



# Potenziale und Herausforderungen von CCU – Welche Nutzungswege sind am vielversprechendsten?

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Markus Lehner

WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD

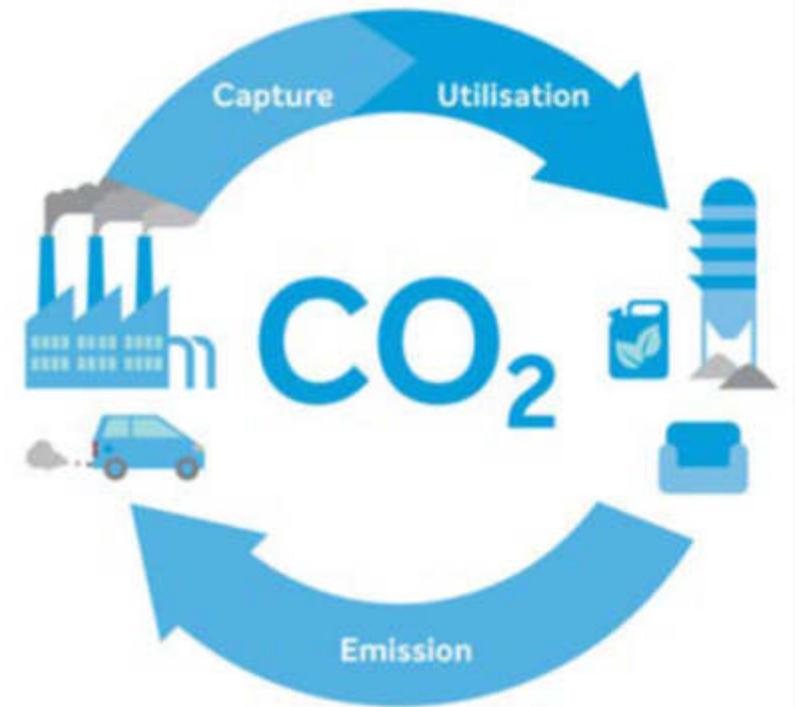
Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes



# Begriffsbestimmung

## Carbon Capture and Utilization (CCU)

- CCU ist die Nutzung von CO<sub>2</sub> in konzentrierter Form für die Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten in chemischen und technischen biologischen Prozessen
- In einem erweiterten Sinn können aber auch natürliche biologische Prozesse (z.B. Aufforstung) mit einbezogen werden.



# Prozesspfade zur CO<sub>2</sub> Nutzung

Technologiefad	Potentielle Produkte	Attribute	TRL
<b>Chemisch</b>	Chemikalien, Werkstoffe, Treibstoffe	Erfordert geeignete Katalysatoren	2 – 5
<b>Elektro- und photochemisch</b>	Chemikalien, Werkstoffe, Treibstoffe	Nutzung von erneuerbaren Strom	1 – 4
<b>Karbonisierung</b>	Karbonate (potentiell: Baustoffe)	Langfristige Bindung, Gesamt CO <sub>2</sub> -Bilanz!	5 – 9
<b>Biologisch</b>	Chemikalien und Treibstoffe	Langsame Kinetik	3 – 9
<b>Enhanced Resource Recovery (CCUS)</b>	Öl, Gas, Wasser, Geothermie	Nutzung bei dauerhafter Speicherung	5 – 9

