

# Roadmap Conversie en Opslag

Programma Systeemintegratie

5 juli 2018

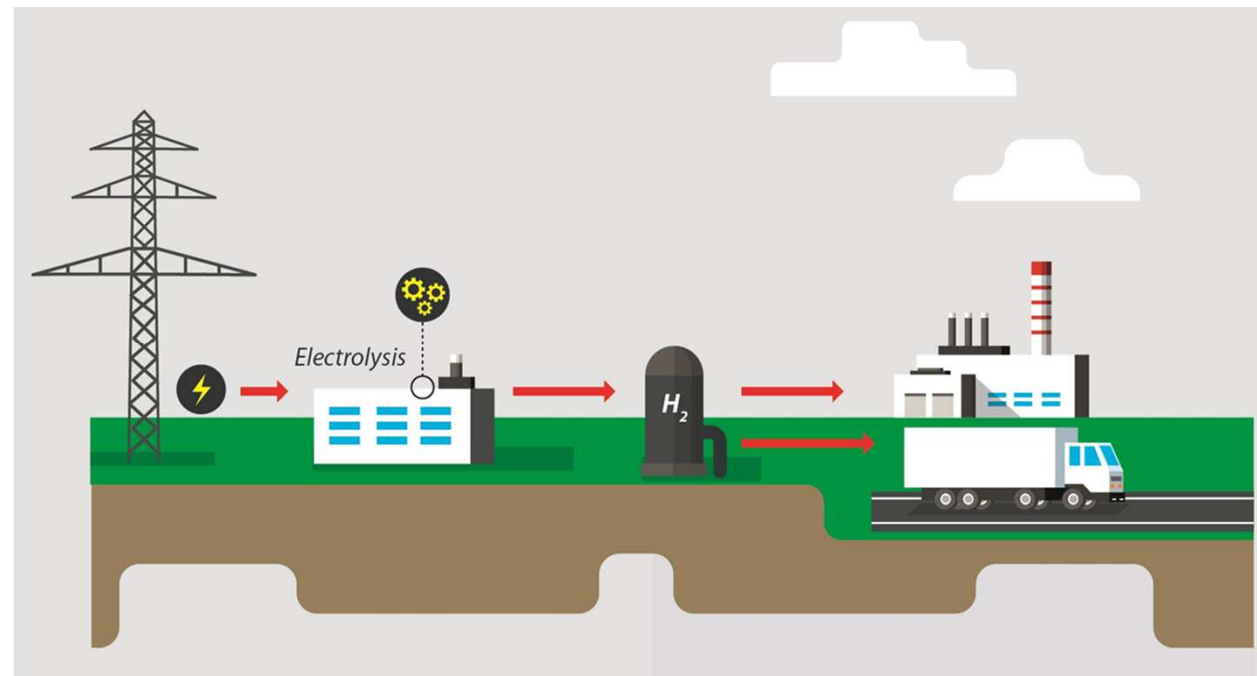
Monique Rijkers



**TOPSECTOR ENERGIE**

Empowering the new economy

# Welkom



## Het bereiken van 95% CO<sub>2</sub> emissiereductie in 2050 behelst een flinke bijdrage van de industrie

- De roadmap beantwoordt twee centrale vragen:
  - Welke grootschalige chemische conversie en opslagconcepten van duurzame energie naar “groene moleculen” zijn (vanuit technisch en economisch perspectief) mogelijk op korte, middellange en lange termijn?
  - Welke innovatiestappen zijn nodig, gezien vanuit een geïntegreerde visie op de productie van grondstoffen en energie?

## Een integrale visie op conversie en opslag van groene energie in moleculen ontbreekt

- De doelstelling van het project is een roadmap tot 2050 te ontwikkelen en een bijbehorende kennisagenda voor de komende 4-8 jaar voor de *conversie en opslag van groene energie in moleculen*.
- Deze roadmap bestaat uit:
  - Relevante producten (moleculen) voor grote schaal conversie en opslag van groene elektriciteit en de daarbij behorende sectoren.
  - Systeemszenario's rondom deze producten in 2050.
  - Randvoorwaarden en key bottlenecks gerelateerd aan deze scenario's.
  - Onderzoeksagenda voor de komende 4-8 jaar die deze randvoorwaarden en key bottlenecks adresseren voor korte, middellange en lange termijn.

## De roadmap is tot stand gekomen in vijf stappen

1. Analyse bestaande relevante nationale en internationale rapporten.

Eerste ronde tafel bijeenkomst ter identificatie van de relevante producten en eerste beeld van de uitdagingen.

