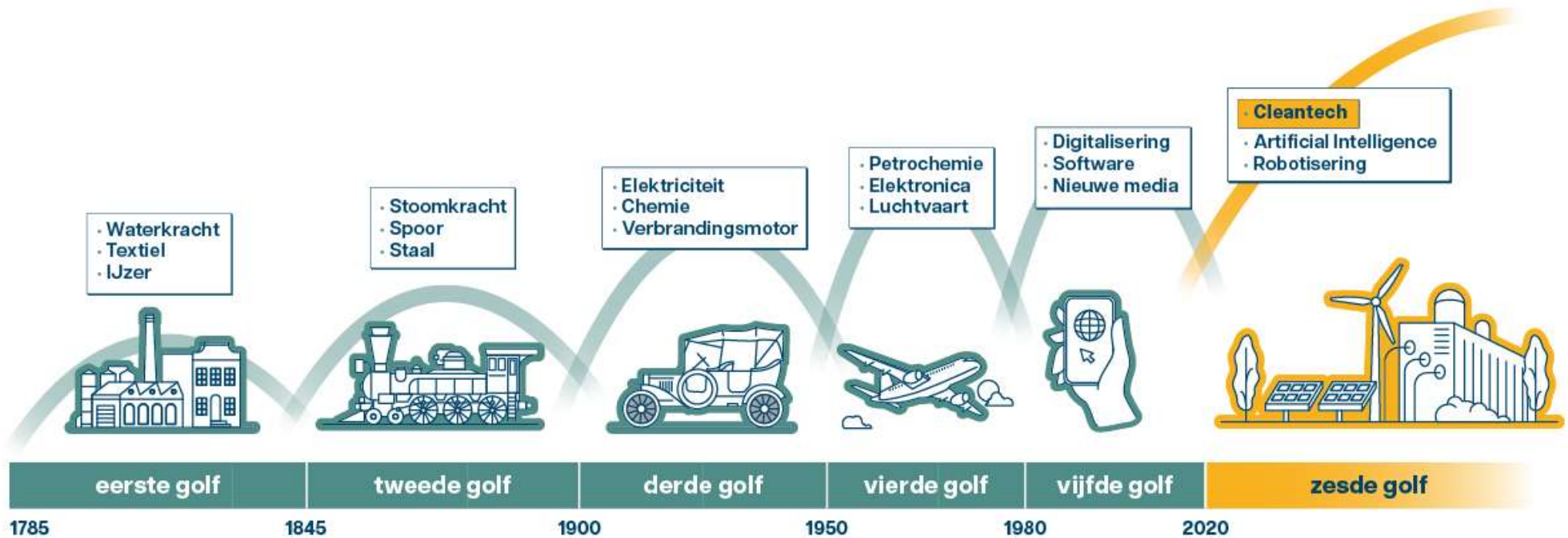




**Op weg naar een wereldwijd  
toonaangevende CCU carbon tech  
sector**

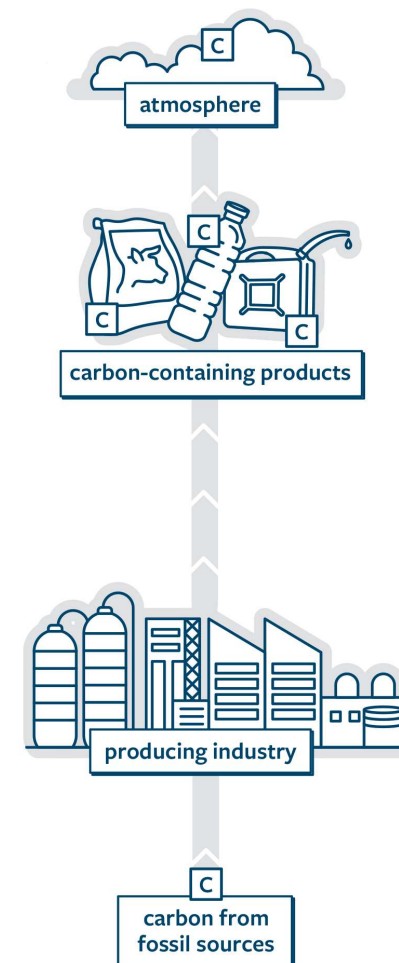
Aanvraag Nationaal Groeifonds

