



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

„Carbon Management Sachsen-Anhalt: Wissenschaft, Forschung und Industrie vernetzen“

am 20.11.2025

in der Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt (LENA)



„Carbon Management Sachsen-Anhalt: Wissenschaft, Forschung und Industrie vernetzen“

09:00 Begrüßung und Einordnung aus Sicht des Landes

09:45 Vorstellung der Forschungsinfrastruktur ECCSEL ERIC

10:00 Impuls CO₂-Abscheidung

10:20 Impuls CO₂-Transport

10:40 Impuls CO₂-Nutzung

11:00 Impuls CO₂-Speicherung

11:20 Kaffeepause

12:00 Elevator-Pitches zu aktuellen Forschungsfragen und -projekten

13:00 Networking beim Mittagsimbiss

13:50 Zusammenfassung und Ausblick

14:00 Ende der Veranstaltung



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Begrüßung und Einordnung aus Sicht des Landes Sachsen-Anhalt





SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Vorstellung der Forschungsinfrastruktur ECCSEL ERIC



Presentation ECCSEL ERIC (DE)

Klaus Tobias Mosbacher
Executive Director

20. November 2025
Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt (LENA)
Magdeburg, Germany



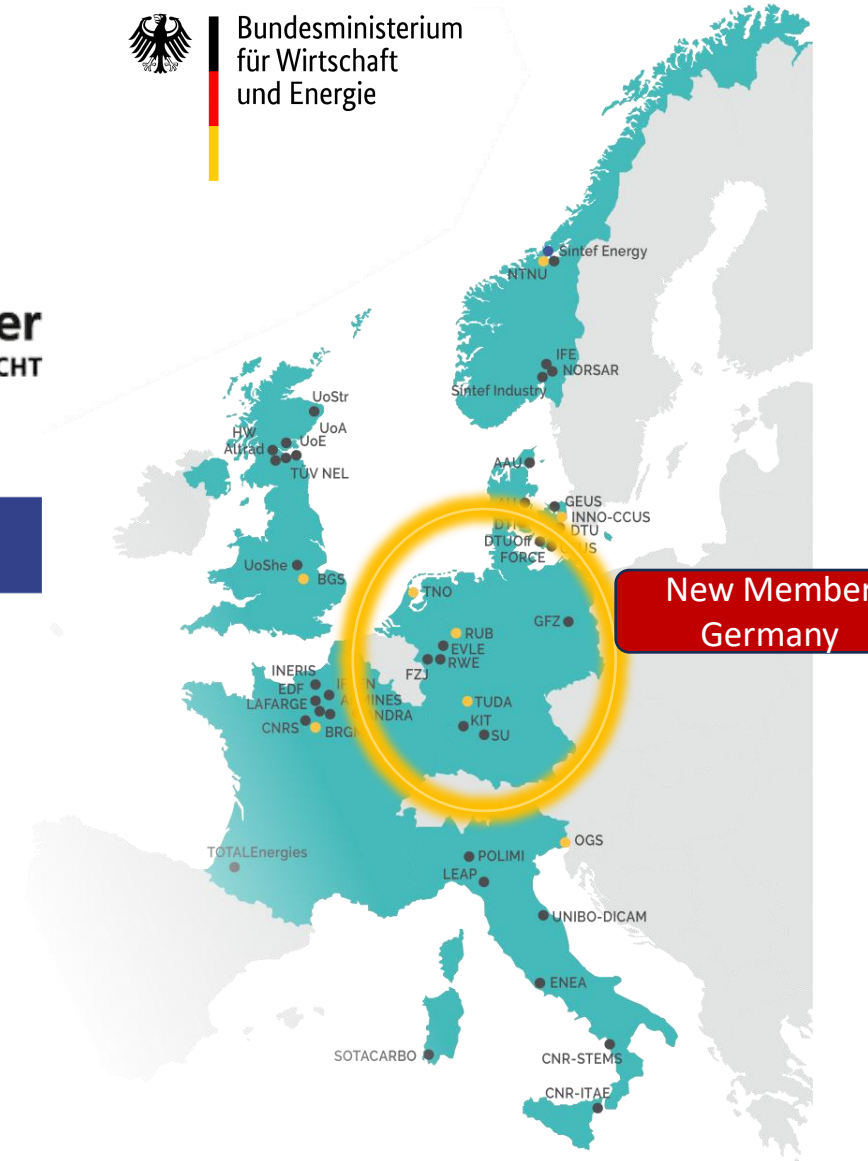
Deutschland neues Mitglied in ECCSEL ERIC Welcome on board !



...and more to come to join ECCSEL ERIC !



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



ECCSEL ERIC Profil & Zugang



Über uns

- ❑ 2017 auf EU-Ebene als ERIC gegründet, Hauptsitz in Trondheim, Norwegen
- ❑ ECCSEL ist die europäische Forschungsinfrastruktur für CO₂ Abscheidung, Nutzung, Transport und Speicherung (CCUS) und Kohlendioxid-Entfernung (CDR)
- ❑ Unsere Vision ist es, den offenen Zugang zu Forschungseinrichtungen über Grenzen hinweg zu verbessern, um Forschung und Entwicklung zu beschleunigen, damit in allen Industriesektoren und bei der Stromerzeugung Netto-Null-CO₂ Emissionen erreicht werden.

1
Research
Infrastructure

7
Member
Countries

~~46~~ 53
Research
Facility
Owners

~~130+~~ 150+
Research
Facilities



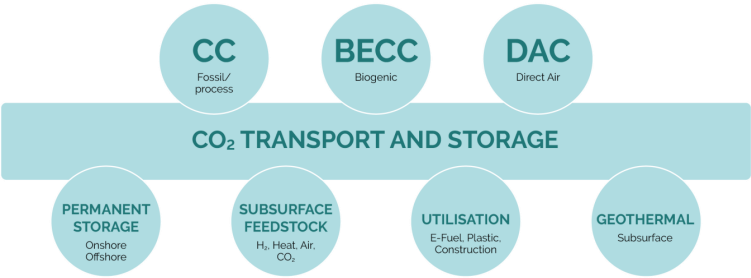
ECCSEL ERIC Profil & Zugang

Unser Auftrag

- ❑ ECCSEL erleichtert und koordiniert den offenen Zugang zu über 150 CCUS- und CDR-Forschungseinrichtungen von Weltklasse in ganz Europa und unterstützt damit sowohl die **nationalen als auch die EU-Strategien für das industrielle Carbon-Management-Strategie (ICMS)**.
- ❑ Die Forschungsinfrastruktur arbeitet aktiv mit der relevanten Industrie, der akademischen Welt und den Forschungsgemeinschaften zusammen, um identifizierten Forschungs und Entwicklungsbedarf im Bereich von **TRL1 bis TRL7** zu decken.
- ❑ Angebot eines umfassenden, offenen zentralisierten Zugangs zu Forschungs- und Validierungsressourcen, um die Entwicklung und Industrialisierung zu beschleunigen
 - **Kosten senken** > CCUS&CDR kommerziell durchführbar machen
 - **De-Risk Investment** > zur Sicherstellung der Asset-Integrity
 - **Unterstützung des sicheren Betriebs** > Erreichen Public Acceptance



ECCSEL ERIC Profil & Zugang



Overview RI mapping

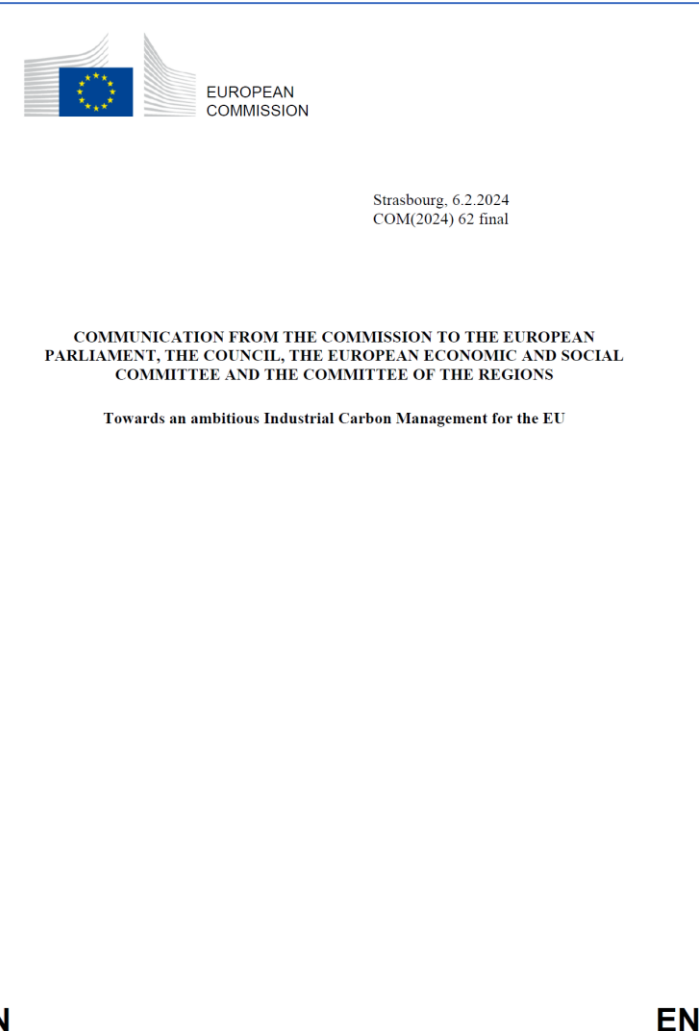
Node	Facility Owners	Total Facilities	CC Fossil & Process	New	New	Permanent Storage	Utilisation	Transport & Intermediate Storage	New	New
				BCC Biogenic	DAC Direct Air				Geothermal	Feedstock Energy & CO ₂
UK	8	32	13	3	1	16	8	9	8	3
France	11	22	3	1	1	13	6	5	6	8
Italy	8	23	10	8	4	13	7	6	1	0
Netherlands	3	15	4	3	0	3	0	2	0	0
Norway	5	29	13	3	4	9	5	13	2	0
Danmark	7	14	6	6	1	6	4	3	3	6
Germany	11	18	10	9	1	3	6	4	1	7
Total	53	153	61	33	12	63	36	43	21	25

Strategischer Ansatz

Europäischer Rahmen für den strategischen Ansatz von ECCSEL

EU-Kommission lanciert die EU-Strategie für das Industrielle Carbon-Management-Strategie (EU ICMS)

6. Februar 2024



Strategischer Ansatz

Endlich gibt es eine europaweite CCUS-Strategie
.....und ein quantifiziertes Ziel für 2040 und einen Weg zur
Klimaneutralität bis 2050

Zielvorgabe in der EU, jährlich

- ☐ Lagerung von **50 Mt CO₂ bis 2030**
- ☐ Lagerung von ca. **280 Mio. t CO₂ bis 2040**
- ☐ Lagerung von ca. **450 Mio. t CO₂ bis 2050**
- ☐ EWR-Lagerungskapazität von mindestens **250 Mio. t CO₂ im Jahr 2040**

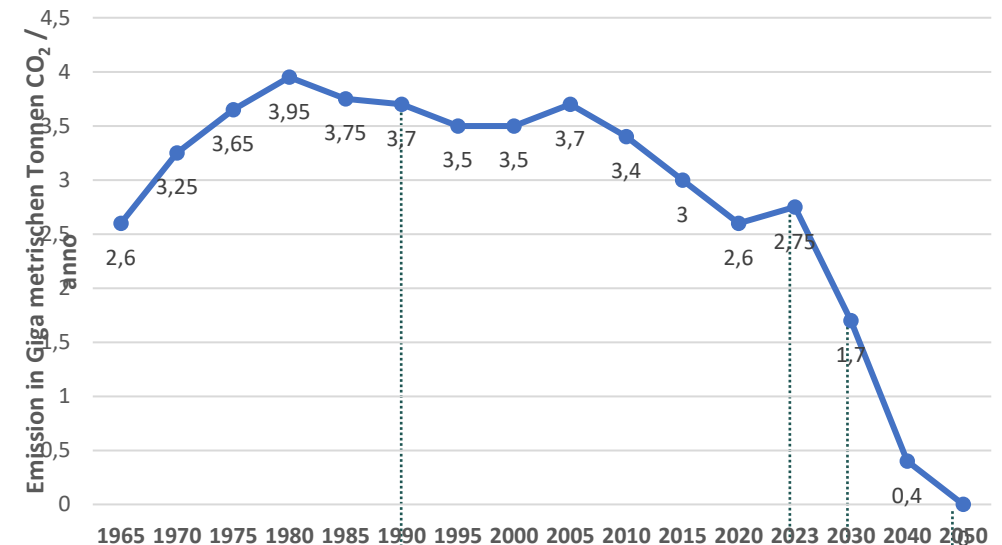


4.3 Removing CO₂ from the atmosphere

Industrial carbon removals value chains are key to achieving the carbon neutrality objective enshrined in the European Climate Law.⁴² To reach net-zero economy-wide GHG emissions by 2050, the EU could need carbon removals to balance out around 400 million tonnes CO₂ equivalent of residual emissions in hard-to-abate sectors such as agriculture, aviation and some industries.⁴³ Nature-based carbon removal solutions will play an essential role in this, but they will not be sufficient. Industrial carbon removals will also be needed to achieve this goal.



