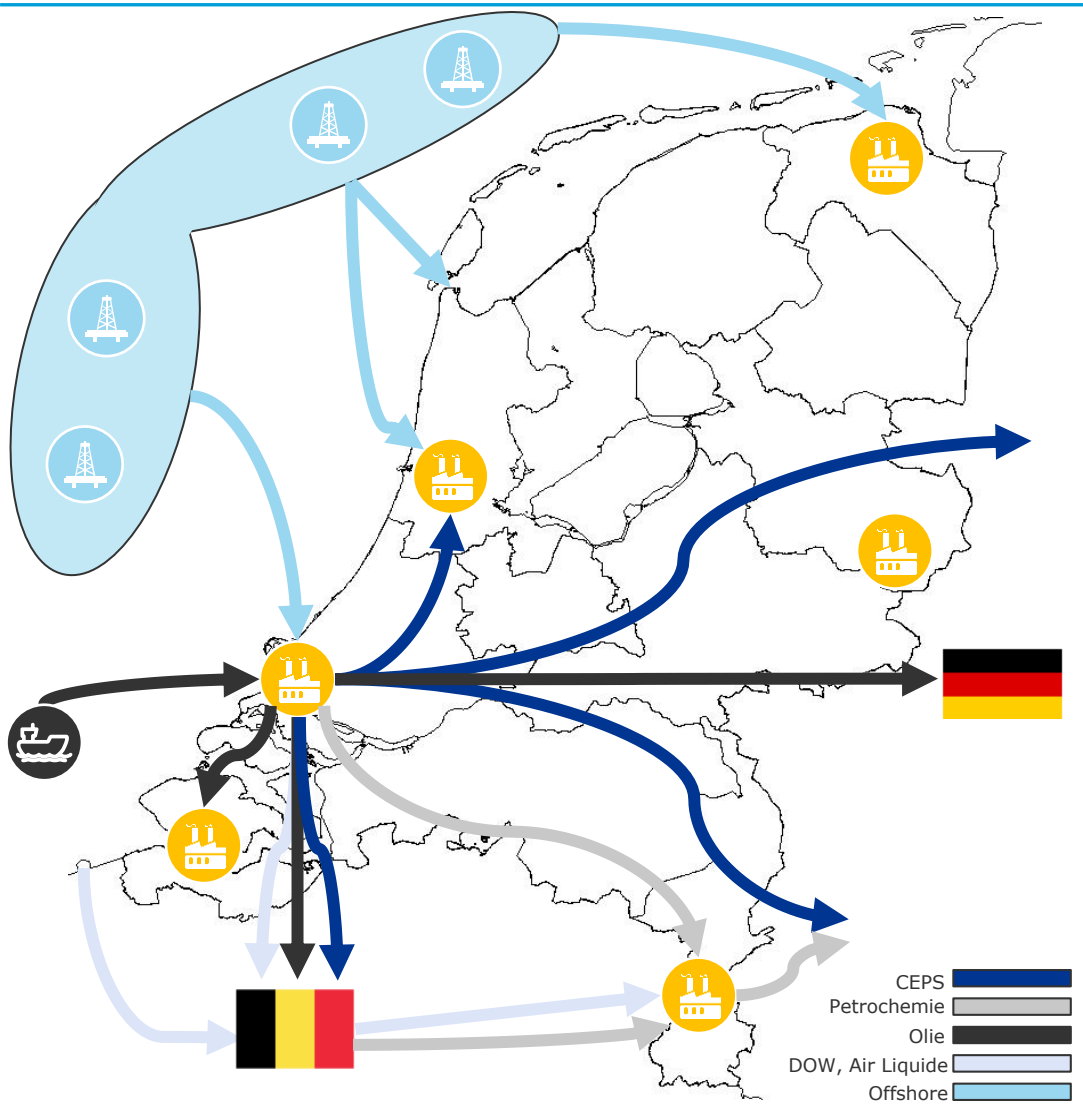
- Benutting van ondergrondse opslagcapaciteit in Noordoost Nederland is een belangrijke factor voor het reduceren van overdimensionering (en daarmee kosten) van elektrolyse en lokale buffering bij de industrie.
- Deze ontwikkeling kan gestart worden zonder compressie, maar bij groei dienen compressorstations te worden aangepast voor H_2.
- Ook de afleverstations zullen nauwkeurig moeten worden gecontroleerd op geschiktheid.
- Hoewel de hardheid van de leidingen niet voldoet aan ASME B31.12 (de enige bestaande toepasbare norm), wordt verwacht dat dit oplosbaar is.[i]
- De zuiverheid van H_2 kan variëren bij productie uit verschillende bronnen. Welke samenstelling optimaal (centrale conditionering versus zuivering bij sommige afnemers) is moet nog worden uitgewerkt.

Kortom, een H_2 netwerk op basis van het aardgasnetwerk is mogelijk. Waar en wanneer dit zal worden gerealiseerd, hangt af van vraag en aanbod, strategische keuzes en ruimtelijke inpassing.

DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Internationale context

Nederlandse energie infrastructuur is onderdeel van een internationaal speelveld



Buisleidingen en vloeibare energiedragers

In de Nederlandse bodem ligt ongeveer 300.000 kilometer aan ondergrondse buisleidingen. Hiervan is zo'n 18.000 kilometer in gebruik voor transport van gevaarlijke stoffen.[4]

Olie en daarvan afgeleide producten worden veelal getransporteerd van de Rotterdamse haven naar industrieën in de haven zelf en naar het achterland (Duitsland, Zeeland, Chemelot, Antwerpen, Gent), ook wel bekend als de ARRRA-regio (Antwerpen-Rotterdam-Rijn-Roer-Area, inclusief Chemelot). Enkele belangrijke buisleidingnetwerken zijn:

- de Rotterdam Rhine Pipeline (RRP), voor ruwe aardolie en halffabricaten.
- de Rotterdam-Antwerp Pipeline (RAPL) voor ruwe aardolie.
- de Petrochemical Pipeline Services (PPS), welke Chemelot verbindt met Rotterdam, Antwerpen en Keulen voor (petro)- chemische producten.
- Het Central Europe Pipeline System (CEPS) brandstof buisleiding systeem van de NAVO. Het CEPS loopt door België, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en Nederland. Iedere lidstaat is verantwoordelijk voor het gedeelte binnen de landsgrenzen, voor Nederland is dit de Defensie Pijpleiding Organisatie (DPO). De totale lengte van het buisleidingsysteem bedraagt meer dan 5.300 km.
- Het leidingnetwerk van Air Liquide voor industriële gassen en de propyleen leiding tussen Rotterdam en Terneuzen.
- M.b.t. olie- en gaswinning ligt er offshore ~2.500 km leiding, evenals onshore.[i]

Na 2030 is er potentieel een enorme H_2 vraag voor brandstoffen (vervanging olieproducten) en grondstoffen.[5] Welke vorm deze brandstoffen en grondstoffen aan zullen nemen (vloeibare H_2, ammoniak, methanol, synthetische brandstoffen) is nog in onderzoek en ontwikkeling, maar elke vorm heeft enorme hoeveelheden H_2 nodig. Dit is relevant voor behoud van de huidige cruciale positie als energiehub voor NW-Europa (m.n. Nederland, België en Duitsland), waar de vraag naar transportbrandstoffen ook in de toekomst moet worden geaccommodeerd. Dit kan consequenties hebben voor de verschillende (leiding) infra, zowel nationaal als in connectie met de buurlanden.

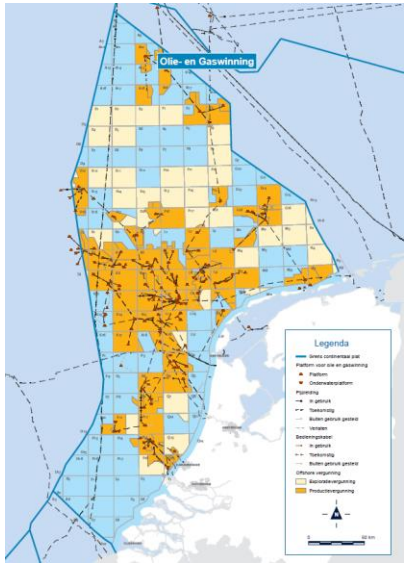
DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Bestaande buisleidingen en overige infrastructuur

Huidige buisleidingen kunnen potentieel een nieuwe bestemming krijgen; een volledig overzicht ontbreekt

Offshore infra[6]





Structuurvisie Buisleidingen[7]





Vrijkomende infrastructuur

De vrijkomende vervoercapaciteit in bestaande leidingen kan in theorie ingezet worden voor het transport van andere producten. De oost-tak van het CEPS (NAVO-leidingnetwerk) en één van de takken van de Rotterdam Rhine Pipeline leidingen zijn geïdentificeerd als mogelijke kandidaten.[14]

De komende 10 jaar komt een groot deel van de offshore olie- en gasinfrastuctuur vrij, welke volgens Nexstep, een gezamenlijke organisatie van EBN en olie- en gas producerende bedrijven, potentieel inzetbaar is voor gebruik van andere gassen.[i] Het risico bestaat dat deze uitfasering te vroeg is voor hergebruik voor bijvoorbeeld CO_2 infrastructuur.

Daarnaast is er de Structuurvisie Buisleidingen 2012 – 2035 (SVB).[7] Deze visie heeft als doel het vrijhouden van ruimte in Nederland voor de aanleg van toekomstige buisleidingen voor het transport van gevaarlijke stoffen. Het gaat daarbij om ondergrondse buisleidingen voor het transport van aardgas, olieproducten en chemicaliën, die provinciegrens- en vaak ook landgrensoverschrijdend zijn. In de Structuurvisie wordt een hoofdstructuur van verbindingen aangegeven waarlangs ruimte moet worden vrijgehouden (op te nemen in bestemmingsplannen), om ook in de toekomst een ongehinderde doorgang van buisleidingtransport mogelijk te maken. Deze tracés kunnen van vitaal belang zijn in het realiseren van toekomstige infrastructuur.

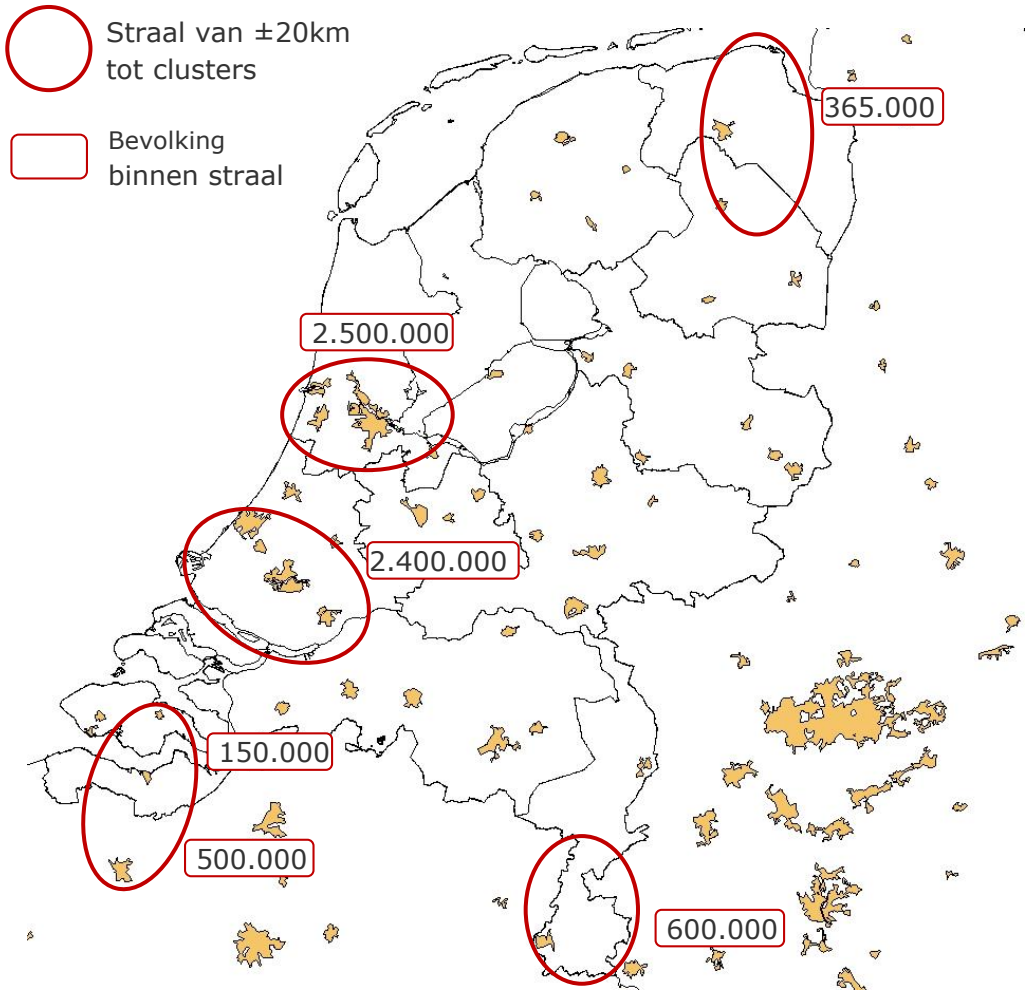
In geen van de industriële plannen wordt uitbreiding voorzien van gebruik van conventionele vloeibare energiedragers, zoals brandstoffen op olie-basis. Wel zorgt verschuiving van industrieel gebruik van grondstoffen voor een continue aandacht voor uitbreiding en gebruik van buisleidingen. Zo worden “nieuwe vloeistoffen” zoals ammoniak, mierenzuur en ethanol weliswaar genoemd in enkele industriële pilots, maar spelen deze geen rol in de clusterplannen. Naast buisleidingen worden schepen en tankwagens gebruikt voor vervoer van deze vloeistoffen. Zodra er een verandering plaatsvindt van de aard van de vervoerde stoffen, is een update van de veiligheidsanalyse vereist.

Vaste brandstoffen zoals kolen en biomassa worden veelal aangevoerd per schip. Geen van de industriële plannen suggereert een andere invulling van vervoer van vaste brandstoffen. Op dit vlak worden geen beperkingen verwacht.

DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Regionale context

Gebruik van restwarmte uit de Nederlandse industrie in 2030 faciliteert regionale transitie



Naast het internationale speelveld, kan de Nederlandse industrie ook de regionale transitie bespoedigen door het uitkoppelen van warmte. Deze plannen en mogelijkheden worden hieronder per cluster benoemd. Ruwweg zijn twee types restwarmte te onderscheiden:

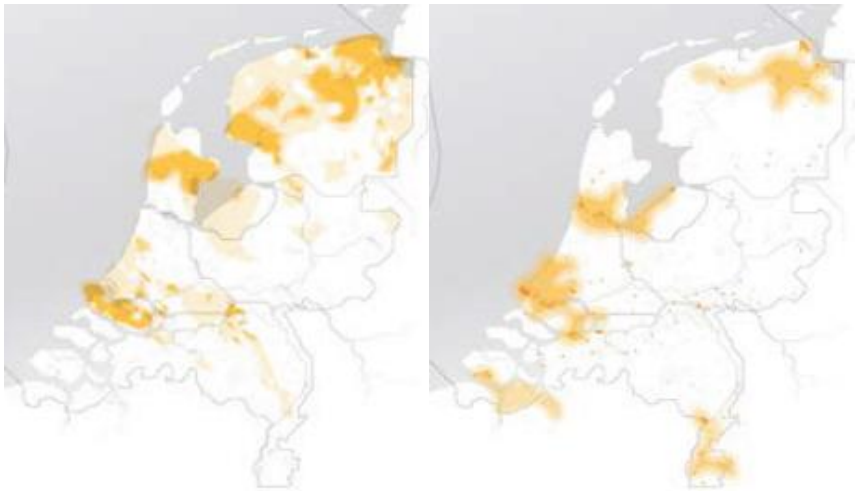
- Lage temperatuur restwarmte: Dit is veelal niet bruikbaar in industriële omgevingen* en kan dienen als energiebron voor verwarming van de gebouwde omgeving en glastuinbouw. Het potentieel is enorm: zoals uit de kaart hiernaast blijkt, wonen binnen 20 kilometer van de vijf industriële clusters circa 6,5 miljoen mensen. Bij het gebruik van lage temperatuur restwarmte voor de gebouwde omgeving spelen de volgende zaken:
  - Vanwege technische beperkingen van warmte is de geografische reikwijdte van een warmtenet beperkt (zie typische markeringen in de kaart hiernaast). Daarmee is een landelijk warmtenet onmogelijk en speelt uitbreiding/bouw van een warmtenet altijd als een regionaal of lokaal project.
  - De onzekerheid van een project wordt vooral veroorzaakt door de lastige business case waarbij in het bijzonder het vollooprisico een rol speelt. Daarnaast zijn samenwerkingsverbanden binnen warmteprojecten complex.
  - Gezien mogelijke structurele veranderingen in de industrie op lange termijn is industriële afhankelijkheid van warmte-uitkoppeling voor warmtenetten een beperkende factor. Een investering in een warmtenet kent namelijk een typische horizon van 40 jaar, aanzienlijk langer dan de investeringshorizon in de industrie.
- Hoge temperatuur restwarmte; naast gebruik als energiebron voor de gebouwde omgeving en glastuinbouw, is deze warmte vaak bruikbaar voor industriële toepassingen in diverse sectoren. Met dit doel bestaan in diverse clusters al lokale hoge-temperatuur stoomnetwerken. Uitbreiding van deze connecties tussen bedrijven stuit op meerdere knelpunten zoals mededinging, angst voor lock-in situaties, ruimtelijke inpassingsvraagstukken en lastige vergunningsprocedures. Deze worden verder behandeld in Hoofdstuk 5.

* met uitzonderderingen in bijvoorbeeld de voedingsmiddelen industrie

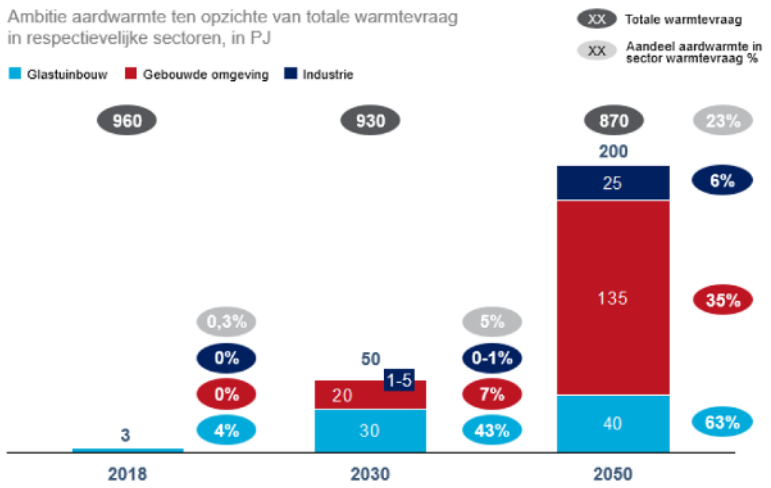
DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Regionale context

Potentie van gebruik van geothermie voor de Nederlandse industrie voor 2030 is beperkt



Potentie geothermie (links) en restwarmte (rechts)[8]



Potentie geothermie[9]

- Naast gebruik van restwarmte vanuit de industrie is geothermie een bron van warmte.
- Op het gebied van lage temperatuur warmte (hier gedefinieerd als warmte onder de 100°C) valt in Nederland een significant deel met geothermie in te vullen:
  - Momenteel wordt ongeveer 0,5% van de totale warmtevraag ingevuld door geothermie, dit kan stijgen naar 5% in 2030 en 22% in 2050.[9]
  - In delen van Nederland, vooral Zuid-Holland, Limburg en de noordelijke provincies, is de ondergrond geschikt voor geothermie.
  - Dit lijkt vooral kansen te bieden voor gebieden met een geconcentreerde warmtevraag (stedelijk gebied en glastuinbouw).
  - Voor enkele industriële sectoren is deze lage temperatuur warmte ook geschikt, zoals de levensmiddelen- en papierindustrie.
  - Geothermie projecten worden gekenmerkt door relatief hoge investeringskosten. Daarnaast is het vollooprisico voor geothermieprojecten in de gebouwde omgeving een belangrijke beperking. Het opzoeken van synergiën met industrie kan hierbij faciliteren, vanwege het inbrengen van volume.
  - Wel kan op sommige locaties infrastructuur voor de uitkoppeling van industriële restwarmte op termijn hergebruikt worden voor levering middels geothermie.[i]
- Hoge temperatuur warmte (boven de 100°C) valt niet te produceren met conventionele geothermie. Hiervoor zal naar grotere diepten geboord moeten worden, waarvan de haalbaarheid momenteel onzeker is en waarvoor verder onderzoek nodig is.
- Met uitzondering van enkele sectoren is geothermie om bovenstaande redenen geen serieuze bron voor warmtevoorziening in de industrie tot 2030. Op lange termijn is de verwachting dat ongeveer 6% van de industriële warmtebehoefte in te vullen is met geothermie.[9]

DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – ICT infrastructuur

Geen beperkingen voorzien op gebied van ICT infrastructuur; Locatiekeuze van datacenters heeft grote impact; cyber security belangrijk thema

ICT infrastructuur

Naast de fysieke infrastructuren zoals hierboven besproken, speelt ook de beschikbaarheid van ICT een belangrijke rol bij de verduurzaming van de industrie. Verduurzaming gaat immers veelal hand in hand met procesautomatisering en control vraagstukken. Daarnaast is real-time bemetering van processen (en dus energie consumptie) van belang.

De ICT infrastructuur die hiervoor nodig is kan zowel fysiek als draadloos van aard zijn, te denken valt aan glasvezel netwerken of 5G. Daar de datasnelheid van bovengenoemde netwerken factoren hoger ligt dan de vraag naar data, wordt op dit vlak geen knelpunt verwacht.

Daarentegen is cyber security wel een belangrijk aandachtspunt: een grotere rol van ICT in de industrie betekent tevens een grotere afhankelijkheid. Gezien de wereldwijde trend van toename van cyber aanvallen is het belangrijk om de Nederlandse industrie hiertegen te wapenen.

Datacenters

In de komende jaren zullen meerdere datacenters gepland en gebouwd worden. Volgens analyse van ING stijgt de elektriciteit consumptie van deze sector van 3% naar 5% van de totale E-vraag in 2030, inclusief efficiency verbeteringen. Wanneer efficiency verbeteringen niet worden gerealiseerd stijgt het verbruik door de exponentiele datagroei tot 31% van de totale E-vraag in 2030.[13] Het niveau van efficiency verbeteringen dat gerealiseerd kan worden tot 2030 is moeilijk te voorspellen. Locatiekeuze van nieuwe datacenters hangt af van beschikbaarheid van glasvezelverbinding, fysieke afstand naar een “IT hot spot”, grondkosten en beschikbaarheid en betrouwbaarheid van het elektriciteitsnetwerk. Huidige plannen concentreren zich rond Noord Nederland, Noord Holland en Amsterdam (zie cluster pagina’s in de Appendix).

Vanwege beperkingen in de lokale elektriciteitsnetten wordt in de regio Noord-Holland gezocht naar alternatieven. Deze beperkingen vallen richting 2030 lastig te voorspellen. Centrale sturing bij de locatiekeuze van datacenters zou verdere planning van het elektriciteitsnetwerk zeer faciliteren. Het verkennen van deze mogelijkheden gaat buiten de scope van dit onderzoek. De impact van datacenters wordt verder besproken in de Appendix bij Cluster 6.

Gezien deze sector bijna volledig draait op elektriciteit bestaan de verduurzamingsplannen binnen datacenters en de bredere ICT sector met name uit efficiëntie verbeteringen en de inkoop van duurzame elektriciteit met Garanties van Oorsprong. Daarnaast is er een hoog potentieel voor additionele verduurzaming in de omliggende regio's door gebruik te maken van de geproduceerde restwarmte. Verder werkt men aan fundamentele technische veranderingen, bijvoorbeeld op het gebied van fotonica, quantum computing en efficiëntie optimalisatie.

2. Nationaal perspectief – indicatie van een algemeen toepasbaar vergunningstraject

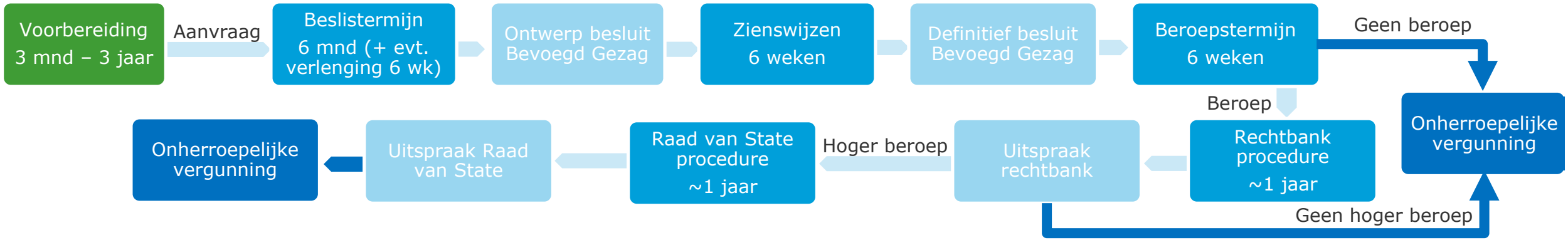
Vergunningstrajecten van individuele projecten kennen uiteenlopende doorlooptijden

Zoals in de voorafgaande slides wordt besproken is zowel het hergebruik van bestaande infrastructuur als aanleg van nieuwe infrastructuur noodzakelijk om de energietransitie te faciliteren. Deze infrastructurele projecten alsmede de projecten van de industrie zullen qua aard, schaal en geografie een grote variatie hebben. Om de afwegingen qua vergunningen, bedrijfseconomische aspecten en keuzes te kunnen appreciëren geeft onderstaand diagram een weergave van een algemeen toepasbaar vergunningstraject, inclusief wettelijke termijnen. Hierbij moet worden opgemerkt dat vanwege de aard, omgang, geografie van specifieke projecten grote verschillen zullen ontstaan.

De bundeling van verschillende wetten in de nieuwe Omgevingswet (o.a. Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, Wet natuurbescherming, Crisis- en Herstelwet, Besluit Activiteiten/Kwaliteit Leefomgeving) beoogt vergunningverlening overzichtelijker en efficiënter te maken. Mogelijkheid van beroep, transparantie van de besluitvorming en participatie vanuit de betrokkenen, en bijbehorende termijnen en procedures zijn een bewuste keuze en van belang voor het creëren van maatschappelijk draagvlak.

Het aanpassen van deze aspecten van vergunningverlening wordt daarom niet overwogen.[i] Regelingen zoals de Rijkscoördinatieregeling, Crisis- en Herstelwet en het MIRT programma zouden kunnen worden gebruikt om de vergunningverlening te coördineren en de verschillende benodigde vergunningen snel, systematisch en transparant te realiseren.

Naast bovenstaande procedures wordt de snelheid van vergunningsverlening ook bepaald door organisatorisch vermogen (van de aanvragende en verlenende partij), samenwerking, transparantie en het aankoppelen op andere (ruimtelijke) opgaven in een gebied.



DNV GL © 2020

2. Nationaal perspectief – Overzicht van geplande en geschatte investeringen

Het totaal van de infrastructurele investeringen (inclusief opslag) tezamen bedraagt naar verwachting 40 – 50 miljard Euro tot 2030.

Om een beeld te krijgen van de benodigde investeringen in infrastructuur tot 2030 geven we hieronder een overzicht van geschatte investeringen op basis van literatuur, de input vanuit de interviews en de inzichten van DNV GL.

Dit betreft globale inschattingen, waarbij geen rekening wordt gehouden met specifieke aspecten en kosten vanuit de industriële plannen die de basis vormen voor dit rapport. Vanuit de industrie zullen significante private investeringen nodig zijn, zowel voor de realisatie van projecten als infrastructuur in de vorm van lokale H_2 en CO_2 netten.

TNO stelt in haar rapport dat onderstaande bedragen voorinvesteringen betreffen om de industriële plannen te faciliteren, en dat deze buiten de verantwoordelijkheid van individuele bedrijven vallen: "Bij het ontwikkelen van deze infrastructuur is er een belangrijke taak weggelegd voor de overheid als beheerder van een infrastructuur die toegankelijk is voor meerdere vraag- en aanbodpartijen.

Gezien de onzekerheden in toekomstige vraag en aanbod van energiedragers, de kosten van de infrastructuur en regelgeving is het niet waarschijnlijk dat de industriële marktpartijen deze rol op zich kunnen nemen."[8] De onderstaande analyse maakt geen keuze tussen het private of publieke karakter van infrastructuur en richt zich op het analyseren van knelpunten.

Infrastructuur	Type	Maximum capaciteit/jaar	Beheer infra-structuur	Investeringen tot 2030	Bron	Opmerking
H_2	H_2 Backbone	2 – 4 Mton (15 GW)	Gasunie	€0,7 – 2,0 miljard	[i]	Maximum capaciteit 2 tot 4 Mton, Investeringen in overeenstemming met de input van Gasunie
CO_2	Infrastructuur Porthos en Athos	6,5 – 10 Mton CO_2	Gasunie/ EBN	€0,5 – 1,5 miljard	[i]	Kosten exclusief capture (zie hoofdstuk 4) Gebaseerd op kosten Porthos en Athos, eventueel nog 3e optie.
Nationale Elektriciteit	Geschatte investeringen tot 2030	11 GW, 50 TWh	TenneT	€12,5 miljard	[15], [16]	TenneT schat 7 miljard offshore en 5,5 miljard onshore, de WoZ capaciteit wordt op totaal 11 GW geschat
Regionale Elektriciteit	Geschatte investeringen tot 2030		Regionale Netbeheerders	€27 – 30 miljard	[i]	Dit betreft de totale investeringen van RNBs in de gehele energietransitie voor alle sectoren, en omvat zowel elektriciteit als gasaansluitingen.
(Rest)warmte	Geschatte investeringen tot 2030	250 PJ LT en 100 PJ HT	Publiek/ privaat	€0,3 – 2,4 miljard	[10]	De benutting van restwarmte is alleen lokaal realiseerbaar. De kosten variëren sterk met de noodzaak voor een primair net over langere afstand.
Opslag H_2	O.b.v. groene H_2 productie	6 PJ	Gasunie	€ 0,6 – 1,0 miljard	[12]	Opslag behoefte groene H_2 is 10% (circa 6 PJ), dit kost 100 - 160 M€/PJ

DNV GL © 2020

3 Buitenlandanalyse

DNV GL © 2020

3. Buitenlandanalyse - Samenvatting

Verbindingen met buurlanden
Voor Nederland zijn vooral de industriële clusters in het Ruhrgebied en Vlaanderen relevant. Samenwerking met- en integratie van energie infrastructuur in onze buurlanden kan leiden tot economische kansen voor Nederland.

Duitsland
Het Ruhrgebied in Nordrhein-Westfalen (NRW) kenmerkt zich door de productie van staal, chemische producten en cement. Op het gebied van CO_2 wordt sterk ingezet op CO_2 afvang in de industrie, met name in de staal en cementindustrieën. Hiervoor bestaat momenteel echter geen masterplan of gecoördineerde aanpak. Een koppeling met Nederlandse CO_2 opslag projecten kan een commercieel interessante mogelijkheid zijn. In de regio NRW is echter de geplande beschikbaarheid van lokale H_2 productie vooralsnog beperkt, wat een mogelijkheid biedt voor levering vanuit Nederland. In de verdere toekomst is het denkbaar dat Duitsland een overschot groene H_2 heeft door de hogere penetratie en lokale concentratie van hernieuwbare opwek, wat tot uitwisseling kan leiden.

Momenteel is in NRW een surplus aan elektriciteitsproductie. Vanwege de geplande sluiting van kolencentrales en de toename van elektriciteitsvraag, is de verwachting dat dit zal omslaan naar een tekort in de nabije toekomst. Gezien de vervangende duurzame productie met name in het noorden van Duitsland plaatsvindt, zullen de huidige congestieproblemen waarschijnlijk toenemen. De interconnectiecapaciteit met Nederland zal vergroot worden van 4,2 GW naar 5,0 GW. Vanwege de beperkte duurzame opwek en congestieproblemen in NRW, bestaat er de mogelijkheid om na 2030 WoZ uit Nederland direct richting het Ruhrgebied te brengen middels een HVDC verbinding.

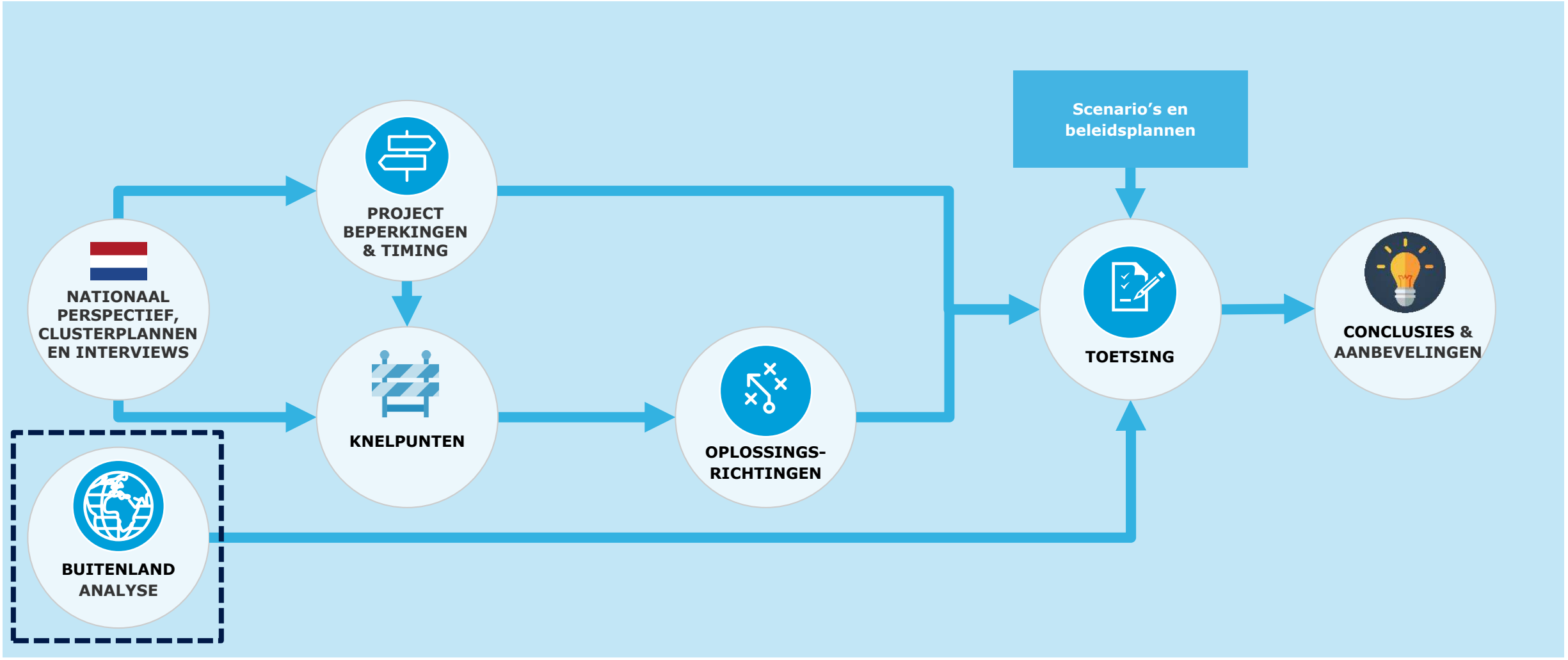
België
De belangrijkste industriële zone in België is de Vlaamse ruit (of ABG-as) tussen grofweg Antwerpen, Brussel en Gent, met veel industriële activiteit in het Antwerpse havengebied, het Gentse havengebied, rond het Zeekanaal Brussel-Rupel, en rond de autowegen Antwerpen-Brussel. CCS lijkt een belangrijke pijler, en daarvoor is uiteraard CCS infrastructuur nodig. Er spelen verschillende CCS initiatieven in België. CO2TransPorts is een samenwerkingsverband tussen de havens van Rotterdam, Antwerpen en Gent, met de ambitie om tegen 2030 zo'n 10 miljoen ton CO_2 op te slaan in een leeg gasveld onder de Noordzee (door koppeling met Porthos in Nederland). Verder hebben Air Liquide, BASF, Borealis, INEOS, ExxonMobil, Fluxys, Haven van Antwerpen en Total een overeenkomst getekend voor de ontwikkeling van CC(U)S-infrastructuur in de haven van Antwerpen.

België kent verschillende concrete initiatieven voor de productie van H_2 middels elektrolyse. Het is niet bekend in welke mate de Belgische industrie wil elektrificeren, hoe de vraag van de industrie naar elektriciteit zich ontwikkelt tot 2030 en erna, en welke impact dit heeft op de elektriciteitsinfrastructuur.

Concrete samenwerkingsprojecten Nederland-België-Duitsland:
Naast bilaterale projecten, werken Nederland, België en Duitsland momenteel samen in het TRILOG initiatief. Binnen het TRILOG initiatief is begonnen met het maken van inventarisaties van behoeften voor commodities. Hierin worden naast raffinageproducten ook gekeken naar o.a. H_2 en CO_2, waarbij voorlopig met name behoefte lijkt te bestaan aan groene H_2. In het TRILOG overleg wordt ook rekening gehouden met ruimtelijke inpassing van infrastructuur. Zo zijn er reeds corridors beschikbaar voor pijpleidingen in Nederland, maar nog niet in België en Duitsland.

Kansen voor Nederland
Het is duidelijk dat samenwerkingsverbanden met Duitsland en België mogelijk economische kansen voor Nederland kunnen bieden. NRW heeft behoefte aan CCS, duurzame elektriciteit en potentieel groene H_2. Hetzelfde geldt voor België. Nederland zou groene H_2 kunnen leveren aan de Belgische industrie en mogelijk ook een rol kunnen spelen bij CCS-projecten. Uiteraard zijn dit soort projecten met veel onzekerheden omgeven, maar de 'logica' van internationale samenwerking is duidelijk aanwezig.

3. Buitenlandanalyse



DNV GL © 2020

3. Buitenlandanalyse – Aanpak

De uitdagingen van de energietransitie raken niet enkel Nederland, maar zullen leiden tot bredere ontwikkelingen binnen Europa. Gezien de uitdagingen vergelijkbaar zijn, is het aannemelijk dat ook op het gebied van oplossingen overlap zal zitten tussen de verschillende landen. Bij het plannen van infrastructuur tot 2030 maakt dit het van belang om ook een blik over de grenzen te werpen. Dit hoofdstuk zal kijken naar België en Duitsland, om een indicatie te krijgen van hoe de plannen in het buitenland zich verhouden tot de plannen in Nederland. De keuze voor België en Duitsland is gebaseerd op het feit dat in deze landen tot 2030 infrastructurele ontwikkelingen plaatsvinden die voor Nederland relevant zijn, en waarbij mogelijkheden bestaan om aan te sluiten. Na 2030 worden de ontwikkelingen in andere landen zoals Noorwegen, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk ook relevanter. Afstemming van plannen en samenwerking in de uitrol van infrastructuur kan mogelijke synergievoordelen opleveren in de vorm van versnelde tijdslijnen en besparing van kosten. Ook helpt dit richting te geven aan de infrastructurele keuzes in Nederland, bijvoorbeeld in de discussie tussen transport middels elektronen of moleculen.

Voor de buitenlandanalyse is onderzoek gedaan naar publieke bronnen over de aanwezige industrie in België en Duitsland, met een focus op de grensgebieden waar infrastructurele samenwerking voor de hand ligt. Hierbij is gekeken naar de klimaatdoelstellingen die aan de beide landen is opgelegd, en hoe dit vertaald is naar targets voor de industrie. Vervolgens wordt uiteengezet hoe beide landen deze doelstellingen willen halen in de vorm van plannen m.b.t. technische keuzes en de verschillende modaliteiten en reeds geplande projecten. Aan de hand hiervan is bekeken wat voor infrastructuur gepland staat, hoe dit zich verhoudt tot het scala aan plannen in Nederland, en waar synergie mogelijk is. Ten slotte is gekeken naar de bestaande samenwerkingsverbanden.

Dit hoofdstuk is bedoeld om context te schetsen voor de ontwikkelingen in Nederland. De toetsing van de Nederlandse plannen aan concrete ontwikkelingen in het buitenland, met aanbevelingen van hoe Nederland hier het beste op in kan springen, is uitgewerkt in het hoofdstuk Toetsing.



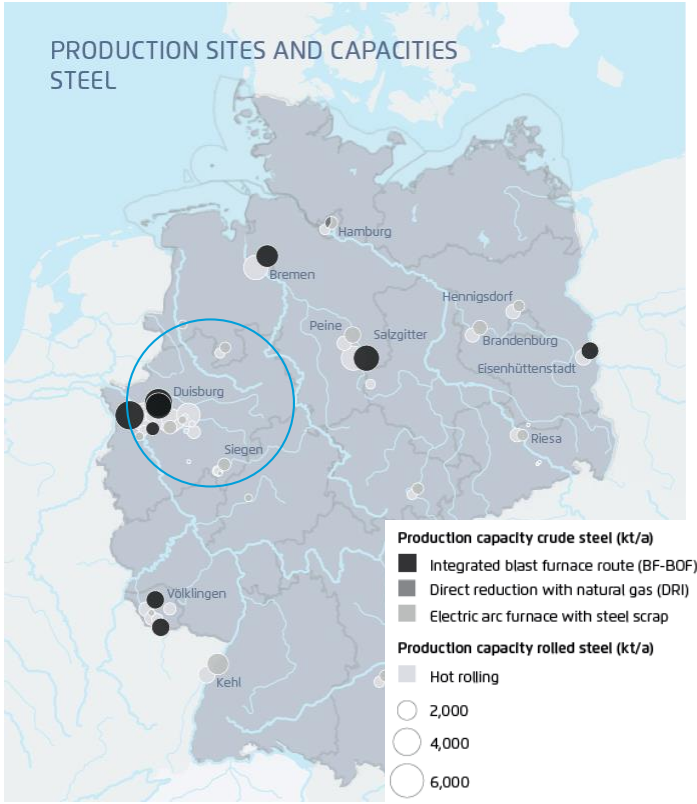
DNV GL © 2020

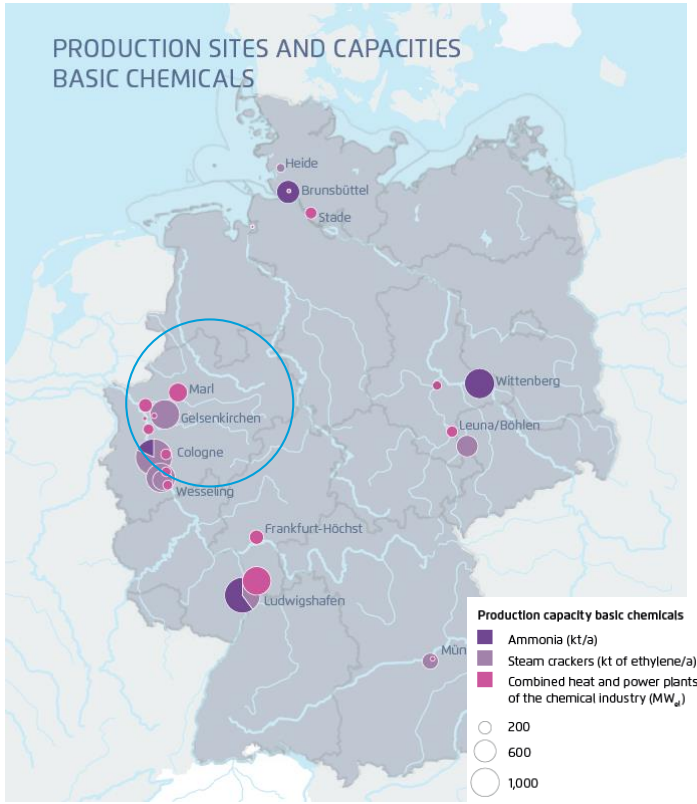
3 Buitenlandanalyse – Duitsland – Overzicht industrie

Belangrijk deel van Duitse industrie ligt vlak over de grens: met name staal, chemie en beton. Uitwisseling grondstoffen tussen Nederland en Duitsland vindt reeds plaats via leidingen, schepen en treinen.

De industrie in Duitsland is een diverse sector, met grote productieaantallen en bijbehorende uitstoot. Net als in Nederland is de industrie met name te vinden in een aantal industriële clusters. Het cluster dat het meest relevant is voor de industriële opgave in Nederland, vanwege bestaande samenwerkingsverbanden en infrastructuur, is het Ruhrgebied in Nordrhein-Westfalen (NRW). Industrie in NRW kenmerkt zich in de productie van staal, chemische producten en cement.

Momenteel zijn Nederland en de regio NRW in Duitsland reeds gekoppeld middels het elektriciteitsnet, een olieleiding uit Rotterdam, een aardgasleiding naar Enschede en een ethyleenleiding naar Chemelot.[17] Ook is er doorvoer van kolen middels schepen en treinen. Gezien Nederland en NRW echter voor vergelijkbare uitdagingen staan, zitten er mogelijke synergiën in oplossingsrichtingen die de transitie kunnen versnellen en kosten kunnen beperken.







Bron: [19]

DNV GL © 2020

3 Buitenlandanalyse – Duitsland – Klimaatdoelen en decarbonisatie

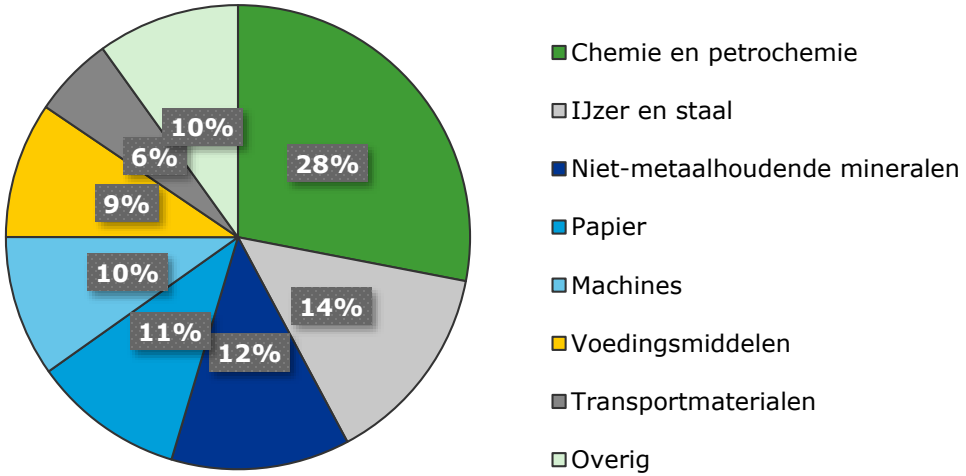
CO_2 besparingstargets in DE zijn met 55% in 2030 strenger dan in NL. Industrie heeft 31% gerealiseerd, maar dient nog een verdere 29% te realiseren t.o.v. 2018. Bijdrage van NRW aan Duitse industriële emissies is 24%.

Klimaatdoelstellingen

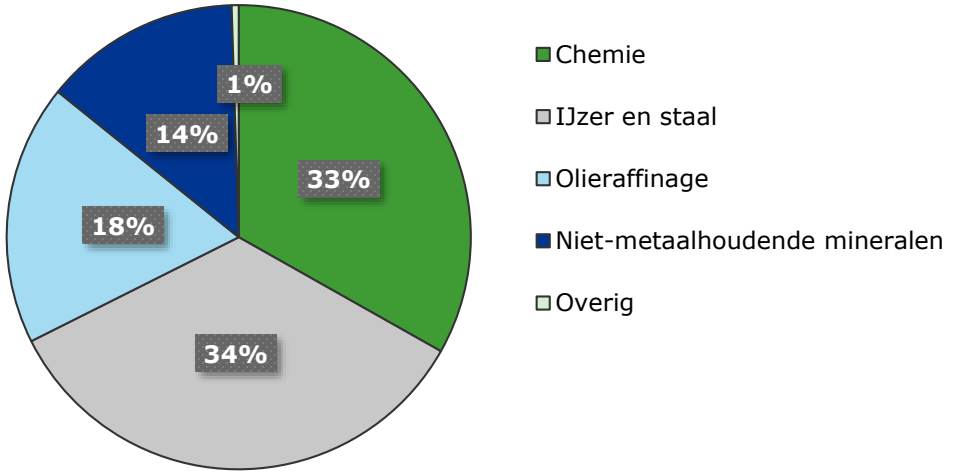
De klimaatdoelstelling die Duitsland zich voor 2030 heeft opgelegd is een verlaging van CO_2 uitstoot van 55% ten opzichte van het niveau in 1990, wat 1,251 Mton betrof. In 2018 had Duitsland de uitstoot reeds verlaagd tot 866 Mton, wat een besparing is van 31%.[18] Om haar doelstellingen voor 2030 te behalen, zijn aan de verschillende subsectoren doelen opgelegd. Voor de nationale industrie betreft dit een besparing van 56 Mton ten opzichte van het niveau van 2018, wat gelijk staat aan een verdere 29%.

Deelstaten in Duitsland hebben verder de mogelijkheid om individueel af te wijken van het nationale doel, en hun sectoren strengere targets op te leggen. De uitstoot van industrie in NRW was in 2018 verantwoordelijk voor 46 Mton, ofwel circa 24% van de totale Duitse industriële uitstoot.[23] De doelstelling die NRW aan haar industrie heeft opgelegd is 25% reductie in 2020 en 80% in 2050 t.o.v. 1990.[20]

Finale energievraag industrie Duitsland 2017



CO_2 uitstoot industrie Duitsland 2017



DNV GL © 2020

3 Buitenlandanalyse – Duitsland – Plannen & Projecten

Industriële plannen richten zich op CCS, H_2 toepassing en P2H. Door de top-down aanpak in Duitsland ligt de focus momenteel op pilotprojecten.

Om de emissiereductie doelstellingen te halen in de drie primaire industrieën in het Ruhrgebied wordt in Duitsland sterk ingezet op technologisch gedreven oplossingen, die zullen leiden tot ontwikkeling op het vlak van meerdere modaliteiten.[19] De infrastructurele behoeften hiervoor kunnen mogelijk deels vanuit Nederland worden uitgerold om koppeling tussen beide industrieën te vergroten.

Gezien de klimaatdoelstellingen in NRW top-down zijn opgelegd, is het aantal concrete projecten beperkt. De inzet lijkt met name te zijn om omstandigheden te creëren waar investeren in duurzame alternatieven of een algehele sluiting de enige rationele keuze is, omdat hernieuwde investeringen in conventionele technologie leiden tot *stranded assets* en een onrendabel verdienmodel.[19] Vanuit de industrie zelf zijn plannen tot nu toe echter met name beperkt tot pilots. In NRW betreft dit met name de volgende plannen & projecten:

H_2

In Duitsland wordt H_2 gezien als een belangrijke grondstof voor de toekomst, en een mogelijke vervanger van aardgas. Daarnaast kan H_2 ook een belangrijke rol spelen bij het oplossen van congestieproblemen op het elektriciteitsnet, die veroorzaakt worden door de geografische mismatch van vraag (met name in het zuiden) en aanbod (met name in het noorden). De geplande inpassing van H_2 in de chemie en staalindustrie zullen leiden tot een toenemende vraag naar groene H_2 in NRW. Op het gebied van lokale aanbod van groene H_2 zijn nog weinig projecten gepland.[21] Het belangrijkste project in de regio is een 10 MW elektrolyser in de buurt van Keulen. Wel zijn er plannen voor productie in de buurt van duurzame opwek in het noorden, zoals een 100 MW pilot van TenneT en Gasunie met Thyssengas.[22]

CO_2

Op het gebied van CO_2 wordt sterk ingezet op CO_2 afvang in de industrie, met name in de staal en cementindustrieën. Hiervoor bestaat momenteel echter geen masterplan of gecoördineerde aanpak. Projecten blijven hierdoor beperkt tot individuele initiatieven van bedrijven in de regio. Het verst gevorderde project is hierbij het Carbon2Chem project, waarbij restgassen vanuit de staalindustrie worden ingezet als grondstoffen voor de chemische industrie in de productie van plastics en kunstmest.

Elektriciteit

Elektrificatie wordt gezien als de belangrijke optie voor verduurzaming van de warmtevraag in de Duitse chemische industrie. Dit kan plaatsvinden middels P2H oplossingen als elektrische boilers en het elektrificeren van krakers in de petrochemie. Dit zal leiden tot een toename van de E-vraag in NRW. Verduurzaming van de benodigde elektriciteitsproductie zal hoogstwaarschijnlijk niet in NRW plaatsvinden. Het aandeel van duurzame opwek (excl. biomassa & biogas) in de regio bedroeg in 2016 slechts 4%[23], waardoor men afhankelijk is van groene stroom uit het noorden van het land of uit Nederland. Het aantal concrete pilotprojecten in de regio, en in Duitsland als geheel, is tot op heden ook beperkt gebleven. De meest toonaangevende projecten zijn de elektrochemische conversie van restgassen in het Rheticus project, en de pilot voor de 'Cracker of the Future' met Sabic en Brightlands Campus Chemelot.

Warmte/stoom

Op het gebied van duurzame warmte/stoom zijn geen plannen of projecten geïdentificeerd.

Staal		Chemie		Cement	
Technologie	**Verwachte realisatie**	**Technologie**	**Verwachte realisatie**	**Technologie**	**Verwachte realisatie**
Directe toepassing H_2	2025-2030	Power-to-Heat	2020	CCS met oxyfuel proces	2025-2030
HIsarna met CCS	2035-2040	CCS bij WKKs	2035-2045	CCS met elektrificatie HT warmte	2030-2035
CC(U)S restgassen bij hoogovens	2025-2030	Groene H_2	2025-2035		
		Elektrische krakers	2035-2045		

Bron: [19]

3 Buitenlandanalyse – Duitsland – Koppeling infrastructuur & samenwerking

Er is een sterke behoefte aan CCS, H_2 en groene stroom in NRW maar voorlopig beperkte lokale beschikbaarheid. Dit biedt mogelijkheden voor de koppeling tussen industriële sectoren in Nederland en Duitsland.

Infrastructuur

Voor de geplande decarbonisatie van de industrie is infrastructuur nodig op het gebied van CO_2, H_2 en elektriciteit.

- **CO_2**: Het gebruik van CCS ligt in Duitsland politiek gevoelig, waardoor weinig uitgesproken steun bestaat.[18] Ook wordt CCS bemoeilijkt door het feit dat de meeste opslagcavernes onder bewoonde gebieden liggen.[25] Federale staten hebben het recht op veto gekregen voor CO_2 opslag in hun regio. Hierdoor zijn er momenteel geen concrete plannen voor CCS en enkel voor CCU.
- **H_2**: Er bestaan concrete plannen voor een H_2 net door heel Duitsland heen, waarbij voor 90% gebruik gemaakt gaat worden van bestaande gasinfrastructuur (zie rechts).[26] Deze plannen zijn reeds opgenomen in het Gas Network Development Plan 2020-2030.[27] Ook wordt gesproken over een open H_2 net in NRW.
- **Elektriciteit**: Momenteel is in NRW een surplus aan elektriciteitsproductie. Vanwege de geplande sluiting van kolencentrales en toename van elektriciteitsvraag, is de verwachting dat dit zal omslaan naar een tekort in nabije toekomst. Gezien de vervangende duurzame productie met name in het noorden plaatsvindt, zullen de huidige congestieproblemen enkel toenemen. Om transport van elektriciteit te blijven faciliteren, staat tot 2030 investering in 1.600 km aan nieuwe hoogspanningslijnen gepland.[28] Ook zal de interconnectiecapaciteit met Nederland worden vergroot van 4,2 GW naar 5,0 GW.

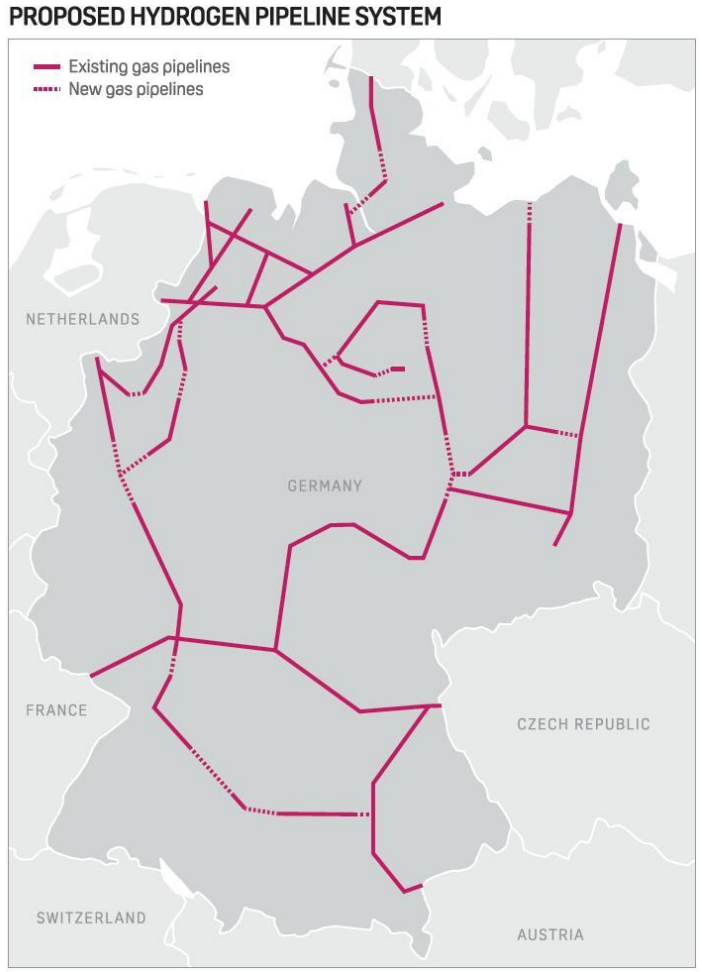
Mogelijke koppeling

Vanwege de vergelijkbare doelen en transitiepaden ontstaan er mogelijkheden voor verdere koppeling tussen Nederland en Duitsland en is afstemming van belang.

- **H_2**: Ook Duitsland heeft een visie voor een mogelijke transitie naar H_2 met hergebruik van bestaande infrastructuur. Plannen voor nationale H_2 infrastructuur zijn dan ook al concreet. In de regio NRW is de geplande beschikbaarheid van lokale H_2 productie momenteel beperkt, wat een mogelijkheid biedt voor levering vanuit Nederland. In de toekomst is het denkbaar dat Noord-Duitsland een lokaal overschot groene H_2 heeft door de hogere penetratie en lokale concentratie van hernieuwbare opwek, wat in het voordeel spreekt van uitwisseling met Nederland. Hiervoor is het van belang afspraken te maken over de H_2 kwaliteit in het net.
- **CO_2**: Vanwege de politieke gevoeligheid van CO_2 opslag in Duitsland ligt koppeling met Nederlandse CO_2 netten van Athos of Porthos voor de hand.
- **Elektriciteit**: Vanwege de beperkte duurzame opwek en congestieproblemen in NRW, bestaat er de mogelijkheid om na 2030 WoZ uit Nederland direct richting het Ruhrgebied te brengen middels een HVDC verbinding.

Samenwerking

- Hy3: Onderzoek vanuit Nederland, NRW en Duitsland naar de haalbaarheid van een transnationale H_2 waardeketen vanaf de Noordzee naar het Ruhrgebied.[29]
- Overleg en coördinatie in de Werkgroep Infrastructure & Logistics van de Trilaterale Chemiestrategie voor de chemisch industrie in Nederland, Vlaanderen en Nordrhein-Westfalen.
- Haalbaarheidsstudie naar koppeling Athos en NRW (zie ook slide 40).
- Samenwerking op het gebied van R&D voor CC(U)S vanuit de ERANET & PHOENIX initiatieven.
- Overleg over o.a. offshore infrastructuur in North Seas Energy Forum/Cooperation (NSEF/NSEC).[30]



Bron: [26]

DNV GL © 2020

3 Buitenlandanalyse – België – Overzicht industrie

Er zijn verschillende industriegebieden in België, waarvan een belangrijk deel zich bevindt in de "Vlaamse ruit" tussen Gent, Antwerpen en Brussel.

Energiegebruik en uitstoot broeikasgassen

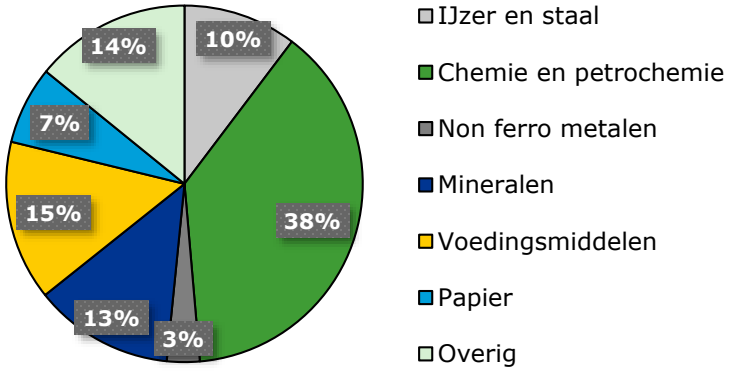
De industrie in België heeft een finale energievraag van ongeveer 440 PJ. De sectorale verdeling van de finale energieconsumptie is vrij constant over de jaren, waarbij de industrie ongeveer 25% voor haar rekening neemt. Binnen de industrie is de (petro)chemie de grootste energiegebruiker. In 2017 werd het verbruik in de industrie voornamelijk ingevuld door aardgas (38,0 %), elektriciteit (32,0 %) en aardolieproducten (13,5 %).[31]

De totale emissie van broeikasgassen in België was ongeveer 120 Mton CO_2-eq. in 2017, waarbij de industrie verantwoordelijk is voor ongeveer 38 Mton (=32%). De belangrijkste bijdragers hieraan zijn: olieraffinage, verbranding voor energieproductie in de verwerkende industrie (ijzer- en staalindustrie, chemische industrie, verwerking van voedingsproducten en dranken, en cementfabrieken), en industriële processen (voornamelijk van de chemische industrie, en de industrie van minerale producten en de metallurgie). In 2015 bedroegen de niet-ETS industriële broeikasgasemissies (N_2O, F-gassen en CO_2) 24% van de totale industriële emissies verbonden aan verbranding voor energieproductie en industriële processen[32].

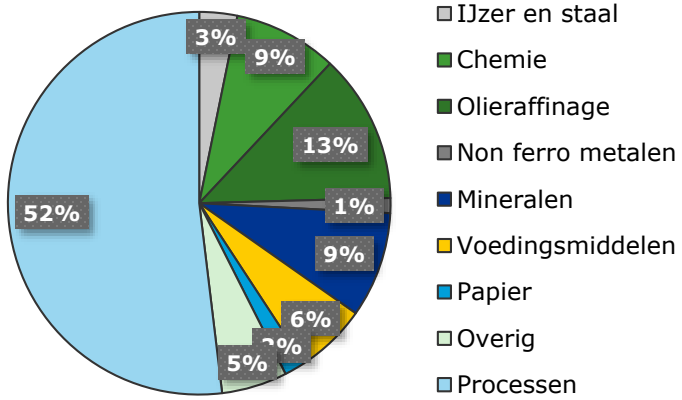
Industriegebieden

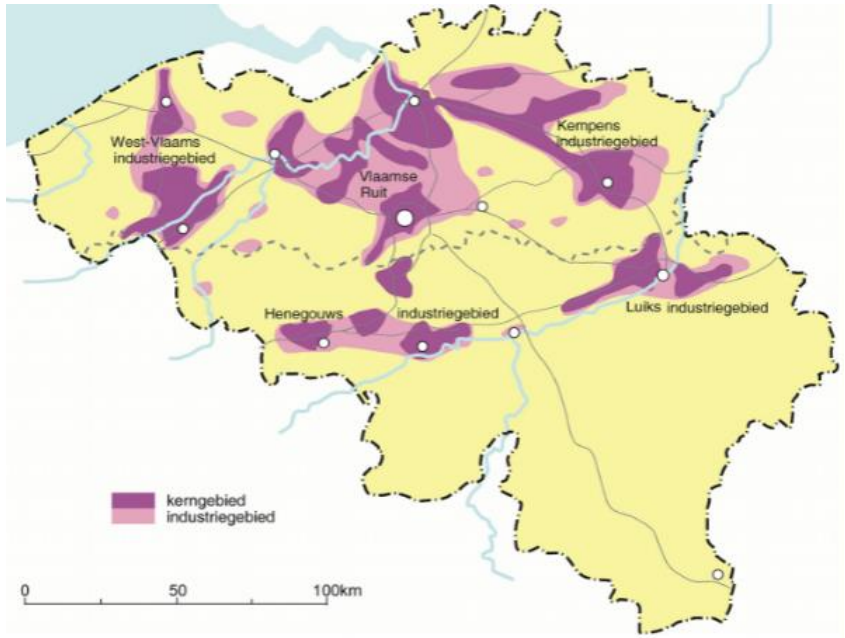
Er zijn verschillende industriezones in België te onderscheiden. De belangrijkste zone is wellicht de zogenaamde Vlaamse ruit (of ABG-as) tussen grofweg Antwerpen, Brussel en Gent, met veel industriële activiteit in het Antwerpse havengebied, het Gentse havengebied, rond het Zeekanaal Brussel-Rupel, en rond de autowegen Antwerpen-Brussel. Andere industriezones in Vlaanderen zijn het West-Vlaamse industriegebied met de regio Kortrijk waar een groot deel van de Vlaamse textielindustrie is gevestigd, en het Kempens industriegebied. In Wallonië zijn de traditionele industriecentra Luik en Charleroi-Bergen. In de provincies Luxemburg en Namen is er relatief weinig industriële activiteit, door onder andere minder toegang tot infrastructuur (wegen, kanalen) en vanwege het terrein (hoogteverschillen).

Finale energievraag industrie BE 2017



CO_2 emissie industrie BE 2017





Bron: [33]

DNV GL © 2020

3 Buitenlandanalyse – België – Klimaatdoelstellingen en decarbonisatie

In België wordt decarbonisatie vanuit de industrie bottom-up opgepakt. Op het gebied van oplossingsrichtingen en ontwikkelingen is er vanuit de overheid beperkte regie.

Klimaatdoelstellingen
Voor België is de emissiereductie opgave vastgesteld op 35% in 2030 ten opzichte van 2005 voor de niet-ETS sectoren, hetgeen 5 procentpunt hoger is dan het Europees gemiddelde. Hiertoe is eind 2019 een Nationaal energie- en klimaatplan ingediend bij de Europese Commissie voor de periode 2021 – 2030. Sectoren die onder de ETS vallen, waaronder de energie-intensieve industrie, moeten een reductie van 43% realiseren ten opzichte van 2005.[34]

De EU heeft als doel om in 2050 klimaatneutraal te zijn, waarbij de netto emissie van broeikasgassen nul is. Hiertoe moeten de lidstaten een lange termijn strategie opstellen.[35] Voor België is deze strategie nog niet gepubliceerd. Het is dus nog niet duidelijk hoe de federale overheid de emissie van broeikasgassen verder wil reduceren tot de 80-95% Parijs doelstelling. Enige richting wordt gegeven in een scenariostudie uitgevoerd in 2013.[36] Een emissiereductie van 80% in 2050 betekent voor de industrie een reductie van bijna 82% ten opzichte van 1990 (van 54 Mt CO_2 in 1990 naar 10 Mt CO_2 in 2050). In een scenario van de studie wordt dit verwezenlijkt door minder vleesconsumptie (1 Mt), minder brandstofgebruik (9 Mt), efficiency verbetering en meer CO_2-arme producten (12 Mt) en CCS (11 Mt). In dit scenario wordt een significant deel van de emissiereductie gerealiseerd door CCS.[37]

Binnen de SDR regio wordt gestreefd naar een emissiereductie in lijn met Parijs. De emissie in 2018 was ongeveer 21,4 Mton CO_2, waarvan 9,5 Mton in België. Het geschatte emissie deel voor België binnen SDR in 2030 is 5,1 Mton. Om de reductie te realiseren worden verschillende plannen voorgesteld, welke niet altijd land-specifiek zijn. De emissiereductie is tot 2030 voornamelijk afhankelijk van CCU, na 2030 vooral CC(U)S, elektrificatie, groene H_2, en circulaire feedstock.[38, 39]

Infrastructuur voor decarbonisatie:
Aangezien het niet precies bekend is hoe de industrie in België wil decarboniseren, is het ook niet duidelijk welke (additionele) infrastructuur hiervoor nodig is.

Waterstof
Over benodigde H_2 infrastructuur is nog niet veel bekend. H_2 lijkt een belangrijke rol te gaan spelen in de energietransitie. Er spelen verschillende H_2 initiatieven in België (zie volgende pagina).

CO_2
CCS lijkt een belangrijke pijler, en daartoe is uiteraard CCS infrastructuur nodig. Er spelen verschillende CCS initiatieven in België (zie volgende pagina).

Elektriciteit
Het is niet bekend in welke mate de industrie wil elektrificeren, hoe de vraag van de industrie naar elektriciteit zich ontwikkelt tot 2030 en erna, en welke impact dit heeft op de elektriciteitsinfrastructuur. In diverse studies van Elia[40, 41] wordt de verwachte ontwikkeling van de elektriciteitsvraag uiteengezet aan de hand van drie stappen:
- Ontwikkeling aan de hand van economische groei, bevolkingsgroei en energie efficiëntie.
- Additionele elektrificatie op basis van toename elektrische voertuigen en warmtepompen.
- Temperatuurs-afhankelijke vraag naar elektriciteit.

Eventuele elektrificatie in de industrie als onderdeel van het behalen van klimaatdoelstellingen wordt niet genoemd. Wel wordt genoemd dat in het algemeen extra interconnectiecapaciteit nodig is voor verdere marktintegratie, het behalen van klimaatdoelstellingen en leveringszekerheid.

Verkenning infrastructuur decarbonisatie North Sea Port
Binnen North Sea Port regio (havens van Vlissingen, Terneuzen en Gent) is gekeken naar de haalbaarheid, vormgeving en realisatie van grootschalige pijpleiding infrastructuur voor klimaatneutrale industrie.[39] Het blijkt dat CCS in alle scenario's nodig is om klimaatdoelen van 2030 te halen. Na 2030 zal er een verschuiving plaatsvinden richting CCU. In 2030 is naar verwachting een H_2 netwerk nodig tussen Gent en Vlissingen met een dimensionering van 100 – 200 kton per jaar, welke verder dient te groeien richting 2050. Als onderdeel van het Steel2Chemicals project is er potentie voor een extra naftaleiding tussen ArcelorMittal en Dow Chemicals. Verder is uitgegaan van de benutting van restwarmte van ArcelorMittal uit koelwater en rookgassen, binnen een straal van 20 kilometer.

3 Buitenlandanalyse – België – Plannen en projecten

Vanuit de industrie zijn afgelopen jaar diverse initiatieven gestart met de focus op H_2 en CCS. Samenwerking met Nederland vindt onder andere plaats via de projecten GW elektrolyse en CO_2TransPorts.

H_2

Er spelen verschillende initiatieven voor de productie van H_2 middels elektrolyse:

- **Oostende:** De haven Oostende (januari 2020), het baggerbedrijf Deme en de Vlaamse investeringsmaatschappij PMV Haven, DEME en PMV plannen om tegen 2025 een grootschalig elektrolyse installatie te bouwen in de Oostendse haven die groene H_2 produceert, en een CO_2-emissie reductie van 0,5 – 1,0 Mton per jaar oplevert.
- **Colruyt met Fluxys:** Dit is een initiatief (oktober 2019) van de supermarktgroep Colruyt en de gasnetbeheerder Fluxys. De bedoeling is een elektrolyse-installatie van 12 tot 25 MW te bouwen in Zeebugge of Antwerpen.
- **Roadmap H_2 :** In november 2019 hebben zeven grote industriële spelers en publieke stakeholders (Deme, Engie, Exmar, Fluxys, Port of Antwerp, Port of Zeebrugge en WaterstofNet) een samenwerkingsovereenkomst getekend om stappen te zetten in de richting van een Belgische H_2 economie. Een gezamenlijke studie is de basis om concrete projecten gestalte te geven voor het produceren, transporteren en opslaan van H_2.
- **Greenports:** Dit is een studieproject van de industriële spelers (Engie, Colruyt/Eoly, Hydrogenics, Haven Zeebrugge, Fluxys en Elia), Universiteit Gent (Labo Elektrische Energietechniek en Vakgroep Economie) en H_2 net, gestart in januari 2019. De studie kijkt naar de toekomstige mogelijkheden voor een grootschalige omzetting van windenergie naar waterstof in een havenomgeving. De studie spitst zich specifiek toe op de haven van Zeebrugge, maar zal generieke kennis opleveren die overdraagbaar is naar andere knooppunten van elektriciteit en gas.
- **GW elektrolyse**: Binnen de SDR regio wordt gekeken naar de mogelijkheden voor een GW elektrolyse installatie, waaronder de locatie Rodenhuize. Dit is een opschaling van een eerste 100MW installatie.