# Potentiale und Herausforderungen von CCU Technologien

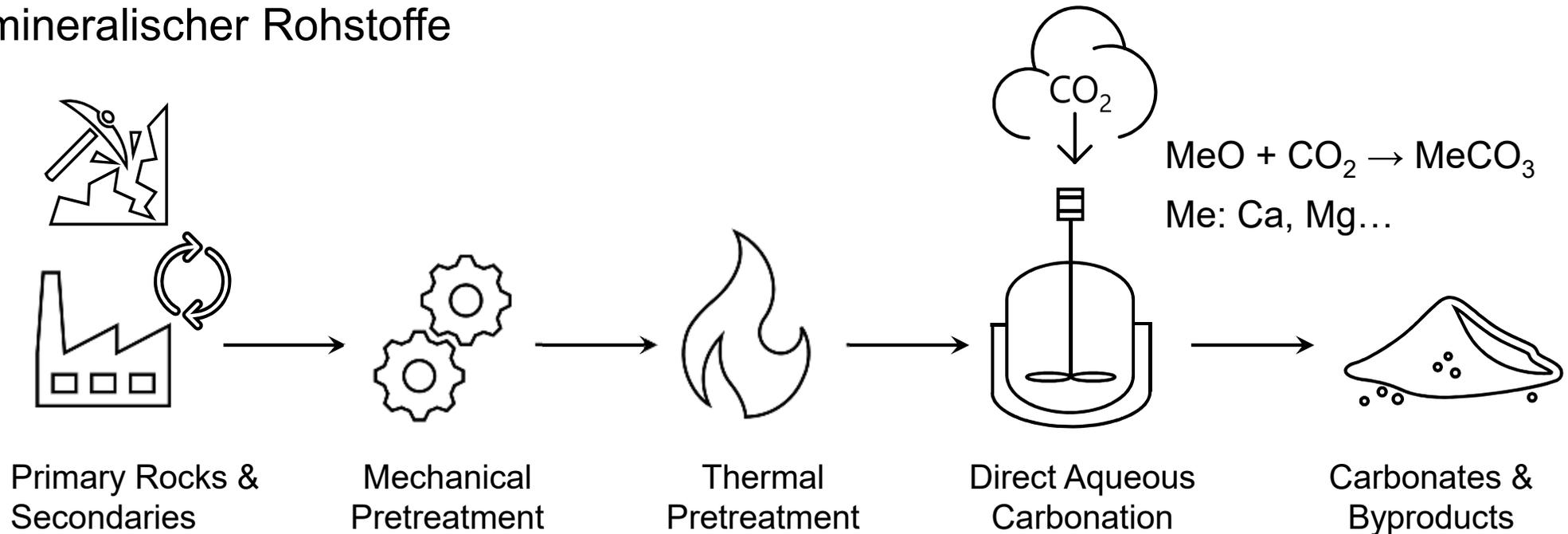
Potentiale	Herausforderungen
Substitution fossiler Rohstoffe	Viele Prozesse haben hohen Energiebedarf
Sektorenkopplung	Großvolumige Anwendungen sind margenschwach
Neue, nachhaltige Synthesewege	Bindungsdauer des CO <sub>2</sub> teilweise gering
Geschlossene Kohlenstoffkreisläufe	Überwiegend geringer TRL
Integration in bestehende Industrieprozesse	