# Innovatie cycli

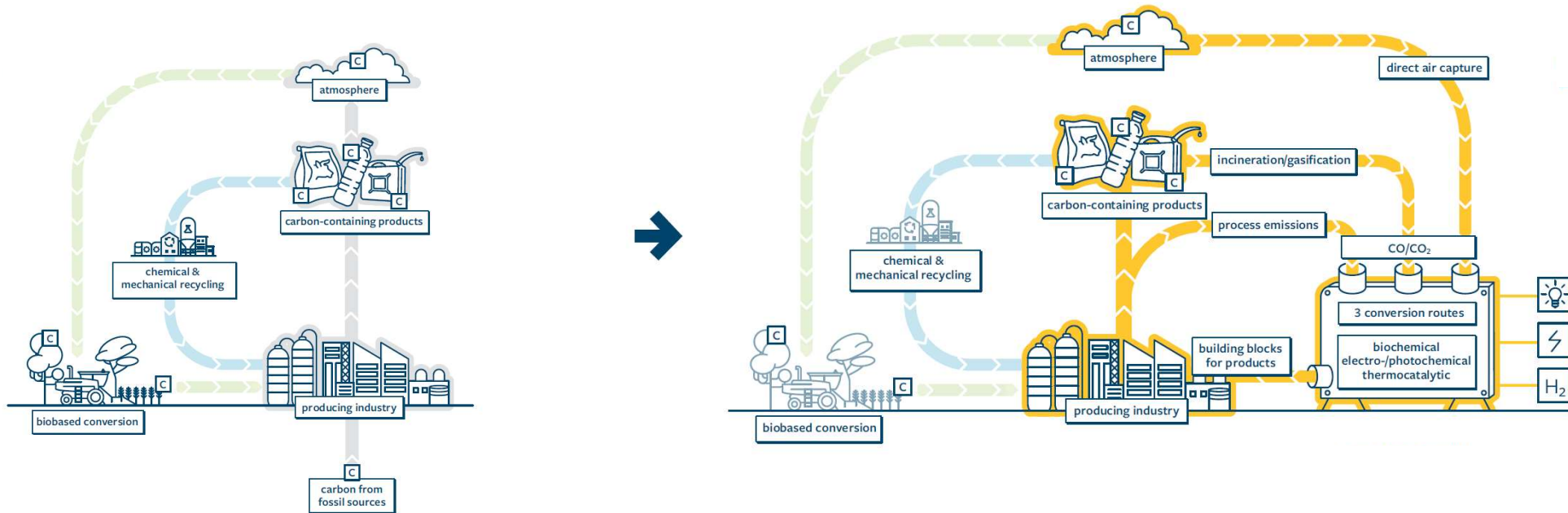


# Om verdere klimaatverandering tegen te gaan

- Stop met het gebruik van fossiele bronnen als energiebron
- Stop met het gebruik van fossiele bronnen als koolstofbron