1. Eerste uitwerking producten, systeemscenario's, bottlenecks en onderzoeksagenda.

1. Tweede ronde tafel voor verdieping en reflectie.

1. Definitief maken roadmap en onderzoeksagenda.

De betrokken stakeholders zijn stakeholders uit de staal-, energie-, chemie- en apparatenbouw; NGO's; Topsectoren; Brancheorganisaties

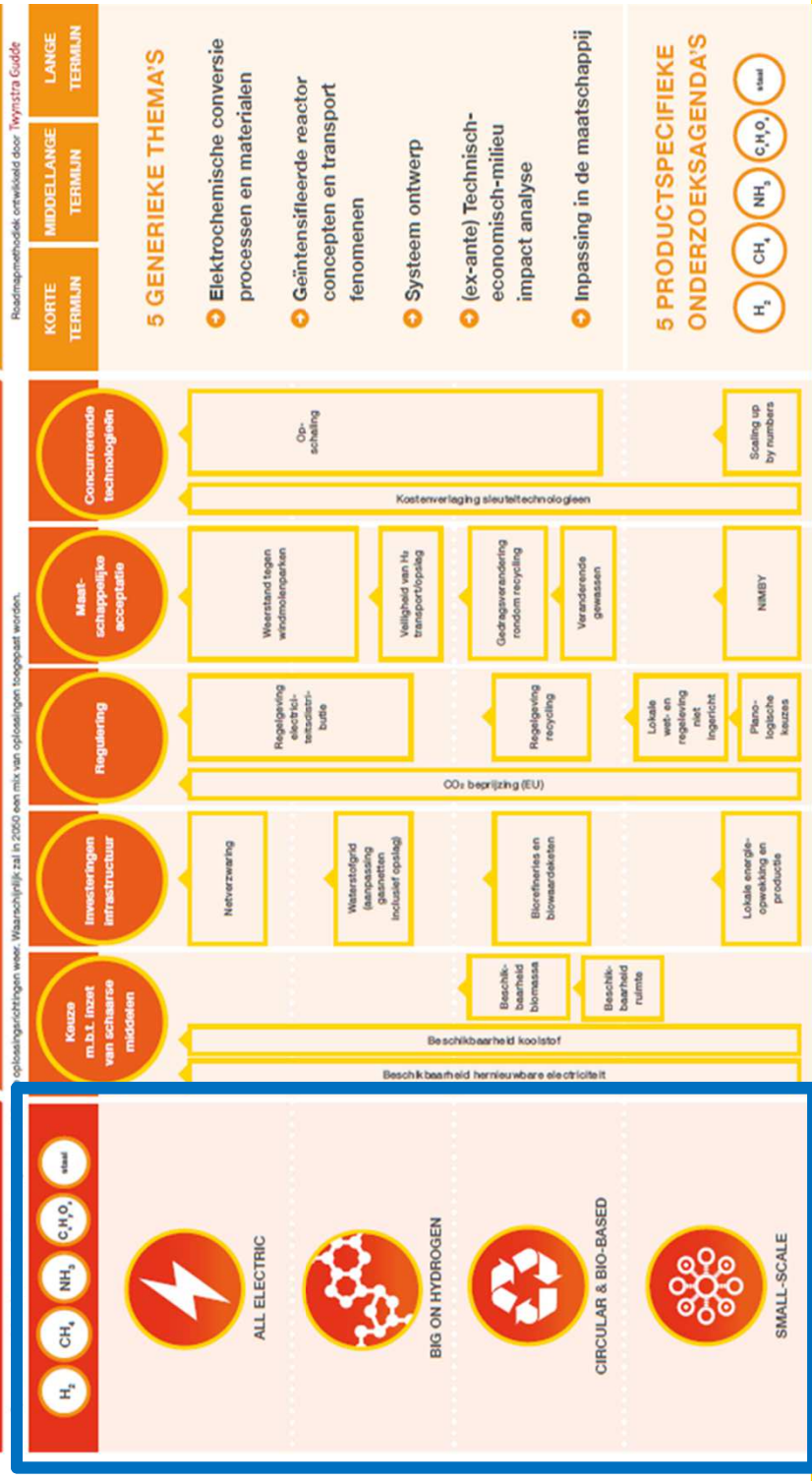
# Roadmap Conversie & Opslag



**Toekomstbeelden**  
4 systeemscenaria's voor conversie & opslag

**Knelpunten**  
5 knelpunten op weg naar toekomstbeelden. Deze worden beïnvloed door verschillende factoren

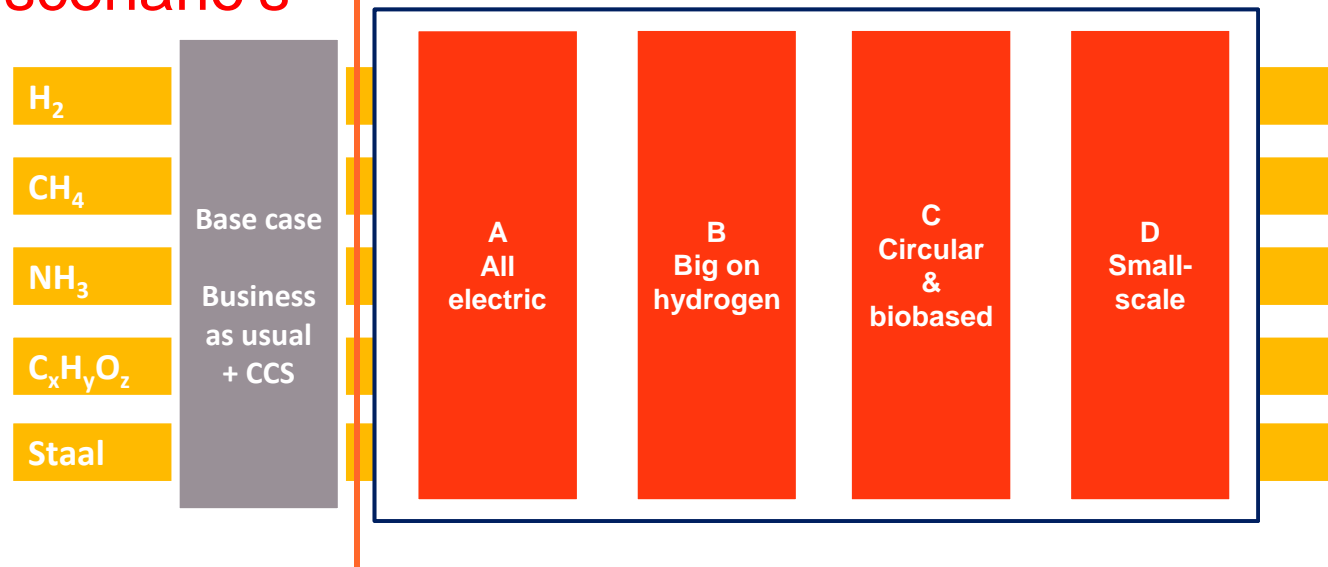
**Onderzoeksagenda**  
met onderzoeksvragen voortvloeiend uit de knelpunten