CO_2

Er spelen verschillende CCS initiatieven in België:

- De koppeling met Athos in Nederland, zie volgende pagina.
- **CO_2TransPorts:** Dit is een samenwerkingsverband tussen de havens van Rotterdam, Antwerpen en Gent, met de ambitie om tegen 2030 zo'n 10 miljoen ton CO_2 op te slaan in een leeg gasveld onder de Noordzee (de koppeling met Porthos in Nederland). Uitgaande van de realisatie van een CO_2-netwerk in de haven van Rotterdam in 2026, zou er tussen 2026 en 2030 moeten worden gestart met een CO_2-verbinding met de Belgische havens. Dit project is in de opstartfase, de aanvraag voor project of common interest is bij de EU ingediend en goedgekeurd in februari 2020.
- **CCS Haven van Antwerpen:** Air Liquide, BASF, Borealis, INEOS, ExxonMobil, Fluxys, Haven van Antwerpen en Total hebben een overeenkomst getekend voor de ontwikkeling van CC(U)S-infrastructuur in de haven van Antwerpen in België. Het nieuw gevormde consortium zal de economische en technische haalbaarheid van CC(U)S-faciliteiten in de haven bestuderen, in een poging om klimaatdoelen te bereiken.

Steel2chemicals

- Dit is een initiatief van Arcelormittal Gent en Dow Benelux Terneuzen. Hierbij worden koolstofrijke gassen van ArcelorMittal samen met H_2 van Dow omgezet in synthetische nafta, welke te gebruiken is in de krakers van Dow i.p.v. fossiele nafta. In 2019 is een proeffabriek gebouwd bij ArcelorMittal in Gent. Het project duurt vier tot vijf jaar en in die periode zal de fabriek ook naar IJmuiden verhuizen. Als de pilot succesvol en vooral ook economisch haalbaar blijkt, wordt gekeken of een demonstratiefabriek op grotere schaal gerealiseerd kan worden.

Warmte/stoom

- Veel potentie restwarmte industrie, ongeveer 1GW in de haven van Antwerpen.
- Project voor het aansluiten van 3.000 huishoudens in 2020, afkomstig van restwarmte uit de Antwerpse haven.
- Op het gebied van stoomuitwisseling zijn geen plannen of projecten geïdentificeerd.

3 Buitenlandanalyse – België – Koppeling infrastructuur & samenwerking

Er zijn verschillende koppelingen tussen industriegebieden in Nederland en België – vooral via pijpleidingen tussen Rotterdam, Zeeland, Chemelot en Antwerpen – voor de uitwisseling van diverse grondstoffen.

Infrastructuur
Op het gebied van energie infrastructuur is Nederland verbonden met België via het elektriciteitsnet, het gastransportnet en diverse leidingen voor onder andere olie en chemische producten.

Het Belgische elektriciteitsnetwerk op hoogspanningsniveau, beheerd door Elia, is middels twee interconnectoren verbonden met het Nederlandse elektriciteitsnetwerk van TenneT (te weten Rilland – Zandvliet en Maasbracht – Van Eyck). Het is de verwachting dat de capaciteit van deze grensoverschrijdende verbindingen verder toeneemt tot 2030 en ook na 2030.

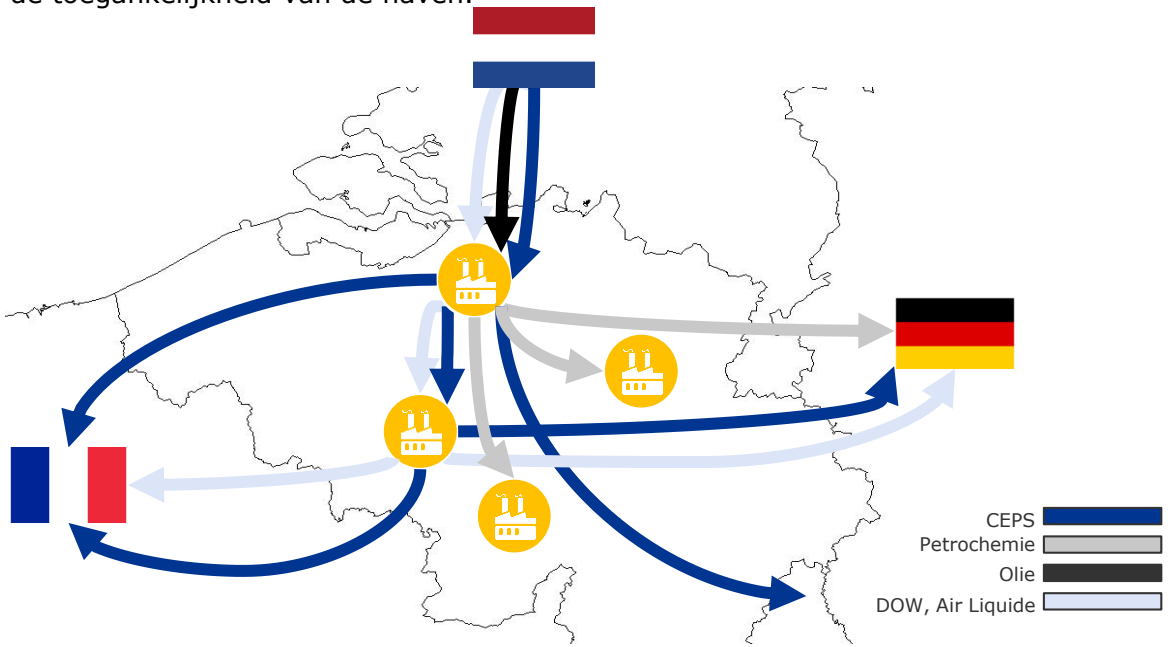
Het Belgische gastransportnetwerk, beheerd door Fluxys, is op verschillende plekken verbonden met het Nederlandse gastransportnetwerk van Gasunie, vooral voor de export van aardgas naar België (te weten Gent voor import en export; voor export van NL naar BE de locaties Zandvliet, Hilvarenbeek, Obbicht en 's Gravenvoeren).

Verder lopen er diverse pijpleidingen tussen Nederland en België als onderdeel van de ARRRA-regio (Antwerpen-Rotterdam-Rijn-Roer-Area, inclusief Chemelot). Enkele belangrijke buisleidingnetwerken zijn:
- de Rotterdam-Antwerp Pipeline (RAPL) voor ruwe aardolie.
- de Petrochemical Pipeline Services (PPS), welke Chemelot verbindt met Rotterdam, Antwerpen en Keulen voor (petro)- chemische producten.
- Het Central Europe Pipeline System (CEPS) brandstof buisleiding systeem van de NAVO.
- Het leidingnetwerk van Air Liquide voor industriële gassen.

Samenwerking
Verschillende samenwerkingsverbanden bestaan tussen Nederland en België op het gebied van de industriesector en infrastructuur, zoals TRILOG (zie volgende pagina), Smart Delta Resources en North Sea Port.

Smart Delta Resources (SDR) is een initiatief van dertien energie- en grondstof intensieve bedrijven gevestigd in Zeeland en Oost-Vlaanderen die op zoek zijn naar reductie van hun energie- en grondstoffengebruik via industriële symbiose. Via SDR werken bedrijven uit de chemie, staal, energie en food industrie samen om industriële verbindingen te leggen en uit te werken tot interessante business cases. Ook wordt de mogelijkheid tot CCS in de regio onderzocht. Hierbij is het uitgangspunt economische optimalisatie alsmede het op termijn verduurzamen van processen. Deze samenwerking levert een bijdrage aan de landelijke doelstellingen voor duurzame economische ontwikkeling, reductie van broeikasgassen zoals CO_2 en vermindering van het gebruik van fossiele grondstoffen.

North Sea Port bestaat sinds 1 januari 2018 en is ontstaan uit de fusie van het Nederlandse Zeeland Seaports (Vlissingen en Terneuzen) en het Vlaams/Belgische Havenbedrijf Gent. De grensoverschrijdende haven North Sea Port mikt op duurzame economische bedrijvigheid en het verder ontwikkelen van multimodale infrastructuur en de toegankelijkheid van de haven.



DNV GL © 2020

3 Buitenlandanalyse – Bestaande samenwerking Nederland, België en Duitsland

Op verschillende vlakken bestaan samenwerkingsverbanden tussen de drie landen met als doel een gezamenlijke strategie en de ontwikkeling van technologie en infrastructuur voor de uitwisseling van grondstoffen.

Trilaterale Chemiestrategie
De Trilaterale Chemiestrategie is een samenwerkingsverband overheden en chemische brancheorganisaties in Nederland, Vlaanderen en NRW met als doel de chemische sectoren in de drie regio's verder uit te bouwen. Hieruit komen verschillende concrete initiatieven voort. Twee van de voor deze studie meest relevante zijn de Werkgroep Infrastructure & Logistics en het consortiumproject *Cracker of the Future.*

Werkgroep Infrastructure & Logistics (WIL)
De WIL is een werkgroep met industrie, infrabeheerders en belanghebbenden als havens en brancheorganisaties. Een belangrijke missie van de werkgroep is de uitrol van gezamenlijke infrastructuur, waarvoor de doelstellingen rechts gebundeld staan. Om deze relatie te formaliseren, is in januari 2020 door tien belanghebbende partijen een Letter of Intent getekend. Binnen de werkgroep is begonnen met het maken van inventarisaties van behoeften voor commodities. Hierin wordt naast raffinageproducten ook gekeken naar o.a. H_2 en CO_2, waarbij voorlopig met name behoefte lijkt te bestaan aan groene H_2. Ook wordt ook rekening gehouden met ruimtelijke inpassing van infrastructuur. Zo zijn er reeds corridors beschikbaar voor pijpleidingen in Nederland, maar nog niet in België en Duitsland.

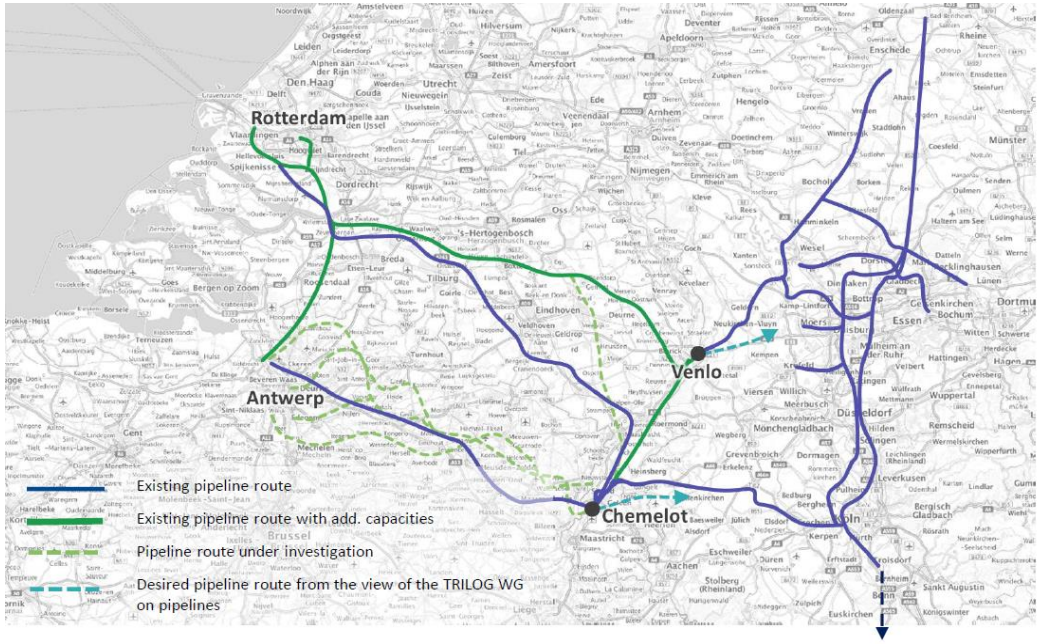
Qua infrastructuur ligt de focus met name op het oplossen van het *west-east gap*, door middel van additionele pijpleidingen vanuit Antwerpen of Rotterdam naar het Ruhrgebied via Chemelot. Ook een uitbreiding van de bestaande leidingen vanuit Venlo zijn een onderwerp van discussie. Verder is er interesse in een ring van pijpleidingen en het creëren van redundanties door Rotterdam, Antwerpen, Geleen en Venlo. Plannen voor nieuwe verbindingen tussen Rotterdam en Antwerpen zijn er niet; enkel het oplossen van capaciteitsproblemen middels capaciteitsvergroting.

'Cracker of the Future'
In 2019 is een consortium gevormd met partijen uit de petrochemische industrieën van Nederland, Vlaanderen en NRW met als doel zich gezamenlijk in te zetten en kennis te delen betreffende de ontwikkeling van elektrische krakers in het petrochemische proces.

Haalbaarheidsstudies Athos met België en NRW
Als onderdeel van de classificatie van Athos als een Europees Project of Common Interest zal een haalbaarheidsstudie worden uitgevoerd naar grensoverschrijdende koppeling van Athos. Deze haalbaarheidsstudie richt zich zowel op koppelingen met België als NRW.

Doelstellingen WIL ten behoeve van uitrol gezamenlijke infrastructuur:

- Ontwikkel een trilateraal masterplan voor chemische logistiek en infrastructuur
- Versnel het vergunningstraject van infrastructuur en bouwprojecten
- Initieer een trilateraal telematica systeem van transport en logistiek
- Richt een trilateraal dialoog platform op voor Logistiek 4.0
- Plan en reserveer ruimte rondom locaties van chemische industrie
- Plan en reserveer ruimte voor nieuwe buisleidingen



Bron: [42]

4 Project beperkingen & timing

DNV GL © 2020

4. Project beperkingen & timing – Samenvatting

Dit hoofdstuk analyseert de technische beperkingen per modaliteit en ook worden de onderlinge afhankelijkheden in kaart gebracht. De aan- of afwezigheid van infrastructuur beïnvloedt investeringen van bedrijven en de realisatie van decarbonisatie projecten.

Waterstof
In alle clusters staan projecten gepland omtrent de productie en afname van H_2. Tot 2025 zullen projecten overwegend lokaal van aard zijn. Voor deze projecten wordt binnen de clusters lokale H_2 infrastructuur aangelegd. Richting 2030 is in vier van de zes clusters het opschalen van de lokale elektrolysers naar GW-schaal gepland. Door de toename van elektrolyse capaciteit ontstaat een verschil tussen vraag en aanbod, dat niet lokaal opgelost kan worden. Hieruit volgt de behoefte om H_2 tussen clusters uit te wisselen, waarbij grootschalige infrastructuur in de vorm van een H_2 backbone en opslag noodzakelijk wordt. Wederzijds faciliteert de H_2 backbone de opschaling door het verminderen van het investeringsrisico en het verbeteren van de business case.

CO_2
Om de gestelde klimaatdoelstellingen te halen, zetten vijf clusters in op de afvang van CO_2 als decarbonisatiemaatregel. Dit staat gepland bij industriële locaties als raffinaderijen, maar ook bij AVIs en voor het verduurzamen van de H_2 productie. Om deze afvang van CO_2 mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat transport en opslag middels de projecten Porthos en Athos op korte termijn gerealiseerd wordt. Voor clusters zonder directe toegang tot alternatieven zoals Chemelot, Zeeland en Cluster 6 is het nodig om hierop aangesloten te worden om CO_2 afvang te realiseren. Het aansluiten op Porthos en Athos kan plaatsvinden middels leidingen of schepen.

Elektriciteit
Elektrificatie van warmtevraag en de uitrol van elektrolyse zijn de voornaamste ontwikkelingen op elektriciteitsgebied. Tot 2030 voorzien netbeheerders op basis van de geplande projecten geen beperkingen in het 380/220 kV netwerk, maar wel op 150 kV en lagere spanningsniveaus. Dit speelt met name bij de clusters Zeeland, NZKG en Cluster 6. Na 2030 kan lokale congestie op het 380 kV netwerk ontstaan. Deze lokale congestie zorgt voor onzekerheid bij investeringsbeslissingen van de industrie. Om deze beperkingen te voorkomen is het zaak om nu al fundamentele keuzes te maken om toekomstige problemen te mitigeren.

Warmte/stoom
Op het gebied van warmte staan diverse projecten gepland voor het uitkoppelen van industriële restwarmte naar de gebouwde omgeving en de uitwisseling van stoom tussen individuele bedrijven middels stoomnetten. Voor de uitrol van deze projecten zijn geen technische beperkingen geïdentificeerd. Wel lopen deze projecten tegen non-technische knelpunten aan, die in het volgende hoofdstuk worden geadresseerd.

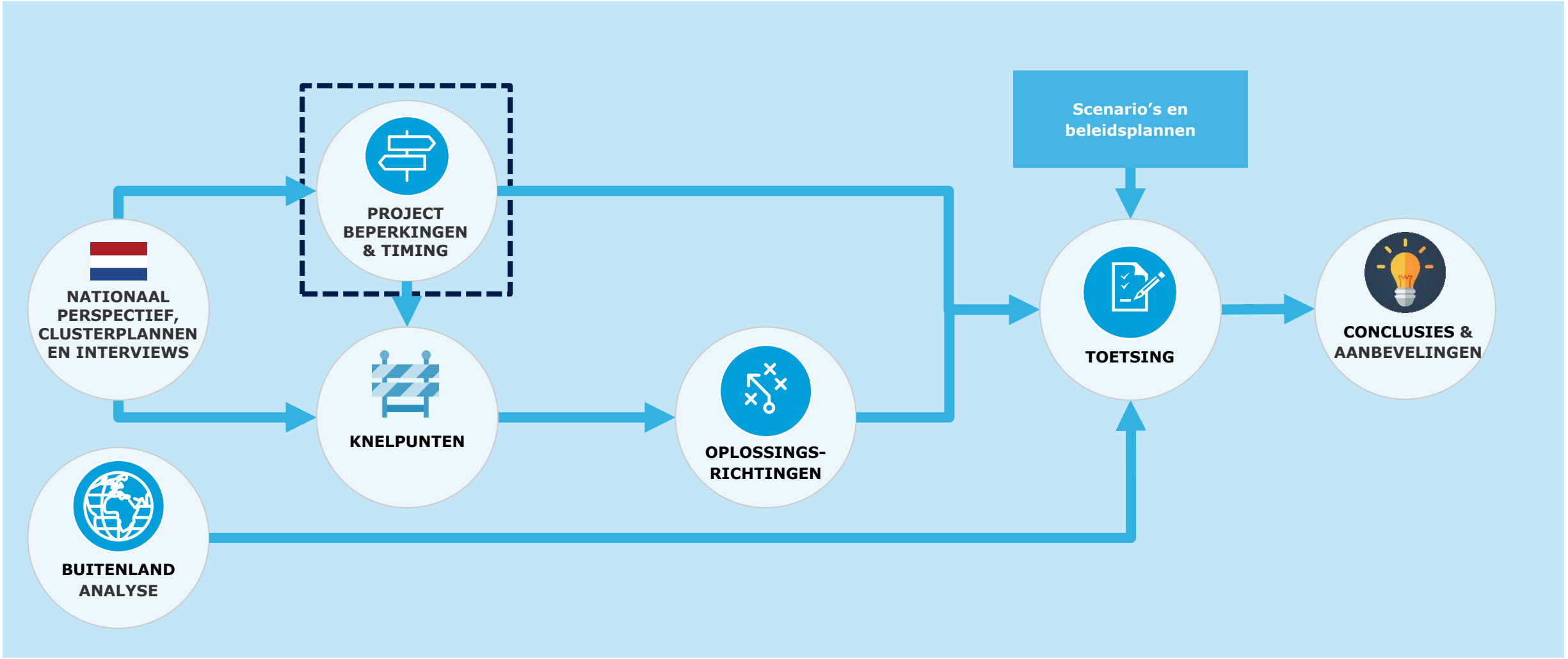
Afhankelijkheden
Afhankelijkheden bepalen in sterke mate de realisatie en timing van infrastructuur. Dit is met name van toepassing op H_2 en CO_2. Voor het gebruik en de aanleg van elektriciteitsnetwerken dient een prioritering gemaakt te worden in verband met de beperkte capaciteit en lange doorlooptijd voor netverzwaring. Door het lokale karakter van warmteprojecten zijn de bijbehorende afhankelijkheden beperkt.

Met het oog op verschillen in maatschappelijke kosten en impact op de omgeving lijkt het correct om de aanbeveling 'moleculen, tenzij' te hanteren. Zo dient er per situatie een systeemperspectief gehanteerd te worden waarbij een afweging gemaakt wordt tussen moleculen en elektronen op basis van de gehele keten.

Op basis van de geïdentificeerde afhankelijkheden en de verwachte opleverdata van industriële projecten is ingeschat wanneer een behoefte ontstaat aan nationale infrastructuur voor H_2 en CO_2. Bij het modulair opbouwen van de H_2 backbone is het logische startpunt Noord Nederland, waar rond 2027 de eerste GW-schaal elektrolyser opgeleverd wordt en waar H_2 opslag mogelijk is. Vervolgens kan de oostelijke kant van de backbone gerealiseerd worden richting Chemelot, waar beperkt groene H_2 productie mogelijk is. Ten slotte kan de westelijke zijde gerealiseerd worden. Op het gebied van CCS dienen Chemelot en Zeeland zo snel mogelijk CO_2 aan Athos of Porthos te kunnen leveren. Bij transport middels pijpleidingen kan dit circa 2026 mogelijk worden, met schepen kan levering eventueel eerder starten.

Cluster 6 wordt gekenmerkt door gebrek aan geografische concentratie. Dit maakt aansluiting op nationale infrastructuur voor H_2 en CO_2 ingewikkeld, waardoor het risico bestaat dat bedrijven in deze clusters achterblijven qua transitiemogelijkheden.

4. Project beperkingen & timing



DNV GL © 2020

4. Project beperkingen & timing – Aanpak

Vanuit de observaties op nationaal- en clusterniveau (zie Appendix), worden in dit hoofdstuk de technische beperkingen samengevat en geanalyseerd op urgentie. Op de komende pagina's worden de beperkingen samengevat voor H_2, CO_2, warmte/stoom en elektriciteit, waarbij de urgentie wordt aangegeven en een tijdspad wordt geschetst.

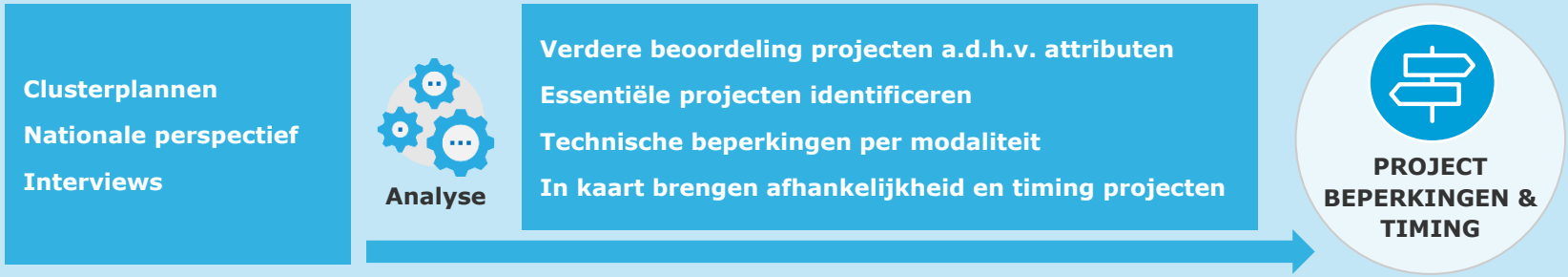
Vervolgens worden alle behandelde projecten in een enkel overzicht weergegeven naar de verschillende modaliteiten, waarbij de mogelijke CO_2 besparing en het projectrisico relatief ten opzichte van andere projecten tegen elkaar uitgezet worden.

Voor de verschillende projecten worden de onderlinge afhankelijkheden in kaart gebracht middels een systeemperspectief, waarbij aangegeven wordt wat de mogelijke directe en indirecte (downstream) CO_2 emissiereducties zijn.

Gezien de afhankelijkheden met name van toepassing zijn op projecten op het gebied van H_2 (productie) en CO_2, zijn de afhankelijkheden voor deze modaliteiten uitgebreider beschreven.

Ten slotte wordt weergeven wanneer een behoefte aan hoofdinfrastructuur voor transport van H_2 en CO_2 lijkt te ontstaan. De vermelde jaartallen zijn gebaseerd op de clusterplannen en de voorziene timing en realisatie van projecten. Hierbij is rekening gehouden met onderlinge afhankelijkheden.

Een volledig overzicht van de tijdslijnen en afhankelijkheden van alle geïdentificeerde projecten is te vinden in de Appendix.

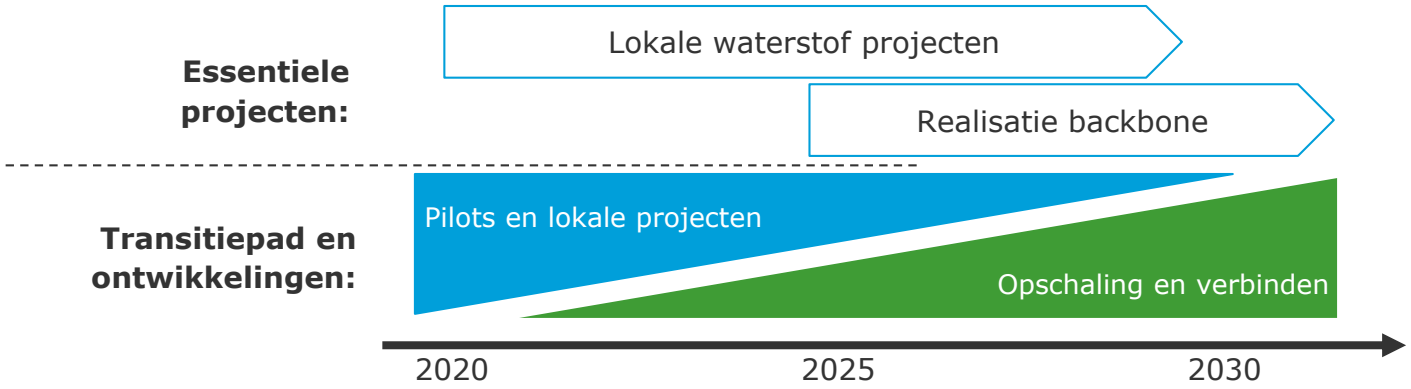


DNV GL © 2020

4. Project beperkingen & timing – Samenvatting van "technische beperkingen" met urgentie

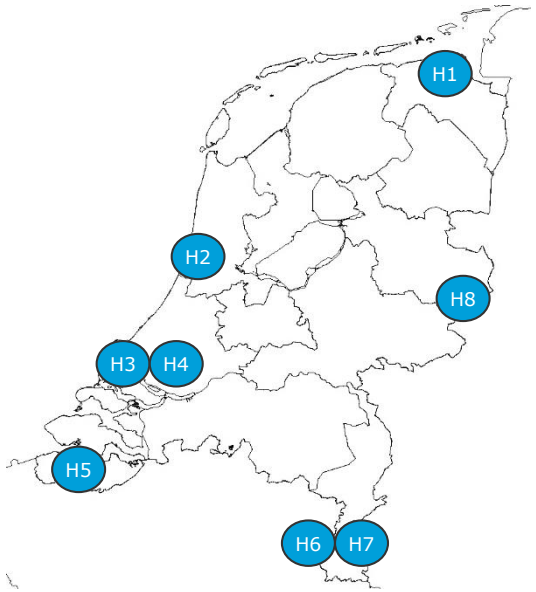
Waterstof: de komende jaren zijn projecten lokaal van aard, op termijn heeft grootschalige infrastructuur de potentie om opschaling te faciliteren.

1. Tot 2030 staat in teken van het modulair realiseren van de H_2 backbone, dit kan op nationale schaal worden gerealiseerd middels het vrijspelen van aardgasleidingen. Lokaal zijn er hierbij beperkingen die nieuwe investeringen vergen.
2. In Noord-NL en Noordzeekanaalgebied wordt lokale H_2 productie ruim voor 2030 verwacht. Aansluiting op een landelijke backbone is mogelijk per 2026 en wordt als wenselijk beschouwd voor opschaling, buffering en leveringszekerheid.
3. In cluster Rotterdam-Moerdijk is lokale infrastructuur voorzien (het H-vision project is hier leidend); aansluiting op een landelijk backbone wordt als wenselijk beschouwd voor opschaling, buffering en zekerheid van levering.
4. In Zeeland is er de behoefte om H_2 te vergroenen. Hiervoor is infrastructuur vereist: een H_2 leiding van elektrolyse elders, of verzwaring van het elektriciteitsnet voor lokale elektrolyse. Het Steel2Chemicals project vereist een additionele bron van H_2, de staalfabriek van dit project staat in Gent (BE), de benodigde infrastructuur kan dus ook grensoverschrijdend vanuit Nederland zijn.
5. In cluster Chemelot is de aansluiting op een landelijke backbone één van de opties, naast mogelijkheden om lokale productie van H_2 te verduurzamen. Aansluiting op de backbone biedt mogelijkheden voor internationale connecties.
6. In Cluster 6 laat de capaciteit van E-aansluitingen lokale elektrolyse veelal niet toe: ofwel E-aansluitingen dienen verzwaard te worden, ofwel H_2 levering via de backbone, wat door grote geografische spreiding van de industrie niet haalbaar is voor 2030.



Urgentie:

1. Tot 2030 zullen projecten overwegend lokaal van aard zijn, met centrale ontwikkeling van de H_2 backbone. Daarbij is primair de doelstelling om de kosten van blauwe en groene H_2 te verlagen. Vervolgens heeft aansluiting op een backbone voordelen vanwege de mogelijkheid tot opschalen, het niet hoeven dimensioneren op piekvraag en de mogelijk tot centrale opslag i.p.v. lokale buffering. Dit alles valt te realiseren binnen een tijdsbestek van een aantal jaren en daarmee lijkt aanleg van H_2 infrastructuur beduidend wendbaarder dan andere energie infrastructuren.
2. Vanuit de industrie een expliciete wens om clusters te verbinden om verder te kunnen opschalen, hiervoor is aansluiting op de H_2 backbone essentieel.
3. Centrale productie van H_2 en transport met een landelijke backbone werpt minder knelpunten op vergeleken met lokale H_2 productie i.v.m. lokale beperkingen op het elektriciteitsnet. Daarnaast biedt een dergelijke schaal infrastructuur de mogelijkheid om naar de im- en export potentie van H_2 te kijken.



DNV GL © 2020

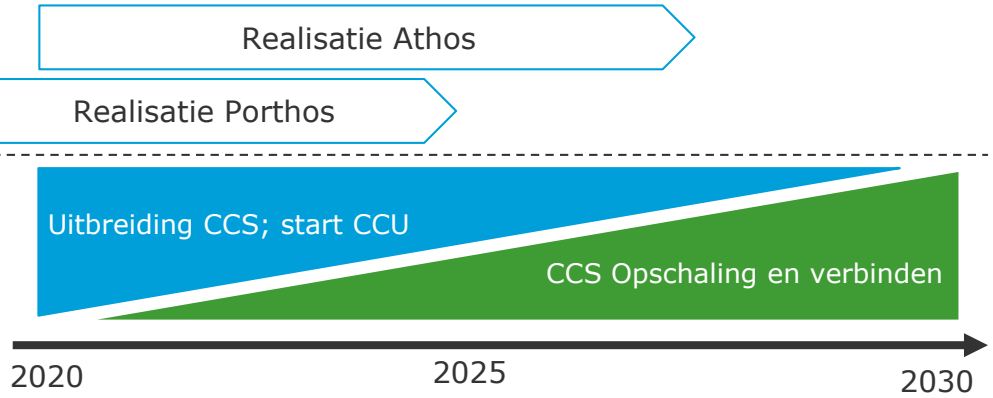
4. Project beperkingen & timing– Samenvatting van "technische beperkingen" met urgentie

CO_2: de potentie van Porthos en Athos reikt ver buiten de clusters Rotterdam-Moerdijk en NZKG hetgeen gefaciliteerd dient te worden door aanleg van infrastructuur.

1. In de clusters NZKG en Rotterdam Moerdijk vragen de projecten Athos en Porthos om aanleg van CO_2 infrastructuur. De CO_2 impact van beide projecten is dermate groot dat urgentie geboden is. Ook clusters Chemelot en Zeeland plannen om CO_2 te leveren aan Porthos, dit project is dus niet alleen relevant voor cluster Rotterdam Moerdijk.
2. Cluster Chemelot haalt zonder CCS de reductie doelen niet. De afvoer van CO_2 is momenteel per schip gepland door de afwezigheid van infrastructuur. Een aanlandingslocatie voor schepen met CO_2 ontbreekt momenteel bij Porthos of Athos.
3. In Noord Nederland is tot 2030 geen beperking voorzien aangezien de projecten lokaal gebruik van CO_2 (CCU) betreffen en de voorziene afvoer van CO_2 naar Noorwegen een specifiek project is.
4. In cluster Zeeland is nieuwe infrastructuur vereist voor CCU(S) projecten. Waar mogelijk is hier ook grensoverschrijdende koppeling met België relevant. Koppeling met Porthos biedt CCS mogelijkheden (volumevergroting levert kostprijsdaling).
5. In Cluster 6 maakt de bedrijfsgrootte en spreiding van de bedrijven CC(U)S infrastructuur slecht haalbaar i.v.m. beperkte opschaling.

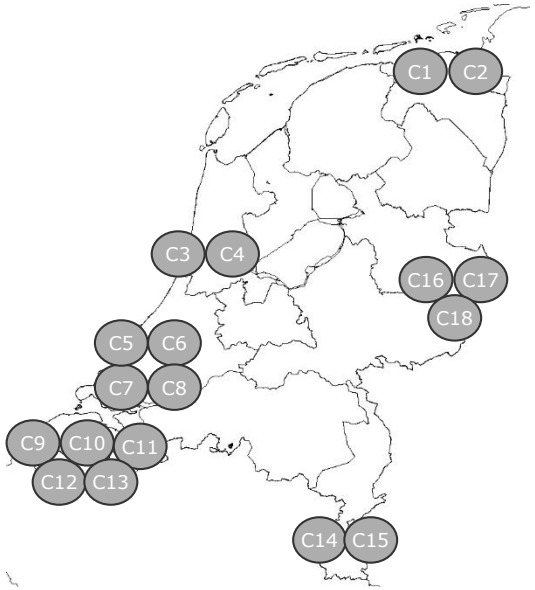
Essentiële projecten:

Transitiepad en ontwikkelingen:



Urgentie:

1. Aanleg van CO_2 infrastructuur die aansluit op Porthos en/of Athos is kritisch voor CCS in andere clusters en in potentie ook internationaal (Ruhrgebied en Vlaamse industrie cluster). Porthos en Athos dienen hiervoor toegankelijk te zijn voor andere partijen en hun dimensionering hierop af te stemmen. De geschatte kosten van overdimensionering zijn relatief beperkt. Zo bedraagt de geplande initiële capaciteit van Porthos 2,5 Mton CO_2, en zal uitbreiding van deze capaciteit naar 10 Mton CO_2 naar verwachting leiden tot relatief beperkte additionele kosten.[i]
2. "CCS is essentieel om klimaatdoelen te halen en dient z.s.m. gerealiseerd te worden" is een oproep vanuit diverse bedrijven en meerdere clusters.



DNV GL © 2020

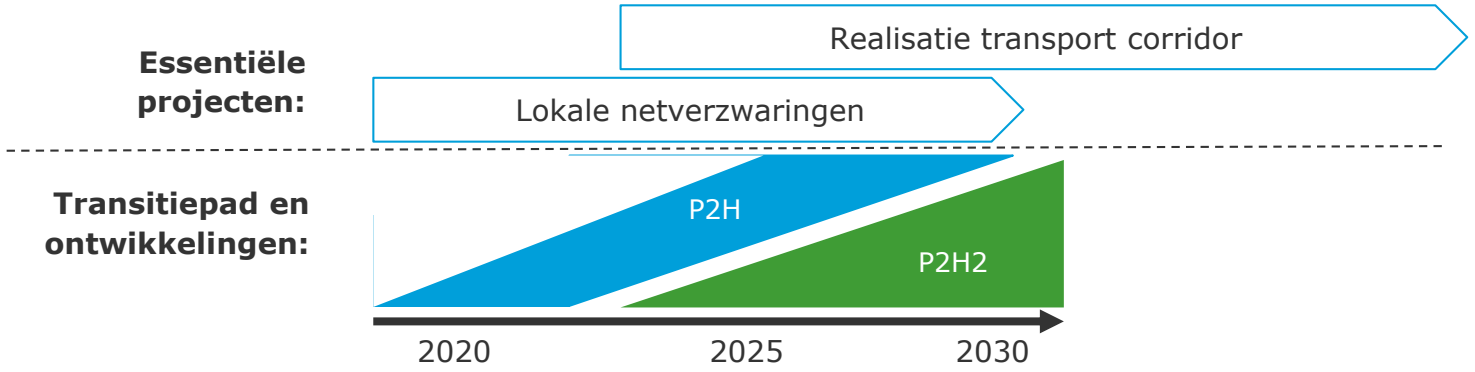
4. Project beperkingen & timing – Samenvatting van "technische beperkingen" met urgentie

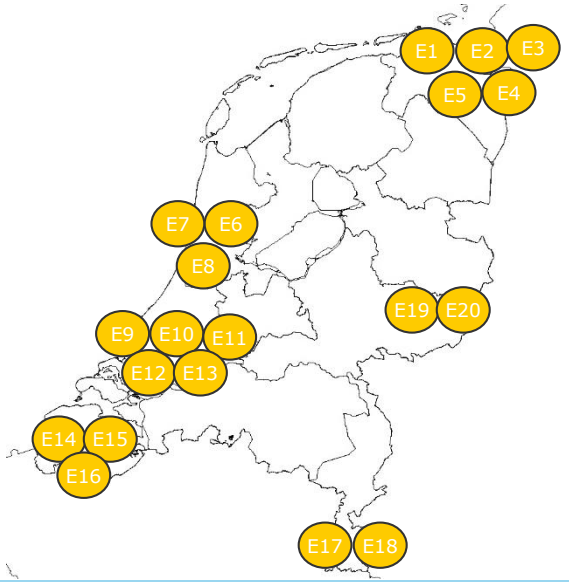
Elektriciteit: tot 2030 zijn alle beperkingen lokaal van aard. Na 2030 worden nationale beperkingen verwacht, waardoor op korte termijn fundamentele keuzes noodzakelijk zijn.

1. In Hoofdstuk 2 wordt beschreven dat op HS niveau in de periode tot 2030 nog aansluitmogelijkheden ten behoeve van bepaalde industriële clusters zijn. Na 2030, kan dit beeld door toenemende mate van elektrificatie snel omslaan. Er is onzekerheid omtrent de exacte impact van industriële elektrificatie op het elektriciteitsnet aangezien de clusterplannen nog niet volledig zijn meegenomen in de huidige netberekeningen.
2. Bij diverse clusters worden technische beperkingen tot 2030 gerapporteerd voor de uitbreiding van de aansluitcapaciteit. Dit speelt met name in Zeeland (i.h.b. Zeeuws Vlaanderen) en Noordzeekanaalgebied. Dit betreft ofwel fysieke capaciteit in trafostations, ofwel mogelijke net-congestie in het koppelnet. Voor clusters waar deze belemmeringen tot 2030 niet gerapporteerd worden, zoals Chemelot, zal dit na 2030 snel veranderen.
3. Bij het Cluster 6 worden knelpunten op lagere spanningsniveaus geobserveerd door de bouw van datacenters, dit belemmert de elektrificatie van de industrie.

Urgentie:

1. Vanuit de industrie zijn elektrificatie van warmtevoorziening en toename van elektrolysecapaciteit tot 2030 de belangrijkste drivers van toename van de E-vraag. Tegelijk wordt dit door de industrie als onzeker ervaren gezien knelpunten bij vergroten E-aansluiting (doorlooptijd, beschikbare capaciteit). Met name toepassing van elektrische boilers is snel realiseerbaar (volgend op beschikbaarheid van subsidie), terwijl het elektriciteitssysteem een stuk minder wendbaar is.
2. We zien vandaag al in de praktijk dat er congestieproblemen kunnen optreden bij het aansluiten van datacenters en zonneparken. De verwachting is dat in de toekomst de frequentie en intensiteit kan toenemen. Coördinatie is belangrijk om de impact van datacenters op (lokale) e-netten en op de elektrificatie van de industrie (met name op Cluster 6) te minimaliseren.
3. Op langere termijn staat een bredere fuel switch te verwachten. In de IO2050 studie van TenneT en Gasunie wordt dit toekomstbeeld geanalyseerd en geconcludeerd dat:
   a. Er een grote rol voor moleculen blijft (waarmee de urgentie en bevindingen op gebied van H_2 onderstreept worden).
   b. De positie van grootschalige elektrolyse fysiek samen dient te vallen met aanlandingspunten van offshore wind (en daarmee urgentie om deze moleculen naar elders te kunnen transporteren met een landelijke H_2 backbone en lokale H_2 leidingen binnen de clusters).
   c. Op lange termijn fundamentele investeringen in het (inter)nationale elektriciteitstransport netwerk nodig zullen zijn. Gezien de zeer lange doorlooptijd bij het realiseren van deze verbindingen is het zaak hier nu over na te denken.





DNV GL © 2020

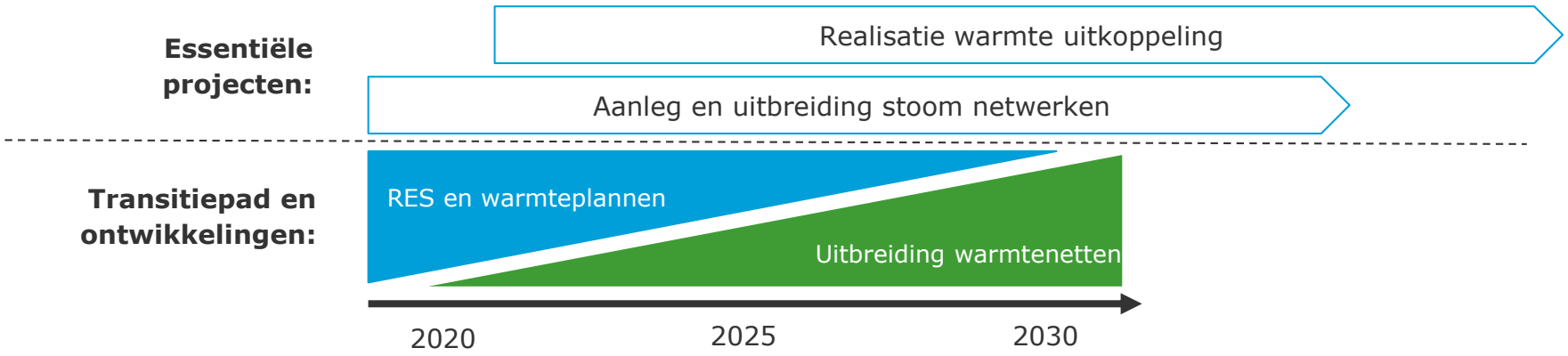
4. Project beperkingen & timing – Samenvatting van "technische beperkingen" met urgentie

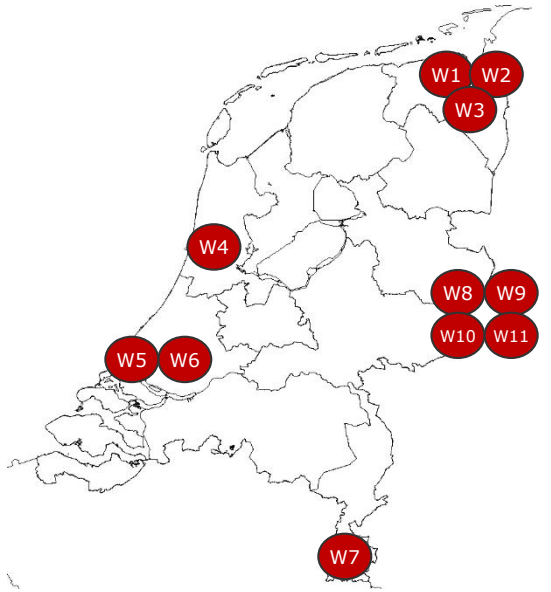
Warmte / stoom: weinig technische beperkingen, met meer focus zijn significante CO_2 besparingen te realiseren.

1. Bij diverse clusters worden beperkingen gerapporteerd voor de aankoppeling van regionale warmtenetten en stoomnetten. Opgemerkt moet worden dat het slagen hiervan geen knelpunt is voor de plannen aan industriële zijde, maar vooral een opportuniteit vormt voor de verduurzaming in de decentrale omgeving.
2. De decentrale industrie (Cluster 6) kan potentieel een significante bijdrage leveren aan de verduurzaming van de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving en glastuinbouw. De regie hiervoor ligt bij lokale partijen, bijvoorbeeld vanuit de RES. Met name in gebieden met geografische samenhang van bedrijven in Cluster 6 is de potentie hoog, zoals de papierindustrie op de Veluwe of *Brick Valley* voor keramiek in Gelderland.
3. Plannen voor stoomleidingen zijn per definitie lokaal en vallen vaak binnen de clusters. Hierbij is uitbreiding voorzien. Binnen clusters loopt dit veelal langs bestaande leiding tracés waardoor vergunningstrajecten en uitbreidingsplannen vaak goed realiseerbaar zijn. Buiten industriële clusters ligt dit anders en loopt een project op gebied van stoomuitwisseling met name tegen knelpunten op het gebied van regelgeving en vergunningen aan.

Urgentie:

1. De potentie op gebied van de benutting van restwarmte en uitwisseling van stoom in de industrie is fors en zou de komende jaren tot 2030 op de agenda moeten staan. (Daarna zal de focus vanuit industrie meer op gebied van fuelswitch liggen.[i]) Het goed in kaart brengen van dit potentieel (waarbij het gaat om zowel wisselwerking tussen industrieën onderling als met gebouwde omgeving) zou vandaag moeten beginnen.





DNV GL © 2020

4. Project beperkingen & timing – Samenvatting inventarisatie clusters

Veel concrete industriële plannen tot 2030 en pilot projecten voorzien.

H_2

- **H1, NN:** Afname H_2 industrie
- **H2, NZKG:** Blauwe H_2 Athos
- **H3, R-M:** H-vision, blauwe H_2, 46 PJ.
- **H4, R-M:** Lokaal H_2 netwerk (HIC)
- **H5, Ze:** Lokaal H_2 netwerk (CUST)
- **H6, Ch:** Vergroenen H_2 productie uit biomassa (afval)
- **H7, Ch:** pilotplant H_2 uit koolwaterstoffen
- **H8, C6:** Productie H_2 op offshore platforms en aansluiting op landelijke H_2 infra

CO_2

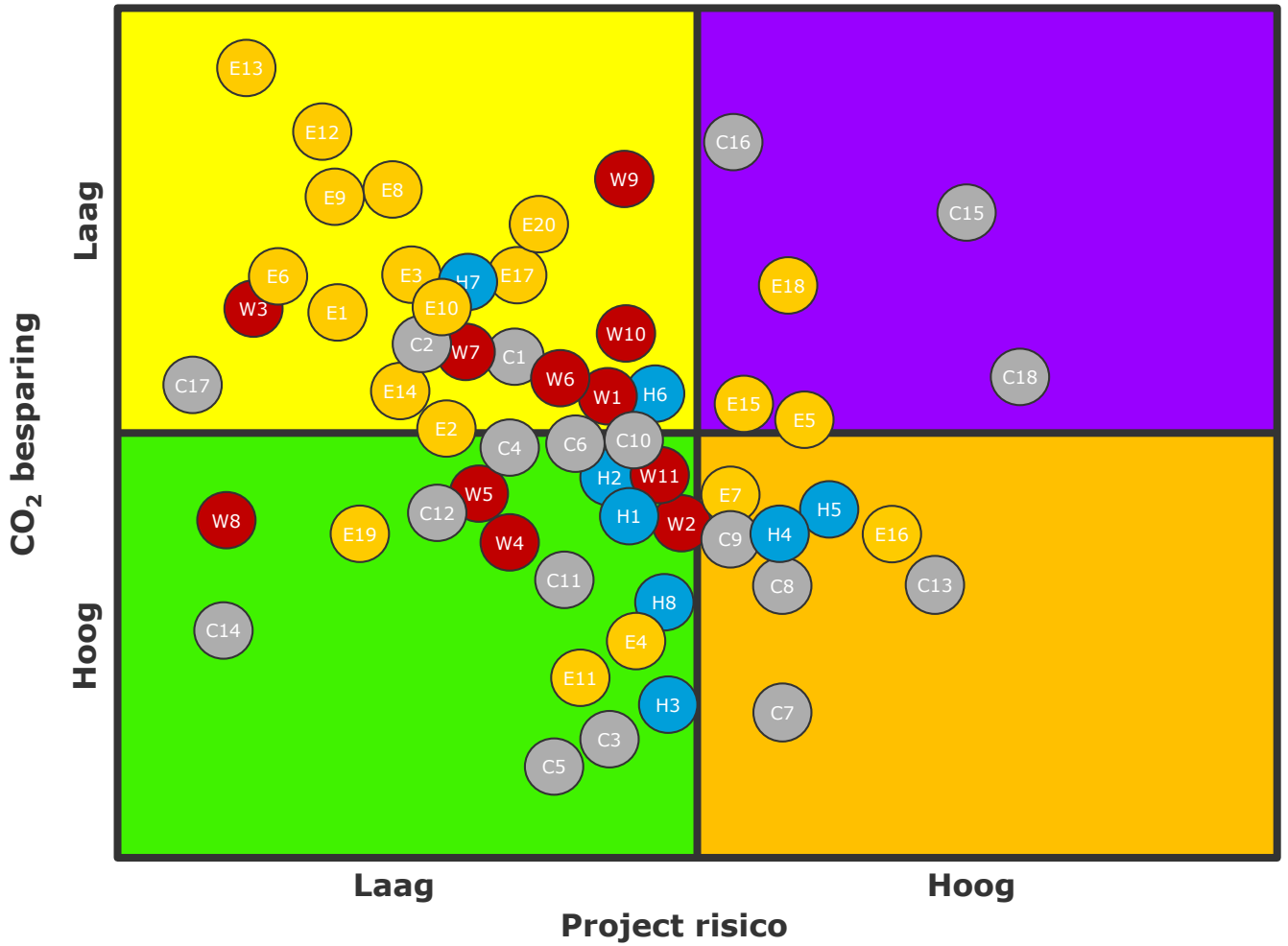
- **C1, NN:** Biofuel met CO_2
- **C2, NN:** CO_2 net Eemshaven – Delfzijl
- **C3, NZKG:** Athos CC(U)S
- **C4, NZKG:** OCAP 1,1 Mton CCU
- **C5, R-M:** CCS Porthos
- **C6, R-M:** CCU OCAP 1,2 Mton
- **C7, R-M:** Porthos Zeeland en Chemelot.
- **C8, R-M:** Porthos en 1-2 waterstoffabrieken
- **C9, Ze:** 2 Mton CCU 'Steel2Chemicals'
- **C10, Ze:** 0,5 Mton CCU 'alternative concrete'
- **C11, Ze:** 1,7 Mton CCS bij H_2 productie
- **C12, Ze:** CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2
- **C13, Ze:** CO_2 leiding Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen
- **C14, Ch:** Reductie N_2O emissie
- **C15, Ch:** Evt. CCU glastuinbouw
- **C16, C6:** CCS keramiek
- **C17, C6:** CC(U)S AVI's
- **C18, C6:** Aanleggen lokale CO_2 netten

Warmte/stoom

- **W1, NN:** Restwarmte leiding
- **W2, NN:** Uitbreiding restwarmte
- **W3, NN:** Uitbreiding stoomnet
- **W4, NZKG**: Uitbreiden warmtenet
- **W5, R-M:** Uitbreiden warmtenetten
- **W6, R-M:** Uitbreiden stoomnetwerk Botlek
- **W7, Ch:** Vervolgprojecten HGN, uitkoppelen 30 MW restwarmte
- **W8, C6:** Restwarmte datacenters
- **W9, C6:** Geothermie voor FNLI, papier- en keramiekindustrie
- **W10, C6:** Gebruik LT restwarmte voor FNLI en papierindustrie (niet benoemd)
- **W11, C6:** Gebruik restwarmte AVI's

Elektriciteit

- **E1, NN:** 20MW P2H2
- **E2, NN:** Opschaling E1 naar 250MW
- **E3, NN:** 100MW P2H2
- **E4, NN:** Opschaling E3 naar 850MW + 1GW
- **E5, NN:** Extra elektrificatie
- **E6, NZKG:** 100MW P2H2
- **E7, NZKG:** Opschalen 1GW P2H2
- **E8, NZKG**: Elektrificatie
- **E9, R-M:** 20 MW P2H2
- **E10, R-M:** 250MW P2H2
- **E11, R-M:** Opschaling E10 naar 2GW
- **E12, R-M:** Elektrificatie
- **E13, R-M:** Toename E-vraag
- **E14, Ze:** Elektrificatie P2H
- **E15, Ze:** 100MW P2H2
- **E16, Ze:** Opschaling E15 naar 1GW
- **E17, Ch:** Elektrificatie
- **E18, Ch:** Lokale elektrolyse
- **E19, C6:** Elektrificatie offshore platforms
- **E20, C6**: Gedeeltelijke elektrificatie levensmiddelen, papier, keramiek en technologie



In bovenstaand figuur worden industriële plannen getoetst op haalbaarheid en CO_2 impact. Deze analyse is nadrukkelijk niet bedoeld om een prioritering aan te brengen tussen projecten, maar om de urgentie van ontwikkeling van infrastructuur te kunnen toetsen. De projectrisico's zijn exclusief de bijbehorende infrastructurele risico's. De CO_2 impact is gekwantificeerd ten opzichte van de besparingsdoelen van het cluster. De verdere methodologie van deze toetsing wordt beschreven in de Appendix.

4. Project beperkingen & timing – Aandachtspunten bij het aanboren van potentieel

De realisatie van projecten beïnvloedt de haalbaarheid van andere projecten.

Uit het figuur op de vorige pagina valt op te maken dat er een enorm potentieel te ontsluiten is aan projecten die momenteel nog niet in het groene vlak linksonder zijn gepositioneerd. Juist deze projecten (die vallen in het gele en oranje vlak) verdienen speciale aandacht als het gaat om het ontsluiten van potentieel:

- Voor projecten linksboven, in het gele vlak, geldt dat deze voorlopig beperkte CO_2 impact hebben. De nadruk ligt hier op het bereiken van opschaling. Waar prioritering van infrastructuur een rol kan spelen bij deze opschaling verdient deze extra aandacht.
- Voor projecten rechtsonder, in het oranje vlak, geldt momenteel een grotere onzekerheid (met in vele gevallen een grote mate van afhankelijkheid van andere projecten; zo zijn veel CCS projecten (grijs) afhankelijk van Porthos en/of Athos). Gezien hun CO_2 impact heeft het welslagen een groot belang. Hier is behoefte aan beleid dat project risico weet te beperken. Daarbij kan beschikbaarheid van infrastructuur een leidende rol spelen.

Infrastructuur reduceert lokale projectkosten

Door het balanceren van vraag en aanbod tussen meerdere partijen (al dan niet met centrale opslag) werkt de beschikbaarheid van infrastructuur kostenverlagend voor individuele projecten.

Voorbeeld: Industriële processen worden vaak volcontinu bedreven. Dit zal ook gelden voor de productie van blauwe H_2 en de hieraan verbonden CCS. De productie van groene H_2 zal daarentegen waarschijnlijk gekoppeld zijn aan actuele elektriciteitsprijzen en dus fluctueren. Beschikbaarheid van infrastructuur biedt de mogelijkheid om tussen verschillende vraag- en aanbod locaties te balanceren, en tevens een (grootschalige) opslagfaciliteit te realiseren. Hierdoor hoeft de totale productie in het systeem niet op de potentiële gelijktijdige piekvraag uitgelegd te worden.

Prioritering van infrastructuur aanleg kent meerdere facetten

Zoals hierboven aangegeven vormt de inventarisatie van projecten zoals in dit rapport weergegeven onvoldoende basis om de aanleg van infrastructuur te prioriteren. Hiervoor moet uitgebreider gekeken worden naar synergie voordelen en onderlinge afhankelijkheden. De juiste volgorde van infrastructuur aanleg kan decarbonisatie versnellen. Tegelijk is het zaak om oog te houden voor mogelijke interne competitie tussen sectoren bij de beschikbaarheid van infrastructuur.

Afhankelijkheden tussen projecten

Projecten van verschillende partijen (ook buiten een cluster) kunnen grote mate van afhankelijkheden kennen, maar ook fungeren als communicerende vaten. De afhankelijkheden van alle projecten zijn in de appendix uitgewerkt, inclusief mogelijke besparing en tijdslijn. Het is bij het prioriteren van de aanleg van infrastructuur van belang om te kijken naar de samenhang tussen de plannen van individuele clusters in een grensoverschrijdende context. Kortom: er is sterke behoefte aan een integrale systeembenadering die individuele projectrisico's weet te verlagen en bovendien adaptief is in de loop der tijd.

Voorbeeld NZKG: Indien de CCS infrastructuur voor het project Athos wordt gerealiseerd, wordt productie van blauwe H_2 voor partijen binnen het NZKG cluster eerder haalbaar. Als gevolg kan het dan zo zijn dat deze partijen daardoor afzien van projecten op gebied van elektrificatie. Hierdoor neemt dan in het gehele NZKG cluster de druk op de elektrische infrastructuur af. Er kan dan echter wel een grotere behoefte aan H_2 infrastructuur voor in de plaats komen. Zonder de realisatie van het CCS project zou er meer druk op de elektrische infrastructuur zijn ontstaan.

4. Project beperkingen & timing – Afwegingskader tussen verschillende energievormen

Impact op omgeving en bijkomende maatschappelijke kosten van infrastructuur moeten worden meegenomen in een breder afwegingskader bij het maken van keuzes.

In een open en markt gebaseerde economie als Nederland worden decarbonisatie projecten primair gedefinieerd door de industrie zelf. Welk project daadwerkelijk wordt gerealiseerd is hoofdzakelijk gebaseerd op de business case en de inpassing van het project in de bestaande keten. De beschikbaarheid van infrastructuur kan hierbij voorwaardenscheppend zijn. Daarnaast bestaat echter ook een omgeving van randvoorwaarden vanuit ruimtelijke inpassing en wetgevend kader.

Tegelijkertijd is het bij beslissingen met een grote impact op de omgeving van belang om een afweging te maken hoe een bepaald project past in de bredere maatschappelijke context. Een zakelijke beslissing die haaks zou staan op een maatschappelijke wens is namelijk gevoelig voor toekomstige druk. Vandaar dat verwacht mag worden dat een breder afwegingskader wordt gehanteerd bij industriële projecten die een grote impact hebben op omgeving en infrastructuur. Onderdeel van dit bredere afwegingskader zijn zaken als impact op omgeving, projectrisico's bij realisatie, bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak en ook de bijkomende maatschappelijke kosten.

Zo is het van belang te realiseren dat ondergrondse kabels of buisleidingen (voor bijvoorbeeld CO_2 of H_2) een minder grote impact hebben op de omgeving dan bovengrondse tracés voor elektriciteit. Daarmee is vaak ook de doorlooptijd van ondergrondse verbindingen beperkter dan aanleg van bovengrondse infrastructuur.

Aangaande de maatschappelijke kosten zijn er aanzienlijke verschillen tussen de diverse infrastructurele opties. Voor CO_2 of H_2 geldt dat lokale aansluitkosten veelal onderdeel zijn van de industriële projecten. Aansluiting op deze infrastructuur is namelijk niet gereguleerd en derhalve worden kosten niet nationaal gesocialiseerd. Deze worden dus direct gedragen door de gebruikers van deze infrastructuur. De kosten van het aanleggen van deze infrastructuren staan op nationale schaal gerapporteerd in Hoofdstuk 2.

Voor elektriciteitsaansluitingen is de situatie anders: vanwege het gereguleerde karakter worden aansluitingskosten gesocialiseerd over de gebruikers op nationale schaal. De aanleg van een nieuwe 380 kV lijn (exclusief stations) kost circa 5,5 MEUR/km en de kosten voor een 380kV station bedragen ruwweg 70 MEUR (kosten van 150kV infrastructuur liggen significant lager).[i] Net zoals op nationaal niveau (zie pagina betreft nationale kosten in hoofdstuk 2) zijn de maatschappelijke kosten van het lokaal verzwaren of uitbreiden van elektrische aansluitingen fors. Hieruit valt op te maken dat in principe het beschikbaar maken van additionele transportcapaciteit middels H_2 infrastructuur kostenefficiënter is dan het verzwaren van het 380 kV net.

Met het oog op bovenstaande verschillen in maatschappelijke kosten en impact op de omgeving lijkt het correct om de aanbeveling 'moleculen, tenzij' te hanteren: Daar waar netcapaciteit beschikbaar is, is er geen bezwaar voor het toepassen van elektrificatie, maar op plekken waar dit niet het geval is wordt het onderzoeken van bijvoorbeeld H_2 als transportoptie aanbevolen. Zo dient er per situatie een systeemperspectief gehanteerd te worden waarbij een afweging gemaakt wordt tussen moleculen en elektronen op basis van kosten in de gehele keten. Uiteraard zal er per situatie gekeken moeten worden naar de beschikbare decarbonisatie opties en de inpasbaarheid in de gehele productie/inkoop/gebruiksketen. Naast transportkosten zijn daarbij ook de primaire brandstofkosten en bijkomende kosten met betrekking tot conversie relevant.

4. Project beperkingen & timing – Afhankelijkheden tussen projecten

Diverse projecten kennen een afhankelijkheid van het realiseren van andere projecten.

Om de energietransitie zo efficiënt mogelijk te kunnen realiseren is het noodzakelijk om een systeemperspectief te hanteren en te kijken naar de onderlinge afhankelijkheden tussen projecten. Deze afhankelijkheden bestaan tussen technologieën, modaliteiten en industriële clusters. Bij afhankelijkheden is het altijd noodzakelijk om vooraan in de keten te starten: zolang er geen infrastructuur of productie is, is het ombouwen van gebruiksfaciliteiten niet zinvol. Het startpunt is logischerwijze dan ook de infrastructuur voor opslag en transport van CO_2 (zoals b.v. het Porthos project), en het lokaal produceren van H_2 middels elektrolysers. CO_2 afvang maakt daarnaast ook de productie van blauwe H_2 mogelijk, en verdere nationale infrastructuur brengt vervolgens de productie bij de eindgebruiker.

Om te garanderen dat alle projecten bijtijds zijn gerealiseerd, en de CO_2 emissiereductie zo optimaal mogelijk plaatsvindt dienen deze afhankelijkheden in kaart gebracht te worden. Zo kunnen individuele projecten worden geprioriteerd nadat er rekening is gehouden met hun positie binnen de keten. Het is dan ook logisch om de eerste projecten in een keten (eerste-orde projecten) als eerst te realiseren.

Bepaalde schakels zijn afhankelijk van het realiseren van eerste-orde projecten, waar projecten verder upstream mogelijk op zichzelf al resulteren in emissiereducties.
De analyse heeft gevonden dat er in totaal negen eerste-orde projecten zijn, met een totale directe emissiereductie van 9,1 Mton CO_2. Daarvan afhankelijk zijn 19 projecten met een totale emissiereductie van 22,5 Mton CO_2. De totale emissiereductie van de zeven ketens (28 projecten) bedraagt 31,6 Mton CO_2. Deze emissiereducties zijn voornamelijk gebaseerd op getallen zoals aangeleverd door de projecten zelf en kunnen wellicht een overlap, onder- of overschatting bevatten.

Verscheidene projecten zijn niet direct afhankelijk van andere projecten, dit betreft met name elektriciteits- en warmteprojecten. Het prioriteren van deze projecten dient plaats te vinden op andere gronden, welke later in deze rapportage worden vermeld. Er zijn 17 projecten zonder directe afhankelijkheden geïnventariseerd. Deze projecten hebben een geschatte totale emissiereductie van 9,8 Mton CO_2 en zijn overigens wel afhankelijk van het oplossen van de bijbehorende specifieke knelpunten.

Projectnummer, cluster	Project	Mton project	# afhankelijke projecten	Mton afhankelijk	Totale Mton
C5, R-M	Porthos CCS	2,5	6	6,6	9,1
C4, NZKG	Athos CCS	4,5	2	2,2	6,7
E10, R-M	250 MW P2H2	0,5	2	3,5	4,0
E1&E3, NN	100 + 20 MW pilot elektrolysers N-NL	0,2	2	3,6	3,8
C4, NZKG & C6, R-M	Uitbreiding OCAP vanuit NZKG en R-M	1,0	2	1,3	2,3
E6, NZKG	100 MW pilot elektrolyser NZKG	0,2	1	1,6	1,8
E15, Ze	100 MW pilot elektrolyser Zeeland	0,2	2	1,6	1,8
C16, C6	Aanleggen lokale CO_2 netten	0	1	1,6	1,6
C9, Ze	CUST CO_2 leiding	0	1	0,5	0,5
Totaal		**9,1**	**19**	**22,5**	**31,6**

4. Project beperkingen & timing – Afhankelijkheden H_2

Afhankelijkheden van H_2 projecten zijn verschillend van aard.

Projecten op het gebied van H_2 laten zich indelen in twee verschillende technologieën: blauwe H_2 uit SMR ('steam methane reforming') of ATR ('autothermal reforming') in combinatie met CCS, en groene H_2 uit elektrolyse. Waar verschillen bestaan tussen individuele blauwe en groene H_2 projecten, zijn de afhankelijkheden vergelijkbaar binnen beide categorieën.

Blauwe H_2

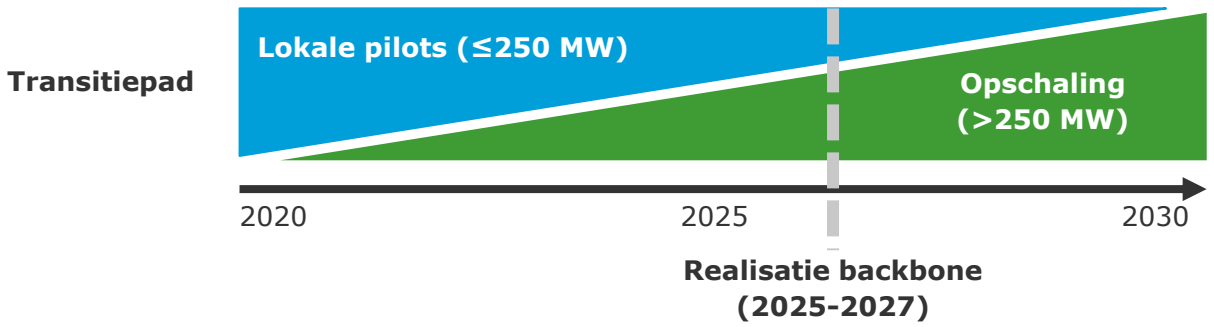
Blauwe H_2 bestaat uit productie van H_2 uit aardgas middels SMR of ATR, in combinatie met de afvang van CO_2. Hierdoor is de productie van blauwe H_2 afhankelijk van de beschikbaarheid van transport en opslag of utilisatie van de CO_2 die bij de SMR en ATR installaties afgevangen wordt. De productie van blauwe H_2 is er op gericht om de industrie binnen het eigen cluster te voorzien van duurzame H_2. Hiermee is het transport van de H_2 enkel afhankelijk van lokale infrastructuur en voldoende lokale afname, maar niet van nationale transportinfrastructuur middels een backbone.

Groene H_2

Groene H_2 wordt geproduceerd middels elektrolyse, en is dus afhankelijk van de aanwezigheid van geschikte elektriciteitsinfrastructuur. Dit, in combinatie met de wens om eerst ervaring op te doen met de technologie, is de reden dat men in eerste instantie begint met kleinere pilotprojecten tot 250 MW. De productievolumes uit dergelijke installaties kunnen naar verwachting binnen het eigen cluster afgezet worden middels lokale infrastructuurprojecten als CUST en het H_2 netwerk in het Haven- en industriecomplex (HIC) Rotterdam.
Na uitrol van de initiële pilots, staan in meerdere clusters opschalingen van de pilotinstallaties gepland naar vermogens >1 GW. Dit is in lijn met de 3-4 GW capaciteit aan elektrolyse genoemd in het Klimaatakkoord.[1] Om dit te kunnen realiseren dient in eerste instantie vaak verzwaarde elektriciteitsinfrastructuur gerealiseerd te worden. Gezien de lange doorlooptijd van aanvragen voor dergelijke infrastructuur, is het van belang dat deze opschalingen op korte termijn concreet worden, zodat netbeheerders voldoende prioriteit kunnen geven aan deze verzwaringen.

Voor de opschaling van elektrolysers geldt een wederzijdse afhankelijkheid met de aanwezigheid van een nationale backbone. Enerzijds zorgen overschotten aan productie in bepaalde clusters voor mogelijkheden tot uitwisseling met clusters met beperkte eigen productie. Hiermee kan onbalans in productie en afname op nationale schaal opgevangen worden, en wordt de mogelijkheid tot nationale opslag ontsloten. Anderzijds zorgt de nationale backbone ook voor een verlaging van het projectrisico bij de opschaling zelf. Zo zorgt het bredere scala aan afnemers voor verhoogde garantie van afname, kunnen synergievoordelen kosten verlagen en faciliteert een marktmechanisme met meerdere biedende afnemers voor betere prijzen voor producenten. Gezien de oplevering van de eerste opgeschaalde elektrolyser gepland staat voor 2027, is het van belang dat de realisatie van een nationale H_2 backbone hierop afgestemd wordt. Wanneer de backbone gereed is, kan deze vervolgens ook verdere ontwikkeling van elektrolyse ontsluiten, zoals het reeds aangekondigde maar nog niet geconcretiseerde NorthH2 project.

Voor de uitrol van verdere H_2 productie als NorthH2 voor en na 2030 dient ook een sterkere koppeling met WoZ gerealiseerd te worden. Hiervoor dient de afweging gemaakt te worden tussen onshore H_2 productie bij de aanlanding van WoZ, en offshore H_2 productie direct gekoppeld aan WoZ. Offshore H_2 productie kan gebruik maken van bestaande infrastructuur op zee zoals platforms en pijpleidingen, wat economische voordelen op kan leveren. Hiervoor dient wel nog gekeken te worden naar de bestaande wetgeving, gezien directe koppeling momenteel niet toegestaan is. Alternatief kan ook gekeken worden naar offshore bekabeling binnen bestaande pijpleidingen om kosten te verlagen.



DNV GL © 2020

4. Project beperkingen & timing – Afhankelijkheden CO_2

Porthos en Athos bieden potentieel voor andere projecten, ook buiten hun clusters.

Met name Porthos en Athos hebben veel afhankelijkheden. Beide projecten bieden immers mogelijkheden tot opschaling en verdere verbindingen met andere clusters en industrieën. De afhankelijkheden van beide projecten zijn als volgt.

Porthos

Rotterdam: het H-Vision project omvat de productie van 46 PJ aan blauwe H_2, resulterend in een emissiereductie van 2,5 Mton CO_2. De afgevangen CO_2 uit H_2 productie wordt met een pijplijn getransporteerd naar Porthos. Verder is het technisch mogelijk om CO_2 af te vangen bij AVR in Rozenburg, dit zou tot 0,6 Mton CO_2 besparen en men kan middels een pijplijn worden aangesloten op Porthos. Het aansluiten van deze beide projecten is eenvoudig en kostenefficiënt, aangezien men in de directe nabijheid van het voorgenomen Porthos tracé ligt.

Zeeland: In Zeeland is momenteel een nagenoeg pure CO_2 stroom van ongeveer 1 Mton beschikbaar met minimale kosten voor afvang. Verder wil men blauwe H_2 produceren. Deze beide projecten voorzien transport van de afgevangen CO_2 naar Porthos. Een pijplijn richting Rotterdam is de meest efficiënte en veilige manier van transport, maar dit zou eventueel ook plaats kunnen vinden met schepen.

