

## IHK-Wasserstoff-Forum

Wasserstoff. Problemlöser für die Energiewende?

—

Verwertung von Reststoffen –  
Energie und Wasserstoff am Beispielprojekt „ToSynFuel“

29. Juni 2023 | Dr.-Ing. Robert Daschner

# AGENDA

---

- Hintergrund und Motivation
- Verfahrensüberblick
- Pyrolyse am Beispiel TCR-Technologie
- Demonstrationsvorhaben und Highlights
- Zusammenfassung und Fazit

# Hintergrund und Motivation

# Fraunhofer UMSICHT Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

## Beiträge zur Energie- und Rohstoffwende

### TECHNOLOGIEKOMPETENZ

#### Thermische- und Thermochemische Prozesse

Wasserstofferzeugung aus Biomasse und Reststoffen

Synthetische Kraftstoffe

Negative Emission Technologies

Nachhaltige Prozesswärme

Chemisches Recycling

Recycling von Verbundmaterialien

Pulvermetallurgie und Additive Fertigung



10 Mio. EUR Haushalt  
2 Abteilungen

100 Mitarbeiter  
2100 m<sup>2</sup> Technikumsfläche

### LEISTUNGEN

Prozess- und  
Anlagenentwicklung

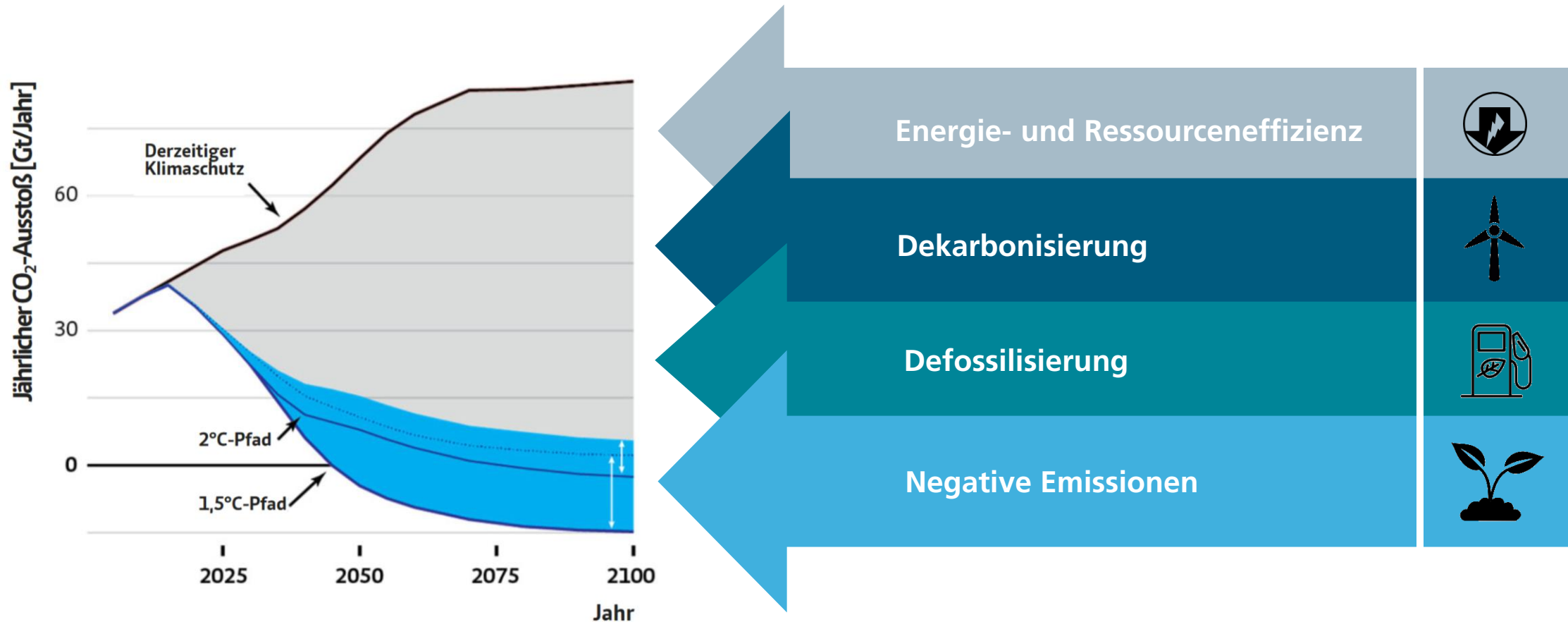
Labor und Analytik

Pilot und Demonstrationsanlagen

Technologiebewertung und LCA

# Hintergrund: Senkung der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Einhaltung des 1,5 Grad Ziels erfordert schnelles Handeln und einen Maßnahmenmix

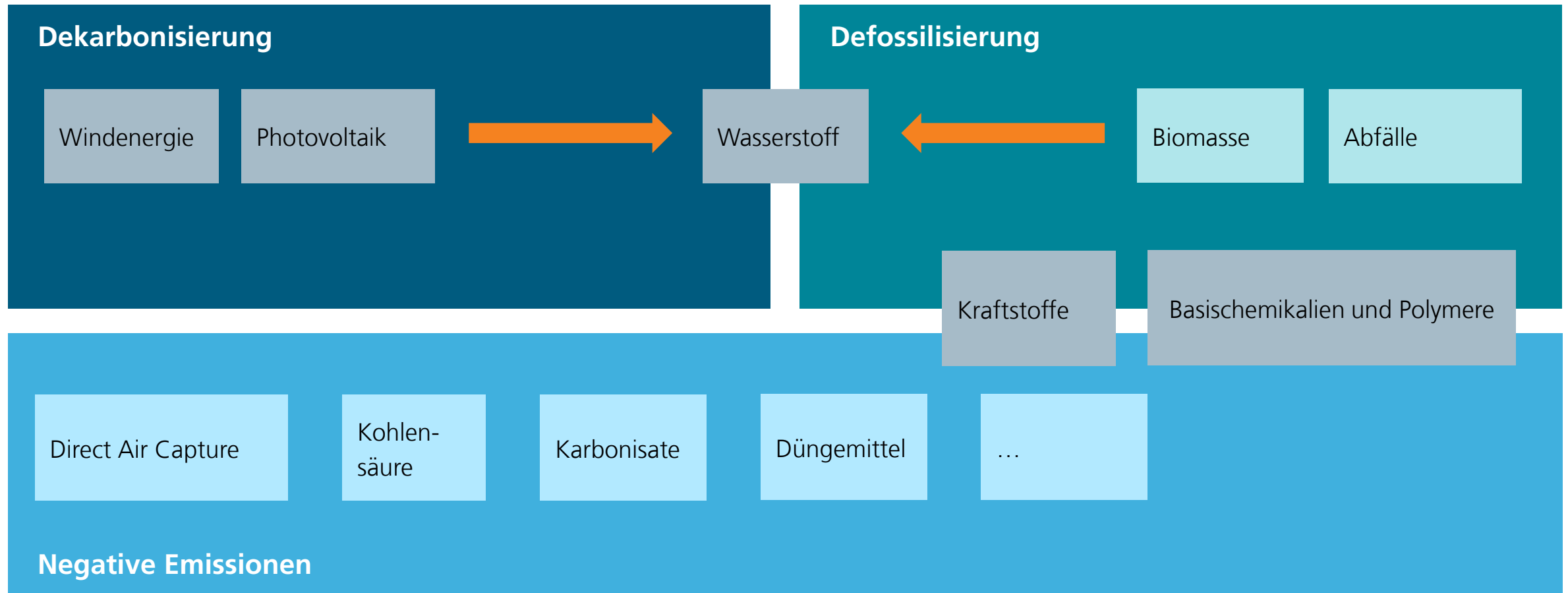


Szenarien zur Erreichung des 1,5 bzw. 2 Grad-Ziels.