EU-CO₂ Emission von 1965 bis 2050



Quelle: Statista 2023

1990
3,7 GT CO₂

2023
2,7 GT CO₂

2030
1,7 GT CO₂

2050
Netto-Null

Strategischer Ansatz

Neben CCS und CCU nimmt CDR eine wichtige Rolle ein



Definition des industriellen Carbon-Management-Strategie (ICMS)

Die ICM-Strategie der EU zielt darauf ab, diese Technologien zu entwickeln und den entsprechenden Regulierungs- und Investitionsrahmen zu schaffen

Sie konzentriert sich auf drei wichtige technologische Pfade:

- ☐ **Abscheidung von CO₂ zur Speicherung (CCS)**, Emission von fossilem, process orientierten CO₂
- ☐ **Abscheidung von CO₂ zur Nutzung (CCU)**: Abgeschiedenes CO₂ wird als Ersatz für fossilen Kohlenstoff in synthetischen Produkten, Chemikalien oder Kraftstoffen verwendet.
- ☐ **Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre (CDR)**, wobei biogenes oder atmosphärisches CO₂ mit technischen Mitteln abgetrennt und dauerhaft gespeichert wird

Strategischer Ansatz

Hohe Investitionen in Forschung und Innovation erwartet



Möglichkeiten für Forschung und Innovation (F&I)

Die EU-Kommission sieht vor:

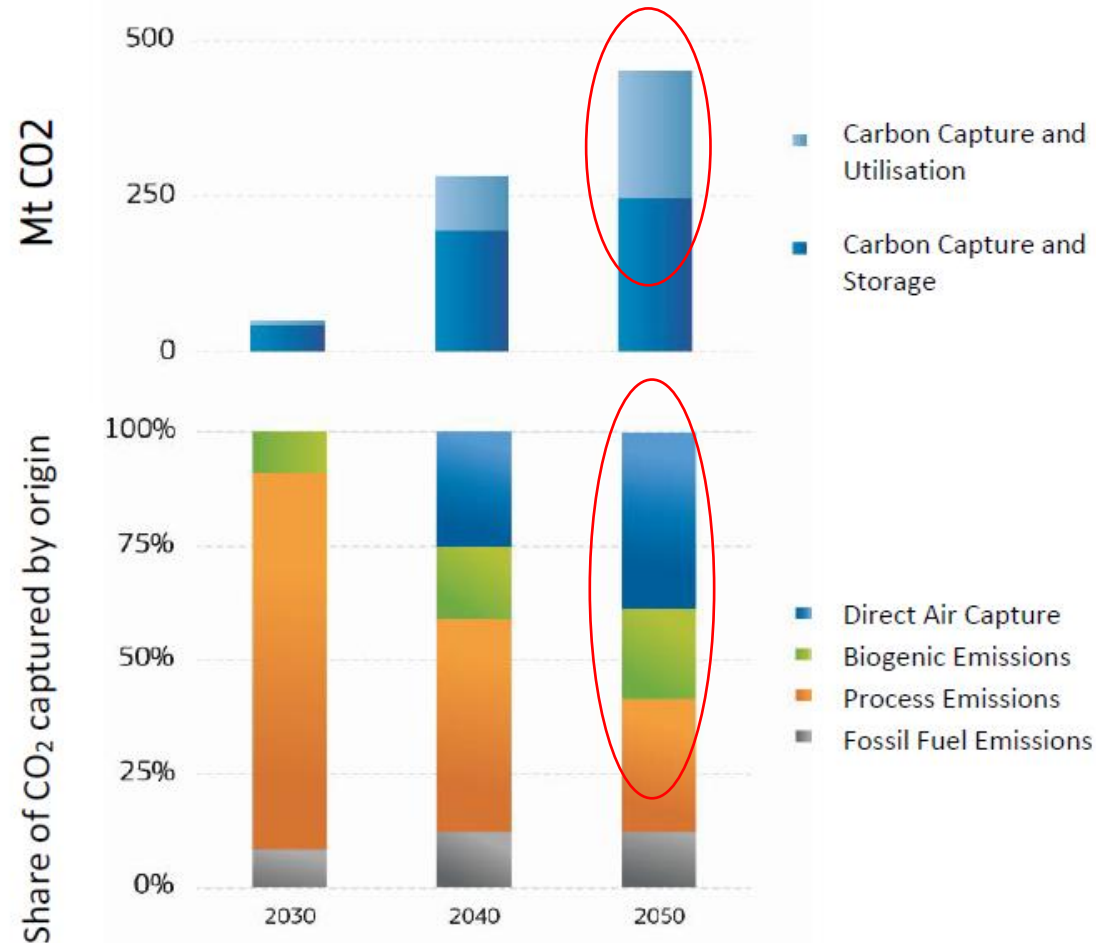
- ☐ Unterstützung einer neuen **Plattform für** die Zusammenarbeit **und den Wissensaustausch** für industrielle CCUS & CDR-Projekte
- ☐ Weitere **Investitionen in Forschung und Entwicklung** für industrielle Kohlenstoffmanagement-Technologien, einschließlich der Optimierung von Energie- und Kosteneffizienz sowie von Prozessen und pränormativer Forschung als **Beitrag zur Normung und Standardisierung**

Strategischer Ansatz

Im Jahr 2050:

CCS & CCU auf fast gleichem Niveau, DAC und BECCS mehr als 50%

Anteil des abgeschiedenen CO₂ nach Herkunft



Quelle EU ICMS 2024

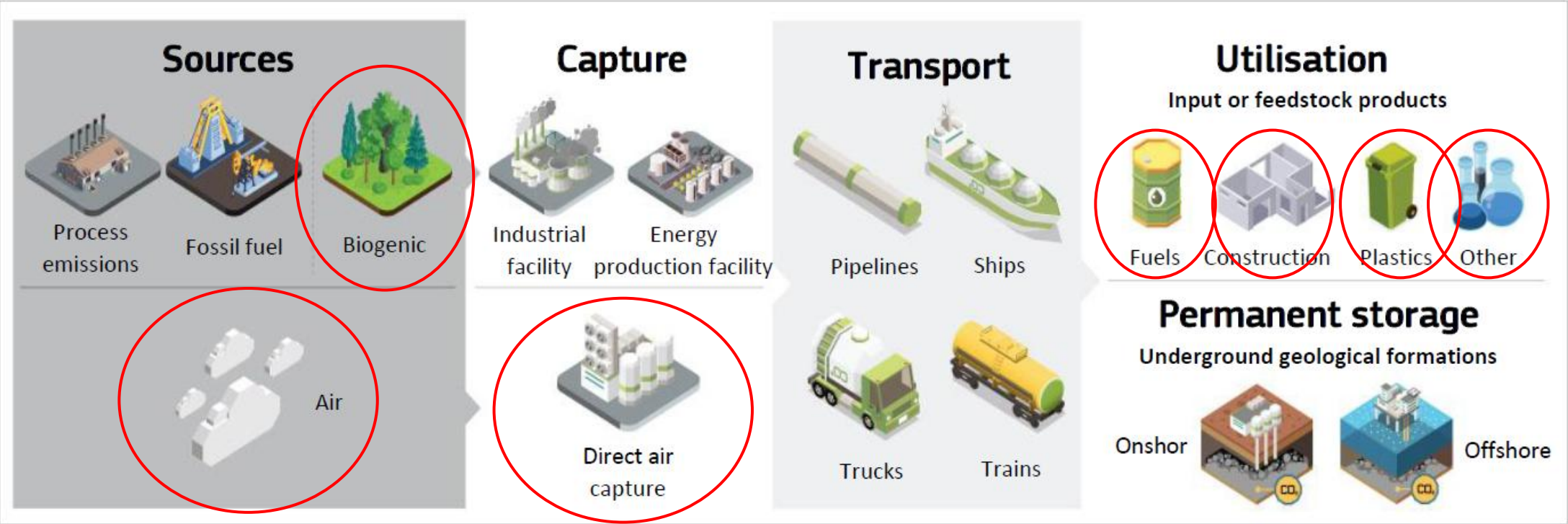


Strategischer Ansatz

Erweiterung des CCUS- und CDR-Portfolios, mit CO₂ Nutzung, DACS und BECCS



Beschreibung der CO₂-Wertschöpfungskette:

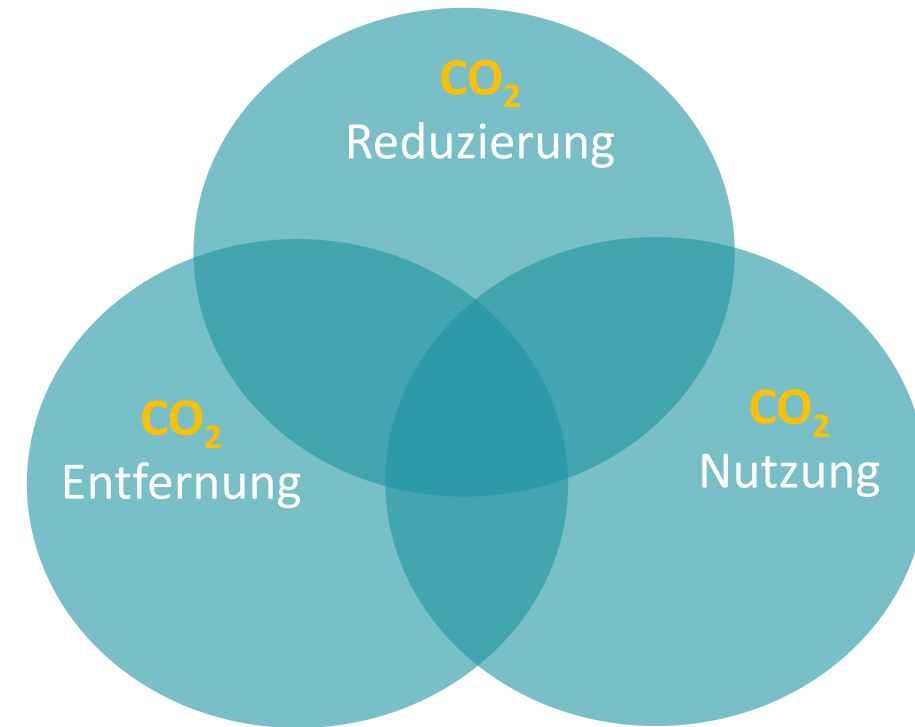
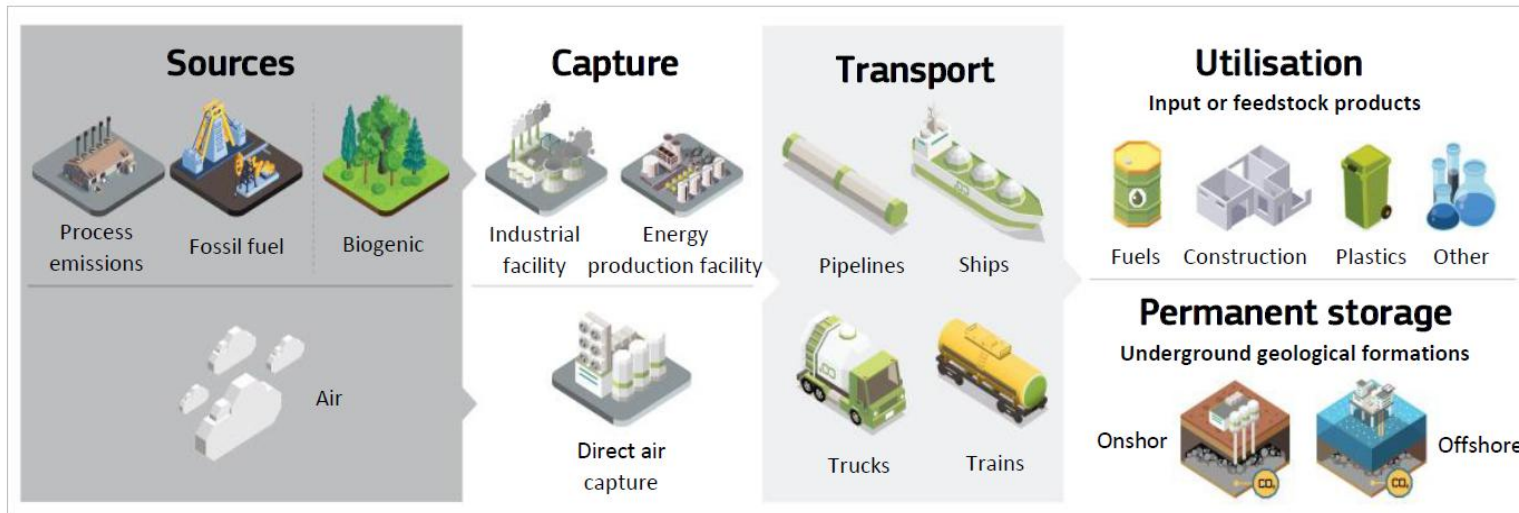