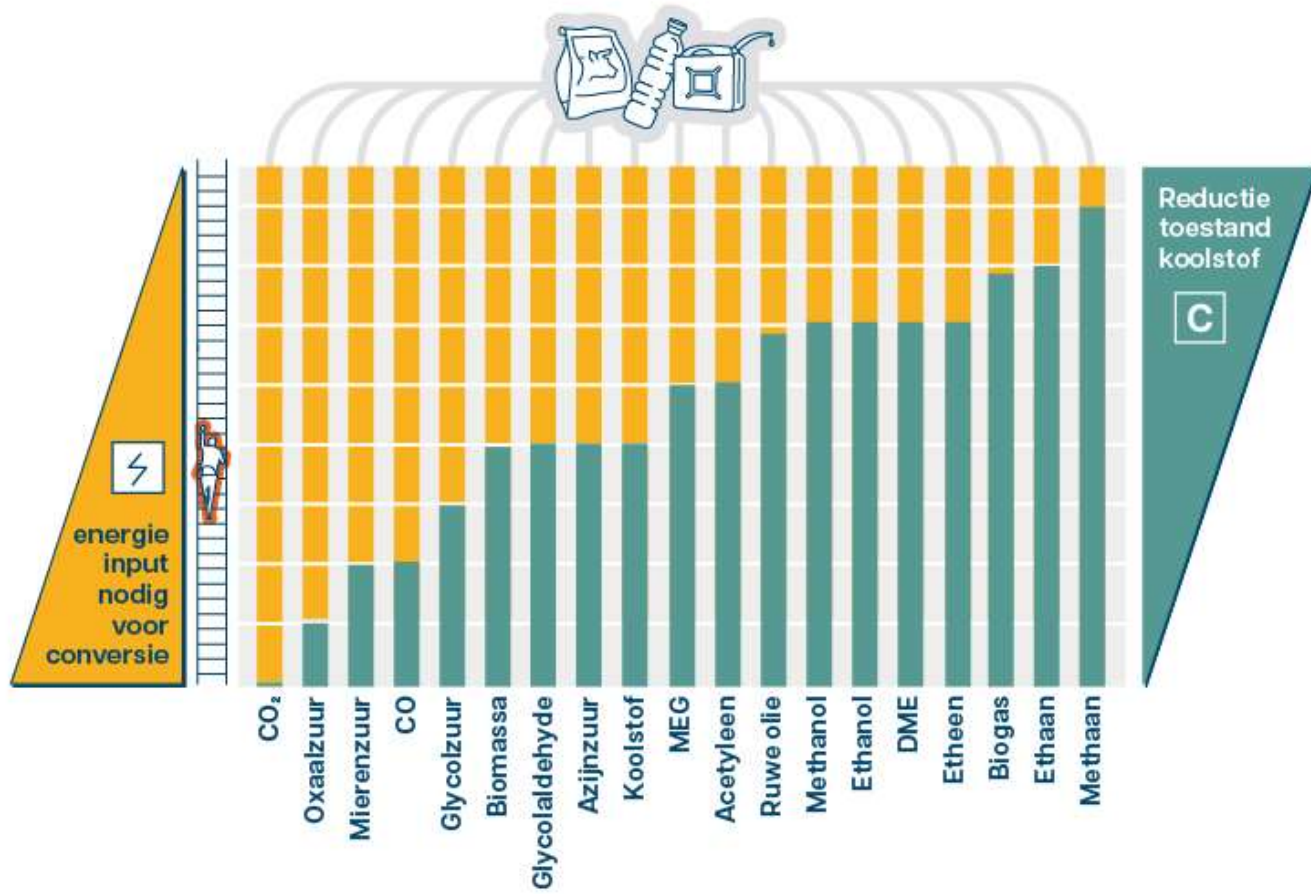
# Oplossingen om de koolstofcyclus van producten te sluiten



- Recycling is nooit perfect
- Meer producten nodig (toename bevolking en levensstandaard)
- Uitdaging intensivering landbouw (biodiversiteit/concurrentie om voedsel)

**De koolstofcyclus sluiten: de wereld heeft CCU nodig**

Blijkt uit vele onderzoeken: bijv. Mey *et al.* (2021) *Science*



# CCU: Wat is er nodig?

- **Nieuwe katalysatoren**
  - bijv. die CO<sub>2</sub>-stromen met onzuiverheden aankan
- **Nieuwe reactoren**
  - bijv. voor electrochemie
- **Nieuwe energie-efficiënte processen**
  - bijv. door geïntegreerde opname en conversie van CO<sub>2</sub>
- **Nieuwe waardeketens**
  - van CO<sub>2</sub>-uitstoter, converters tot product makers, ...

**“CCU  
technologie”**

# CCU technologie: Waarvandaan?

Vanuit Nederland!