Quelle: Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH | Berlin

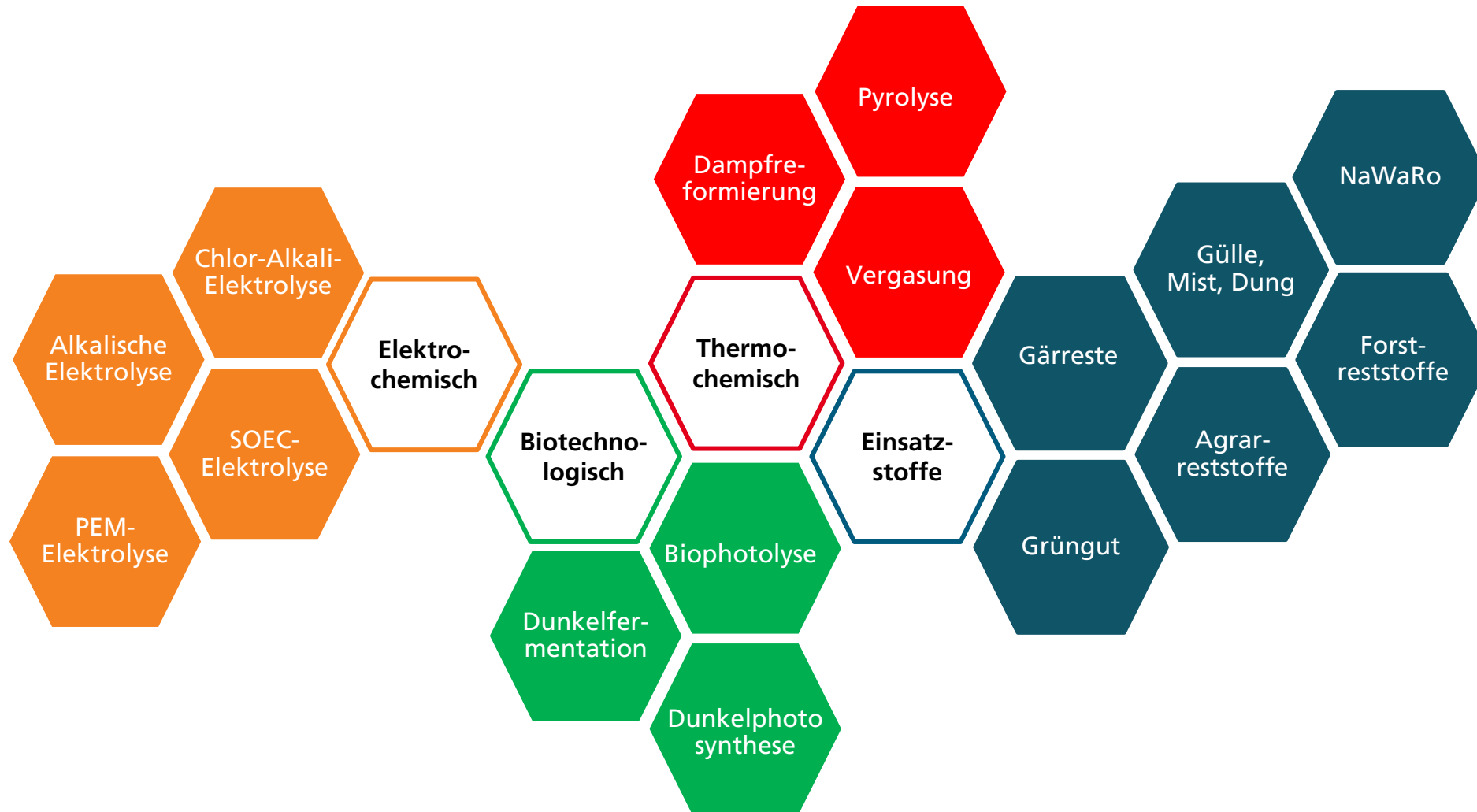
# Hintergrund

## Dekarbonisierung, Defossilisierung und Negative Emissionen



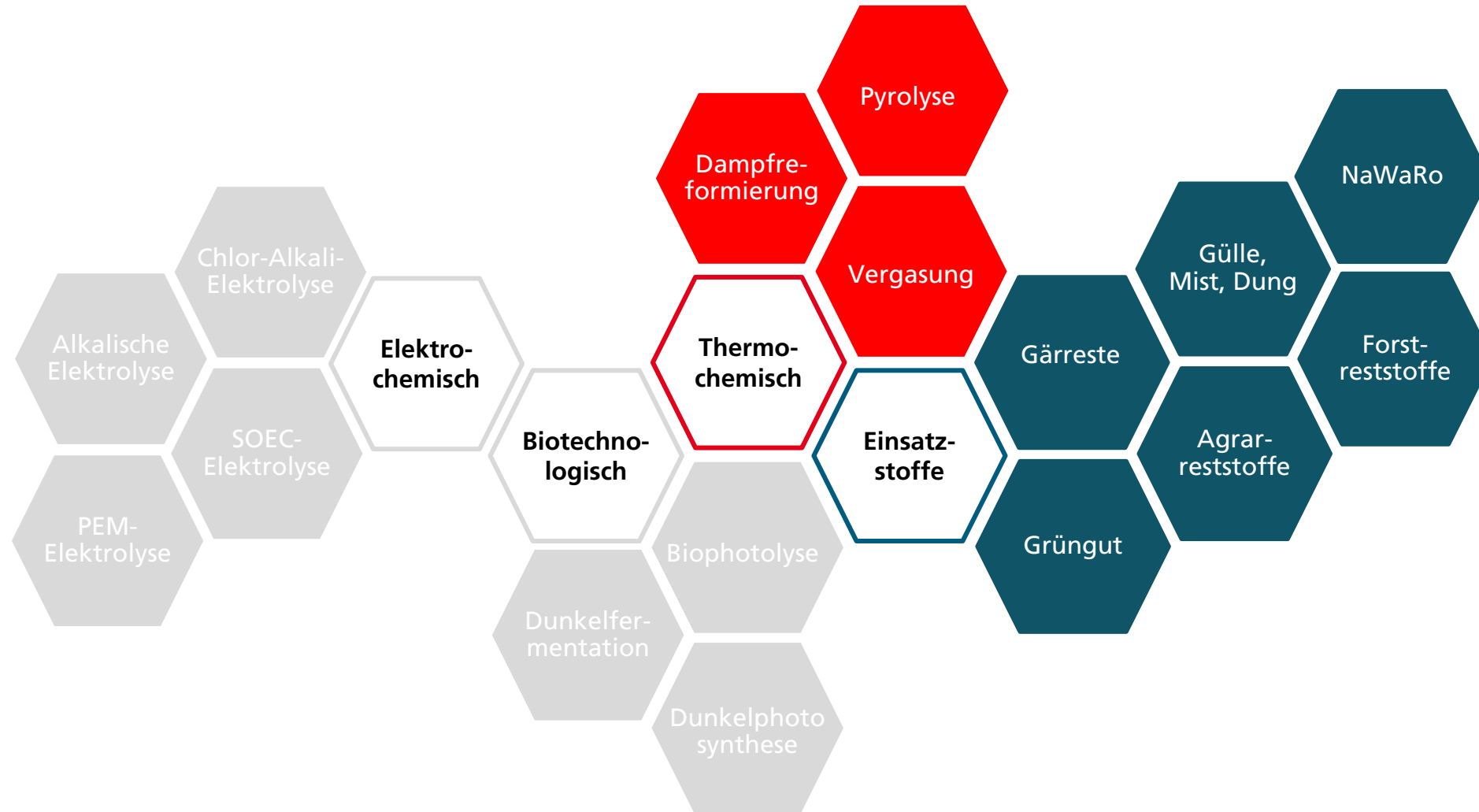
# Verfahrensüberblick

# Ausgewählte Feedstocks und Verfahren zur Wasserstoffherzeugung





# Ausgewählte Feedstocks und Verfahren zur Wasserstoffherzeugung



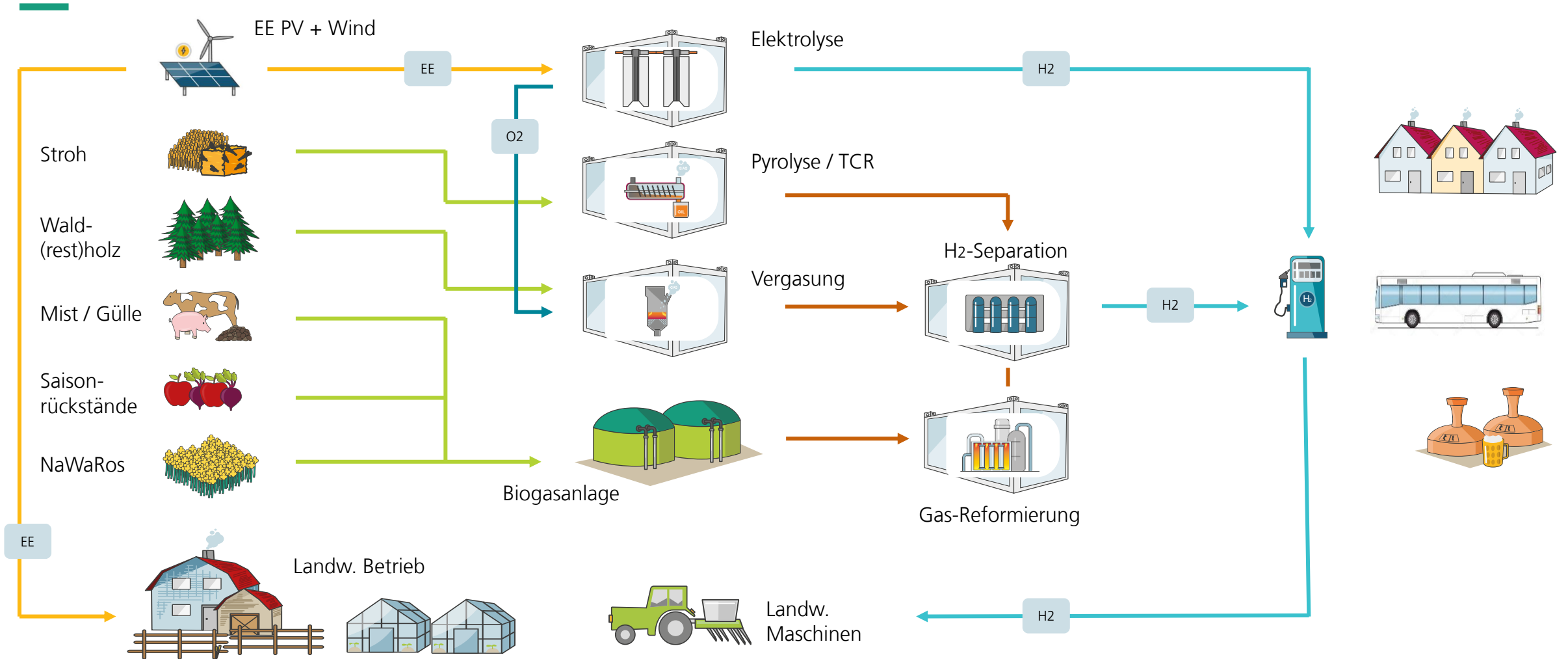
# Verfahren und Reifegrade verschiedener Technologien zur H<sub>2</sub>-Erzeugung

Verfahren	Feedstock	Technology Readiness Level								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dampfreformierung	Biomethan								X	
Dampfreformierung	Biogas						X	X	X	
Methanpyrolyse	Biomethan			X	X					
Vergasung* (O <sub>2</sub> )	Biomasse	X	X							
Vergasung (H <sub>2</sub> O)	Biomasse								X	
Pyrolyse	Biomasse					X	X	X		

\*) < 1 MW<sub>FWL</sub>)

Plankenbühler et al. 2021

# Wasserstoff – Erzeugungs- und Nutzungsoptionen in der Landwirtschaft



# Pyrolyse – Bsp.: TCR

# Pyrolyse – Das Thermo-Katalytische Reforming TCR®

Nachhaltige Kraftstoffe, Wasserstoff und Karbonisate aus Biomasse und Reststoffen