Quelle EU ICMS 2024

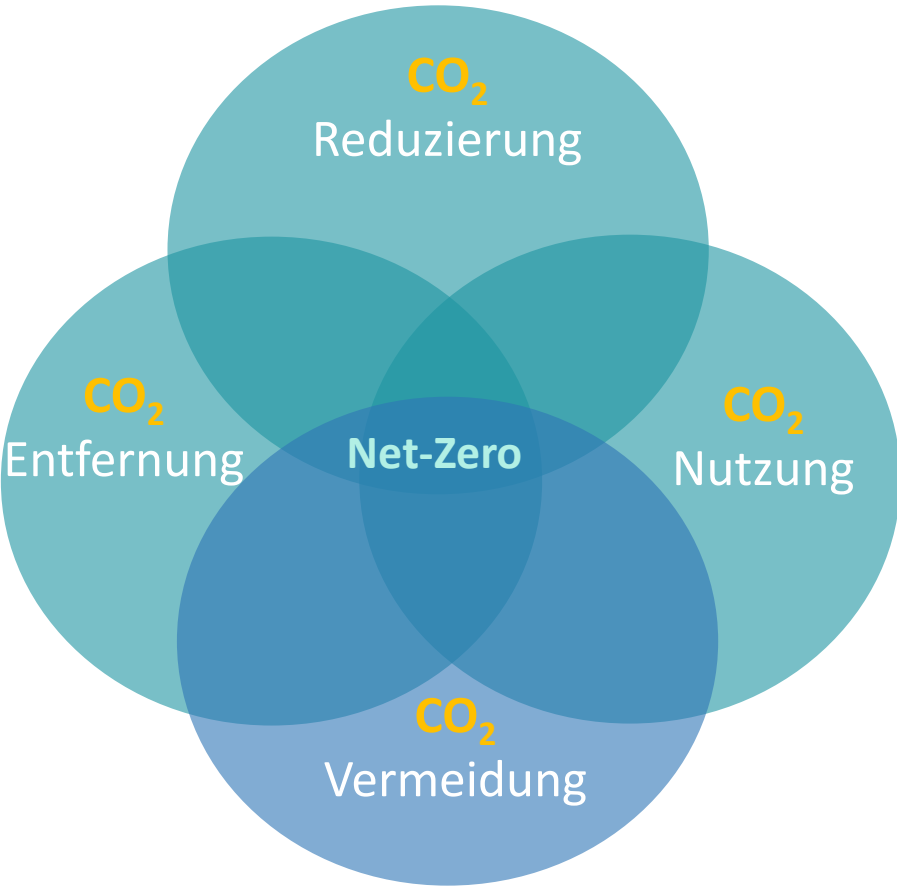
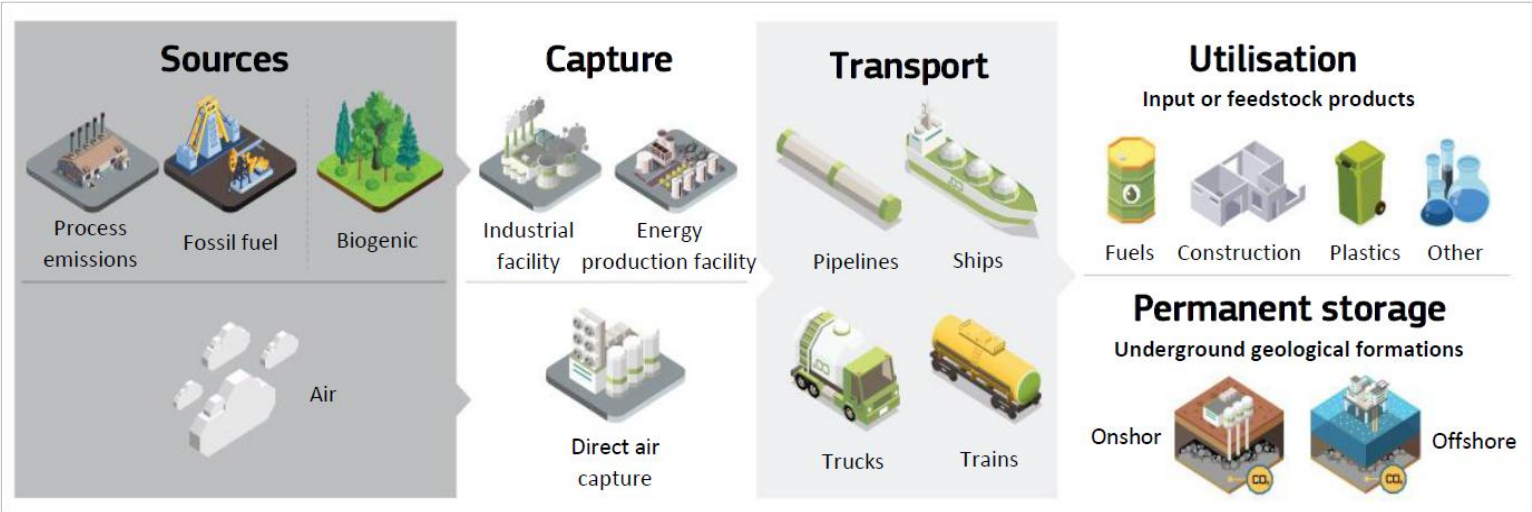
Strategischer Ansatz

Erweiterung des CCUS- und CDR-Portfolios, mit CO₂ Nutzung, DAC und BECCS

"Strategisches Forschungs- und Technologiefeld (Business) für ECCSEL"

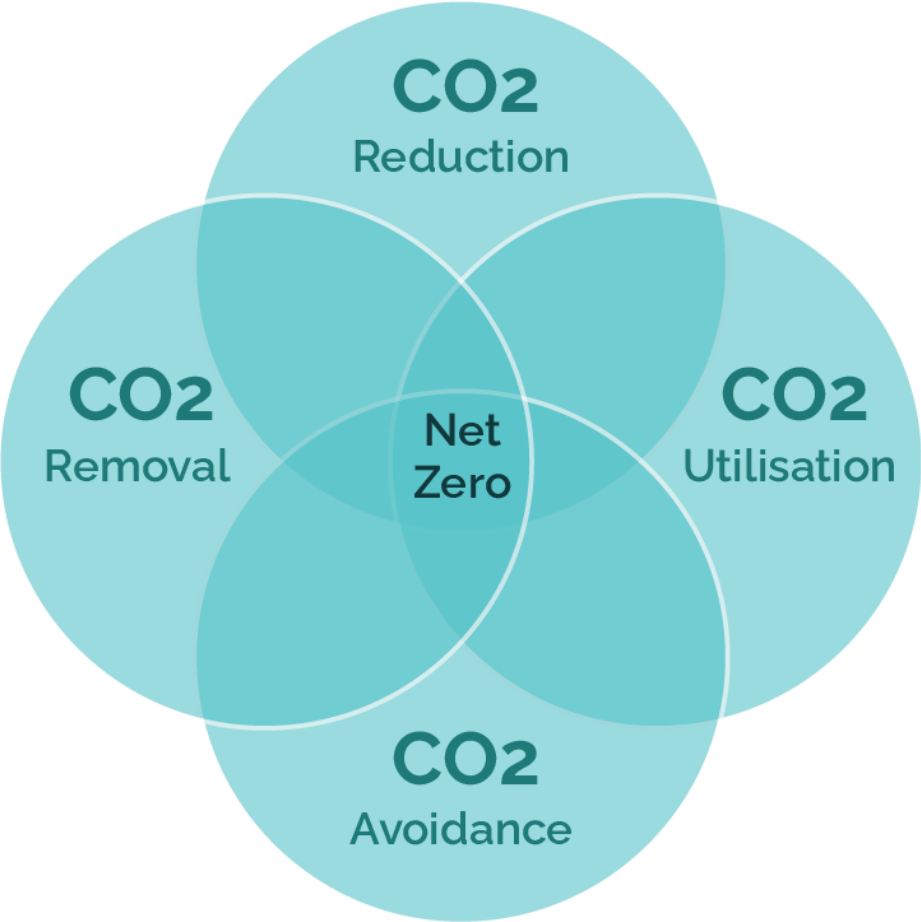


Forschungs- und Technologielandschaft für ECCSEL

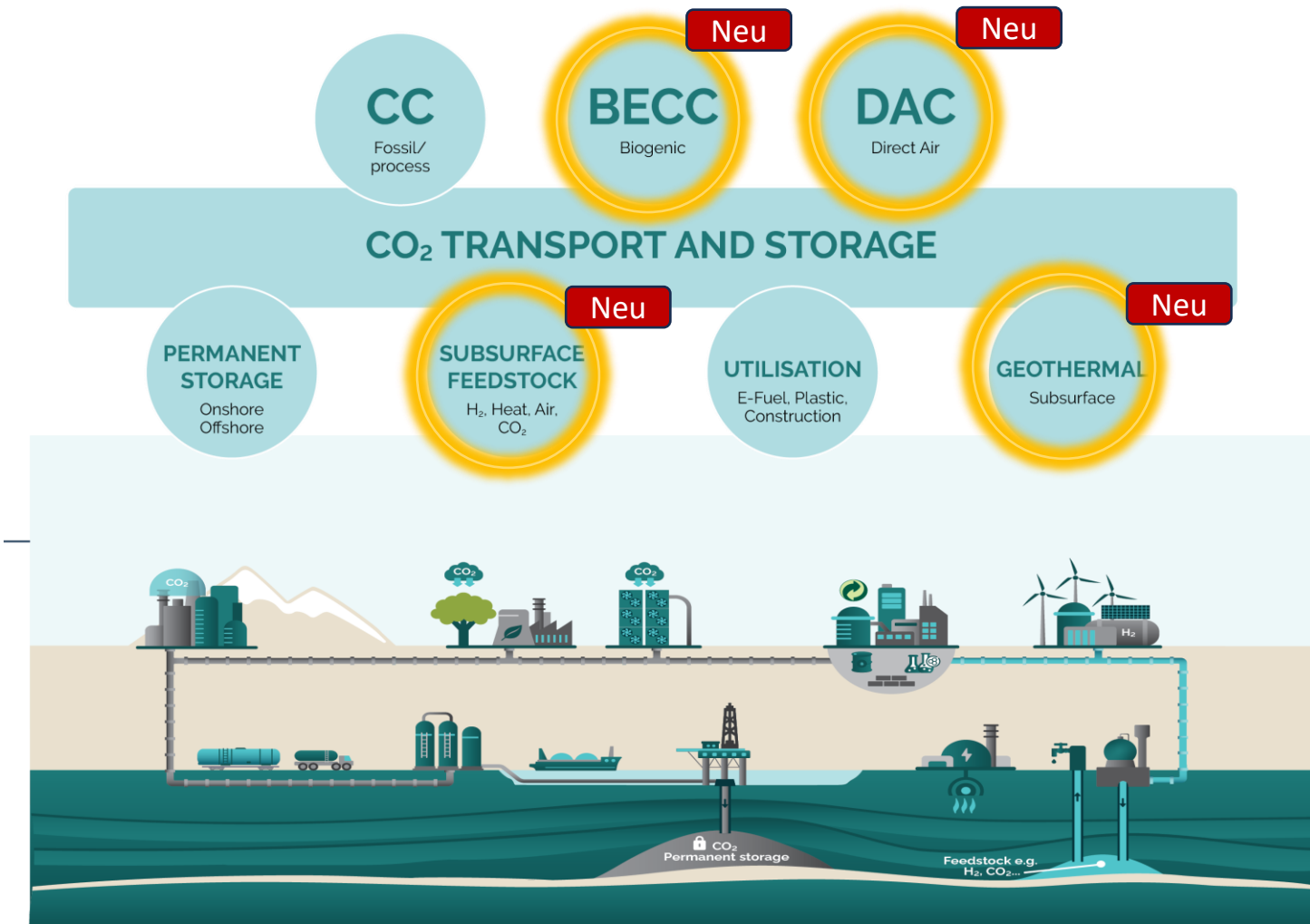


Strategischer Ansatz

Der Weg zu Net-Zero



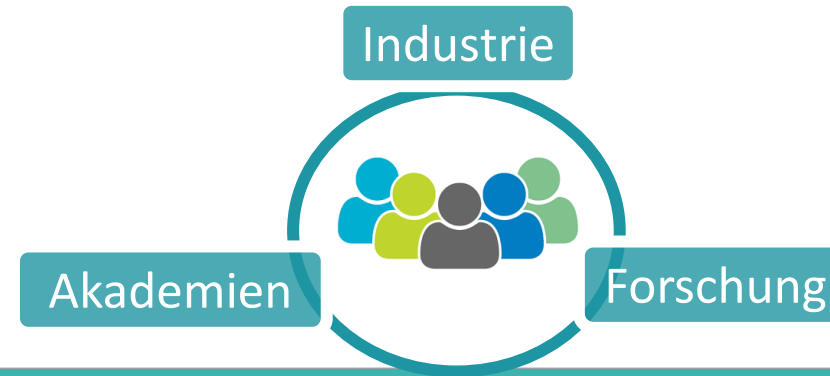
ECCSEL-Landschaft (Forschungsportfolio)