# Kurzfristige CCU Potenziale

Direkte Karbonatisierung primärer und sekundärer mineralischer Rohstoffe

Kurzfristig  Bis 2030



Geringer Bedarf an erneuerbarer Energie, hohes Rohstoffpotential

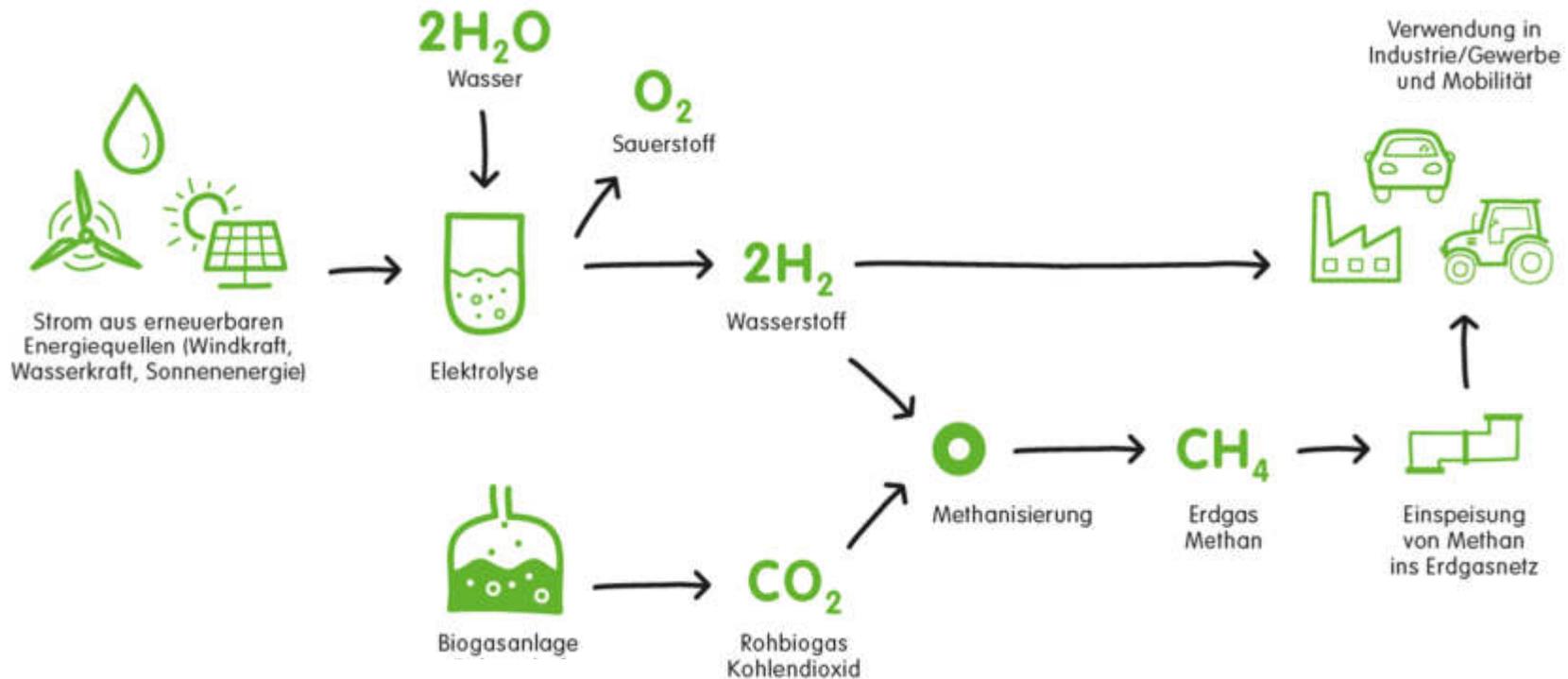
# Kurzfristige CCU Potenziale

Kurzfristig

Bis 2030

Direkte Methanisierung von Biogas:

Verdoppelung der Menge an grünem Erdgas!