## Waarom Nederland?

- Uitstekende bio/chemische universiteit faculteiten
- Sterke chemische industrie die wil transformeren en investeren
- Aanzienlijke hoeveelheden groene stroom (althans voor demonstratie-installaties)
- Een sterke cultuur van samenwerken

# Doel van FutureCarbonNL



**Opbouw van wereldwijd vooraanstaande carbontech-sector, door:**

- R&D en ontwikkeling
- pilots en scale-ups
- demonstratie nieuwe waardeketens



door **export**  
van CCU-  
technologie



# Doel van FutureCarbonNL



## Opbouw van wereldwijd vooraanstaande carbontech-sector, door:

- R&D en ontwikkeling
- pilots en scale-ups
- demonstratie nieuwe waardeketens



door **export**  
van CCU-  
technologie



## Implementatie van CCU-processen in het buitenland en Nederland, gebaseerd op:

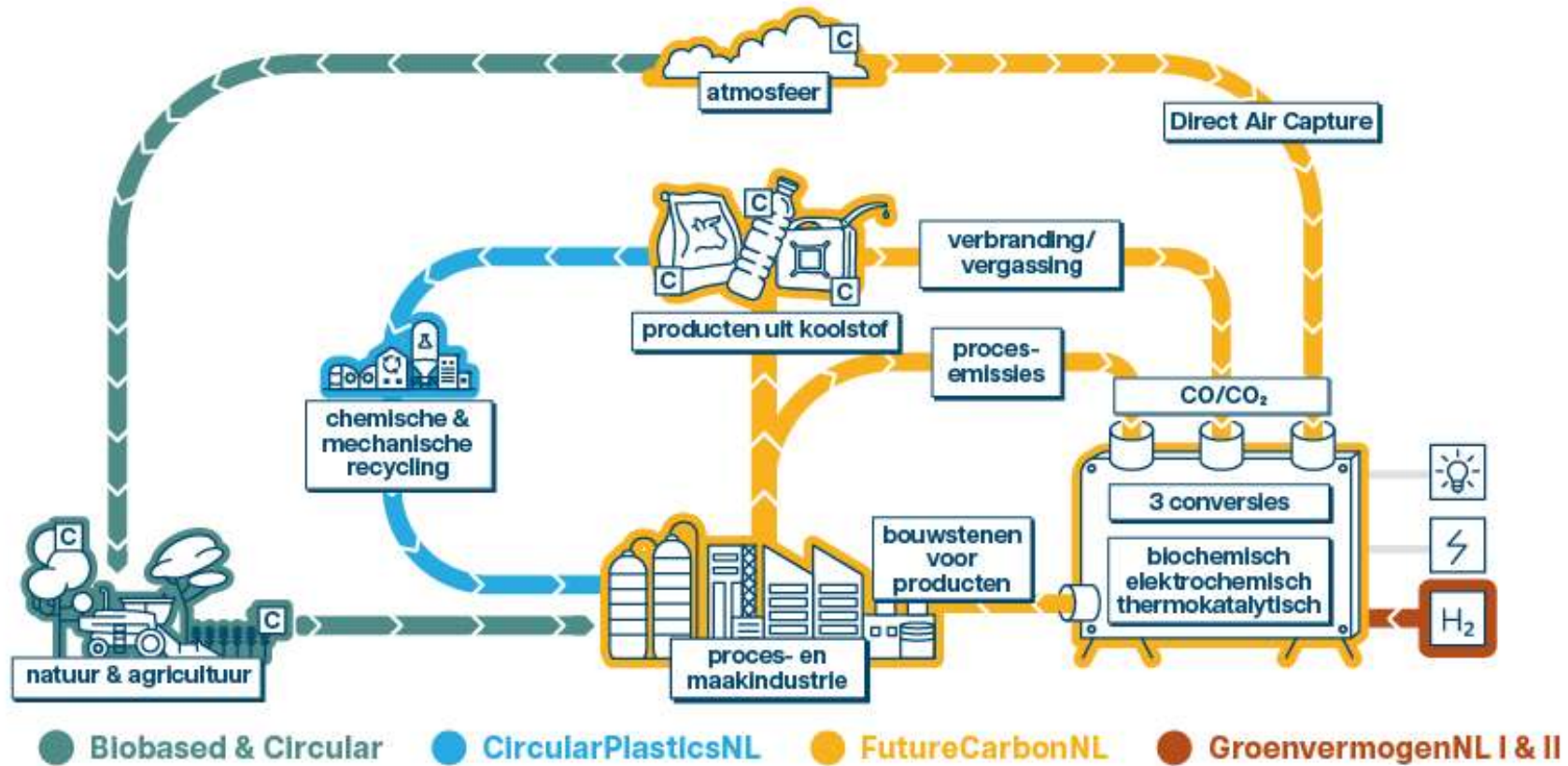
- beschikbaarheid van groene energie
- wens om strategische autonomie te vergroten