# We schetsen de toekomst aan de hand van 4 extreme scenario's

**Groene moleculen in 2050**  
Opslag en conversie van energie



Randvoorwaardelijke issues, systeemanalyse & business cases





# Base Case: Business as usual + CCS

Business as usual maar met Carbon Capture & Storage

<b>Korte omschrijving</b>	Gebruik van fossiele energie en feedstock (base case), maar met Carbon Capture & Storage (CCS)
<b>Infrastructuur</b>	Bestaand + CCS, zowel uit puntbronnen als uit de lucht
<b>Economisch</b>	Investeren in CCS
<b>Belangrijkste stakeholder</b>	Gas- en petrochemische industrie
<b>Implicaties m.b.t. elektrochemische processen</b>	Geen (N.B. Grootschalige CCS opties voorhanden, wellicht (elektro)chemisch van aard)
<b>Feedstock</b>	Fossiele grondstoffen (aandacht voor maatschappelijke en geopolitieke aspecten)
<b>Energievorm</b>	Fossiele grondstoffen (aandacht voor maatschappelijke en geopolitieke aspecten)
<b>Beperking</b>	CCS technologie (m.n. kosten) en opslag capaciteit; maatschappelijke acceptatie





## Systeemsценario A: All Electric

Alle energie wordt in elektrische vorm geleverd, feedstock moleculen moeten gewonnen worden (met elektriciteit)

<b>Korte omschrijving</b>	Gebruik van elektriciteit als energiebron in industriële processen en transport.
<b>Infrastructuur</b>	Elektriciteitsinfrastructuur grootschalig beschikbaar. Infrastructuur nodig voor duurzame feedstock moleculen voor chemische industrie (bron van "C,N,O,H")
<b>Economisch</b>	Grootschalige chemische fabrieken moeten veranderen, qua feedstock en energiegebruik, bijvoorbeeld op grote schaal zelf voorzien in (elektrochemisch) H <sub>2</sub>
<b>Belangrijkste stakeholder</b>	Energiesector (DC grid).
<b>Implicaties m.b.t. elektrochemische processen</b>	Rechtstreekse elektrochemische conversie van CO <sub>2</sub> , stikstof en ijzererts naar basis chemicaliën en ijzer
<b>Feedstock</b>	Elektriciteit; CO <sub>2</sub> uit Direct Air Capture (DAC) ; water;
<b>Energievorm</b>	Elektriciteit
<b>Beperkingen</b>	Veel elektriciteit, verzwaring van het grid en opslag van elektriciteit nodig



# Systeemsценario B: Big on hydrogen

Waterstof is de energiedrager (d.w.z. alle elektriciteit wordt omgezet naar H<sub>2</sub>)

<b>Korte omschrijving</b>	Waterstof is de energiedrager voor transport en energie (feedstock en fuel)
<b>Infrastructuur</b>	Grootschale infrastructuur voor het leveren van H <sub>2</sub> als commodity. Nodig bron van "C, N, O"-atomen voor in vervolgchemie.
<b>Economisch</b>	Grootschalige industrie blijft, met verandering energieverbruik.
<b>Belangrijkste stakeholder</b>	Gassector (H <sub>2</sub> grid)
<b>Implicaties m.b.t. elektrochemische processen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grootschalige uitrol van electrolyzers</li><li>• Productie van koolwaterstoffen en ammoniak door activering van CO<sub>2</sub> en stikstof via waterstof</li><li>• Productie van ijzer door waterstof gebaseerde reductie van ijzererts</li></ul>
<b>Feedstock</b>	H <sub>2</sub> ; CO <sub>2</sub> uit Direct Air Capture (DAC) , N <sub>2</sub>
<b>Energievorm</b>	H <sub>2</sub> (op grote schaal gemaakt door direct alle elektriciteit om te zetten)
<b>Beperkingen</b>	Transport grid en opslag/buffering van H <sub>2</sub> nodig



## Systemscenario C: Circular & biobased

Circulaire brandstoffen zijn de energiedrager (d.w.z. biomassa, dan wel alle elektriciteit wordt direct geconverteerd naar moleculen)