Chemelot: In Chemelot is ook een nagenoeg pure CO_2 stroom beschikbaar. In de clusterplannen zijn geen concrete projecten benoemd, maar deze afvangst is technisch haalbaar en men voorziet transport van de afgevangen CO_2 naar Porthos. Een pijplijn richting Rotterdam is de meest efficiënte en veilige manier van transport, maar dit zou eventueel ook plaats kunnen vinden met schepen.

Cluster 6: verschillende bedrijven en brancheorganisaties onderzoeken de afvang van CO_2 in hun proces, deze afvang staat aan het eind van het decennium gepland. Gezien de geografische spreiding van Cluster 6 is transport het efficiëntst met schepen. Aan het eind het decennium zijn Porthos én Athos naar verwachting gerealiseerd en deze afvang en transport is dus afhankelijk van een van beide opslagen.

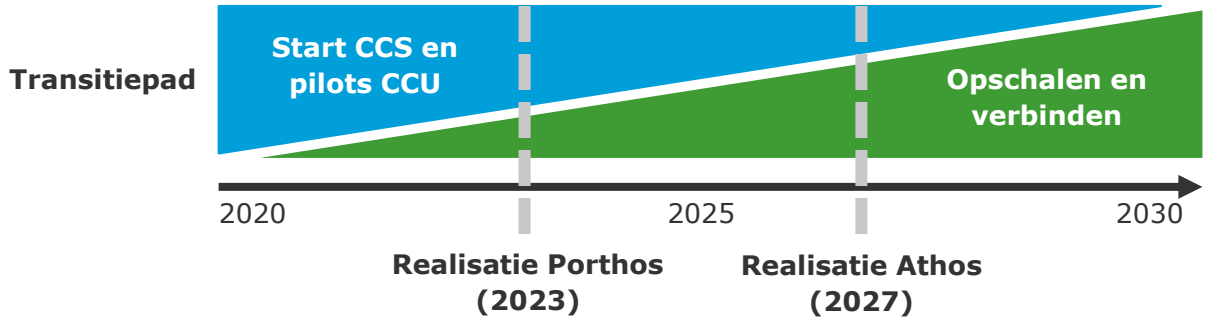
Athos

NZKG: het produceren van blauwe H_2 in het Cluster, resulteert in een emissiereductie van 1,5 Mton CO_2. De afgevangen CO_2 uit deze H_2 productie wordt met een pijplijn getransporteerd naar Athos.

Het is technisch mogelijk om CO_2 af te vangen bij AEB in Amsterdam en HVC in Alkmaar, dit zou tot 0,7 Mton CO_2 besparen en men kan middels een pijplijn worden aangesloten op Athos. Het aansluiten van H_2 productie op Athos is relatief eenvoudig, aangezien men in de directe nabijheid van het voorgenomen Athos tracé ligt. Het aansluiten van AEB en HVC is complexer, aangezien een grotere afstand overbrugd moet worden.

Zeeland, Chemelot en Cluster 6: afgevangen CO_2 uit deze clusters kan als alternatief op Porthos ook richting Athos worden getransporteerd.

Porthos en Athos hebben derhalve veel afhankelijkheden, welke respectievelijk optellen tot 6,6 en 2,2 Mton CO_2. Het is van belang om met deze afhankelijkheden rekening te houden in de dimensionering van de infrastructuur. Verder verdient het aanbeveling om infrastructuur aan te leggen waarbij het mogelijk is om CO_2 uit schepen in te voeden.



DNV GL © 2020

4. Project beperkingen & timing – infrastructurele afhankelijkheden H_2 en CO_2

De behoefte aan hoofdinfrastructuur en timing van realisatie is gebaseerd op de clusterplannen en de voorziene oplevering van projecten.

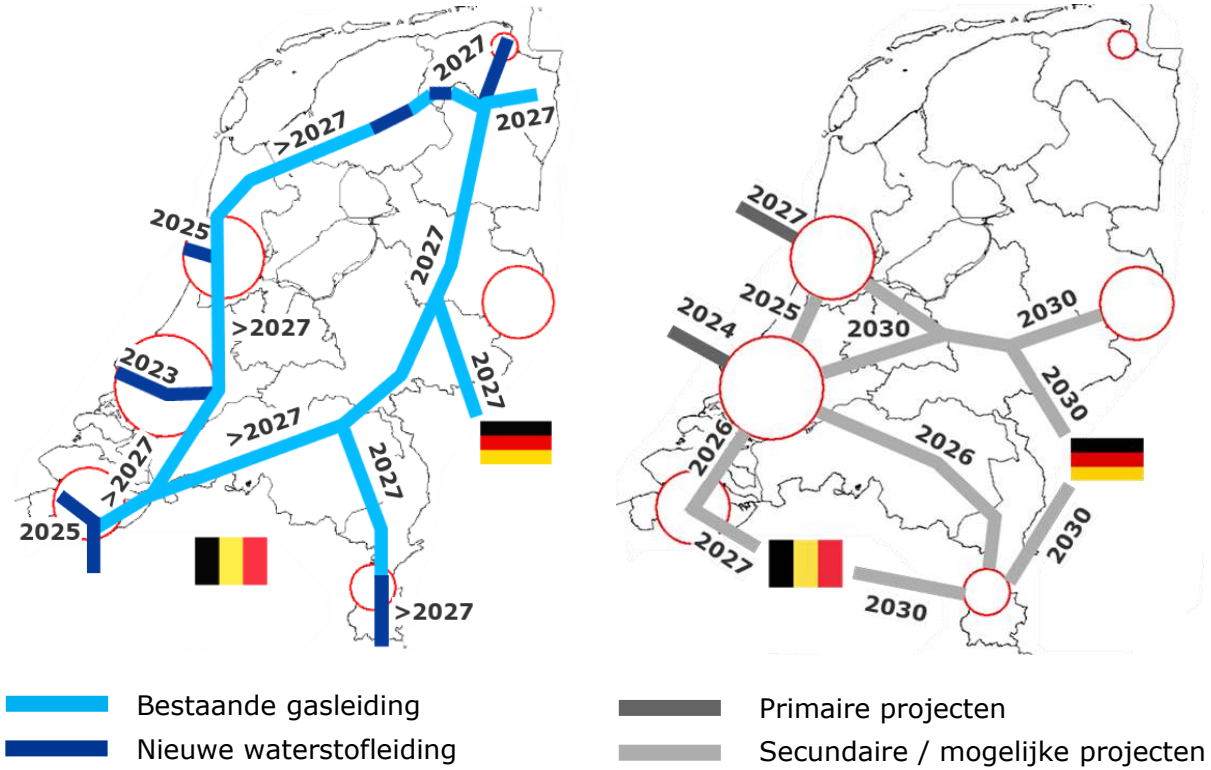
Deze slide beschrijft wanneer een behoefte aan hoofdinfrastructuur voor transport van H_2 en CO_2 lijkt te ontstaan. De vermelde jaartallen zijn gebaseerd op de clusterplannen en de voorziene timing en realisatie van projecten. Hierbij is rekening gehouden met onderlinge afhankelijkheden.

H_2

In de clusters R-M, NZKG en Zeeland worden lokale private H_2 netwerken gerealiseerd, welke qua timing in lijn zijn met de realisatie van elektrolysers tot 250 MW. De modulaire uitrol van een nationale backbone en aansluiting van lokale H_2 netwerken zal afgestemd moeten worden op de realisatie van opschaling. Hierbij zal het noorden van het land het meest logische startpunt zijn, gezien hier in 2027 de eerste opschaling gerealiseerd wordt. Ook biedt dit de mogelijkheid om H_2 opslag in Zuidwending aan te sluiten. Vervolgens dient aansluiting van Chemelot prioriteit te krijgen, aangezien daar beperkte mogelijkheden tot eigen productie van groene H_2 bestaan. Dit biedt ook kans tot aansluiting van NRW. Tot slot kan de westelijke zijde van de backbone gerealiseerd worden, waar GW-schaal elektrolyse naar verwachting in 2029/2030 gerealiseerd wordt. Dan kan ook de koppeling van oost met west gerealiseerd worden, evenals verdere verbindingen met België via Chemelot.

CO_2

De primaire CCUS projecten zijn Porthos, Athos en het uitbreiden van OCAP, dit zijn projecten waarvan andere CCUS projecten van afhankelijk zijn. In clusters Chemelot, Zeeland en Cluster 6 is behoefte aan CCUS, echter zijn de mogelijkheden tot opslag of utilisatie beperkt. Deze clusters kunnen hun afgevangen CO_2 transporteren naar Porthos en Athos. Dit transport kan plaatsvinden middels leidingen of schepen. Het opleveren van transportverbindingen dient afgestemd te worden op de realisatie van CCUS in de andere clusters. Op basis van clusterplannen is dit in 2030 in Cluster 6. In Zeeland en Chemelot zijn pure CO_2 stromen reeds beschikbaar. Een fysieke koppeling met Porthos of Athos zou circa 2026 gerealiseerd kunnen worden. Bij transport via binnenschepen zou levering van CO_2 eerder kunnen starten; hiervoor is een aanlandingslocatie noodzakelijk. Een dergelijke aanlandingslocatie maakt ook internationaal transport per schip mogelijk. Wanneer de infrastructuur richting grensgebieden wordt gerealiseerd, ontstaan mogelijkheden voor verbindingen met het buitenland, dit kan plaatsvinden in 2030.



Bestaande gasleiding
Nieuwe waterstofleiding
Primaire projecten
Secundaire / mogelijke projecten

DNV GL © 2020

5 Knelpunten

DNV GL © 2020

5. Knelpunten - Samenvatting

Het creëren van energie infrastructuur kent naast technische belemmeringen ook andere knelpunten. In feite zijn dit de knelpunten die in de weg staan om de technische belemmeringen, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk, op te lossen. Deze knelpunten zijn opgedeeld in vier categorieën: regulatorisch, economisch, bestuurlijk en maatschappelijk.

Regulatorische knelpunten:

- De huidige EU-ETS wetgeving en Scope 1,2,3 methode voor de levering van CO_2 en warmte aan non-ETS entiteiten en de toerekening van emissiereductie is een door bijna alle partijen genoemde belemmering voor de decarbonisatie van de industrie.
- Verder bestaat onduidelijkheid over cross-border uitwisseling van CO_2 en waar CO_2 emissiereductie verrekend mag worden bij grensoverschrijdende projecten.
- Een wettelijk kader inclusief aanwijzing van netbeheerders van H_2-, CO_2- warmte-netwerken en bescherming van derde partijen.
- Het ontbreekt aan wet- en regelgeving over de opslag van CO_2, de wettelijke aansprakelijkheid over deze opslag, en over de kwaliteitseisen voor H_2 en CO_2.

Economische knelpunten:

- Het vollooprisico is voor individuele partijen lastig te dragen. Het vollooprisico houdt in dat vooraf geen optimale keuze kan worden gemaakt ten aanzien van de capaciteit van de gewenste en benodigde infrastructuur, omdat er onvoldoende zekerheid is over de verwachte benutting en het aantal gebruikers.
- Voor projecten met relatief nieuwe of weinig toegepaste technologie kunnen de kosten hoog zijn en de baten te onzeker. Vaak heeft dit te maken met een technisch risico en/of een organisatorisch risico. Een technisch risico treedt op in het geval van relatief nieuwe technologie die nog niet vaak is toegepast, waardoor er dus minder ervaring en minder bekendheid en dus minder inzicht in het risico is. Het organisatorische risico wordt vaak veroorzaakt door het ontbreken van een goede organisatie van een project met een duidelijke verdeling van rollen en belangen Deze risico's leiden tot onzekerheid, wat de financiering van projecten bemoeilijkt.
- Tot slot is er bij het realiseren van infrastructuur regelmatig schaarste van middelen zoals geschikte en voldoende arbeidskrachten, financiering en voldoende ruimte. Dit leidt ertoe dat niet alles altijd overal kan, en dat keuzes zullen moeten worden gemaakt.

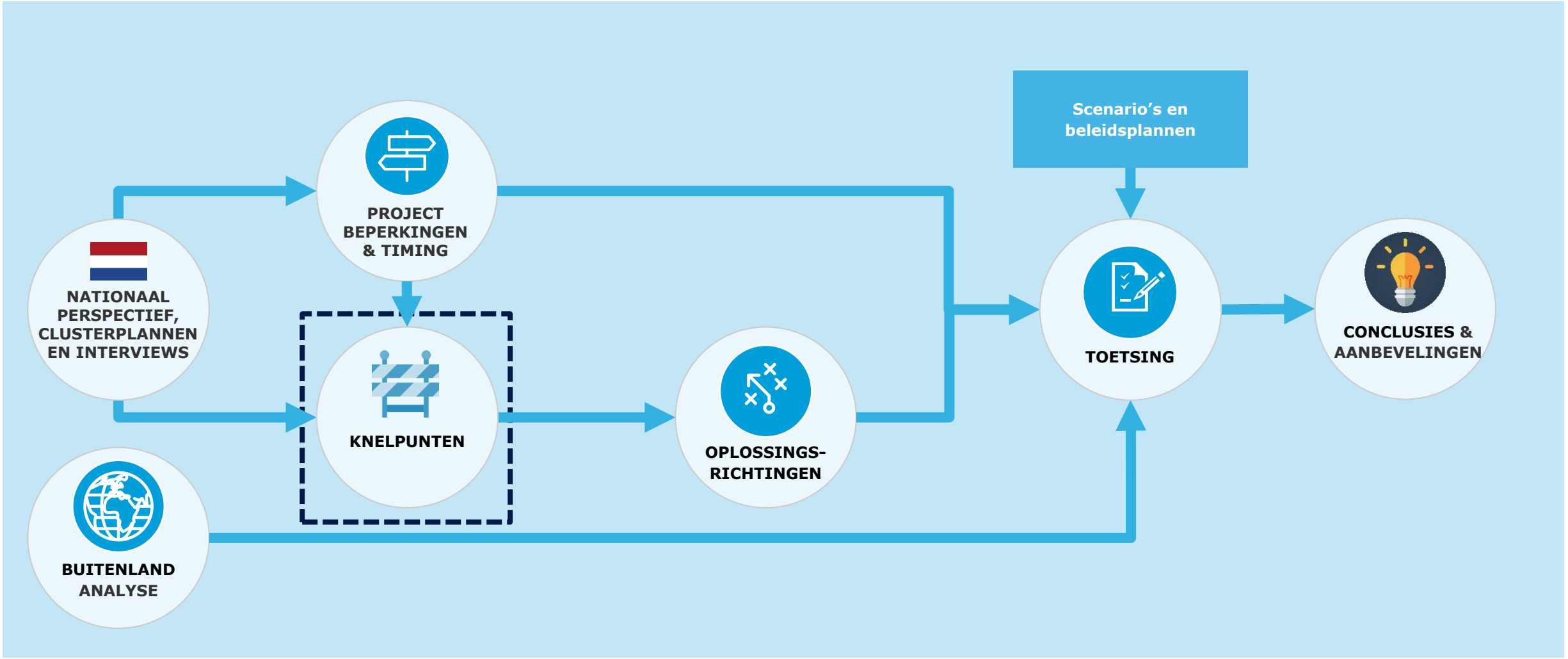
Bestuurlijke knelpunten:

- Het ontbeert vanuit de verschillende bestuurslagen en ministeries van de overheid aan een duidelijke regierol rondom de infrastructuurplannen. Hierdoor ontwikkelen (infra)projecten onvoldoende dynamiek om te kunnen blijven concurreren met andere ruimtelijke projecten (zoals woningbouw) in een gebied. Regie is nodig bij projecten van groot maatschappelijk belang die door markcondities of andere belemmeringen niet uit zichzelf gerealiseerd kunnen worden.
- Gebrekkige sturing, selectie en prioritering bij ruimtelijke toewijzing voor infrastructuur, is momenteel en in de toekomst een belemmering. Dit geldt zowel voor private ruimte in clusters als voor publieke ruimte voor nationale infrastructuur. Bij meerdere clusters is een gebrek aan fysieke ruimte voor infrastructuur een groeiend probleem. Rekening houden met lange-termijn ontwikkelingen is complex aangezien de relevante fysieke ruimte dan voor lange tijd dient te worden gereserveerd.
- Veel bestaande olie- en gasinfrastructuur kan worden hergebruikt voor snelle invoering van H_2 en CO_2 transport en opslag, echter staat de ontmanteling van een deel van deze infrastructuur op korte termijn gepland. Wanneer de overheid en stakeholders de komende jaren geen keuzes maken voor het hergebruiken van deze infrastructuur dreigt er veel potentieel herbruikbare infrastructuur te verdwijnen.

Maatschappelijk draagvlak knelpunten:

- De energietransitie heeft een grote invloed op de maatschappij en roept daarom veel vragen op. Transitie betekent verandering en dat leidt per definitie tot schuring, onzekerheid en weerstand.
- In de klimaatdialoog staan momenteel vooral de kosten centraal, in plaats van de mogelijke (maatschappelijke) opbrengsten en nieuwe economische kansen. Er is onvoldoende duiding van het maatschappelijk belang vanuit zowel het Rijk als de industrie, en de kansen van de energietransitie worden te weinig benadrukt. Er is een ondoorzichtige visie ten aanzien van de inrichting van het Nederlandse industriële landschap en welke (additionele) infrastructuur hierbij nodig is.
- Er is een gebrek aan bestuurlijk commitment voor infrastructuur. Beperkte lokale steun van burgers resulteert in sommige gevallen in gebrekkige ondersteuning van lokale overheden, aangezien deze overheden met name oog hebben voor het belang van de eigen inwoners.

5. Knelpunten



DNV GL © 2020

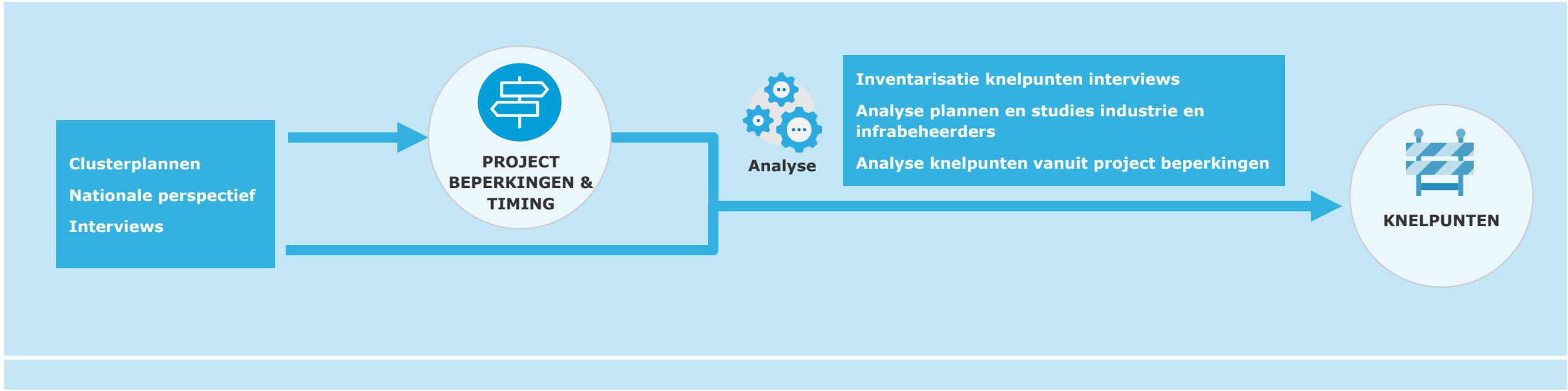
5. Knelpunten – Aanpak

Vanuit de technische beperkingen zoals samengevat in het voorgaande hoofdstuk, worden in dit hoofdstuk de knelpunten geanalyseerd die men tegenkomt bij het oplossen daarvan. Primair zijn de grondoorzaken onderzocht van deze knelpunten middels een root-cause analyse. Als uitbreiding op deze analyse zijn tevens knelpunten gesignaleerd en gerapporteerd die zijn aangedragen in interviews met betrokkenen, en geïdentificeerd vanuit de clusterplannen. Uiteraard wordt dit vergezeld met de benodigde duiding. Er kan een onderscheid worden gemaakt tussen generieke knelpunten – dat wil zeggen knelpunten die spelen bij projecten op het gebied van zowel H_2, CO_2, elektriciteit en warmte – en knelpunten die meer specifiek van toepassing zijn op een of twee energiedragers.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste knelpunten gerapporteerd per aandachtsgebied om een duidelijk overzicht en onderscheid te kunnen maken. Bovendien biedt dit handvaten om gerichter oplossingen te identificeren. De aandachtsgebieden die worden onderscheiden zijn:

- Bedrijfseconomische aspecten
- Bestuurlijke aspecten
- Maatschappelijk draagvlak
- Regulatorische aspecten

In Appendix C is een meer volledig overzicht te vinden van de knelpunten (per energiedrager, per project en per aandachtsgebied).



DNV GL © 2020

5. Knelpunten – Regulatorische aspecten

Het ontbreekt aan kaders voor de cross-sector uitwisseling van energiedragers en het op systeemniveau optimaliseren van de infrastructuur.

Het realiseren van infrastructuur wordt vaak gehinderd door onzekerheid ten aanzien van de business case voor (decarbonisatie)projecten, en een deel van deze onzekerheid heeft te maken met regulatorische aspecten. De belangrijkste knelpunten die hierbij spelen, vinden hun oorsprong in wet- en regelgeving die niet optimaal functioneert, of juist in het ontbreken van een regulatorisch kader, en onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur.

De **huidige EU-ETS wetgeving** en methode voor de toerekening van emissiereductie middels de **scope 1/2/3 methode** is een door veel verschillende partijen genoemd knelpunt dat belemmerend werkt voor decarbonisatie van de industrie.
Zo belemmert de huidige EU-ETS wetgeving de levering van CO_2 of warmte aan non-ETS entiteiten. Wanneer de industrie CO_2 afvangt en levert aan boten voor de afvoer van CO_2 (CCS) of aan de glastuinbouw (CCU), of wanneer de industrie restwarmte levert aan de gebouwde omgeving, dan wordt de bijbehorende CO_2 emissie niet afgetrokken van de eigen emissie van de industrie. Dit betekent dat de industrie alsnog CO_2 emissierechten over deze emissie moet aanschaffen. En wanneer de industrie investeert in een nieuw (circulair/bio) productieproces, dan wordt de emissiereductie van de producten niet toegekend aan de industrie. Hierbij ontbreekt het dus aan **"carbon-accounting" principes** om traditionele waardeketen-overstijgende CO_2 reducties transparant te kunnen alloceren en verrekenen, tussen sectoren maar ook over de grenzen.

Deze ontoereikende wet- en regelgeving belemmert o.a. de volgende projecten:

- CCU projecten met levering van CO_2 aan de glastuinbouw (clusters NZKG, Rotterdam Moerdijk, Zeeland en Chemelot).
- CCS projecten met transport via schepen voor ondergrondse opslag (clusters Zeeland en Chemelot).
- CCS projecten met biomassa, de daaruit resulterende negatieve emissies welke niet worden geaccrediteerd.
- Op het gebied van offshore elektrificatie speelt de belemmering dat TenneT als netbeheerder op zee momenteel enkel een mandaat heeft om opwek aan te sluiten, maar dat het aansluiten van offshore verbruikers van elektriciteit niet is toegestaan.
- Projecten voor circulariteit en hergebruik reststromen (bijvoorbeeld geen EU-ETS gratis rechten voor gerecycled staal).[i]

Verder is er nog onduidelijkheid over **cross-border uitwisseling van CO_2**. en de vraag waar CO_2 emissie reductie verrekend mag worden in het geval van grensoverschrijdende projecten. Internationale wetgeving beschouwt CO_2 als afval, maar het London protocol is begin oktober 2019 aangepast en spreekt erover dat dergelijk transport is toegestaan. Het London Protocol werd ervaren als niet faciliterend voor de bredere opschaling van CCU(S) projecten en belemmerend voor de internationale positie van Nederland als onderdeel van het bredere ARRRA (Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr Area) cluster[i], maar de recente aanpassing zou deze belemmering moeten verhelpen.

Ook het **ontbreken van een regulatorisch kader** leidt tot diverse knelpunten, met name op het gebied van CO_2 , H_2 en warmte. Er is nog geen wettelijke basis voor deze modaliteiten. Een belangrijk knelpunt dat hierbij optreedt is onduidelijkheid omtrent het **eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur**. Een voorbeeld hiervan betreft de Porthos en Athos projecten: welke partij ziet het realiseren hiervan als zijn primaire taakstelling? Deze onduidelijkheid over het eigenaarschap, en over de marktordening – dus de vraag of toekomstige infrastructuur (H_2, CO_2 en warmte/stoom) publiek of privaat zou moeten zijn – leidt tot onzekerheid voor diverse projecten. Een voorbeeld hiervan is het dragen van het vollooprisico. Mede vanwege deze ontbrekende wet- en regelgeving is het **perspectief op het potentieel** van nieuwe infrastructuur onvoldoende of niet voldoende geformuleerd.

Daarnaast ontbreekt het aan wet- en regelgeving ten aanzien van de opslag van CO_2 en de wettelijke aansprakelijkheid hiervoor, op het gebied van kwaliteitseisen van H_2 en CO_2, en met betrekking tot de verschillende functies van H_2 (b.v. opslagmedium, transport, conversie, duurzame brandstof of grondstof).

Een ander regulatorisch knelpunt is dat het bedrijven ontbreekt aan mogelijkheden voor informatie uitwisseling ter ondersteuning van systeemintegratie en onderlinge afstemming. Uitwisseling van operationele gegevens en investeringsplannen mogen in het kader van de mededingingswet niet onderling worden gedeeld.[i]

5. Knelpunten – Economische aspecten (1/2)

Onzekerheden rondom de business case van projecten vanwege technische risico's, het vollooprisico en de verwachte kosten en baten vormen een belemmering voor de financiering en uitvoering van vele projecten.

Op economisch gebied concentreren de knelpunten zich vooral rondom de **onzekerheid van de business case** van projecten en **schaarste van middelen**. De oorzaken die hieraan ten gronde liggen zijn zeer divers, en leiden enerzijds tot gebrekkige timing en andere organisatorische belemmeringen, en anderzijds tot (te) hoge kosten, onzekere inkomsten en lange terugverdientijden. In het geval van infrastructurele projecten speelt met name het **vollooprisico,** wat voor individuele partijen lastig te dragen is.

Het zogenaamde **vollooprisico** speelt bij alle vier de modaliteiten, waarbij voor gereguleerde infrastructuur dit risico wordt opgevangen door het socialiseren van kosten over alle gebruikers. Het vollooprisico betekent in het kort dat vooraf geen optimale keuze kan worden gemaakt ten aanzien van de capaciteit van de gewenste en benodigde infrastructuur, bijvoorbeeld welke diameter een bepaalde leiding moet hebben, omdat er onvoldoende zekerheid is over de verwachte benutting en het aantal gebruikers. Deze onzekerheid speelt aan beide kanten, dus ook bij de eventuele gebruikers die graag gebruik zouden willen maken van de nieuwe infrastructuur.
Voor bijvoorbeeld CCS dragen de kosten van CO_2 afvangst significant bij aan het vollooprisico van transport- en opslagprojecten.[i] Tegelijk is voor een aantal bedrijfsprocessen CO_2 afvang reeds onderdeel van de normale bedrijfsvoering (o.a. bij de productie van ammoniak). Deze CO_2 is op zeer korte termijn beschikbaar voor opslag tegen betrekkelijk lage additionele kosten. Hierbij is het vollooprisico voor transport en opslagprojecten dus beperkt en blijft als beperkende factor de doorlooptijd van infrastructuur voor transport naar opslaglocaties.
De additionele kosten voor de afvoer van CO_2 vanuit Chemelot zijn relatief hoog, en EU-ETS regelgeving wijst geen credits toe bij afvoer per schip. De koppeling met industrie in Duitsland voor CCU toepassing wordt door de huidige regelgeving niet gefaciliteerd waardoor mogelijke synergie voordelen over de grens onbenut blijven.

Onzekerheid met betrekking tot de verwachte kosten en baten van een project zijn divers. In het algemeen kan worden gesteld dat voor projecten met relatief nieuwe en/of weinig toegepaste technologie de kosten (te) hoog zijn en de baten te onzeker. Vaak heeft dit te maken met een technisch risico en/of met een organisatorisch risico. Een **technisch risico** treedt op in het geval van relatief nieuwe technologie die nog niet vaak of nog niet op grote schaal is toegepast. Minder ervaring en minder bekendheid leidt tot minder inzicht in het risico –wat zou er kunnen gebeuren, wat is de kans hiervan, wat is de consequentie en welke mitigerende maatregelen kunnen worden genomen. Deze grotere onzekerheid bemoeilijkt de financiering van dergelijke projecten.

Daar waar het wellicht te verwachten is dat relatief nieuwe technologieën zoals de grootschalige productie van H_2 via elektrolyse nog niet rendabel zijn, speelt dit ook bij volwassen technologieën. Zo is de elektrificatie van de warmtevoorziening voor de industrie momenteel onvoldoende kostendekkend. Vele projecten en nieuwe technologieën hebben nog financiële ondersteuning nodig om een business case rond te krijgen (binnen een bepaalde termijn). Een veel genoemd knelpunt met betrekking tot de flexibele inzet van elektrolyse en de elektrificatie van de warmtevoorziening is dat de methodologie van kostenallocatie door capaciteitstarieven in de netwerkaansluitingen niet faciliterend is (dubbele lasten in de vorm van netwerktarieven).

5. Knelpunten – Economische aspecten (2/2)

Onzekerheden rondom de business case van projecten vanwege organisatorische risico's en schaarste van middelen vormen een belemmering voor de financiering en uitvoering van vele projecten.

In het geval dat er een positieve business case is, en het technisch risico inzichtelijk is, betekent dit niet automatisch dat het project wordt uitgevoerd. Dit wordt vaak veroorzaakt door een **organisatorisch risico**, waarbij het ontbreekt aan een goede organisatie van een project met een duidelijke verdeling van rollen en belangen (wie doet wat, wie draagt welk risico). Hieronder enkele voorbeelden van organisatorische belemmeringen die bijdragen aan onzekerheid:

- Op het gebied van CO_2 is er onduidelijkheid rondom (inter)nationale post-storage aansprakelijkheid van CCS, wat de business case onzeker maakt. Daarnaast hindert de onduidelijkheid met betrekking tot de komst en timing van een CCS infrastructuur investeringsbeslissingen voor CO_2 afvang.
- Op het gebied van H_2 hindert de onduidelijkheid over de materialiteit en timing van de beschikbaarheid van H_2 adequate investeringsbeslissingen of final investment decisions (FID). Verder is er onzekerheid over de aansluitingsmogelijkheden van Cluster 6, wat leidt tot onzekerheid in kosten.
- Op het gebied van warmte vrezen bedrijven een lange termijn "lock-in": lange termijn verplichtingen om warmte te leveren aan de externe omgeving kan als beperkend worden ervaren. Dit treedt op aangezien de typische investeringstermijn bij een warmtenet rond de 40 jaar ligt, terwijl deze termijnen bij de industrie veel korter zijn. Daarnaast leiden de zeer lange terugverdientijden bij de aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico's tot een slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte. De organisatorische vraag betreft dan de vraag welke partij investeert in de infrastructuur en deze op zijn balans kan nemen. Bovendien zijn er vaak additionele kosten verbonden aan de beschikbaarheid van piek of back-up faciliteiten. Verder geldt dat wanneer een afnemende partij zijn afname niet waarmaakt de leverende partij verantwoordelijk gehouden wordt. Een concreet voorbeeld van de effecten van deze onzekerheden is het EnergyWebXL warmteleveringsproject in Moerdijk dat recent voorlopig is stopgezet door een gebrek aan financiering.

Tot slot is er bij het realiseren van infrastructuur regelmatig een **schaarste van middelen** zoals geschikte en voldoende arbeidskrachten, financiering en voldoende ruimte. Dit leidt ertoe dat niet alles altijd overal kan, en dat keuzes zullen moeten worden gemaakt. De schaarste aan middelen omvat onder andere:

- Ten aanzien van human resources is het de verwachting dat de huidige krapte van technisch geschoold personeel in de arbeidsmarkt de komende jaren niet wezenlijk zal veranderen.[i] Een duidelijk afstemmingsproces tussen overheid, onderwijs en bedrijfsleven ontbreekt. Het is onbekend hoe de verdeling over de verschillende expertise gebieden gaat zijn. De verschillende infrastructuren vereisen andere expertises.
- Wat betreft financiering ontbreekt het de industrie aan mogelijkheden om de investeringen in decarbonisatie projecten te prioriteren. Deze projecten renderen minder dan de reguliere investeringen en moeten ook concurreren met internationale zustervestigingen. Het ontbreekt aan specifieke financieringsconstructies. De industrie wil geen infrastructuur assets op de balans hebben, omdat het geen onderdeel van haar kernproces is.
- In verschillende clusters bestaat een gebrek aan fysieke ruimte voor infrastructuur. Rekening houden met lange termijn ontwikkelingen is hierbij een complicerende factor aangezien gebieden voor langere tijd dienen te worden gealloceerd. Daarnaast leiden grondspeculaties bij locaties die benodigd zijn voor projecten regelmatig tot een negatieve impact op business cases en vertraging.
- Ook de beschikbare tijd tot 2030 is een beïnvloedende factor. Wat hier verder speelt is een mismatch in timing. Op het gebied van elektriciteit vertragen de lange doorlooptijden van capaciteitsuitbreiding (7-12 jaar) investeringsbeslissingen, met name bij de aansluiting/opschaling elektrolysers en de elektrificatie van de warmtevoorziening.
- Tot slot worden mogelijkheden tot hergebruik van bestaande buisleidingen beperkt doordat het einde van de economische levensduur niet samenvalt met eventueel toekomstig gebruik.

5. Knelpunten – Bestuurlijke aspecten (1/3)

Het ontbreken van regie vertraagt de oplevering van projecten. Naast onderlinge afstemming is een regisseur noodzakelijk om stappen te maken.

Verschillende bestuurlijke knelpunten zijn geïdentificeerd, waardoor een gebrek aan regie ontstaat, en het snel kunnen nemen van beslissingen wordt belemmerd:

- Er is geen **marktmeester of regisseur die** een leidende rol neemt.
- Er is een gebrek aan **doorzettingsmacht**. Geleidelijk ontstaan wel publiek - private coalities in clusters, die gezamenlijk tot transitieplannen en regionale klimaatakkoorden komen. Er ontbreekt echter een passend instrument om deze afspraken voor de hoofdinfrastructuur vast te leggen.
- Er is **geen verbindende instantie** door alle overheidslagen, industrieën, clusters en sectoren heen.
- Het samenwerken **over landsgrenzen heen** is in een pril stadium van ontwikkeling, terwijl de systemen zich uitstrekken tot ver over onze landsgrenzen heen. De coördinatie is dan zo mogelijk nog ingewikkelder.

Hierdoor ontwikkelen (infra-)projecten onvoldoende dynamiek om te kunnen blijven concurreren met andere ruimtelijke projecten (zoals woningbouw) in een gebied. Dit kan ertoe leiden dat de regionale of lokale dynamiek bepalend gaat zijn over het oorspronkelijke (infra-)project. Een kritisch aspect hierin is de ruimtelijke inpassing van projecten en de bijbehorende infrastructuur. Bij gebrek aan een duidelijke keuze over "wie, wat en waar" is het voor de industrie lastig om te kiezen voor specifieke emissiereductieprojecten, gezien de onduidelijkheid over toekomstvastheid en opschalingspotentieel.

Het gebrek aan regie leidt tot specifieke knelpunten bij meerdere modaliteiten:

- Voor H_2 heeft de vraag-aanbod problematiek een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter. Onvoldoende afstemming van lokale initiatieven en landelijke plannen kan leiden tot suboptimale of tegenstrijdige uitkomsten.
- Voor CO_2 is er behoefte aan keuzes wat betreft "wie, wat en waar", maar dergelijke beslissingen zijn niet eenvoudig en kunnen nieuwe dilemma's presenteren. Zo zijn de transportkosten en risico's van afvoer van CO_2 lager aan de kust dan in het binnenland, maar het non-discriminatoir principe beperkt de mogelijkheid om geografisch onderscheid te maken met betrekking tot beschikbaarstelling van gereguleerde infrastructuur.[i]
- Voor warmte ontbreekt een proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokale "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving.

Tot slot is 'het rijk' een meervoudige entiteit waarbij verschillende ministeries een invloed hebben op infrastructuur die benodigd is voor de industriële energietransitie. Dit betreft de volgende ministeries:

- Het ministerie van EZK is beleidsmatig verantwoordelijk.
- Het ministerie van Financiën is enig aandeelhouder van de staatsdeelnemingen TenneT en Gasunie en daarmee van belangrijke infrastructuur.
- Het ministerie van I&W is verantwoordelijk voor bovengrondse infrastructuur en veiligheid.
- Het ministerie van Binnenlandse Zaken vormt beleid omtrent ruimtelijke inrichting.

Deze verschillende verantwoordelijkheden zijn een complicerende factor, waarbij **afstemming noodzakelijk is.**

DNV GL © 2020

5. Knelpunten – Bestuurlijke aspecten (2/3)

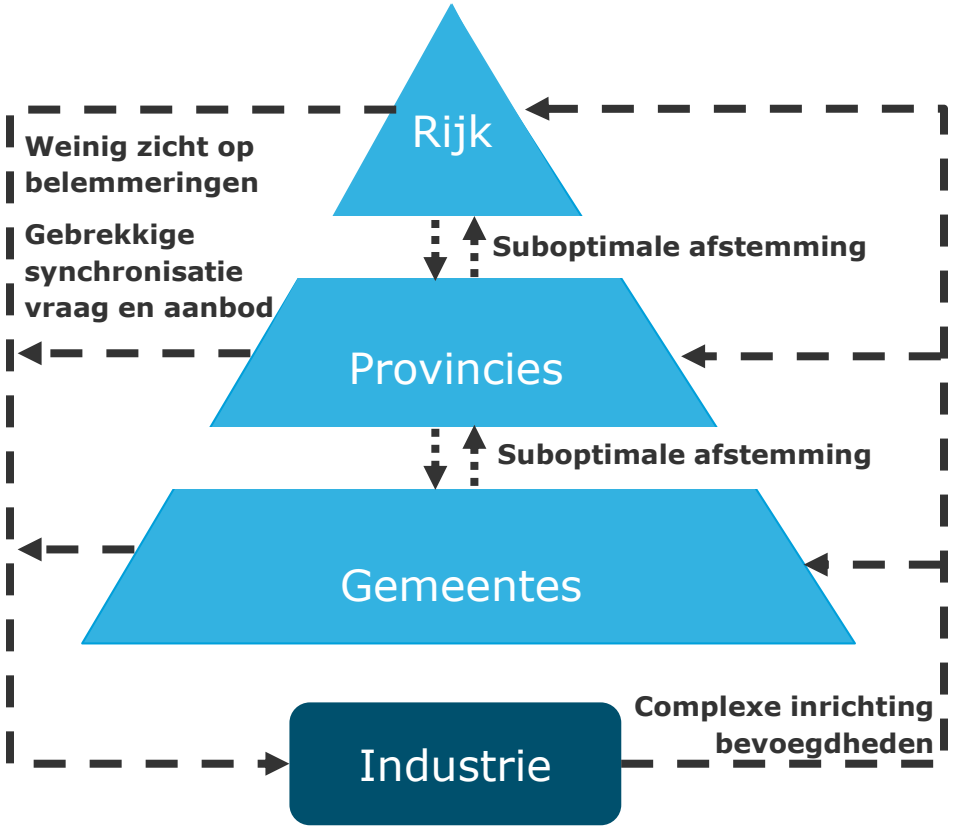
Weinig zicht op belemmeringen en bevoegdheden resulteert in vertraging. Infrastructuur die mogelijk herbruikbaar is dreigt verloren te raken door een gebrek aan keuzes. Er is onvoldoende synchronisatie van vraag en aanbod.

Bestaande wet- en regelgeving kan op verschillende manieren de energietransitie van de industrie belemmeren. Deze **belemmeringen zijn niet direct zichtbaar voor bestuurders**, waardoor deze nog niet in beweging komen. Aan de andere kant ondervinden projecten belemmeringen door de **complexe inrichting van de bevoegdheden en verantwoordelijkheden tussen de Nationale, Regionale en Lokale overheden.** Voor bedrijven is het niet altijd duidelijk hoe de bestuurslagen zich tot elkaar verhouden en welke instanties wanneer betrokken moeten worden in het realisatietraject.

Infrastructuur die voor bijvoorbeeld aardgas in de toekomst niet meer nodig is, biedt goede kansen voor **hergebruik**. Dit lijkt een uitgelezen mogelijkheid voor snelle invoering van de transport en opslag van H_2 en CO_2. De komende tien jaar staat er ontmanteling op het programma van diverse overbodige leidingen, vanwege regelgeving. Dit omdat de meeste van deze leidingen het einde van de economische levensduur behaalt en buisleidingen onbruikbaar raken zodra ze niet meer in onderhoud zijn. Als de stakeholders de komende jaren geen keuzes maken op het gebied van CO_2-infrastructuur en CCS, dan dreigt er waarschijnlijk veel potentieel herbruikbare infrastructuur te verdwijnen.[i] Verschil in timing, publieke perceptie en onduidelijke bevoegdheden spelen hier eveneens een rol.

Op het gebied van elektriciteit zijn de bestuurlijke knelpunten vooral gelegen **in het proces rondom het nemen van beslissingen** voor netverzwaringen en -uitbreidingen. Het toekennen van een uitbreiding gebeurt na de formele aanvraag door de industrie, met als gevolg dat de doorlooptijd van het gehele proces – ontwerp, vergunningsaanvraag en realisatie – start na de investeringsbeslissing van de industrie. Hierdoor is de **synchronisatie van vraag en aanbod** beperkter dan gewenst is. Wat hier aan bijdraagt is dat er **onvoldoende inzicht** is in de industriële plannen. Het ontbreekt TenneT en regionale netbeheerders aan een proces voor het opbouwen en gebruiken van relevant inzicht in de ontwikkeling van lokaal vraag en aanbod.

Tot slot legt het **doelmatigheidsprincipe in het reguleringskader** van de infrastructuurbeheerders de risicoallocatie van niet-doelmatige investeringen eenzijdig bij de netbeheerders. Zo is er vooraf niet altijd zekerheid of investeringen op basis van toekomstige ontwikkelingen terugverdiend kunnen worden. Daarnaast zijn er gevallen waarbij het wel zeker is dat er netverzwaringen en –uitbreidingen moeten komen, maar tegelijkertijd is het nog niet duidelijk wat de exacte toename in vraag is en waar deze toename in vraag zich precies bevindt. Hierdoor investeert de netbeheerder vaak alleen bij een concrete klantaanvraag, met een beperkte anticipatie op verdere toename van de vraag. Dit vertraagt de elektrificatie van de industrie.



DNV GL © 2020

5. Knelpunten – Bestuurlijke aspecten (3/3)

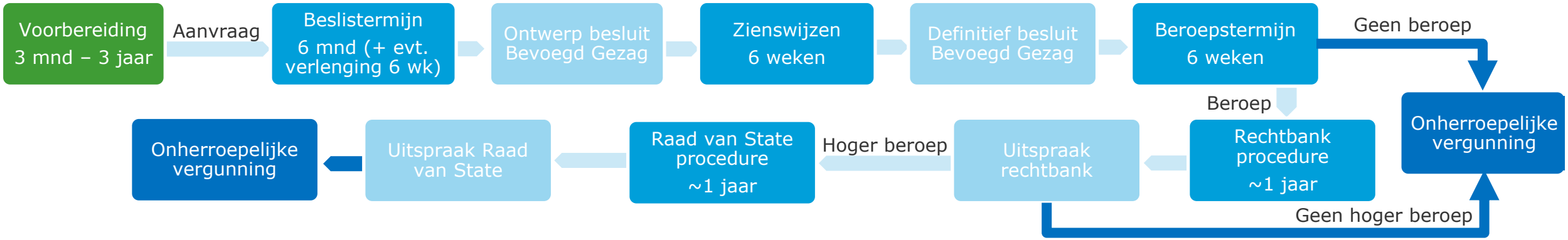
Lange doorlooptijden van het verwezenlijken van nieuwe infrastructuur belemmert de realisatie van projecten, die verder te maken hebben met diverse knelpunten bij ruimtelijke toewijzing voor infrastructuur.

Diverse projecten ondervinden hinder van het feit dat het verwezenlijken van nieuwe infrastructuur een **lange doorlooptijd** kent, waarbij een doorlooptijd van meer dan tien jaar niet uitzonderlijk is. Dit maakt het voor verscheidene partijen lastig om hier goed op te kunnen plannen en anticiperen, wat leidt tot onzekerheid. Het is echter verklaarbaar en onontkoombaar dat het realiseren van (grotere) infrastructurele projecten complex en tijdrovend is, onder andere vanwege de omvang en de betrokkenheid van diverse stakeholders. Deze **benodigde doorlooptijd van vergunningsprocessen** wordt in onderstaand diagram weergegeven en kan, met name door inspraakprocedures, flink oplopen. Tenslotte kunnen incidenten – bijvoorbeeld een bouwstop als gevolg van de stikstofmaatregelen - de procedures substantieel verlengen. Dit staat haaks op de urgentie van infrastructurele investeringen.

Een herziening van beslistermijnen en inspraakprocedures is niet voorzien.[i] Bij de overheid is aandacht voor het verbeteren van de besluitvormingsprocedures; dat blijkt uit bijvoorbeeld de nieuwe Omgevingswet of de MIRT-aanpak. Tijdwinst kan met name gezocht worden in intensievere samenwerking van alle partijen en efficiëntere voorbereidingsprocedures, zonder ruimtelijke ontwikkeling en veiligheid uit het oog te verliezen.[i]

Projecten ondervinden bij **ruimtelijke toewijzing** voor infrastructuur diverse knelpunten. Dit geldt zowel voor private ruimte in clusters als voor publieke ruimte voor nationale infrastructuur. Bij meerdere clusters is een gebrek aan fysieke ruimte voor infrastructuur een groeiend probleem. Complicerende factoren bij het reserveren van ruimte zijn:

- De ondergrond raakt vol, al is dit niet altijd fysiek zichtbaar, en overheid stelt ook veiligheidseisen.
- Overheden lijken de ondergrondse infrastructuur vaak ondergeschikt te maken aan bovengrondse. Hierdoor moeten netbeheerders regelmatig ondergrondse infra verleggen, waarbij de ondergrondse infrabeheerder kosten maakt.
- Rekening houden met lange-termijn ontwikkelingen is complexer aangezien de relevante fysieke ruimte dan voor lange tijd dient te worden gereserveerd.
- De lange procedures, waarbij de decentrale overheden pas bij de laatste fase van projectplannen duidelijk hoeven te maken waar de infra moet komen te liggen.
- De concurrentie met andere lokale ruimtelijke investeringen zoals woningbouw.
- Tegengestelde belangen van stakeholders, die zich vervolgens onvoldoende meegenomen voelen waardoor er beperkt draagvlak is.
- Grondspeculatie kan plaatsvinden door gebrek aan reservering en regie, wat resulteert in onnodig hoge kosten.



DNV GL © 2020

5. Knelpunten – Acceptatie en maatschappelijk draagvlak

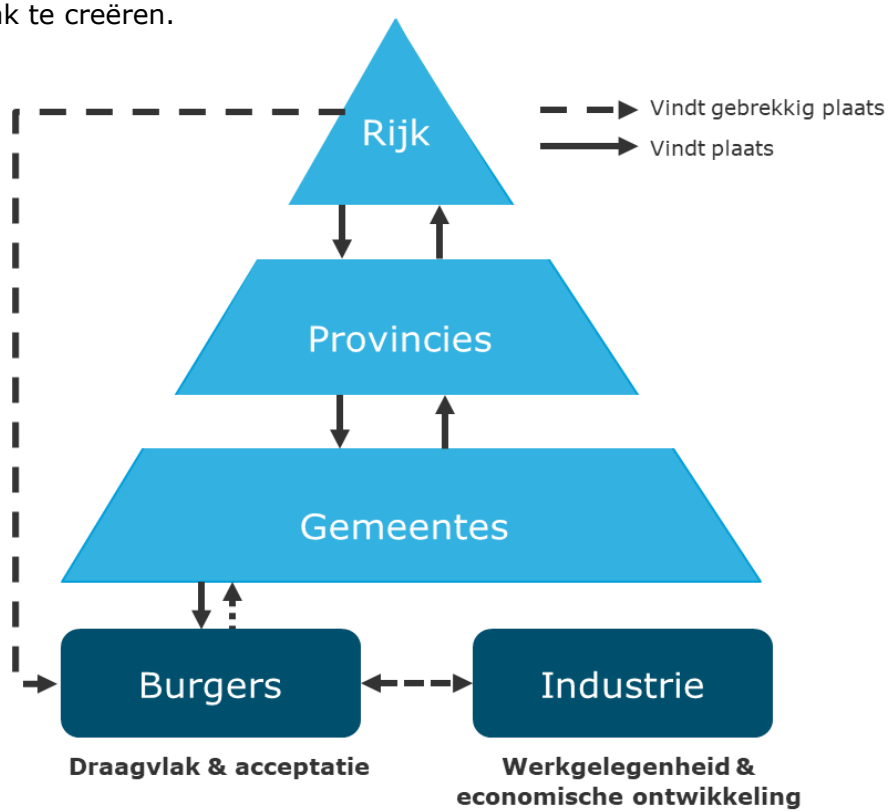
Het ontbreekt regelmatig aan maatschappelijk draagvlak voor het realiseren van infrastructuur, dit wordt met name veroorzaakt door onvoldoende duiding van het maatschappelijk belang en gebrek aan bestuurlijk commitment

De energietransitie heeft een grote invloed op de omgeving en de levens van burgers en roept daarom veel vragen op. Transitie betekent verandering en dat leidt per definitie tot **schuring, onzekerheid en weerstand.** Verschillende plannen en projecten ervaren knelpunten op het gebied van acceptatie en maatschappelijk draagvlak, dit geldt met name voor projecten met een ruimtelijke impact. Verschillende projecten ondervinden een gebrek aan **bestuurlijk commitment** voor infrastructuur. Beperkte lokale steun van burgers resulteert in sommige gevallen in gebrekkige ondersteuning van lokale overheden, aangezien deze overheden met name oog hebben voor het belang van de eigen inwoners. Hierdoor ontstaat geen stimulans voor gereguleerde netwerkbedrijven om onshore infrastructuur te ontwikkelen terwijl beheer van en verantwoordelijkheid voor infrastructuur niet tot de primaire activiteiten van de industrie behoren.

In de klimaatdialoog staan momenteel vooral de kosten centraal, in plaats van de mogelijke (maatschappelijke) opbrengsten en nieuwe economische kansen. Er is onvoldoende **duiding van het maatschappelijk belang** vanuit zowel het Rijk als de industrie, en de kansen van de energietransitie worden te weinig benadrukt. Er is een ondoorzichtige visie ten aanzien van de inrichting van het Nederlandse industriële landschap en welke (additionele) infrastructuur hierbij nodig is. Het is nu niet duidelijk dat 'Niet-Alles-Kan', dat er keuzes gemaakt moeten worden over hoe de industrie aangesloten wordt op infrastructuur en welke consequenties dit heeft. Burgerparticipatie is beperkt mogelijk binnen het huidige proces.

Ondanks dat infrastructuur cruciaal is voor het behalen van de klimaatdoelstellingen, en dus maatschappelijk noodzakelijk is, conflicteren lokale belangen en sentimenten desondanks regelmatig met nationale belangen, met een gebrek aan draagvlak ten gevolge. Voorbeelden van knelpunten op dit gebied die ervaren worden door verschillende emissiereductie projecten en technologieën zijn[i]:

- CCS heeft in Nederland geen volledig maatschappelijk draagvlak. Dit is een risico voor de realisatie van CCS projecten en doet het lange termijn perspectief van CCS teniet: op langere termijn zijn er negatieve CO_2 emissies te realiseren. Uit eerder gestrande CCS projecten zoals in Barendrecht dienen lessen te worden getrokken.
- Er is onduidelijkheid en gebrek aan objectieve informatie over de technische mogelijkheden en implicaties van CCS: er heerst een perceptie van gelimiteerde offshore opslag capaciteit en perceptie dat het CO_2 afvang proces ter allen tijde zeer energetisch ongunstig is.
- De publieke weerstand tegenover windenergie (voornamelijk op land) uit zich in vertraagde realisatie van de benodigde duurzame elektriciteitsproductie om het klimaatakkoord te behalen. Lokale tegenstand kan zich uiten in radicale vormen en de politiek dient hier actie tegen te ondernemen door zorgen weg te nemen en draagvlak te creëren.



DNV GL © 2020

6 Oplossingen

DNV GL © 2020

6. Oplossingen - Samenvatting

Voor de verschillende knelpunten zijn oplossingsrichtingen gedefinieerd, welke zijn ingedeeld naar de vier categorieën uit de knelpunten analyse: regulatorisch, economisch, bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak. De oplossingsrichtingen zijn gebaseerd op input die is aangedragen tijdens interviews en expert sessies alsmede de analyse van plannen en studies.

Oplossingen regulatorische knelpunten:
De regulatorische oplossingsrichtingen geven een stimulerende prikkel aan de industrie voor de uitrol van decarbonisatie projecten. Dit is relevant voor projecten op het gebied van CO_2, H_2 en warmte. Drie oplossingen komen naar voren:

- Het inrichten van stimulerende regelgeving en carbon accounting: richt regelgeving zodanig in dat investeringen in ambitieuze emissiereductie maatregelen met aanzienlijke reducties aantrekkelijker worden.
- Het creëren van nieuwe wet- en regelgeving voor H_2, CO_2 en warmte. Binnen dit nieuw juridisch kader moet worden gedacht aan aspecten zoals de aanwijzing van infrastructuur beheerders, wettelijk verankerde taken en bevoegdheden, bescherming van afnemers, het regelen van toegang van derden, regulering voor de opslag van CO_2 inclusief wettelijke aansprakelijkheid, en kwaliteitseisen en veiligheidsvoorschriften voor met name H_2. Hierbij dient rekening gehouden te worden met bestaande (private) infrastructuur.
- Het creëren van een safehouse voor bedrijfsgevoelige data: het is opportuun om noodzakelijke, bedrijfsgevoelige data uit te wisselen bij projecten waar concurrerende bedrijven gezamenlijk deelnemen en timing essentieel is.

Oplossingen economische knelpunten:
De economische oplossingsrichtingen reduceren het risico van industriële projecten en dragen daarmee bij aan de betaalbaarheid. Dit is relevant voor alle projecten, en met name voor H_2 en elektriciteit projecten. De volgende oplossingen komen naar voren:

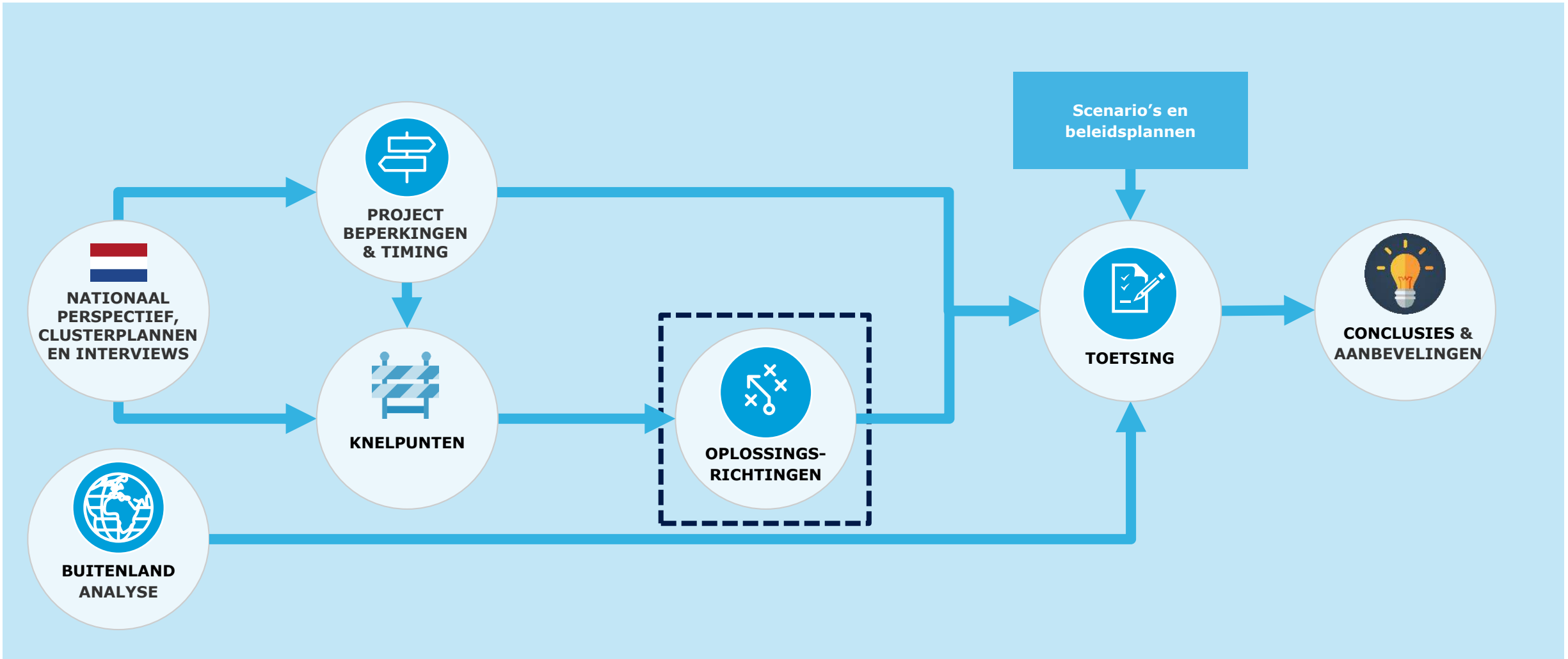
- Aanpassen van de subsidieprocedure en timing: zorg dat projecten voor het vergunningstraject een indicatieve subsidie krijgen.
- Garanties en risico's afdekken: creëer een infrastructureel fonds voor de financiering en afdekking van financiële risico's bij infrastructuur, zoals het vollooprisico.
- Adequate implementatie SDE^{++}: zorg dat de subsidiering voor de verschillende technologieën adequaat is, voldoende volume heeft, en langdurige zekerheid biedt.
- Gestandaardiseerd marktmodel warmte en stoom: voor de lokale aanleg van nieuwe warmte/stoom infrastructuur is het essentieel om een repeteerbare organisatiestructuur en risicoverdeling te ontwikkelen en toe te passen. Er is een behoefte aan standaardisatie van de keten, en dit betreft potentieel vele projecten.

Oplossingen bestuurlijke knelpunten:
De bestuurlijke oplossingsrichtingen versnellen het realisatieproces van projecten, verbeteren de regie over projecten, en stimuleren dat de meest maatschappelijk gewenste keuzes kunnen worden gemaakt. Dit is met name relevant voor grote, complexe projecten met meerdere stakeholders.

- Creëer een periodiek afwegingskader van hoofdinfrastructuur in samenspraak met industrie en infrastructuurbedrijven: een Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK), waarbij de rijksoverheid haar regietaak zwaarder invult dan voorheen binnen een gezamenlijk afgesproken kader.
- De plannen van industrie en infrastructuur vragen om een integrale aanpak en afstemming met andere ruimtelijke plannen van bijvoorbeeld landbouw, de gebouwde omgeving en transport. Hier zijn de NOVI, en POVI's en PEH voor ingesteld. Sluit bij deze instrumenten ook de industriële clusters aan en maak de energietransitie en bijbehorende infrastructuur een hoofdonderwerp.
- Vergroot de vrijheid binnen het besluitvormingsproces infrastructuurbeheerders en maakt het wettelijk mogelijk om investeringen eenvoudiger te kunnen classificeren als doelmatige investering (bijvoorbeeld als een gebied meer vraag verwacht maar het niet 100% zeker is bij welke afnemer). Dit zorgt dat infrastructuurbeheerders en ontwikkelaars de infrastructuur die maatschappelijk relevant is voor de energietransitie eerder kunnen opleveren of opschalen. Hierbij hoort ook een expliciete rol voor toezicht door de ACM.

Oplossingen maatschappelijk draagvlak:
Om breed draagvlak te creëren is het van belang dat er politiek en bestuurlijk een heldere structuur ontstaat met bijbehorende verantwoordelijkheden, waarin gewaarborgd is dat de perspectieven van de stakeholders op het juiste niveau en op de juiste wijze meegenomen worden. Een goede wisselwerking tussen burgers en de overheid is hierbij van belang. De participatie van burgers in de RES-en zorgt voor lokaal momentum en draagvlak. Het Rijk en de industrie dienen gezamenlijk verdere nadruk te leggen op de mogelijke opbrengsten en nieuwe economische kansen van de energietransitie, alsmede het belang van de industrie.

6. Oplossingen

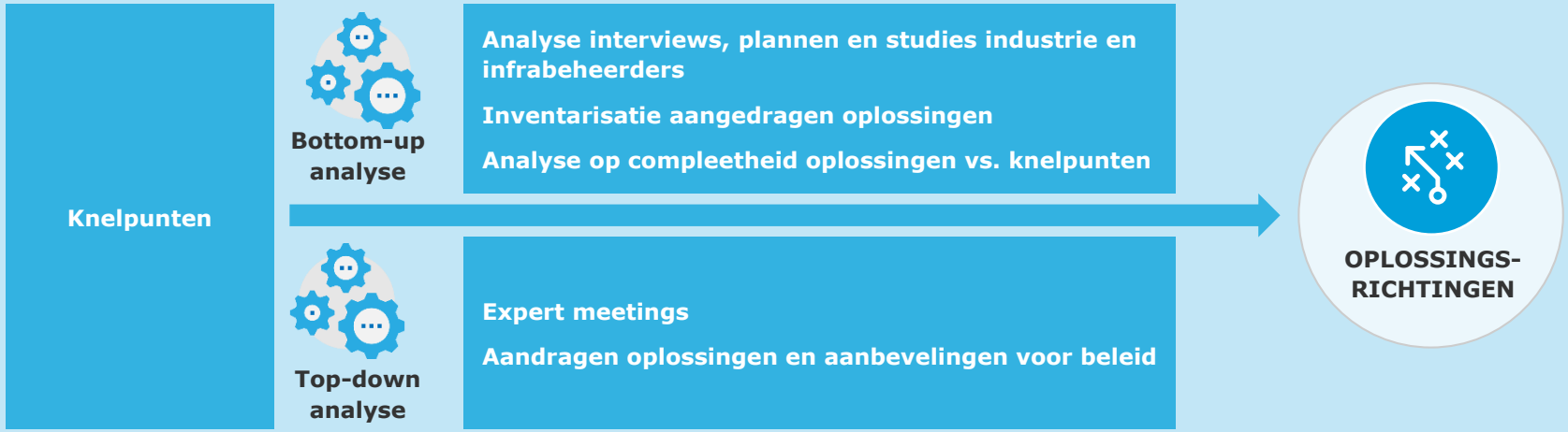


DNV GL © 2020

6. Oplossingen – Aanpak

Om vanuit de inventarisatie van knelpunten toe te werken naar een planmatige aanpak voor de realisatie van industriële projecten, is het noodzakelijk om oplossingsrichtingen te definiëren. Dit maakt het eenvoudiger om oplossingen holistisch en project overstijgend door te voeren, en biedt beter zicht op de potentiële impact. Om tot deze richtingen te komen, is in eerste instantie een overzicht gecreëerd van individuele oplossingen die aangedragen zijn vanuit de stakeholders. Dit is gedaan middels een combinatie van bottom-up en top-down analyse. De bottom-up analyse heeft zich hierbij gebaseerd op de interviews, plannen en studies vanuit industrie en infrabeheerders die ook ten grondslag lag aan de knelpuntenanalyse in fase 1. De top-down analyse heeft plaatsgevonden op basis van consultatiesessies en expert sessies met vertegenwoordigers van EZK, BZK, IPO, wetenschap, de infrabeheerders en industrie.

De geïdentificeerde oplossingsrichtingen zijn gecategoriseerd naar de vier categorieën uit de knelpunten analyse: regulatorisch, economisch, bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak. Per categorie zijn twee slides opgesteld. In de eerste slide worden de oplossingsrichtingen beschreven, alvorens in de tweede slide te analyseren welke projecten in welk cluster door de oplossingsrichtingen kunnen worden beïnvloed. Verder is in de tweede slide aangegeven wat de totale potentiële CO_2 reductie is van alle projecten die door een oplossingsrichting worden beïnvloed. Het implementeren van deze oplossingsrichting garandeert niet dat dit potentieel direct en volledig gerealiseerd wordt, aangezien projecten meerdere knelpunten ervaren, en dus ook meerdere oplossingsrichtingen behoeven. De emissiereducties van oplossingsrichtingen tellen niet op, gezien het feit dat meerdere oplossingsrichtingen relevant kunnen zijn voor dezelfde projecten. Ten slotte zijn per oplossingsrichting ook de mogelijke spin-offs naar andere sectoren en de bijdrage aan het verdienmodel van Nederland in kaart gebracht.



DNV GL © 2020

6. Oplossingen

Oplossingsrichting Regulatorisch

Het oplossen van regulatorische knelpunten kan meerdere industriële projecten ontsluiten of opleveren, en is met name relevant voor projecten op het gebied van CO_2, H_2 en warmte. Drie primaire oplossingsrichtingen worden geïdentificeerd:

1. Inrichten stimulerend regulatorisch klimaat en carbon accounting

Richt het regulatorisch klimaat zodanig in dat investeringen in ambitieuze emissiereductie maatregelen met aanzienlijke reducties aantrekkelijker worden dan investeringen in gangbare en conventionele technologieën waarbij enkel incrementele reducties worden gerealiseerd. Het verduidelijken van het lange-termijn perspectief is hierbij essentieel. Voorbeelden van maatregelen zijn:

- Het binnenlands verrekenen van kosten van EU-ETS emissierechten bij de levering van CO_2 en warmte aan non-ETS entiteiten zoals boten of de gebouwde omgeving.
- Het mogelijk maken om de industriële emissies uit productie van verduurzaamde of circulaire producten te kunnen verrekenen met de emissiereductie die in de keten gerealiseerd wordt als gevolg van het gebruik van deze producten (scope 1/2/3). Een mogelijke oplossing is het creëren van een systeem analoog aan het Garantie van Oorsprong (GvO) systeem voor elektriciteit. De bespaarde emissie over de keten kan ook worden gecompenseerd middels de prijs van de bijbehorende CO_2 emissierechten, zo ontvangt de investeerder een financiële beloning voor de emissiereductie, ondanks dat deze niet in zijn scope valt.
- Het inrichten van de voorziene CO_2 heffing zodat deze daadwerkelijk een incentive biedt voor bedrijven om decarbonisatie projecten door te voeren. Bijvoorbeeld door de mogelijkheid te geven om een overschot aan emissiereductie t.o.v. de doelstelling te verrekenen met een eerder tekort. Verder wordt aanbevolen dat de heffing rekening houdt met de mogelijkheden voor decarbonisatie van individuele bedrijven, en de aanwezige infrastructuur en ontwikkelingen hiervan.

2. Creëren van nieuwe wet- en regelgeving:

Voor de nieuwe gassen H_2 en CO_2 en warmtenetten bestaat een beperkt juridisch kader. H_2 en CO_2 en warmtenetten zullen een kritische rol spelen in de energietransitie van de industrie alsmede de gebouwde omgeving en andere sectoren. Om de mogelijkheden tot emissiereductie volledig te kunnen ontsluiten dient nieuwe wet- en regelgeving opgesteld te worden.

Het nieuwe juridisch kader voor H_2, CO_2 en warmte dient onder andere de volgende aspecten te bevatten:

- Wettelijke basis en aanwijzing H_2, CO_2 en warmte infra beheerder.
- Marktordening voor H_2 en CO_2 analoog aan E en G.
- Er dienen afspraken gemaakt te worden over toegang van derden, waarbij rekening gehouden moet worden met bestaande (private) infrastructuur.
- Regulering voor de opslag CO_2 inclusief wettelijke aansprakelijkheid.
- Verduidelijking van de kwaliteitseisen voor H_2 (b.v. voor gebruik in industrie, mobiliteit of de gebouwde omgeving).
- Opstellen en implementeren veiligheidsvoorschriften en standaarden voor H_2
- Eigenaarschap voor niet gereguleerde infra verduidelijken (b.v. door verbreden rol netbeheerders of model met garanties van overheid).
- Verbreden GvO systeem met groene H_2.
- De huidige tariefstructuur voor elektriciteit dient aangepast te worden om te voorkomen dat het gehanteerde capaciteitstarief een belemmering gaat vormen voor geplande elektrificatieprojecten. Dit geldt met name voor hybride projecten, gezien deze op basis van hun dubbele aansluiting momenteel ook dubbele kosten hebben.

Voorafgaand aan deze wet- en regelgeving dient een systematisch plan te worden opgesteld waarin alle aanpassingen worden besproken, inclusief tijdslijn. Dit biedt de infrastructuurbeheerders en industrie investeringszekerheid om projecten tijdig te ontsluiten.

3. Creëren safehouse voor bedrijfsgevoelige data

Het dient mogelijk gemaakt te worden om, zonder de Mededingingswet te overtreden, noodzakelijke bedrijfsgevoelige data uit te wisselen bij projecten waar concurrerende bedrijven gezamenlijk deelnemen en timing essentieel is. Dit geldt met name voor Porthos, stoom en elektrolyse projecten met meerdere industriële afnemers. Een in te stellen *safehouse* kan vertrouwelijk de voorgenomen investeringen van de industrie en plannen van de netbeheerders voor infrastructuur toetsen en voorstellen doen voor nieuwe of beter te benutten infrastructuur zonder concurrentiegevoelige informatie prijs te geven.