ECCSEL ERIC Profil & Zugang

Offener nationaler und grenzüberschreitender Zugang zu den Einrichtungen

- ❑ Open-Access-Angebot für Forscher und Wissenschaftler aus Industrie, Hochschulen, Forschungsgemeinschaften (einschließlich Studenten), KMU und Gründerzentren
- ❑ **Globaler Zugang:** Jeder aus Europa und weltweit
- ❑ **Wie?**
Zentralisierter offener Zugang zu Forschungs- und Validierungsressourcen zur Beschleunigung des Entwicklungs- und Industrialisierungsprozesses über www.ECCSEL.Eu



Benutzerzugang zu den ECCSEL-Forschungseinrichtungen

Freier Zugang nach einem Auswahl Prozess

ECCSEL verfügt über EU- und andere Mittel

Direktzugriff Unmittelbar

Nutzer hat EU-/Eigenmittel zur Verfügung

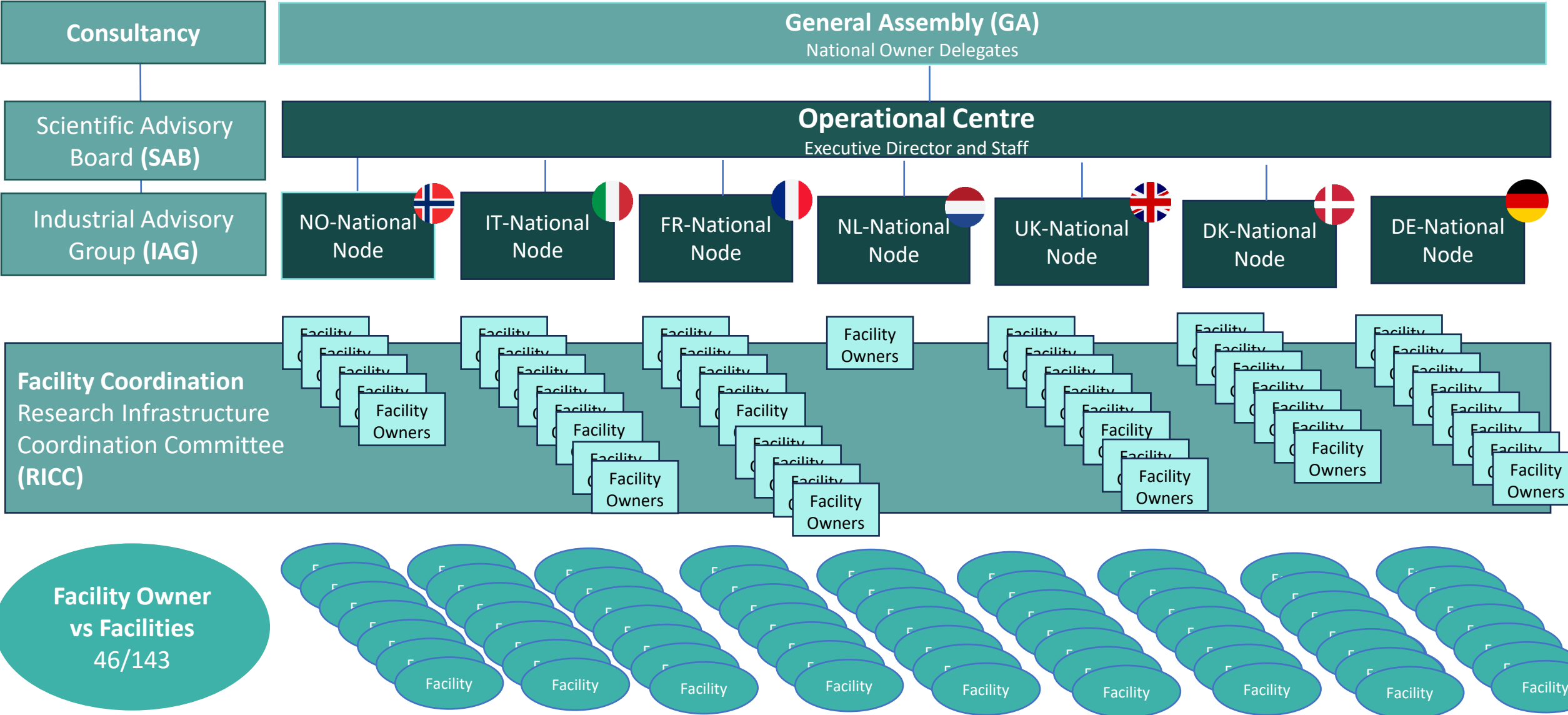


The European CCUS Research Infrastructure

Bewerbung über
www.ECCSEL.eu



ECCSEL Governance and Organisational Structure



ECCSEL ERIC`s regionale Erweiterung

Staerkung und Sicherstellung der Nachhaltigkeit
CCUS & CDR Entwicklung in Europa

Members:



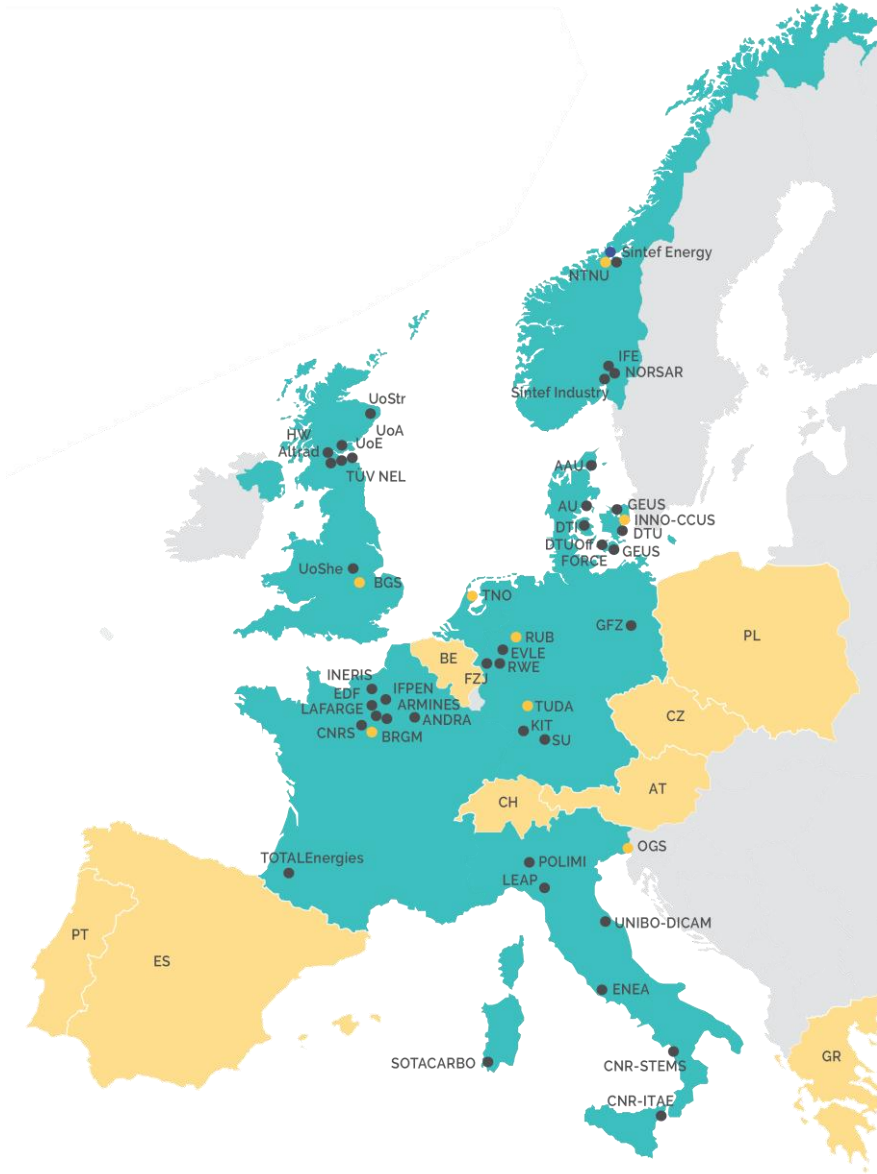
- ☐ France*
- ☐ Italy*
- ☐ Netherlands*
- ☐ Norway*
- ☐ UK*
- ☐ Denmark (2025)
- ☐ Germany (2025)

* Founder Member

Targets



- ☐ Poland
- ☐ Belgium
- ☐ Switzerland
- ☐ Austria
- ☐ Portugal
- ☐ Greece
- ☐ Czechia
- ☐ Spain



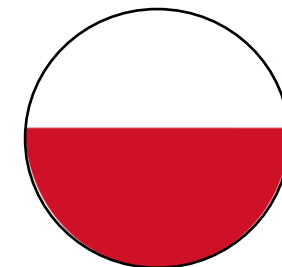
ECCSEL ERIC`s regionale Erweiterung



Ministry of Climate and Environment
Republic of Poland

Polen kurz vor dem Eintritt in eine ECCSEL Mitgliedschaft

Erwartete Zustimmung im Dezember 2025



Ministry of Climate and Environment
Republic of Poland

Paulina Henning-Kloska
Minister of Climate and Environment
Ministerstwo Klimatu i Środowiska
ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa

May xx, 2024 Warsaw

ECCSEL ERIC
Attn.: Klaus Tobias Mosbacher, Executive Director
Kolbjørn Hejes veg 1B
7034 Trondheim
Norway

Subject: Application and Accession letter ECCSEL ERIC Membership Poland

The Ministry of Climate and Environment of Poland hereby confirms its participation in the Consortium of European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure (ECCSEL ERIC) as a member, in accordance with the provisions set forth in the attached EU Statutes.

As a member, Poland commits to an annual fee of up to EUR 80,000 per member country. The membership fee for 2024 has been set at EUR 75,000. However, the Ministry of Climate and Environment of Poland will not bear any financial responsibility. Instead, the membership fee will be covered by the universities, research institutes, and industrial organizations that will join the national node of ECCSEL in Poland.

Poland will establish an ECCSEL ERIC node, including the appointment of a responsible coordinator. Prof. Adam Smoliński (Central Mining Institute – National Research Institute) will serve as the coordinator for the ECCSEL ERIC Poland node.

Following this confirmation of membership in ECCSEL ERIC, a description of at least one research facility within the ECCSEL ERIC Poland node will be provided.

Poland is committed to contributing to the objectives and activities of ECCSEL ERIC by [short statement].

This confirmation letter will be reviewed for approval at the next ECCSEL ERIC General Assembly meeting.