<b>Korte omschrijving</b>	Circulaire koolwaterstoffen (o.a. biomassa) voorzien in energie en feedstock
<b>Infrastructuur</b>	Grootschalige infrastructuur gefocust op circulaire processen; biologische en kunstmatige processen, en ook infrastructuur voor recycling.
<b>Economisch</b>	Nieuwe business modellen verschijnen, waarbij producten ontworpen zijn om langer gebruikt te worden en geschikt zijn voor hergebruik dan wel terugwinning van de elementaire bouwstenen.
<b>Belangrijkste stakeholder</b>	Leveranciers en verwerkers van biomassa
<b>Implicaties m.b.t. elektrochemische processen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Productie van brandstoffen en chemicaliën op basis van (elektrochemische) conversie van circulaire grondstoffen</li><li>• Gebruik van elektrochemische processen voor het opwerken van afvalstromen</li></ul>
<b>Feedstock</b>	CO <sub>2</sub> uit (bio-)CCS en DAC; biomassa
<b>Energievorm</b>	Groene methaan
<b>Beperkingen</b>	Grote volumes van biomassa nodig



## Systeemsценario D: Small Scale

Lokale, compacte productie van moleculen (d.w.z. geen grootschalige processen)

<b>Korte omschrijving</b>	Local-for-local. De afstand tussen grondstof en energieopwekking, productie en gebruik is kort.
<b>Infrastructuur</b>	Lokale, kleinschalige infrastructuur
<b>Economisch</b>	Huidige bedrijfsprocessen zullen ingrijpend veranderen.
<b>Belangrijkste stakeholder</b>	Eindgebruiker
<b>Implicaties m.b.t. elektrochemische processen</b>	Autonome (elektrochemisch) conversie systemen
<b>Energievorm</b>	Groene methaan, elektriciteit, H <sub>2</sub>
<b>Beperkingen</b>	Geen gebruik van schaalgrootte en bestaande installaties; planologische keuzes

# Roadmap Conversie & Opslag



**Toekomstbeelden**  
4 systeemscenario's voor conversie & opslag

Systeemscenario's zullen elkaar niet uit, maar geven vandaar



ALL ELECTRIC



BIG ON HYDROGEN



CIRCULAR & BIO-BASED



SMALL-SCALE



**Knelpunten**  
5 knelpunten op weg naar toekomstbeelden. Deze worden beïnvloed door verschillende factoren

Systeemscenario's zullen elkaar niet uit, maar geven vandaar



ALL ELECTRIC



BIG ON HYDROGEN



CIRCULAR & BIO-BASED



SMALL-SCALE



**Onderzoeksagenda**  
met onderzoeksvragen voortvloeiend uit de knelpunten

Roadmapmethode ontwikkeld door Topsector Energie

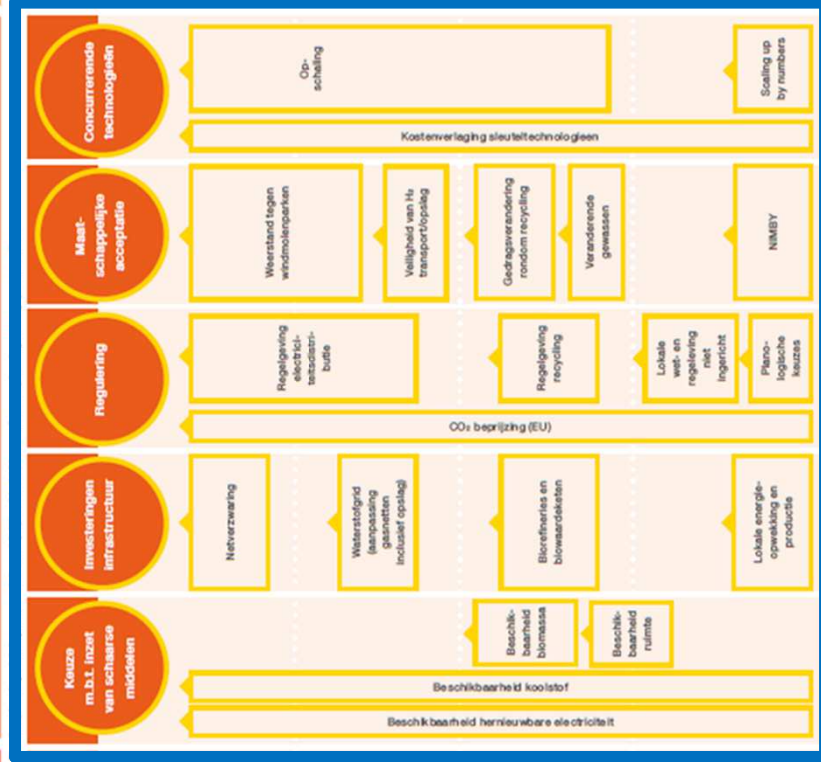


KORTE TERMIJN	MIDDELLANGE TERMIJN	LANGE TERMIJN
---------------	---------------------	---------------

## 5 GENERIEKE THEMA'S

- Elektrochemische conversie processen en materialen
- Geïntensifieerde reactor concepten en transport fenomenen
- Systeem ontwerp
- (ex-ante) Technisch-economisch-milieu impact analyse
- Inpassing in de maatschappij