6. Oplossingen

Oplossingsrichting Regulatorisch

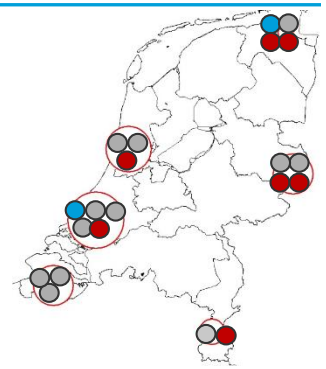
1. Inrichten stimulerend regulatorisch klimaat en carbon accounting (23,0 Mton)

Spin-offs naar:

- Gebouwde omgeving, ontsluiten warmteprojecten en reductie aardgasvraag
- Glastuinbouw, ontsluiten warmte / CO_2 projecten, reductie aardgasvraag

Verdienvermogen NL:

- Handelshub CO_2, import CO_2 uit DE, BE met schepen
- Bevorderen circulaire economie
- Handelshub producten uit afval en biomassa



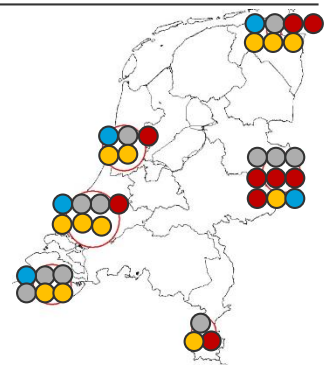
2. Creëren van nieuwe wet- en regelgeving (26,8 Mton)

Spin-offs naar:

- Transport, mogelijk maken transport op H_2
- Elektriciteitssector, mogelijk maken flex door productie H_2 uit overtollige WoZ
- Gebouwde omgeving, ontsluiten warmteprojecten en reductie aardgasvraag

Verdienvermogen NL:

- Handelshub H_2 en CO_2, im- en export met DE, BE



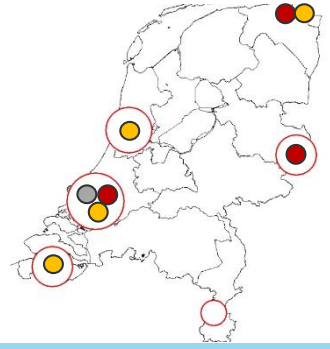
3. Creëren Safehouse (14,9 Mton)

Spin-offs naar:

Geen directe spin-offs naar andere sectoren

Verdienvermogen NL:

- Handelshub CO_2, import CO_2 uit DE, BE met schepen



Regulatorische oplossingsrichtingen					
Projectnummer, cluster, project			Carbon accounting	Nieuwe wetten	Safehouse
H1	NN	Afname H_2 industrie		X	
H2	NZKG	Blauwe H_2 Athos	X	X	
H3	R-M	H-vision, blauwe H_2, 46 PJ.	X	X	
H4	R-M	Lokaal H_2 netwerk (HIC)		X	
H5	Ze	Lokaal H_2 netwerk (CUST)		X	
H6	Ch	Vergroenen H_2 productie uit biomassa (afval)			
H7	Ch	Pilotplant H_2 uit koolwaterstoffen			
H8	C6	Productie H_2 op offshore platforms		X	
C1	NN	Biofuel met CO_2	X		
C2	NN	CO_2 net Eemshaven – Delfzijl		X	
C3	NZKG	Athos CC(U)S	X	X	
C4	NZKG	OCAP 1,1 Mton CCU	X		
C5	R-M	Porthos CCS	X	X	X
C6	R-M	CCU OCAP 1,2 Mton	X		
C7	R-M	Porthos Zeeland en Chemelot.	X	X	
C8	Ze	0,5 Mton CCU 'alternative concrete'	X		
C9	Ze	1,7 Mton CCS bij H_2 productie	X	X	
C10	Ze	CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2	X	X	
C11	Ze	CO_2 leiding Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen		X	
C12	Ch	Reductie N_2O emissie			
C13	Ch	CCU glastuinbouw	X	X	
C14	C6	CCS keramiek		X	
C15	C6	CC(U)S AVI's	X	X	
C16	C6	Aanleggen lokale CO_2 netten		X	
W1	NN	Restwarmte leiding	X	X	
W2	NN	Uitbreiden restwarmte	X	X	
W3	NN	Uitbreiden stoomnet			X
W4	NZKG	Uitbreiden warmtenet	X	X	
W5	R-M	Uitbreiden warmtenetten	X	X	
W6	R-M	Uitbreiden stoomnetwerk Botlek			X
W7	Ch	Uitbreiden HGN, 30 MW restwarmte	X	X	
W8	C6	Restwarmte datacenters		X	
W9	C6	Geothermie voor FNLI, papier- en keramiekindustrie		X	
W10	C6	Gebruik LT restwarmte voor FNLI en papierindustrie	X	X	X
W11	C6	Gebruik restwarmte AVI's	X	X	
E1	NN	20MW P2H2		X	
E2	NN	Opschaling E1 naar 250MW			
E3	NN	100MW P2H2		X	
E4	NN	Opschaling E3 naar 850MW + 1GW			X
E5	NN	Extra elektrificatie		X	
E6	NZKG	100MW P2H2		X	
E7	NZKG	Opschaling E6 naar 1GW			X
E8	NZKG	Elektrificatie		X	
E9	R-M	20 MW P2H2		X	
E10	R-M	250MW P2H2		X	
E11	R-M	Opschaling E10 naar 2GW			X
E12	R-M	Elektrificatie		X	
E14	Ze	Elektrificatie		X	
E15	Ze	100MW P2H2		X	
E16	Ze	Opschaling E15 naar 1GW			X
E17	Ch	Elektrificatie		X	
E19	C6	Elektrificatie offshore platforms		X	
E20	C6	Gedeeltelijke elektrificatie FNLI, VNP, KNB, FME		X	

DNV GL © 2020

6. Oplossingen

Oplossingsrichting Economisch

Het oplossen van economische knelpunten is noodzakelijk om de onzekerheid rondom de onzekerheid van de business case van projecten weg te nemen, om zo te zorgen voor de tijdige realisatie van geplande projecten. Dit is relevant voor alle projecten, maar met name op het gebied van elektriciteit en H_2. Vier primaire oplossingsrichtingen worden geïdentificeerd:

1. Aanpassen subsidieprocedure en timing:
Pas manier van subsidie verstrekken aan, zorg dat men een indicatieve subsidie krijgt voorafgaand aan het vergunningstraject. Zo zijn business cases sneller zeker en kunnen meer projecten worden ontsloten.

2. Garanties/risico afdekken:
De industrie is in principe zelf verantwoordelijk voor de financiering van eigen projecten. Echter zijn voor bepaalde projecten de financiële risico's of investeringen te groot voor individuele bedrijven. Om deze projecten toch te kunnen realiseren kan een infrastructureel fonds worden gebruikt voor de financiering en het afdekken van risico's. Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden tussen het financieren van projecten met 1.) dominante technische risico, 2.) een significant vollooprisico en 3.) het financieren met projecten die bewust zijn over gedimensioneerd. Gezien de verscheidene aard van deze risico's is behoefte aan verschillende vormen van financiering. Zo lijkt het InvestNL fonds goed gepositioneerd om een rol te spelen bij projecten gedomineerd door technische risico's, terwijl het Groeifonds of Europese fondsen (zoals het CEF, Connecting Europe Facility) zich meer richten op grotere projecten met een dimensioneringsrisico. Daarnaast is er behoefte aan garantie producten, bijvoorbeeld bij specifieke transport- en opslagprijzen voor CO_2. Zo worden voorlopers van CCS beter beschermd tegen, en beloond voor, het door hen genomen risico. Zo kunnen de voorlopende projecten gerealiseerd worden, waarna andere bedrijven kunnen aansluiten.

3. Gestandaardiseerd marktmodel warmte en stoom
Voor de lokale aanleg van nieuwe warmte en stoom infrastructuur is het essentieel om een repeteerbare organisatiestructuur te ontwikkelen en toe te passen. Er is een duidelijke behoefte aan standaardisatie van de keten, aangezien dit in potentie vele projecten betreft. Bovendien spelen deze projecten veelal op een lokaal niveau in een meer versnipperd speelveld waarbij verschillende partijen een belang hebben. Een standaard marktmodel kan zorgen dat de financiering en uitvoering van deze projecten gestroomlijnd plaatsvindt. Een dergelijk standaard marktmodel moet een heldere rolverdeling voorschrijven tussen leveranciers van warmte/stoom, de beheerder van infrastructuur en afnemers van warmte/stoom. Daarnaast moet het model ook een organisatorische structuur neerzetten voor de financiering van een project. Deze structuur moet duidelijkheid verschaffen aan betrokken partijen rondom vraagstukken zoals 'wie doe wat' en 'wie draagt welk risico'.[i]

4. Adequate implementatie SDE^{++}:
Ten tijde van de inventarisatie van knelpunten en oplossingen binnen deze studie was het eindadvies SDE^{++} nog niet gepubliceerd, en werd een uitbreiding van de SDE^{++} met additionele CO_2-reducerende opties als belangrijke oplossingsrichting aangestipt. Met de publicatie van het eindadvies half februari 2020, is het aangestipte knelpunt op papier opgelost door middel van een uitbreiding met technologieën als CCS en H_2 productie uit elektrolyse. Of het SDE^{++} instrumentarium adequaat is moet nog blijken uit de implementatie. Het is van belang dat de subsidiering voor de verschillende technologieën adequaat is, voldoende volume heeft, en langdurige zekerheid biedt. Hierbij moet een level playing field gecreëerd worden voor de verschillende technologieën dat zorgt voor een juiste balans tussen de verschillende technologische opties, en voorkomt dat perverse prikkels ontstaan die leiden tot een focus op een enkele technologische oplossing.

6. Oplossingen

Oplossingsrichting Economisch

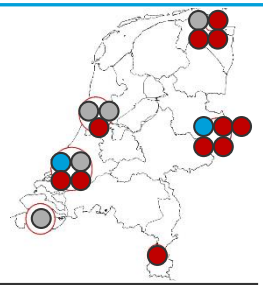
1. Aanpassen subsidieprocedure en timing (18,8 Mton):

Spin-offs naar:

- Gebouwde omgeving, ontsluiten warmteprojecten en reductie aardgasvraag
- Glastuinbouw, ontsluiten warmte / CO_2 projecten, reductie aardgasvraag

Verdienvermogen NL:

- Handelshub CO_2 door opleveren CO_2 projecten



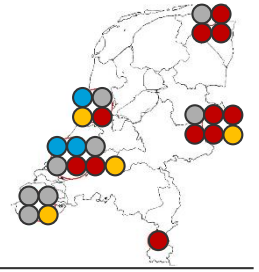
2. Garanties/risico afdekken (30,5 Mton):

Spin-offs naar:

- Gebouwde omgeving, ontsluiten warmteprojecten en reductie aardgasvraag
- Glastuinbouw, ontsluiten warmte / CO_2 projecten, reductie aardgasvraag

Verdienvermogen NL:

- Handelshub CO_2 door opleveren CO_2 projecten

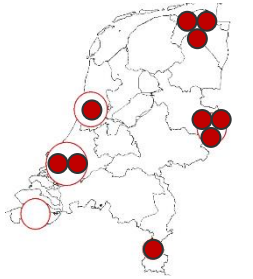


3. Gestandaardiseerd marktmodel warmte en stoom (3,9 Mton)

Spin-offs naar:

- Gebouwde omgeving, ontsluiten warmteprojecten en reductie aardgasvraag
- Glastuinbouw, ontsluiten warmte / CO_2 projecten, reductie aardgasvraag

Verdienvermogen NL:



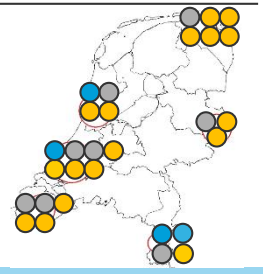
4. Adequate implementatie SDE++ (35,1 Mton):

Spin-offs naar:

- Mobiliteit, mogelijk maken transport op H_2
- Elektriciteitssector, mogelijk maken flex door gebruik overtollige WoZ

Verdienvermogen NL:

- Handelshub H_2 en CO_2, im- en export met DE, BE
- Uitbreiden maturiteit elektrische applicaties binnen industrie



Economische oplossingsrichtingen						
Projectnummer, cluster, project			Subsidieprocedure en timing	Garanties	Marktmodel warmte/stoom	SDE++
H1	NN	Afname H_2 industrie				
H2	NZKG	Blauwe H_2 Athos		X		X
H3	R-M	H-vision, blauwe H_2, 46 PJ.	X	X		X
H4	R-M	Lokaal H_2 netwerk (HIC)		X		
H5	Ze	Lokaal H_2 netwerk (CUST)		X		
H6	Ch	Vergroenen H_2 productie uit biomassa (afval)				X
H7	Ch	Pilotplant H_2 uit koolwaterstoffen				X
H8	C6	Productie H_2 op offshore platforms	X			
C1	NN	Biofuel met CO_2				X
C2	NN	CO_2 net Eemshaven – Delfzijl		X		
C3	NZKG	Athos CC(U)S	X	X		X
C4	NZKG	OCAP 1,1 Mton CCU	X			
C5	R-M	Porthos CCS	X	X		X
C6	R-M	CCU OCAP 1,2 Mton	X			
C7	R-M	Porthos Zeeland en Chemelot.		X		X
C8	Ze	0,5 Mton CCU 'alternative concrete'				X
C9	Ze	1,7 Mton CCS bij H_2 productie	X	X		X
C10	Ze	CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2		X		
C11	Ze	CO_2 leiding Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen		X		
C12	Ch	Reductie N_2O emissie				
C13	Ch	CCU glastuinbouw				X
C14	C6	CCS keramiek				X
C15	C6	CC(U)S AVI's				X
C16	C6	Aanleggen lokale CO_2 netten		X		
W1	NN	Restwarmte leiding	X	X	X	
W2	NN	Uitbreiden restwarmte	X	X	X	
W3	NN	Uitbreiden stoomnet	X	X	X	
W4	NZKG	Uitbreiden warmtenet	X	X	X	
W5	R-M	Uitbreiden warmtenetten	X	X	X	
W6	R-M	Uitbreiden stoomnetwerk Botlek	X	X	X	
W7	Ch	Uitbreiden HGN, 30 MW restwarmte	X	X	X	
W8	C6	Restwarmte datacenters	X	X	X	
W9	C6	Geothermie voor FNLI, papier- en keramiekindustrie	X	X		
W10	C6	Gebruik LT restwarmte voor FNLI en papierindustrie	X	X	X	
W11	C6	Gebruik restwarmte AVI's	X	X	X	
E1	NN	20MW P2H2				
E2	NN	Opschaling E1 naar 250MW		X		X
E3	NN	100MW P2H2				X
E4	NN	Opschaling E3 naar 850MW + 1GW		X		X
E5	NN	Extra elektrificatie				X
E6	NZKG	100MW P2H2				X
E7	NZKG	Opschaling E6 naar 1GW		X		X
E8	NZKG	Elektrificatie				X
E9	R-M	20 MW P2H2				
E10	R-M	250MW P2H2				X
E11	R-M	Opschalen E10 naar 2GW		X		X
E12	R-M	Elektrificatie				X
E14	Ze	Elektrificatie				X
E15	Ze	100MW P2H2				X
E16	Ze	Opschaling E15 naar 1GW		X		X
E17	Ch	Elektrificatie				X
E19	C6	Elektrificatie offshore platforms				X
E20	C6	Gedeeltelijke elektrificatie FNLI, VNP, KNB, FME				X

6. Oplossingen

Oplossingsrichting Bestuurlijk

Het oplossen van knelpunten op bestuurlijk gebied kan veel industriële projecten ontsluiten. Deze oplossingsrichting is met name relevant voor grote, complexe projecten met meerdere stakeholders. Drie primaire oplossingsrichtingen worden geïdentificeerd:

1. Creëren MIEK programma met Rijksuitvoering en beoordelingskader:

Creëer een strategische visie van hoofdinfrastructuur en systeemintegratie met een periodiek afwegingskader in samenspraak met de industrie en infrastructuurbedrijven: een Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK). In het MIEK wordt de coördinatie en regie van infrastructurele projecten die essentieel zijn voor de energietransitie opgetild naar Rijksniveau. Dit meerjarenprogramma moet worden opgezet in samenspraak met industrie en infrastructuurbedrijven, waarbij de rijksoverheid haar regietaak zwaarder invult dan voorheen binnen een gezamenlijk afgesproken kader. Voor de inrichting van het MIEK kan geprofiteerd worden van decennialang ervaringen met het MIRT.

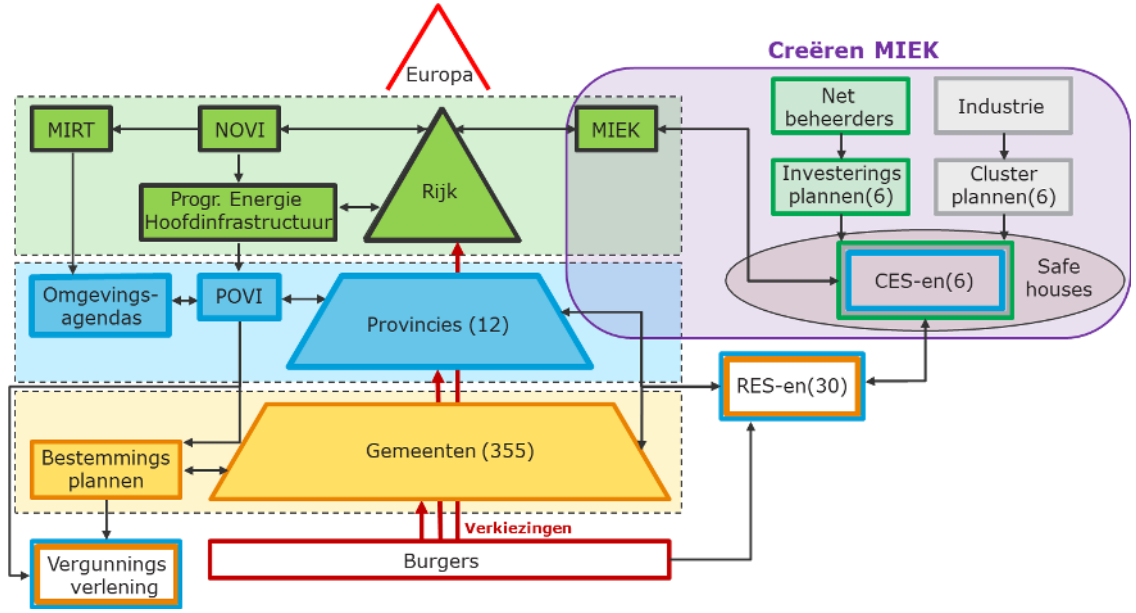
Met een dergelijk programma kan de besluitvorming efficiënter plaatsvinden en wordt draagvlak vergroot. De tijdige oplevering van infrastructuur ontsluit industriële projecten. Gezien het belang van het MIEK, zou de verantwoordelijkheid idealiter op een hoog niveau binnen de Rijksoverheid – zoals bij een DG - moeten worden gelegd. De omvang, complexiteit en het grote aantal partijen zou een nieuwe eenheid binnen het ministerie van EZK rechtvaardigen.

Meerdere ministeries dienen betrokken te zijn binnen het MIEK. Hierin ligt de verantwoordelijkheid bij EZK, en participeren alle stakeholders (Financiën, I&W, BZK, industrie, decentrale overheden, investeerders, clustercoördinatoren of regisseurs, buitenlandse partners, kennis, netbeheerders, ministeries). De netbeheerders zullen actief deelnemen met kennis en uitvoeringservaring.

Het MIEK zal afspraken bevatten tussen de stakeholders, en het platform zijn om besluiten te nemen voor projecten op het gebied van verkenningen, planstudies en realisatie. Daarnaast is het van belang om het programma regelmatig te evalueren en te updaten, waarbij het de aanbeveling is om qua timing aan te sluiten bij de investeringsplannen van de netbeheerders.

Het MIEK is een wederzijds commitment over infrastructuur, bijbehorende instrumenten en afspraken en contracten. Projecten komen voort uit de clusters en worden voor elk van de zes clusters in samenspraak met de netbeheerders geïntegreerd tot een Cluster Energie Strategie (CES). De projecten in deze CES-en worden middels een verkenningstraject beoordeeld. Projecten die het niveau van de CES-en ontstijgen, bijvoorbeeld omdat ze meerdere clusters omvatten of van nationaal belang zijn, komen in aanmerking voor het MIEK. Het aanmerken van projecten van nationaal belang dient volgens een nieuw beoordelingskader plaats te vinden waarin kosten in de gehele keten, emissiereductie, systeemintegratie, internationale verbindingen, verdienmodel industrie en innovatie kunnen worden meegenomen.

Hierbij dient gewaarborgd te worden dat alle clusters voldoende mogelijkheden tot decarbonisatie hebben. Indien CCS of H_2 onvoldoende reductiepotentieel bieden, bijvoorbeeld in Cluster 6, kan dit een aanleiding zijn om elektrische infrastructuur hier te prioriteren.



DNV GL © 2020

2. Ruimtelijke reservering middels afstemming NOVI, POVI's en PEH

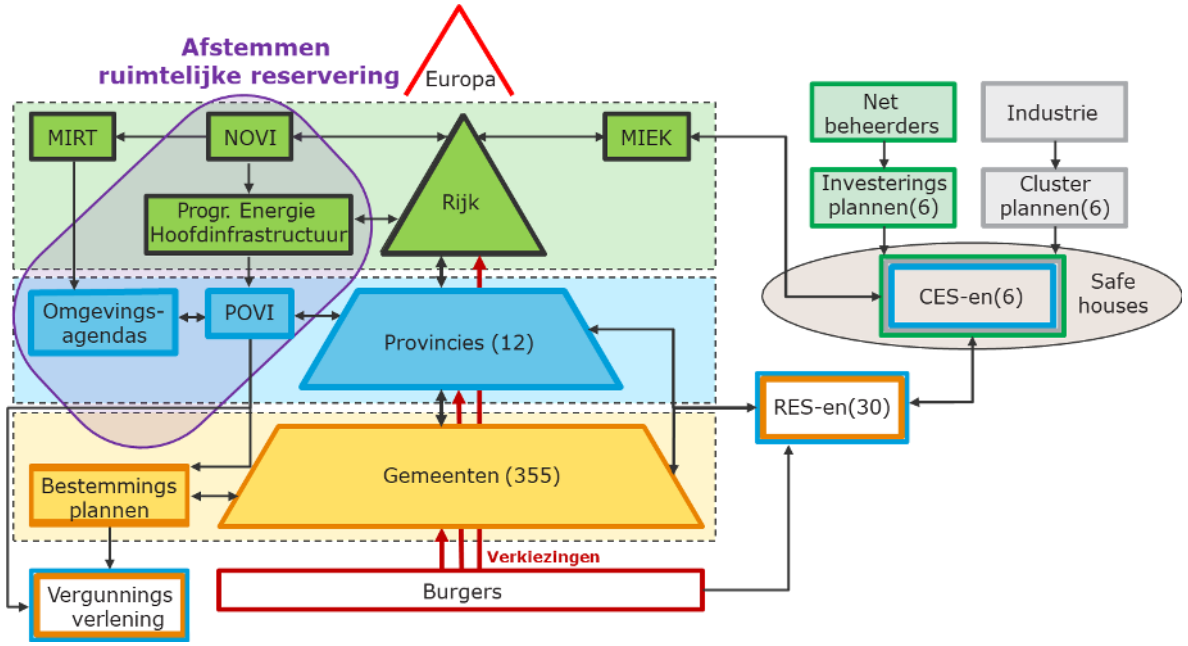
De plannen van industrie en infrastructuur vragen om afstemming met andere ruimtelijke plannen van bijvoorbeeld landbouw, de gebouwde omgeving en transport. De Omgevingswet heeft de NOVI en POVI's ingesteld om deze afstemming te faciliteren. Verder hangt de NOVI sterk samen met het Programma Energie Hoofdinfrastructuur (PEH). Bij de NOVI en POVI's zijn de meeste departementen, regio's en infrastructuurbeheerders aangesloten. Sluit hierbij ook de industriële clusters aan en maak de energietransitie en bijbehorende infrastructuur een hoofdonderwerp. Het is van belang om de industriële plannen en het gebruik van de ondergrond hierbij aandacht te geven, zodat er een basis gelegd wordt voor ruimtelijke reserveringen voor de infrastructuur. Ook kan hierbij rekening gehouden worden met de relatieve positie van ondergrondse en bovengrondse infrastructuur.

De NOVI, POVI's en PEH kunnen dienen als basis voor een structureel samenwerkingsprogramma. Hierbij dient internationale afstemming een van de onderdelen te zijn. Een dergelijk programma zorgt voor meer continuïteit en afstemming dan individuele projecten zoals TIKI en ii3050, en creëert draagvlak op alle bestuursniveaus door de relevante partijen de mogelijkheid tot inspraak te bieden.

3. Vergroten vrijheid besluitvormingsproces infrastructuurbeheerders: (lat en proces/methode)

Het wettelijk mogelijk maken voor infrastructuurbeheerders om investeringen eenvoudiger te kunnen classificeren als doelmatige investering (b.v. als een gebied meer vraag verwacht maar het niet 100% zeker is bij welke afnemer), zorgt dat infrastructuurbeheerders en ontwikkelaars de infrastructuur die maatschappelijk relevant is voor de energietransitie eerder kunnen opleveren of opschalen.

Om de meest maatschappelijk gewenste infrastructuur te kunnen opleveren dient het beslissingsproces van het huidige 'least regret' naar een 'highest opportunity' uitgangspunt te worden getransformeerd. Hierbij is het noodzakelijk om de maatschappelijke baten mee te kunnen nemen in business case berekening en enige inefficiëntie te accepteren. Tegelijkertijd dienen de kosten van nieuwe infrastructuur bewaakt te worden. Het toekennen van mogelijkheden aan infrastructuurbeheerders om maatschappelijk onwenselijke aanvragen (zoals datacenters in een congestie gebied) te kunnen weigeren zou dit verder kunnen faciliteren. Hierbij hoort ook een expliciete rol voor toezicht door de ACM.



DNV GL © 2020

6. Oplossingen

Oplossingsrichting Bestuurlijk

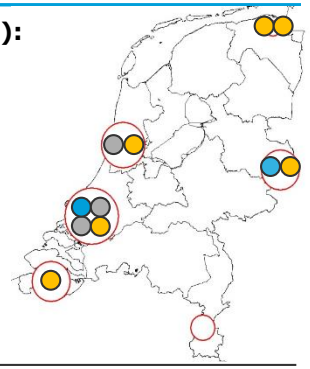
1. Creëren MIEK programma met Rijksuitvoering en beoordelingskader (23,1 Mton):

Spin-offs naar:

- Mobiliteit, partiele integratie met MIRT en mogelijk maken transport op H_2
- Elektriciteitssector, mogelijk maken flex door gebruik overtollige WoZ

Verdienvermogen NL:

- Efficiëntere realisatie van infrastructuur
- Efficiëntieverbeteringen door integratie overige infrastructuur
- Handelshub H_2 en CO_2, im- en export met DE, BE



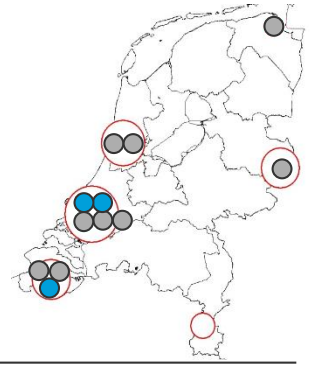
2. Ruimtelijke reservering middels afstemming NOVI, POVI's en PEH (15,4 Mton):

Spin-offs naar:

- Gebouwde omgeving, mogelijke integratie met industrie

Verdienvermogen NL:

- Efficiëntere realisatie van infrastructuur
- Efficiëntieverbeteringen door integratie overige infrastructuur



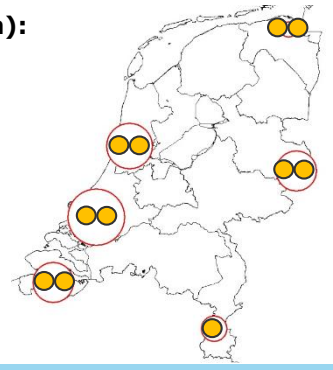
3. Vergroten vrijheid besluitvormingsproces infrastructuurbeheerders (16,1 Mton):

Spin-offs naar:

- Gebouwde omgeving, efficiëntere realisatie lokale e-infra

Verdienvermogen NL:

- Efficiëntere realisatie en dimensionering van infrastructuur
- Mogelijkheid tot first-mover voordeel



Bestuurlijke oplossingsrichtingen					
Projectnummer, cluster, project			MIEK	Afstemming ruimte	Vrijheid infrabeheerders
H1	NN	Afname H_2 industrie			
H2	NZKG	Blauwe H_2 Athos			
H3	R-M	H-vision, blauwe H_2, 46 PJ.	X	X	
H4	R-M	Lokaal H_2 netwerk (HIC)		X	
H5	Ze	Lokaal H_2 netwerk (CUST)		X	
H6	Ch	Vergroenen H_2 productie uit biomassa (afval)			
H7	Ch	Pilotplant H_2 uit koolwaterstoffen			
H8	C6	Productie H_2 op offshore platforms	X		
C1	NN	Biofuel met CO_2			
C2	NN	CO_2 net Eemshaven – Delfzijl		X	
C3	NZKG	Athos CC(U)S	X	X	
C4	NZKG	OCAP 1,1 Mton CCU		X	
C5	R-M	Porthos CCS	X	X	
C6	R-M	CCU OCAP 1,2 Mton		X	
C7	R-M	Porthos Zeeland en Chemelot.	X	X	
C8	Ze	0,5 Mton CCU 'alternative concrete'			
C9	Ze	1,7 Mton CCS bij H_2 productie		X	
C10	Ze	CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2			
C11	Ze	CO_2 leiding Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen		X	
C12	Ch	Reductie N_2O emissie			
C13	Ch	CCU glastuinbouw			
C14	C6	CCS keramiek			
C15	C6	CC(U)S AVI's			
C16	C6	Aanleggen lokale CO_2 netten		X	
W1	NN	Restwarmte leiding			
W2	NN	Uitbreiden restwarmte			
W3	NN	Uitbreiden stoomnet			
W4	NZKG	Uitbreiden warmtenet			
W5	R-M	Uitbreiden warmtenetten			
W6	R-M	Uitbreiden stoomnetwerk Botlek			
W7	Ch	Uitbreiden HGN, 30 MW restwarmte			
W8	C6	Restwarmte datacenters			
W9	C6	Geothermie voor FNLI, papier- en keramiekindustrie			
W10	C6	Gebruik LT restwarmte voor FNLI en papierindustrie			
W11	C6	Gebruik restwarmte AVI's			
E1	NN	20MW P2H2			
E2	NN	Opschaling E1 naar 250MW	X		
E3	NN	100MW P2H2			
E4	NN	Opschaling E3 naar 850MW + 1GW	X		X
E5	NN	Extra elektrificatie			X
E6	NZKG	100MW P2H2			
E7	NZKG	Opschaling E6 naar 1GW	X		X
E8	NZKG	Elektrificatie			X
E9	R-M	20 MW P2H2			
E10	R-M	250MW P2H2			
E11	R-M	Opschaling E10 naar 2GW	X		X
E12	R-M	Elektrificatie			X
E14	Ze	Elektrificatie			X
E15	Ze	100MW P2H2			
E16	Ze	Opschaling E15 naar 1GW	X		X
E17	Ch	Elektrificatie			X
E19	C6	Elektrificatie offshore platforms	X		X
E20	C6	Gedeeltelijke elektrificatie FNLI, VNP, KNB, FME			X

DNV GL © 2020

6. Oplossingen

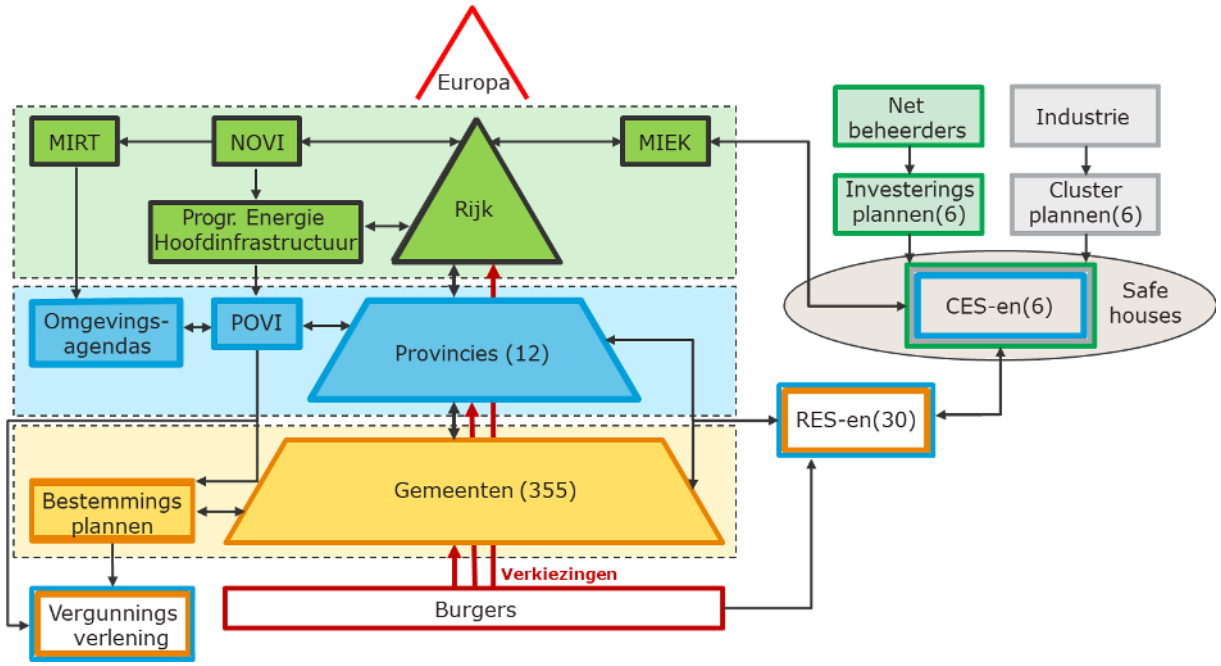
Oplossingsrichting maatschappelijk draagvlak

Om breed draagvlak te creëren is het van belang dat er politiek en bestuurlijk een heldere structuur ontstaat met bijbehorende verantwoordelijkheden, waarin gewaarborgd is dat de perspectieven van de stakeholders op het juiste niveau en op de juiste wijze meegenomen worden. Hierbij is bestuurlijk commitment en het nemen van verantwoordelijkheden van belang.

Vanuit de opdracht die de industrie heeft meegekregen voor emissiereductie, zijn op clusterniveau plannen uitgewerkt voor de realisatie van de transitie met hierin de projecten die in dit rapport reeds zijn besproken. Het is echter van belang dat deze projecten niet enkel op lokaal of regionaal niveau worden meegenomen. In het geval van cluster-overstijgende projecten of projecten van nationaal belang dienen deze op een hoger niveau binnen de overheid meegenomen te worden in plannen en strategieën. Dit kan plaatsvinden middels de CES-en en het MIEK.

Om draagvlak te creëren is een goede wisselwerking tussen burgers en de overheid van belang. De participatie van burgers in de RES-en zorgt voor lokaal momentum en draagvlak. Dit biedt kansen voor het vergroten van het maatschappelijk draagvlak voor de benodigde infrastructuur voor de energietransitie van de industrie. Hierbij is het van belang om te **bewaken en garanderen dat de RES-en niet uitsluitend regionaal zijn** maar ook omliggende regio's meenemen qua infrastructuur en context. **Brede aansturing van de RES-en** is hierbij essentieel.
Ook transparantie tussen de overheid en industrie is van belang. Hiervoor kunnen de CES-en dienen, welke informatie uitwisselen met het MIEK (op Rijksniveau) en de RES-en (op regionaal niveau).

Het creëren van maatschappelijk draagvlak is vaak ook een kwestie van informatievoorziening en manier van communiceren. Het Rijk en de industrie gezamenlijk dienen dan ook verdere **nadruk te leggen op de mogelijke opbrengsten en nieuwe economische kansen van de energietransitie**. Hiernaast zorgt de Nederlandse industrie voor werkgelegenheid en economische ontwikkeling. Het is daarom van belang dat **overheden én de industrie benadrukken wat haar toegevoegde waarde is.** Zo kan het maatschappelijk draagvlak toenemen.



DNV GL © 2020

7 Toetsing

DNV GL © 2020

7. Toetsing – Samenvatting

Waar de plannen tot 2030 redelijk concreet zijn, is de ontwikkelingsrichting naar 2050 onduidelijker. Om hier toch duiding aan te kunnen geven, toetst dit hoofdstuk de lijn die nu ingezet is in clusterplannen en projecten aan de hand van verschillende visies en plannen voor 2050. Het uitgangspunt hierbij zijn de vier scenario's en bijbehorende sturingsmodellen uit de ii3050 studie in opdracht van Netbeheer Nederland: regionaal, nationaal, Europees of internationaal. Deze scenario's vormen de 'hoekpunten' waarbinnen het Nederlandse energiesysteem zich zou kunnen ontwikkelen.

Elk sturingsmodel leidt tot een verschillend transitiepad met betrekking tot oplossingsrichtingen, technologiekeuzes, H_2, toepassing CCS en de mate van zelfvoorziening van RES elektriciteitsproductie. De plannen voor 2050 liggen vooral in lijn met het scenario nationale sturing, waarbij Nederland grotendeels zelfvoorzienend is in haar elektriciteitsproductie uit wind op zee, welke is gekoppeld aan grootschalige elektrolyse die met een nationale backbone vervoerd wordt. Ook bevatten de plannen elementen van regionale en EU sturing. Regionale sturing verbetert het maatschappelijke draagvlak, en EU sturing is noodzakelijk voor het creëren van een Europees level playing field voor de industrie. De buitenlandanalyse uit Hoofdstuk 3 geeft aan dat Duitsland en België ook vooral aan nationale sturing doen, maar dat er genoeg ruimte blijft voor samenwerking en uitwisseling van grondstoffen.

Verder is ook per modaliteit het verwachte toekomstbeeld richting 2050 geschetst.

Toekomstbeeld waterstof
Na 2030 is de verwachting dat in Nederland op grote schaal groene en blauwe H_2 geproduceerd wordt, waarbij de groei met name in het groene segment zal plaatsvinden. Voorwaarde is een sterkere koppeling van Wind op Zee en elektrolyse. Hierbij moeten partijen belangrijke keuzes maken, met name met betrekking tot productie en transport. Hierbij kan gekozen worden voor onshore of offshore productie. Via een nationale H_2 backbone kunnen alle clusters voorzien worden.

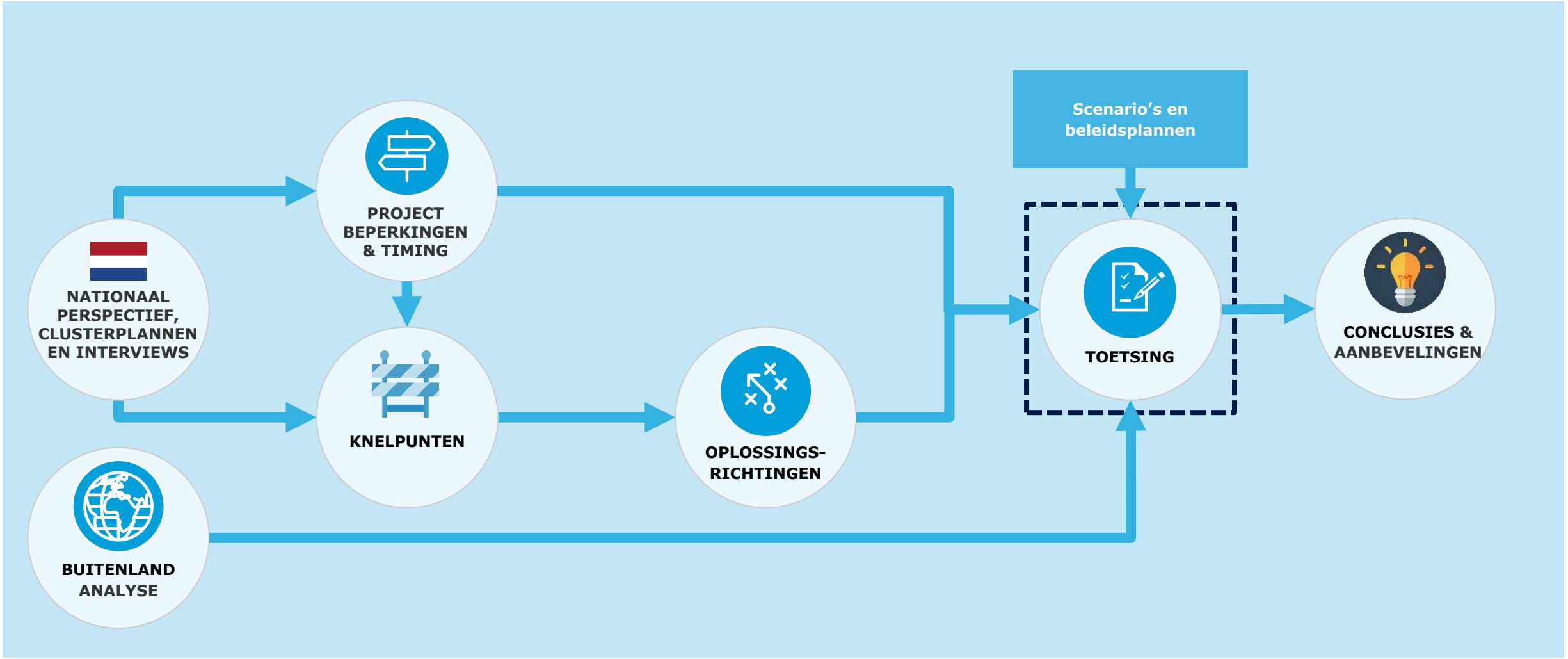
Gezien de ontwikkelingen op het gebied van een H_2 backbone in Duitsland en de vraag naar H_2 in NRW is een koppeling tussen beide landen logisch. Voor handel met België kan gebruik gemaakt worden van bestaande H_2 leidingen. Op deze manier is Nederland ideaal gepositioneerd om zich te ontwikkelen tot H_2 hub voor Noordwest Europa.

Toekomstbeeld CO_2
Na 2030 zal de afvang van CO_2 zich naar verwachting verder uitbreiden, zowel via aansluiting van additionele locaties en industrieën in Nederland als internationaal. Ook utilisatie van CO_2 gaat een belangrijkere rol spelen. Vanwege de bredere uitrol van afvang en toepassing van utilisatie is het waarschijnlijk dat hierin een grensoverschrijdend marktmechanisme zal ontstaan. Uitgebreide koppeling van industrieën in het ARRRA cluster zal de meest effectieve methode zijn om deze bredere markt te ontsluiten. Hierbij zou het voor Nederland het voordeligst zijn als de transportleidingen vanuit Antwerpen of Rotterdam naar Nordrein Westfalen via Chemelot lopen. Chemelot zal zo een belangrijke rol vervullen als spil in een CO_2 rotonde. Vanwege de mogelijkheid tot multi-use, kan CO_2 infrastructuur op termijn ook hergebruikt kan worden het transport van andere grondstoffen.

Toekomstbeeld elektriciteit
Belangrijke ontwikkelingen in de elektriciteitssector richting 2050 zijn de toenemende vraag uit P2H en P2H2 en de toenemende productie uit duurzame bronnen. De ontwikkeling van Wind op Zee zal richting 2050 leiden tot infrastructurele uitdagingen en vraagstukken met betrekking tot de mogelijke aanlanding. Hierbij speelt per situatie de vraag hoe je deze opgewekte energie het beste kan transporteren – via moleculen of elektronen. Er zullen in een vroeg stadium keuzes gemaakt worden om congestie op het landelijke transportnet te voorkomen. Ook zal verdere verzwaring van lokale distributienetten nodig blijven.

Toekomstbeeld warmte
De potentie voor gebruik van stoom en restwarmte uit de industrie zal in 2030 niet volledig gerealiseerd zijn, waardoor na 2030 een significant potentieel voor decarbonisatie van de warmtevoorziening blijft bestaan. Het is van belang om richting 2050 het resterende potentieel te realiseren. Ook andere technologieën kunnen na 2030 een rol gaan spelen in de warmtetransitie, zoals HT-warmtepompen, een uitgebreide toepassing van geothermie of aquathermie.

7. Toetsing



DNV GL © 2020

7. Toetsing – Aanpak

Waar de plannen tot 2030 redelijk concreet zijn, is de ontwikkelingsrichting naar 2050 onduidelijker. Om hier toch duiding aan te kunnen geven, toetst dit hoofdstuk de lijn die nu ingezet uit clusterplannen en projecten wordt aan de hand van verschillende visies en plannen voor de periode 2030-2050. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van twee soorten bronnen: scenario's en beleidsplannen die impact gaan hebben op het nationale beleid, en de resultaten van de buitenlandanalyse in Hoofdstuk 3.

Dit zal ten eerste leiden tot een algemeen beeld van de verschillende mogelijke ontwikkelingsrichtingen, alvorens in te zoomen op de vier modaliteiten. Per modaliteit worden visies, keuzemogelijkheden, benodigdheden en mogelijke no-regret stappen geanalyseerd.

Qua additionele bronnen is voor deze toetsing gebruik gemaakt van:

- Conceptrapportage integrale infrastructuurverkenning 2030-2050 fase 1.[44]
- TenneT & Gasunie Infrastructure Outlook Phase I & II.[3][45]
- Brief Minister Wiebes "Structurele duurzame economische groei" aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal, gedateerd 13 december 2019.[46]
- Plannen EU Green Deal voor thema's *Clean Energy* en *Sustainable Industry.*[47]



DNV GL © 2020

7. Toetsing – Scenarios & beleidsplannen

Het startpunt voor deze toetsing zijn de vier scenario's uit de **Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (ii3050)**. De scenario's uit de ii3050 zijn immers zeer divers van richting en schatten de samenstelling van de energievoorziening in 2050 radicaler in dan andere bronnen. Hiermee kunnen ze gezien kunnen worden als vier hoekpunten waarbinnen de transitie in Nederland zich zal bewegen.

De scenario's zijn gebaseerd op verschillende niveaus van sturing: regionaal, nationaal, Europees of internationaal (mondiaal). De vorm van sturing heeft hierbij sterke invloed op de ontwikkeling van de energievraag in industrie, alsmede hoe men aan deze vraag voldoet. Hierbij is een belangrijk uitgangspunt hoe regionaler het niveau van sturing, des te minder ruimte er is voor industrie in Nederland. Het regionale scenario voorziet op energiegebied een focus op lokale zelfvoorzienendheid door energieproductie uit de RES, warmtevoorziening uit warmtenetten middels geothermie en elektrificatie. Hierdoor is er minder ruimte voor landelijke voorzieningen als WoZ en groene H_2 productie. Ook zal de focus op de regio leiden tot een keuze voor de industrie om radicaal te verduurzamen, of te vertrekken – met de verwachting dat dit zal leiden tot industriële krimp. Door de focus op de regio, zal echter het draagvlak onder burgers voor gekozen oplossingen wel het beste zijn in dit scenario. Dit benadrukt de noodzaak van draagvlakcreatie middels de RES-en.

Het nationale scenario sluit het beste aan bij de lijn die momenteel uitgezet is in de oplossingsrichtingen, met de realisatie van grote nationale projecten waarbij het Rijk risico's afdekt en ook projecten met hoge aanlooprisico's gerealiseerd kunnen worden. Hierbij is het doel om als land waar mogelijk zelfvoorzienend te worden door middel van grootschalige elektriciteitsproductie uit WoZ, gekoppeld aan grote hoeveelheden elektrolyse. Dit wordt dan middels een nationale backbone door het land verspreid. Dit scenario sluit ook aan op de **Infrastructure Outlook 2050 (IO2050)** van TenneT & Gasunie. De IO2050 raadt aan om elektrolysecapaciteit nabij grootschalige hernieuwbare elektriciteitsproductie te plaatsen. Ook wordt aangegeven dat het bestaande gasnetwerk kan worden gesplitst in een netwerk voor H_2 en methaan, met voldoende capaciteit.

Ook de visie uit de **Groeibrief van Minister Wiebes (Groeibrief)** voorziet investeringen vanuit Nederland in sleuteltechnologieën als H_2 en CCS op nationaal niveau om afhankelijkheid van het buitenland hierin te voorkomen. Verder sluit het nationale perspectief ook het beste aan bij de resultaten van de **buitenlandanalyse** uit dit rapport. Hierin voorziet Nederland, evenals Duitsland en België, waar mogelijk in haar eigen energievoorziening, maar bestaat de ruimte om overschotten en tekorten van elektriciteit en andere modaliteiten internationaal uit te wisselen. Dit stelt ook de industrie in de betreffende landen in staat om vanuit hun huidige posities te verduurzamen, zonder hierbij hinder te ondervinden van regionale knelpunten.

Het scenario met Europese sturing voorziet dat de ETS wetgeving wordt aangepast en dat nationale CO_2 targets worden afgeschaft om gezamenlijk als Europa invulling te geven aan decarbonisatie. Hierdoor kunnen verduurzamingsontwikkelingen plaats gaan vinden waar dit het goedkoopst is. De sturing hiervoor komt vanuit een EU-brede CO_2 belasting die over de jaren heen hoger wordt. Dit zal leiden tot een *level playing field* waar Nederland middels kennis en innovatie een competitieve voorsprong kan nemen op haar concurrenten in het buitenland, om op deze wijze de komst van industrie naar Nederland te stimuleren en verdere economische groei te faciliteren. Dit sluit hiermee ook aan op elementen uit de Groeibrief, waarin onderzoek en innovatie in combinatie met een *level playing field* zouden moeten leiden tot groeisectoren in plaats van krimpsectoren. Ook elementen uit de **Europese Green Deal** als een CO_2 heffing aan de poorten van Europa vinden hierin hun plek, gezien ook deze elementen waarborgen dat de Europese industrie niet blootgesteld wordt aan oneerlijke concurrentie uit de rest van de wereld. Waar dit scenario afwijkt van de huidige plannen qua energievoorziening is een nationale focus op groen gas, met beperkte nationale productie en daarmee een afhankelijkheid van import voor H_2.

Het scenario met internationale sturing voorziet globale samenwerking en overeenstemming, waardoor oplossingen volledig aan de markt worden overgelaten en oplossingen geïmplementeerd worden waar deze het goedkoopste zijn. Hierdoor hoeft Nederland minder zelfvoorzienend te zijn in haar energievoorziening.

7. Toetsing – Perspectief na 2030

H_2 en CO_2

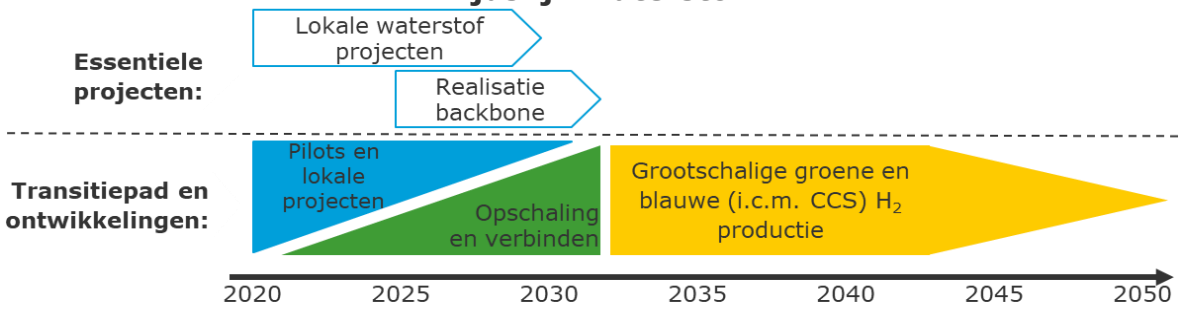
H_2

- Perspectief H_2 na 2030 wordt gekenmerkt door opschaling van productie, waarbij de voorkeur gegeven wordt aan groene H_2 over blauwe H_2.
- Om grootschalige productie van groene H_2 mogelijk te maken, dienen elektrolyse en WoZ sterk aan elkaar gekoppeld te worden. Hierbij zal gekozen moeten worden tussen onshore en offshore elektrolyse. Dergelijke afwegingen gaan een belangrijke rol spelen in toekomstige projecten als NortH2. Per situatie dient voor WoZ gekozen te worden tussen transport middels elektronen en moleculen. In deze afweging is het van belang dat de mogelijkheid tot hergebruik van bestaande infrastructuur meegenomen wordt. Dit geldt voor mogelijke productielocaties op offshore platforms, transport middels bestaande leidingen en grootschalige opslag in gebruikte olie- en gasvelden. Alternatief kunnen ook HVDC kabels in bestaande buizen gelegd worden om projecten te versnellen en kosten te verlagen.
- Voor transport van H_2 op land kan gebruik gemaakt worden van de voorziene nationale backbone. Gezien de focus op H_2 in België en Duitsland ligt internationale koppeling voor de hand. In Duitsland zijn reeds plannen voor een eigen backbone, waarop Nederland kan aansluiten om internationale handel te faciliteren. Mocht de backbone in Nederland eerder gerealiseerd worden, kan het Ruhrgebied mogelijk reeds vanuit Nederland van H_2 voorzien worden voordat koppeling op nationale schaal plaatsvindt. Voor handel met België kan gebruik gemaakt worden van bestaande H_2 leidingen. Op deze manier is Nederland ideaal gepositioneerd om zich te ontwikkelen tot H_2 hub voor Noordwest Europa.
- Grootschalige productie van groene H_2 presenteert ook kansen tot kosteneffectieve spin-offs naar sectoren als mobiliteit, elektriciteitsproductie en verwarming in de gebouwde omgeving.

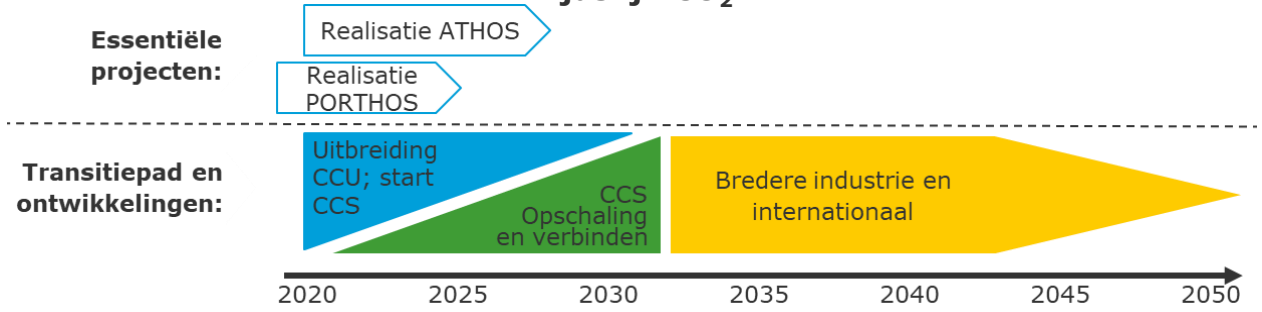
CO_2

- Na 2030 zal de afvang van CO_2 zich naar verwachting verder uitbreiden, zowel middels de aansluiting van additionele locaties en industrieën in Nederland als internationaal.
- Naast opslag zal ook utilisatie van CO_2 een steeds belangrijke rol gaan spelen om grootschalige circulariteit in de industrie mogelijk te maken.
- Vanwege de bredere uitrol van afvang en toepassing van utilisatie is het waarschijnlijk dat hierin een marktmechanisme zal ontstaan. Het realiseren van koppelingen met het buitenland zal voor Nederland voordelig zijn, aangezien Nederland op het gebied van CC(U)S voor ligt op andere landen, en de opslag van CO_2 in Duitsland geen volledig maatschappelijk draagvlak heeft.
- Uitgebreide koppeling van industrieën in het ARRRA cluster zal de meest effectieve methode zijn om deze bredere markt te ontsluiten, waarbij het voor Nederland voordelig zou zijn als de transportleidingen vanuit Antwerpen of Rotterdam via Chemelot naar NRW lopen. Hiermee wordt Chemelot de spil in een CO_2 rotonde.
- Naast de transport van CO_2 biedt transport via Chemelot mogelijkheden om via dezelfde corridors tussen het ARRRA cluster ook andere grondstoffen voor de chemische industrie te transporteren. Hierbij zou *multi-use* infrastructuur optimaal zijn, wanneer transport van CO_2 niet langer nodig is, kan de infrastructuur gebruikt worden voor transport van andere grondstoffen.
- Het toepassen CCS wordt voorzien voor een periode van 30 jaar. Bij aanleg van infrastructuur kan rekening gehouden worden met toekomstig transport van andere grondstoffen (multi-use). Hiermee wordt aanleg van infrastructuur voor het transporteren van CO_2 ook op korte termijn een *no-regret* optie.

Tijdslijn waterstof



Tijdslijn CO_2



DNV GL © 2020

7. Toetsing – Perspectief na 2030

Elektriciteit en warmte/stoom

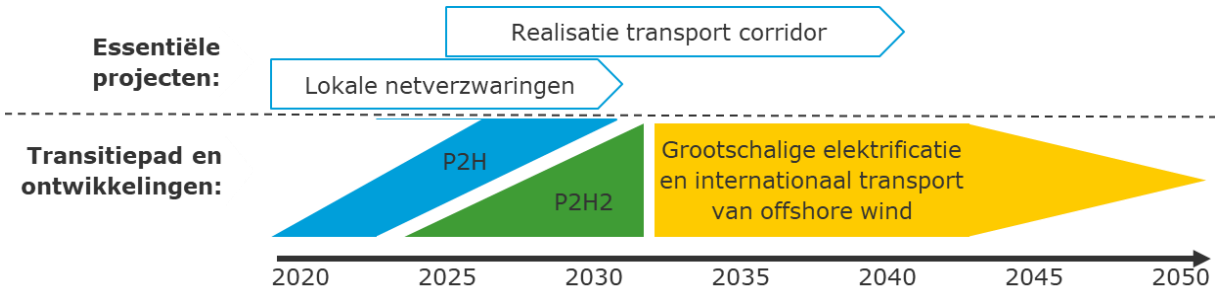
Elektriciteit

- Belangrijke ontwikkelingen in de elektriciteitssector richting 2050 zijn de toenemende vraag uit P2H en P2H2, en toenemende productie uit duurzame bronnen.
- De precieze hoogte van vraag en aanbod zijn nog in het ongewisse, gezien deze sterk afhankelijk zijn van uitvoering van het klimaatakkoord en ontwikkelingen na 2030. Zo voorziet de ii3050 tussen de 136-214 GW aan duurzame opwek uit een wisselend aanbod van bronnen, met 3-42 GW elektrolyse en 6-26 GW aan P2H aan de vraagkant.
- Wat echter onderdeel is van alle scenario's, is de grootschalige ontwikkeling van WoZ. Deze ontwikkeling zal richting 2050 leiden tot infrastructurele uitdagingen en vraagstukken betreffende de mogelijke aanlanding.
- In de discussie omtrent moleculen versus elektronen is reeds benoemd dat rekening gehouden dient te worden met bestaande infrastructuur voor moleculen, echter dient aan de kant van de elektronen ook gekeken te worden naar de ontwikkeling van de vraag naar groene stroom.
- Gezien de ontwikkeling van de vraag naar groene stroom met name verwacht wordt in de buurt van reeds voorziene aanlandingspunten van WoZ, is ook de elektronen-optie voor (een deel van) WoZ een valide keuze. Echter dient vervolgens wel gestimuleerd te worden dat dergelijke vraagontwikkeling ook specifiek in deze gebieden plaatsvindt, om grootschalige congestie in landelijke transmissienetten te voorkomen. Ook zal verdere verzwaring van distributienetten noodzakelijk blijven.

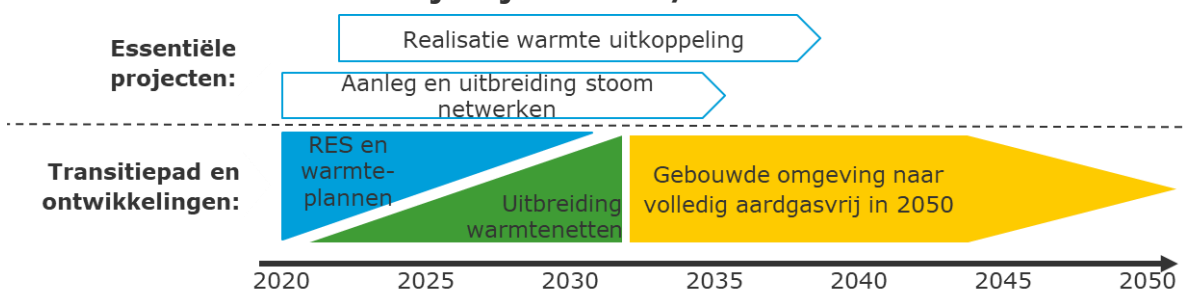
Warmte/stoom

- De uitwisseling van warmte en stoom tussen bedrijven en sectoren bieden een significant potentieel voor decarbonisatie voor de industrie. Met name in Cluster 6 is de uitkoppeling van restwarmte een belangrijke decarbonisatie optie.
- Richting 2030 is het van belang dat het reeds geïdentificeerde potentieel voor warmte uitwisseling verder gerealiseerd gaat worden. Dit geldt zowel voor uitwisseling van warmte en stoom tussen bedrijven, als de uitkoppeling van industriële restwarmte naar de gebouwde omgeving.
- De uitkoppeling van restwarmte en uitwisseling van stoom is vanwege het lokale karakter niet in alle gebieden mogelijk. Wanneer de kosten van gasverbruik stijgen en nieuwe technologieën als HT-warmtepompen en geothermie competitief worden, zal de warmtetransitie op korte termijn kunnen versnellen.
- Verdere decarbonisatie is mogelijk middels een daling van de warmtevraag, welke gerealiseerd kan worden door middel van toenemende procesefficiëntie in de industrie en verbeterde isolatie in de gebouwde omgeving.

Tijdslijn elektriciteit



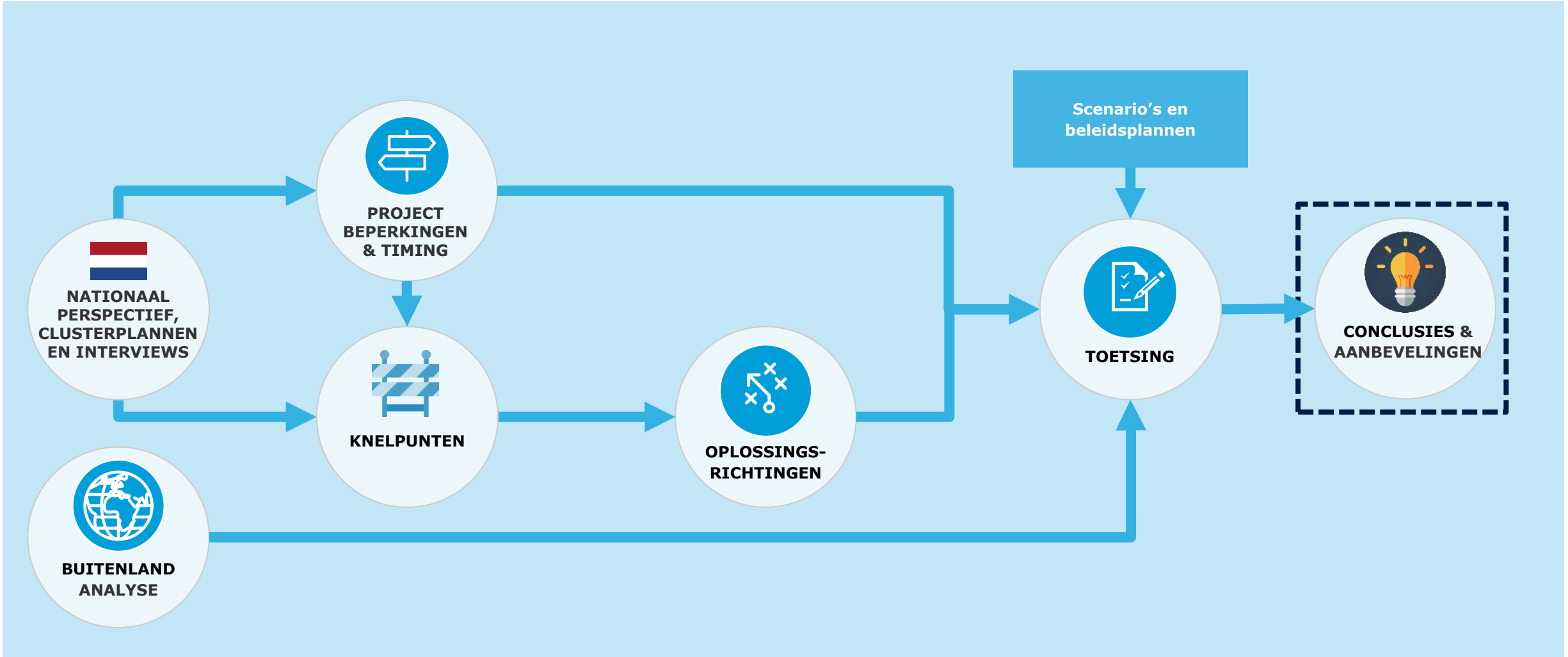
Tijdslijn warmte/stoom



DNV GL © 2020

8 Conclusies en aanbevelingen

8. Conclusies en aanbevelingen



DNV GL © 2020

8. Conclusies en aanbevelingen

Aanleiding
Volgens het Klimaatakkoord mag transitie van de industrie niet stuklopen op een gebrek aan infrastructuur. Een Taskforce Infrastructuur, Klimaat en Industrie (TIKI) is ingesteld om zicht te krijgen op de plannen van de industrie en welke infrastructurele behoeften hieruit voortvloeien. Hierbij zijn technische beperkingen en niet technische knelpunten geïdentificeerd, waarvoor oplossingen zijn aangedragen. Middels dit rapport ondersteunt DNV GL de Taskforce in de uitvoering van haar opdracht.

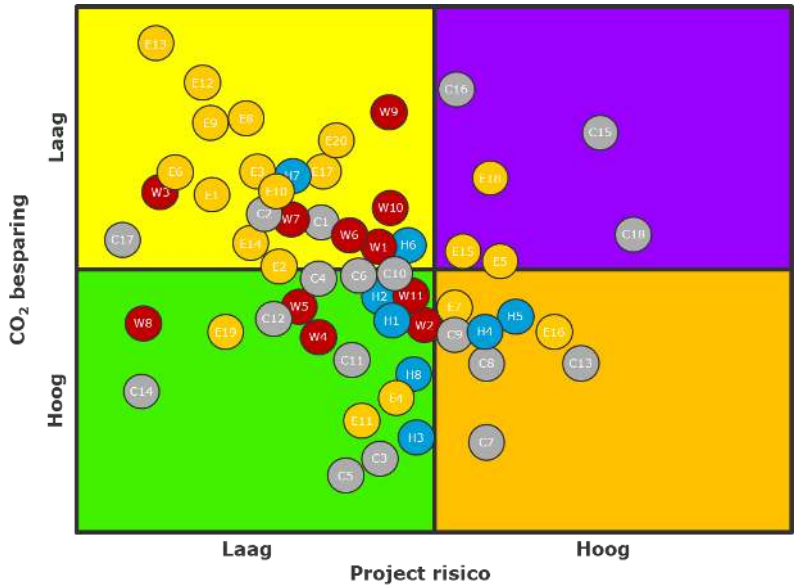
Aanpak
De input voor deze studie is in eerste instantie gekomen uit de plannen van elk van de vijf industriële clusters (Noord-Nederland, Rotterdam-Moerdijk, Noordzeekanaalgebied, Smart Delta Region Zeeland & Chemelot) alsmede de decentrale industrieën die samen Cluster 6 vormen. Dit is aangevuld met interviews met verschillende stakeholders, zoals industriële clusters, individuele bedrijven, beheerders van infrastructuur, kennisinstellingen en de overheid. Ook is een inventarisatie gemaakt van de plannen op het gebied van energietransitie in Duitsland en België.

Nationaal perspectief
De eerste stap in deze studie was het creëren van een nationaal perspectief, met hierin een beschrijving van de verschillende facetten van het huidige energiesysteem en de onderliggende infrastructuur. Hieruit kan opgemaakt worden dat:
Op het landelijke hoogspanningsnet (380/220 kV) zijn voor de tot 2030 geplande projecten nog aansluitmogelijkheden. Afhankelijk van de precieze locatie en vraagontwikkeling kunnen lokaal capaciteitsproblemen ontstaan. Na 2030 worden verdere beperkingen op het 380/220 kV net verwacht, waardoor op korte termijn keuzes gemaakt moeten worden. Op lagere niveaus zijn er lokaal beperkingen te verwachten.

Het gasnet in Nederland bestaat uit parallelle leidingen. Capaciteit op deze leidingen kan op veel plekken vrijgemaakt worden waardoor het technisch mogelijk is om op korte termijn een landelijke H_2 backbone te realiseren.
Nederland is zowel nationaal als internationaal via buisleidingen sterk verbonden. Veel van deze capaciteit aan pijpleidingen komt de komende tien jaar vrij.
In de buurt van de industriële clusters, inclusief Cluster 6, is een hoge potentie voor de uitkoppeling van restwarmte naar de gebouwde omgeving en glastuinbouw.

Buitenlandanalyse
België en Duitsland staan voor een vergelijkbare opgave omtrent de energietransitie, maar kiezen voor een andere aanpak. In Duitsland wordt gekozen voor een top-down benadering, die investeringen in duurzame alternatieven tot de enige rationele optie verheft. In de praktijk heeft dit met name geleid tot pilotprojecten. In België zijn er geen concrete industriële targets, en ontstaan initiatieven bottom-up. In beide landen ligt de focus op H_2 en CCS. Hierbij ontstaan kansen voor Nederland voor internationale samenwerking en koppeling van infrastructuur, waarbij Nederland een positie kan verwerven als internationale rotonde voor energie, CO_2 en industriële grondstoffen. Hierbij is het van belang om samen te werken met onze buurlanden op het gebied van onder andere regelgeving, kwaliteitseisen en subsidies.

Project beperkingen & timing
De geïnventariseerde decarbonisatie projecten uit de clusterplannen en interviews zijn beoordeeld op basis van het CO_2 besparingspotentieel en projectrisico. Dit wordt weergegeven in onderstaand kwadrant.



DNV GL © 2020

8. Conclusies en aanbevelingen

De projecten zijn gecategoriseerd in vier modaliteiten (H_2, CO_2, elektriciteit en warmte/stoom). Elk van deze modaliteiten heeft haar eigen beperkingen, maar voor oplossing is het van belang dat een integraal perspectief genomen wordt waarin de modaliteiten en de mogelijkheden die deze bieden tegen elkaar afgewogen worden.

Voor elektriciteit is reeds geconstateerd dat voor de geplande projecten tot 2030 aansluitmogelijkheden zijn, maar dat voor de periode na 2030 keuzes gemaakt moeten worden. Voor netverzwaring zijn de doorlooptijden lang, en in veel gevallen is het niet de meest kostenefficiënte optie. Wanneer de transportcapaciteit voor elektriciteit tegen zijn grenzen aanloopt, is transport middels moleculen een alternatief met voldoende capaciteit dat tegen lagere kosten gerealiseerd kan worden. Derhalve beveelt deze rapportage aan om het perspectief 'moleculen, tenzij' te hanteren, en bij besluiten omtrent infrastructuur integraal te kijken naar de volledige keten om zo per situatie de maatschappelijk optimale keuze te maken. Uit een analyse van afhankelijkheden tussen geplande projecten is gebleken dat het grootste besparingspotentieel dan ook ligt in grootschalige projecten op het gebied van H_2 en CO_2.

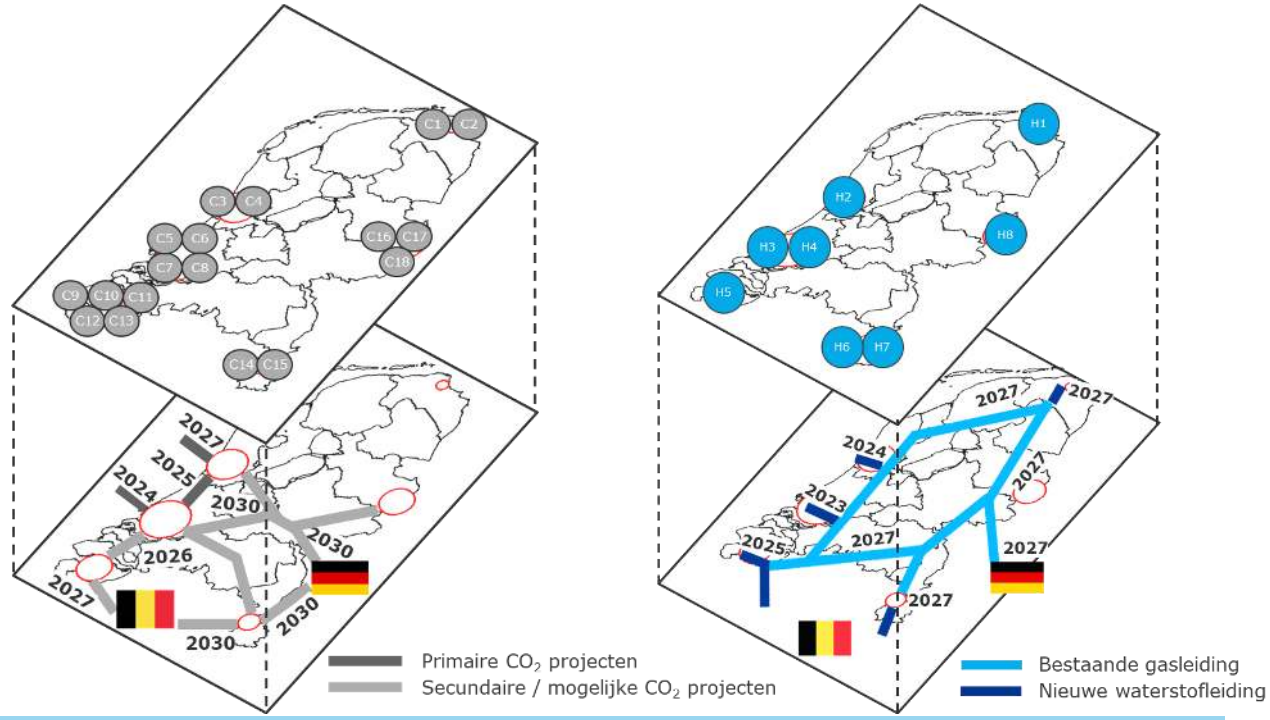
Voor H_2 geldt dat projecten tot 2025 overwegend lokaal van aard zijn, waarbij de geproduceerde H_2 middels infrastructuur binnen het cluster getransporteerd wordt. Na 2025 staat opschaling van elektrolyse naar GW-schaal gepland, en is landelijke infrastructuur in de vorm van een H_2 backbone wenselijk voor uitwisseling van H_2 tussen clusters.