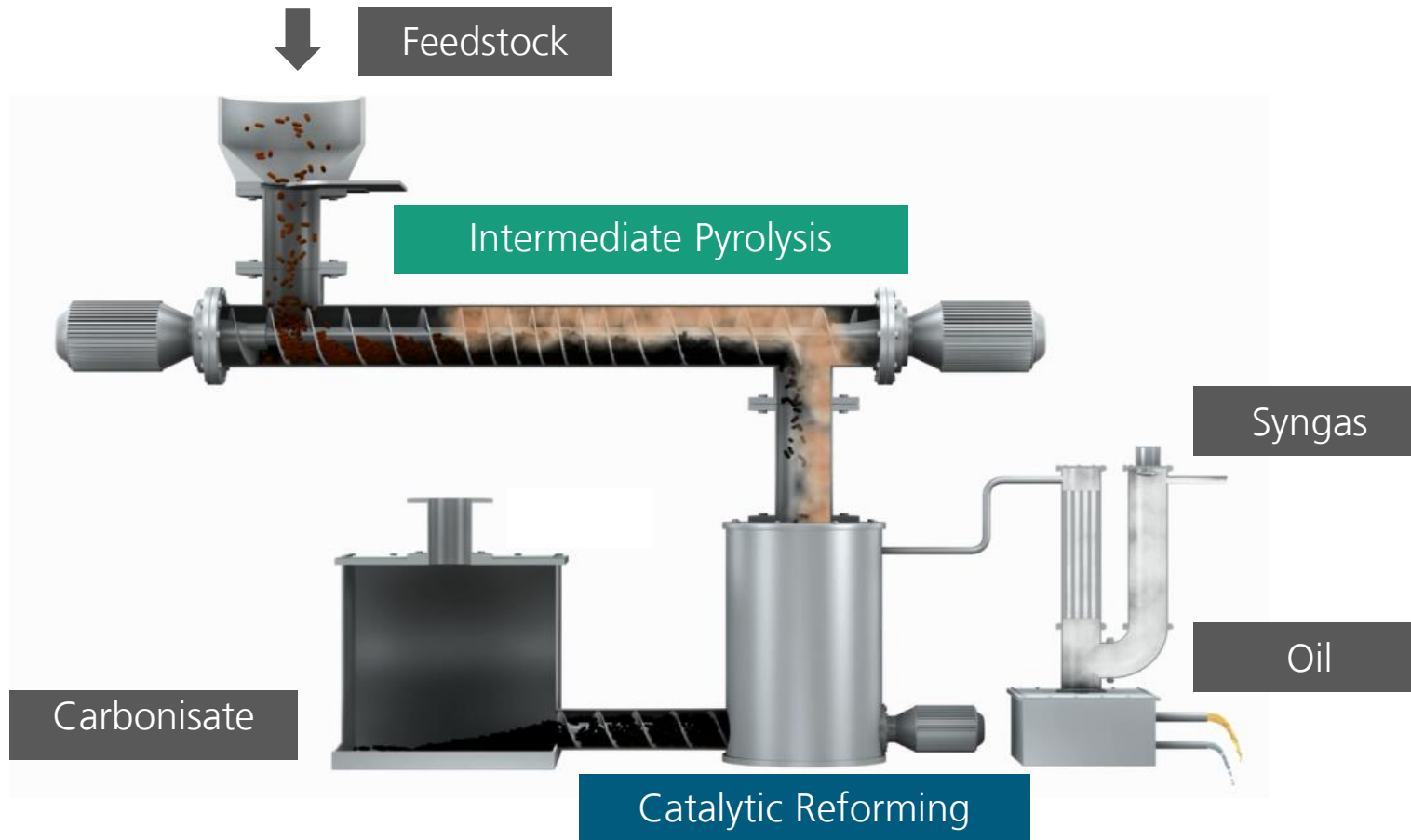
## Anwendung und Einsatzstoffe

- Nutzung von biogenen Reststoffen (keine Teller-Tank-Diskussion)
- Dezentrale Anwendung möglich (regionale Wertschöpfung)
- Produkte mit geringem Carbon Footprint (bis hin zu CO<sub>2</sub>-Negativität)



# Pyrolyse – Das Thermo-Katalytische Reforming TCR®

Nachhaltige Kraftstoffe, Wasserstoff und Karbonisate aus Biomasse und Reststoffen



## Produkte

- Synthesegas mit bis zu 50 Vol.-% H<sub>2</sub>
- Bioöl mit thermischer Stabilität für weitere Raffinierung
- Karbonisat für stoffliche und energetische sowie für Carbon-Offsetting