## 5 PRODUCTSPECIFIEKE ONDERZOEKSAGENDA'S





# Knelpunten: Impliciete en expliciete keuzes bepalen of een scenario werkelijkheid wordt

	Keuze inzet schaarse middelen	Investerings in infrastructuur	Regulering	Maatschappelijke acceptatie	Concurrerende technologieën
All Electric	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschikbaarheid hernieuwbare electriciteit</li> <li>Beschikbaarheid koolstof</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netverzwaring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub> beprijzing (EU)</li> <li>Regelgeving electriciteitsdistributie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weerstand tegen windmolenparken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenverlaging sleutel technologieën</li> <li>Opschaling</li> </ul>
Big on Hydrogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschikbaarheid hernieuwbare electriciteit</li> <li>Beschikbaarheid koolstof</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waterstofgrid (aanpassing gasnetten inclusief opslag)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub> beprijzing (EU)</li> <li>Regelgeving electriciteitsdistributie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weerstand tegen windmolenparken</li> <li>Veiligheid van H<sub>2</sub> transport/opslag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenverlaging sleutel technologieën</li> <li>Opschaling</li> </ul>
Circular & biobased	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschikbaarheid biomassa</li> <li>Beschikbaarheid ruimte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biorefineries en biowaardeketen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub> beprijzing (EU)</li> <li>Regelgeving recycling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gedragsverandering rondom recycling</li> <li>Veranderende gewassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenverlaging sleutel technologieën</li> <li>Opschaling</li> </ul>
Small Scale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschikbaarheid ruimte</li> <li>Beschikbaarheid hernieuwbare electriciteit</li> <li>Beschikbaarheid koolstof</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lokale energieopwekking en productie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub> beprijzing (EU)</li> <li>Lokale wet- en regelgeving niet ingericht</li> <li>Planologische keuzes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NIMBY</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Scaling up by numbers”</li> </ul>

# Roadmap Conversie & Opslag



**Toekomstbeelden**  
4 systeemscenario's voor conversie & opslag

Systeemscenario's zullen elkaar niet uit, maar geven verschillende oplossingsrichtingen weer. Waarschijnlijk zal in 2050 een mix van oplossingen toegepast worden.



**Knelpunten**  
5 knelpunten op weg naar toekomstbeelden. Deze worden beïnvloed door verschillende factoren



**Onderzoeksagenda**  
met onderzoeken voorlopend uit de knelpunten



ALL ELECTRIC



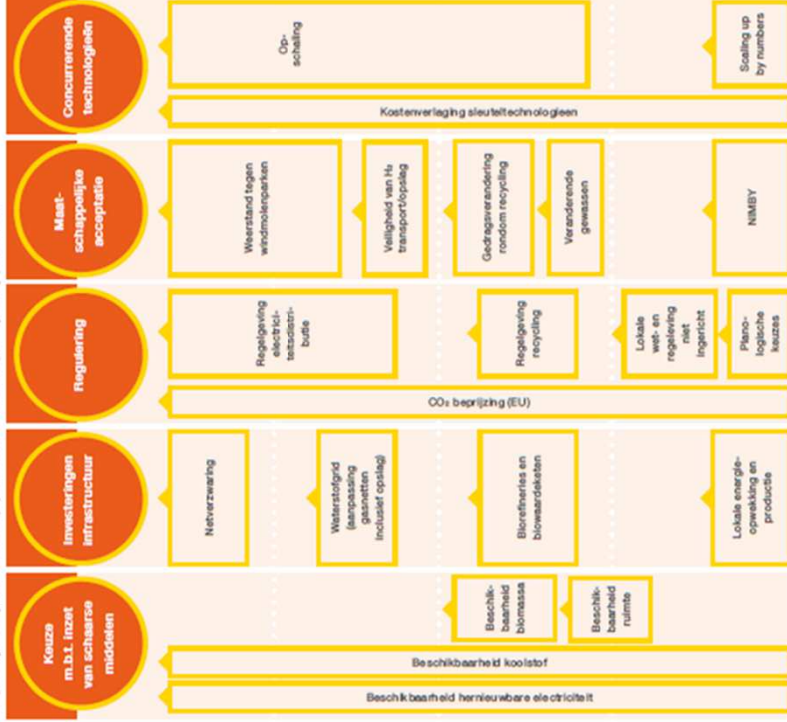
BIG ON HYDROGEN



CIRCULAR & BIO-BASED



SMALL-SCALE



KORTE TERMIJN	MIDDELLANGE TERMIJN	LANGE TERMIJN
<b>5 GENERIEKE THEMA'S</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrochemische conversie processen en materialen</li> <li>Geïntegreerde reactor concepten en transport fenomenen</li> <li>Systeem ontwerp</li> <li>(ex-ante) Technisch-economisch-milieu impact analyse</li> <li>Inpassing in de maatschappij</li> </ul>		
<b>5 PRODUCTSPECIFIEKE ONDERZOEKSAGENDA'S</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;">H<sub>2</sub></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;">CH<sub>4</sub></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;">NH<sub>3</sub></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;">C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;">stroom</div> </div>		



# Een vijftal producten ligt ten grondslag aan de kennisagenda

**Groene moleculen in 2050**  
Opslag en conversie van energie

H<sub>2</sub>

CH<sub>4</sub>

NH<sub>3</sub>

C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>

Staal





## Onderzoeksagenda

# Specifieke Producten: Waterstof (H<sub>2</sub>)



In 2050 wordt waterstof als **basismateriaal** in de chemie ingezet en speelt het een rol als **energiedrager**. Het verbindt daardoor verschillende sectoren en wordt als **commodity** geleverd.