Vijf van de industriële clusters hebben plannen voor CO_2 afvang. Om dit mogelijk te maken is hoofdinfrastructuur voor transport en opslag benodigd. Hiervoor is het van belang dat de CCS projecten Porthos en Athos op korte termijn gerealiseerd worden en dat levering van CO_2 uit Chemelot, Zeeland en Cluster 6 aan Porthos of Athos mogelijk gemaakt wordt.

Er is een groot potentieel voor projecten op het gebied van stoomuitwisseling en de benutting van restwarmte. Er zijn hierbij geen technische beperkingen of afhankelijkheden geconstateerd. Warmteprojecten kunnen gerealiseerd worden wanneer de niet-technische knelpunten worden opgelost. Naast de industrie faciliteert dit ook de decarbonisatie van de gebouwde omgeving en glastuinbouw.

Onderstaande kaarten geven weer wanneer een behoefte aan hoofdinfrastructuur voor transport van H_2 en CO_2 ontstaat. De vermelde jaartallen zijn gebaseerd op de clusterplannen en de voorziene timing en realisatie van projecten.

CO_2 afvang in Cluster 6 is mogelijk vanaf 2030. Zeeland en Chemelot hebben reeds CO_2 beschikbaar. Fysieke koppeling aan Porthos is vanaf 2026 mogelijk; bij transport middels schepen kan levering eerder starten. De modulaire realisatie van de H_2 backbone dient gekoppeld te worden aan GW-schaal elektrolyse, waarvan de eerste oplevering in 2027 in Noord-Nederland is. Dit maakt ook de ontsluiting van H_2 opslag mogelijk. Vervolgens dient aansluiting van Chemelot prioriteit te hebben, aangezien daar beperkte groene H_2 productie mogelijk is. Tot slot kan de westelijke zijde van de backbone gerealiseerd worden.



DNV GL © 2020

8. Conclusies en aanbevelingen

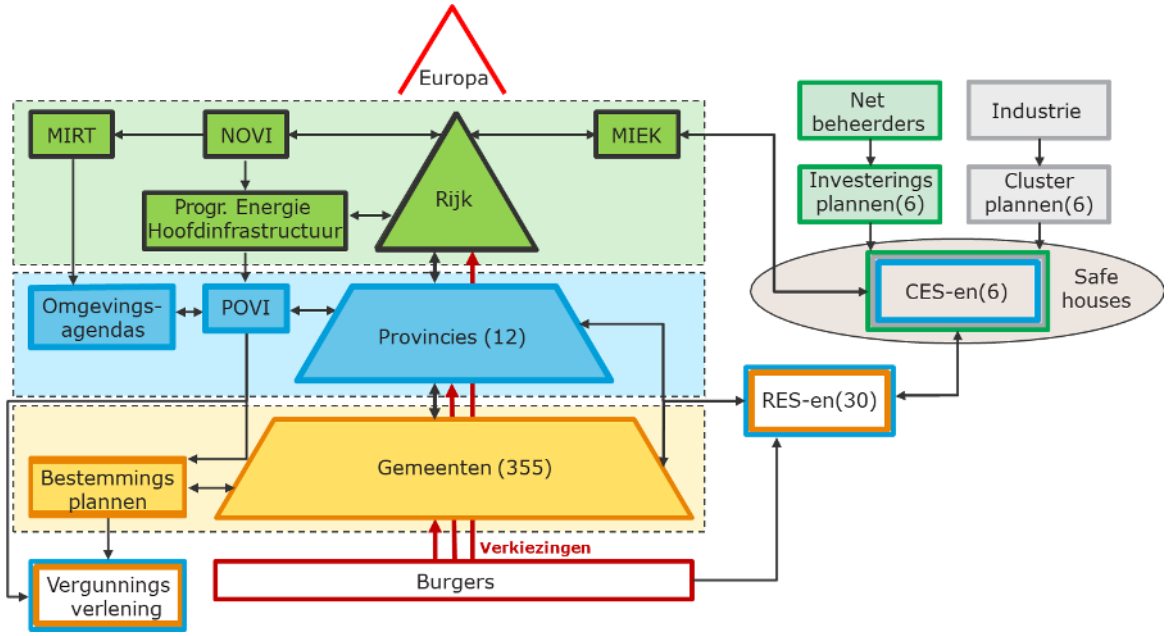
Knelpunten en oplossingen
Op basis van de clusterplannen alsmede de interviews zijn knelpunten en de daarop toepasbare oplossingen geïdentificeerd. Deze knelpunten en oplossingen zijn ingedeeld in vier categorieën: regulatorisch, economisch, bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak. Per categorie zijn de belangrijkste knelpunten en oplossingen uiteengezet:

Regulatorisch
Er bestaat momenteel geen wettelijke basis voor H_2, CO_2 en warmte. Een nieuw juridisch kader kan projecten ontsluiten, en dient onder andere een netbeheerder voor H_2, CO_2 en warmte aan te wijzen, en de markt in te richten voor H_2 en CO_2 analoog aan elektriciteit en gas. Ook dient een safehouse opgezet te worden voor de uitwisseling van bedrijfsgevoelige data.

Economisch
De onzekerheid rondom de business case belemmert investeringen. Met name het vollooprisico dient afgedekt te worden om infrastructurele projecten te ontsluiten. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door financiering en garanties uit een investeringsfonds. Ook bestaat een organisatorisch risico dat met name relevant is voor warmte/stoom projecten. Dit kan worden opgelost door een standaard marktmodel voor dergelijke projecten te ontwikkelen, waarin rol- en risicoverdeling wordt vastgelegd.

Bestuurlijk
Het belangrijkste knelpunt op bestuurlijk gebied is het gebrek aan regie vanuit de overheid. Dit kan worden opgelost door het oprichten van een afwegingskader waarbij de coördinatie en regie van projecten omtrent hoofdinfrastructuur en decarbonisatie-projecten van nationaal belang wordt opgetild naar Rijksniveau: het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK). Ook dient ruimtelijke reservering plaats te vinden middels afstemming tussen de NOVI, POVI's en de PEH.

Maatschappelijk draagvlak
Gebrek aan maatschappelijk draagvlak bemoeilijkt de energietransitie en wordt mede veroorzaakt door gebrek aan bestuurlijk commitment en onvoldoende duiding van het belang van de industrie en de kansen van de energietransitie. Het is aan het Rijk en de industrie om dit gezamenlijk te duiden. Ook zorgt de participatie van burgers in de RES-en voor lokaal momentum en draagvlak. Hierbij is het van belang dat de RES-en breed worden aangestuurd, zodat geborgd kan worden dat regio-overstijgende infrastructuur in de RES-en wordt meegenomen.



8. Conclusies en aanbevelingen

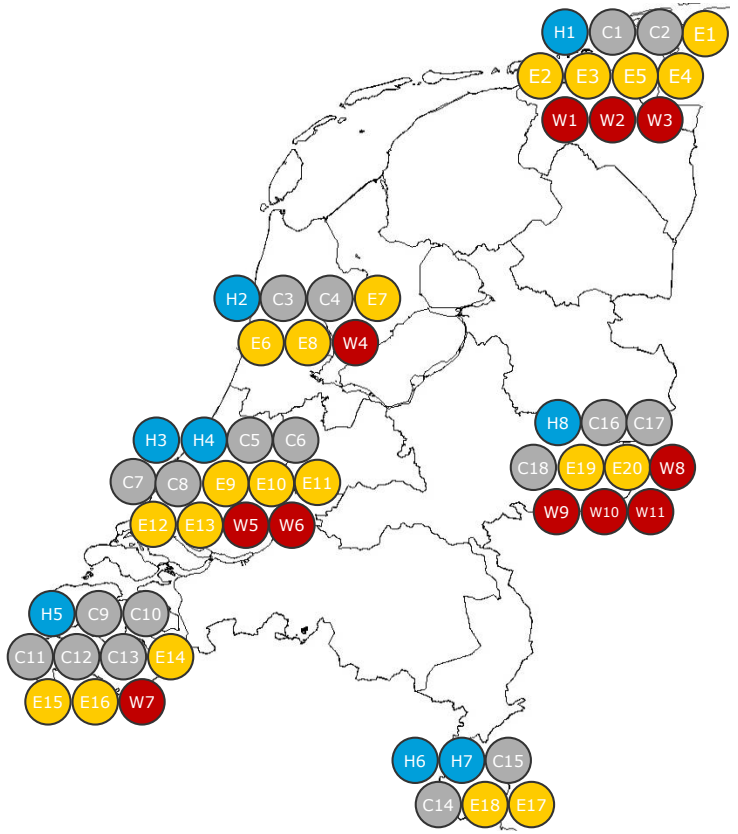
Om de klimaatdoelstellingen van 2030 te halen is het noodzakelijk om nu te handelen en keuzes te maken. In dit rapport is een breed scala aan knelpunten en bijbehorende oplossingen geïdentificeerd die hier richting aan kunnen geven. Onder deze knelpunten en oplossingen vallen geen onoverkomelijke zaken, dus handelen op korte termijn is mogelijk, en gezien de urgentie: noodzakelijk.

Bij het opstellen van dit rapport zijn veel plannen, haalbaarheidsstudies en beleidsnota's geïnventariseerd. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er op veel onderwerpen een goed beeld bestaat over de mogelijkheden, kansen en haalbaarheid. Het is nu van belang om hier een volgende stap in te zetten, en om plannen te concretiseren. Onderwerpen die met name geconcretiseerd moeten worden zijn:

- De timing van oplevering van de H_2 backbone, en wanneer welke clusters worden aangesloten.
- Het aansluiten van clusters Zeeland, Chemelot en cluster 6 op Porthos en Athos, en het effect hiervan op de dimensionering van Porthos en Athos.
- Concretisering van plannen op het gebied van cross-border infrastructuur en hoe dit de internationale uitwisseling van modaliteiten kan bespoedigen.
- Het koppelen van bestaande infrastructuur (on- en offshore) aan de infrastructurele behoefte van de industrie en energietransitie.

Met het oog op 2050 zijn ook keuzes binnen afzienbare tijd gewenst. Dit is enerzijds vanwege de lange doorlooptijd van infrastructurele projecten en besluitvormingsprocessen, maar ook voor Nederland om de economische kansen die zullen ontstaan te benutten. Wanneer gekeken wordt naar de transitie in Duitsland en België, bewegen deze landen dezelfde kant op. Vanuit een economisch perspectief zou koppeling van infrastructuur en systeem op het gebied van H_2 en CO_2 een logische stap zijn, met een positief effect op de business case van Nederlandse projecten. Ook is er de mogelijkheid om de internationale koppeling uit te breiden met de uitwisseling van verdere economische grondstoffen. Door in te zetten op toekomstig hergebruik van infrastructuur (multi-use), kan op termijn de infrastructuur voor transport en opslag van CO_2 worden hergebruikt voor andere doeleinden. Met het oog op de verwachte toekomstige schaalgrootte van uitwisseling van H_2, CO_2 en andere grondstoffen is investering in infrastructuur op korte termijn al een no-regret stap. Door hierin het voortouw te nemen kan Nederland zichzelf een *first mover advantage* verschaffen, wat haar economische positie in de regio zal verstevigen.

Dit rapport presenteert de knelpunten en oplossingen om industriële energietransitie te faciliteren. Verder geeft het rapport de handvaten voor besluitvormers om keuzes te maken. Het is nu aan die besluitvormers om deze keuzes te maken, over te gaan tot implementatie en zo de energietransitie van de industrie te bewerkstelligen.



DNV GL © 2020

8. Conclusies en aanbevelingen

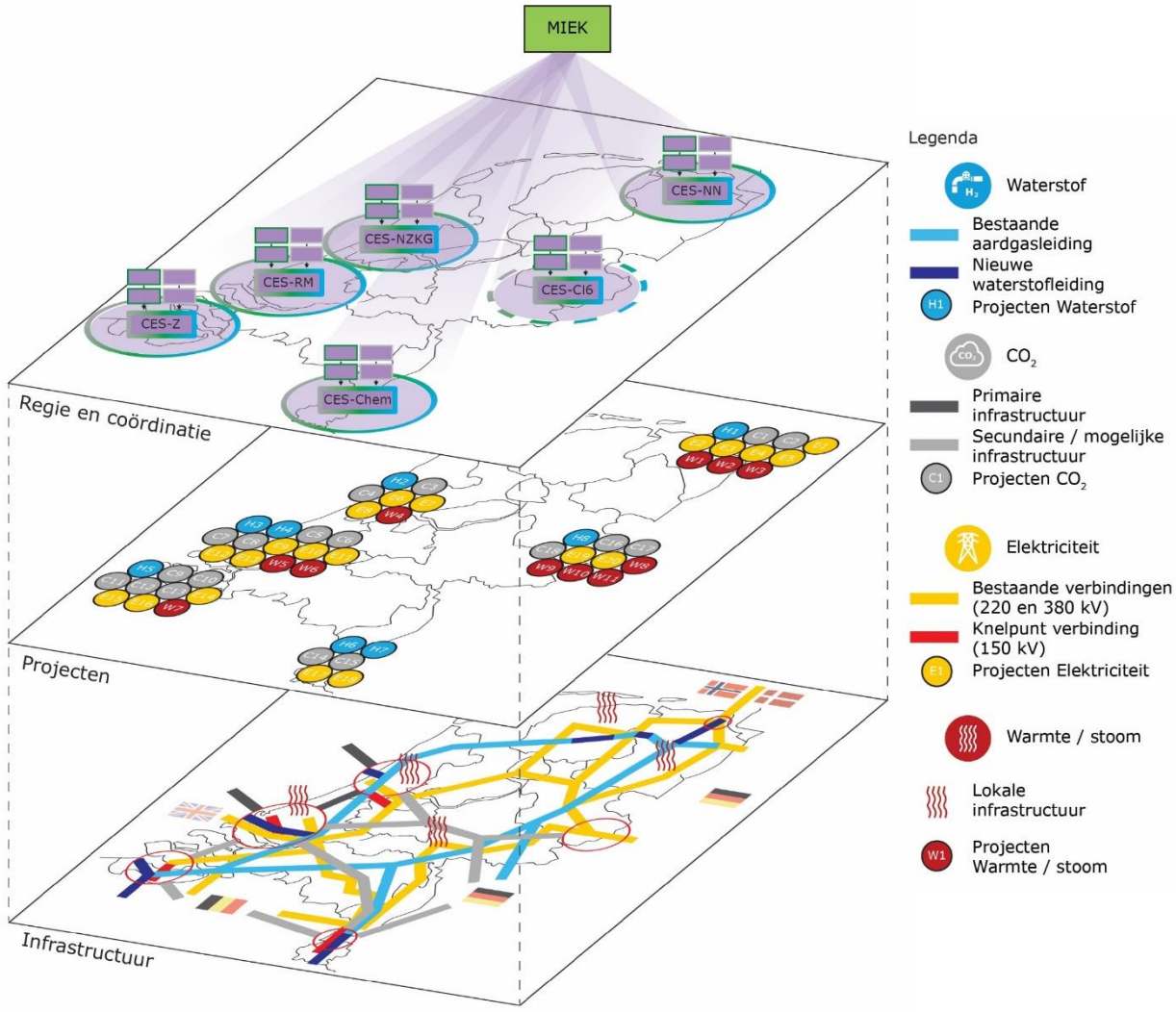
Graag doet dit rapport een aantal concrete aanbevelingen. Deze aanbevelingen vloeien voort uit de onderliggende informatie die in de afgelopen maanden is verzameld, de gevoerde expert gesprekken, consultatie sessies en interviews met de industrie.

1. Besef de urgentie

Met de projecten die dit rapport besproken zijn projecten kan de industriële doelstelling van het klimaatakkoord worden gehaald. Echter is het hierbij van belang om op korte termijn keuzes te maken. Anders zullen niet alle projecten voor 2030 gerealiseerd kunnen worden, of zullen kosten hoger uitvallen dan noodzakelijk. Dit is met name van belang vanwege de lange doorlooptijden van infrastructuur. Ook zal veel bestaande infrastructuur niet meer beschikbaar zijn voor hergebruik vanwege (verplichte) ontmanteling binnen de komende tien jaar.

2. Creëren MIEK (=Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat)

- Het MIEK is een strategische visie van hoofdinfrastructuur en systeemintegratie met een periodiek afwegingskader in samenspraak met industrie en infrabeheerders.
- In het MIEK wordt de coördinatie en regie van infrastructurele projecten die essentieel zijn voor de energietransitie opgetild naar Rijksniveau. Dit meerjarenprogramma moet worden opgezet in samenspraak met industrie en infrastructuurbedrijven, waarbij de rijksoverheid haar regietaak zwaarder invult dan voorheen binnen een gezamenlijk afgesproken kader.
- Betrek meerdere ministeries en stakeholders binnen het MIEK. Hierin ligt de verantwoordelijkheid bij een DG van EZK, en participeren alle stakeholders (zoals Financiën, I&W, BZK, industrie, infrabeheerders en decentrale overheden).
- Besluitvorming in het MIEK vindt tweejaarlijks plaats. Aansluiting bij het ritme van de Investeringsplannen, de cluster- en Regionale Energie Strategieën en de Nationale Agenda Laadinfrastructuur is cruciaal. De input voor het MIEK wordt op voorstel van de netbeheerders en in nauw overleg met en met inbreng van de representatieve organisaties van netgebruikers opgesteld. Hierbij dienen de clusters voor de noodzakelijke input te zorgen.
- Het aanmerken van projecten die in aanmerking komen voor het MIEK dient volgens een nieuw beoordelingskader plaats te vinden waarin kosten in de gehele keten, emissiereductie, systeemintegratie, internationale verbindingen, verdienmodel industrie en innovatie kunnen worden meegenomen.



8. Conclusies en aanbevelingen

3. Mogelijk maken CO_2 afvang, utilisatie en opslag

- De realisatie van CCS projecten Porthos en Athos is van essentieel belang voor de transitie naar een duurzame industrie, voor het behalen van de doelstellingen uit het Klimaatakkoord en voor het creëren van nieuwe economische kansen voor Nederland. Verder bieden Porthos en Athos andere clusters additionele mogelijkheden tot decarbonisatie. Levering van CO_2 uit de andere clusters kan plaatsvinden middels schepen of pijpleiding, de keuze tussen deze twee modaliteiten dient verder onderzocht te worden.
- EU-ETS regelgeving betreffende de levering van CO_2 aan non-ETS entiteiten (boten en opslagen) dient aangepast te worden om de geleverde CO_2 af te mogen trekken van de eigen emissie.
- De dimensionering van Porthos en Athos dient afgestemd te worden op toekomstige CO_2 levering, bijvoorbeeld vanuit de andere clusters of eventueel het buitenland.
- Het beheer van de CO_2-infrastructuur moet worden toegewezen aan een partij die beschikt over de nodige expertise, zoals EBN.
- Er dienen afspraken gemaakt te worden over toegang van derden waarbij rekening gehouden wordt met bestaande (private) infrastructuur.
- Het Rijk dient de wettelijke aansprakelijkheid voor opgeslagen CO_2 te dragen.

4. Realisatie H_2 backbone passend bij opschaling productie

- Met het oog op de verwachte toename van productie van en vraag naar H_2 is een nationale H_2 backbone noodzakelijk om de uitwisseling van H_2 tussen clusters te faciliteren. Het is van belang dat deze modulair wordt opgebouwd en de agenda van opschaling van H_2 projecten volgt.
- Het beheer van de H_2 backbone moet worden toegewezen aan een partij die beschikt over de nodige expertise, zoals Gasunie.
- Er dienen afspraken gemaakt te worden over toegang van derden waarbij rekening gehouden wordt met bestaande (private) infrastructuur.
- Kwaliteitseisen, veiligheidsvoorschriften en standaarden voor H_2 moeten worden opgesteld, hierbij wordt aanbevolen om af te stemmen met België en Duitsland in verband met mogelijke koppeling van H_2 infrastructuur in de toekomst.

5. Creëer een afwegingskader voor verschillende modaliteiten

Gezien de beperkingen die worden verwacht op het elektriciteitsnet is het van belang een keuze te maken voor transport middels elektronen of moleculen. Voor infrastructurele projecten dient men niet enkel te kijken naar de directe projectkosten, maar een systeemperspectief te hanteren waarin de verschillende mogelijkheden en effecten in de gehele keten worden meegenomen. Aangezien ontsluiting van transportcapaciteit middels een H_2 backbone over het algemeen goedkoper is dan het ontsluiten van vergelijkbare capaciteit op het hoogspanningsnet, raadt deze rapportage aan om het perspectief 'moleculen, tenzij' te hanteren. Op locaties met beschikbare netcapaciteit is er geen bezwaar voor het toepassen van elektrificatie. Op plekken waar dit niet het geval is wordt aanbevolen om andere modaliteiten zoals waterstof te onderzoeken. Echter dient niet enkel gekeken te worden naar de transportkosten maar naar de kosten voor opwek, conversie en de toepasbaarheid in de productie/inkoop/gebruiksketen. Hierbij moet de beschikbaarheid van voldoende decarbonisatieopties in alle clusters worden gegarandeerd. Indien CCS of H_2 onvoldoende reductiepotentieel bieden, zoals bijvoorbeeld in Cluster 6, kan dit een aanleiding zijn om elektrische infrastructuur op deze locatie te prioriteren.

6. Creëer een safehouse voor bedrijfsgevoelige data

Het dient mogelijk gemaakt te worden om, zonder de Mededingingswet te overtreden, noodzakelijke bedrijfsgevoelige data uit te wisselen bij projecten waar concurrerende bedrijven gezamenlijk deelnemen en timing essentieel is. Dit geldt met name voor Porthos, stoom en elektrolyse projecten met meerdere industriële afnemers. Een in te stellen *safehouse* kan vertrouwelijk de voorgenomen investeringen van de industrie en plannen van de netbeheerders voor infrastructuur toetsen en voorstellen doen voor nieuwe of beter te benutten infrastructuur zonder concurrentiegevoelige informatie prijs te geven.

8. Conclusies en aanbevelingen

7. Financiering energie infrastructuur

Om energie infrastructuur op tijd te kunnen realiseren kan de overheid bepaalde projectrisico's afdekken die deelnemende partijen nu niet kunnen overzien. Hierbij zijn het technisch risico en het vollooprisicio relevant. Zo bestaat de behoefte om sommige infrastructuur te overdimensioneren om daarmee toekomstige ontwikkelingen te faciliteren. Verder spelen er organisatorische vraagstukken ("wie doet wat en is waarvoor aansprakelijk?").

Financiering van projecten vindt primair plaats vanuit de markt. Echter is het van belang dat er additionele mogelijkheden komen om voor individuele bedrijven onoverkomelijke financiële risico's adequaat af te dekken.

- Het Invest-NL fonds is goed gepositioneerd voor het afdekken van het technisch risico van projecten.
- Voor technologieën met een zeer sterk innovatief karakter zou een innovatiefonds een goede aanvulling zijn.
- Het nieuw te vormen Groeifonds zou zich voornamelijk moeten richten op het financieren van projecten met een groot vollooprisico.
- Om het dimensioneringsvraagstuk adequaat te adresseren verdient het aanbeveling om te onderzoeken welke financieringsmaatregelen mogelijk zijn in aanvulling op het Groeifonds en Europese financieringsopties.

8. Nader onderzoek

- Grensoverschrijdend H_2 en CO_2 netwerk. Laat onderzoek uitvoeren naar de mogelijkheid van een grensoverschrijdend H_2 en CO_2 netwerk waarmee de clusters Chemelot en Zeeland kunnen worden verbonden. Het onderzoek zou zich moeten richten op de bijdrage van een dergelijk netwerk aan de versterking van de positie van de Nederlandse industrie binnen het ARRRA cluster. Het verdient aanbeveling dit onderzoek in nauwe samenwerking met alle betrokken partijen uit te voeren.

- Standaard voor lokale warmte en stoom projecten. Om de potentie aan het gebruik van industriële restwarmte en de uitwisseling van stoom te realiseren, is er behoefte aan onderzoek naar een gestandaardiseerd marktmodel. Dit model moet een heldere rolverdeling en organisatorische structuur neerzetten, en duidelijkheid verschaffen aan betrokken partijen rondom vraagstukken zoals 'wie doe wat' en 'wie draagt welk risico'.

9. Het updaten van dit onderzoek

Het is de aanbeveling om dit overzicht van decarbonisatie projecten en de inventarisatie van infrastructurele behoeften regelmatig te updaten. In dat licht valt deze studie te zien als het startpunt van de bovengenoemde MIEK structuur en zou het nuttig zijn om deze studie iedere twee jaar te updaten.

APPENDICES

A Bevindingen industriële clusters en infrastructuur

Bevindingen

Analyse en vergelijking van plannen industrie met infrastructurele plannen leidt tot technische beperkingen

- In dit hoofdstuk analyseren we per cluster de industriële en infrastructurele plannen. Hier baseren we ons op diverse interviews met bedrijven (voor overzicht van geïnterviewde partijen zie Appendix D) en bestaande literatuur zoals clusterplannen en bestaande studies.
- De presentatie van voorbeelden en projecten hieronder kent verschillende mate van detail en concreetheid. Dit is niet altijd een reflectie van de staat van het project zelf, maar vooral het resultaat van de vertrouwelijkheid die op deze gegevens berust. Het streven is ter alle tijde zo concrete mogelijk te rapporteren, hetgeen gelimiteerd wordt vanwege vertrouwelijkheid.
- De diverse plannen worden op realiteitszin en haalbaarheid voor 2030 geëvalueerd. (Voor de aanpak van deze analyse, zie de volgende pagina.)
- Uit deze analyse ontstaat duidelijkheid waar de verschillen tussen behoefte en infrastructuur gaan ontstaan voor 2030. Deze verschillen worden benoemd als technische beperkingen en worden op clusterniveau gerapporteerd.

DNV GL © 2020

Bevindingen – Scoremethodiek industriële plannen

Methodiek om industriële plannen te analyseren op haalbaarheid en impact

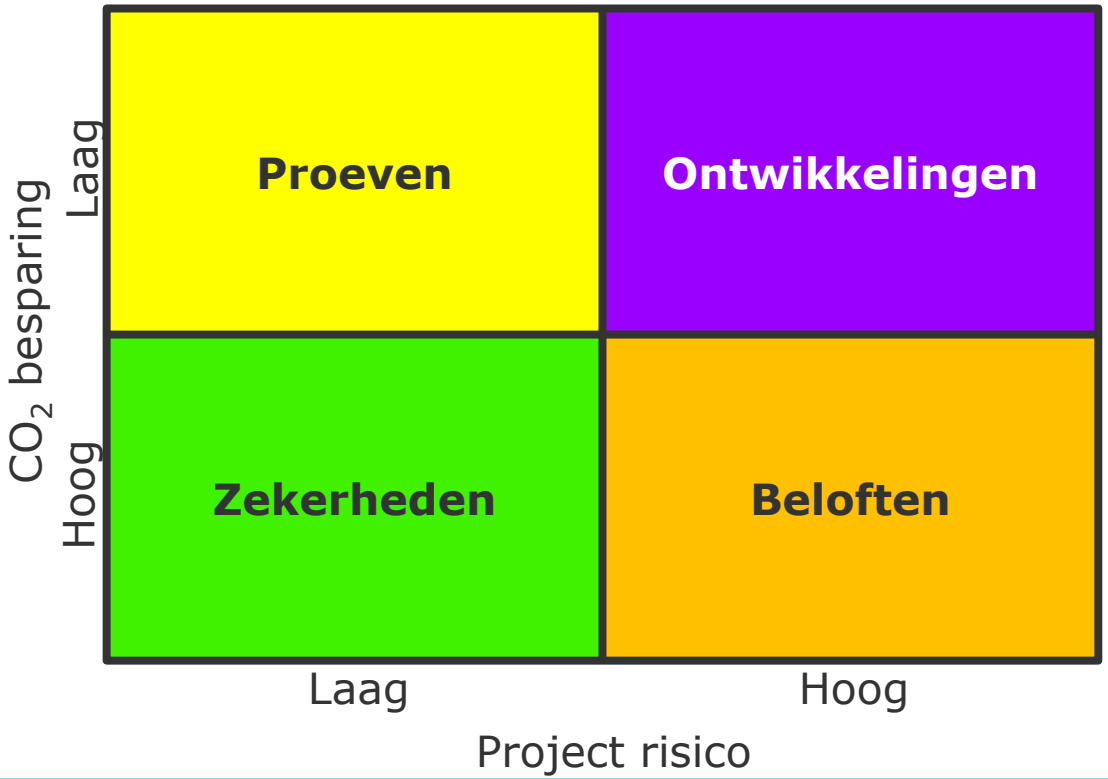
Voor vele projecten is de beschikbaarheid van infrastructuur voorwaardenscheppend. Tegelijkertijd lijkt het –vanwege bijvoorbeeld realisatietijd en beschikbaarheid van financiële middelen- onhaalbaar om per 2030 op alle gebieden complete infrastructuur overal in Nederland aan te leggen. Daarom is het van belang de industriële plannen te toetsen op haalbaarheid en daarbij oog te hebben voor de potentiele CO_2 impact van de plannen. Deze analyse is nadrukkelijk niet bedoeld om een prioritering aan te brengen tussen projecten, maar juist om de urgentie van ontwikkeling van infrastructuur te kunnen toetsen.

Voor deze toets hanteren we de volgende methodologie:

- Een inschatting van het projectrisico (mate van haalbaarheid om het project binnen gestelde termijn te realiseren; bij laag project risico wordt de haalbaarheid als hoog ingeschat) wordt verkregen door een project (of collectief aan projecten) in te schatten (door DNV GL) op gebied van (o.a.):
  - Concreetheid
  - Track record van project partner(s)
  - Aantal project partner(s)
  - Financierbaarheid
  - Afhankelijkheid subsidie en politiek draagvlak
  - Maatschappelijk draagvlak
  - Veiligheid
  - Toekomstvastheid
- Separaat wordt de resulterende CO_2 impact gekwantificeerd ten opzichte van de besparingsdoelen van het cluster. Dit is op basis van een inschatting van DNV GL.
- De projectrisico's zijn exclusief de bijbehorende infrastructurele risico's.

De resultaten van deze toets worden als volgt gerapporteerd:

- Zowel projectrisico als CO_2 impact worden uitgedrukt zijnde "laag" of "hoog"; zie de hiernaast afgebeelde matrix.
- Projecten linksonder, in het groene vlak, zijn zowel realistisch en hebben een groot belang gegeven hun CO_2 impact.
- Projecten linksboven, in het gele vlak, zijn realistisch maar hebben voorlopig beperkte CO_2 impact. De nadruk ligt hier op het bereiken van opschaling. Prioritering van infrastructuur kan wellicht een rol spelen bij deze opschaling.
- Projecten rechtsonder, in het oranje vlak, hebben een grotere onzekerheid, maar groot belang van slagen gezien hun CO_2 impact. Hier is behoefte aan beleid dat project risico weet te beperken.
- Projecten rechtsboven, in het paarse vlak, hebben grotere onzekerheid en beperkte CO_2 impact. Voor 2030 zouden deze projecten niet maatgevend moeten zijn voor infrastructurele planning.



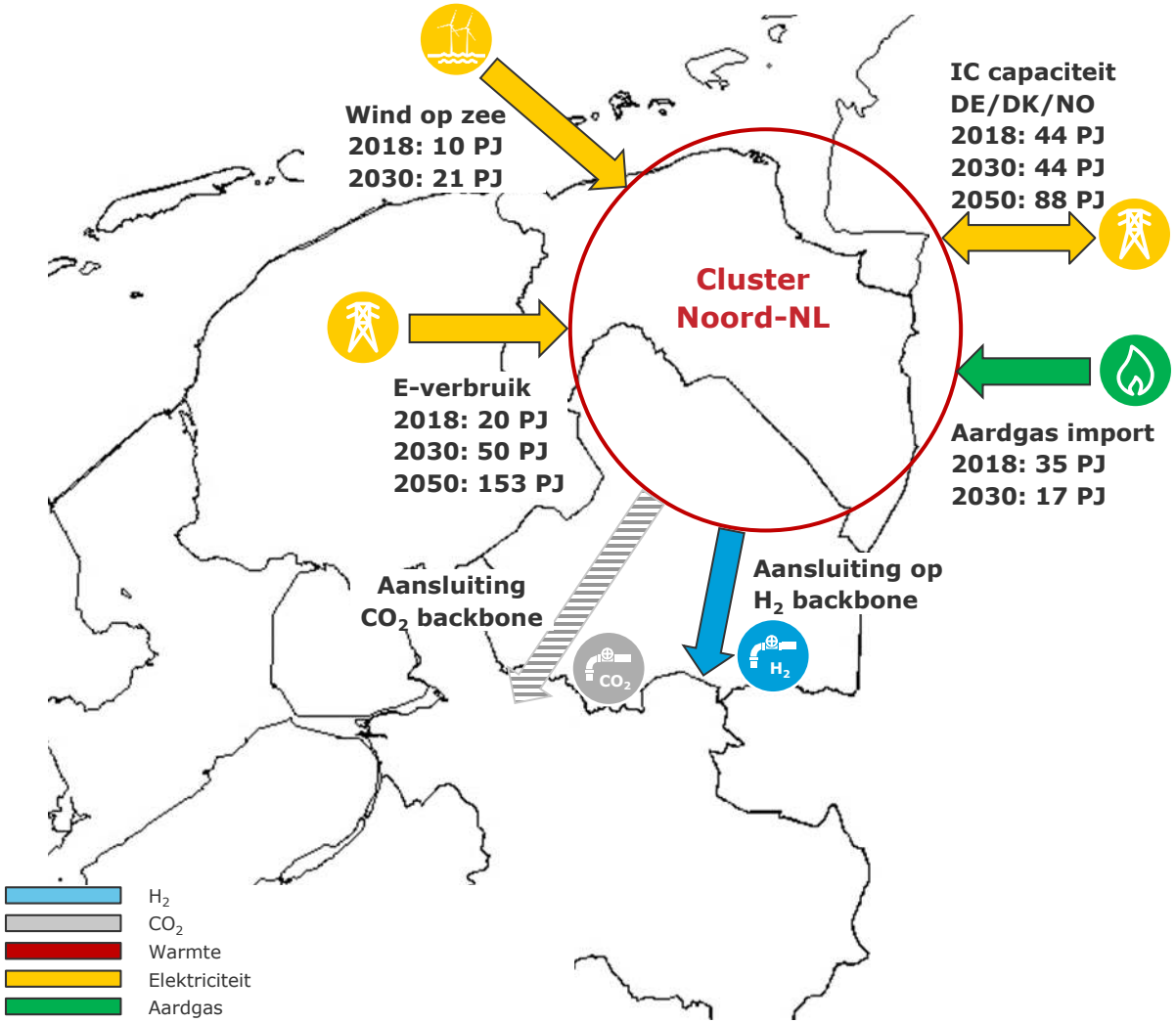
DNV GL © 2020

A.1 Noord-Nederland

DNV GL © 2020

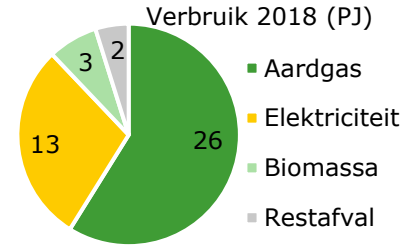
3.1 Bevindingen – Noord-Nederland – Overzicht

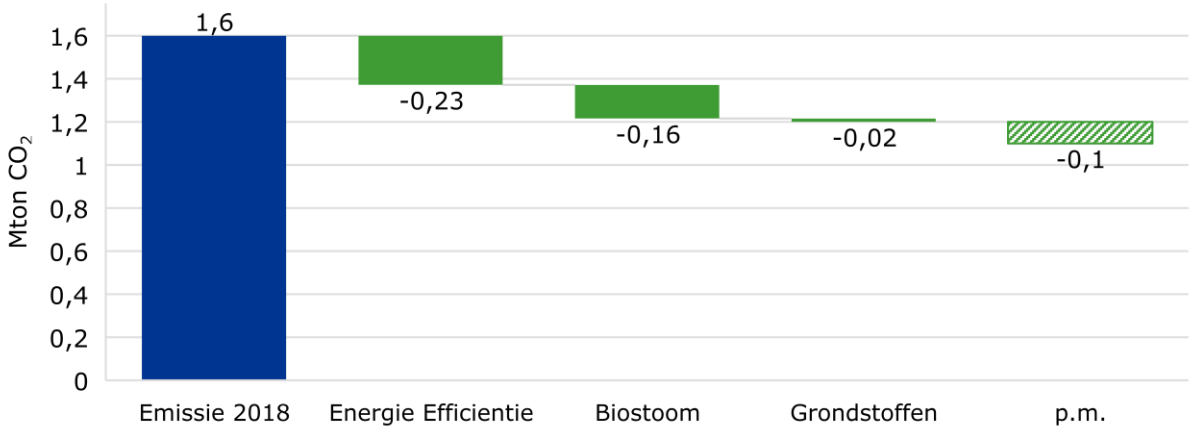
Het industriële cluster Noord-Nederland kent een grote mate van connectiviteit en de industriële plannen zijn divers van aard



Huidige situatie:

- Totale cluster emissie 2018: 1,6 Mton CO_2
- Beoogde emissie: 2030 = 1,2 Mton; 2050 = 0,5 Mton CO_2
- Momenteel chemische processen uit >90% aardgas
- 2018: ca 18 PJ vraag naar H_2 voor productieprocessen
- Aanwezigheid grote e-centrales en interconnecties





Conclusie:

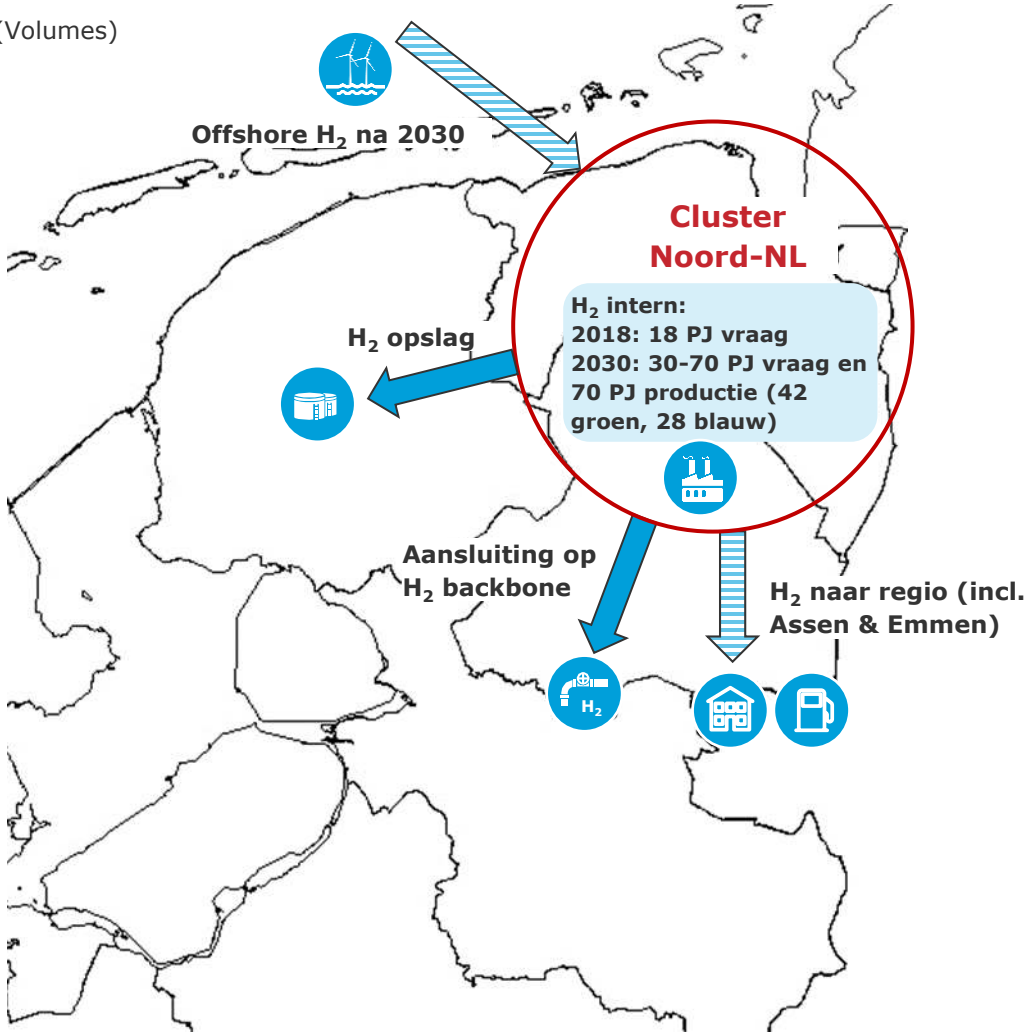
- Veel projecten voor 2025 gericht op productie en gebruik H_2
- CCS niet essentieel voor het behalen van de CO_2 reductie doelstellingen [52]
- Geen concrete CO_2 infra plannen voor de industrie
- Mogelijkheden tot lokaal gebruik restwarmte uit industrie en datacenters, maar momenteel geen infra aanwezig. Aan de vraagkant geen knelpunten
- Knelpunten in transportcapaciteit elektriciteit, zowel voor transport richting nationaal ringnet als lokaal in het LS-MS net
- Onderzoek naar buizen voor energiedragers en producten in Eemshaven – Delfzijl – Emmen concludeert dat buizen voor CO_2, restwarmte en H_2 in 2030 zeer waarschijnlijk benodigd zijn

DNV GL © 2020

3.1 Bevindingen – Noord-Nederland - Waterstof

In cluster Noord-Nederland staat een significant aantal projecten voor productie en gebruik van H_2 gepland

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Toename vraag van 18 PJ naar 30-70 PJ[48]
- 33 projecten met investeringen in groene waterstof 2030 inclusief 2 GW P2H2 [48]
- Plannen voor 3-4 GW additionele P2H2 in NorthH2, met opschaling tot 10 GW [i]*
- 42 PJ H_2 is (bij 5.000 vollasturen) 3 GW.
- Afhankelijk van de toepassing kan directe verbinding WoZ en P2G nodig zijn[i]

Behoefte na 2030:

- Mogelijke overschakeling op 100% groene grondstoffen incl. H_2 [48]; 6-7 GW H_2 behoefte, >1 GW productie [i]
- Onzekerheid over productie en transport H_2 – mogelijk behoefte aan offshore infrastructuur en/of nieuwe transportinfrastructuur [i]
- Opschaling H_2 transport regio Delfzijl via netwerk Gasunie [i]

Infra tot 2030

- Opslag van H_2 bij Zuidwending, infra en transport H_2 ter realisering plannen [49], [i]
- Omzetting industrie en opwek naar H_2 [49]
- 2,5 miljard investering in conversie en 250 miljoen in infra tussen 2020-2030 [49]
- Bestaande gasinfra kan voor 2030 hergebruikt worden voor H_2

Infra na 2030

- Aanlanding offshore H_2 productie [52]

Technische beperkingen tot 2030:

- Het is niet waarschijnlijk dat lokaal het gasverbruik snel genoeg afgebouwd wordt dat bestaande infrastructuur al voor 2025 hergebruikt kan worden voor de elektrolysers en afnemers die gepland staan, waardoor op korte termijn lokaal nieuwe infra nodig zal zijn.[i]

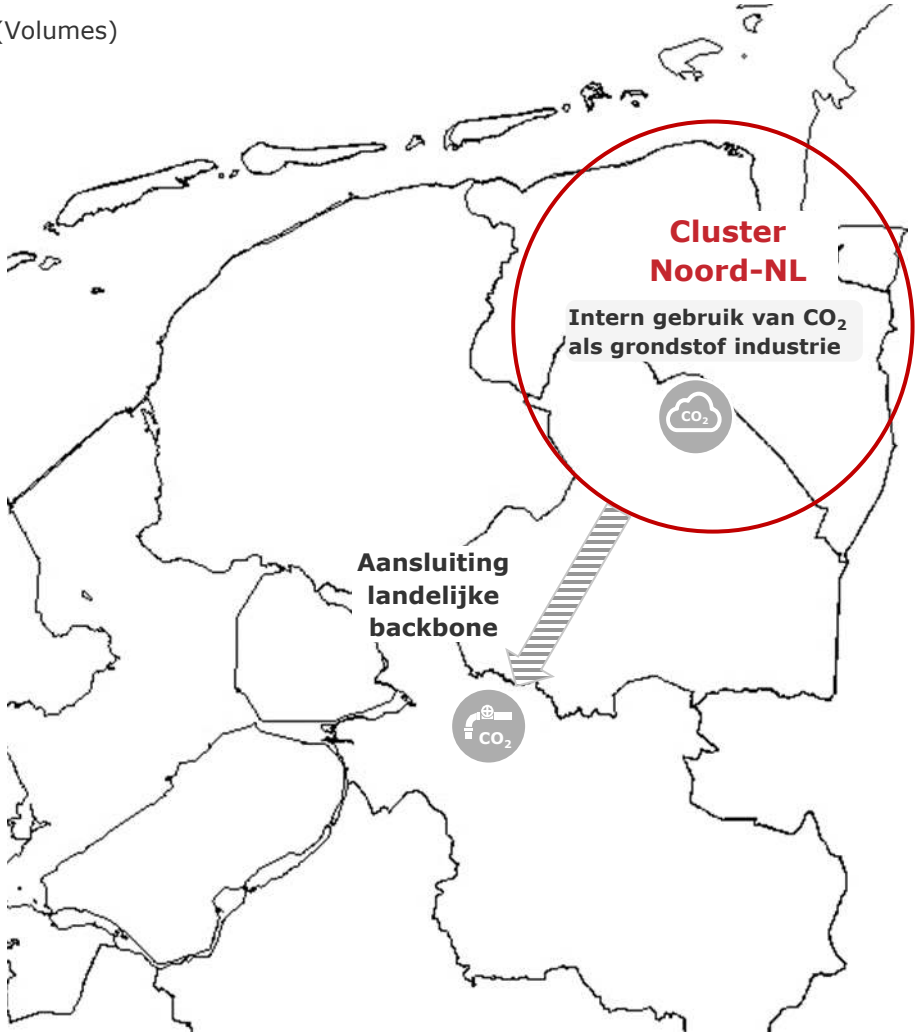
2019 — 2030 — 2050

* Het NorthH2 project is dermate nieuw ten tijde van dit schrijven dat het project, in verband met nog bestaande onzekerheden, niet is meegenomen in de scoring en berekeningen van emissiereductie

3.1 Bevindingen – Noord-Nederland – CO_2

Gebruik CO_2 als grondstof in het cluster is gepland, maar afvang en infrastructuur ontbreken

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- CO_2 als grondstof industrie: behoefte aan zowel bronnen als infra [i]
- E-centrales RWE en Vattenfall CCS-ready, kunnen als CO_2 bron dienen [i]
- CCS bij blauwe H_2 en infra voor CO_2-opvang en transport [10]
- CO_2 netwerk naar Delfzijl [10], [52], of landelijke backbone [10]

Behoefte na 2030:

- Indien 100% groene grondstoffen niet haalbaar blijkt, zal grootschalig gebruik van CCS nodig zijn [i]
- Bijmengen CO_2 in industriële productieprocessen (1,3 Mton) [50]
- Voorkomen CO_2 productie uit kraken van aardgas (700 kton) [50]

Infra tot 2030

- Er is nog geen infrastructuur beschikbaar of gepland voor CCS of het gebruik van CO_2 als grondstof [i]
- CCS niet essentieel om de doelstellingen voor CO_2-reductie te halen [52]

Infra na 2030

- Er is nog geen infrastructuur beschikbaar of gepland voor CCS of het gebruik van CO_2 als grondstof

Technische beperkingen tot 2030:

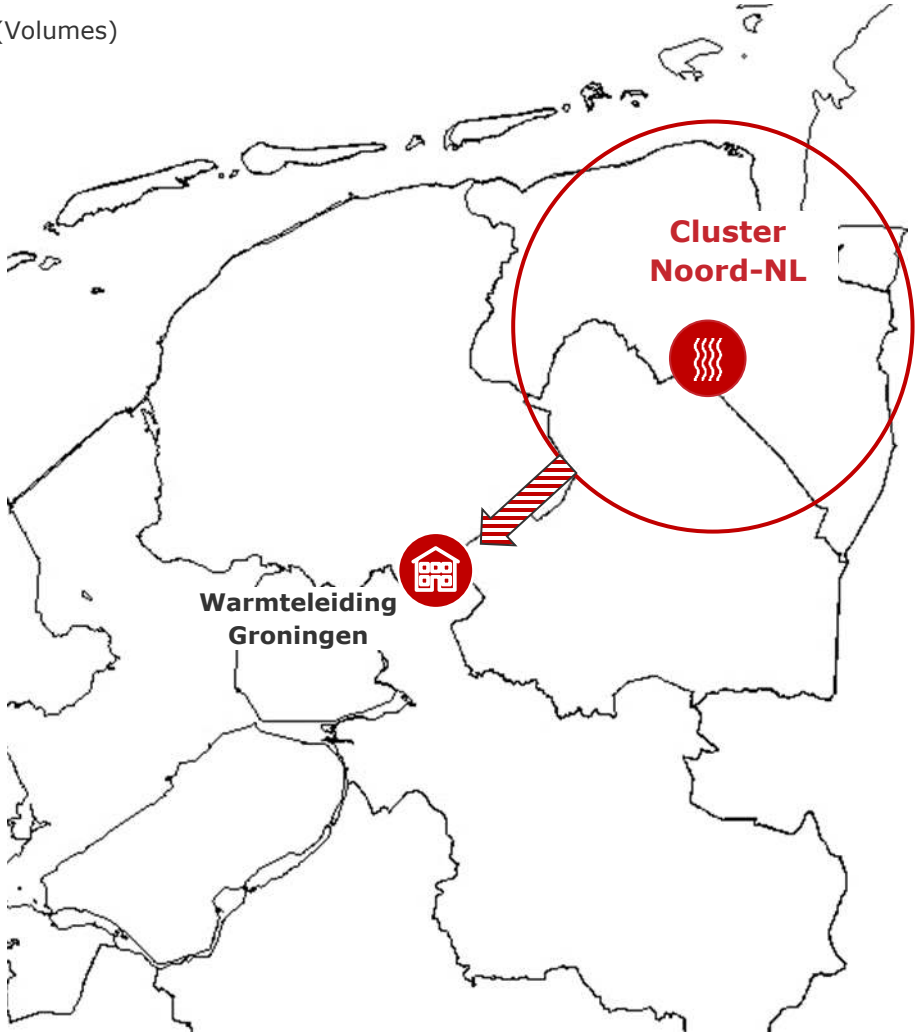
- Er is nog geen infra beschikbaar of concreet gepland voor CCS en voor het gebruik van CO_2 als grondstof voor de industrie.
- Momenteel wordt er bij de industrie geen CO_2 afvang toegepast of gepland[49], centrales RWE en Vattenfall zijn CCS-ready [i]

2019 2030 2050

3.1 Bevindingen – Noord-Nederland – Warmte/stoom

Restwarmte is beschikbaar voor gebruik in het cluster of de regio. Infrastructuur binnen het cluster is aanwezig maar onvoldoende compleet voor de opgave tot 2030

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Restwarmteleiding van Eemshaven naar Groningen voor afvoer warmte uit datacenters en industrie [10] [52]
- Uitbreiding/gebruik restwarmte industrie en H_2 productie (LT en HT warmte). Efficiënte benutting in stedelijk gebied en voor stadswarmte wordt onderzocht [i]
- Industrie behoefte is vooral HT, LT toepassingen zijn te elektrificeren. Belangrijke rol biomassa [10]

Behoefte na 2030:

- Geen industriële plannen met betrekking tot warmte na 2030

Infra tot 2030

- Restwarmteleiding Eemsdelta – Groningen momenteel in haalbaarheidsfase [i]
- Uitbreiding biostoomnet Delfzijl [50]
- Ontwikkeling warmtekoppeling Eemshaven, eerste betrokken partijen Holland Malt en centrale RWE [i]
- Realisatie warmtenet Emmen gepland voor 2020

Infra na 2030

- Uitbouw van warmtenetten op basis van RES
- Na 2030 warmteinfrastructuur noodzakelijk ter ontsluiting restwarmte toekomstige datacenters en mogelijk elektrolysers

Technische beperkingen tot 2030:

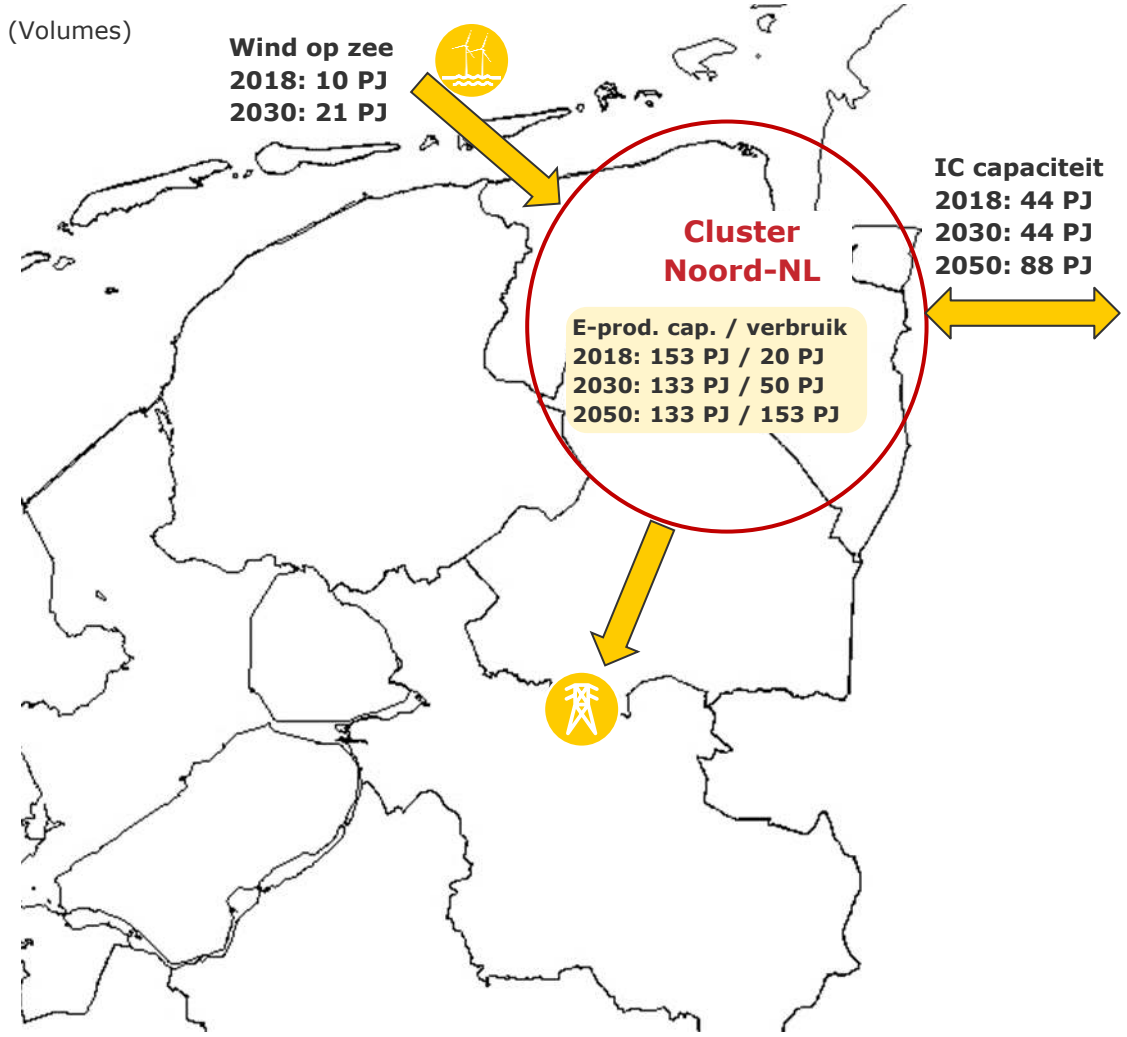
- Gebrek aan infrastructuur voor efficiënt gebruik van restwarmte uit industrie en datacenters

2019 2030 2050

DNV GL © 2020

3.1 Bevindingen – Noord-Nederland – Elektriciteit

Sterke toename elektriciteitsvraag in de regio en productie uit WoZ. Bestaande knelpunten in het HS net worden voor 2025 opgelost, maar kunnen na 2030 opnieuw optreden



Behoefte tot 2030[10]:

- Additionele transportcapaciteit richting nationaal ringnet en richting lokaal middenspanningsnet
- Industrieel gelijkstroomnet voor koppeling bronnen en productieprocessen met gelijkstroom
- Geplande P2H2 vereist nu al investeringen in infra
- 1 GW aan nieuwe datacenters (12,5 PJ) [52]

Behoefte na 2030[10]:

- 7 GW wind op zee nodig, om vraag te voorzien
- Additionele transportcapaciteit richting nationaal ringnet
- Capaciteit voor aansluiting 3 GW vermogen voor datacenters

Infra tot 2030

- Aanlanding 4-6 GW offshore wind [51]
- Grote toename zonneparken creëert knelpunten op LS-MS net [52]
- Opwaardering 380kV Diemen–Lelystad–Ens [51]
- Aanleg nieuw 380kV tracé Oudeschip – Vierverlaten en station Vierverlaten [51]

Infra na 2030

- Zonneparken en elektrificatie gebouwde omgeving en mobiliteit creëren verdere knelpunten op LS-MS net [52]
- Windparken leiden tot knelpunten op 380kV net, met name tracé Eemshaven – Meeden – Zwolle [52]
- P2H2 bij aanbod essentieel [51], [52]

Technische beperkingen tot 2030:

- Schakelstation in Delfzijl fysiek vol qua kabels en ruimte [i]
- Bij de huidige plannen zijn transportproblemen opgelost in 2025, maar beginnen deze opnieuw te ontstaan in 2030[51]
- Voor de periode na 2030 zijn nog geen concrete plannen voor infrastructuur om dit op te lossen. Uitbreiding van de bestaande netten zal tegen grenzen aan gaan lopen, waardoor alternatieven als omzetting naar H_2 nodig zullen zijn voor het integreren van de beschikbare productie uit offshore wind[10], [52]

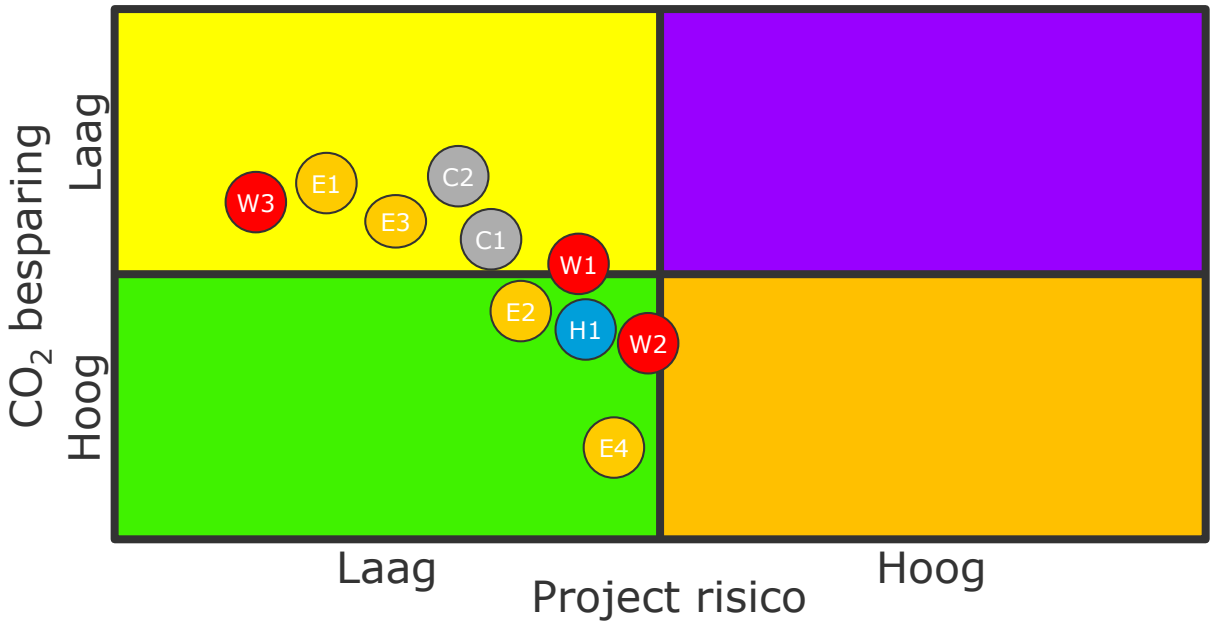
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.1 Bevindingen – Noord-Nederland – Realiteit en technische beperkingen

Tot 2030 zijn in de realisatie van geplande projecten reeds beperkingen voorzien in het transport van H_2, CO_2 en warmte

	Tot 2030	Na 2030
Waterstof	- P2H2: 20 MW elektrolyser Nouryon/Gasunie (mogelijke opschaling tot 200 MW), zie **E1** - P2H2: 100 MW elektrolyser ENGIE/Gasunie (mogelijke opschaling tot 850 MW en 1 GW), zie **E2** - **H1:** Afname van H_2 bij industrie	- **H2:** Overschakeling op 100% groene grondstoffen incl. 6-7 GW H_2 - **H3:** Aanlanding offshore H_2 productie
CO_2	- **C1:** Lokale biofuel productie met H_2 en CO_2 - **C2:** CO_2 netwerk Eemshaven – Delfzijl	- **C3:** Bijmengen CO_2 in industriële productie-processen
Warmte/stoom	- **W1:** Restwarmteleiding van Eemshaven naar Groningen voor afvoer warmte uit datacenters en industrie - **W2:** Uitbreiding/gebruik restwarmte industrie - **W3:** Uitbreiding biostoomnet Delfzijl	
Elektriciteit	- **E1:** 20MW elektrolyser - **E2:** Opschaling E1 naar 250MW - **E3**: 100MW elektrolyser - **E4**: Opschaling E2 naar 850MW + 1 GW	- **E4:** Capaciteit voor aansluiting 3 GW vermogen voor datacenters



Technische beperkingen	Tot 2030
Waterstof	- Eventuele lokaal knelpunten voorzien bij het vrijspelen van bestaande aardgas leidingen
CO_2	- Momenteel geen concrete plannen infra, bij gebruik van CO_2 als grondstof is een beperking aan infra voorzien
Warmte/stoom	- Ja; potentieel belemmering voorzien in uitbreiding warmtenet
Elektriciteit	- Ja; aansluitingsbeperkingen zijn tijdelijk opgelost, maar ontstaan richting 2030 opnieuw. Knelpunten op LS-MS net in 2030, op 380kV-net na 2030

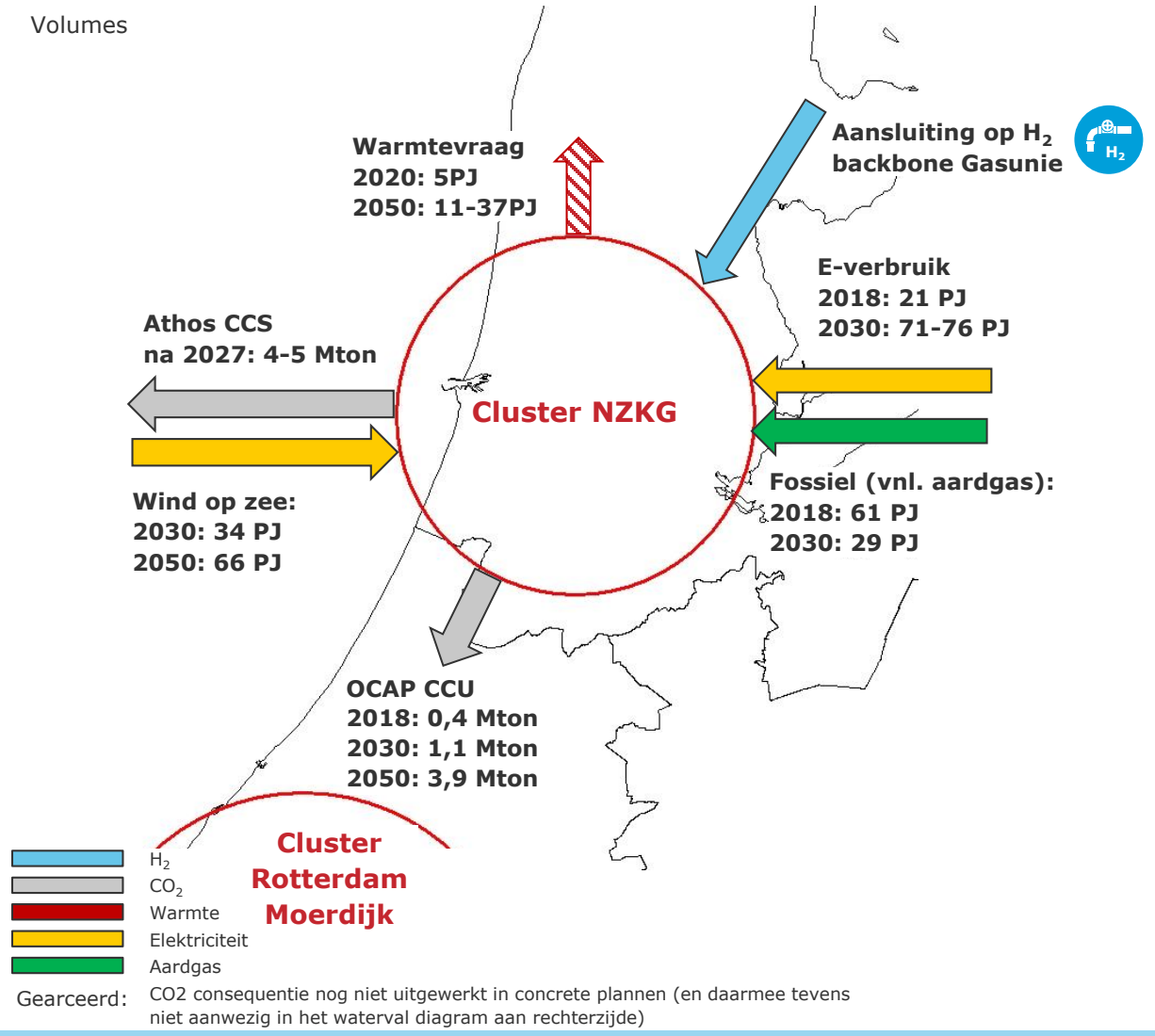
DNV GL © 2020

A.2 NZKG

3.2 Bevindingen – Noordzeekanaalgebied – Overzicht

De plannen van het industriële cluster Noordzeekanaalgebied zijn divers van aard, maar worden gedomineerd door en kennen sterke afhankelijkheid van het Athos CCS project

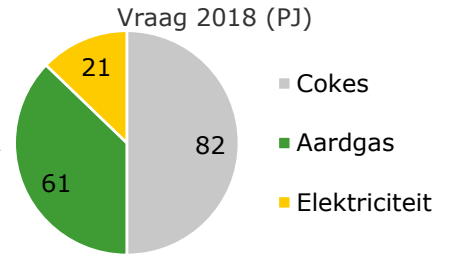
Volumes

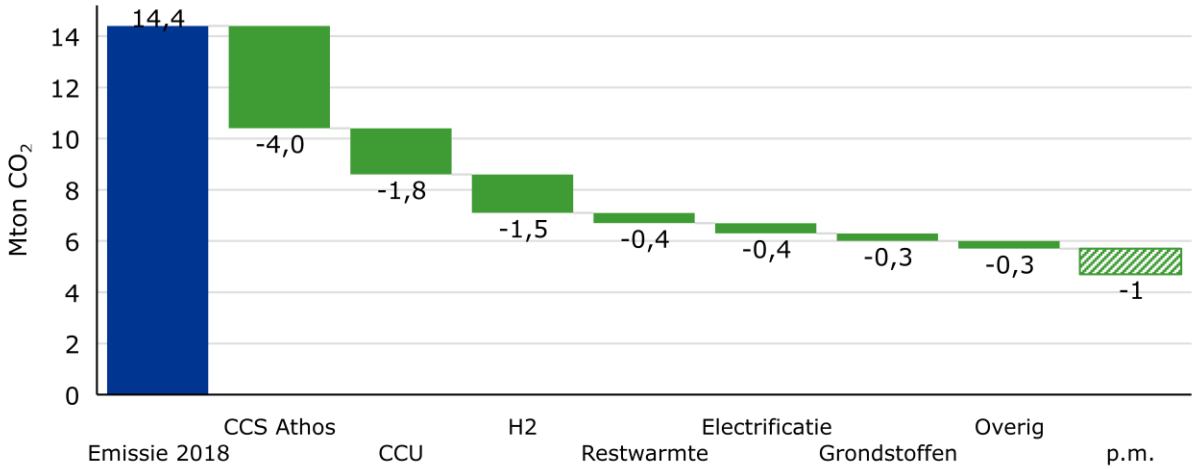


Gearceerd: CO2 consequentie nog niet uitgewerkt in concrete plannen (en daarmee tevens niet aanwezig in het waterval diagram aan rechterzijde)

Huidige situatie:

- Totale cluster emissie: 14,4 Mton CO_2
- Tata Steel en Velsen centrales: 12,4 Mton CO_2
- Beoogde emissie 2030 = 5,7 Mton; 2050 = 1,6 Mton CO_2
- Totaal energieverbruik 2018: 61 PJ
- 0,5 Mton CO_2 levering aan tuinders via OCAP





Conclusie

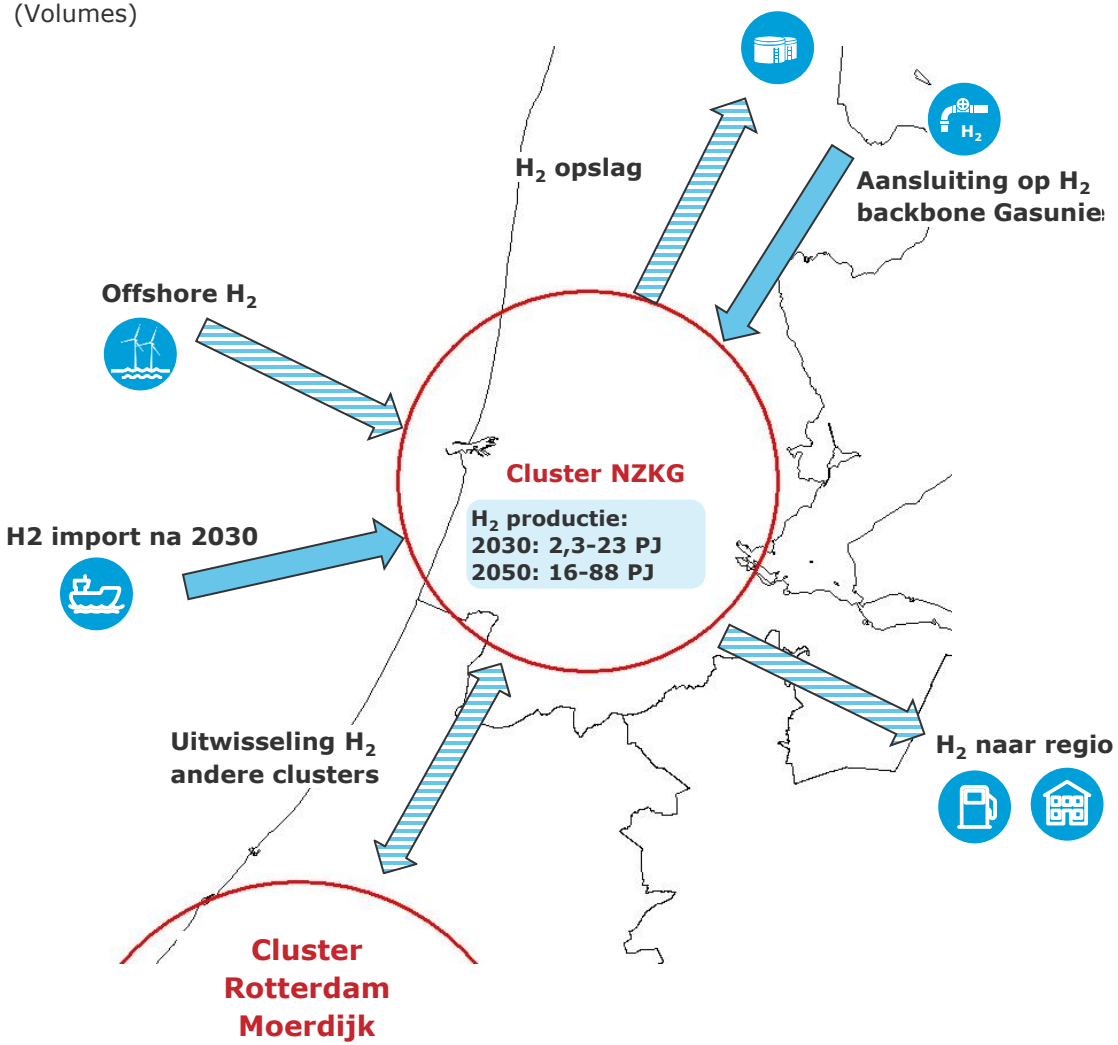
- 86% van NZKG emissies (2018) van Tata Steel en Velsen-centrales
- Athos project is essentieel voor behalen doestellingen; momenteel in vroege fase, final investment decision verwacht in 2023 [i]
- CC(U)S grote afhankelijkheid van Tata Steel; behoefte aan lange-termijn afspraken
- E-net ondervindt in 2020 zware en in 2030 extreme congestie; verzwaring essentieel
- E-vraag in plannen 2030 vier maal hoger dan huidig, ondanks congestie E-net
- H_2 via H_2 backbone en leiding NZKG, voor lokale elektrolyse geen capaciteit op e-net

DNV GL © 2020

3.2 Bevindingen – Noordzeekanaalgebied – Waterstof

Plannen bestaan voor significante hoeveelheden productie en verbruik waterstof. Voor uitwisseling met andere clusters via een nationale backbone is nog additionele infrastructuur nodig

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- 100MW groene H_2; mogelijk opschaling tot 1GW [i]
- Aanwezigheid Athos maakt blauwe waterstof productie mogelijk [53], [55]
- Om doelstellingen na 2030 te halen dient vanwege doorlooptijden al voor 2030 gestart te worden met de aanleg van een H_2 backbone [i]

Behoefte na 2030:

- Gascentrale Hemweg 9 ombouwen naar H_2 als brandstof (13,4 PJ H_2) [55]
- Import van H_2 via schepen [55]
- Aanlanding offshore H_2 productie [55]
- Vraag 16-88 PJ in 2050, 4-10 PJ elektrische output [55]
- Opschaling groene H_2 naar 5 GW [i]

Infra tot 2030 [53]:

- Gasleiding is enkelvoudig, dus voor H_2 moet een nieuwe leiding worden gelegd om aan te sluiten op nationale H_2 backbone
- H_2 netwerk van IJmuiden naar Amsterdam
- Pilot voor bunkerfaciliteiten H_2, H2Ships

Infra na 2030 [53], [55]:

- Verdere uitbreiding waterstofnet
- Bunkerfaciliteiten H_2
- H_2 import facilities

Technische beperkingen tot 2030:

- Elektrolyse kan beperkt lokaal plaatsvinden i.v.m. zware congestie op het elektriciteitsnet [55]
- H_2 backbone belangrijk voor behalen emissiereductiedoelen, backbone moet lokaal worden aangevuld met nieuwe H_2 leidingen.
- Bij realisatie van Athos is NZKG potentieel een exporter van blauwe waterstof. Dit vervroegt de noodzaak tot aansluiting op H_2 backbone.