door CCU-  
gebaseerde  
**productie**

Bijdragen aan duurzame, circulaire  
samenlevingen

# Aansluiting met andere NGF programma's



# Belangrijke aspecten van FutureCarbonNL

FutureCarbonNL voorstel ingediend door Ministerie van Economische Zaken

Na toekenning worden calls voor projectvoorstellen gelanceerd door RVO en NWO

**Alle geïnteresseerden kunnen voorstellen indienen!**

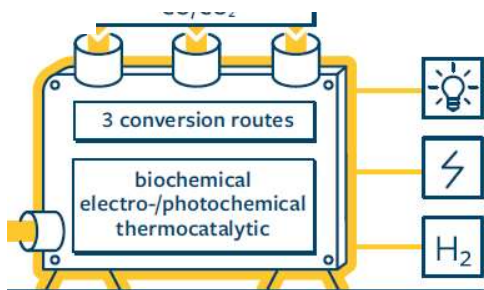
**De competitieve aanpak maximaliseert de maatschappelijke waarde!**



# Wat gaan we doen?

Een 10-jarig programma om een toonaangevende carbontech sector op te zetten die CCU-technologie ontwikkelt

We  
**ONTWIKKELEN**  
Generatie-3 technologie



We  
**PILOT / OPSCHALEN**  
Generatie-2 technologie



We  
**DEMONSTREREN**  
Generatie-1 technologie



We zullen randvoorwaarden ontwikkelen om dit mogelijk te maken (human capital agenda, technologiebenchmarking, systeemanalyse, techno-economische evaluaties, ondersteuning van beleidsontwikkeling, ...)

# ***Generatie-1* technologie: Demonstratie**

## **Belangrijkste uitdagingen**

- Samenwerking tussen sectoren
- Raakvlakken beheren en uitlijnen
- Financiën

## **Wat gaan we doen?**

- Demonstreer 5 nieuwe waardeketens op demo-schaal (kt/a) met verschillende grondstoffen, conversietechnologieën, producten, in verschillende clusters.

## **Voorbeelden**

### **A CO<sub>2</sub>-to-methanol conversion plant in Twente**

If the efficiency can be improved, the clean-technology-based and systems-integrated economic ecosystem in Twente would benefit from that. A regional CO<sub>2</sub>-to-methanol conversion plant would employ hundreds of people and support many research and development jobs. The biggest winner, however, would ultimately be global climate.