Waterstofproductie is voor een groot deel gebaseerd op **omzetting van duurzame elektriciteit** d.m.v. elektrolyse, waardoor de specifieke CO<sub>2</sub> emissie meer dan 95% lager is dan de huidige emissies. In 2050 wordt **niet CCS** gebruik, wel gedurende de transitie.

- Hoe op grote schaal H<sub>2</sub> leveren en door wie?
  - Hoe de H<sub>2</sub> productie op te schalen en compatibel te maken met intermittency?
  - Hoe effectief inpassen in het ecosysteem, inclusief H<sub>2</sub> transport en (tijdelijke) opslag?
  - Hoe kunnen de (systeem)kosten omlaag gebracht worden?
- Katalysatoren, membranen, e.d. gebaseerd op niet-zeldzame, goedkope grondstoffen voor elektrolyse en innovatieve elektrochemie.
- Stysteemstudies naar productie en levering van H<sub>2</sub> in het ecosysteem



## Onderzoeksagenda

# Specifieke Producten: Methaan (CH<sub>4</sub>)



In 2050 zal het gebruik van methaan niet leiden tot een netto CO<sub>2</sub> uitstoot. Door de opkomst van waterstof als energiedrager ter vervanging van aardgas, wordt het totaal **verbruik van methaan sterk gereduceerd** en wordt **duurzaam methaan** beoogd voor die toepassingen die moeilijk te elektrificeren of op waterstof om te zetten zijn.

Productie van methaan via **kunstmatige en biologische processen** en met specifieke aandacht voor de bron van CO<sub>2</sub>, d.w.z. **afvang van puntbronnen** (tijdens uitfasen van fossiel en voor bewerkstelligen negatieve emissie) en **direct uit de lucht** (bijv. sluiten cyclus van zwaar transport op SNG).

- Techno-economische studie naar CH<sub>4</sub> gebruik in 2050
- Verbeteren Sabatier process (H<sub>2</sub> commodity, sectorkoppeling, andere katalysatoren, e.d.)
- Optimaliseren biomassa gasificatie voor CH<sub>4</sub> productie
- Methodes voor koolstofafvang uit puntbronnen en de lucht
- Nieuwe directe productiemethode voor CH<sub>4</sub> uit H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and electriciteit / energie





## Onderzoeksagenda

# Specifieke Producten: Ammoniak (NH<sub>3</sub>)



In 2050 wordt ammoniak niet alleen als grondstof voor de **kunstmestproductie** gebruikt, maar speelt ook een rol als **energiedrager** bij grootschalige import van koolstofvrije brandstof.

Ammoniak productie is voor een groot deel gebaseerd op omzetting van duurzame elektriciteit d.m.v. **elektrolyse** in combinatie met een geoptimaliseerd **Haber Bosch proces**, eventueel in integratie met de H<sub>2</sub> productie

Alternatief productie van NH<sub>3</sub> door **directe activatie van N<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O**, in combinatie met innovatieve electro-chemische **scheiding van N<sub>2</sub>** uit lucht.

- Verbetering van efficiëntie en capaciteit van productie en gebruik van ammoniak.
- Nieuwe electrochemische conversie technologie voor directe productie van NH<sub>3</sub>
- Reductie van het gebruik en volledige recycling van zeldzame materialen (bv. in brandstofcellen, elektrolyse)
- Systeemintegratie en -optimalisatie: opslag-technologieën, transitiepaden (kosten, lock-in), regulering (eigendom, prijsvorming)
- Technische en bedrijfseconomische limiteringen aan intermitterende inzet van P2X technologie



## Onderzoeksagenda

# Specifieke Producten: Koolwaterstof ( $C_xH_yO_z$ )



**Grootschalig chemicaliën en brandstoffen** worden gemaakt uit **CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O** met gebruik van **elektriciteit** in plaats van olie en gas. Processen zijn zowel **centraal als decentraal** en waar mogelijk **geïntegreerd**.

Verduurzaming productie door:

- Gebruik van **H<sub>2</sub> als commodity** in reactie met CO<sub>2</sub>
- Innovatieve processen die **direct CO<sub>2</sub> reduceren**

Bronnen van CO<sub>2</sub> worden **circulaire processen**, d.w.z. direct air capture (DAC) en biomassa.

- Opschalen van elektrochemische processen om C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub> bulk chemicaliën te maken
  - Integratie met pre- en post-treatment processen
  - Proces intensificatie: kleinere, schonere, veiligere en efficiëntere processen
  - Integratie met grondstoffenvoorbereiding (bijv. integratie van CO<sub>2</sub>-capture en H<sub>2</sub> productie)
- Ontwerp van reactor, proces en systeem, inclusief validatie en demonstratie.
- Systeembenadering en integratie: omgaan met onderbrekingen (energiebuffering, kleine / grote reactoren, e.d. )





## Specifieke Producten: Staal

IJzer en staal zijn verantwoordelijk voor circa 6 procent van de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot (ongeveer 25% van de totale emissie door de industrie). Het **grootschalig recycleren** heeft geleid tot een significant emissie reductie. **Nieuwe technologie** wordt nu geëvalueerd om verdere **energiebesparingen** te verkrijgen (o.a. het Hlsarna proces).