# Mittelfristige CCU Potenziale

## Sustainable Aviation Fuels

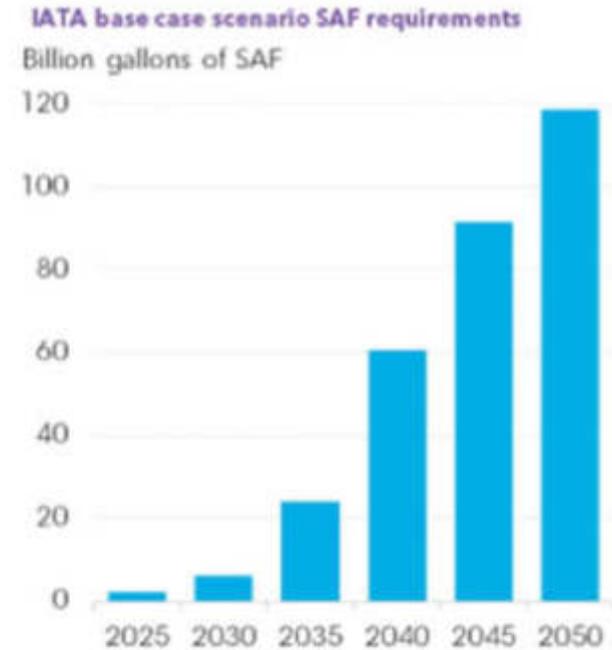
### ReFuel Aviation Richtlinie der EU



Mittelfristig



2030-2040



Source: BloombergNEF, IATA

Vor allem Biomass-to-Liquid und Waste-to-Liquid Anlagen, sowie Alcohol-to-Jet

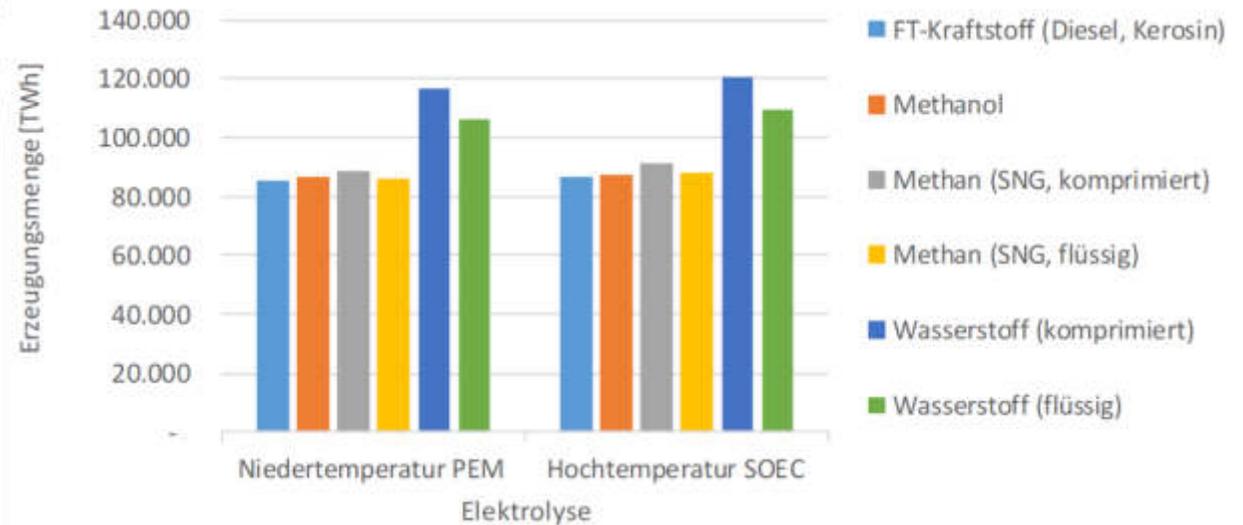
# Mittelfristige CCU Potenziale

„Grüne“ Energieimporte nach Europa

Mittelfristig



2030-2040



Erneuerbare Energie ist außerhalb Europas viel günstiger zu „ernten“, die Importe erfolgen als Wasserstoff oder deren Derviate = CCU-Produkte