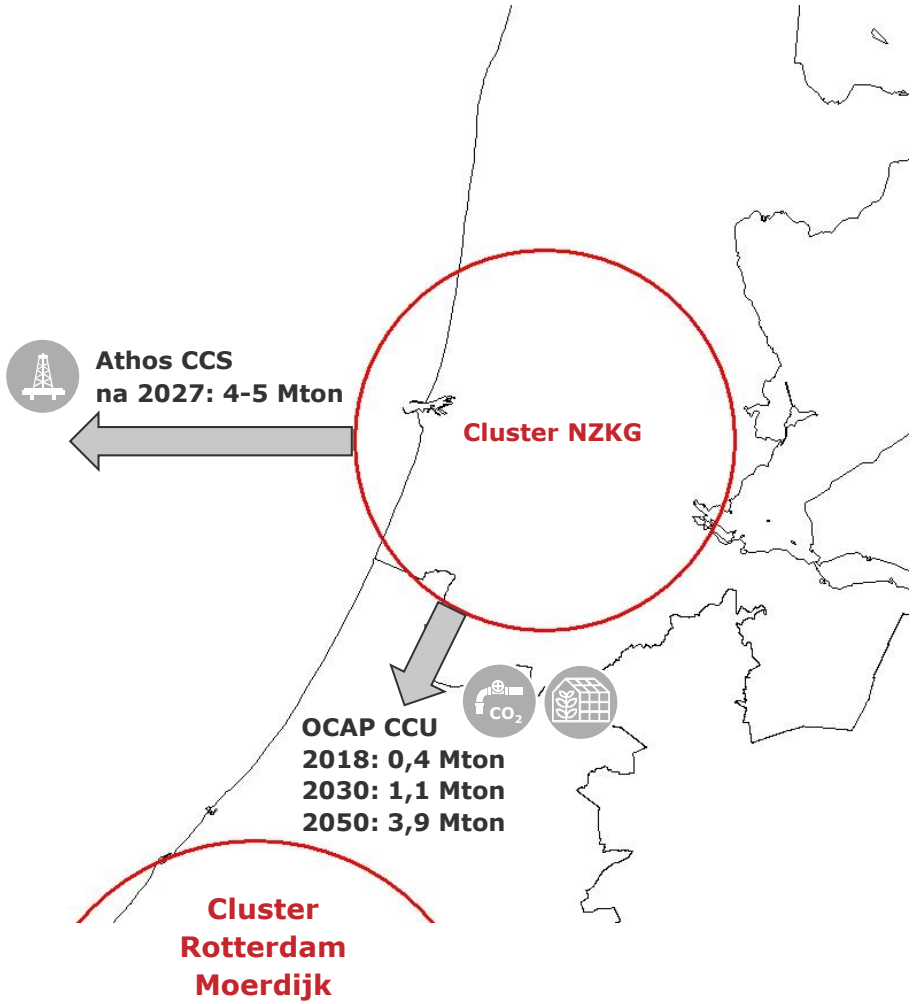
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.2 Bevindingen – Noordzeekanaalgebied – CO_2

CC(U)S kan op grote schaal toegepast worden middels Athos en aansluiting van AVIs op OCAP

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Athos project: 4,5 Mton CC(U)S (na 2027)
- Extra aansluitingen OCAP: 1,1 Mton CCU. Afhankelijk van beschikbaarheid van restwarmtelevering. [54], [55]
- Aanbod CCU AEB: 0,5 Mton [55]
- Aanbod CCU HVC: 0,1 Mton 2025; 0,2 Mton 2030 [55]
- Voor CCU dient CO_2 Tata gereinigd te worden, CO_2 AVI's niet [55]
- Vraag CCU 2020 = 0,4 Mton CO_2; 2025 = 1,1 en 2050 = 3,9 [55]

Behoefte na 2030:

- Project voor productie synthetische kerosine uit CO_2 (CCU), water en groene windstroom [53], [54], [55]
- Geschatte CCU vraag glastuinbouw en synfuel productie: 3,9 Mton [55]
- Aanbod CO_2 stijgt tot 6 Mton in 2050 [55]
- Aramis CCS (Den Helder) voorbereid. Hergebruik van bestaande offshore gas-infrastructuur. Momenteel geen verdere info beschikbaar waardoor het verder niet in de analyse wordt meegenomen.

Infra tot 2030

- Athos infrastructuur, incl. Amsterdam en IJmuiden connecties
- Extra aansluitingen OCAP [54], [55]
- Aansluiten AVI's op OCAP technisch realistisch, reeds gebeurd in Duiven [i]

Infra na 2030

- Gereedmaken bestaande kerosine leiding voor synthetische kerosine [53], [54], [55]

Technische beperkingen tot 2030:

- Athos CCS kritisch voor behalen targets, afhankelijkheid van CO_2 levering door vnl. een partij geeft LT risico's en behoeft afspraken, bijvoorbeeld m.b.t. het vollooprisico
- Vraag CCU is kleiner dan aanbod, verder is het leveren van CO_2 aan de glastuinbouw afhankelijk van de beschikbaarheid van restwarmtelevering.

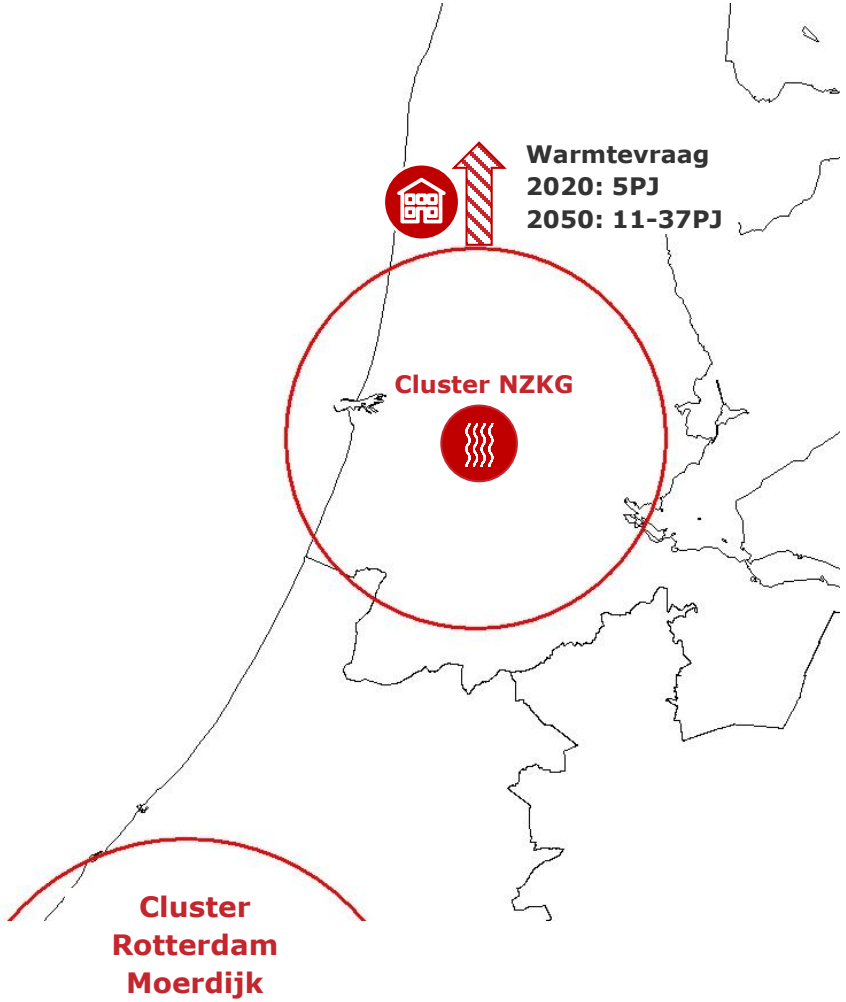
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.2 Bevindingen – Noordzeekanaalgebied – Warmte/stoom

Restwarmte is beschikbaar, maar infrastructuur om dit te gebruiken in warmtenetten ontbreekt

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Bronnen: datacenters, AVI's, biomassacentrales, restwarmte industrie [55]
- Warmtelevering van grote datacenters aan gebouwde omgeving: 400 kton CO_2 besparing [i]
- Aangesloten woningen 2020: 87.000 [55]

Behoefte na 2030:

- Vraag naar warmte voor warmtenetten neemt toe naar 11-37 PJ in 2050 [55]
- Aangesloten woningen 2050: 135.000 -279.000 [55]

Infra tot 2030

- Uitbreiden en integreren warmtenet regio Amsterdam, Purmerend, Zaanstad en IJmond [54], [55]
- Aansluiten datacenters op warmtenetten [55]

Infra na 2030

- Geen plannen gespecificeerd

Technische beperkingen tot 2030:

- Warmtenetten zijn op zichzelf niet in staat om de capaciteitsvraagknelpunten van het elektriciteitsnet te voorkomen
- Geen concrete plannen om datacenters aan te sluiten op warmtenetten
- Geothermie in Noord-Holland zuid nog onzekerheid; potentieel biedt dit volume voor warmteafzet gebouwde omgeving en tuinders
- Looptijd van het uitbreiden van warmtenetten is kritisch, looptijd momenteel te lang.

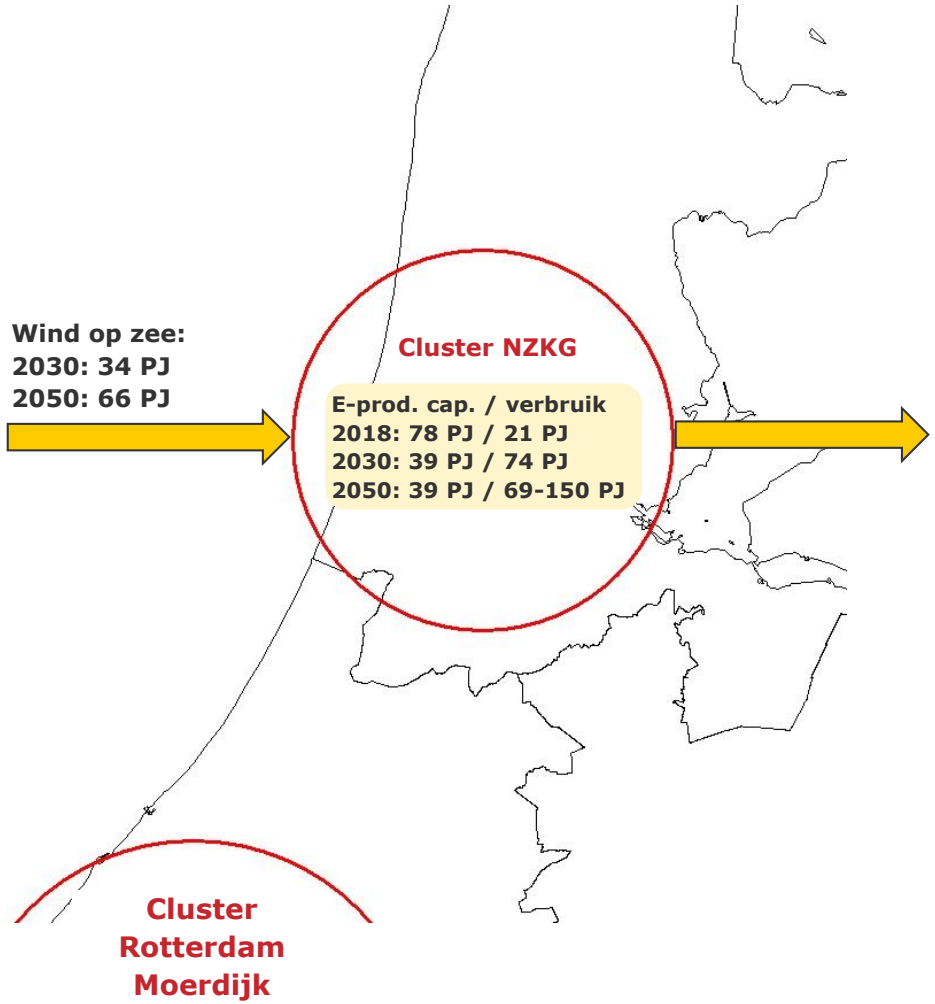
2019 2030 2050

DNV GL © 2020

3.2 Bevindingen – Noordzeekanaalgebied – Elektriciteit

Sterke toename elektriciteitsvraag vanuit elektrificatie, elektrolyse en toename datacenters leidt tot knelpunten op het 150kV-net

(Volumes)



Behoefte tot 2030 [55]:

- E-vraag cluster 2020: 19 PJ
- Additionele e-vraag cluster in 2030:
  - 11 PJ H_2 productie
  - 9 PJ groei industrie
  - 6 PJ elektrificatie
  - 5 PJ Tata
- E-vraag cluster 2030: 50 PJ
- E-vraag datacenters: 2030: 24 PJ

Behoefte na 2030 [55]:

E-vraag cluster 37-118 PJ

E-vraag datacenters: 32 PJ

Infra tot 2030

- Knelpunt E-net bij 150kV stations en verbindingen [55]
- Aanlanding WoZ IJmuiden 2,1 GW [55]
- Sluiting Centrales Hemweg 8, Velsen 24 en Velsen 25 (totaal 1,4 GW) [55]
- Uitbreiding onderstations voor facilitering datacenters en elektrificatie industrie [55]
- Plannen deels afhankelijk van Tata Steel [i]

Infra na 2030

- Verdere toename knelpunten 150kV stations en verbindingen [55]
- Evt. verdere aanlanding WoZ IJmuiden: +2 GW
- Totaal opgesteld vermogen hernieuwbaar 5,5-18 GW [55]
- E productie hernieuwbaar: 55-120 PJ [55]

Technische beperkingen tot 2030:

- 150kV: in 2020 vertonen 37% van de bestaande 150 KV-stations in Noord Holland vraag- of aanbodknelpunten. Dit loopt op naar 75% in 2030 en 95% in 2050 [55]
- <50 KV: in 2030 vertonen 50% van de middenspanningsruimtes vraag- of aanbodknelpunten, dit loopt op naar 60-80% in 2050 [55]
- Huidige elektriciteitsinfra kan elektrificatie en groei industrie niet faciliteren
- Grote toename e-vraag datacenters kan elektrificatie van de industrie hinderen
- Eventuele uitbreiding van WoZ zal gepaard moeten gaan met versterking van waterstofproductie, i.v.m. met beperkte capaciteit van het 380kV station bij Beverwijk.[3]

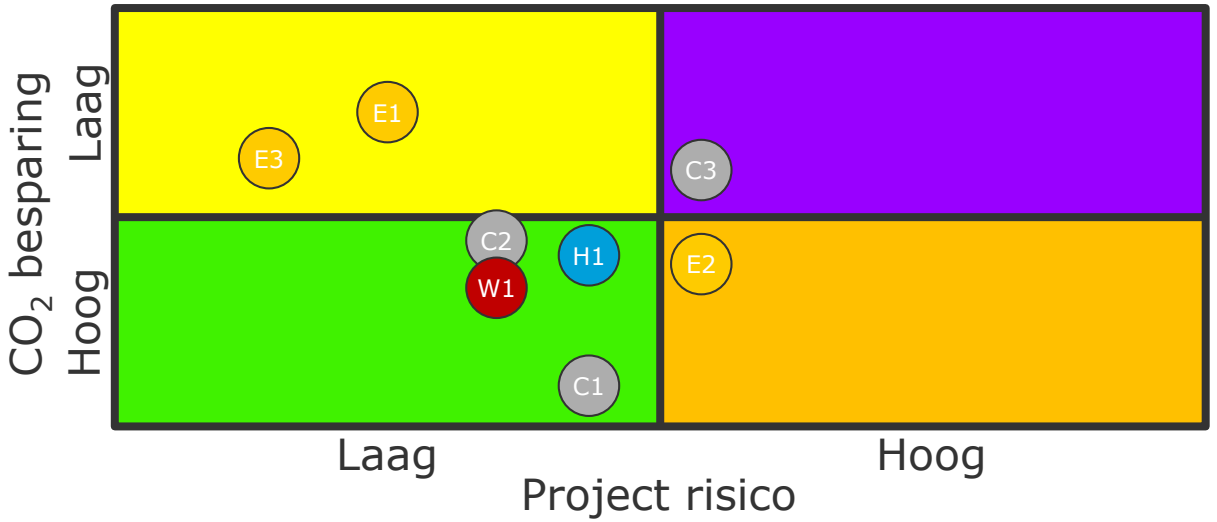
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.2 Bevindingen – Noordzeekanaalgebied – Realiteit en technische beperkingen

Tot 2030 zijn in de realisatie van geplande projecten reeds beperkingen voorzien met betrekking tot infrastructuur voor H_2, warmte en elektriciteit

	Tot 2030	Na 2030
Waterstof	- P2H2 100MW, elektrolyser met alleen E impact, (zie **E1**) - P2H2 opschalen tot 1GW, elektrolyser met alleen E impact, (zie **E2**) - **H1**: Blauwe waterstof productie i.c.m. Athos	- Opschaling groene H_2 naar 5GW, zie **E4** - **H2:** Import van H_2 over zee - **H3:** Aanlanding offshore H_2 productie
CO_2	- **C1:** Athos 4-5 Mton CC(U)S (na 2027) - **C2:** extra aansluiting OCAP tot 2030 1,1 Mton CCU	- **C3:** Project voor productie synthetische kerosine uit CO_2 (CCU), water en groene windstroom - **C4:** Geschatte CCU vraag glastuinbouw en synfuel productie: 3,9 Mton - **C5:** Evt. plastic grondstoffabriek met CCU van Tata Steel (8 Mton)
Warmte/stoom	- **W1**: Uitbreiden warmtenet regio Amsterdam, Purmerend, Zaanstad en IJmond	
Elektriciteit	- **E1:** P2H2 100MW - **E2**: P2H2 opschalen naar 1GW - **E3**: Additionele e-vraag cluster in 2030 (9 PJ groei industrie; 5 PJ Tata	- **E4:** Opschaling groene H_2 naar 5GW - **E5**: E-vraag toename (Datacenters: 32 PJ)



Technische beperkingen	Tot 2030
Waterstof	- Lokale H_2 infrastructuur en aansluiting op landelijke H_2 backbone noodzakelijk voor 2030
CO_2	- Athos: ja; alle infra is nieuw aan te leggen - OCAP: uitbreiding van bestaande infra, geen technisch knelpunt voorzien
Warmte/stoom	- Ja; potentieel knelpunt voorzien in uitbreiding warmtenet
Elektriciteit	- Ja; vraagtoename vanuit industrie en elektrolysers zorgt voor technische belemmering in 2030

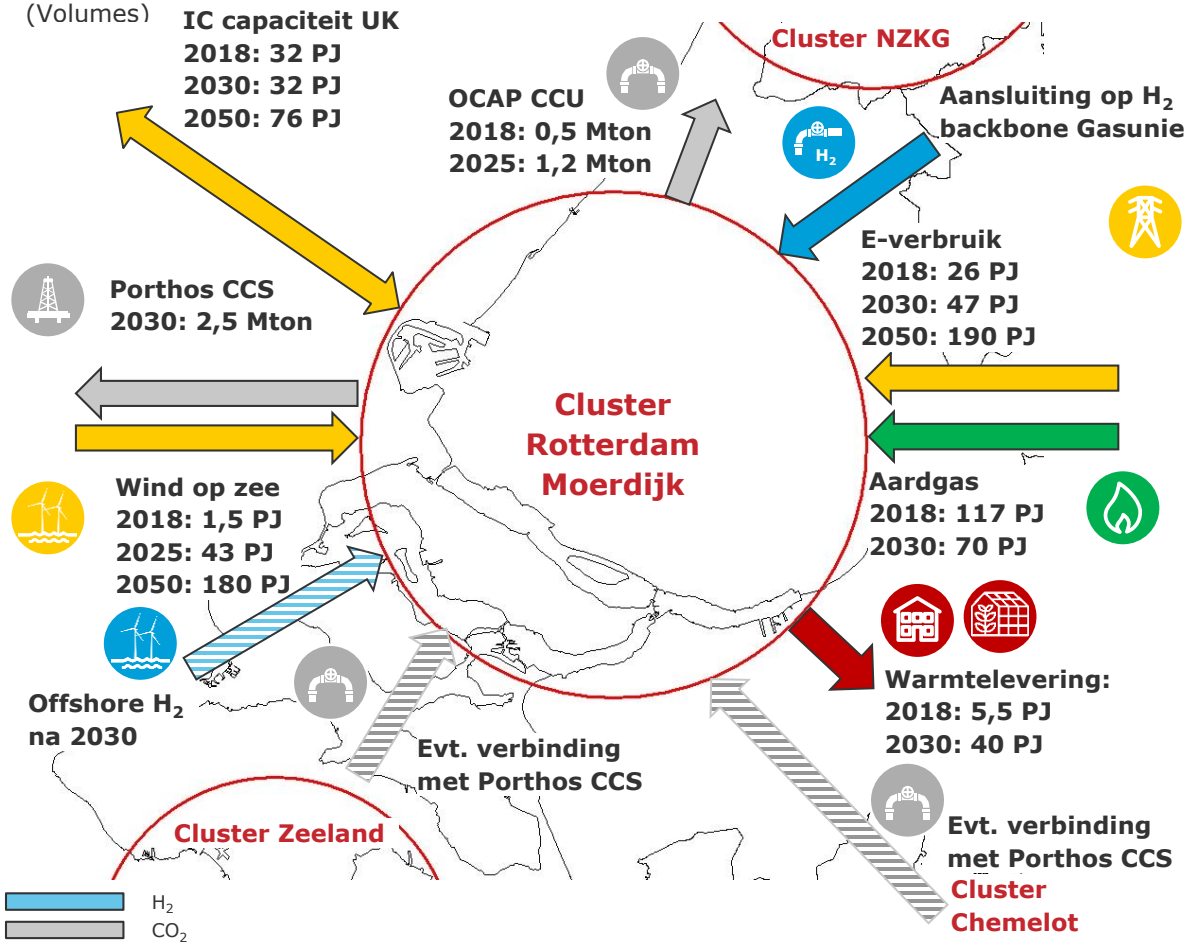
DNV GL © 2020

A.3 Rotterdam-Moerdijk

DNV GL © 2020

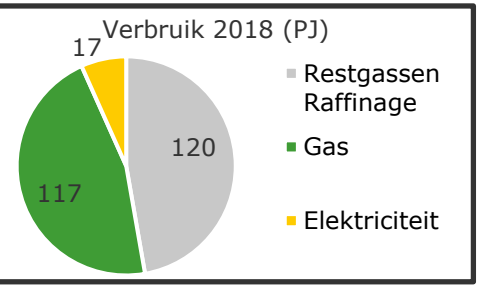
3.3 Bevindingen – Rotterdam Moerdijk – Overzicht

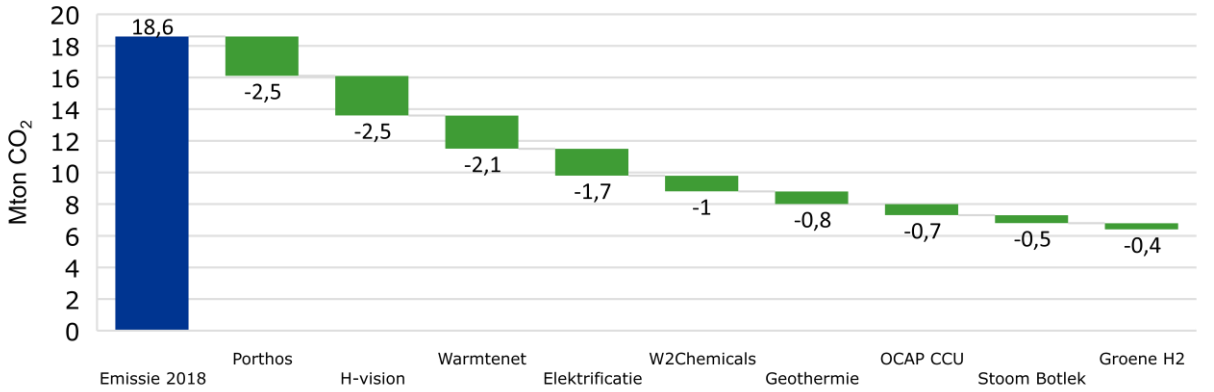
De plannen van het industriële cluster Rotterdam-Moerdijk zijn divers van aard waarbij de invloed van het Porthos CCS project breder rijkt dan het cluster zelf



Huidige situatie:

- Totale cluster emissie: 18,6 Mton CO_2
- Vijf raffinaderijen: 9 Mton CO_2
- Beoogde emissie 2030 = 8,1 – 10,4 Mton (scope 1)
  Beoogde emissie 2050 = 2 Mton CO_2
- Totaal energieverbruik: 254 PJ
- 0,5 Mton CO_2 levering aan tuinders via OCAP





Conclusie

- 50% van de cluster emissies (2018) komen van de vijf raffinaderijen
- Bij alle plannen spelen diverse technische en niet-technische knelpunten
- Flexibele E-vraag (H_2 en P2H) essentieel bij aanlanding offshore wind
- Porthos project is essentieel voor behalen doestellingen
- Porthos heeft krappe tijdslijn, met name gezien vergunningverlening
- Emissiereducties Warmtenet en OCAP CCU volgens huidige regelgeving vnl. in scope 2 en 3
- Diverse H_2 projecten voor 2030 behoeven aansluiting op landelijke H_2 backbone en uitbreiding lokale H_2 infrastructuur
- Energiehub binnen NW-Europa. Significante import (5.950 PJ) en export (5.830 PJ) olieproducten. Het verschil is de 120 PJ restgassen gebruikt als energie (ook 120 PJ in 2030).

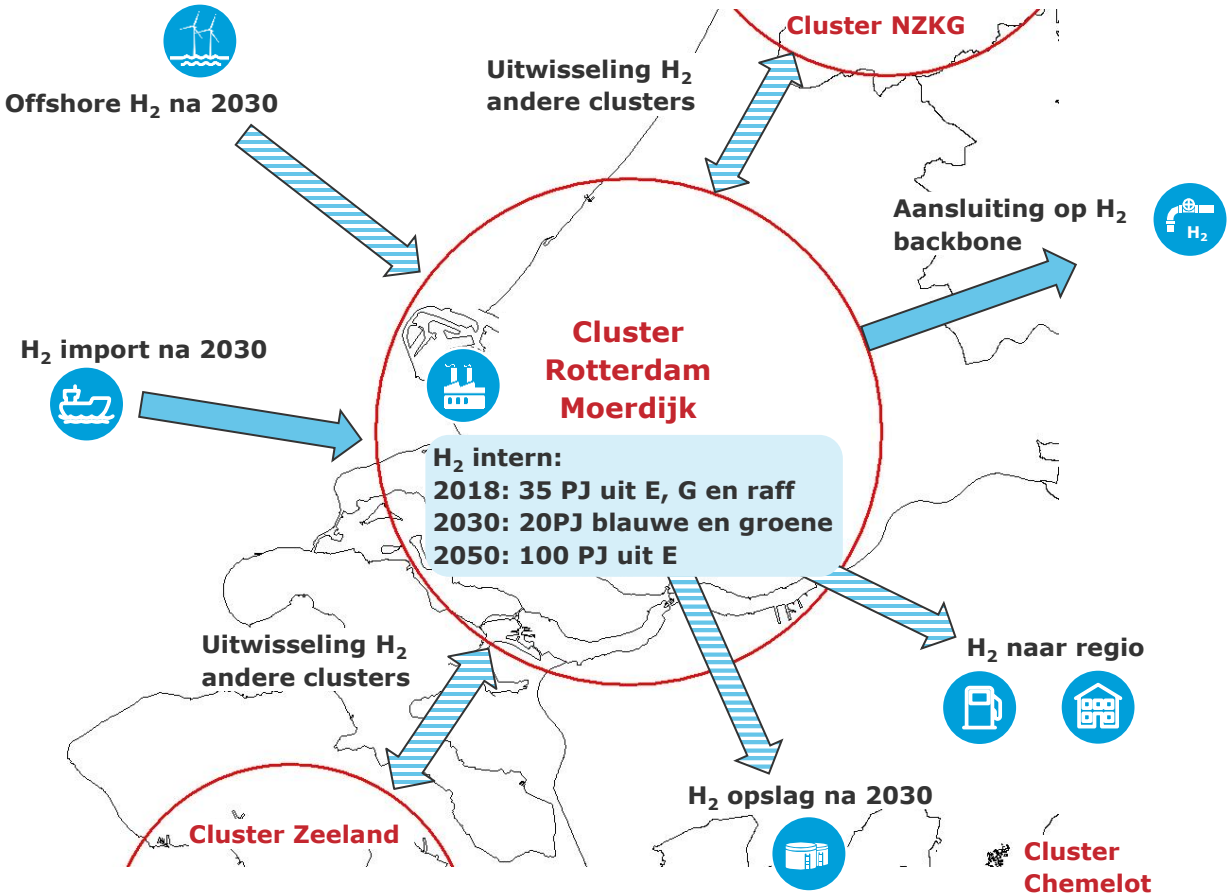
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.3 Bevindingen – Rotterdam Moerdijk – Waterstof

De H-Vision voorziet op korte termijn een transitie naar blauwe H_2 in combinatie met CCS, met op termijn een groei van groene H_2. De realisatie hiervan is afhankelijk van Porthos en de aanwezigheid van een nationale backbone

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- H-Vision: 46 PJ, 2 ATR's op restgassen raffinage, 2,5 Mton/a CO_2 reductie [11]
- Oplevering H-vision in 2026 en opschaling voor 2030; realisatie H_2 backbone en infra restgassen raffinage naar ATR's nodig [11]
- Pilot groene H_2 elektrolyse van 20 MW (0,3 PJ) [5]
- Groene H2 elektrolyser van 250 MW (5,4 PJ) [24], opschaling naar 2GW [i]

Behoefte na 2030:

- Geleidelijk overstap van blauwe naar groene waterstof
- Elektrolyse groene H_2 opschalen: 1-2 GW (14-28 PJ); vraag groene elektriciteit 180 PJ [5]

Infra tot 2030 [24]

- Aansluiting op H_2 backbone, en interne backbone in HIC
- Opschaling nodig van het regionale waterstofnetwerk
- Evt. levering aan andere clusters
- Aansluiting op Porthos

Infra na 2030 [5]

- Waterstofproductie op zee
- Aanleg van import, overslag- en opslagfaciliteiten

Technische beperkingen tot 2030:

- H-Vision is afhankelijk van Porthos en business case. Tijdige realisatie van de H_2 backbone kan landelijke opschaling bevorderen.
- Opschaling regionale waterstofnetwerk wordt genoemd om H-Vision en pilot elektrolyse projecten te faciliteren

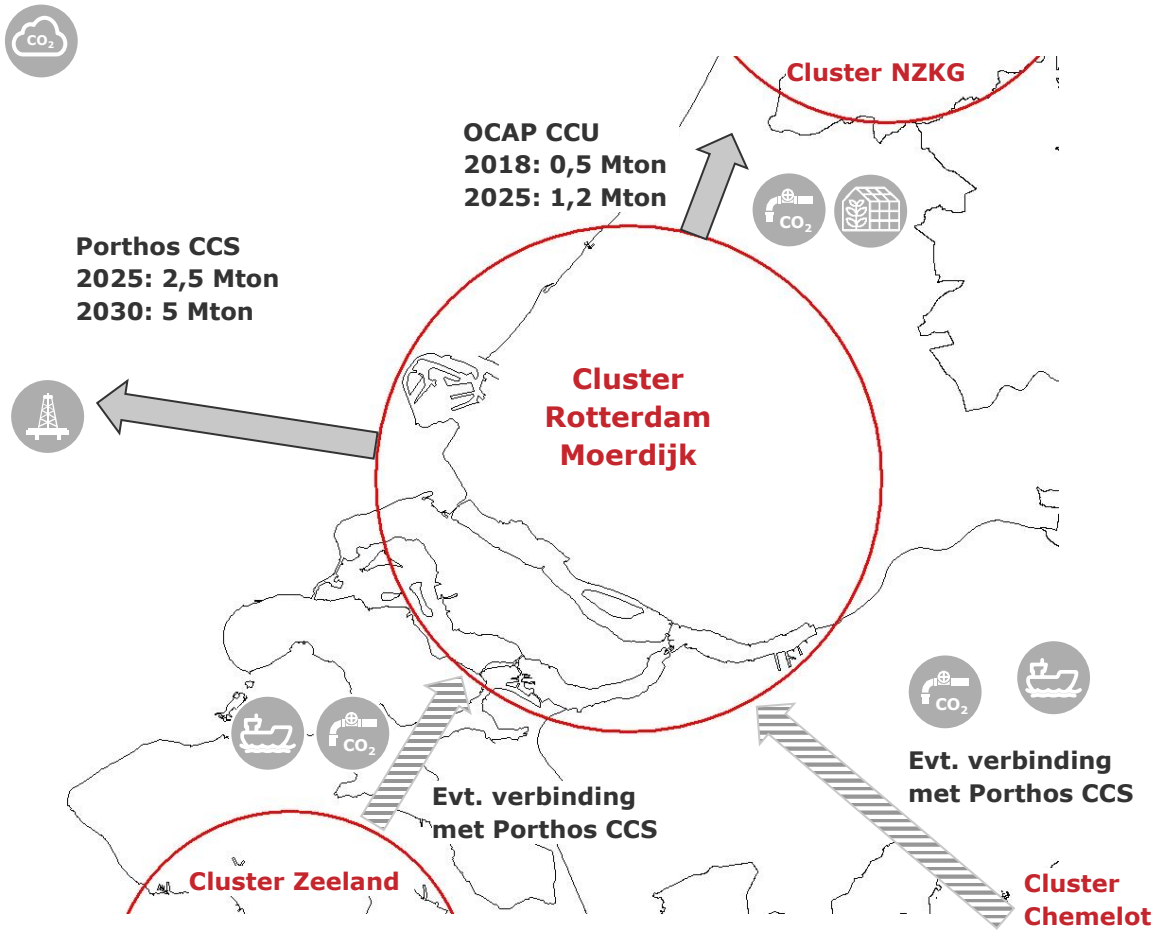
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.3 Bevindingen – Rotterdam Moerdijk – CO_2

Grootschalige CC(U)S staat gepland middels Porthos en uitbreiding van OCAP. Knelpunten voor deze projecten zijn niet-technisch van aard

(Volumes)



Behoefte tot 2030 [5]:

- Porthos project: 2,5 Mton/jr CCS (37 Mton opslag over 15 jaar)
- Extra aansluitingen OCAP: 1,2 Mton CCU. Afhankelijk van de beschikbaarheid van restwarmtelevering.
- Verbinding andere clusters: plannen met cluster Zeeland en Chemelot.

Behoefte na 2030:

- Verdere opslagcapaciteit Porthos, extra aansluiting van o.a. AVI's [i]
- OCAP naar 2,5 Mton/jaar CCU in 2040 [i]

Infra tot 2030

- Porthos 2,5 Mton/jr CCS. Leiding capaciteit ongeveer 5 Mton (normale druk), in theorie 10 Mton (superkritisch). [i]
- OCAP: ambitie voor verdere uitbreiding, commercieel gedreven [i]

Infra na 2030

Technische beperkingen tot 2030:

- Porthos: project is in een vergevorderde initiële fase. Infra ligt er nog niet. Planning onder druk i.v.m. diverse niet-technische knelpunten. Mededingingswetgeving maakt afstemmen turnaround voor inpassing Porthos moeilijk, terwijl dit kritisch is voor business-case.
- OCAP: Knelpunt is onzekerheid aanbod CO_2, dit hangt met name af van Porthos en ETS regelgeving. Uitbreiding beperkt door doorlooptijd vergunningen. Verder is het leveren van CO_2 aan de glastuinbouw afhankelijk van de beschikbaarheid van restwarmtelevering.

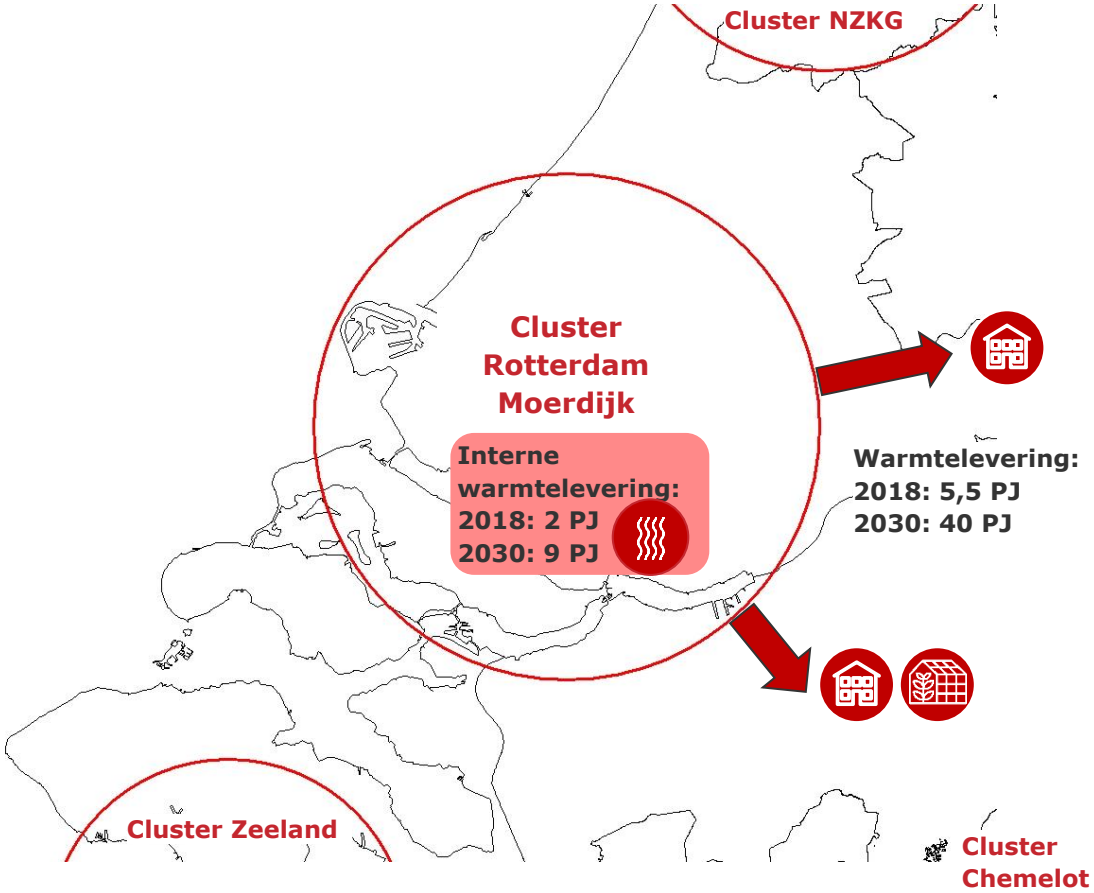
2019 2030 2050

DNV GL © 2020

3.3 Bevindingen – Rotterdam Moerdijk – Warmte/stoom

Grote hoeveelheden LT restwarmte beschikbaar, met mogelijkheden tot afzet in stedelijke gebieden en kassen. Infrastrucuur ontbreekt nog, maar is wel voorzien

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Additionele warmte uitkoppeling richting gebouwde omgeving: 5 PJ in 2018; 40 PJ in 2030 (reductie 2,1 Mton) [5]
- Beschikbaarheid LT restwarmte grote bedrijven ordegrootte tientallen PJ [i]
- Verdere stoomuitwisseling tussen industrie: 2 PJ in 2018; 9 PJ in 2030 (reductie 0,5 Mton) [5]

Behoefte na 2030:

- In de clusterplannen wordt dit niet expliciet gemaakt

Infra tot 2030 [5]

- Uitbreiden van warmtenetten richting kassen en steden (zoals EnergyWebXL en Warmte-Alliantie ZH)
- Uitbreiden en integreren van stoomnetwerk Botlek met andere bedrijven zoals AVI's.

Infra na 2030

- Verdere ontwikkelingen voor warmte/stoom zijn tot op heden niet gepland

Technische beperkingen tot 2030:

- Zowel uitbreiding warmtenet, als uitbreiding stoomnetwerk voorzien.

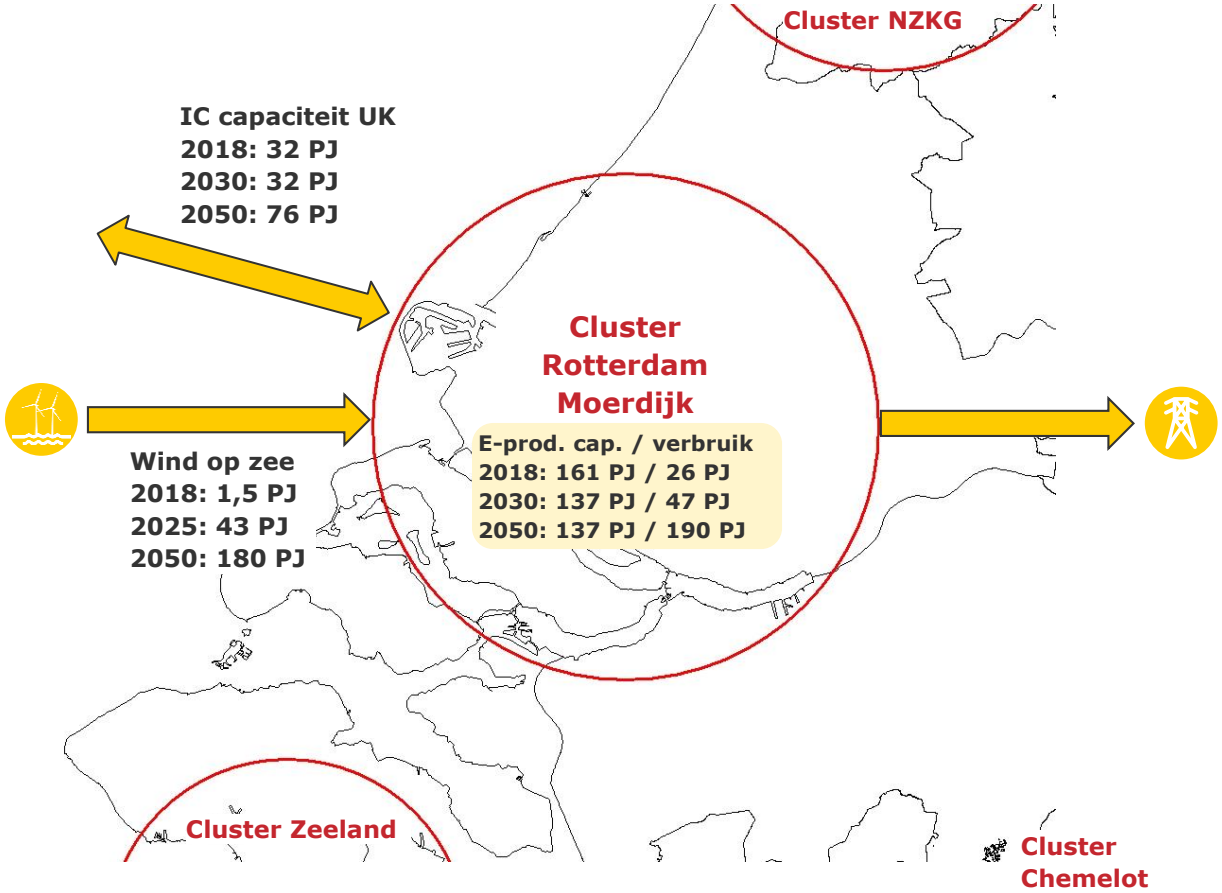
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.3 Bevindingen – Rotterdam Moerdijk – Elektriciteit

Invoeding WoZ en grootschalige elektrificatie leiden tot knelpunten in het elektriciteitsnet. Lokale aanpassingen op korte termijn en koppeling tussen lokale E-vraag en WoZ kan de druk verder verlagen

(Volumes)



Behoefte tot 2030 [5]:

- Elektrificatie, P2H via warmtepompen, elektromotoren, e-boilers. Voor P2H 1,7 GW capaciteit nodig voor realisatie CO_2 reductiepotentieel van 1,7 Mton.[i, 31] Voor P2H2 tenminste 250MW capaciteit nodig.
- Voldoende WOZ capaciteit voor constante aanlevering duurzaam vermogen voor elektrificatie
- E-vraag neemt toe naar 47 PJ

Behoefte na 2030 [5]:

- P2H2
- Elektrificatie krakers [i]
- E-vraag industrie neemt verder toe tot 190PJ

Infra tot 2030

- Aanlanding offshore wind: HK Zuid (1,4 GW 220kV AC) en IJmuiden Ver (2GW 525kV DC)
- Aanpassing net havengebied middels lokale aanpassingen (TenneT en Stedin)
- Toename behoefte capaciteit aansluitingen ordegrootte enkele GW [i, 24,31]

Infra na 2030

- Toename behoefte capaciteit aansluitingen ordegrootte GW [i]

Technische beperkingen tot 2030:

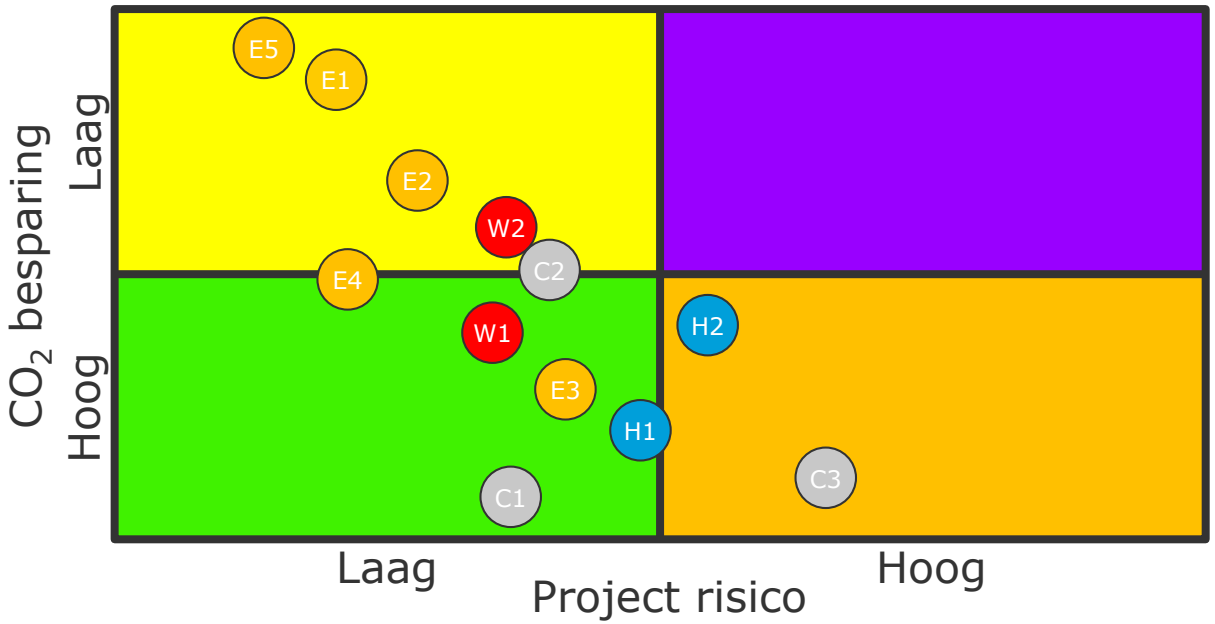
- Elektrificatie vaak afhankelijk van turnaround, planning hiervan komt vaak niet overeen met planning en doorlooptijden elektrische infrastructuur (TenneT en Stedin).
- Beperkte ruimte voor uitbreiding netwerk. P2H zal tot knelpunten leiden op 150kV niveau.
- Accommodatie P2H en P2H2 projecten en aanlanding offshore wind hebben de potentie elkaar te faciliteren bij benutting flexibiliteit

2019 **2030** **2050**

3.3 Bevindingen – Rotterdam Moerdijk – Realiteit en technische beperkingen

Tot 2030 zijn in de realisatie van geplande projecten reeds beperkingen voorzien met betrekking tot infrastructuur voor H_2, CO_2, warmte en elektriciteit

	Tot 2030	Na 2030
Waterstof	- **H1**: H-vision, blauwe H_2, 46 PJ. - **H2:** Lokaal H_2 netwerk (HIC)	- **H3:** Aanleg van H_2 import, overslag- en opslagfaciliteiten
CO_2	- **C1:** CCS Porthos : 2,5 Mton/jr - **C2:** CCU OCAP: 1,2 Mton extra aansluitingen - **C3:** Porthos verbinding met clusters Zeeland en Chemelot.	- **C5:** Uitbreiden OCAP naar 2,5 Mton/jaar CCU in 2040
Warmte/stoom	- **W1:** Uitbreiden van warmte-netten richting kassen en steden (EnergyWebXL, Warmte-Alliantie ZH) - **W2:** Uitbreiden en integreren van stoomnetwerk Botlek met andere bedrijven zoals AVI's	
Elektriciteit	- **E1**: P2H2, 20 MW pilot project - **E2**: P2H2, 250 MW H2050 project - **E3:** Opschaling E2 naar 2GW - **E4**: Elektrificatie, P2H via warmtepompen, elektromotoren, e-boilers. Aansluitingen ordegrootte enkele GW. - **E5**: E-vraag neemt toe naar 47 PJ	- **E6:** Elektrificatie complete krakers. Aansluitingen ordegrootte GW - **E7**: E-vraag neemt toe naar 190PJ



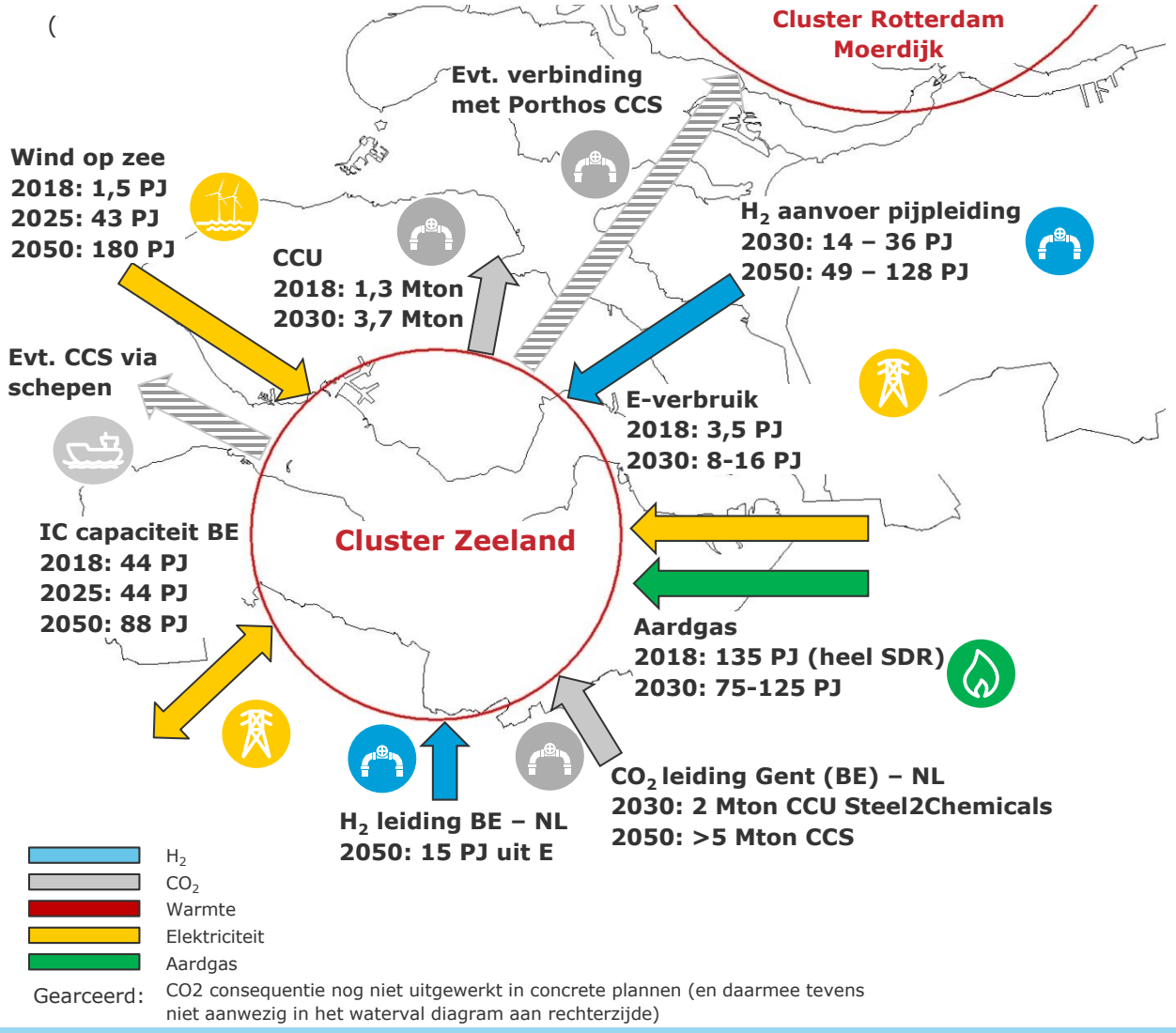
Technische beperkingen	Tot 2030
Waterstof	- Ja; potentieel belemmering i.v.m. aankoppelingen H-vision; primair focus op verzwaring lokaal netwerk en aansluiting op landelijke H_2 backbone.
CO_2	- Ja, Porthos vereist nieuwe infrastructuur
Warmte/stoom	- Ja; potentieel knelpunt voorzien in uitbreiding warmtenet
Elektriciteit	- Ja; vraagtoename vanuit industrie en P2H zorgt voor technische belemmering in 2030

DNV GL © 2020

A.4 Zeeland

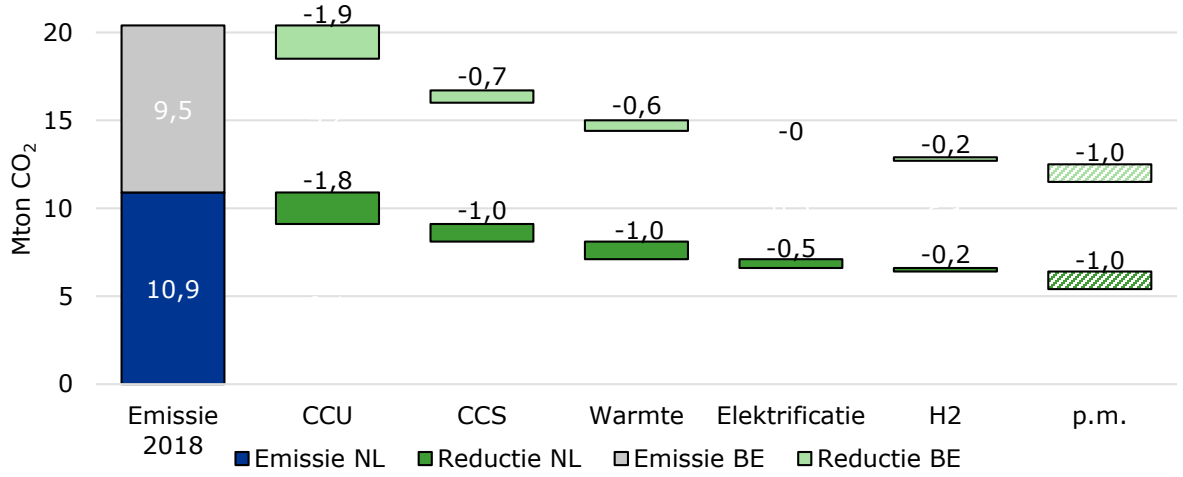
3.4 Bevindingen – Zeeland – Overzicht

De plannen van het industriële cluster Zeeland kennen grote mate van verwevenheid met het cluster Rotterdam-Moerdijk en België



Huidige situatie:

- Cluster Smart Delta Resources (SDR): Vlissingen, Terneuzen en Gent (BE)
- Cluster op internationaal niveau en dus inclusief Gent (BE). DNV GL schat welke emissiereducties van toepassing zijn op het Nederlandse deel van het cluster
- Totale cluster emissie: 21,4 Mton CO_2; NL: 10,9 Mton CO_2
- Dow, Yara en Zeeland Refinery: 9,3 Mton CO_2 = 85% van emissie NLs deel SDR
- Geschatte emissie NL deel SDR 2030 = 6,4 Mton; 2050 = 1,5 Mton CO_2



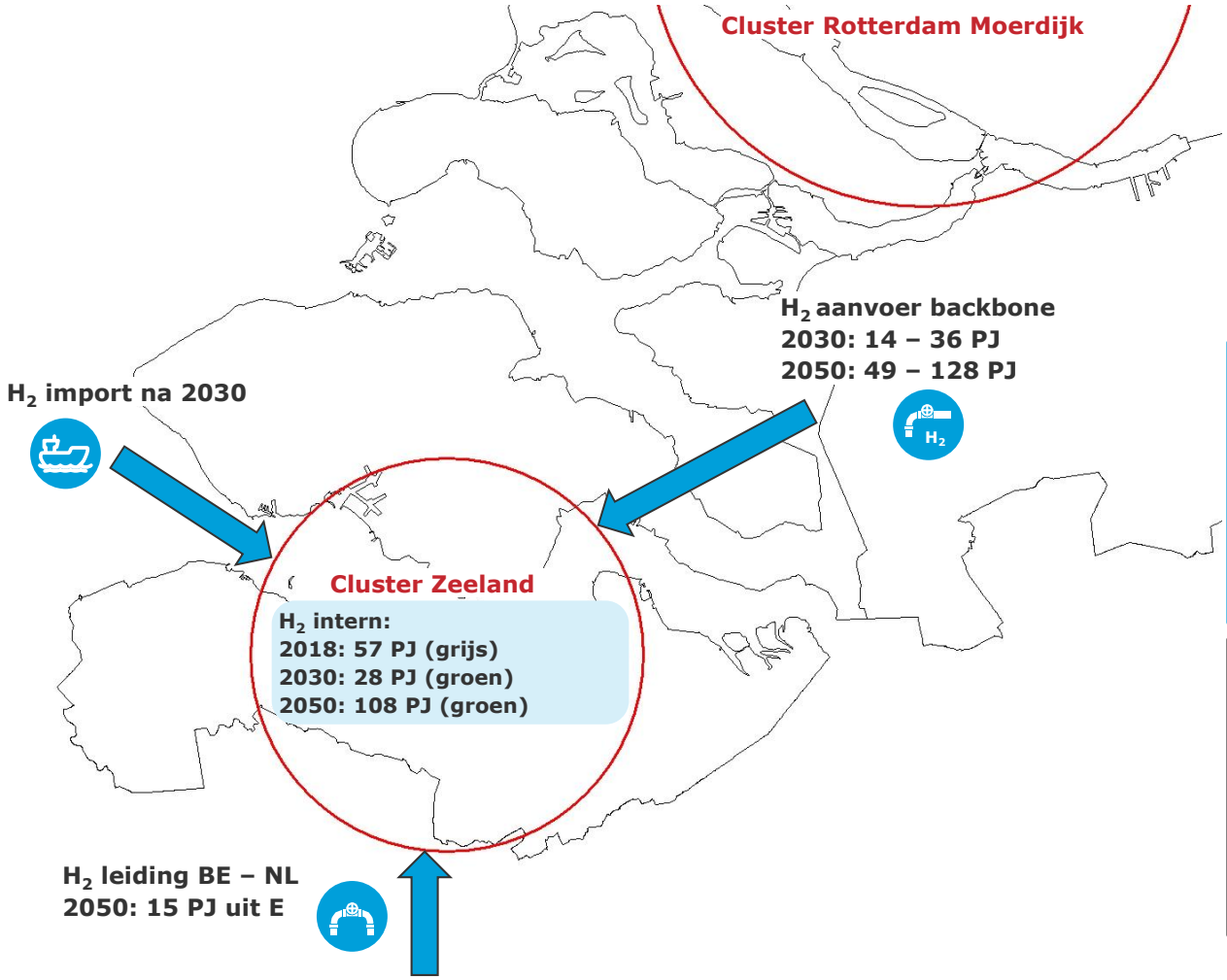
Conclusie

- Cluster is grensoverschrijdend en emissiereductieplannen zijn niet altijd land-specifiek
- Emissiereductie voornamelijk afhankelijk van CC(U)S, elektrificatie en groene waterstof
- Elektrificatie wordt bemoeilijkt door onvoldoende capaciteit op bestaand net (vnl. 150kV)
- Steel2Chemicals CC(U)S resulteert in scope 1 reductie in BE en scope 3 reductie in NL. Huidige CO_2 accounting regels vormen dus een knelpunt voor dit project.
- Impact van dit additionele H_2 vraag voor Steel2Chemicals project op H_2 beschikbaarheid voor andere emissiereductieplannen is onduidelijk
- Emissiereductie bij uitvoering alle huidige plannen = 41%

DNV GL © 2020

3.4 Bevindingen – Zeeland – Waterstof

Huidige plannen voor opschaling H_2 productie zullen leiden congestie op het elektriciteitsnet. Om aan de H_2 vraag in het cluster te voldoen is aansluiting op een landelijke backbone essentieel



Behoefte tot 2030:

- Huidige H_2 vraag is 57 PJ (400 kton)[38], vraag inkoop H_2 in 2030 tot 270 kton [39]
- 100 MW elektrolyse pilot plant in 2025, met mogelijke uitbreiding tot 1 GW voor 2030 [38]
- Significante extra H_2 vraag bij Steel2Chemicals CCU project [38]
- Ruimte binnen industrie voor >500 MW groene H_2 elektrolyse capaciteit [i]
- 37 PJ groene stroom voor productie H_2 [39]

Behoefte na 2030:

- 15 PJ (105 kton) groene H_2 bij Engie Rodenhuize (BE) [38]
- 144 PJ groene elektriciteit voor productie H_2 [39]
- Opschalen P2H2 naar >1 GW [i]
- Inkoop H_2 tot circa 910 kton [39]

Infra tot 2030

- Aansluiting op nationale H_2 backbone is essentieel voor halen doelstellingen [38]
- Verzwaring E-net voor elektrolyse [38], [i]
- Aanlanding voldoende WOZ [38]
- Uitbreiding CUST-netwerk (lokaal H_2 net) binnen het havengebied en voor koppeling met de regio [55]

Infra na 2030

- H_2 netwerk van Gent naar Vlissingen [38]
- Aanlanding voldoende WOZ [38]

Technische beperkingen tot 2030:

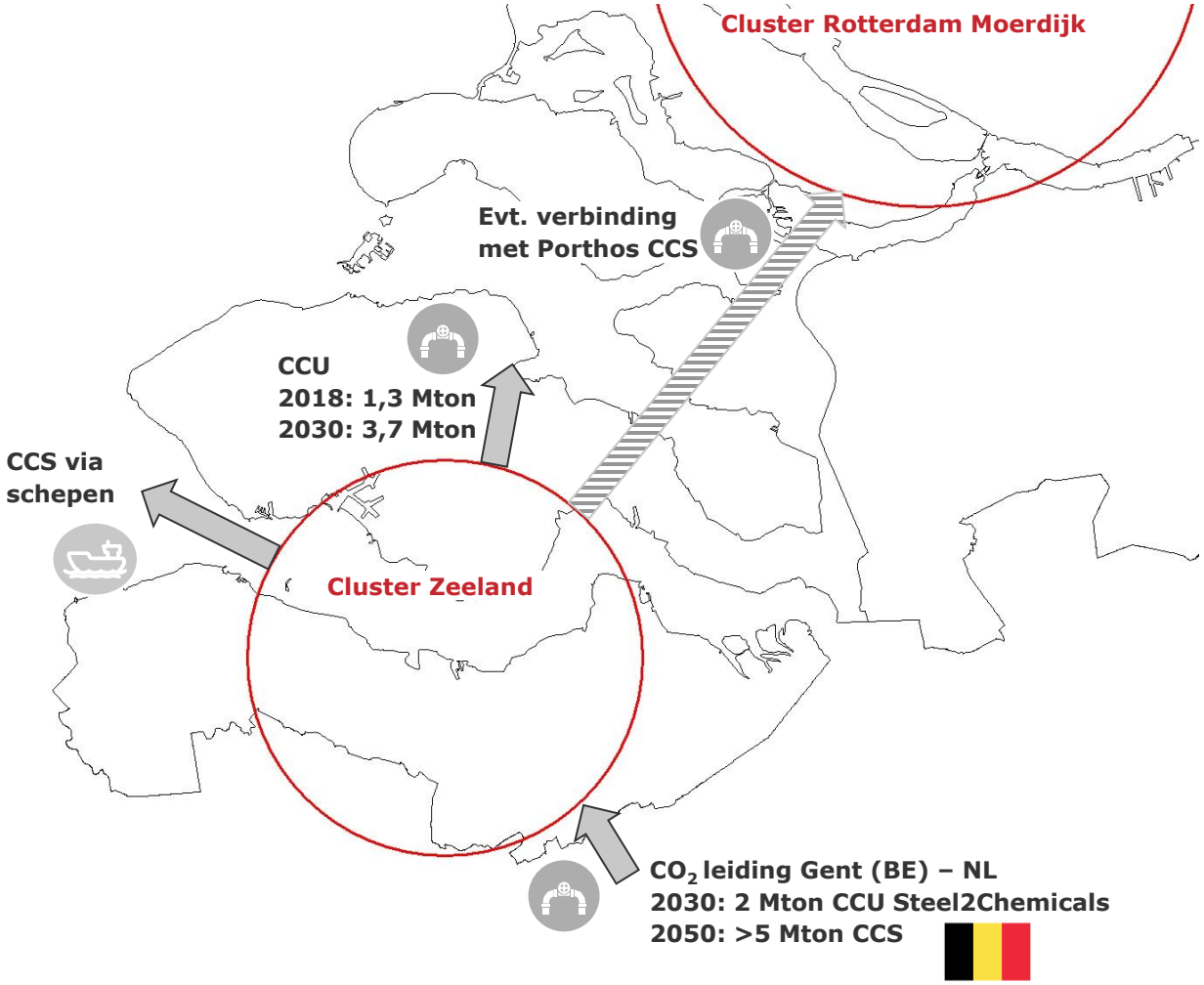
- Congestie op elektriciteitsnet (150 kV – kanaalzone Terneuzen – Gent) beperkt lokale elektrolyse, H_2 transport van centrale locatie naar afnemers noodzakelijk [38], [i]
- Het is onduidelijk wat de impact is van het Steel2Chemicals project (door bijbehorende H_2 vraag) op de beschikbaarheid van H_2 voor andere emissiereductieplannen
- Voldoende aanlanding van WOZ en een verzwaard E-net is noodzakelijk voor het duurzaam opwekken van de (reeds bestaande) waterstofvraag [i]

2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.4 Bevindingen – Zeeland – CO_2

Grootschalige CC(U)S staat gepland bij zowel industrie als productie blauwe H_2, met transport via schepen, België of eventueel Porthos



Behoefte tot 2030:

- In totaal 3,7 Mton CCU [38]
  - 1,3 Mton reeds bij Yara, wordt niet verrekend i.v.m. ETS regelgeving
  - 2 Mton bij Arcelor Mittal Gent (BE) als Steel2Chemicals, CO + H_2 → CxHy, dus ook significante extra H_2 vraag
  - 0,5 Mton 'alternative concrete plant'
- 4-7,5 Mton CCS, incl. 1,7 bij blauwe H_2 [39]
- 1 Mton pure CO_2 reeds beschikbaar, beperkte investering voor CC(U)S [i]

Behoefte na 2030:

- Vanaf 2050 CCS bij alle major sources, met een capture efficiency van 80%, geschat op 7 Mton CCS [38]
- Potentiële uitbreiding CCS tot ca. 18 Mton bij het uitblijven van lokale duurzame elektriciteitsproductie en/of toepassing circulaire productie [39]

Infra tot 2030

- CO_2 leiding tussen Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen [38]
- Evt. verbinding met Porthos CCS Rotterdam [55], pure CO_2 stromen kunnen starten als first enabler [i]
- Reeds CO_2 levering aan schepen, frequentie kan worden uitgebreid [i]
- Intern CUST-netwerk voor transport CO_2 [39]

Infra na 2030

- Verdere ontwikkelingen voor CO_2 worden niet expliciet gemaakt in de clusterplannen

Technische beperkingen tot 2030:

- Vergunningsprocedures voor leidingen en tracés veroorzaken vertraging. Met name relevant bij kruising Westerschelde (Natura 2000) en Hollands Diep [i]
- Steel2Chemicals CC(U)S resulteert in scope 1 reductie in BE en scope 3 reductie in NL. Huidige CO_2 accounting regels vormen dus een knelpunt voor dit project [i]
- Geen reductie van EU-ETS kosten bij het leveren van CO_2 aan non-ETS entiteiten (CCS via schepen of CCU aan kleine afnemers)

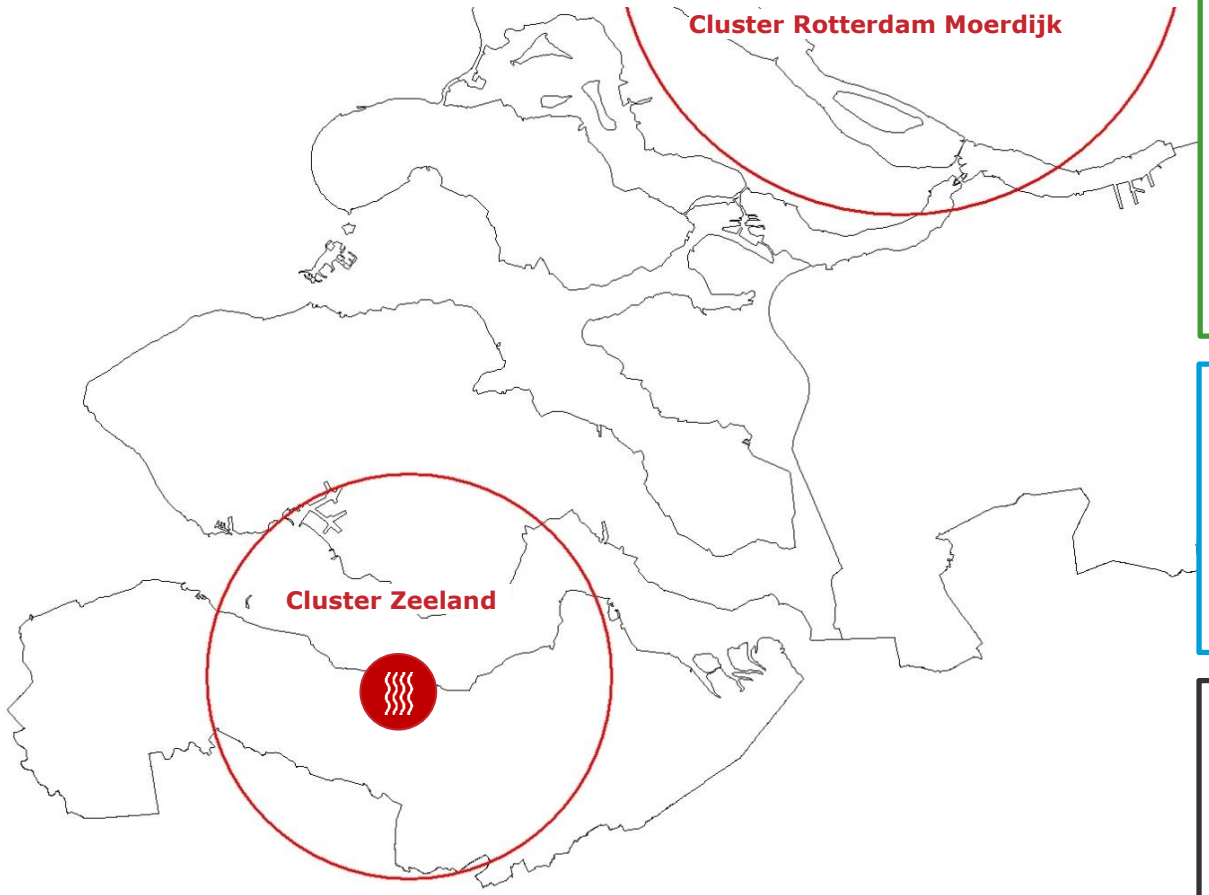
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.4 Bevindingen – Zeeland – Warmte/stoom

Plannen richten zich op energiebesparing. Technische knelpunten voorkomen P2H, en er zijn geen concrete plannen voor het gebruik van restwarmte

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- 20% reductie van energievraag (1 Mton CO_2 reductie) door toepassing innovatieve technologieën zoals warmtepompen en vapour recompression [38]
- Beschikbaarheid restwarmte in de regio, en lokale behoefte van 50 MW [39]

Behoefte na 2030:

- In de clusterplannen wordt dit niet expliciet gemaakt

Infra tot 2030

- Verzwaring e-net om toename e-vraag t.g.v. warmtepompen en boilers te faciliteren [38]
- Gesprekken aangaande tussen producenten en potentiële afnemers restwarmte in de regio[39]

Infra na 2030

- Verdere ontwikkelingen voor warmte/stoom worden niet expliciet gemaakt in de clusterplannen

Technische beperkingen tot 2030:

- In Zeeuws Vlaanderen geen ruimte op e-net om extra vraag t.g.v. P2H te accomoderen [i], [38] (zie ook de volgende slide over elektriciteit).