For the Ministry of Climate and Environment of Poland

Signature:

[Name of person]
[Function]

Appendices: ECCSEL ERIC Statutes and ECCSEL ERIC Technical and Scientific Description

Proposed Research Institutes in dialogue

- ☐ Central Mining Institute in Katowice (Node Lead)
- ☐ Główny Instytut Górnictwa
- ☐ AGH, Kraków
- ☐ Politechnika Śląska, Gliwice
- ☐ Politechnika Częstochowska, Częstochowa
- ☐ Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i energią PAN,
- ☐ Polska Grupa Górnicza SA,

Mehrwert von Forschungsinfrastrukturen unterstützt das Streben nach europäischer Autonomie und Resilienz in Forschung und Innovation.

Nationale Regierungen und Ministerien

- **Kostengünstige Infrastruktur:** Es sind keine eigenen Investitionen in eigenständige Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen erforderlich.
- **Politischer Einfluss:** Mitgestaltung von EU- und nationalen Forschungs- und Finanzierungsstrategien.
- **Förderung der nationalen FuE:** Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Aufbau von Experten und Talenten.
- **Sichtbarkeit:** Stärkere Wahrnehmung und Förderung von nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen und -möglichkeiten durch nationale Ministerien.

Forschungsinstitute und Universitäten

- **Offener Zugang zu Exzellenz:** Nutzen Sie die weltgrößte, führende und hochmoderne Forschungsinfrastruktur Europas.
- **Bessere Finanzierungsaussichten:** Höhere Erfolgsquoten bei EU- und nationalen Forschungszuschüssen.
- **Networking und Zusammenarbeit:** Partnerschaften mit Spitzenforschern und Industrie / Branchenexperten/innen.

Industrie, KMU und Tech-Startups

- **Innovation im Schnelldurchlauf:** Testen, optimieren, validieren und qualifizieren von Prototypen und neuen Technologien bis zu TRL7.
- **Niedrigere F&E-Kosten:** Nutzen der vorhandene Forschungsinfrastruktur, anstatt in eigene neue Einrichtungen zu investieren.
- **Aufbau strategischer Partnerschaften:** Zusammenarbeit mit führenden Forschern und Branchenakteuren.

Eigentümer und Betreiber der Forschungseinrichtungen

- **Internationale Zusammenarbeit:** Knüpfen von Kontakten zu führenden europäischen Forschern und Industrieakteuren.
- **Kosten senken und Effizienz steigern:** Teilen von bewährten Verfahren und Fachwissen und gesteigerte Nutzung eigener Forschungseinrichtungen.
- **Internationale Anerkennung:** Steigerung der Sichtbarkeit in der europäischen Forschungslandschaft.

Nationale Knotenpunkte und alle Interessengruppen

- **Beeinflussung von Politik und Forschung:** Mitgestaltung der Zukunft von CCUS, CDR und LCES in Europa auf Internationaler und Nationaler Ebene.
- **Verbesserung der Zusammenarbeit:** Stärkung der nationalen und internationalen Netzwerke.
- **Beschleunigen der Forschung und Anwendung:** Vorantreiben von technologischen Durchbrüchen und Marktakzeptanz.

Wesentliche Vorteile einer ECCSEL Mitgliedschaft

- ☐ Einfluss auf Politik und Forschung
- ☐ Stärkung der paneuropäischen Zusammenarbeit
- ☐ Beschleunigung von Forschung & Innovation
- ☐ Unterstützung von EU-Förderaufrufen
- ☐ Wahrung der Wissenssouveränität in Europa



DELIVERING VALUE FOR STAKEHOLDERS
ECCSEL provides tailored benefits for all relevant stakeholders involved in advancing CCUS, CDR and LCES.

Photo: SINTEF

JOIN US IN ADVANCING RESEARCH

in industrial carbon management solutions
for a sustainable future!





SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Impuls CO₂-Abscheidung

Dr.-Ing. Jochen Ströhle,
Technische Universität Darmstadt



TECHNOLOGIES FOR CO₂ CAPTURE

Jochen Ströhle

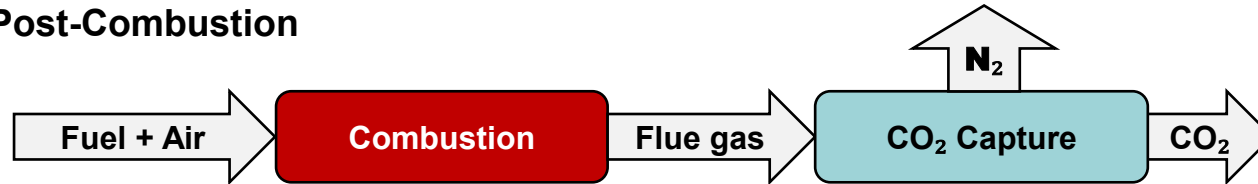
Carbon Management Sachsen-Anhalt:
Wissenschaft, Forschung und Industrie vernetzen
20. November 2025

CO₂ CAPTURE OPTIONS

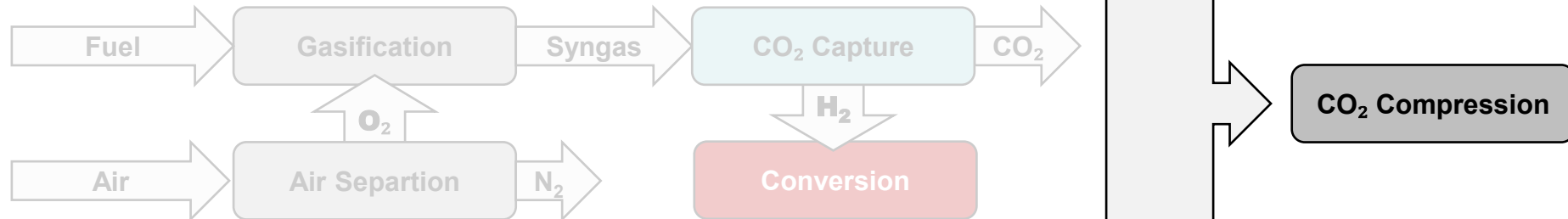


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

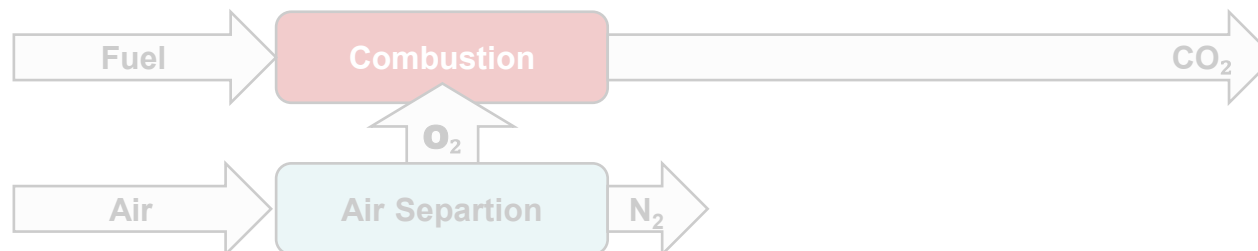
Post-Combustion



Pre-Combustion



Oxyfuel

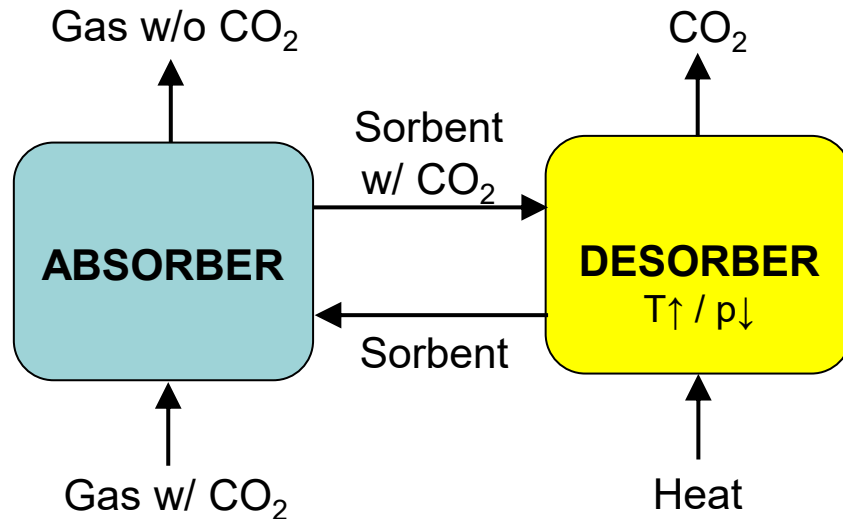


POST-COMBUSTION CAPTURE



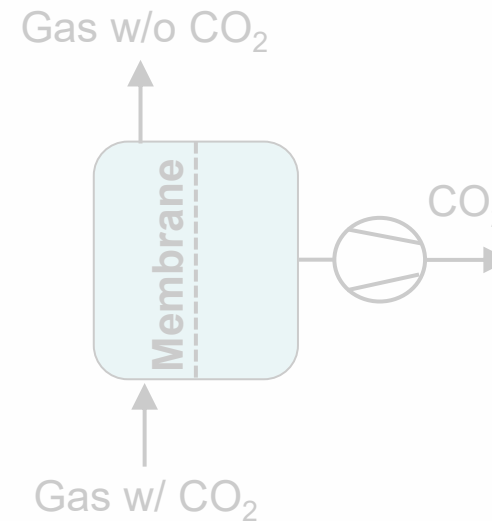
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Sorption-Desorption



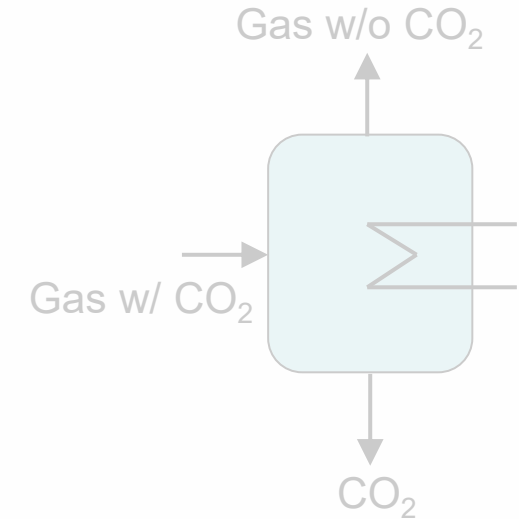
- Liquid solvents: amines, K_2CO_3 , NH_3
- Solid sorbents: CaO, zeolites, etc.
- Heat/power demand for desorption