# Entwicklungsstand Thermo-Katalytisches Reforming

## Entwicklung und Skalierung

Laboranlage mit 2kg pro Stunde



Pilotanlage mit 30 kg pro Stunde



# Entwicklungsstand Thermo-Katalytisches Reforming

## Entwicklung und Skalierung

Demonstrationsanlage mit 500 kg pro Stunde Durchsatz

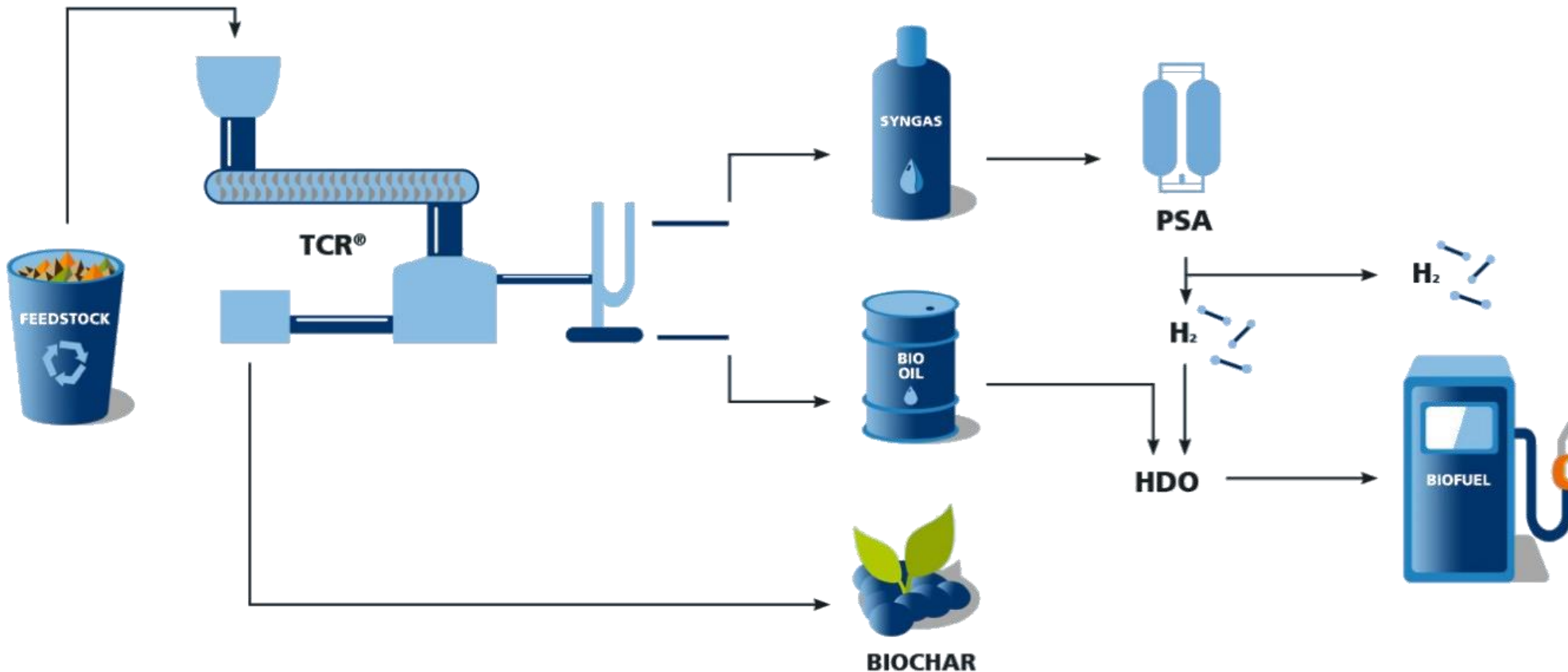




# Demonstrationsvorhaben ToSynFuel

# ToSynFuel – Demonstrationsprojekt für TCR

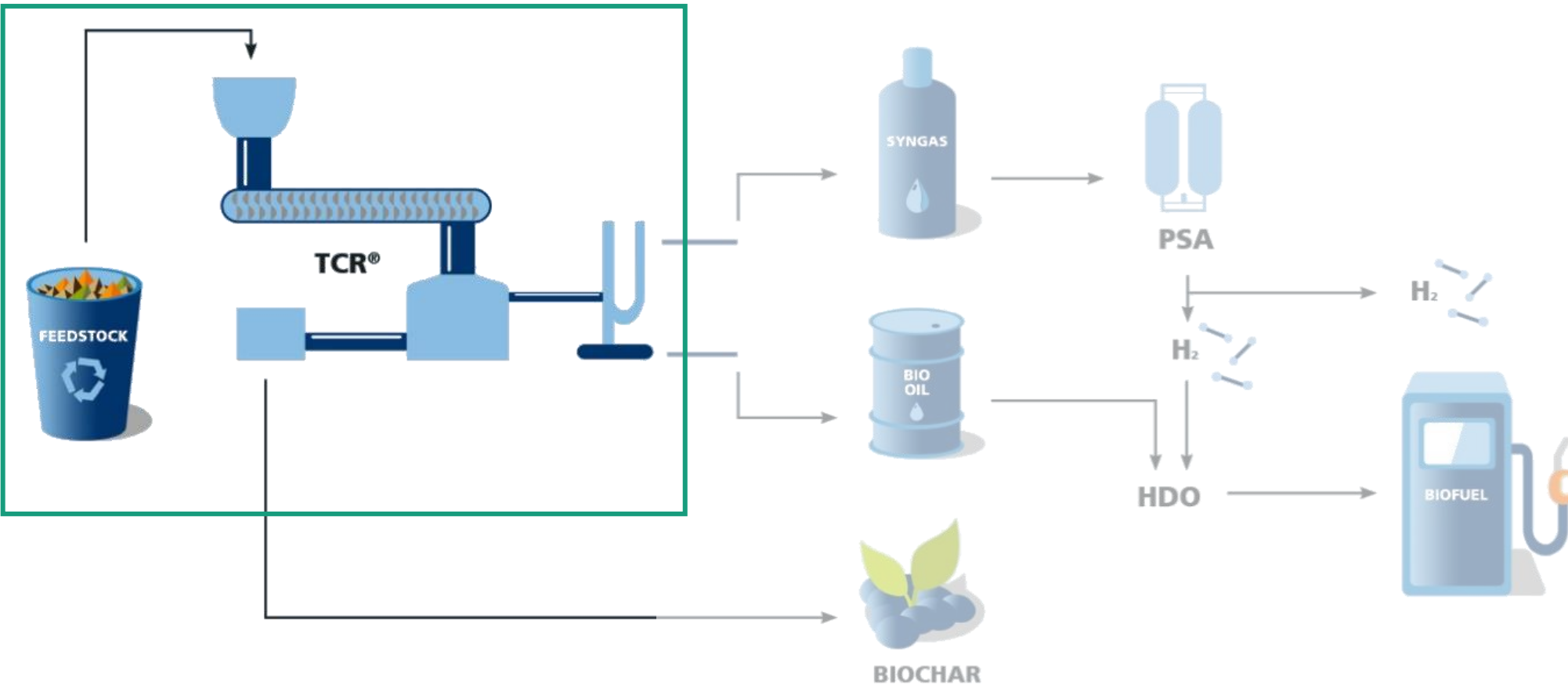
Nachhaltige Kraftstoffe, Wasserstoff und Karbonisate aus Biomasse und Reststoffen



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 745749

# TCR-Entwicklung

Verfahrensfokus: Pyrolyse-Reaktor und Reforming-Einheit



# TCR-Entwicklung

## Verfahrensfokus: Pyrolyse-Reaktor und Reforming-Einheit

- Auger reactor
  - Pyrolysis of biomass to char and vapours
  - Temperature 400 – 450 °C
  - Screw speed approx. 2 – 3 rpm
- Post reformer
  - Upgrade of products
  - Char used as a catalyst
  - Tars removed
  - Cracking of long C-chains
  - Increasing H<sub>2</sub> content in gas phase



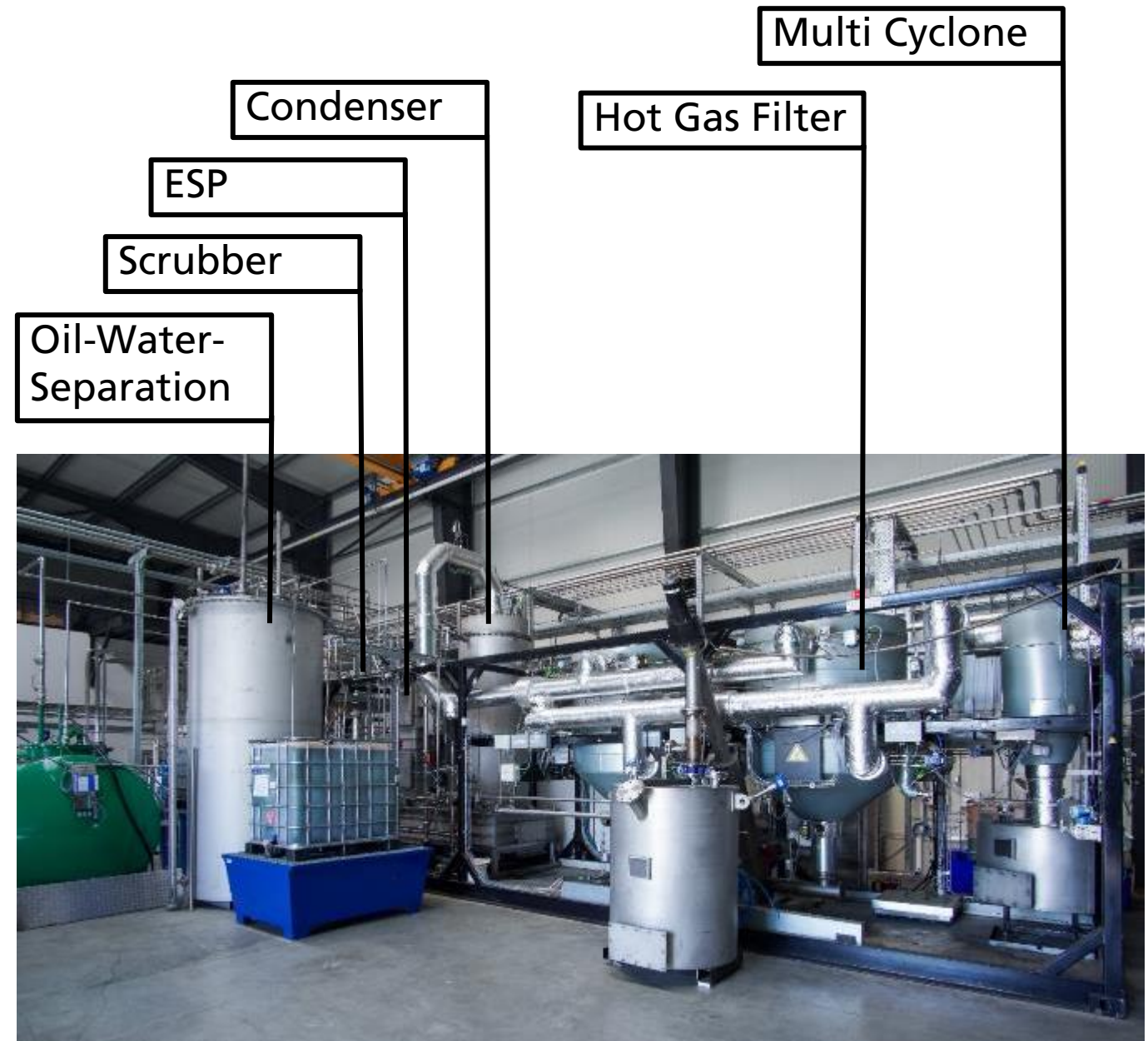
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 745749