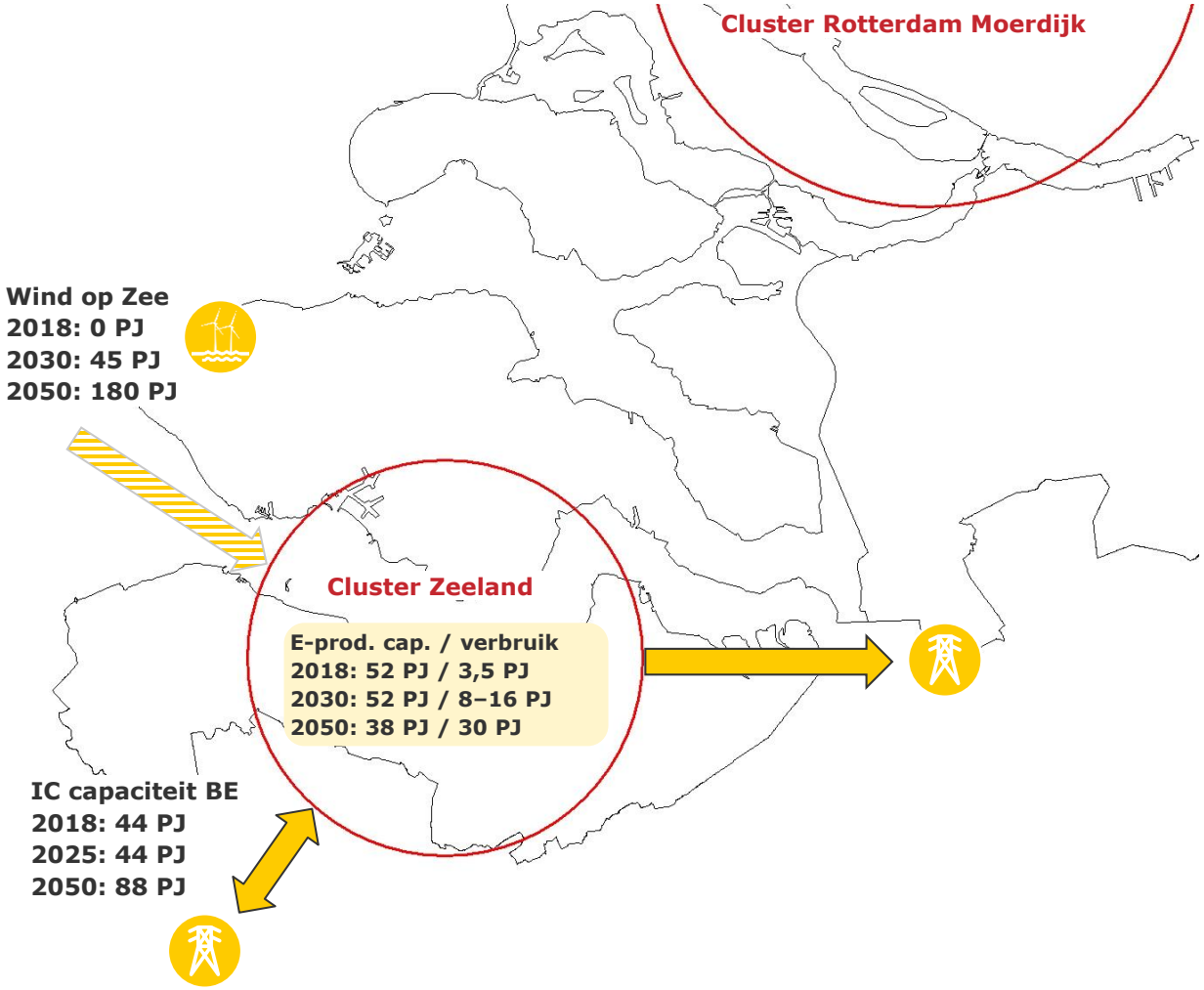
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.4 Bevindingen – Zeeland – Elektriciteit

380kV infrastructuur wordt uitgebreid om transport van lokale opwek en invoeding WoZ af te voeren richting nationaal ringnet. Beperkingen in het lokale 150kV net beperken toepassing elektrificatie en lokale afname WoZ

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Huidige E-vraag: 3,5 PJ; 2030: 8-16 PJ [38]
- Uitbreiding transportcapaciteit HS net vanuit Borssele wegens bouw Sloe en vertrek lokale grootverbruikers [51]
- Robuust regionaal HS netwerk om lokale industrie toegang te geven tot windenergie [38]

Behoefte na 2030:

- Elektrisch kraken: GW's aan elektrisch vermogen [i]

Infra tot 2030[4]

- Aanlanding Borssele 1-4: 1,5 GW WoZ
- Evt. aanlanding IJmuiden Ver A: 2 GW WoZ
- Opwaardering verbinding Geertruidenberg
- Project Zuid-West 380kV: nieuwe 380kV verbinding van Borssele naar Tilburg via Rilland en nieuw 380kV station Rilland

Infra na 2030

- Verzwaring aansluitingen bedrijven ordegrootte meerdere GW [i]
- Evt. aanlanding extra WOZ [38]

Technische beperkingen tot 2030:

- Huidig 150kV net in de kanaalzone van Terneuzen vormt voor sommige bedrijven momenteel al een barrière, verzwaring noodzakelijk voordat verdere elektrificatie kan plaatsvinden.[i], [38]
- Uitbreiding van 380kV verbindingen in Zeeland is voorzien ten noorden van de Westerschelde, met de nieuwe verbinding vanuit Borssele en het opwaarderen van bestaande verbindingen. Het 150 kV net in de regio (met name de kanaalzone) is niet toereikend om lokale industrie aan te sluiten op WOZ die in Borssele evt. aan land komt.[i]

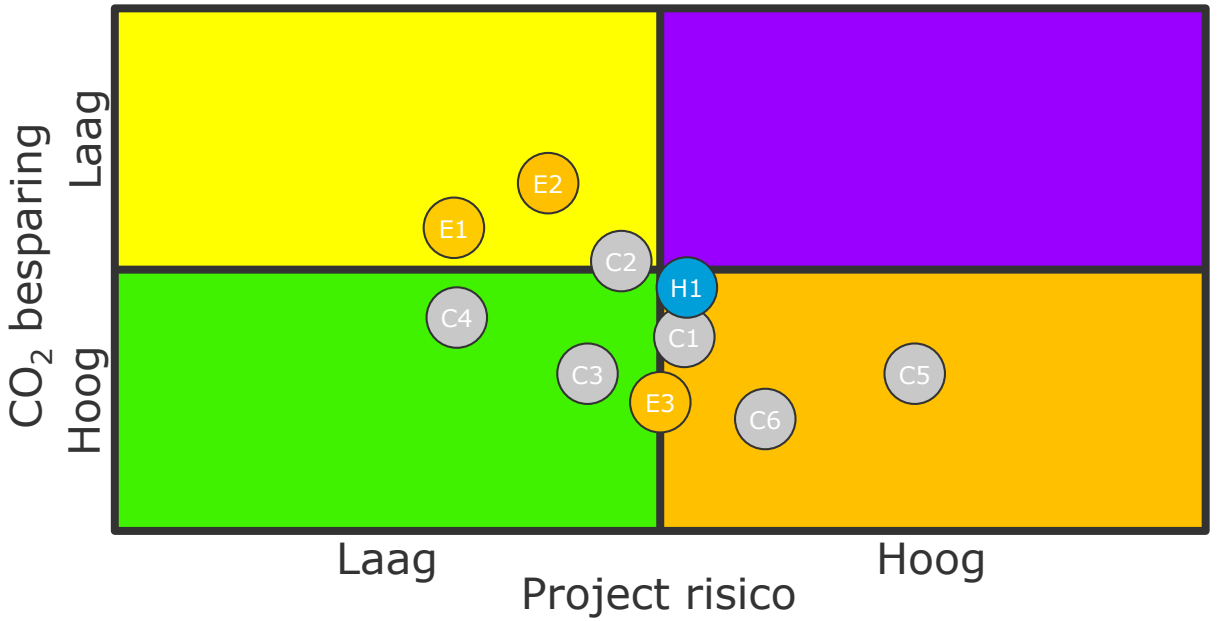
2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.4 Bevindingen – Zeeland – Realiteit en technische beperkingen

Tot 2030 zijn in de realisatie van geplande projecten reeds beperkingen voorzien met betrekking tot infrastructuur voor H_2, CO_2 en elektriciteit

	Tot 2030	Na 2030
Waterstof	- P2H2: 100MW pilot elektrolyser 2025, zie **E2** - **H1**: Significante extra H_2 vraag bij Steel2Chemicals CCU project - **H2:** Lokaal H_2 net (uitbreiding CUST-netwerk)	- **H2:** Tot 105 kton groene H_2 bij Engie Gent
CO_2	- **C1:** 2 Mton CCU 'Steel2Chemicals' bij Arcelor Mittal Gent (BE), CO + H_2 → CxHy. Significante extra H_2 vraag - **C2:** 0,5 Mton CCU 'alternative concrete plant' - **C3:** 1,7 Mton CCS bij H_2 productie - **C4:** CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2 - **C5:** CO_2 leiding tussen Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen - **C6:** Evt. verbinding met Porthos CCS	- **C7:** Vanaf 2050 CCS bij alle major sources, met een capture efficiency van 80%
Warmte/stoom		
Elektriciteit	- **E1:** Elektrificatie, P2H via warmtepompen, elektromotoren, e-boilers. Aansluitingen ordegrootte honderden MW - **E2**: 100MW elektrolyser - **E3:** Opschaling E2 naar 1GW	- **E4:** Elektrificatie complete krakers. Aansluitingen ordegrootte GW - **E5**: E-vraag neemt toe naar 190PJ



Technische beperkingen	Tot 2030
Waterstof	- Ja, voor lokale elektrolyse ontbreekt de elektrische infra (zie elektriciteit hieronder). Voor centrale elektrolyse ontbreekt een waterstofnetwerk vanuit een centrale locatie waar wel 380kV aanwezig is.
CO_2	- Ja; nieuwe infrastructuur vereist
Warmte/stoom	- Nee, beperkingen spelen aan E-zijde
Elektriciteit	- Ja; met name in Zeeuws Vlaanderen (kanaalzone – 150kV) geen ruimte om de extra vraag door elektrificatie en lokale elektrolyse te accommoderen

DNV GL © 2020

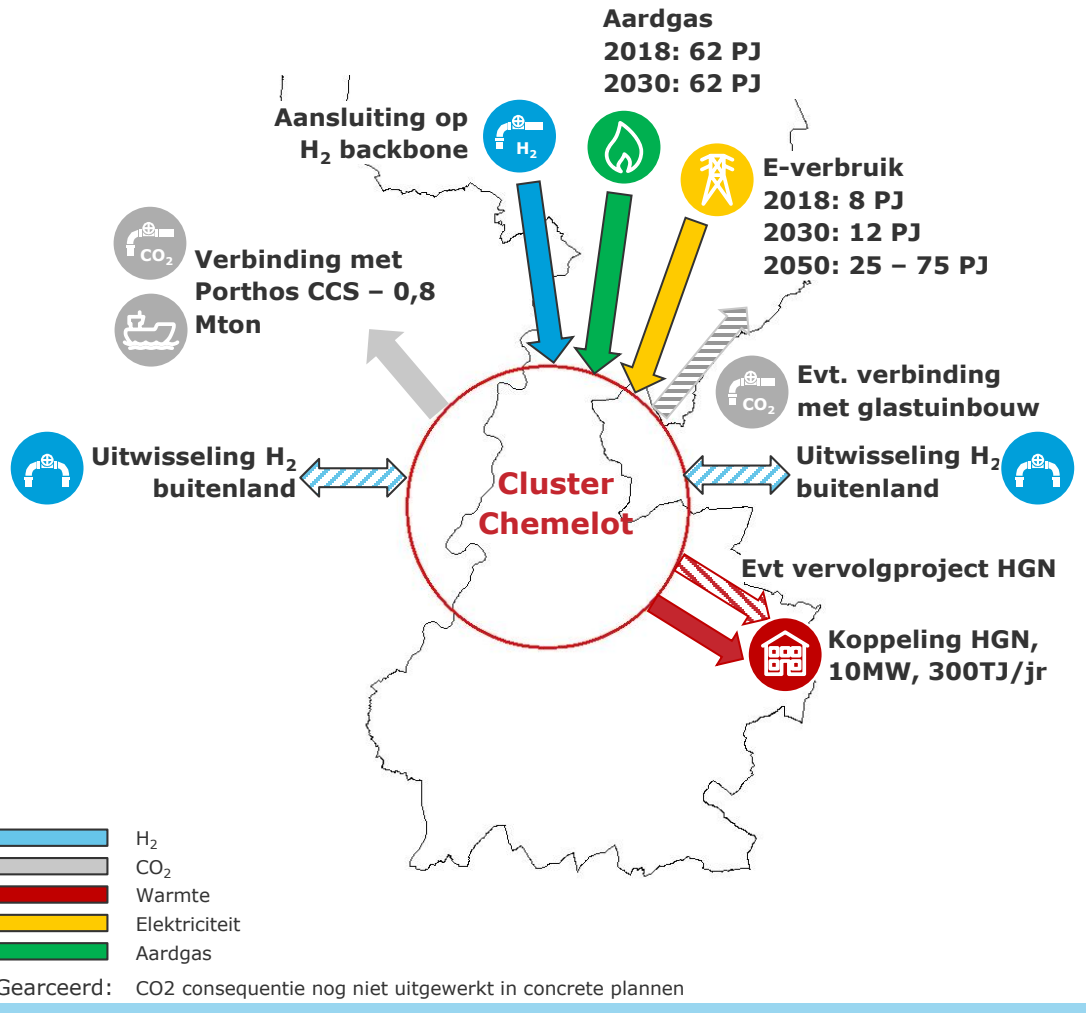
A.5 Chemelot

DNV GL © 2020

3.5 Bevindingen – Chemelot – Overzicht

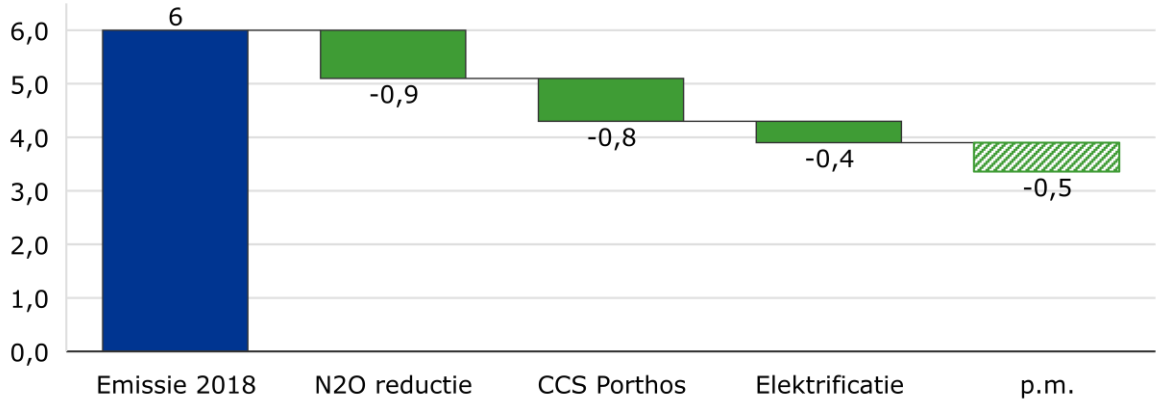
De plannen van het industriële cluster Chemelot zijn divers van aard en hebben een sterke afhankelijkheid van de beschikbaarheid van infrastuctuur

(Volumes)



Huidige situatie:

- Totale clusteremissie 2017: 6,0 Mton CO_2e (hiervan is 1,1 Mton CO_2e lachgas (N_2O))
- Beoogde emissie: 2030 = 3,6 Mton CO_2; 2050 = Klimaatneutraal
- Cluster heeft pijpleiding connecties met België (Antwerpen) en Duitsland (Ruhr gebied)
- Bedrijven aangesloten op gesloten distributienet met eigen utiliteiten (stoom, elektriciteit) inclusief beperkte eigen opwek
- Tot cluster Chemelot worden alleen bedrijven gerekend die onder de vergunning van Chemelot vallen. De belangen van andere bedrijven in de regio worden geborgd door het Limburgs Energie Akkoord.



Conclusie

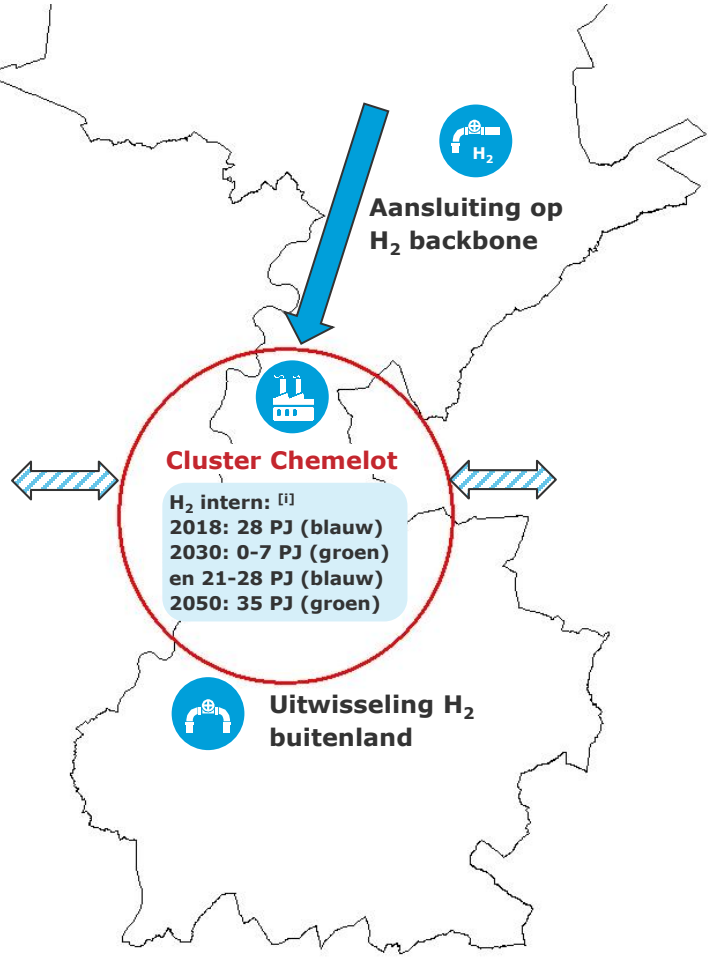
- CO_2 emissie reductie is haalbaar, maar afhankelijk van beschikbaarheid CO_2 infrastructuur.
- Investeringsbeslissing 0,6 Mton N_2O reductie heeft reeds plaatsgevonden, business case resterende 0,3 Mton nog niet rond.
- Zonder CCS (export richting Porthos) haalt Chemelot de reductie doelstelling niet. Geen back-up optie. Barges optimaal transportmiddel bij gebrek aan pijpleiding (meest optimaal).
- Vanuit Chemelot is vraag om over voldoende capaciteit te beschikken om de sterke groei naar groene stroom te kunnen accommoderen. Momenteel zijn hiervoor geen concrete plannen.
- Plannen vanuit België en verkenningen vanuit TRILOG trilateraal gebied voor pijpleidingen en tracés van Antwerpen naar Geleen en het Rühr gebied. [57], [42]

DNV GL © 2020

3.5 Bevindingen – Chemelot – Waterstof

Vraag naar H_2 in Chemelot groeit, maar productiecapaciteit lokale groene H_2 is beperkt. Aansluiting op externe H_2 bronnen of aanvoer WoZ benodigd voor vergroenen H_2 vraag

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Huidig gebruik 28 PJ, gaat groeien [i]
- Wil waterstof vergroenen via CCS (blauwe waterstof), via lokale elektrolyse, vergassing van biomassa(afval) of vervanging door groene waterstof van backbone. naar Chemelot brengen. Business case zal bepalen met welk tempo dit gaat en voor welke opties gekozen wordt. 100% vergroening voor 2030 niet haalbaar[i]
- Pilotplant voor H_2 uit koolwaterstoffen [56]

Behoefte na 2030:

- Verbruik: 35 PJ [i]
- Mede door nieuwe technologieën voorziet Chemelot steeds meer zelfvoorzienend te zijn van groene H_2 [i]

Infra tot 2030

- Aansluiting op H_2 backbone wenselijk [i]
- Concreet bezig met groene waterstof uit biomassa (afval) voor 2030, dit project zal zo'n 150 kt CO_2 reductie teweeg kunnen brengen [i]
- Onderzoek BE naar nieuw leidingentracé Antwerpen – Geleen – Duitsland [57]

Infra na 2030

- E-net wordt uitgebreid, maar het is onzeker of dit op tijd gebeurt om grootschalige elektrolyse uit groene stroom te faciliteren [i]

Technische beperkingen tot 2030:

- Als externe H_2 beschikbaar is tegen een aantrekkelijke prijs wordt het onderdeel van de transitie. Aansluiting op H_2 backbone is een wenselijke opties om waterstof voorziening te vergroenen en kan een springplank bieden voor verbinding met België en Duitsland.
- Tegelijk loopt lokale electrolyse direct tegen beperkingen in het elektriciteitsnetwerk aan (zie pagina betreft elektriciteit hieronder).

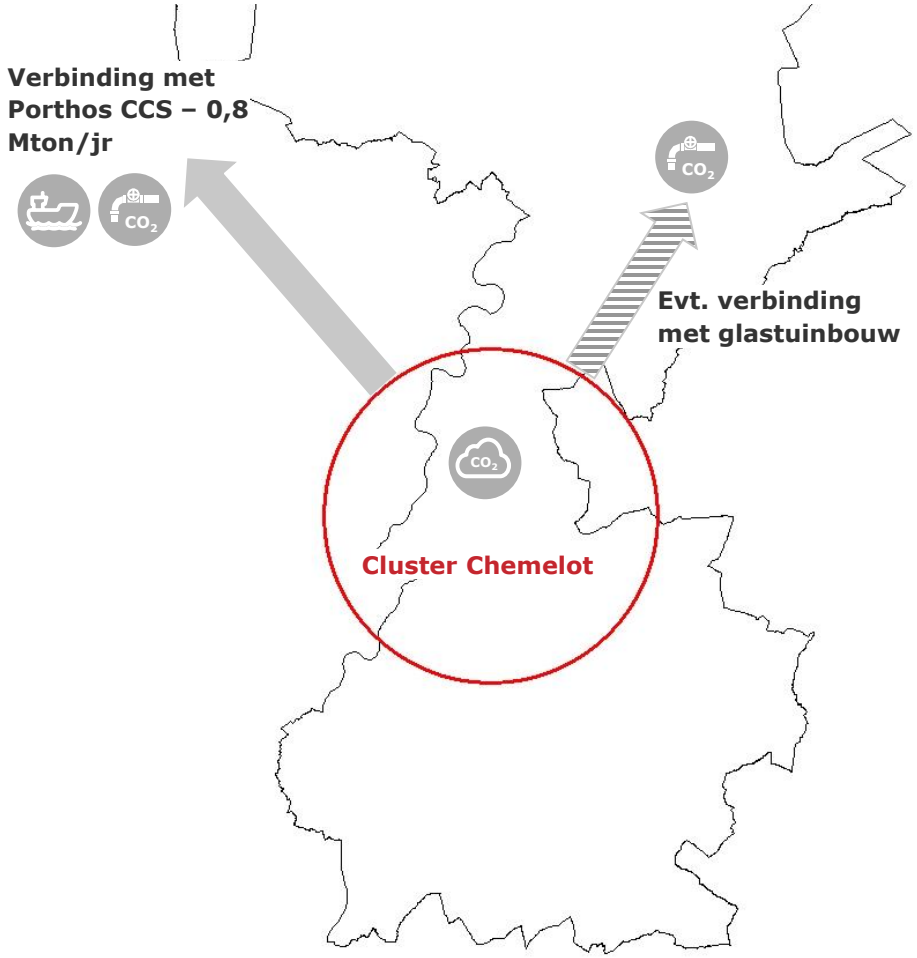
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.5 Bevindingen – Chemelot – CO_2

Chemelot is afhankelijk van CCS voor het halen van haar doelstellingen voor 2030. Hiervoor is echter nog geen infrastructuur beschikbaar. Aansluiting op Porthos of transport via binnenvaart zijn de meest waarschijnlijke opties

(Volumes)



Behoefte tot 2030 [56]:

- Reductie N_2O emissie van 0,9 Mton CO_2e:
  - 0,6 Mton reeds FID,
  - Voor 0,3 Mton momenteel geen business case maar wordt voor 2030 verwacht [i]
- Richting 2050 is Chemelot van plan stappen te zetten die in 2030 tot 50% CO_2-reductie moeten leiden t.o.v. 2015 [56]
- CCS: Aansluiting (leiding of barge) op Porthos Rotterdam (0,8 Mton) [56]
- CCU: evt. verbinding met glastuinbouw (0,1 Mton)[56] [i]

Behoefte na 2030:

- De doelstelling is klimaatneutraliteit. Indien toevoer van 100% duurzame grondstoffen en groene stroom niet mogelijk is, is grootschalige CCS nodig.[i]
- Maximaal potentieel CCS: 4,5 Mton.[i]

Infra tot 2030

- Er is nog geen infra beschikbaar en er zijn nog geen samenwerkingen opgezet met andere partijen (of landen).[i]
- Modaliteiten voor transport van CO_2 naar Porthos zijn onderzocht. Vooralsnog optimaal is transport via barges.[i] Eventuele uitbreiding van de gashaven zou dit verder kunnen faciliteren.[57]
- Porthos moet live zijn, moet op kunnen worden aangesloten.[i].

Infra na 2030

- Beschikbaar komen van CO_2 infrastructuur voor grootschalige CO_2 afvoer. Een -internationale- pijpleidinginfrastructuur is hierbij de meest optimale oplossing.[i]

Technische beperkingen tot 2030:

- Zonder CCS haalt Chemelot de reductie doelstelling niet. Uitrol CCS is afhankelijk van Porthos, regulering en beschikbaarheid van infrastructuur.

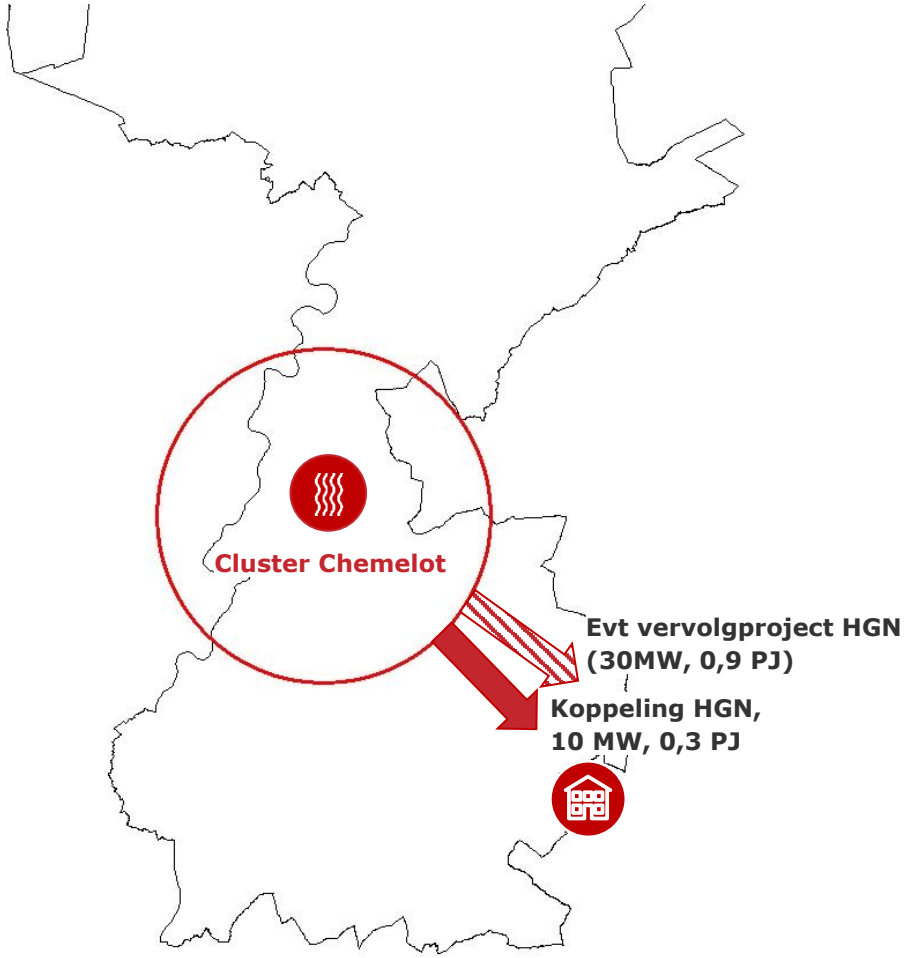
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.5 Bevindingen – Chemelot –Warmte/stoom

Restwarmte uit het cluster is beschikbaar, en er zijn gesprekken bezig om dit in te koppelen in het lokale warmtenet HGN

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Meer restwarmte is beschikbaar op Chemelot. Overleg met het 'Groene Net' (HGN) over vervolgprojecten vindt plaats, om restwarmte van NAFTA-krakers te leveren aan woningen [i]

Behoefte na 2030:

- Beschikbare restwarmte: op 90°C max 75 MW op 70°C max 250 MW [i]

Infra tot 2030

- Momenteel een ontkoppeling in één van de krakers van SABIC voor restwarmte. Gepland is dat volgend jaar wordt aangesloten op HGN te Sittard waarmee restwarmte (10 MW, 300 TJ) [56], [i]
- Levering van 30MW restwarmte lijkt haalbaar voor 2030, afhankelijk van opgave Regionale Energie Strategieën [i]

Infra na 2030

- Geen infrastructurele plannen met betrekking tot warmte na 2030

Technische beperkingen tot 2030:

- De uitbreiding van warmtenetten presenteert typische beperkingen (zie paginas 2.2 Nationaal Perspectief – Regionale transitie).

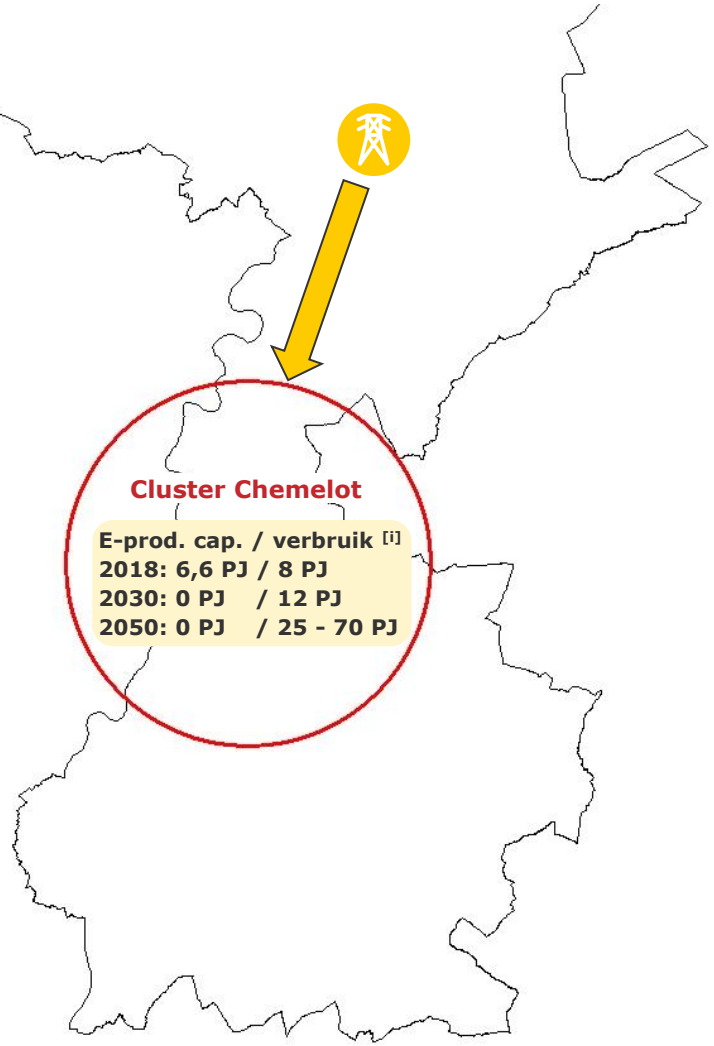
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.5 Bevindingen – Chemelot – Elektriciteit

Bestaande knelpunten in het elektriciteitsnet worden naar verwachting voor 2030 opgelost, wat de geplande elektrificatie kan faciliteren. Bij toenemende elektrificatie na 2030 is het onzeker of de transportcapaciteit in het benodigde tempo mee kan groeien

(Volumes)



Behoefte tot 2030:

- Elektrificatie, toename van ongeveer 250 MW naar 400 MW (diverse projecten, excl P2H2) [i]
- Uitbreiding van de transportcapaciteit op 380kV is noodzakelijk
- Behoefte aan hernieuwbare elektriciteit (b.v. uit wind op zee) [10], [56], [i]

Behoefte na 2030:

- Na 2030 zal verbruik snel ruim meer dan verdubbelen richting 2050. Afhankelijk van de gekozen technologie kan een stijging tot maximaal 2.600 MW plaatsvinden [i] Dit is momenteel nog geen concrete behoefte.

Infra tot 2030

- Huidige aansluiting: 150 kV
- Bestaande regionale knelpunten (niet voldoen aan n-1 criterium) naar verwachting voor 2030 opgelost [51], [i]
- WoZ zal niet voor 2030 in de regio van Chemelot direct worden aangesloten [i]

Infra na 2030

- Voor grote elektrificatie volumes is tijdige aansluiting van Chemelot op 380kV net (uitbreiding naar Greatheide) cruciaal [i]
- Zeer onzeker of de elektriciteitsvoorziening voldoende tijdig uitgebreid is / kan worden [i]

Technische beperkingen tot 2030:

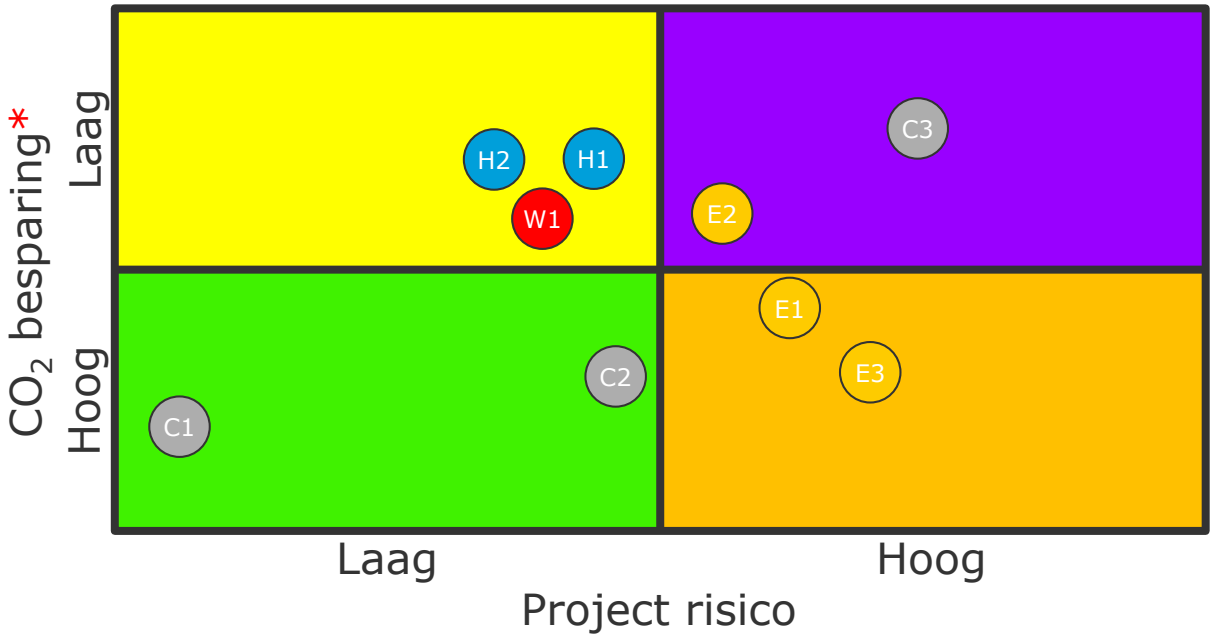
- Tot 2030 geen knelpunten verwacht op 150kV aansluiting.
- Momenteel bestaan in de regio knelpunten op het 380kV-net. Hiervoor is uitbreiding van de aankoppeling op het 380kV-net nodig, evenals verhoging van de transportcapaciteit naar het landelijke ringnet. Deze uitbreidingen staan gepland voor 2030, waarna tot 2030 geen technische knelpunten verwacht worden.
- Bij lokale elektrolyse en sterkere elektrificatie dan voorzien een directe beperking.

2019 **2030** **2050**

3.5 Bevindingen – Chemelot – Realiteit en technische beperkingen

Tot 2030 zijn in de realisatie van geplande projecten reeds beperkingen voorzien met betrekking tot infrastructuur voor CO_2

	Tot 2030	Na 2030
Waterstof	- **H1:** Vergroenen waterstofproductie uit biomassa (afval) - Lokale elektrolyse, zie **E2** - **H2:** pilotplant H_2 uit koolwaterstoffen	- **H3:** Demonstratieplant voor H_2 uit lichte koolwaterstoffen met behulp van groene stroom
CO_2	- **C1:** Reductie N_2O emissie met 0,9 Mton CO_2e - **C2:** 0,8 Mton CCS, evt via Porthos - **C3:** Evt. verbinding met glastuinbouw (CCU)	
Warmte/stoom	- **W1:** Vervolgprojecten HGN, uitkoppelen 30 MW restwarmte	- **W2:** Uitbreiding/gebruik restwarmte industrie
Elektriciteit	- **E1:** Elektrificatie - **E2:** Lokale elektrolyse	- **E3:** Grootschalige elektrolyse



Technische beperkingen	Tot 2030
Waterstof	- Nee, aansluiten op backbone is een van de opties
CO_2	- Ja; behoefte aan aansluiting op Porthos
Warmte/stoom	- Nee; generieke belemmering voorzien in uitbreiding warmtenet (zie nationale paginas)
Elektriciteit	- Nee, tot 2030 geen belemmering voor Chemelot. Wel uitbreiding 380kV aansluiting Maasbracht voorzien. Bij grootschalige elektrificatie en elektrolyse wel een beperking

* CO_2 besparing inschatting DNV GL.
Niet gekwantificeerd in clusterplannen.

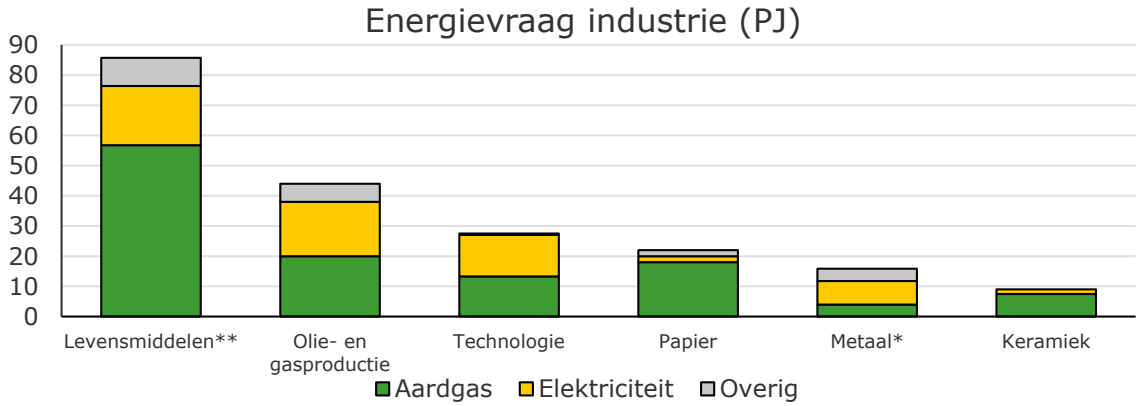
DNV GL © 2020

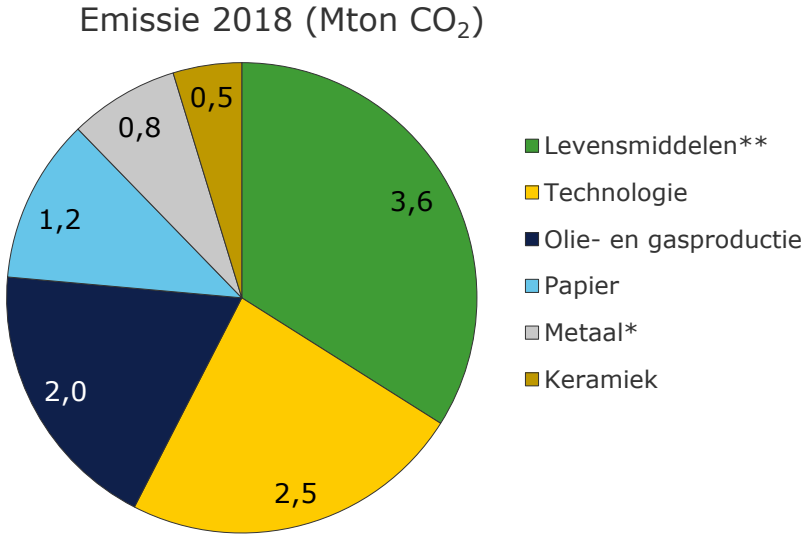
A.6 Cluster 6

3.6 Bevindingen – Cluster 6 – Overzicht

Het industriële cluster 6 kent diverse plannen waarbij schaalbaarheid en het bereiken van lokale synergiën centraal staan

De informatie voor Cluster 6 is aangeleverd door de respectievelijke brancheorganisaties





* Cijfers voor de metaalindustrie zijn excl. Tata Steel, aangezien Tata Steel onder cluster NZKG valt.
** Energievraag en emissies levensmiddelen o.b.v. 2016 CBS gegevens.

Huidige situatie:

- Sectoren levensmiddelen, olie- en gasproductie, technologie (machinebouw, automotive, elektronica), papier, metaal* en keramiek (incl. glas)
- Totale energievraag 2018: 250 PJ
- Gemiddeld 50% van de energievraag uit aardgas, 80-85% voor sectoren keramiek en papier
- Aardgas functioneert naast brandstof ook als grondstof, wat afstappen van aardgas bemoeilijkt
- Totale CO_2 emissies 2018: 10,6 Mton
- Meeste sectoren beogen een emissiereductie van 49% t.o.v. 1990 (= ca. 5,2 Mton reductie)
- De levensmiddelenindustrie heeft de grootste energievraag en emissies
- ICT verbruikt enkel elektriciteit en heeft derhalve geen directe emissies
- M.u.v. olie- en gasproductie en ICT: 116 EU ETS-plichtige bedrijven, gem. 40 kton per bedrijf
- Locaties geografisch verspreid, sectoren papier en keramiek vaak aanwezig in de periferie

Conclusie:

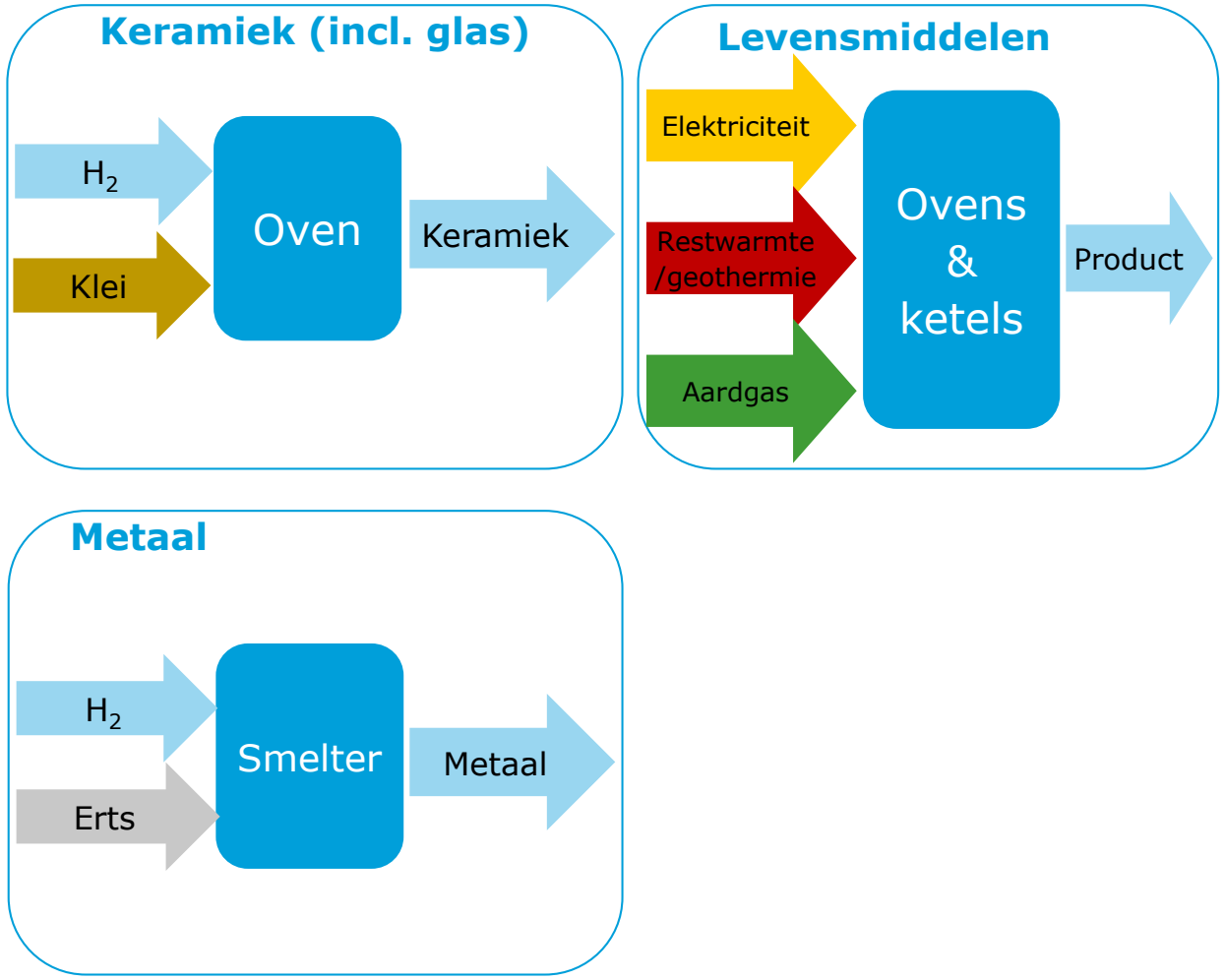
- Cluster bevat veel bedrijven met een relatief kleine CO_2 uitstoot, weinig mogelijkheid tot opschalen van infrastructuur, maakt plannen met grote CAPEX beperkt haalbaar.
- Sectoren en individuele bedrijven zijn geografisch verspreid, met grote verschillen in lokale context (vb. Natura 2000 gebieden); planning van infra op nationaal niveau is onhaalbaar
- Reducties kunnen plaatsvinden bij elektrificeren van: offshore platforms (1 Mton), papier, levensmiddelen en keramiek industrie (2 Mton) en uitkoppelen van restwarmte van datacenters (0,6 Mton).
- Het gebruik van LT restwarmte voor de levensmiddelen- en papierindustrie is niet geïnventariseerd. Dit lijkt echter technisch haalbaar en zou de het aardgasverbruik (4,5 Mton) grotendeels kunnen vervangen. Potentieel leidt dit tot minder druk op het elektriciteitsnet en eventuele verzwaringen.
- Tevens zijn er verspreid over Nederland diverse chemische bedrijven. Gezien de sterke vertegenwoordiging in andere clusters laten we de sector hier buiten beschouwing. Infrastructurele behoeften zijn analoog aan eerdere bevindingen.

DNV GL © 2020

3.6 Bevindingen – Cluster 6 – Waterstof

Er zijn plannen in de keramiek- en metaalindustrie om over te schakelen op H_2 als grondstof, middels lokale elektrolyse of aansluiting op een landelijk H_2 net. Dit wordt echter bemoeilijkt door de geografische spreiding van afnemers

De informatie voor Cluster 6 is aangeleverd door de respectievelijke brancheorganisaties



Behoefte tot 2030:

- Offshore platforms: pilots voor offshore H_2 productie bij bestaande platforms
- Metallurgische industrie & gieterijen: innovatie & demonstratie projecten H_2
- Papier: geen H_2 behoefte, gemaakt met LT warmte, waardoor directe elektrificatie, restwarmte of geothermie goedkoper zijn

Behoefte na 2030:

- Keramiek: omschakelen naar H_2, huidige gasvraag 600 miljoen m^3, indien H_2 niet via gasnet is lokale elektrolyse ordegrootte 300 MW vereist
- Levensmiddelen: HT processen zoals drogen, steriliseren en ovens wellicht omschakelen naar H_2

Infra tot 2030

- Mogelijkheid om windenergie offshore om te zetten in waterstof middels elektrolyse valt te onderzoeken (inclusief aansluiting nationale infrastructuur). Opschaling niet voor 2030.

Infra na 2030

- Aansluiting keramische industrie en levensmiddelenindustrie op landelijke H_2 infrastructuur

Technische beperkingen tot 2030:

- Wetgeving belemmert productie H_2 op offshore platforms
- Eigen e-aansluitingen van industrie niet afdoende voor lokale elektrolyse, aansluitingen dienen verzwaard te worden, of H_2 moet worden getransporteerd vanaf centrale productielocaties middels aansluiting op landelijke H_2 backbone.
- Door grote geografische spreiding van industrie is nationale planning op H_2 niet haalbaar. Tegelijkertijd is de potentiele impact dermate groot dat er nagedacht moet worden over maatregelen om deze impact zoveel mogelijk te beperken.

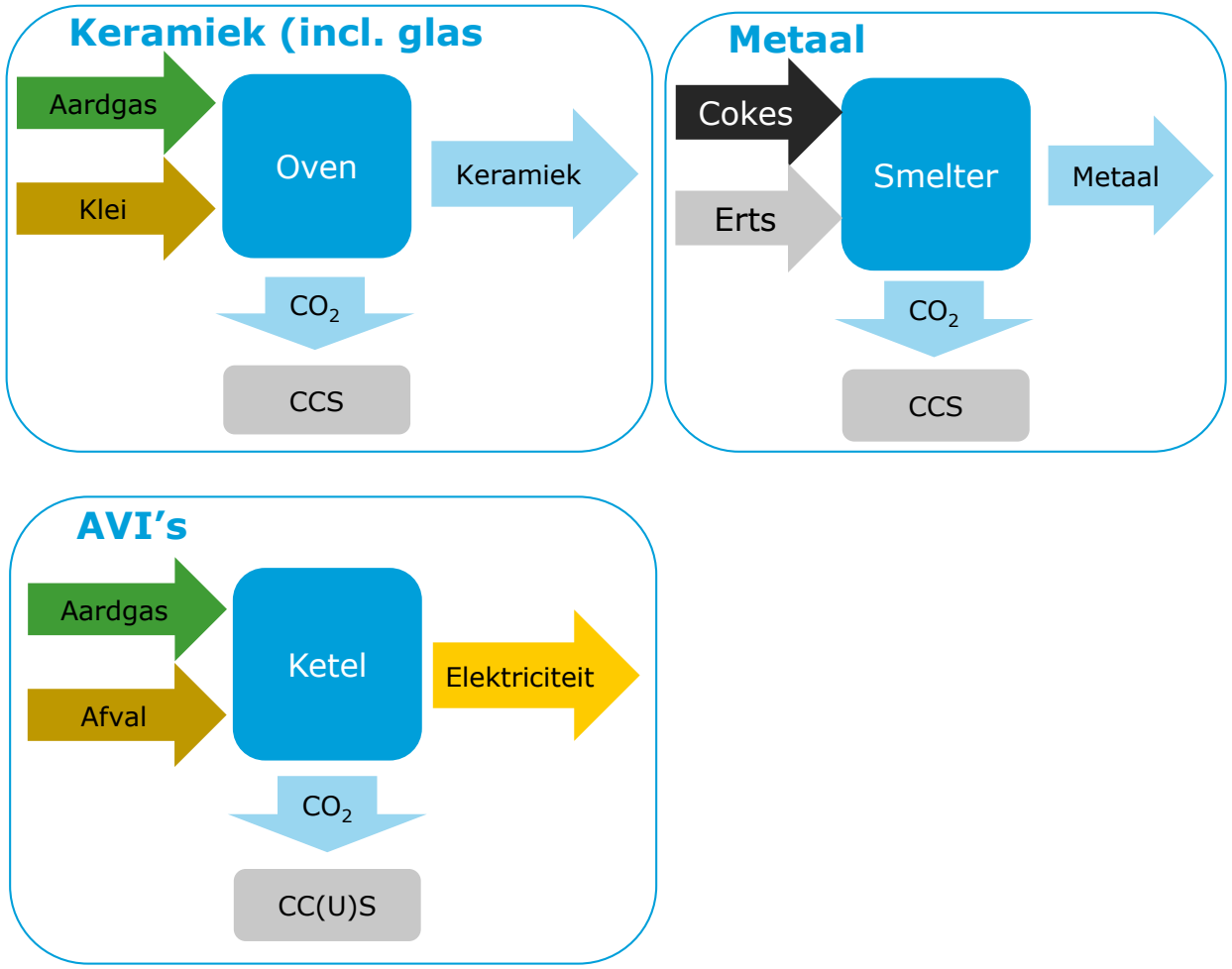
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.6 Bevindingen – Cluster 6 – CO_2

CCS wordt gezien als potentiële vorm van emissiereductie in meerdere industrieën in Cluster 6. Hiervoor is echter aansluiting op CO_2 transportleidingen (Athos/Porthos) en/of afnemers nodig

De informatie voor Cluster 6 is aangeleverd door de respectievelijke brancheorganisaties



Behoefte tot 2030:

- CCS nodig voor procesemissies keramiek industrie, efficiënt bij geografische concentraties zoals in 'Brick Valley'
- CC(U)S mogelijk bij AVI's, vooral biogene CO_2, reeds gedemonstreerd bij AVR Duiven. 0,6 Mton CCU met in-ontwikkeling zijnde projecten, potentie van 2 Mton CCU.[i]
- Ontwikkeling CC(U)S in metallurgische industrie & gieterijen

Behoefte na 2030:

- Voor de papierindustrie is op lange termijn behoefte aan biomassa in combinatie met CCS. Hiervoor is wel voldoende schaalgrootte nodig
- Beschikbaarheid subsidie en e-infra veroorzaken onzekerheid in haalbaarheid elektrificatie → industriële partijen kiezen voor CCS
- Potentie van 4 Mton CCU bij AVI's.[i]

Infra tot 2030

- Aanleggen lokale CO_2 netten naar gebruikers (glastuinbouw) en aansluiting op Porthos/Athos voor opslag.

Infra na 2030

- Geen concrete plannen gerapporteerd

Technische beperkingen tot 2030:

- Kleine bedrijfsgrootte van keramische- en papierindustrie maakt CC(U)S infrastructuur slecht haalbaar i.v.m. beperkte opschaling
- Door grote geografische spreiding en soms beperkte bedrijfsgrootte van de keramische industrie is nationale planning op CO_2 niet haalbaar. Tegelijkertijd is de potentiele impact dermate groot dat er nagedacht moet worden over maatregelen om deze impact zoveel mogelijk te beperken

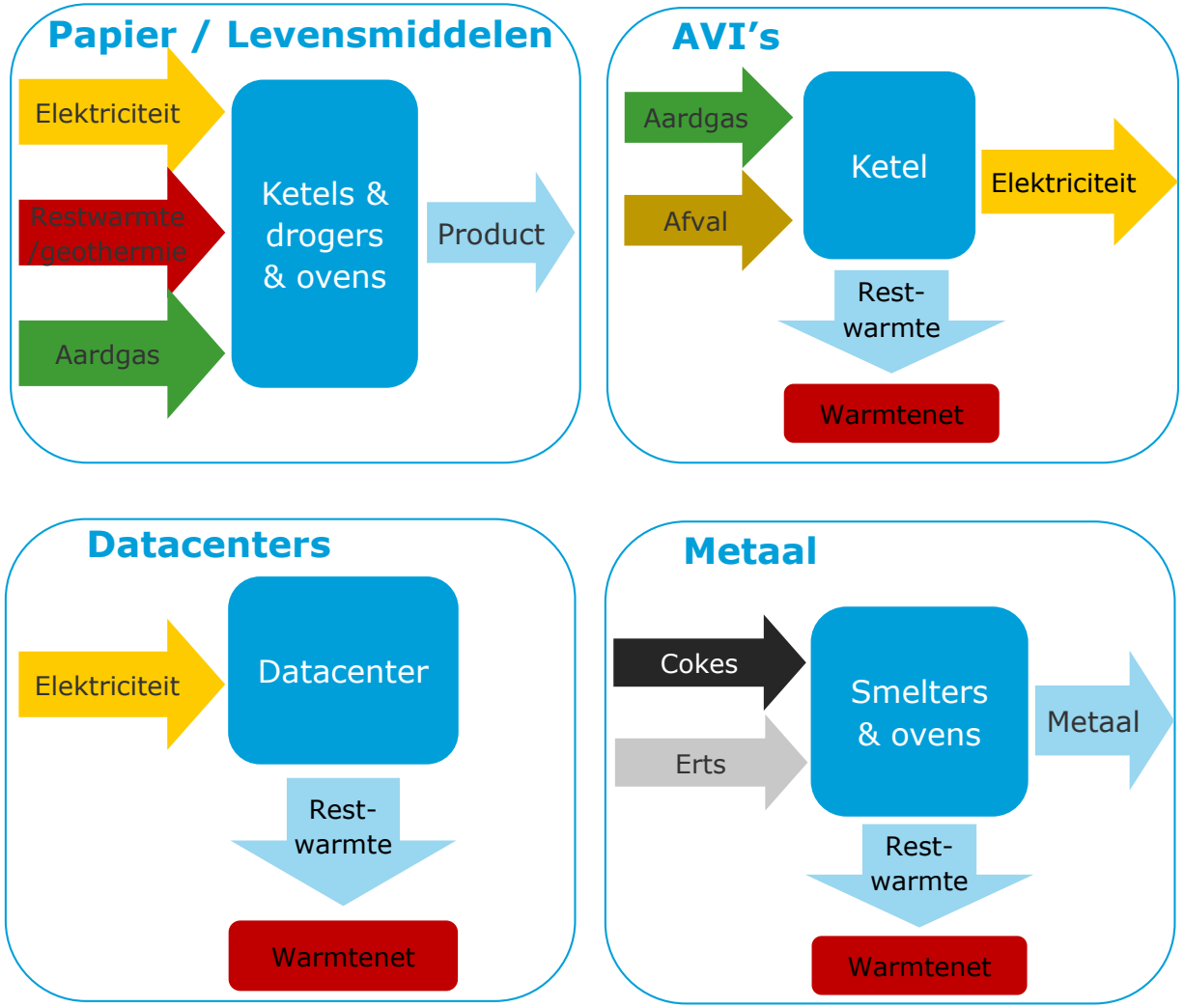
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.6 Bevindingen – Cluster 6 – Warmte/stoom

Het gebruik van restwarmte als input of output is mogelijk in meerdere industrieën. Hiervoor is echter koppeling met warmtenetten nodig

De informatie voor Cluster 6 is aangeleverd door de respectievelijke brancheorganisaties



Behoefte tot 2030:

- 51-99 PJ aanbod restwarmte datacenters. Veel datacenters nabij grote steden (Amsterdam, Rotterdam, Eindhoven), potentiele CO_2 reductie: 0,6 Mton
- Gebruik van (ultra-)diepe geothermie (UDG) voor papier, levensmiddelen en keramiek
- Geothermie papier: 1 PJ (5% van vraag)
- Aanbod van restwarmte papierindustrie zal afnemen door efficiëntie[i]
- Restwarmte potentie bij AVI's 31-41 PJ.[i]

Behoefte na 2030:

- Uitbreiding toepassing warmtenetten technologische & metallurgische industrie
- Uitbreiding geothermie papier (2 PJ of 15% van totale vraag) en levensmiddelenindustrie

Infra tot 2030

- Warmtenetten voor afvoer restwarmte datacenters richting gebouwde omgeving
- Warmtenetten voor aanvoer restwarmte of geothermie richting papier- en keramiekindustrie en Levensmiddelen

Infra na 2030

- Momenteel niet in kaart gebracht

Technische beperkingen tot 2030:

- De papierindustrie en levensmiddelenindustrie gebruiken LT warmte, desondanks wordt het gebruik van restwarmte uit andere industrieën door geografische spreiding beperkt.
- Warmtenetten voor efficiënte uitkoppeling van restwarmte datacenters zijn noodzakelijk maar complexiteit en doorlooptijd van warmtenetten is barrière

2019 — 2030 — 2050

DNV GL © 2020

3.6 Bevindingen – Cluster 6 – Elektriciteit

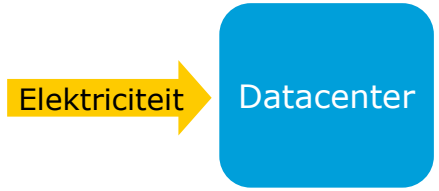
Elektrificatie van (deel)processen wordt in veel industrieën gezien als optie. Dit zal echter zorgen voor knelpunten in lokale netten, welke lastig zijn op te lossen door de geografische spreiding van afnemers

De informatie voor Cluster 6 is aangeleverd door de respectievelijke brancheorganisaties

Papier (huidig)



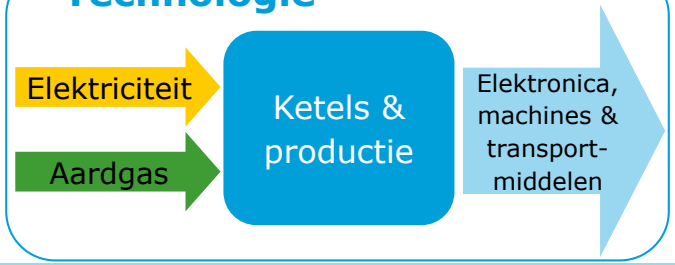
Datacenters



Levensmiddelen



Technologie



Behoefte tot 2030:

- Datacenters 40-300% groei in energieverbruik, van 47 naar 57 - 110 PJ
- Elektrificatie papierindustrie d.m.v. warmte-pompen of weerstandsverwarming; e-vraag 2018: 5,3 PJ; 2030: 7,5 PJ
- Levensmiddelen: elektrificatie LT processen, vervangen van 30% aardgas vraag d.m.v. warmtepompen, stoomrecompressie; e-vraag 2016: 20 PJ; 2030: 30 PJ
- Offshore platforms: elektrificatie 8-10 grootste platforms (tot 1,0 Mton reductie)
- Elektrificatie deelprocessen keramiek

Behoefte na 2030:

- Grootschalige elektrificatie keramiek (i.c.m. alternatief gas); maximaal 10 PJ e-vraag, gemiddeld 1,2 GW
- E-vraag papier blijft 40% van totale vraag maar neemt af naar 5,3 PJ door efficiëntie verbeteringen
- E-vraag levensmiddelenindustrie neemt toe door elektrificatie HT processen
- Uitbreiding elektrificatie in technologische industrie

Infra tot 2030

- Elektrificatie en eigen opwek in industrie
- Verzwaring van aansluitingen en lokale netten
- Aansluiten offshore platforms op E-net

Infra na 2030

- Verzwaring van aansluitingen en lokale netten

Technische beperkingen tot 2030:

- Groot deel datacenters momenteel in Noord-Holland, hier ontstaan beperkingen op het e-net. Bij gebrek aan ruimte op e-net zullen datacenters verspreiden over het land. Coördinatie is belangrijk om de impact van datacenters op (lokale) e-netten en op de elektrificatie van de industrie te minimaliseren
- Door relatief kleine e-vraag en grote geografische spreiding van overige industrieën is nationale coördinatie van elektriciteit voor deze partijen niet haalbaar. Tegelijkertijd is de potentiele impact dermate groot dat er nagedacht moet worden over maatregelen om deze impact zoveel mogelijk te beperken

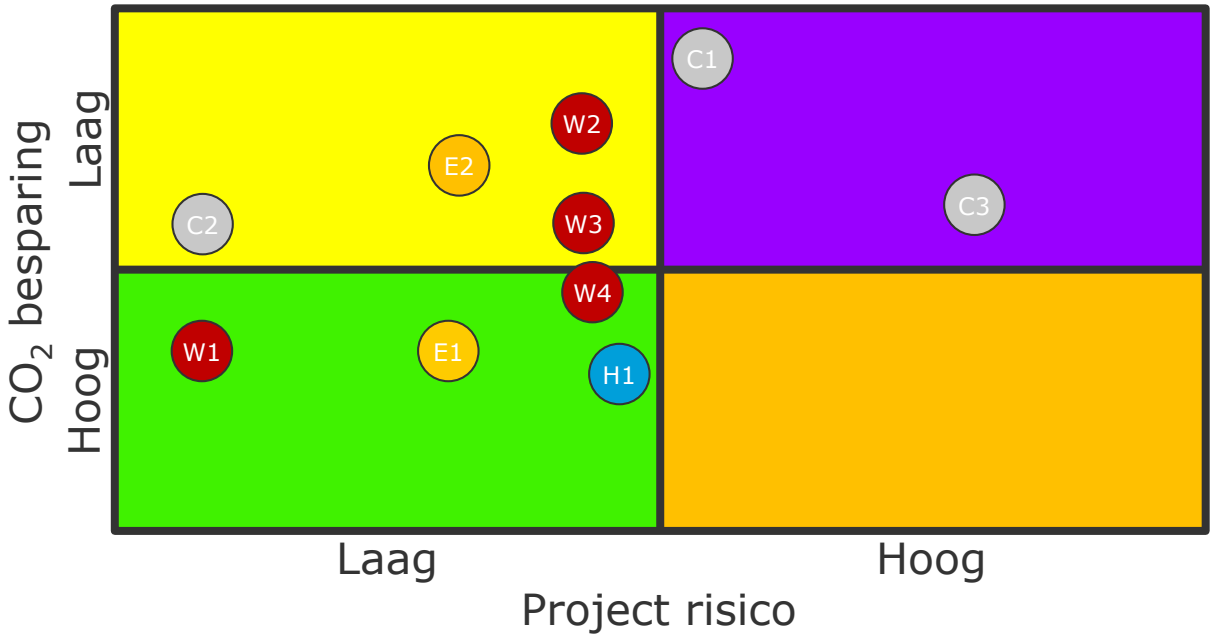
2019 **2030** **2050**

DNV GL © 2020

3.6 Bevindingen – Cluster 6 – Realiteit en technische beperkingen

De informatie voor Cluster 6 is aangeleverd door de respectievelijke brancheorganisaties

	Tot 2030	Na 2030
Waterstof	- **H1:** Productie H_2 op offshore platforms en aansluiting op landelijke H_2 infra	- **H2:** Omschakelen keramiekindustrie op H_2 middels lokale elektrolyse - **H3:** Omschakelen keramiekindustrie op H_2 middels aansluiting op landelijke H_2 infrastructuur - **H5:** omschakelen FNLI op H_2
CO_2	- **C1:** CCS keramiek - **C2:** CC(U)S AVI's - **C3:** aanleggen lokale CO_2 netten	- **C4:** CCS papierindustrie
Warmte/stoom	- **W1:** Uitkoppelen restwarmte datacenters richting (nieuwe) warmtenetten - **W2:** Geothermie voor levensmiddelen, papier- en keramiekindustrie - **W3:** Gebruik LT restwarmte voor FNLI en papierindustrie (niet benoemd) - **W4:** Gebruik restwarmte AVI's	
Elektriciteit	- **E1:** Elektrificatie offshore platforms - **E2**: Gedeeltelijke elektrificatie levensmiddelen, papier, keramiek en technologie	- **E3:** Grootschalige elektrificatie FNLI, keramiek en technologie



Technische beperkingen	Tot 2030
Waterstof	- Ja, regelgeving belemmert H_2 productie op offshore platforms
CO_2	- Ja, bedrijfsgrootte van keramische- en papierindustrie maakt CC(U)S infrastructuur slecht haalbaar i.v.m. beperkte volume
Warmte/stoom	- Ja, lokale knelpunten komen voor bij constructie van warmtenetten, dit dient lokaal te worden onderzocht
Elektriciteit	- Ja, lokale knelpunten worden verwacht binnen het elektriciteitsnet, dit dient lokaal te worden onderzocht