Membrane



- Power demand for vacuum

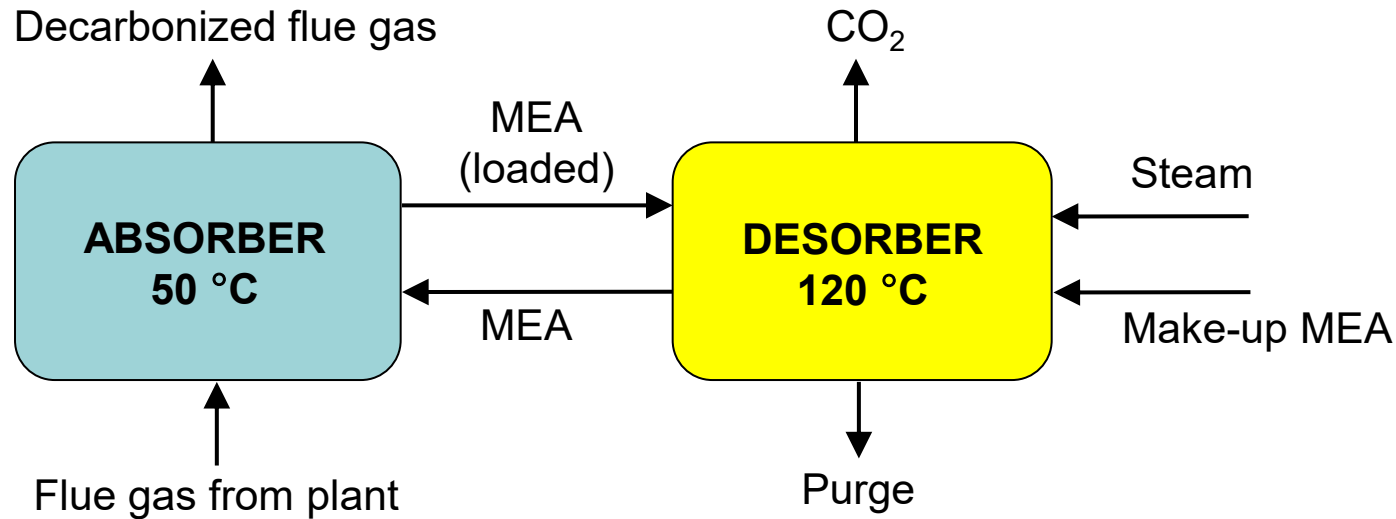
Cryogenic



- Power demand for cooling

Cryocap™
by Air Liquide

AMINE SCRUBBING



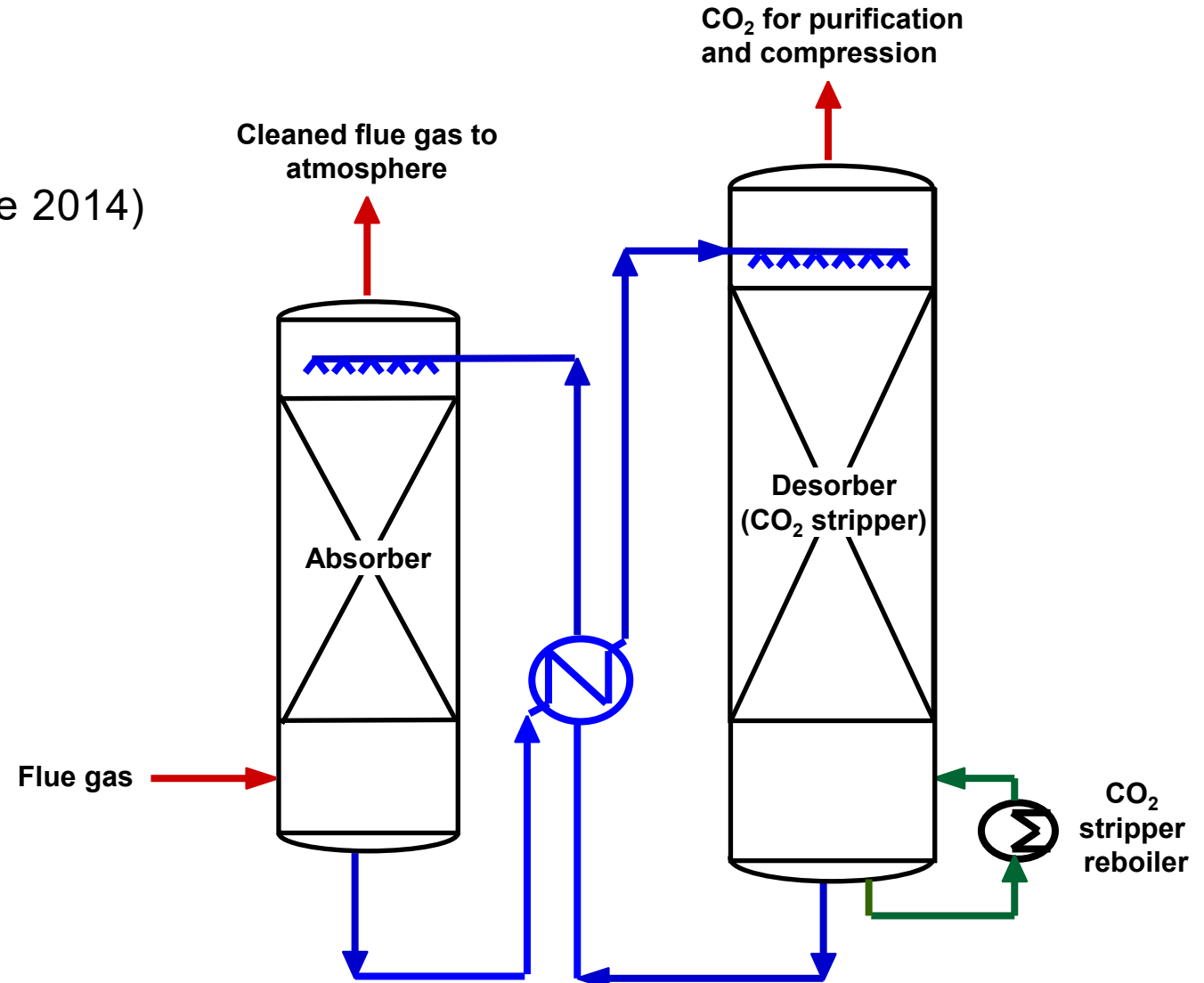
- Solvent: Monoethanolamine (MEA) or other amines (→ toxic)
- Deactivation of MEA by sulfur (→ additional desulfurization required)
- High demand of low temperature steam (→ high energy penalty)

AMINE SCRUBBING

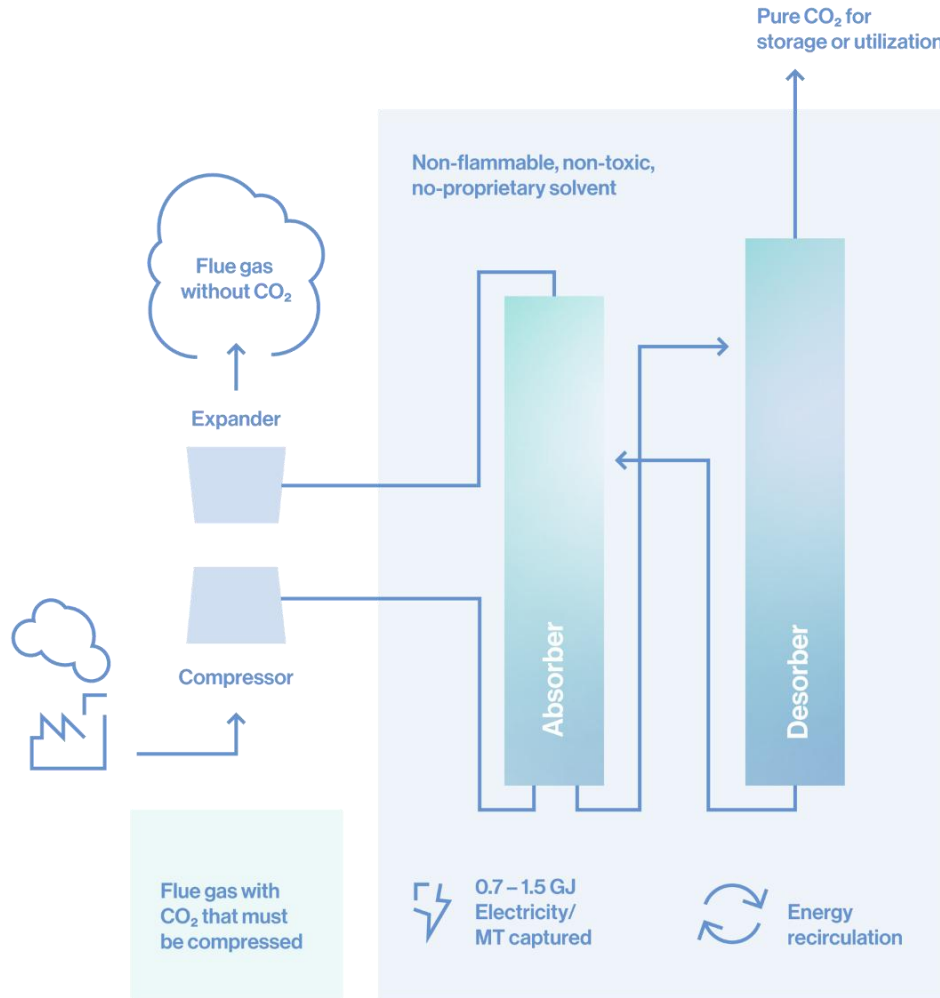
- Proven technology
- Full-scale plants in operation
 - Power plant (Boundary Dam, Canada, since 2014)
 - Cement plant (Brevik, Norway, since 2025)



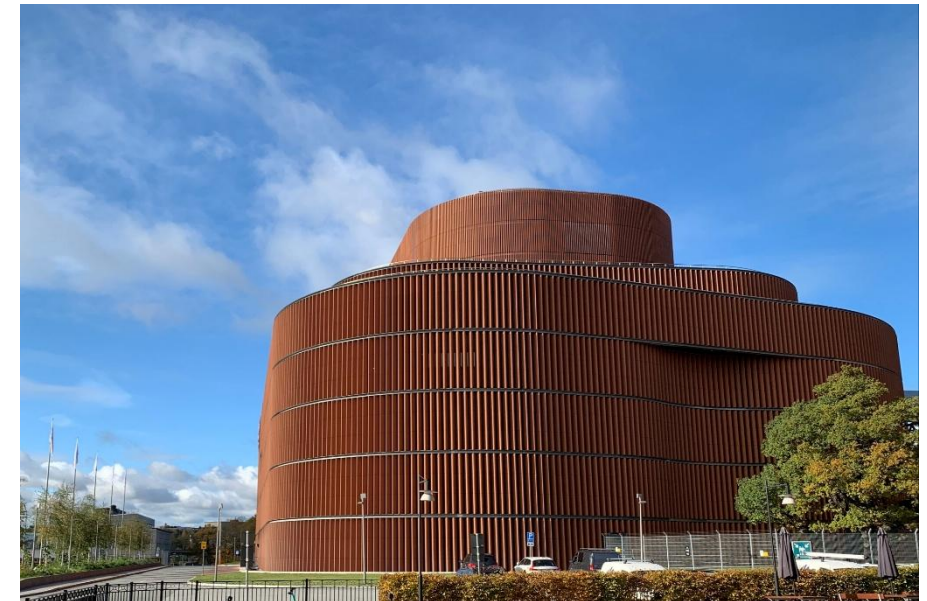
www.saskpower.com



HOT POTASSIUM CARBONATE (HPC)



- Biomass CHP plant Värtaverket (Stockholm)
- HPC licensed by Capsol
- Investment decision in 2025
- Begin operations in 2028

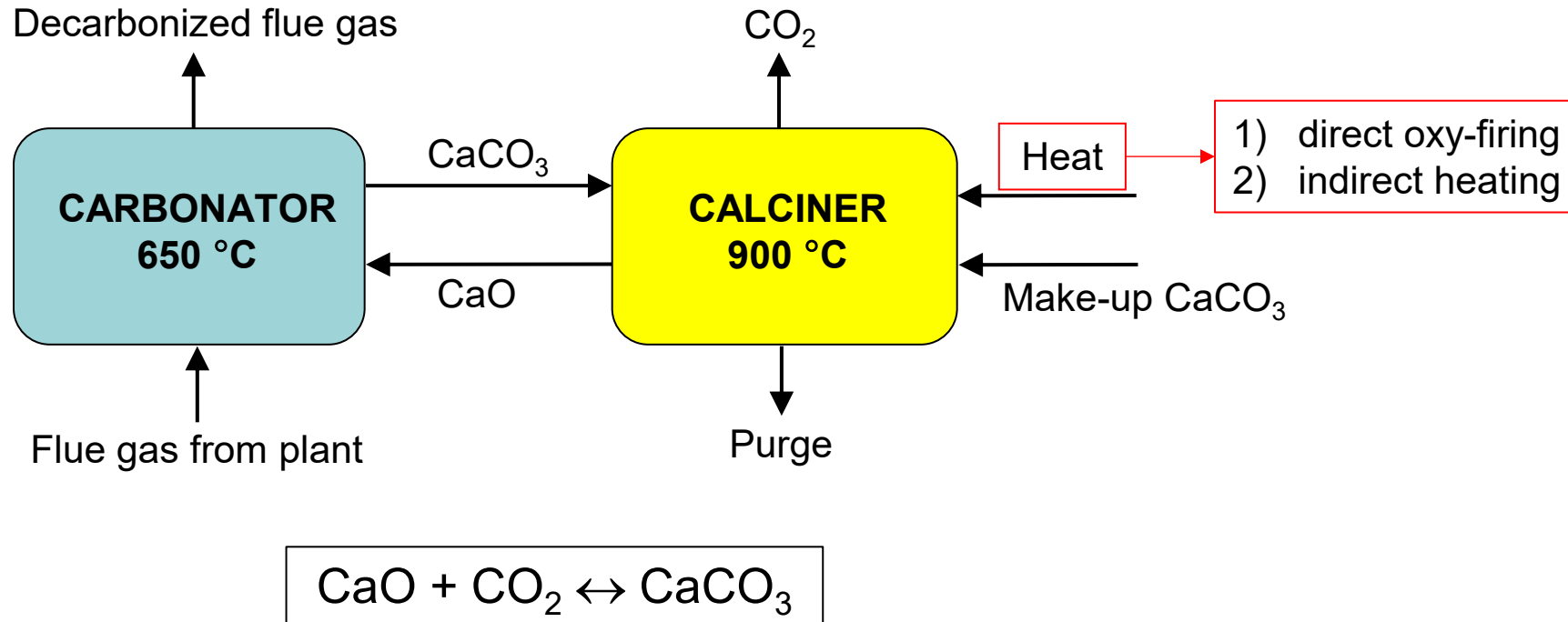


www.capsoltechnologies.com

CARBONATE LOOPING



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



- Sorbent: limestone: cheap, abundant, non-toxic, environmentally friendly
- Utilization of spent sorbent for lime/cement production
- Utilization of heat at high temperature (→ highly efficient steam cycle)