Restricted

# TCR-Entwicklung

## Verfahrensfokus: Produktgasreinigung

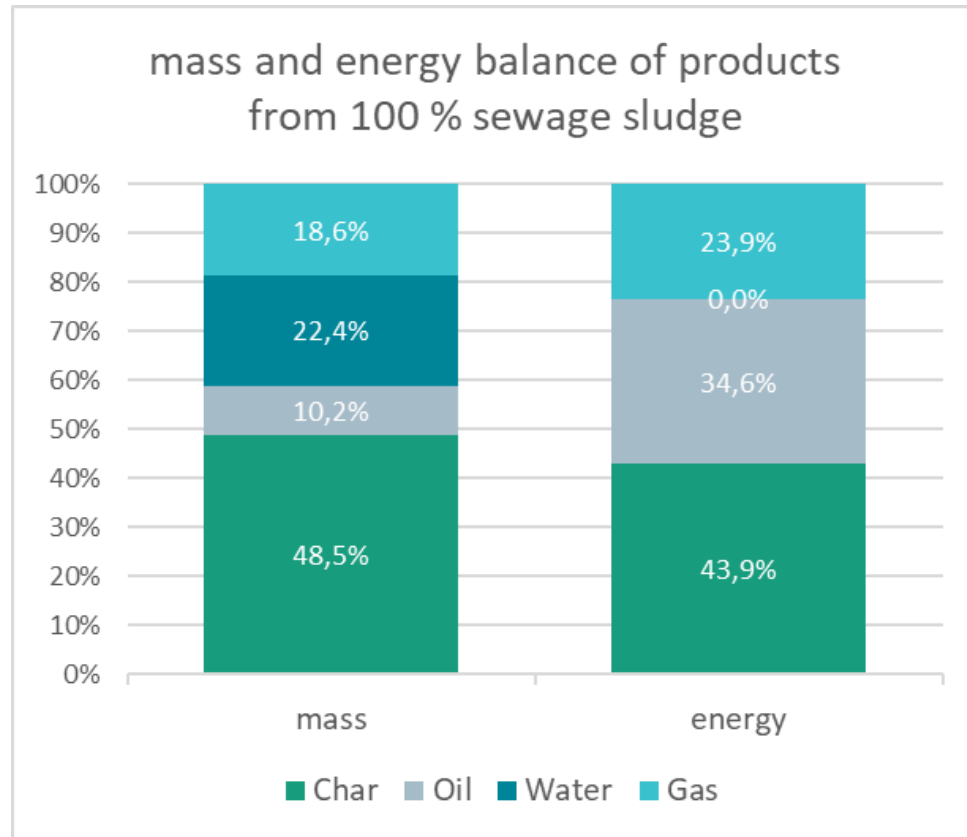
- Hot gas cleaning
  - Removing of dust from hot gas
- Condenser
  - Condensation of oil+water from gas phase
- ESP
  - Removal of aerosols from gas
- Scrubber
  - Gas cleaning from NH<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S
- Oil-Water-Separation
  - Gravimetric separation tank of product oil and wastewater



# TCR-Entwicklung

## Produkte aus dem Verfahren: Massenbilanz für Synthesegas, Pyrolyseöl, Karbonisat

Input: ca. 440 kg/h sewage sludge (@95% dry matter)