DNV GL © 2020

B Project afhankelijkheden en timing

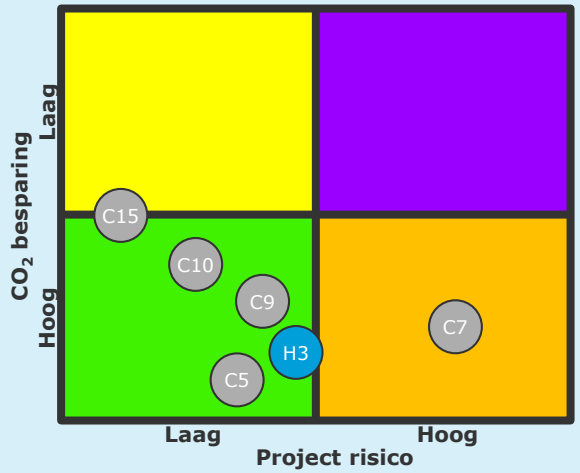
DNV GL © 2020

Project afhankelijkheden en timing

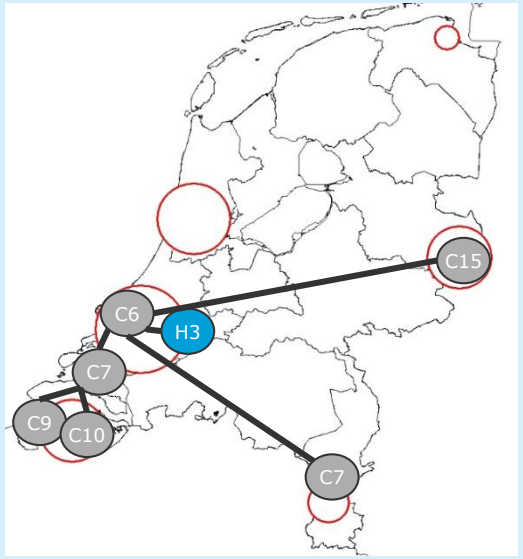
Ketens van projecten en attributen - Porthos

Porthos CCS

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
C5, R-M: CCS Porthos	2021	FID	3 jr	2024											
– C15, C6: CC(U)S AVI AVR Rozenburg	2021	FID	3 jr	2024											
– H3, R-M: H-vision, blauwe H_2, 46 PJ.	2023	FID	3 jr	2026											
- **C7, R-M:** Porthos Zeeland en Chemelot.	2022	Start VT	4 jr	2026											
– C9, Ze: 1,7 Mton CCS bij H_2 productie	2025	Start VT	2 jr	2027											
– C10, Ze: CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2	2024	Start VT	2 jr	2026											



Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
C6, R-M: CCS Porthos	2,5	400 – 500	Mogelijkheid tot internationale speler op toekomstige internationale CO_2 markt, CO_2 import uit Rührgebied en Vlaanderen. Competitiviteit NLse industrie bij stijgende EU-ETS prijzen en evt. verdere CO_2 belastingen. Toegang tot internationale H_2 markt, mogelijkheden tot H_2 im- en export.	Mogelijk maken transport met waterstof. Nabijheid van transport hotspots (haven Rotterdam) bij waterstofproductie.
– C17, C6: CC(U)S AVI AVR Rozenburg	0,6	80 – 100		
– H3, R-M: H-vision, blauwe H_2, 46 PJ.	2,5	2.000		
- **C7, R-M:** Porthos Zeeland en Chemelot.	0,8	110 – 130		
– C9, Ze: 1,7 Mton CCS bij H_2 productie	1,7	100 – 120		
– C10, Ze: CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO_2	1	60 – 70		
Totaal	**9,1**	**2.750 – 2.970**		



DNV GL © 2020

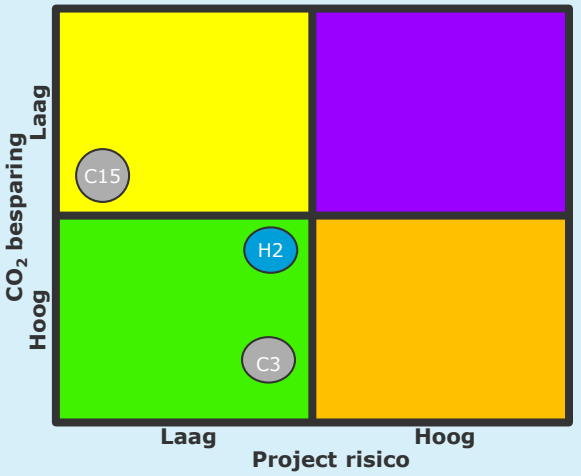
Project afhankelijkheden en timing

Ketens van projecten en attributen – Athos en Elektrolyse R-M

Athos CCS

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
C3, NZKG: CCS Athos	2023	FID	4	2027											
– H2, NZKG: Blauwe H_2 Athos	2025	FID	2	2027											
– C15, C6: CC(U)S AVI's HVC & AEB	2025	FID	2	2027											

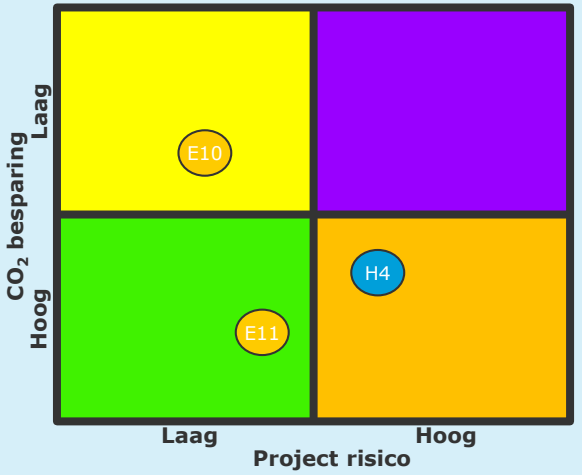
Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
C3, NZKG: CCS Athos	4,5	350 – 600	Competitiviteit Tata Steel bij stijgende EU-ETS prijzen en evt. verdere CO_2 belastingen Toegang tot internationale H_2 markt, mogelijkheden tot H_2 im- en export.	Mogelijk maken mobiliteit met waterstof, im- en export van waterstof
– H2, NZKG: Blauwe H_2 Athos	1,5	120 – 150		
– C15, C6: CC(U)S AVI's HVC & AEB	0,7	100 – 120		
Totaal	**6,7**	**570 – 870**		



Elektrolyse R-M

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
E10, R-M: 250 MW P2H2	2021	FID	2	2023											
- E11, R-M: Opschaling E10 tot 2GW	2021	Aanvraag net cap.	8	2030											
– H4, R-M: Lokaal H_2 netwerk (HIC)	2021	FID	2	2023											

Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
E10, R-M: 250 MW P2H2	0,5	100 – 150	Toegang tot internationale H_2 markt, mogelijkheden tot H_2 im- en export.	Mogelijk maken transport met waterstof.
- E11, R-M: Opschaling E10 tot 2GW	3,5	700 – 1.050		
– H4, R-M: Lokaal H_2 netwerk (HIC)	0	40 – 60		
Totaal	**4,0**	**840 – 1.260**		



DNV GL © 2020

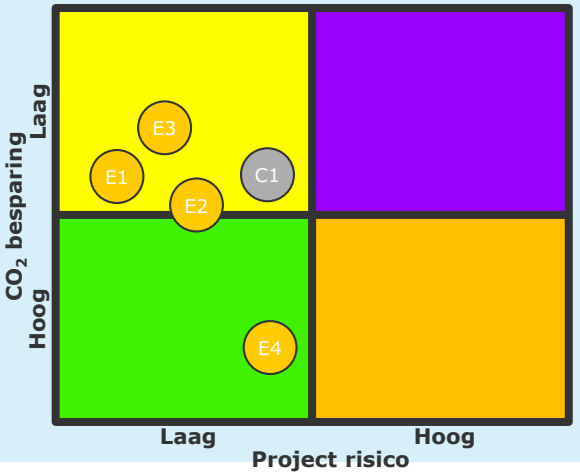
Project afhankelijkheden en timing

Ketens van projecten en attributen – Elektrolyse Noord-Nederland & OCAP uitbreiding

Elektrolyse Noord-Nederland

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
E1&E3, NN, 120 MW P2H2 Noord-Nederland	2020	FID	2	2022											
– E2&E4, opschaling tot 250 MW en 1850 MW	2020	NC	7	2027											
– C1, NN, Biofuel met CO_2	2020	FID	2	2022											

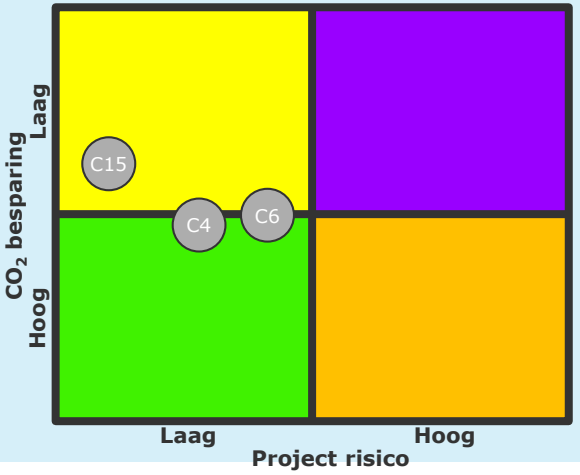
Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
E1&E3, NN, 120 MW P2H2 Noord-Nederland	0,2	40 – 60	Toegang tot internationale H_2 markt, mogelijkheden tot H_2 im- en export.	Mogelijk maken transport met waterstof.
– E2&E4, opschaling tot 250 MW en 1850 MW	3,6	560 – 940		
– C1, NN, Biofuel met CO_2	n.b.	n.b.		
Totaal	**3,8**	**600 – 1.000**		



OCAP uitbreiding

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
OCAP RM (C6) en NZKG (C4)	2021	Start verg. traject	4	2025											
– C15, C6: CC(U)S AVI's	2025	Start verg. traject	3	2028											

Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
OCAP RM (C7) en NZKG (C5)	1	70 – 90	Competitiviteit NLse industrie bij stijgende EU-ETS prijzen en evt. verdere CO_2 belastingen.	Verdere verduurzaming en reductie van gasverbruik glastuinbouw.
– C17, C6: CC(U)S AVI's	1,3	90 – 110		
Totaal	**2,3**	**160 – 200**		



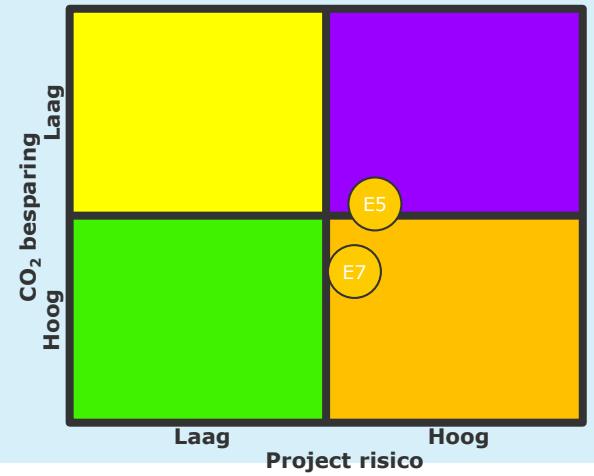
Project afhankelijkheden en timing

Ketens van projecten en attributen – Elektrolyse NZKG & Zeeland

Elektrolyse NZKG

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
E6, NZKG: 100MW P2H2	2023	Start verg. traject	3	2025											
– E7, NZKG: opschalen 1GW P2H2	2023	Aanvraag netcapaciteit	7	2030											

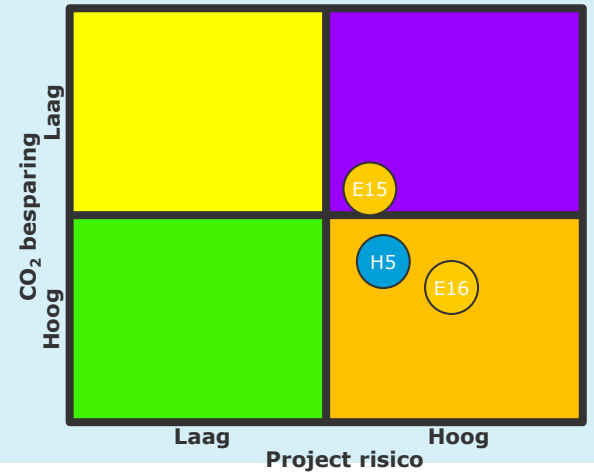
Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
E6, NZKG: 100MW P2H2	0,2	40 – 60	Toegang tot internationale H_2 markt, mogelijkheden tot H_2 im- en export.	Mogelijk maken transport met waterstof.
– E7, NZKG: opschalen 1GW P2H2	1,6	260 – 440		
Totaal	**1,8**	**300 – 500**		



Elektrolyse Zeeland

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
E15, Ze: 100MW P2H2,	2022	Start verg. traject	3	2025											
– E16, Ze: opschaling naar 1GW	2022	Aanvraag netcapaciteit	7	2029											
– H5, Ze: CUST H_2 netwerk	2020	Start ontwerp	5	2025											

Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
E15, Ze: 100MW P2H2,	0,2	40 – 60	Toegang tot internationale H_2 markt, mogelijkheden tot H_2 im- en export.	Mogelijk maken transport met waterstof.
– E15, Ze: opschaling naar 1GW	1,6	260 – 440		
– H5, Ze: CUST H_2 netwerk	0	40 – 60		
Totaal	**1,8**	**340 – 560**		



DNV GL © 2020

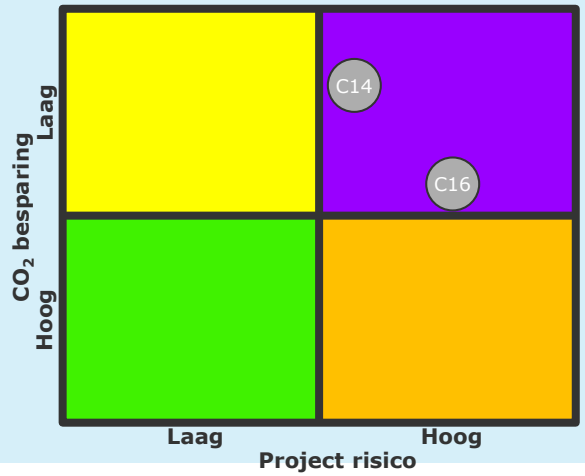
Project afhankelijkheden en timing

Ketens van projecten en attributen – CCS Cluster 6 en CUST CO_2 leiding

CCS Cluster 6

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
C16, C6: aanleggen lokale CO_2 netten	2026	Start VT	4	2030											
– CCS Cluster 6 (C14)	2027	Start VT	3	2030											

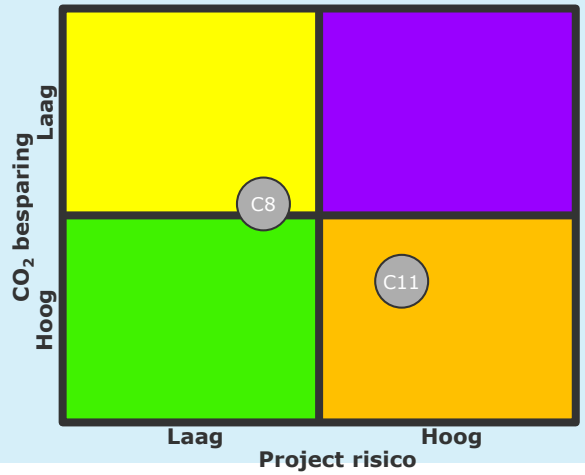
Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & mobiliteit
C16, C6: aanleggen lokale CO_2 netten	0	30 – 50	Competitiviteit NLse industrie bij stijgende EU-ETS prijzen en evt. verdere CO_2 belastingen.	Mogelijkheid tot internationale speler op toekomstige internationale CO_2 markt, CO_2 import uit Rührgebied.
– CCS Cluster 6 (C14)	1,6	90 – 100		
Totaal	**1,6**	**120 – 150**		



CUST CO_2 leiding

Project	Start	Vanaf	Doorloop	Oplevering	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
C11, Ze: CUST CO_2 leiding	2022	Start ontwerp	5	2027											
– C8, Ze: Mton CCU alternative concrete	2025	FID	2	2027											

Project	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
C11, Ze: CUST CO_2 leiding	0	50 – 70	Competitiviteit NLse industrie bij stijgende EU-ETS prijzen en evt. verdere CO_2 belastingen.	Verduurzaming gebouwde omgeving bij gebruik CCU beton in bouwsector.
– C8, Ze: CCU alternative concrete	0,5	30 – 40		
Totaal	**0,5**	**80 – 110**		

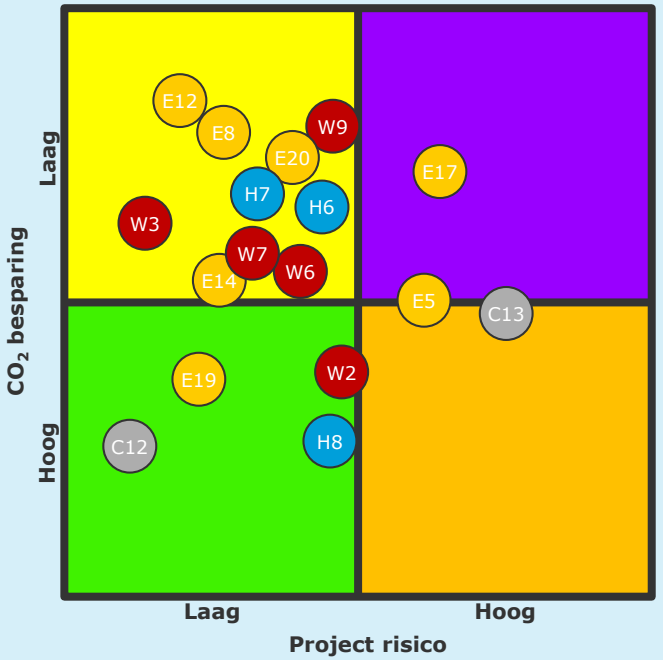


DNV GL © 2020

Afhankelijkheden en timing

Projecten zonder afhankelijkheden

Project	Start	Oplevering	Mton CO_2	Kosten (MEUR)	Bijdrage verdienmodel NL	Spin-off transport & GO
C12, Ch: Reductie N_2O emissie	2020	2023	0,9	50 – 70	-	-
C13, Ch: Evt. CCU glastuinbouw	2022	2025	0,1	5 – 10	Mogelijkheid tot internationale speler op toekomstige internationale CO_2 markt, CO_2 import uit Rührgebied.	-
E5, NN: Extra elektrificatie	2020	2030	0,8	80 – 100	Uitbreiden van de maturiteit van elektrische applicaties binnen industrie. Mogelijkheid tot direct invoeden van overtollige productie WoZ als flex in de industrie	Uitbreiden van elektrische applicaties richting GO.
E8, NZKG: Elektrificatie	2020	2030	0,4	40 – 50		
E12, R-M: Elektrificatie	2020	2030	1,3	130 – 150		
E14, Ze: Elektrificatie P2H	2020	2030	0,8	80 – 100		
E17, Ch: Elektrificatie en energie efficiëntie	2025	2030	0,4	40 – 50		
E19, C6: Elektrificatie offshore platforms	2022	2030	1	n.n.b.		
E20, C6: Gedeeltelijke elektrificatie C6	2020	2030	1,9	180 – 220		
H6, Ch: Vergroenen 50kton H_2 productie	2025	2030	0,8	50 - 220		
H7, Ch: Pilotplant P2H2 uit koolwaterstoffen	Onbekend		Onbekend	Onbekend		
H8, C6: Productie H_2 op offshore platforms	Onbekend		Onbekend	Onbekend		
W2, NN: Uitbreiding restwarmte	2023	2025	0,3	30 – 50	Uitbreiden van NLse kennis en kunde alsmede maakindustrie op het gebied van restwarmte	Reductie gasverbruik GO en glastuinbouw
W3, NN: Uitbreiding stoomnet	2021	2023	0,2	5 – 10	Verdere integratie en efficiëntie en daarmee competitiviteit van NLse industrie	Mogelijkheid tot aankoppeling op warmtenetten richting GO
W6, R-M: Uitbreiden stoomnetwerk Botlek	2020	2025	0,5	15 – 20		
W7, Ch: Vervolg HGN, 30 MW restwarmte	2020	2022	0,05	30 – 50	-	Reductie gasverbruik GO
W9, C6: Geothermie FNLI, papier- en keramiek	2030	Onbekend	0,3	250 – 300	Uitbreiden kennis en maturiteit van toepassing geothermie binnen de industrie	Eventuele aansluiting GO op geothermie
Totaal			**9,8**	**985 – 1.260**		



DNV GL © 2020

C Overzicht knelpunten per project

5. Knelpunten – Regulatorische aspecten [1/2]

Het ontbreekt aan kaders voor cross-sector en cross-industrie uitwisseling van energiedragers en het op systeem niveau optimaliseren van de infrastructuur.

Generieke knelpunten

- Het realiseren van infrastructuur en het vollooprisico worden gekweld door onzekerheid vanuit de business case voor decarbonizatieprojecten, een deel hiervan betreft regulering: Het ontbreekt aan "Carbon-accounting" principes om traditionele waardeketen-overstijgende CO_2 reducties transparant te kunnen alloceren en verrekenen. CO_2 voordelen of reducties bij de afnemende partij zijn in principe direct te verrekenen met de leverende industrie, maar in de praktijk resulteert dit in slecht werkbare oplossingen. Voor voorbeelden, zie de specificering op de volgende pagina bij CO_2 en warmte.
- Het ontbreekt bedrijven aan mogelijkheden voor informatie uitwisseling ter ondersteuning van systeemintegratie en onderlinge afstemming. Uitwisseling van operationele gegevens en investeringsplannen mogen in het kader van de mededingingswet niet onderling worden gedeeld.[i]
- De wetgeving rondom "nieuwe gassen" zoals waterstof, biogas en CO_2, zijn nog niet duidelijk, zoals bijvoorbeeld over de kwaliteitseisen voor invoeding in de infrastructuur.
- De benodigde doorlooptijd van vergunningsprocessen kan, met name door inspraakprocedures, flink oplopen. Dit staat haaks op de urgentie van de investeringen zoals hierboven aangegeven. Een herziening van beslistermijnen en inspraakprocedures is niet voorzien.[i] Bij de overheid is continu aandacht voor het verbeteren van de besluitvormingsprocedures (zoals in de nieuwe Omgevingswet of de MIRT-aanpak). Tijdwinst kan met name gezocht worden in intensievere samenwerking van alle partijen en efficiëntere voorbereidingsprocedures, zonder ruimtelijke ontwikkeling en veiligheid uit het oog te verliezen.[i]
- SDE^{++} subsidie dekt een beperkt aantal technologieën. Daarbij zijn bedragen afgestemd op de beste in zijn klasse waardoor maar beperkt aantal bedrijven hier gebruik van kan maken.
- Er heerst onzekerheid over de vraag of toekomstige infrastructuur (waterstof, CO_2 en warmte/stoom) publiek of privaat zou moeten zijn. Dit geeft spanning met de wettelijke taak van organisaties als EBN en GTS. Dit is met name van belang voor het dragen van het vollooprisico.
- Grensoverschreidende projecten worden bemoeilijkt door de vraag waar CO_2 emissie reductie verrekend mag worden:
  - Het Steel2Chemicals CC(U)S project vanuit de samenwerking tussen cluster Zeeland en België resulteert in scope 1 reductie in BE en scope 3 reductie in NL. Huidige CO_2 accounting regels vormen dus een knelpunt voor dit project [i]

Waterstof

- De wetgeving rondom "nieuwe gassen" zoals waterstof, biogas en CO_2, zijn nog niet duidelijk, zoals bijvoorbeeld over de kwaliteitseisen voor invoeding in de infrastructuur.
- In Cluster 6 belemmert de Mijnbouwwet de productie van H_2 op offshore platforms, ondanks dat het e-net minder verzwaard hoeft te worden bij offshore H_2 productie.

DNV GL © 2020

5. Knelpunten – Regulatorische aspecten [2/2]

Internationale afstemming van de kaders voor de afvang, transport en hergebruik van CO_2 ontbreekt.

CO_2

- Internationale wetgeving beschouwt CO_2 als afval, er is onduidelijkheid betreft de voorwaarden waaronder cross-border transport plaats mag vinden. Het London protocol is begin oktober 2019 aangepast en spreekt erover dat dergelijk transport onder bepaalde criteria is toegestaan, zonder deze te specificeren. Het London Protocol werd ervaren als niet faciliterend voor de bredere opschaling van CCU(S) projecten en belemmerend voor de internationale positie van Nederland als onderdeel van het bredere ARRRA cluster [i] (zie pagina 13). De invloed van de recente wijzigingen hierop is nog onduidelijk.
- De benodigde doorlooptijd van vergunningsprocessen kan, met name door inspraakprocedures, flink oplopen
- Het ontbreekt aan een duidelijke internationale allocatie van aansprakelijkheid en eigendomsrecht voor opgeslagen CO_2.[i] Hierdoor zijn risico's voor private partijen niet transparant.
- Het ontbreekt aan duidelijke kwaliteitseisen voor het op te slaan CO_2. Hierdoor heerst er onzekerheid over de kosten van de benodigde reinigingsinstallatie.[i]
- Er is geen regulatorisch kader voor het selecteren van gebruikte gasvelden op de Noordzee met het oog deze te gebruiken voor CO_2 opslag.
- De huidige EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van CO_2 aan non-ETS entiteiten (b.v. CCS per schip, CCU aan glastuinbouw) levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op. Dit reduceert de financiële prikkel voor dergelijke projecten en weerhoudt investeringsbeslissingen omtrent de afvangst van CO_2. Dit belemmert:
  - CCU projecten met levering aan kassen (clusters NZKG, Rotterdam Moerdijk, Zeeland en Chemelot)
  - CCS projecten met levering aan schepen voor ondergrondse opslag (clusters Noord-Nederland, Zeeland en Chemelot)
  - CCS projecten met biomassa, de daaruit resulterende negatieve emissies worden niet geaccrediteerd
  - Projecten voor circulariteit en hergebruik reststromen (bijvoorbeeld geen EU-ETS gratis rechten voor gerecycled staal) [i]

Elektriciteit

- Het toekennen van een uitbreiding gebeurt pas ná de formele aanvraag door de industrie.
  - Gevolg: De doorlooptijd van het gehele proces, ontwerp, vergunningsaanvraag en realisatie start pas ná de FID van de industrie.
- Het doelmatigheidsprincipe in het reguleringskader van de infrastructuurbeheerders legt de risicoallocatie van niet-doelmatige voorinvesteringen eenzijdig bij de netbeheerders. Zo is er vooraf geen zekerheid of investeringen op basis van toekomstige ontwikkelingen, dus zonder dat er een concrete klantenaanvraag aan ten grondslag ligt, terugverdiend kunnen worden middels tarieven. Hierdoor wordt er alleen geïnvesteerd indien er een concrete klantenaanvraag is.
- Het ontbreekt TenneT en regionale netbeheerders aan een proces voor het opbouwen én gebruiken van relevant inzicht in de ontwikkeling van lokale vraag én aanbod.
- Belemmerend voor de industrie is de methodiek voor de toewijzing van CO_2 emissies op basis van de Nederlandse opwekportfolio, welke niet gelijk loopt met de realisatie van CO_2-vrije opwekking (additionaliteit) [i].

Warmte

- De huidige EU-ETS "Carbon-accounting" principes onvoldoende CO_2-credits voor de levering van restwarmte toe aan bedrijven (scope 2)[i].

5. Knelpunten – Economische aspecten [1/2]

Het ontbreken van inzicht in de lange termijn kaders maakt het nemen van beslissingen voor bedrijven risicovol.

Generieke knelpunten:

- Het realiseren van infrastructuur en het vollooprisico worden gekweld door onzekerheid vanuit de business case voor decarbonizatieprojecten.
  - Een deel van deze onzekerheid komt voort uit onzekerheid over toekomstige prijsontwikkelingen van bijvoorbeeld CO_2, fossiele brandstoffen en groene energiedragers.
  - Een andere bron van onzekerheid komt uit het gebrek aan transparantie van het interne beslissingsproces bij bedrijven. Een groot aantal industriële bedrijven/locaties in Nederland is in handen van buitenlandse partijen, welke uiteindelijk beslissen over strategische vraagstukken. Investeringen in decarbonisatie moeten hier dan binnen passen, voldoende zekerheid bieden en de competitiviteit niet aantasten.
  - Onzekerheid over toekomstig overheidsingrijpen (beschikbaarheid van subsidies of heffingen) maakt het moeilijk voor bedrijven om de bedrijfsactiviteiten toekomstbestendig te maken.[i]
- Grondspeculaties bij locaties die benodigd zijn voor decarbonisatie projecten of infrastructurele uitbreidingen hebben een negatieve impact op business cases en kunnen vertragend werken.
- Infrastructurele projecten kennen meerdere risico's, met name het vollooprisico is voor individuele partijen lastig te dragen.
- Mogelijkheden tot hergebruik van bestaande buisleidingen wordt mogelijk beperkt doordat het einde van de economische levensduur niet samenvalt met toekomstig gebruik. Daardoor zullen leidingen niet altijd geconserveerd worden.
- Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers. Zo kan een wens tot uitbreiding van capaciteit vanuit eindgebruikers belemmerd worden door de beheerder van de infrastructuur.
- Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur. Een individueel bedrijf wil infrastructuur niet altijd op zijn balans.

Waterstof:

- Toekomstige elektriciteitsprijzen zullen meer dynamisch zijn vanwege elektriciteitsproductie uit zon en wind. Productie van groene waterstof (uit elektriciteit afkomstig van zon of wind) zal daarmee fluctuaties kennen, wat grootschalige waterstofopslag noodzakelijk maakt. In geen van de clusterplannen lijkt dit onderkend.
- Er worden veel projecten m.b.t. waterstof productie gerapporteerd, de beschikbaarheid van subsidies is wellicht onvoldoende om al deze projecten te realiseren.[i]
- Voor bedrijven in Cluster 6 is het onbekend of er een mogelijkheid zou kunnen zijn om aan te sluiten op een dichtbij gelegen leiding. De benodigde investeringen voor specifieke bedrijven kunnen daardoor veel lager (of hoger) uitvallen dan wanneer uitgegaan wordt van gemiddelden.[i]
- Lokale initiatieven voor infrastructuur (voor bijvoorbeeld pilots) zijn niet per definitie afgestemd met landelijke plannen. Dit kan tot suboptimale oplossingen of tegenstrijdige uitkomsten leiden.[i]
- Onduidelijkheid over de materialiteit en timing van de beschikbaarheid van waterstof belemmert de bedrijven in meerdere clusters om adequaat over een FID te beslissen.[i]

DNV GL © 2020

5. Knelpunten – Economische aspecten [2/2]

De beperkte mogelijkheid om "buiten de poort" reducties transparant te maken beperkt de mogelijkheden voor systeemoptimalisaties.

CO_2:

- De kosten van CO_2 afvangst dragen significant bij aan het vollooprisico van transport- en opslagprojecten[i]. Tegelijk is voor een aantal bedrijfsprocessen CO_2 afvang reeds onderdeel van de normale bedrijfsvoering (o.a. bij de productie van ammoniak). Deze CO_2 is op zeer korte termijn beschikbaar voor opslag tegen betrekkelijk lage additionele kosten. Hierbij is vollooprisico voor transport en opslagprojecten dus beperkt en blijft als beperkende factor de doorlooptijd van infrastructuur voor transport naar opslaglocaties.
- De additionele kosten voor de afvoer van CO_2 vanuit Chemelot zijn relatief hoog, en EU-ETS regelgeving wijst geen credits toe bij afvoer per schip. De koppeling met industrie in Duitsland voor CCU toepassing wordt hierdoor niet gefaciliteerd waardoor mogelijke synergie voordelen over de grens onbenut blijven.
- De onduidelijkheid rondom Post-Storage aansprakelijkheid van de CCS optie (nationaal en internationaal) maakt de business case onzeker.[i]
- Onduidelijkheid met betrekking tot het eventueel beschikbaar komen van een CCS infrastructuur en tevens over de timing ervan weerhoudt de beslissingen omtrent investeringen van bedrijven in CO_2 afvang.

Elektriciteit:

- Het is voor TenneT slechts mogelijk na een formele aanvraag de benodigde capaciteitsuitbreiding te realiseren. De benodigde doorlooptijd hiervoor is 7-12 jaar[i]. De lengte van deze doorlooptijd vertraagt investeringsbeslissingen.
  - Een voorbeeld hiervan betreft partijen die overwegen hun warmtevoorziening te elektrificeren: doorlooptijd en onzekerheid betreft beschikbare capaciteit voor verruiming van de E-aansluiting is een knelpunt voor de investeringsbeslissing.
  - Ook is er aanzienlijk risico dat aansluitingen van bijvoorbeeld (opschaling van) elektrolysers niet tijdig gerealiseerd kunnen worden.
- Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend (zie generieke opmerking over kostprijs aardgas hierboven). Ook beperkingen uit de SDE++ regeling (max. 2000 uur groene stroom) belemmeren dit [i]. In de DNV GL studie over P2H is dit verder geanalyseerd en zijn oplossingen geïdentificeerd [43].
- De elektrificering van de warmte voorziening, en ook P2H2 kunnen potentieel congesties op het E net beperken als ze flexibel worden ingezet ten tijde van offshore wind productie. Wanneer deze systemen volcontinu worden ingezet veroorzaken ze juist beperkingen. De methodologie van kosten allocatie door capaciteitstarieven in de netwerkaansluitingen faciliteren deze flexibele inzet nog niet.

Warmte:

- De huidige EU-ETS wetgeving is dusdanig dat het uitkoppelen van restwarmte aan non-ETS entiteiten (b.v. aan de gebouwde omgeving of glastuinbouw) geen reductie in CO_2 emissie voor de industrie oplevert. Dit reduceert de financiële prikkel voor dergelijke projecten en weerhoudt investeringsbeslissingen omtrent uitkoppeling van warmte.
- Bedrijven vrezen een lange termijn "lock-in": verplichtingen om warmte te leveren aan externe omgeving kan als beperkend worden ervaren. Dit treedt op aangezien de typische investeringstermijn bij een warmtenet rond de 40 jaar ligt, terwijl deze termijnen bij de industrie veel korter zijn.
- De zeer lange terugverdientijden bij aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico's zorgen voor slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte.
  - Een voorbeeld hiervan is een project in Moerdijk op gebied van warmtelevering wat vooralsnog stopgezet is door gebrek aan financiering (EnergyWebXL).

5. Knelpunten – Bestuurlijke aspecten

Het ontbreekt aan inzicht in de bevoegdheden en verantwoordelijkheden tussen de verschillende overheidslagen.

Generiek:

- Op bestuurlijk vlak ontbreekt er voor bedrijven inzicht in de bevoegdheden en verantwoordelijkheden tussen de Nationale, Regionale en Lokale overheden.
- Vanuit de verschillende bestuurslagen bestaat geen duidelijke regierol in de visievorming rondom de infrastructuurplannen.
  - **Voorbeeld:** Voor buisleidingen zijn er bestaande SVB (StructuurVisieBuisleidingen) tracés / corridors die door de verschillende overheden gerespecteerd dienen te worden, ook wanneer er maatschappelijke druk wordt uitgeoefend. Zo is onlangs een reservering voor een indicatief tracé ongedaan gemaakt. Onder druk van omwonenden, pasten lokale overheden de bestemmingsplannen niet aan en bouwden huizen op het beoogde tracé.[i]

Waterstof:

- De vraag-aanbod problematiek van waterstof heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter. Het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt. Dit gebrek aan regie is een belemmering bij het maken van cruciale keuzes:
  1. Voor lokale productie van waterstof is óf grootschalige stroomcapaciteit benodigd voor groene waterstof, óf afvoer capaciteit van CO_2 voor blauwe waterstof. De vraag is op welke locatie we via welke technologie schaalgrootte weten te bereiken.
  2. Bij keuzes tussen groene of blauwe waterstof (zie appendix) speelt ook geografie een rol: de beschikbaarheid van groene stroom vanuit offshore wind kent minder beperkingen voor industrie aan de kuststrook dan verder land inwaarts. Voor deze locaties zijn ook transportkosten en risico's van afvoer van CO_2 lager dan in het binnenland. Bij gebrek aan een duidelijke keuze over "waar, wat?" is het voor de industrie lastig te beslissen voor specifieke decarbonisatieprojecten gezien onduidelijkheid over toekomstvastheid en opschalingspotentieel.
  3. Het non-discriminatoir principe daarentegen beperkt de mogelijkheid om geografisch onderscheid te maken met betrekking tot beschikbaarstelling van gereguleerde infrastructuur.[i]

CO_2:

- Net zoals bij waterstof ontbreekt het ook voor CO_2 aan regie en centrale sturing voor het maken van cruciale keuzes:
  1. Voor de afvoer van CO_2 (vanuit CCS en blauwe waterstof productie) is infrastructuur nodig. Voor locaties langs de kust zijn transportkosten en risico's van afvoer van CO_2 lager dan in het binnenland. Bij gebrek aan een duidelijke keuze over "waar, wat?" is het voor de industrie lastig te beslissen voor specifieke decarbonisatieprojecten gezien onduidelijkheid over toekomstvastheid en opschalingspotentieel.
  2. Het non-discriminatoir principe daarentegen beperkt de mogelijkheid om geografisch onderscheid te maken met betrekking tot beschikbaarstelling van gereguleerde infrastructuur.[i]
- Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van een CO_2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden. Bij gebrek aan maatschappelijke keuze en bestuurlijk commitment ontstaat geen stimulans voor gereguleerde netwerkbedrijven om onshore CO_2 infrastructuur te ontwikkelen terwijl de industrie worstelt om beheer en verantwoordelijkheid op zich te nemen.
- Hergebruik van bestaande leidingen lijkt een kans voor snelle invoering van CO_2-transport maar heeft te kampen met een verschil in timing, publieke perceptie en een onduidelijke regie. De komende 10 jaar staat er ontmanteling op het programma van diverse overbodige leidingen. Als de komende 10 jaar geen keuze gemaakt wordt op gebied van CO_2 infrastructuur en CCS, dan is er waarschijnlijk veel potentieel herbruikbare infra verdwenen (omdat komende 10 jaar meeste infra einde economische levensduur behaalt).[i] Merk op dat buisleidingen onbruikbaar raken zodra ze niet meer in onderhoud zijn.

Elektriciteit:

- Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO_2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel [i].

Warmte:

- Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving.[i] Dit leidt tot een situatie van besluiteloosheid en inactiviteit terwijl er geen technische beperkingen zijn om juist op korte termijn veel potentiële CO_2 besparing te realiseren.

5. Knelpunten – Acceptatie en maatschappelijk draagvlak

Het ontbreekt aan maatschappelijk draagvlak voor het realiseren van infrastructuur, maar deze is cruciaal voor het halen van de doelstellingen.

- Een nationale ondersteuning, duiding, van het maatschappelijk belang van industriële activiteiten ontbreekt, waardoor de maatschappelijke loskoppeling tussen, gepercipieerd, industrieel winstbejag en duurzaam ondernemen niet afneemt. Verschillende verduurzamingsprojecten zijn in het verleden vroegtijdig gestaakt onder druk van de publieke opinie[i].
  - Zo heeft specifiek CCS in NL geen groot maatschappelijk draagvlak. Dit is een risico voor de realisatie van CCS en doet het lange termijn perspectief van CCS teniet: op langere termijn zijn er daadwerkelijk negatieve CO_2 emissies te realiseren (en kort-cyclische CO_2 in lang-cyclische CO_2 om te zetten).
  - Ook is er onduidelijkheid en gebrek aan objectieve informatie over de technische mogelijkheden en implicaties van CCS: er heerst een perceptie van gelimiteerde offshore opslag capaciteit en perceptie dat het CO_2 afvang proces ter allen tijde zeer energetisch ongunstig is.

- Het ontbreekt vanuit de Rijksoverheid aan een duiding van de verschillende maatregelen en het realiseren van maatschappelijk draagvlak[i]. In het klimaatdebat staan kosten centraal, i.p.v. investeringen. Daarmee wordt het gepresenteerd als een opgave in plaats van een kans voor Nederland. Juist voor de Nederlandse industrie is het van belang om dit om te draaien en daarmee de internationale potenties (zie pagina 13) te realiseren.

- Een duidelijke visie, met toelichting van de gemaakte keuzes en consequenties ontbreekt: "`Niet-Alles-Kan' en bij de inrichting van het Nederlandse industriële landschap zullen er keuzes gemaakt moeten worden over hoe deze aangesloten worden op de infrastructuur. Voor een toekomstbestendige duurzame Nederlandse economie kiest de rijksoverheid voor…. En wel hierom:…."

- De maatschappelijke trend BANANA (***B**uild **A**bsolutely **N**othing, **A**nywhere **N**ear **A**nybody*) beperkt de lokale steun, ook van lokale overheden, voor infrastructuur projecten.

5. Knelpunten – Schaarste van middelen

Het niet maken van keuzes verschuift de uitdaging maar maakt deze wel groter, want einddata staan vast.

Generiek
- Het ontbreekt aan nationaal inzicht vanuit back-casting voor verschillende scenario's
- het ontbreekt aan dynamisch inzicht in de "wat", "wanneer" en "hoeveel" van de infrastructuur.
- Zolang keuzes ontbreken en er geen realisatie wordt opgestart, wordt het probleem naar achteren verschoven, daarmee wordt het niet kleiner; "bulldozeren".
- Het ontbreekt aan een proces voor de programmatisch aanpak van de op- en uitbouw van de infrastructuur.

Human Resources
- De huidige krapte aan beschikbaarheid van technisch geschoold personeel zal de komende jaren niet wezenlijk verbeteren[i]. Een afstemmingsproces tussen overheid, onderwijs en bedrijfsleven ontbreekt.
- Het is onbekend hoe de verdeling over de verschillende expertise gebieden gaat zijn. De verschillende infrastructuren vereisen andere expertises.

Financiële middelen
- Het ontbreekt de industrie aan mogelijkheden om de investeringen in decarbonisatie projecten te prioriteren. Deze projecten renderen minder dan de reguliere investeringen en moeten ook concurreren met internationale zustervestigingen.
- Het ontbreekt aan specifieke financieringsconstructies. De industrie wil geen infrastructuur assets op de balans hebben, omdat het geen onderdeel van het kernproces is.

Ruimte
- Bij meerdere clusters is een gebrek aan fysieke ruimte voor infrastructuur een groeiend probleem. Rekening houden met lange termijn ontwikkelingen is hierbij een complicerende factor aangezien gebieden voor lange tijd dienen te worden gealloceerd.
- Er ontbreekt sturing, selectie en prioritering bij de toewijzing van schaarse ruimte aan infrastructuur. Dit geldt voor private ruimte in de clusters, én voor publieke ruimte voor de nationale infrastructuur.
- Alle (infra-)voornemens met een grote ruimtelijke impact ondervinden acceptatieproblemen bij bestaande eigenaren en gebruikers in een gebied.
- Gebrek aan (gepercipieerde) urgentie en organisatorisch vermogen beïnvloedt de continuïteit van (infra-)projecten in verschillende stadia van ontwikkeling, planvorming en uitvoering. In die situaties ontwikkelen (infra-)projecten onvoldoende dynamiek om te blijven concurreren met andere ruimtelijke projecten (zoals woningbouw) in een gebied. Zo gaat de regionale of lokale dynamiek bepalend zijn over het oorspronkelijke (infra-)project.

Materiaal
- Levertijden van componenten kan oplopen tot meerdere jaren[i]. Dit is bijvoorbeeld relevant bij transformatorstations.

DNV GL © 2020

Knelpunten per project (1/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
CO2	Noord-Nederland	-C1, NN: biofuel met CO2	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Carbon accounting principes (scope 1,2,3) • Wetgeving nieuwe gassen • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt
CO2	Noord-Nederland	-C2, NN: CO2 net Eemshaven – Delfzijl	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van een CO2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruiker • Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarsschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
CO2	NZKG	-C3, NZKG: Athos CC(U)S	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • Ontbreken kwaliteitseisen op te slaan CO2 • Ontbreken allocatie van liability en eigendomsrecht van opgeslagen CO2 • Ontbreken regulatorisch kader voor selecteren van gebruikte gasvelden voor CO2 opslag. • EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van CO2 aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Carbon accounting principes (scope 1,2,3) • Wetgeving nieuwe gassen • Hergebruik van bestaande leidingen lijkt een kans voor snelle invoering van CO2-transport maar heeft te kampen met een verschil in timing, publieke perceptie en een onduidelijke regie. • De komende 10 jaar staat er ontmanteling op het programma van diverse overbodige leidingen. Als de komende 10 jaar geen keuze gemaakt wordt op gebied van CO2 infrastructuur en CCS, dan is er waarschijnlijk veel potentieel herbruikbare infra verdwenen • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van een CO2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden • De kosten van CO2 afvang dragen significant bij aan het vollooprisico van transport- en opslagprojecten • De onduidelijkheid rondom Post-Storage liability van de CCS optie (nationaal en internationaal) maakt de business case onzeker • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers • Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarsschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur

Knelpunten per project (2/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
CO2	NZKG	-C4, NZKG: OCAP 1,1 Mton CCU -C6, R-M: OCAP 1,2 Mton CCU	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van CO2 aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Carbon accounting principes (scope 1,2,3) • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang
CO2	Rotterdam-Moerdijk	-C5, R-M: CCS Porthos	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • Ontbreken kwaliteitseisen op te slaan CO2 • Ontbreken allocatie van liability en eigendomsrecht van opgeslagen CO2. • Ontbreken regulatorisch kader voor selecteren van gebruikte gasvelden voor CO2 opslag. • EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van CO2 aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Carbon accounting principes (scope 1,2,3) • Wetgeving nieuwe gassen • Hergebruik van bestaande leidingen lijkt een kans voor snelle invoering van CO2-transport maar heeft te kampen met een verschil in timing, publieke perceptie en een onduidelijke regie. • De komende 10 jaar staat er ontmanteling op het programma van diverse overbodige leidingen. Als de komende 10 jaar geen keuze gemaakt wordt op gebied van CO2 infrastructuur en CCS, dan is er waarschijnlijk veel potentieel herbruikbare infra verdwenen • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van een CO2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden • De kosten van CO2 afvang dragen significant bij aan het vollooprisico van transport- en opslagprojecten De onduidelijkheid rondom Post-Storage liability van de CCS optie (nationaal en internationaal) maakt de business case onzeker Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers • Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur • Uitwisseling informatie (mededingingswet)
CO2	Zeeland	-C10, Ze: 0,5 Mton CCU 'alternative concrete'	• Carbon accounting principes (scope 1,2,3) • Wetgeving nieuwe gassen • Onzekerheid/onduidelijkheid internationale wetgeving CO2, zoals cross-border transport. • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt

DNV GL © 2020

Knelpunten per project (3/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
CO2	Zeeland	-C11, Ze: 1,7 Mton CCS bij H2 productie	• Ontbreken kwaliteitseisen op te slaan CO2. • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang
CO2	Zeeland	-C12, Ze: CC(U)S 1 Mton reeds beschikbare pure CO2	• Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang
CO2	Zeeland	-C13, Ze: CO2 leiding Gent (BE), Terneuzen en Vlissingen	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Onzekerheid/onduidelijkheid internationale wetgeving CO2, zoals cross-border transport. • Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van een CO2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers • Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarsschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
CO2	Chemelot	-C14, Ch: Reductie N2O emissie	Onbekend
CO2	Chemelot	-C15, Ch: Evt. CCU glastuinbouw	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van CO2 aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang
CO2	Cluster 6	-C16, C6: CCS keramiek	• Ontbreken kwaliteitseisen op te slaan CO2. • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • De additionele kosten voor de afvoer van CO2 vanuit Cluster 6 zijn relatief hoog, en EU-ETS regelgeving wijst geen credits toe bij afvoer aan non-ETS entiteiten
CO2	Cluster 6	-C17, C6: CC(U)S AVI's	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van CO2 aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang
CO2	Cluster 6	-C18, C6: aanleggen lokale CO2 netten	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van een CO2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur

DNV GL © 2020

Knelpunten per project (4/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
CO2	Cluster 6	-C20, C6: CC(U)S AVI's	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van CO2 aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang
CO2	Cluster 6	-C21, C6: aanleggen lokale CO2 netten	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • De vraag-aanbod problematiek van CCS heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van een CO2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden • Onduidelijkheid met betrekking tot komst en timing CC(U)S infrastructuur hindert investeringsbeslissingen CO2 afvang • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
Elektriciteit	Noord-Nederland	-E1, NN: 20MW P2H2	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • De methodologie van kostenallocatie door capaciteitstarieven in de netwerkaansluitingen faciliteren de flexibele inzet van P2H2 en geëlektrificeerde warmtevoorziening niet
Elektriciteit	Noord-Nederland	-E3, NN: 100MW P2H2	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • De methodologie van kostenallocatie door capaciteitstarieven in de netwerkaansluitingen faciliteren de flexibele inzet van P2H2 en geëlektrificeerde warmtevoorziening niet
Elektriciteit	Noord-Nederland	-E5, NN: extra elektrificatie	• Methodiek toewijzing CO2 besparing (grid mix), geen additionaliteit • Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale • Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel • Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend, en beperkingen uit de SDE++ regeling belemmeren dit
Elektriciteit	Noord-Nederland	NN opschaling P2H2 850 MW	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • Lange doorlooptijd capaciteitsuitbreiding (7-12 jaar) vertraagt investeringsbeslissingen, met name bij elektrificatie warmtevoorziening en aansluiting/opschaling elektrolysers. • Onzekerheden voorinvesteren / doelmatigheid. • Gebrek aan inzicht in concrete toekomst vaste ontwikkeling vraag en aanbod.

Knelpunten per project (5/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
Elektriciteit	NZKG	-E6, NZKG: 100MW P2H2	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • De methodologie van kostenallocatie door capaciteitstarieven in de netwerkaansluitingen faciliteren de flexibele inzet van P2H2 en geëlektrificeerde warmtevoorziening niet
Elektriciteit	NZKG	-E7, NZKG: opschalen 1GW P2H2	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • Lange doorlooptijd capaciteitsuitbreiding (7-12 jaar) vertraagt investeringsbeslissingen, met name bij elektrificatie warmtevoorziening en aansluiting/opschaling elektrolysers. • Onzekerheden voorinvesteren / doelmatigheid. • Gebrek aan inzicht in concrete toekomst vaste ontwikkeling vraag en aanbod.
Elektriciteit	NZKG	-E8, NZKG: elektrificatie	• Methodiek toewijzing CO2 besparing (grid mix), geen additionaliteit • Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel • Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend, en beperkingen uit de SDE++ regeling belemmeren dit
Elektriciteit	Rotterdam-Moerdijk	-E10, R-M: 250MW P2H2	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • De methodologie van kostenallocatie door capaciteitstarieven in de netwerkaansluitingen faciliteren de flexibele inzet van P2H2 en geëlektrificeerde warmtevoorziening niet
Elektriciteit	Rotterdam-Moerdijk	-E12, R-M: Elektrificatie	• Methodiek toewijzing CO2 besparing (grid mix), geen additionaliteit • Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel • Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend, en beperkingen uit de SDE++ regeling belemmeren dit
Elektriciteit	Zeeland	-E14, Ze: Elektrificatie P2H	• Methodiek toewijzing CO2 besparing (grid mix), geen additionaliteit • Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel • Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend, en beperkingen uit de SDE++ regeling belemmeren dit

Knelpunten per project (6/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
Elektriciteit	Zeeland	-E15, Ze: 100MW P2H2	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • De methodologie van kostenallocatie door capaciteitstarieven in de netwerkaansluitingen faciliteren de flexibele inzet van P2H2 en geëlektrificeerde warmtevoorziening niet
Elektriciteit	Chemelot	-E17, Ch: Elektrificatie	• Methodiek toewijzing CO2 besparing (grid mix), geen additionaliteit • Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel • Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend, en beperkingen uit de SDE++ regeling belemmeren dit
Elektriciteit	Cluster 6	-E19, C6: Elektrificatie offshore platforms	• Methodiek toewijzing CO2 besparing (grid mix), geen additionaliteit • Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel • Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend, en beperkingen uit de SDE++ regeling belemmeren dit
Elektriciteit	Cluster 6	-E20, C6: Gedeeltelijke elektrificatie levensmiddelen, papier, keramiek en technologie	• Methodiek toewijzing CO2 besparing (grid mix), geen additionaliteit • Belemmerend voor de industrie is de gebruikte methodiek voor de toewijzing van CO2 emissie van industrie sectoren op basis van de totale Nederlandse opwekportfolio. Hierdoor kan een individuele partij op basis van GVO's de eigen energieverbruik "vergroenen", maar wordt dit niet toegerekend aan de industriesector als geheel • Elektrificering van de warmtevoorziening is momenteel voor industrie nog niet kostendekkend, en beperkingen uit de SDE++ regeling belemmeren dit
H2	Noord-Nederland	-H1, NN: Afname H2 industrie	• Wetgeving nieuwe gassen • De vraag-aanbod problematiek van waterstof heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Onvoldoende afstemming lokale initiatieven en landelijke plannen kan leiden tot suboptimale of tegenstrijdige uitkomsten • Onduidelijkheid over de materialiteit en timing van de beschikbaarheid van waterstof belemmert adequate FID beslissingen
H2	Rotterdam-Moerdijk	-H3, R-M: H-vision, blauwe H2, 46 PJ.	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • De vraag-aanbod problematiek van waterstof heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Onvoldoende afstemming lokale initiatieven en landelijke plannen kan leiden tot suboptimale of tegenstrijdige uitkomsten • Onduidelijkheid over de materialiteit en timing van de beschikbaarheid van waterstof belemmert adequate FID beslissingen • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers • Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur

DNV GL © 2020

Knelpunten per project (7/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
H2	Zeeland	-H5, Ze: Lokaal H2 netwerk (CUST)	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • De vraag-aanbod problematiek van waterstof heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Er is geen consensus dat het aanleggen en beheren van H2 infrastructuur een commercieel rendabele activiteit is, en derhalve door private partijen opgepakt zal worden • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
H2	Chemelot	-H6, Ch: Vergroenen H2 productie uit biomassa (afval) / dan wel elektrolyse / dan wel blauw	Zie knelpunten elektrolyse en blauwe H2.
H2	Chemelot	-H7, Ch: pilotplant H2 uit koolwaterstoffen	Onbekend
H2	Cluster 6	-H8, C6: Productie H2 op offshore platforms en aansluiting op landelijke H2 infra	• Doorlooptijd vergunningsprocedures • Beschikbaarheid SDE++ • Wetgeving nieuwe gassen • De vraag-aanbod problematiek van waterstof heeft een lokaal, regionaal, nationaal en internationaal karakter; het bestuurlijke proces voor de benodigde afstemming en sturing ontbreekt • Onvoldoende afstemming lokale initiatieven en landelijke plannen kan leiden tot suboptimale of tegenstrijdige uitkomsten • Onduidelijkheid over de materialiteit en timing van de beschikbaarheid van waterstof belemmert adequate FID beslissingen • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers • Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur • Belemmering vanuit Mijnbouwwet voor offshore H2 productie.
Warmte	Noord-Nederland	-W1, NN: Restwarmte leiding	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal “van-gas-los” programma’s voor de gebouwde omgeving • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet • De zeer lange terugverdientijden bij aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico’s (vollooprisico) zorgen voor slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte. • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur

DNV GL © 2020

Knelpunten per project (8/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
Warmte	Noord-Nederland	-W2, NN: Uitbreiding restwarmte	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet
Warmte	Noord-Nederland	-W3, NN: Uitbreiding stoomnet	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet • De zeer lange terugverdientijden bij aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico's (vollooprisico) zorgen voor slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte. • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruiker Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
Warmte	NZKG	-W4, NZKG: Uitbreiden warmtenet	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet • De zeer lange terugverdientijden bij aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico's (vollooprisico) zorgen voor slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte. • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
Warmte	Rotterdam-Moerdijk	-W5, R-M: Uitbreiden warmtenetten	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet • De zeer lange terugverdientijden bij aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico's (vollooprisico) zorgen voor slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte. • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur

DNV GL © 2020

Knelpunten per project (9/9)

Categorie	Cluster	Project	Knelpunten
Warmte	Rotterdam-Moerdijk	-W6, R-M: Uitbreiden stoomnetwerk Botlek	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving (GO) • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet De zeer lange terugverdientijden bij aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico's (vollooprisico) zorgen voor slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte. • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
Warmte	Zeeland	-W7, Ze: Innovatieve warmte	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor GO • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet
Warmte	Chemelot	-W7, Ch: Vervolgprojecten HGN, uitkoppelen 30 MW restwarmte	Onbekend
Warmte	Cluster 6	-W8, C6: Restwarmte datacenters	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor GO • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet
Warmte	Cluster 6	-W9, C6: Geothermie voor FNLI, papier- en keramiekindustrie	• Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor de gebouwde omgeving • De zeer lange terugverdientijden bij aanleg van warmte infrastructuur en de optredende project risico's (vollooprisico) zorgen voor slechte financierbaarheid van het gebruik van restwarmte. • Bij niet-gereguleerde infrastructuur lopen belangen uiteen tussen de beheerder/eigenaar van de infrastructuur en eindgebruikers • Er is onduidelijkheid omtrent het eigenaarschap bij het realiseren van niet-gereguleerde infrastructuur
Warmte	Cluster 6	-W10, C6: Gebruik LT restwarmte voor FNLI en papierindustrie (niet benoemd)	• Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor GO • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet
Warmte	Cluster 6	-W11, C6: Gebruik restwarmte AVI's	• EU-ETS wetgeving m.b.t. de levering van warmte aan non-ETS entiteiten levert volgens de emissie accounting regels geen reductie voor de industrie op • Er ontbreekt regie en een bestuurlijk proces voor de inpassing van industriële restwarmte in lokaal "van-gas-los" programma's voor GO • Mogelijke lock-in van levering aan externe omgeving door kortere investeringstermijn industrie t.o.v. warmtenet

D Achtergrondinformatie

Appendix – Referentielijst [1/2]

Referenties staan benoemd bij het hoofdstuk waar deze voor het eerst worden gebruikt. Terugkerende referenties zijn niet herhaald.

Algemeen
- **[i]:** Gesprekken met industrie. Zie volgende pagina voor een lijst met deelnemende partijen.

Hoofdstuk 1
- **[1]:** Klimaatakkoord 28 juni 2019
- **[2]:** Staatscourant 2019, 56982

Hoofdstuk 2
- **[3]:** TenneT & Gasunie; "Infrastructure Outlook 2050"; 2019
- **[4]:** https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/goederenvervoer/transport-van-gevaarlijke-stoffen-via-buisleidingen
- **[5]:** Bijdrage van de werkgroep industriecluster Rotterdam-Moerdijk aan het hoofdlijnenpakket voor het klimaatakkoord; "In drie stappen naar een duurzaam industriecluster Rotterdam-Moerdijk in 2050"; 2018
- **[6]:** https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/olie-gaswinning/
- **[7]:** Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035, Min. I&M en Min. EL&I, oktober 2012
- **[8]:** Via Parijs, Een ontwerpverkenning naar een klimaatneutraal Nederland, College van Rijksadviseurs, September 2019
- **[9]:** Masterplan Aardwarmte in Nederland, Stichting Platform Geothermie, DAGO, Stichting Warmtenetwerk, EBN, mei 2018
- **[10]:** TNO; "Inventarisatie van de behoefte van de industrieclusters aan grootschalige infrastructuur voor transport van elektriciteit, waterstof, warmte en CO2 nodig voor het realiseren van klimaatdoelstellingen"; 2019
- **[11]:** H-vision: blue hydrogen as accelerator and pioneer for energy transition in the industry
- **[12]:** Acht A. Salzkavernen zur Wasserstoffspeicherung. RWTH Aachen; 2013
- **[13]**: ING Economics Department; "Further efficiency gains vital to limit electricity use of data"; 2019
- **[14]:** At Osborne, Witteveen + Bos, Panteia, Buisleidingen in Nederland. Een marktverkenning
- **[15]:** TenneT Holding B.V., Integrated Annual Report 2018
- **[16]:** https://offshorewind.rvo.nl/

Hoofdstuk 3
- **[17]:** https://www.chemieatlas.de/
- **[18]:** https://www.umweltbundesamt.de/en/indicator-greenhouse-gas-emissions
- **[19]:** Agora Energiewende; "Climate Neutral Industry"; 2020
- **[20]:** Ministerium für Klimaschutz NRW; "The Climate Protection Plan for NRW at a glance"; 2016
- **[21]:** EnergieAgentur NRW; "Power-to-Gas in Germany and North-Rhine Westphalia (NRW)"; 2016
- **[22]:** https://www.tennet.eu/news/detail/gasunie-tennet-and-thyssengas-reveal-detailed-green-sector-coupling-plans-using-power-to-gas-tec/
- **[23]:** https://www.energieatlas.nrw.de/site/werkzeuge/energiestatistik
- **[24]:** Enervis; "META-Studie Sektorenkopplung: ‚Analyse einer komplexen Diskussion' "; 2018
- **[25]:** https://www.cleanenergywire.org/news/merkel-puts-contentious-ccs-technology-back-german-agenda
- **[26]:** https://www.fnb-gas.de/fnb-gas/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/fernleitungsnetzbetreiber-veroeffentlichen-karte-fuer-visionaeres-wasserstoffnetz-h2-netz/
- **[27]:** FNB Gas; "Gas Network Development Plan 2020–2030"; 2019
- **[28]:** German TSOs; "ANHANG ZUM NETZENTWICKLUNGSPLAN STROM 2030, VERSION 2019, ZWEITER ENTWURF"; 2020
- **[29]:** https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/naar-co2-neutrale-brand-en-grondstoffen/waterstof-voor-een-duurzame-energievoorziening/opslag-en-transport-waterstof/project-hy3-nederland-en-duitsland-onderzoeken-opschaling-groene-waterstof/
- **[30]:** https://northsearegion.eu/northsee/e-energy/transnational-energy-cooperation-between-north-sea-countries/
- **[31]:** FOD Economie K.M.O.; "Energy Key Data - maart 2019"; 2019
- **[32]:** Nationaal Energie en Klimaatplan 2021-2030; december 2019
- **[33]:** https://docplayer.nl/8602436-Thema-3-industrielandschappen.html
- **[34]:** https://www.klimaat.be/nl-be/
- **[35]:** https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/overall-targets/long-term-strategies_en
- **[36]:** Climact, Vito, November 2013, Scenarios for a low carbon Belgium by 2050
- **[37]:** TNO; "Een vergelijkende analyse van industriële decarbonisatie in een aantal EU landen"; 2018

Appendix – Referentielijst [2/2]

Hoofdstuk 3 (vervolg)
- **[38]:** CE Delft; "Roadmap towards a climate neutral industry in the Delta region"; 2018
- **[39]:** CE Delft; RHDHV. "Onderzoek Clean Underground Sustainable Transport (CUST)"; 2019
- **[40]:** ELIA; "ELECTRICITY SCENARIOS FOR BLEGIUM TOWARDS 2050"; 2017
- **[41]:** ELIA; "Adequacy and flexibility study for Belgium 2020-2030"; 2018
- **[42]:** TRILOG; "Project Working Group on Infrastructure Workshop Planning Pipeline Corridors"; 2019

Hoofdstuk 5
- **[43]:** DNV GL; "Facilitating the integration of offshore wind with Power-to-Heat in industry"; 2018

Hoofdstuk 7
- **[44]:** Berenschot & Kalavasta; Conceptrapportage "Scenariostudie ten behoeve van de integrale infrastructuur verkenning 2030-2050"; 25 februari 2020
- **[45]:** TenneT & Gasunie; "Infrastructure Outlook 2050 phase II"; 2020
- **[46]:** E. Wiebes; brief aan Tweede Kamer "Structurele duurzame economische groei"; 13 december 2019
- **[47]:** https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Appendices

Noord Nederland
- **[48]:** Provincie Groningen; "Investeringsagenda waterstof Noord-Nederland"; 2019
- **[49]:** Stichting UFO; "Kansenkaart buiszone Eemshaven"; 2019
- **[50]:** Industrietafel Noord-Nederland; "Eindrapport Industrietafel Noord-Nederland"; 2018
- **[51]:** TenneT; "Kwaliteits- en Capaciteitsdocument 2017"; 2017
- **[52]:** CE Delft; "Systeemstudie energie-infrastructuur Groningen & Drenthe 2020-2050"; 2019

NZKG
- **[53]:** Klimaattafel Industrie NZKG; "Industrie in het Noordzeekanaalgebeid: vliegwiel voor een duurzame metropool"; 2018
- **[54]:** NZKG; "Vliegwiel voor een duurzame toekomst"; 2018
- **[55]:** CE Delft; "Rapportage systeemstudie energie-infrastructuur Noord-Holland 2020-2050"; 2019

Chemelot
- **[56]:** Chemelot; "Brochure Duurzaamheidstransitie"; 2018
- **[57]:** BCI, Movares; "MKBA naar een modal shift voor Chemelot - Brandbaar gas-"; 2019
- **[58]:** https://www.dnvgl.nl/news/filling-the-data-gap-an-update-of-the-2019-hydrogen-supply-in-the-netherlands-162721

Appendix – Lijst met geconsulteerde partijen

Dit rapport maakt gebruik van informatie verkregen vanuit informatie van en interviews met de volgende partijen:

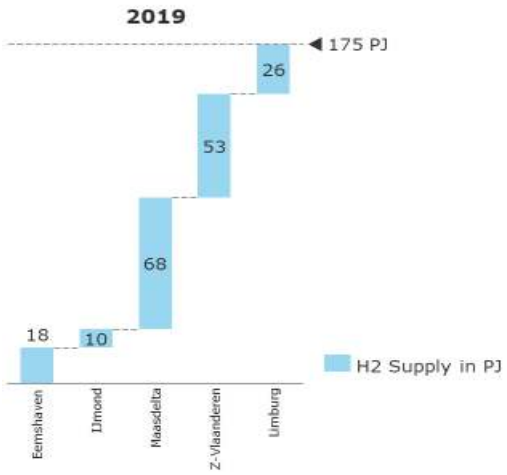
- Autoriteit Consument en Markt (ACM)
- Air Liquide
- Air Products
- Alliander
- BioMCN
- De Brauw Blackstone Westbroek
- Deltalinqs
- DOW
- Energie Beheer Nederland (EBN)
- Enexis
- ExxonMobil
- Federatie voor Metaal- en Elektrotechnische industrie (FME)
- Federatie Nederlandse Levensmiddelen Industrie (FNLI)
- Gasunie
- Groningen Seaports
- ING
- InvestNL
- Inter-Provinciaal Overleg (IPO)
- Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek (KNB)
- Lyondellbasell
- McKinsey
- Ministerie van Binnenlandse Zaken
- Ministerie van Defensie
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
- Ministerie van Financiën
- Nexstep
- NLdigital
- Netbeheer Nederland
- Netherlands Oil and Gas Exploration and Production Association (NOGEPA)
- Nouryon
- OCAP
- OCI Nitrogen
- Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
- Port of Amsterdam
- Port of Rotterdam
- Projectbureau Noordzeekanaalgebied (NZKG)
- Provincies Groningen, Limburg, Noord-Holland, Zeeland, Zuid-Holland
- Sabic
- Smart Delta Resources (SDR)
- Shell
- Sitech
- Stedin
- Tata Steel
- TenneT
- Topconsortium Kennis en Innovatie (TKI), nieuw gas
- TU Delft
- Utility Support Group (USG)
- Vereniging Afvalbedrijven
- Vereniging Nederlandse Chemische Industrie (VNCI)
- Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG)
- Vereniging Nederlandse Glasfabrikanten (VNG)
- Vereniging Nederlandse Papier- Kartonfabrieken (VNP)
- Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie (VNPI)
- Vopak
- Yara

Aardgas

De Nederlandse industrie heeft intensief gebruik gemaakt van aardgas voor de energie voorziening. Het gaat daarbij om zowel L-gas (Laagcalorisch) als H-gas (Hoogcalorisch). Het Groningen-gasveld (Slochteren) bevat aardgas met een laagcalorische waarde. Daarmee wijkt het af van de meeste andere velden in de wereld. Dit komt doordat het gas een relatief groot aandeel (14%) stikstof bevat. Dit laagcalorische aardgas is de standaard geworden voor vele gastoepassingen, niet alleen in Nederland, maar ook in België, Duitsland en Noord-Frankrijk. Naast het gas uit het Slochteren-veld wordt gas uit de zogenaamde kleine velden en/of het buitenland met stikstof aangelengd als aanvulling voor de hoeveelheid L-gas. H-gas bevat minder stikstof en meer hogere koolwaterstoffen. De installaties van de industrie zijn geschikt gemaakt voor de beschikbare aardgaskwaliteit.
Aardgas heeft twee belangrijke bijdragen aan klimaatverandering: bij de verbranding komt CO_2 vrij en bij lekkage het nog sterkere broeikasgas CH_4.

Waterstof

Waterstof is net als aardgas een gasvormige brandstof, maar bevat geen koolstofatomen en draagt dus niet bij aan de uitstoot van CO_2. Het kan dus in plaats van aardgas ingezet worden als energiebron. Dit zal met name gebeuren waar andere opties, zoals elektrificatie of alternatieve processen te kostbaar of nog niet beschikbaar zijn. Ook kan waterstof gebruikt worden als bouwsteen voor processen waar nu aardgas (of olie) als feedstock wordt ingezet.



Huidige productie van waterstof in Nederland [58]

Er wordt momenteel door de industrie al veel waterstof geproduceerd (zie nevenstaande figuur [58]). Deze waterstof wordt nu nog vrijwel geheel geproduceerd uit aardgas door Steam Methane Reforming. Bij dit proces komt veel CO_2 vrij (25% tot 45% meer dan aardgas per eenheid van energie).
Er zijn echter ook processen waar aardgas als feedstock of procesgas wordt ingezet waar vervanging niet mogelijk is of nog geen alternatief proces voorhanden is (met name bij mineralogische en metallurgische processtappen).
Om al deze emissies te vermijden zijn er twee belangrijke mogelijkheden. Enerzijds kan de CO2 (gemakkelijker en goedkoper dan uit de afgassen van verbrandingsprocessen) worden afgevangen en opgeslagen, en anderzijds kan de waterstof worden geproduceerd uit duurzame elektriciteit.

Deze verschillende aanpakken worden benoemd door "kleuren" van waterstof:

- **Grijs**
  Zoals hiervoor beschreven maakt het proces om deze waterstof te produceren gebruik van aardgas (of kolen) als grondstof (in combinatie met stoom) en er komt dan ook veel koolstofdioxide vrij. Deze waterstof wordt vanwege de emissies als "grijs" bestempeld. Vrijwel de gehele huidige Nederlandse waterstofproductie is "grijs".
  De huidige Nederlandse productie is vooral bestemd voor
  - raffinaderijen om zware olie om te zetten naar lichtere brandstoffen zoals benzine
  - ammoniak productie voor de kunstmest industrie.

  Om deze hoeveelheid waterstof uit (offshore) wind te produceren is 13 tot 16 GW aan windparken nodig.
- **Blauw**
  Het koolstofdioxide die met de waterstof in het hiervoor genoemde proces wordt geproduceerd kan vrij gemakkelijk worden afgevangen. Als deze CO_2 ondergronds wordt opgeslagen (Carbon Capture and Storage: CCS) dan vermindert de uitstoot met 85%[13]
  Deze waterstof wordt daarom "blauw" genoemd.
- **Groen**
  Waterstof kan ook geproduceerd worden uit elektriciteit. Bij dit elektrolyse-proces wordt gelijkstroom door water geleid en splitsen de moleculen in zuurstof en waterstof. Als de elektriciteit die voor de elektrolyse wordt ingezet, groen wordt geproduceerd (uit wind en zon) dan komt er geheel geen CO_2 vrij.
  Deze waterstof is "groen".

Er bestaat binnen de industrie ruime expertise met het gebruik van waterstof voor een veilige en doelmatige inzet ervan. Deze kennis en de infrastructuur die voor de industrie beschikbaar komt kan dan ook als basis worden gebruikt voor andere toepassingen, zoals zwaar verkeer, scheepvaart en de gebouwde omgeving.
Zie ook het schema op de volgende pagina.



Voorbeeld van een elektrolyser (bron: Hydrogenics)

Contact gegevens

Martijn Duvoort
martijn.Duvoort@dnvgl.com
+31 6 4671 3616

www.dnvgl.com

SAFER, SMARTER, GREENER

The trademarks DNV GL®, DNV®, the Horizon Graphic and Det Norske Veritas®
are the properties of companies in the Det Norske Veritas group. All rights reserved.