Om te komen tot een netto CO<sub>2</sub> reductie van 95 % zonder CCS zijn er de volgende routes:

1. Gebruik van biomassa of afval, evt gecombineerd met het omzetten van CO naar producten
  2. Grootschalig gebruik van CO<sub>2</sub> als grondstof voor transportbrandstoffen
  3. Gebruik van waterstof (en CO) voor ijzer reductie
1. Rechtstreekse reductie van ijzererts met elektriciteit

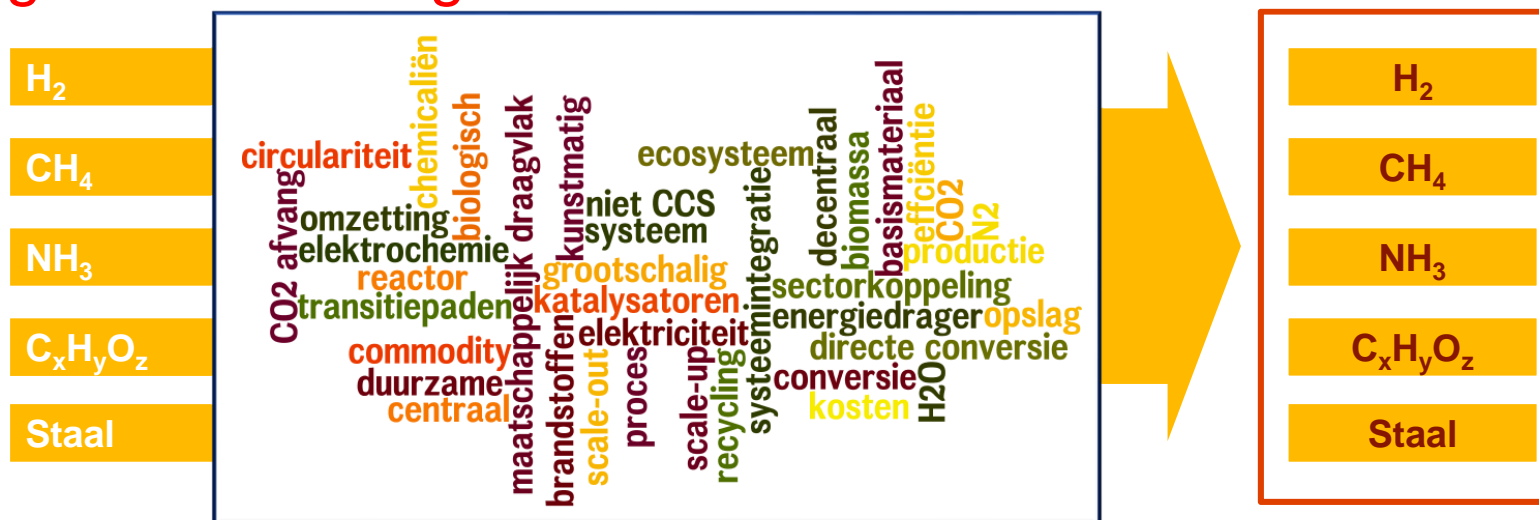
- CCS integratie in bestaande processen
- CO/CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> (hoogoven gas) omzetten naar nuttige producten
- CO<sub>2</sub> terug vormen naar CO via reversed water gas shift (circulair)
- System analyse (LCA en technische economische analyse )
- Reactor design en demonstratie (waterstof als reductant)



# Analyse van vijf bulk grondstoffen geeft inzicht in generieke vraagstukken

*specifiek onderzoek*

Groene moleculen in 2050  
Opslag en conversie van energie



*generiek onderzoek*

KIA Groene Moleculen



# De knelpunten en productanalyse geven inzicht in benodigd onderzoek

## 1. Elektrochemische conversie processen en materialen

Fundamentele kennis met betrekking tot materiaal- en structureigenschappen relevant voor het ontwikkelen van innovatieve electrode en membraan materialen.

## 2. Geïntensifieerde reactor concepten en transport fenomenen

Fundamentele kennis rond massa en energietransport relevant voor geïntensifieerde elektrochemische reactoren

## 3. Systeem ontwerp

Generieke methodologie voor de integratie van elektrochemische processen met zowel de materiaal- en energieaanvoer als de opwerkingstechnologie en afvoer van producten

## 4. (Ex-ante) technisch-economisch-milieu impact analyse

Geavanceerde evaluatie en sturingsmodellen die ex-ante gebruikt kunnen worden om innovatieve elektrochemische processen te evalueren zowel op economische als duurzaamheidscriteria. De modellen kunnen gebruikt worden in een zogenaamde “orchestrating innovation” context.