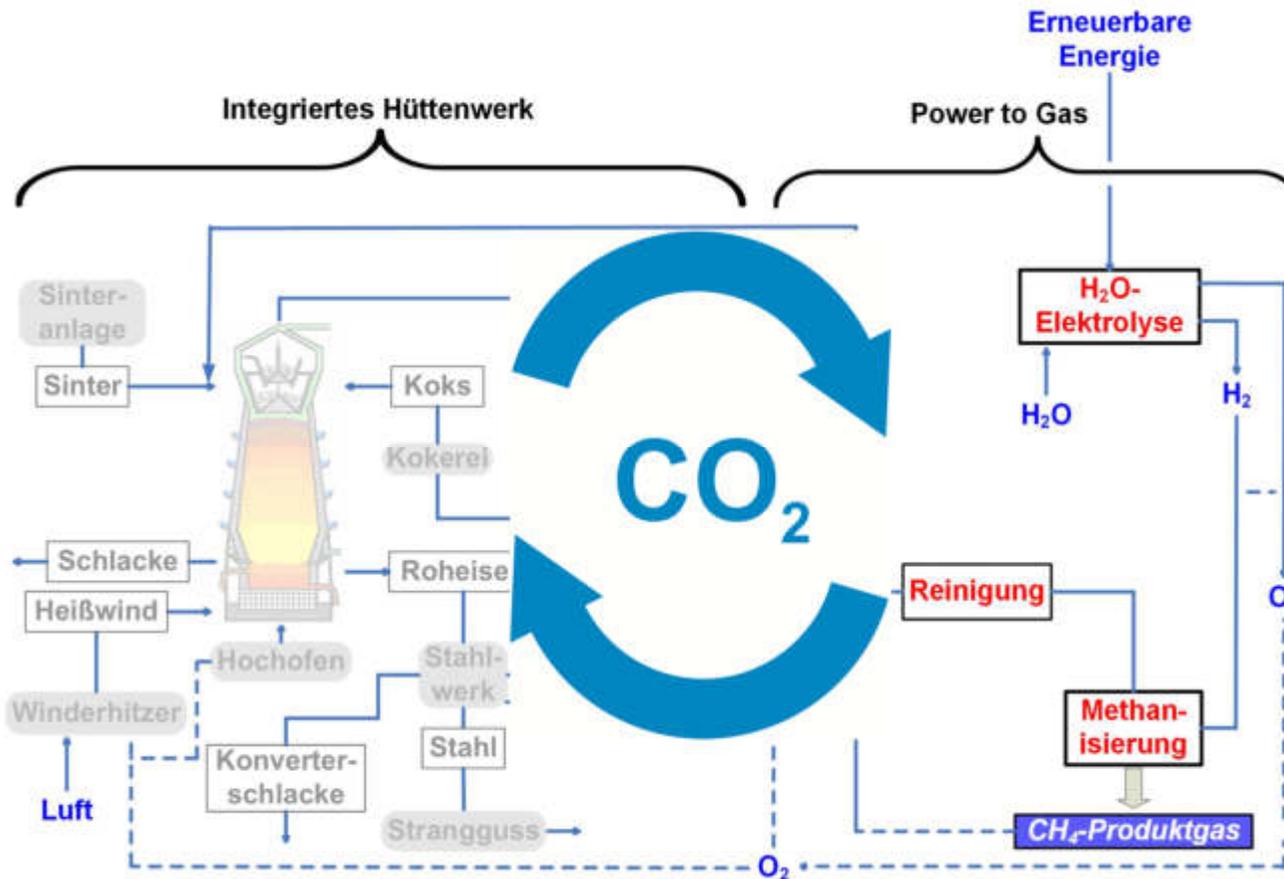
# Mittelfristige CCU Potenziale

## Closed Carbon Loops

Mittelfristig



2030-2040



Brückentechnologie

Kompatibel mit Bestandsinfrastruktur

Streckung von Investitionen

D.C. Rosenfeld , H. Böhm, J. Lindorfer, M. Lehner: Renewable Energy 147 (2020) 1511-1524.