**high temperature
process facility**



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

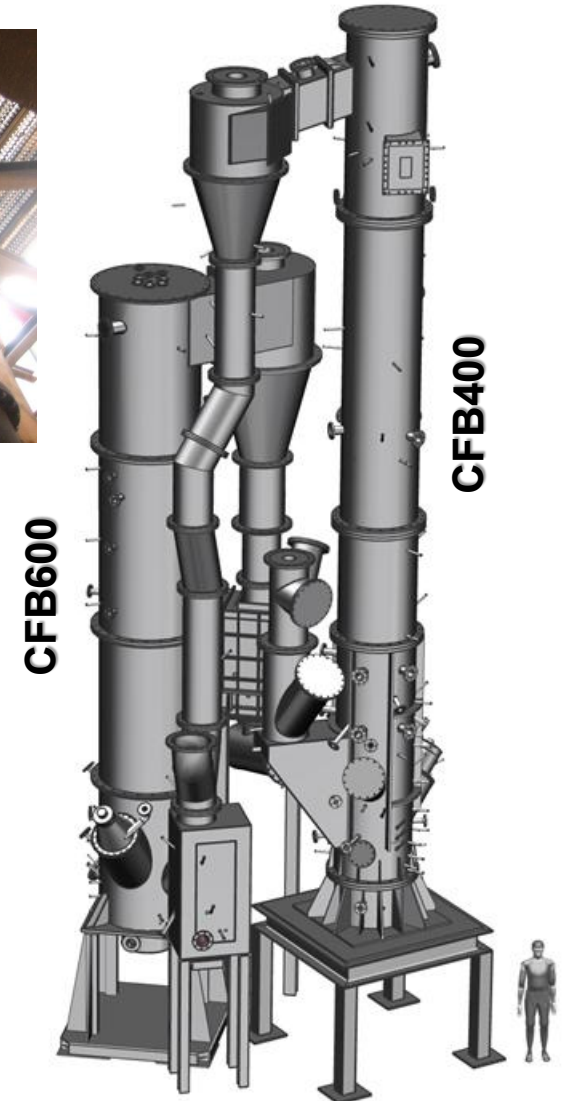
gas cleaning plant

laboratory

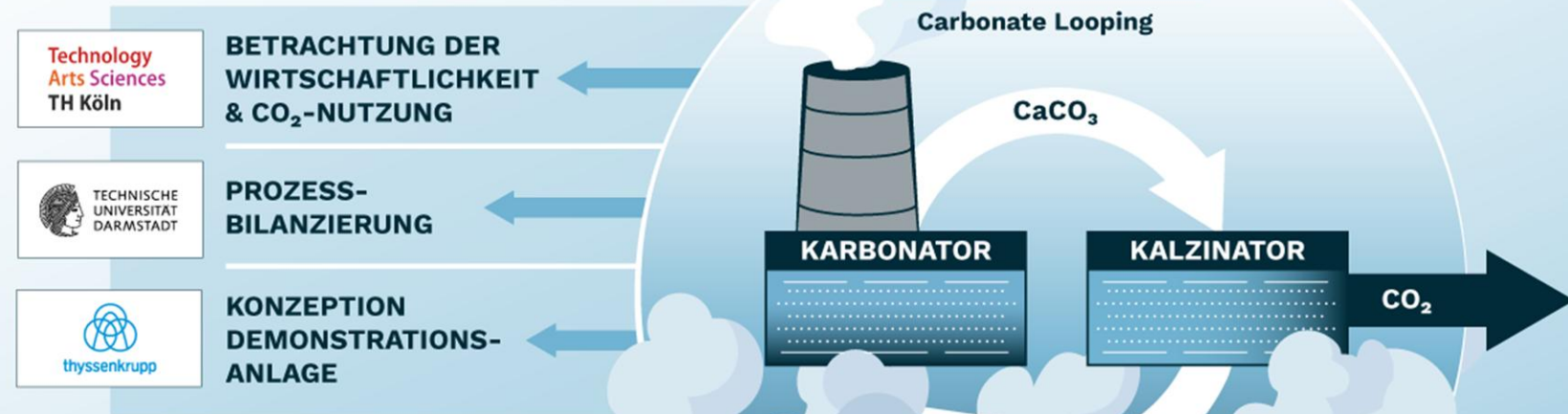
synthesis test rig

CARBONATE LOOPING

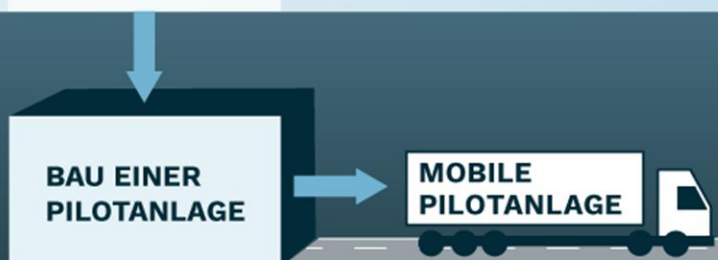
- Technology demonstrated in pilot scale ($\sim 1 \text{ MW}_{\text{th}}$)
- >4500 h operation
- 1700 h in CO_2 capture mode
 - 200 h with propane
 - 700 h with hard coal
 - 600 h with lignite
 - 200 h with waste (SRF)
- up to 97 % CO_2 capture efficiency (in steady-state)
 - ~ 94 % CO_2 absorption in carbonator
 - 100 % CO_2 capture in calciner (oxy-firing)



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



AUSLEGUNG
PILOTANLAGE



COMPARATIVE ASSESSMENT



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

	Material toxicity	TRL	Efficiency drop (incl. compression) [% points]	CO ₂ avoidance costs [€/t CO ₂]
Amine scrubbing	high	9	8.9 ^a	65.4 ^a
Pre-combustion	high	7	8.6 ^a	98.9 ^a
Oxy-fuel combustion	-	7	8.4 ^a	60.8 ^a
Oxy-fired CaL	low	6	6	26.8 ^b
Indirectly heated CaL	low	5	4.3 ^c	22.6 ^c
Chemical looping	low/medium	6	3 ^d	20 ^d

^a CO₂ Capture at Coal Based Power and Hydrogen Plants, IEAGHG report, 2014

^b CALMOD project, 2014

^c Junk et al., Technical and economical assessment of the indirectly heated carbonate looping process, Clearwater Coal Conf, 2015

^d Lyngfelt and Leckner, A 1000 MW_{th} Chemical-Looping Combustor for solid fuels – discussion of design and costs, 3rd Int. Conf. Chemical Looping, 2014

Dr. Jochen Ströhle

Energy Systems and Technology

Email: jochen.stroehle@est.tu-darmstadt.de

Phone: +49 6151 16 23003

Otto-Berndt-Str. 2, 64287 Darmstadt / Germany

www.est.tu-darmstadt.de

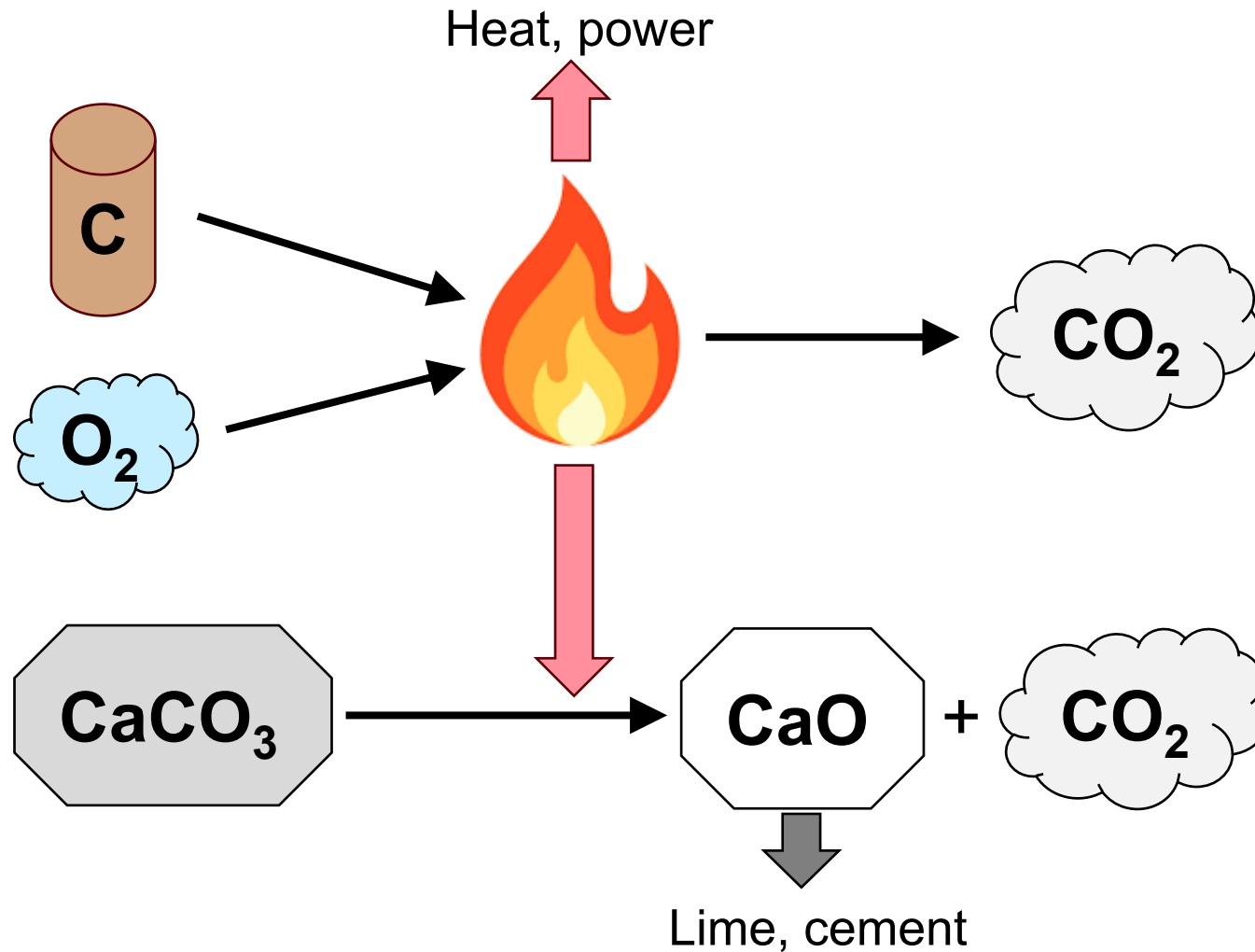


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

THANK YOU



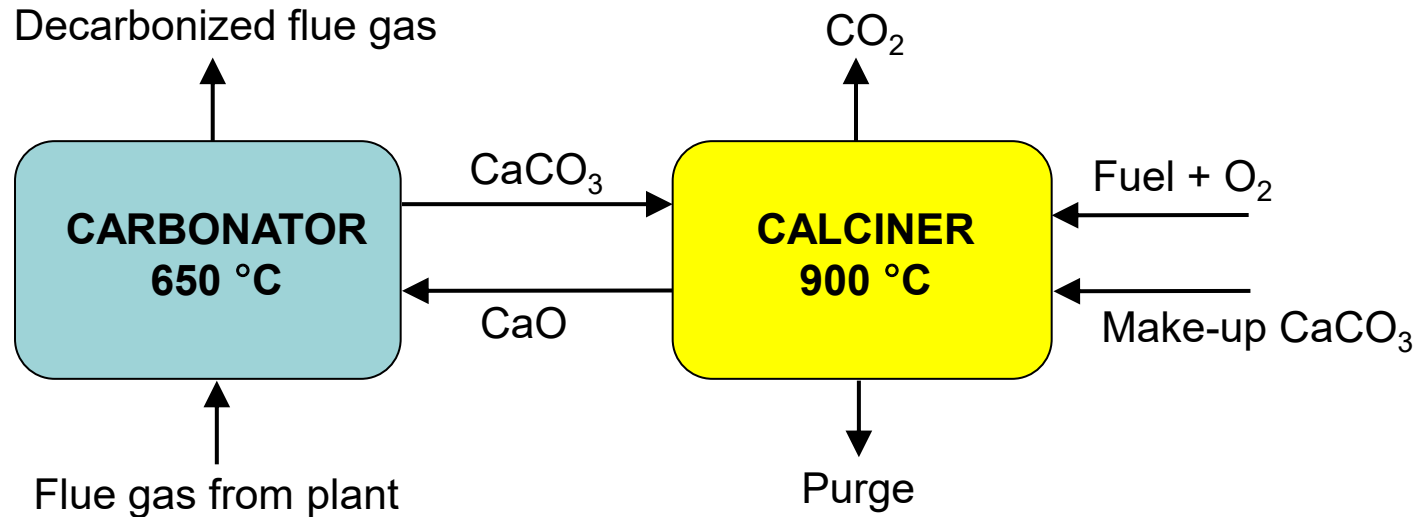
CO₂ FORMATION



Combustion emissions

Process emissions

CARBONATE LOOPING



- Heat for calciner supplied by fuel + oxygen (→ energy penalty for ASU)
- Increase of electrical capacity of the plant by ~50-80 %
- Low efficiency drop (~6 % points, incl. CO₂ compression)