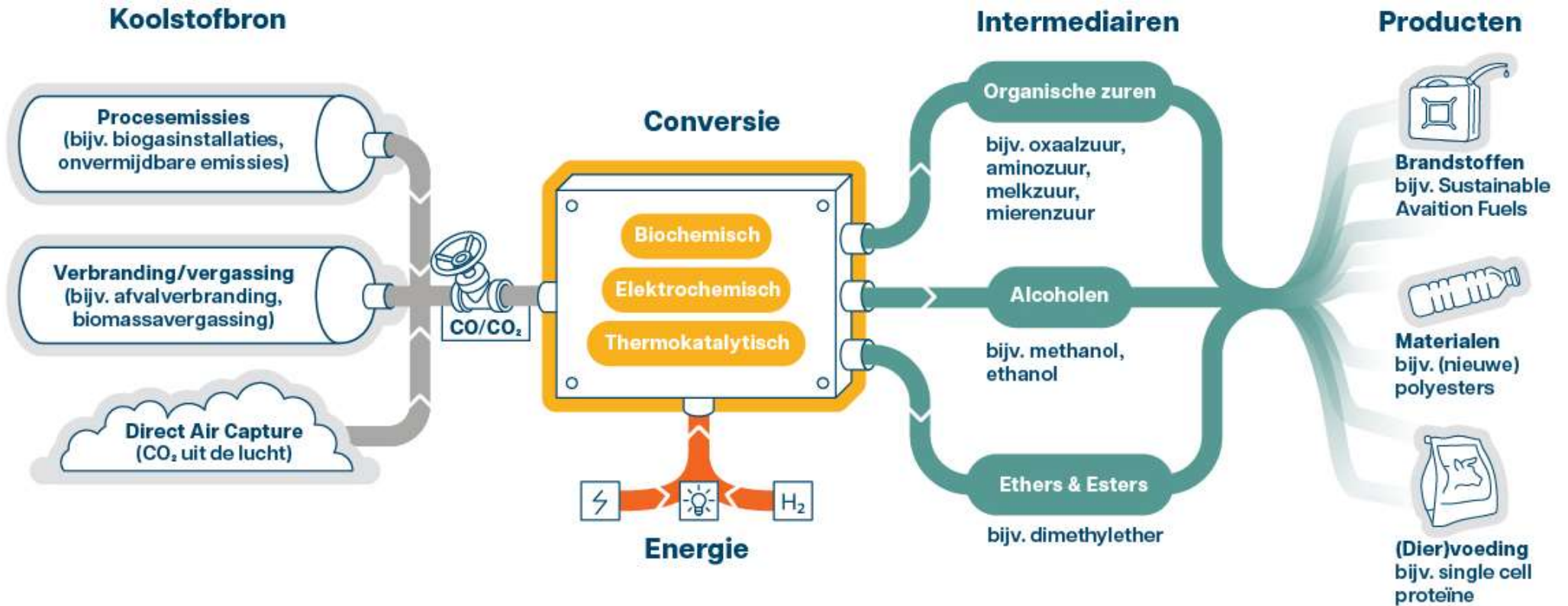
Sustainable aviation fuel  
made from air. Fully  
circular.



Paving the way for a net zero aviation industry.



# De FutureCarbonNL waardeketens



# Generation-2 technologie: Pilots & opschaling

## Belangrijkste uitdagingen

- Ontwikkelen en testen van nieuwe concepten
- Technische uitdagingen demoprojecten
- Valley of Death overbruggen

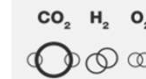
## Wat gaan we doen?

- Gezamenlijke meerjarige programma's
- Kleine en grote R&D projecten
- Proefprojecten en start-up ondersteuning
- Fieldlab-faciliteiten

## Voorbeelden



Gas fermentation process  
using CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>



Exponential  
microbial  
growth

Deep Branch  
CO<sub>2</sub>-to-X  
end-product

# Generatie-3 technologie: Ontwikkelen

## Belangrijkste uitdagingen

- Disruptieve concepten (efficiëntie, robuustheid, etc.)
- In één stap van C<sub>1</sub> naar C<sub>x</sub>...

## Wat gaan we doen?

- Blue-sky, fundamenteel onderzoek bij lage TRL (gefinancierd door NWO)
- Single- en multi-onderzoeker projecten
- Op universities

## Voorbeelden

■ *Cbemie Brandstof*

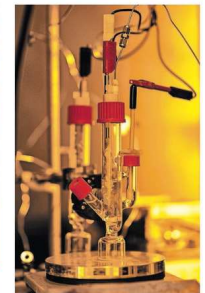
## Artificial photosynthesis

Voor de groene energie van de toekomst spieken wetenschappers bij planten, die brandstoffen kunnen maken met niets dan zonlicht, water en koolstofdioxide. Aan deze **kunstmatige fotosynthese** wordt in allerlei projecten gewerkt.

Door **Frank Rensen** Foto's **Tom Philip Janssen**

**D**'it is onze kunstmatige zon', zegt chemicus Bert Weckhuysen, wijzend naar een lamp in een zwarte kast in zijn laboratorium. De lamp schijnt op een zonnepaneel, dat de lichtenergie doorsluit naar een serie flesjes en buisjes, gevuld met water en koolstofdioxide. De laatste schakel in de keten is een grijze doos, een minireactor. 'Daar komen de chemische bouwstenen van water en koolstofdioxide in, waar we vervolgens brandstof van maken', zegt Weckhuysen. 'In deze opstelling is dat methaan, benzine of kerosine.'