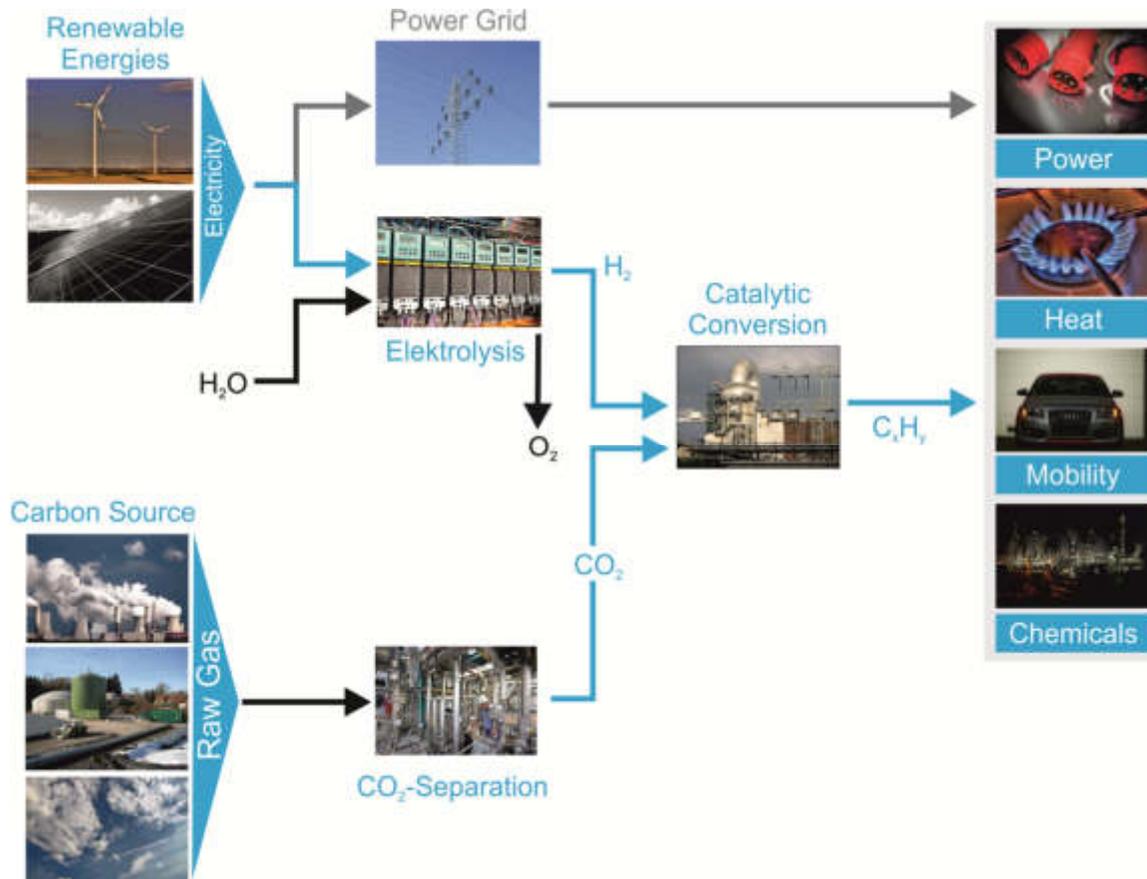
A.R. Medved, M. Lehner, D.C. Rosenfeld, J. Lindorfer, K. Rechberger: Johnson Matthey Technol. Rev., 2021, 65, (3), 453-465.