## 5. Inpassing in de maatschappij

Onderzoek naar niet technologische innovatie, juridische en economisch context en communicatie



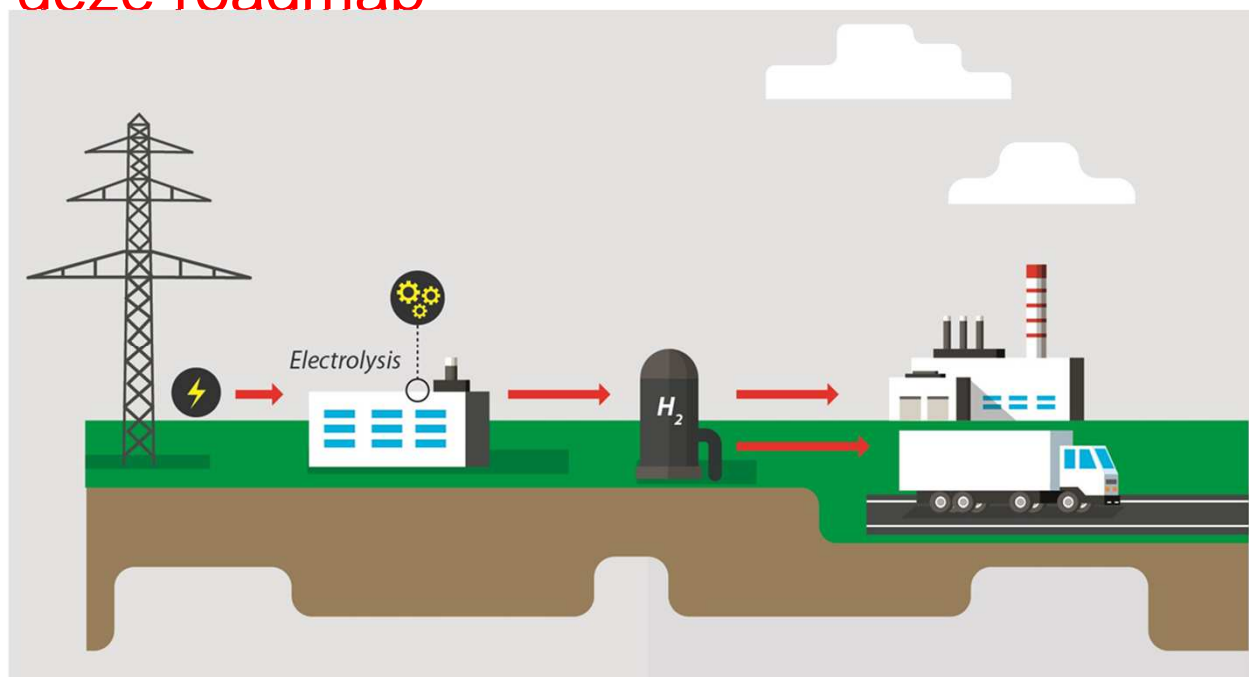
## De Kennis- en Innovatieagenda bevat de relevante onderzoeksonderwerpen voor de komende 4-8 jaar

	Kort	Middellang	Lang
<b>Elektrochemische conversie processen en materialen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ontwikkelen van massa en energie transfer modellen toepasbaar voor onder andere multi-fase gestructureerde elektrochemische materialen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ontwikkeling van stabiele en efficiënte electrodes en membranen</li><li>• Ontwikkelen en demonstreren van innovatieve elektrochemische processen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ontwerp en selectie van toepasbare elektrochemische materialen mede gebaseerd op voorspellende simulaties</li><li>• Ontwikkelen van analyse methodieken voor elektrochemische processen</li></ul>
<b>Geïntensifieerde reactor concepten en transport fenomenen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ontwikkelen van procesintegratie concepten (i.e. met electrolyzers, andere H2 bronnen/buffers, CCS)</li><li>• Ontwikkelen van procesintensificatie concepten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Demonstratie geïntensifieerde reactor concepten inclusief opwerking</li><li>• Ontwikkelen van (elektrochemische) reactoren voor extreme condities (temperatuur/druk etc.)</li><li>• Ontwikkelen van (flexibele) procesintensificatie concepten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ontwikkelen van (elektrochemische) reactoren voor extreme condities (temperatuur/druk/plasma etc.)</li><li>• Ontwikkelen van proces integratie concepten geïntegreerd met direct air capture</li><li>• Ontwikkelen van proces control systemen voor productie onder intermitterende condities</li></ul>
<b>Systeem ontwerp</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Systeem analyse inclusief warmte en massa transport analyse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ontwikkelen sector koppeling filosofie (inclusief decentrale flexibele productie)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Totale systeem ontwerp Nederland integratie power-to-x met circulaire economie</li></ul>
<b>(ex-ante) Technisch-economisch-milieu impact analyse</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Model constructie voor technisch – economisch analyse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Life cycle analysis tool development</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Systeem integratie tool ontwikkeling</li></ul>
<b>Inpassing in de maatschappij</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificatie impact regulatoire voorwaarden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Economische stimulansen analyse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Onderzoek naar middelen om relevant maatschappelijk draagvlak te creëren</li></ul>





We praten graag met u verder om invulling te geven aan deze roadmap



# Heel hartelijk dank voor uw aandacht!

Neem gerust contact op!

Monique Rijkers - [Monique.Rijkers@TNO.nl](mailto:Monique.Rijkers@TNO.nl)



**TOPSECTOR ENERGIE**

Empowering the new economy