De Utrechtse hoogleraar noemt de kast 'de black box': water, koolstofdioxide en licht gaan erin, brandstof komt eruit. Dat klinkt misschien bekend: planten doen het al zo'n drie miljard jaar. Het proces heet fotosynthese, Grieks voor 'iets



De 'black box' van de Utrechtse chemicus Bert Weckhuysen. Onder: het kunstmatige blad van René Janssen en Euresat.



# Ontwikkeling randvoorwaarden / fundamentele basis

## Belangrijkste uitdagingen

Verwijder knelpunten om de

- duurzaamheid,
- businesscase,
- regelgevende levensvatbaarheid

van de processen van CCU-technologieën te verzekeren

## Wat gaan we doen?

- technologische benchmarking
- Systeemanalyse en beslissingsondersteuning
- Techno-economische evaluaties
- Ondersteuning bij marktintroductie
- Ondersteuning bij beleidsontwikkeling



### Onderzoek 3e generatietechnologie

Academisch onderzoek op de thema's:

- Biochemische conversie
- Elektrochemische conversie
- Thermokatalytische conversie
- Geïntegreerde afvang en conversie
- Fotokatalytische conversie
- Plasma conversie

€100 mln NGF + €5 mln privaot



Lage TRL

### Ontwikkeling 2e generatietechnologie

Doorontwikkeling en eerste testen in de praktijk:

- Kennisketenprogramma
- Technologieversneller
- Gefocuste componentontwikkeling
- Geïntegreerde technologieontwikkeling
- MKB-ontwikkelvouchers
- Pilotprogramma
- Fieldlab infrastructuur

€150 mln NGF + €89 mln privaot



Midden TRL

### Demonstratie 1e generatietechnologie

Demonstratieprogramma's voor vijf nieuwe CCU-waardeketens voor:

- materialen
- brandstoffen
- (dier)voeding

€330 mln NGF + €663 mln privaot



Hoge TRL

### Doorsnijdende thema's en strategische advisering voor opbouw van carbontech-sector

Systeem-, milieu-, markt-, sociale en beleidsanalyse

Startup- en scaleup-ondersteuning

Internationale samenwerking

Menselijk kapitaal

Communicatie

€50 mln NGF + €4 mln overheid + €6 mln privaot



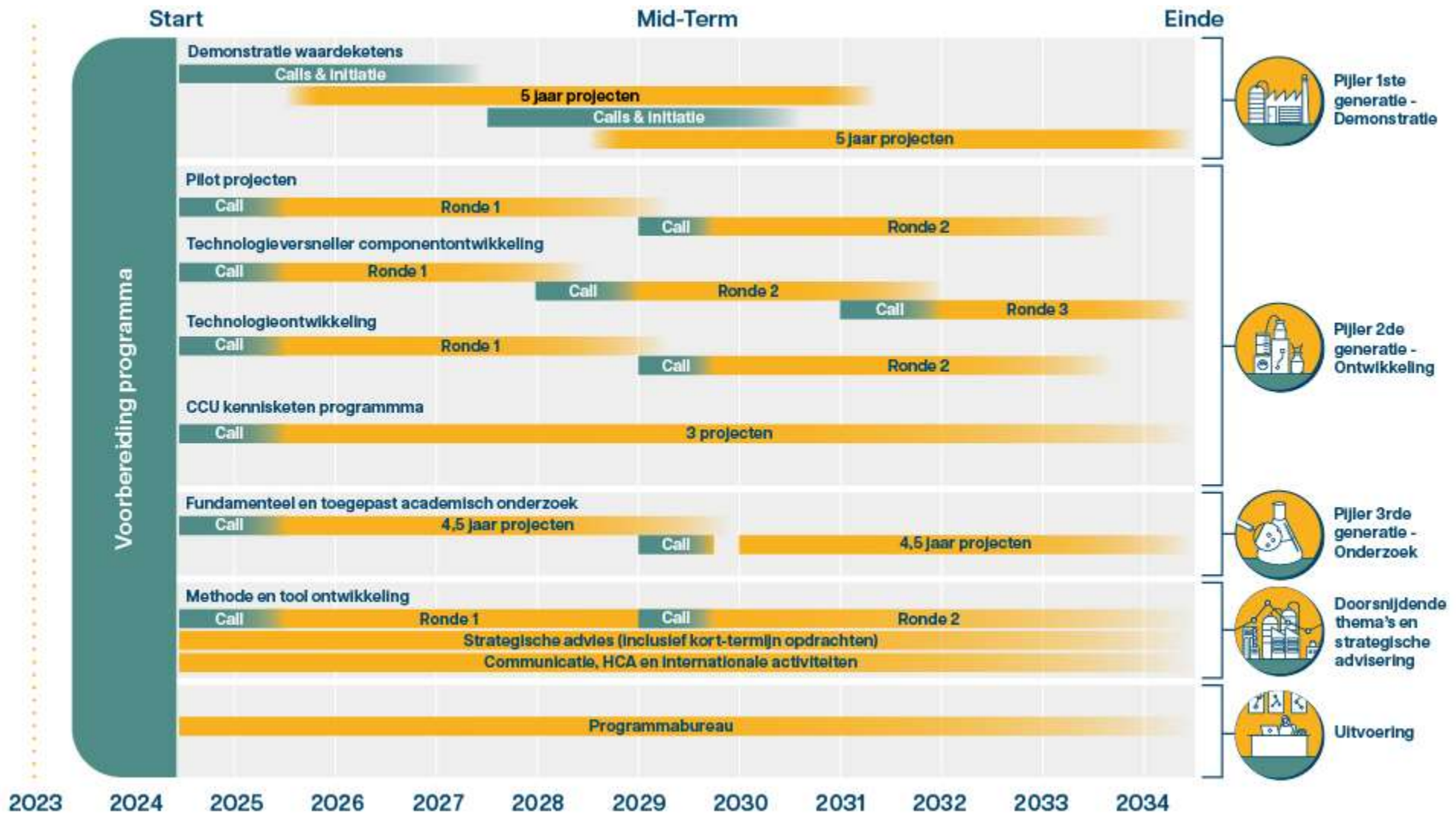
Strategie

### Programmabureau/RVO/NWO

€33 mln NGF



Uitvoering



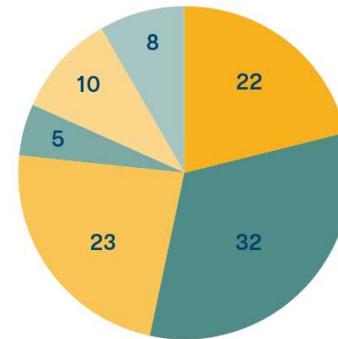


# De koolstofkringloop sluiten met carbontech

made in NL

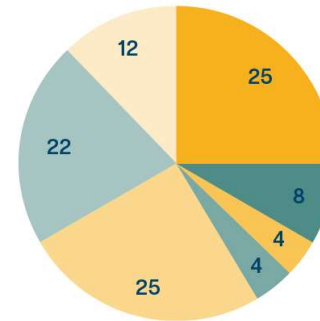


Type organisaties (%)



- Kennisinstellingen & onderwijs
- Startup & MKB
- Groot bedrijf & multinationals
- Rijksoverheid
- Regionale clusters
- Overig

Verdeling over sectoren (%)



- Process industrie (chemicalien, energie, staal)
- Biotechnologie
- Afval Behandeling
- Maakindustrie & apparatuur
- Technologie Leverancier
- Onderzoek & Ontwikkeling
- Overig

# Meer info

- [www.futurecarbon.nl](http://www.futurecarbon.nl)



## Neem contact op

FutureCarbonNL: het opzetten van een **toonaangevende CCU-carbon tech sector in NL**

met ontwikkeling en demonstratie in NL

om inzet van CCU-processen in het buitenland en in NL mogelijk te maken (waar dit zinvol is in termen van energiebeschikbaarheid, geostrategische onafhankelijkheid)

Spreek uw **steun** uit en breng uw **potentiële projecten** naar voren



**Erik Verbrugge**  
Koninklijke VNCI  
[verbrugge@vnci.nl](mailto:verbrugge@vnci.nl)