# Langfristige CCU Potenziale

Langfristig

Post 2040

## Chemische Speicherung – Power-to-X



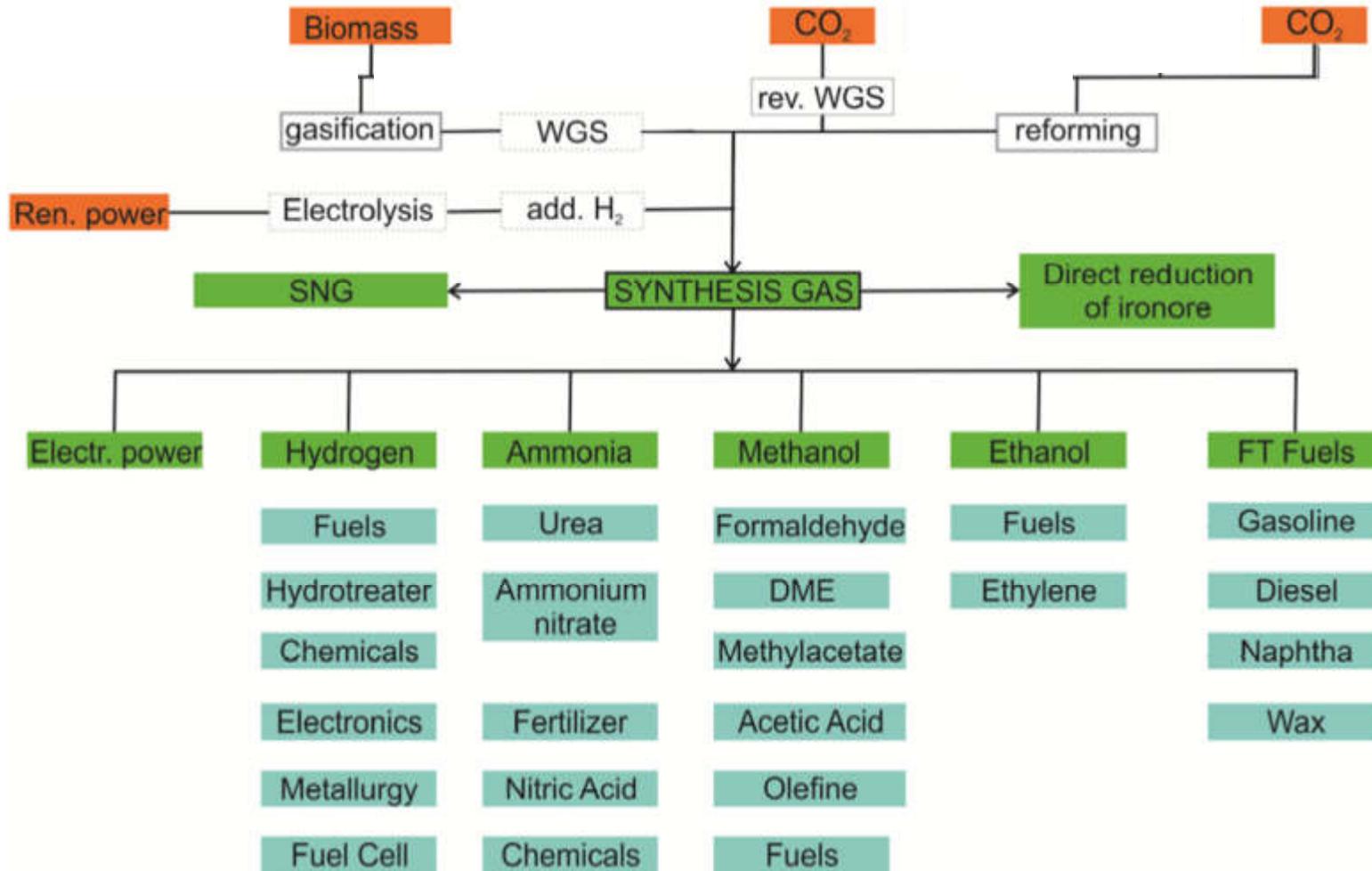
- Saisonale Stromspeicherung
- Sektorenkopplung
- Rohstoffbasis für Kohlenstoffchemie