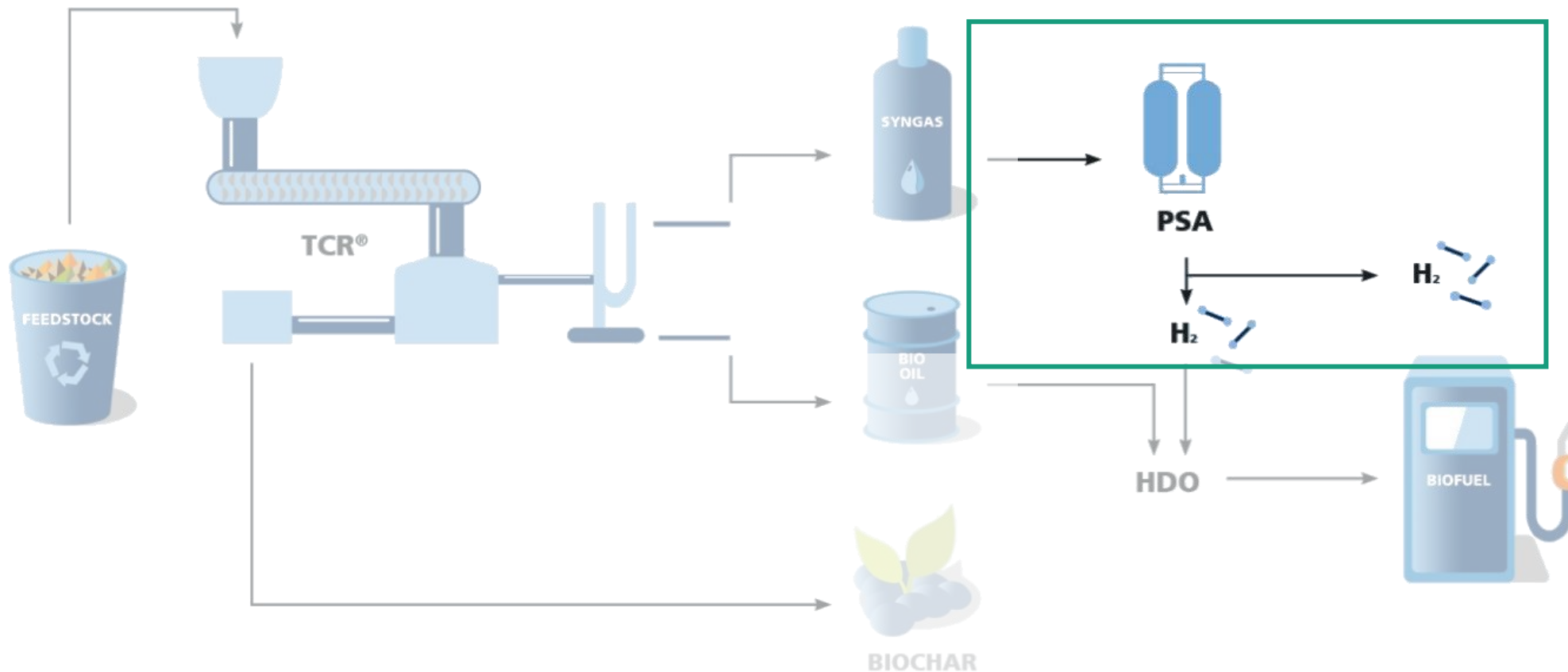


Heatin value feedstock (sewage sludge) :  
ca. 10,2 MJ/kg



# ToSynFuel – Demonstrationsvorhaben

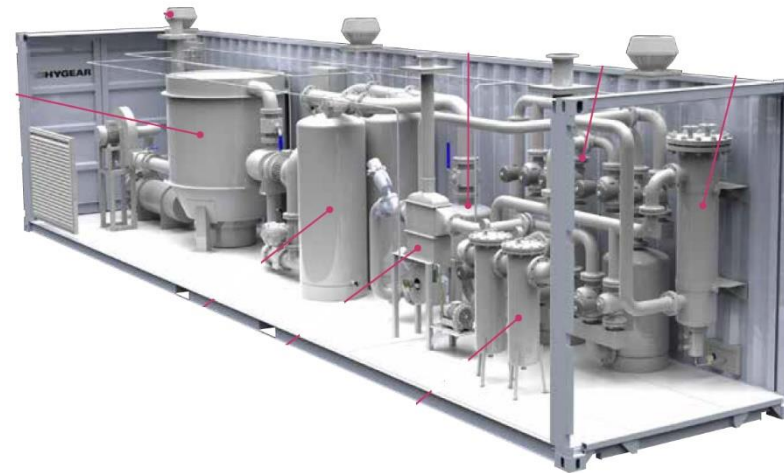
Verfahrensfokus: Druckwechsel-Absorption (PSA)



# ToSynFuel – Demonstration

Verfahrensfokus: Wasserstoffseparation

Druck-Wechsel-Absorption (PSA)



H2 compressor



PSA Containerized System

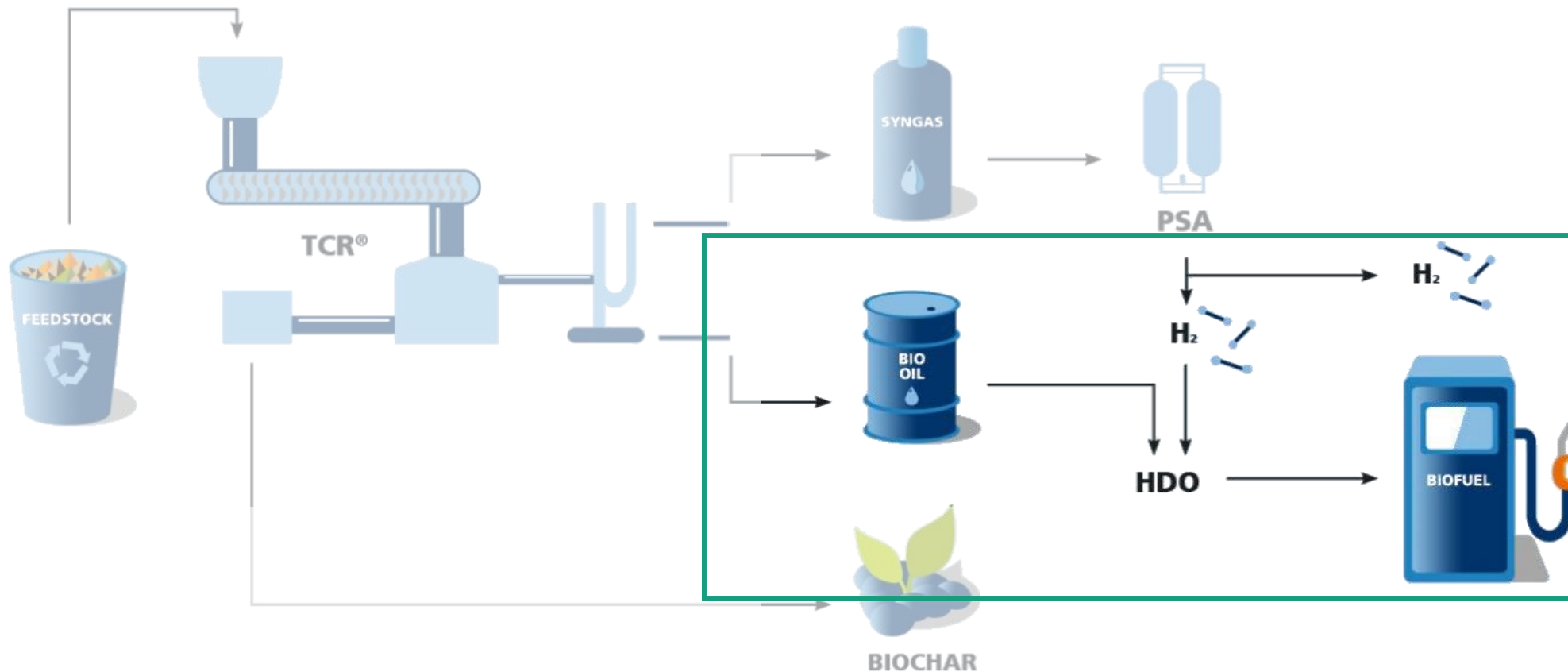
Syngas compressor





# ToSynFuel – Demonstrationsvorhaben

Verfahrensfokus: Öl-Aufbereitung mittels Hydrotreatment (HDO)