# Langfristige CCU Potenziale

Nachhaltige Kohlenstoffchemie

Langfristig

Post 2040



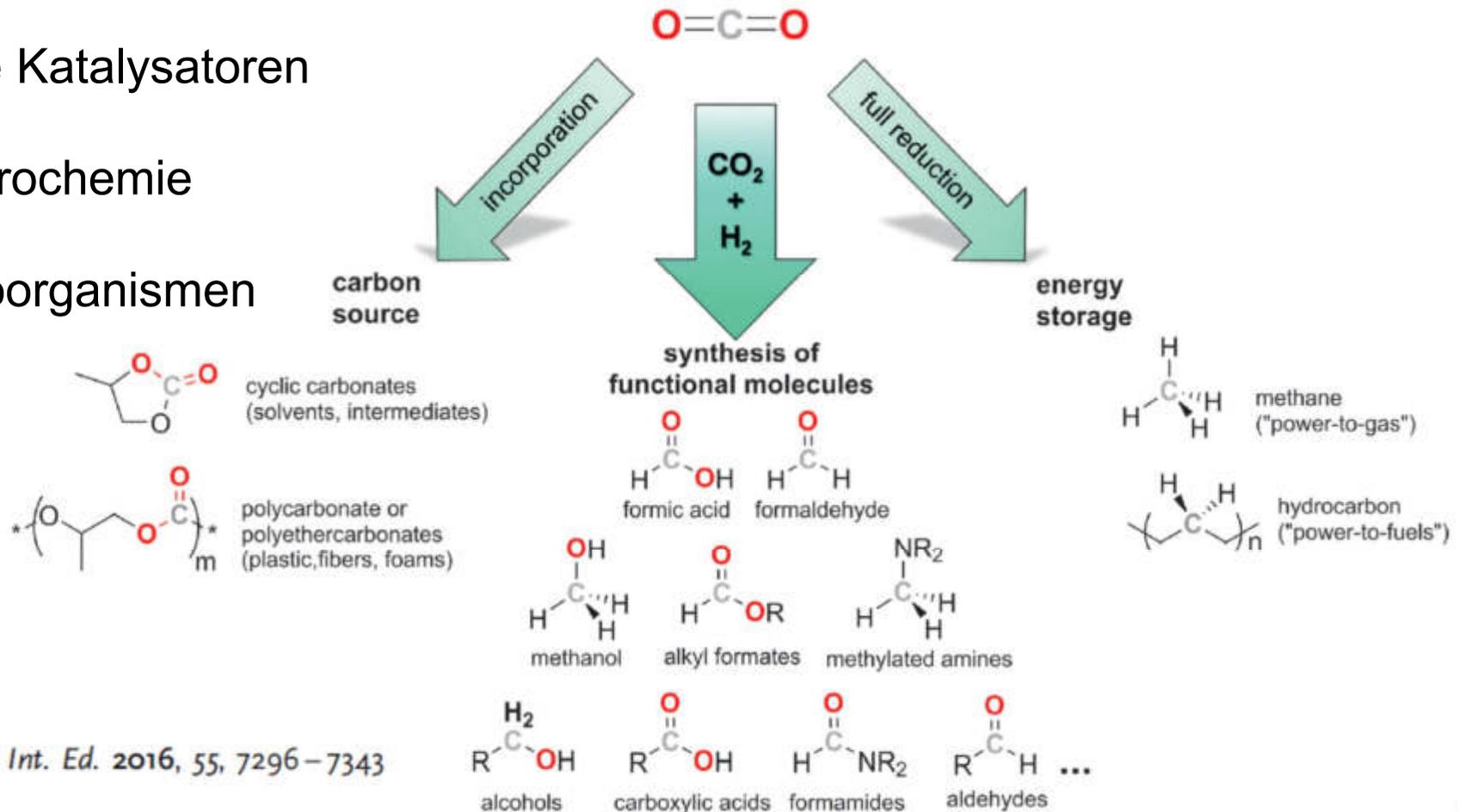
# Langfristige CCU Potenziale

„Dream Reactions“:

- Neue Katalysatoren
- Elektrochemie
- Mikroorganismen

Langfristig

Post 2040



Source:

Angew. Chem. Int. Ed. 2016, 55, 7296–7343

# Zusammenfassung

- Das kurzfristige Potenzial von CCU ist vergleichsweise gering. Es kommen im Wesentlichen Karbonatisierung und Biogasmethanisierung in Frage.
- Mittelfristig werden vor allem Sustainable Aviation Fuels in größerem Umfang hergestellt, ebenso ist ein Import von “grünen CCU-Produkten” zu erwarten.
- Langfristig wird CCU die Rohstoffbasis für die chemische Industrie und Power-to-X Technologien die chemischen, saisonalen Speicher für erneuerbaren Strom.
- CCU Technologien müssen heute vorangetrieben werden, um sie ab 2030 in größerem Maßstab verfügbar zu haben!

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Lehner**

Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes

Montanuniversität Leoben

E-mail: [markus.lehner@unileoben.ac.at](mailto:markus.lehner@unileoben.ac.at)