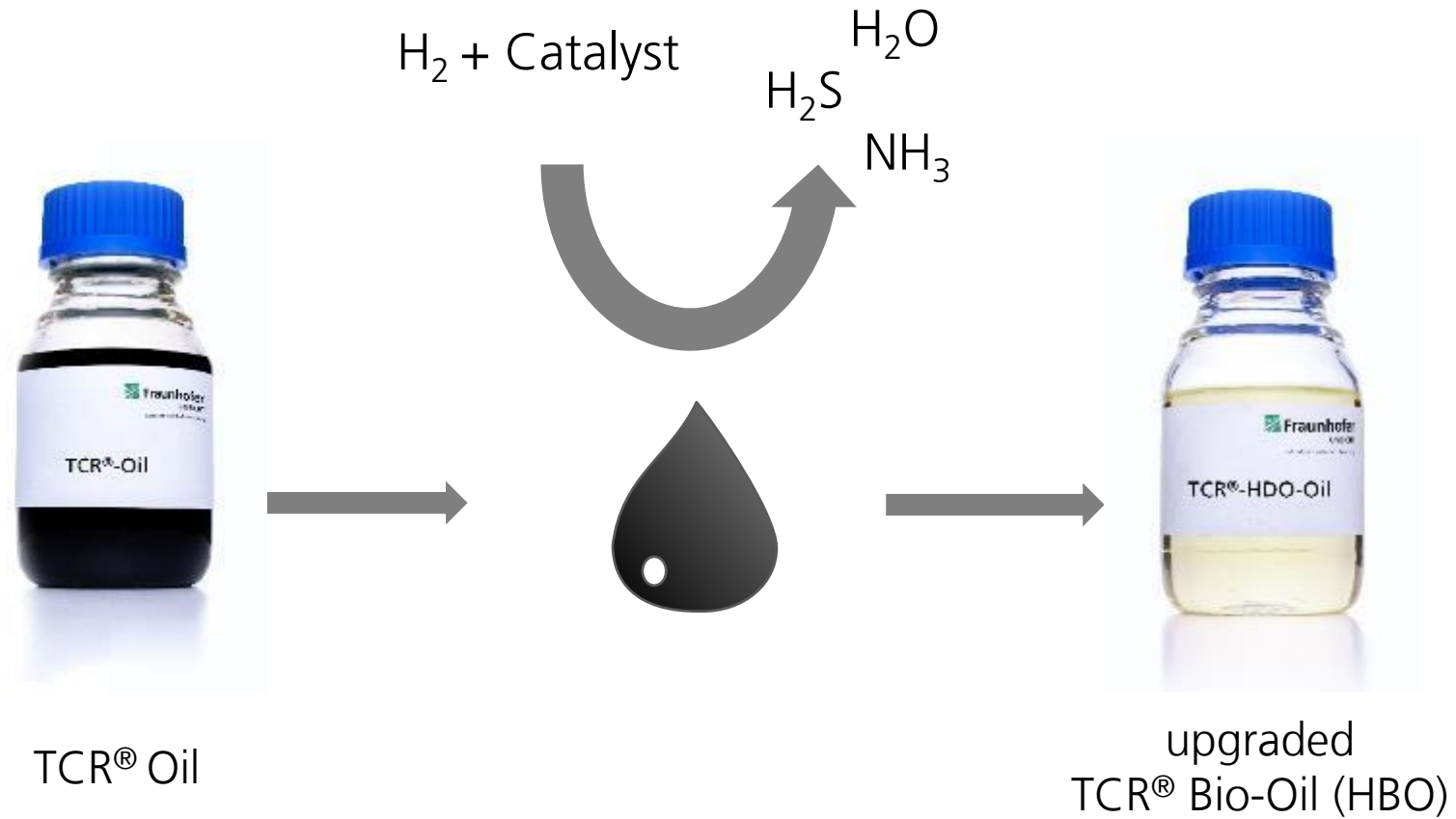
# ToSynFuel – Demonstrationsvorhaben

Verfahrensfokus: Öl-Aufbereitung mittels Hydrotreatment (HDO)



# ToSynFuel – Demonstrationsvorhaben

Verfahrensfokus: Öl-Aufbereitung mittels Hydrotreatment (HDO)



# ToSynFuel – Demonstrationsvorhaben

Analysen von TCR-Öl und hydriertem Öl aus Klärschlamm

## TCR-OIL



<b>C</b>	<b>76.6 wt%</b>
<b>H</b>	<b>9.0 wt%</b>
<b>N</b>	<b>7.3 wt%</b>
<b>S</b>	<b>1.6 wt%</b>
<b>O (diff.)</b>	<b>3.5 wt%</b>
<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>2.0 wt%</b>
<b>Ash</b>	<b>&lt; 0.005 wt%</b>

<b>LHV</b>	<b>34.8 MJ/kg</b>
<b>TAN</b>	<b>4.2 mg KOH/g</b>
Viscosity	9,1 mm <sup>2</sup> /s
Density	960 kg/m <sup>3</sup>

HYDROGENATION

## HYDROGENATED TCR-OIL



<b>C</b>	<b>86.2 wt%</b>
<b>H</b>	<b>13.8 wt%</b>
<b>N</b>	<b>&lt; 0.1 wt%</b>
<b>S</b>	<b>0.0015 wt%</b>
<b>O (diff.)</b>	<b>&lt; 0.1 wt%</b>
<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>0.0016 wt%</b>
<b>Ash</b>	<b>&lt; 0.005 wt%</b>

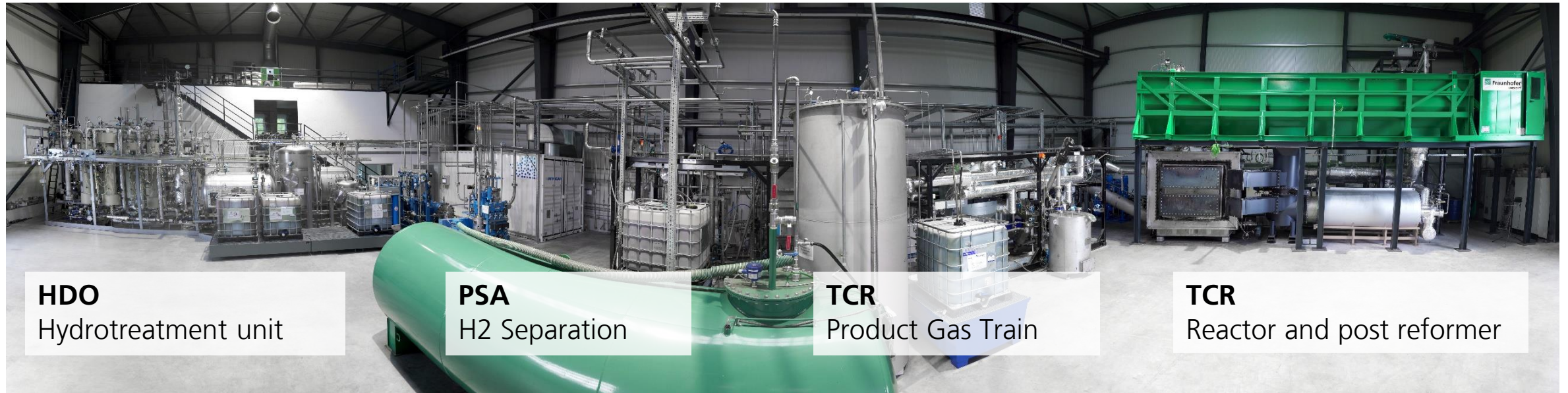
<b>LHV</b>	<b>42.8 MJ/kg</b>
<b>TAN</b>	<b>&lt; 0.1 mg KOH/g</b>
Copper corr.	Grade 1
Flash point	< - 20 °C
<b>Yield</b>	<b>~ 80 %</b>

Upgrading to standard fuels possible (e.g. Diesel EN590 and Gasoline EN228)

Suitable as drop in for refinery processes alongside fossil oil

# ToSynFuel – Demonstrationsvorhaben

Gesamte Wertschöpfungskette integriert – TCR-Betrieb >> 1,000 Stunden



# Zusammenfassung und Fazit

---

- Regionale Erzeugung von Wasserstoff auch über biogene Reststoffe möglich
- Gesamt Wertschöpfungskette zu betrachten
- Potenziale zu heben – Kopplung mit CO<sub>2</sub>-Gutschriften
- Bestehende Synergien heben – beispielsweise mit Biogasanlagen

# Kontakt

---

**Dr. Robert Daschner**  
**Abteilung Energietechnik**  
**Tel. +49 9661 8155-410**

**[Robert.daschner@umsicht.fraunhofer.de](mailto:Robert.daschner@umsicht.fraunhofer.de)**

Fraunhofer UMSICHT  
An der Maxhütte 1  
92237 Sulzbach-Rosenberg  
[www.umsicht-suro.fraunhofer.de](http://www.umsicht-suro.fraunhofer.de)



Fraunhofer Institute for  
Environmental, Safety and Energy  
Technology UMSICHT