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Impuls CO₂-Transport

VNG AG / ONTRAS Gastransport GmbH

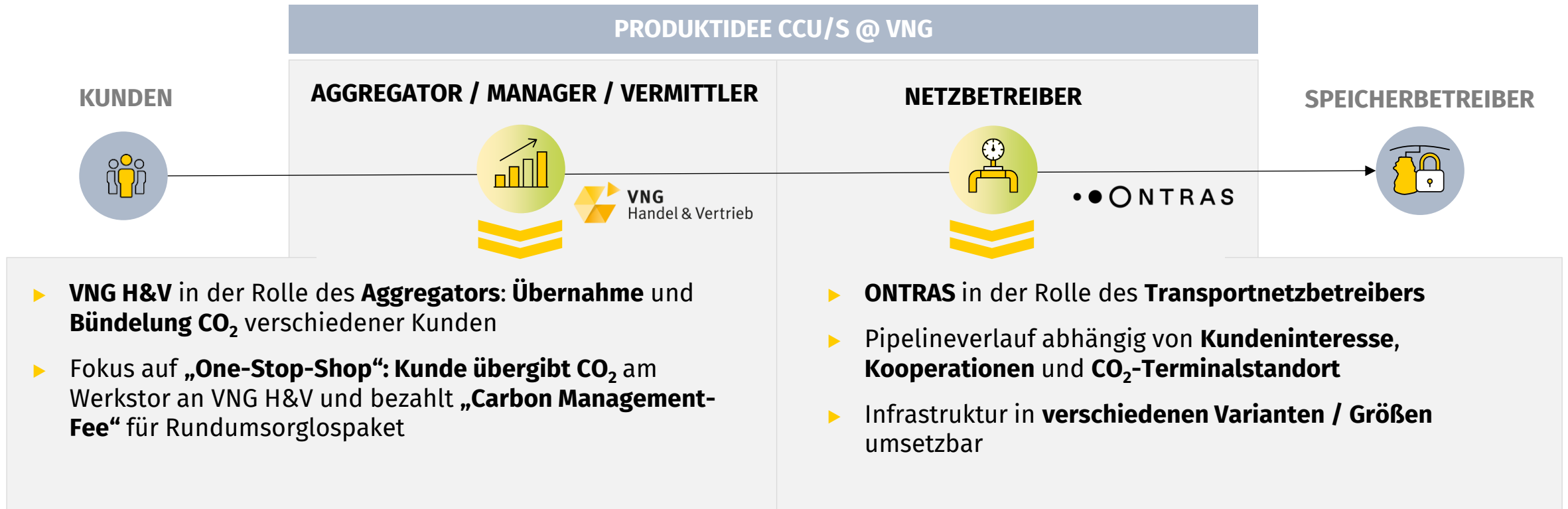


CO₂-TRANSPORT

Carbon Management Sachsen-Anhalt: Wissenschaft, Forschung und Industrie vernetzen
Magdeburg, 20. November 2025

VNG PRÜFT DIE UMSETZBARKEIT EINER CCU/S-WSK

Business Cases für VNG grundsätzlich vorstellbar - vorbehaltlich der Gelingensbedingungen

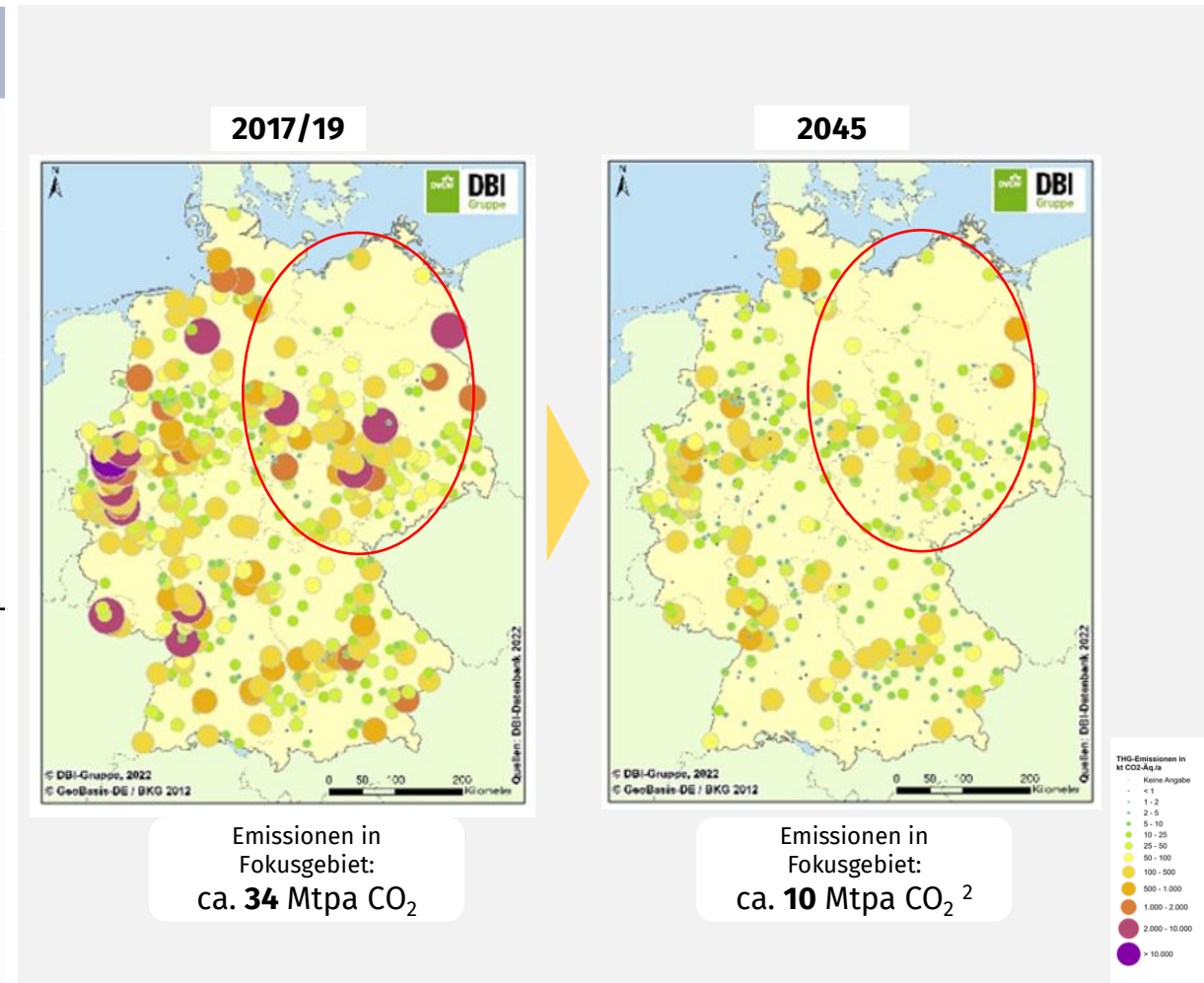


¹ Disclaimer: Unklar, ob und wann ein CO₂-Backbone Netz politisch forciert wird.

LANGFRISTIGES CCU/S-POTENTIAL EMITTENTEN

Unvermeidbare und negative Emissionen im relevanten Fokusgebiet¹ von mindestens 10 Mio. t CO₂ / Jahr

Industrie	Mengen (im Fokusgebiet) ¹	Erläuterungen
 Typ 1.1: CMS² - Zement		Schwer und zum größten Teil unvermeidbare Emissionen – keine Alternative zu CCU/S
 Typ 1.2: CMS – Kalk	2020: 11,8 Mtpa 2045: 8,8 Mtpa	Schwer und zum größten Teil unvermeidbare Emissionen – keine Alternative zu CCU/S.
 Typ 1.3: CMS – MVA		Unvermeidbare Emissionen – keine Alternative zu CCU/S, ca. 50 % biogene (Negativ-)Emissionen
 Typ 3: Biogen	2020: 2,5 Mtpa 2045: 2,5 Mtpa	Biomassekraftwerke mit Negativemissionen, Biogas/methan-Anlagen
 Typ 4: Petrochemie	2020: 10,4 Mtpa 2045: 0,7 Mtpa	Grundstoffchemie & Raffinerien: CCS als Übergang – Perspektivisch CO ₂ -Bedarf (CCU)
 Typ 5: Stahl & Sonstige	2020: 11,5 Mtpa 2045: 0,8 Mtpa	Wirtschaftlicher Wettbewerb zwischen Strom, H ₂ und CCS. Ca. 5-10% sind schwer vermeidbar.
 Typ 2: (Gas-) Kraftwerke³	2020: 12,1 Mtpa 2045: 0 Mtpa	Gaskraftwerke mit Wettbewerb zwischen H ₂ und CCS. Kohlekraftwerke mit CCS-Verbot.



¹ Fokusgebiet: Neue Bundesländer + Teile Niedersachsens | Menge beinhaltet alle Emittenten > 100.000t CO₂/a

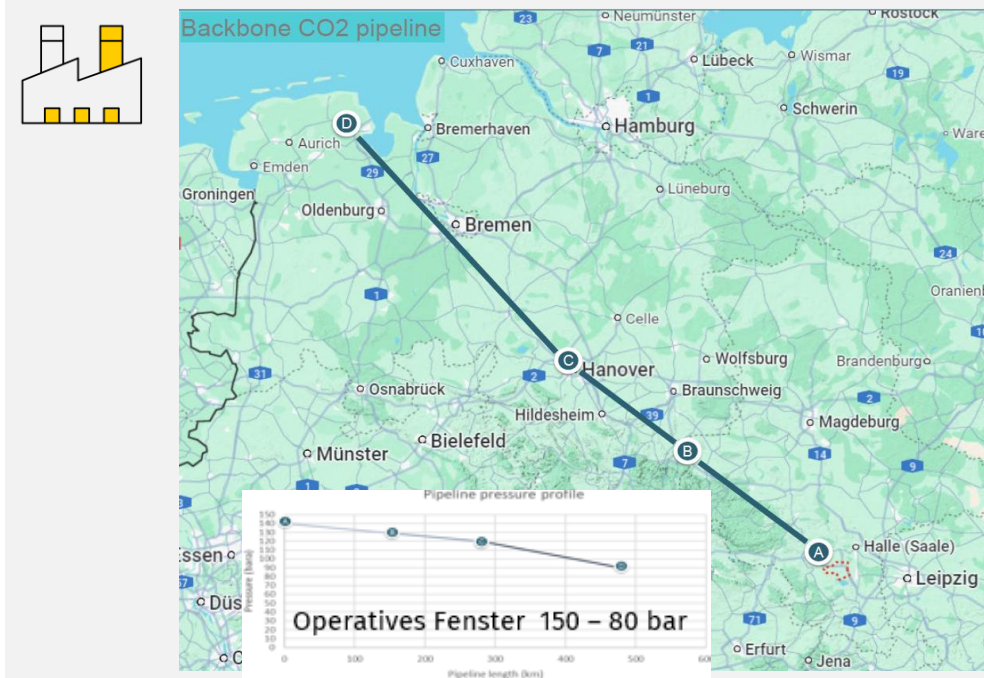
² CMS = Entwurf Carbon Management Strategie | adressiert insbesondere Zement- und Kalkindustrie und Müllverbrennungsanlagen

³ Kraftwerke kein Bestandteil der quantitativen sowie grafischen Darstellung

CO₂-PIPELINETRANSPORT

Fernleitung ausreichend für Kundenbedarf von ca. 10 Mio.t CO₂ / a – flüssiger CO₂-Transport

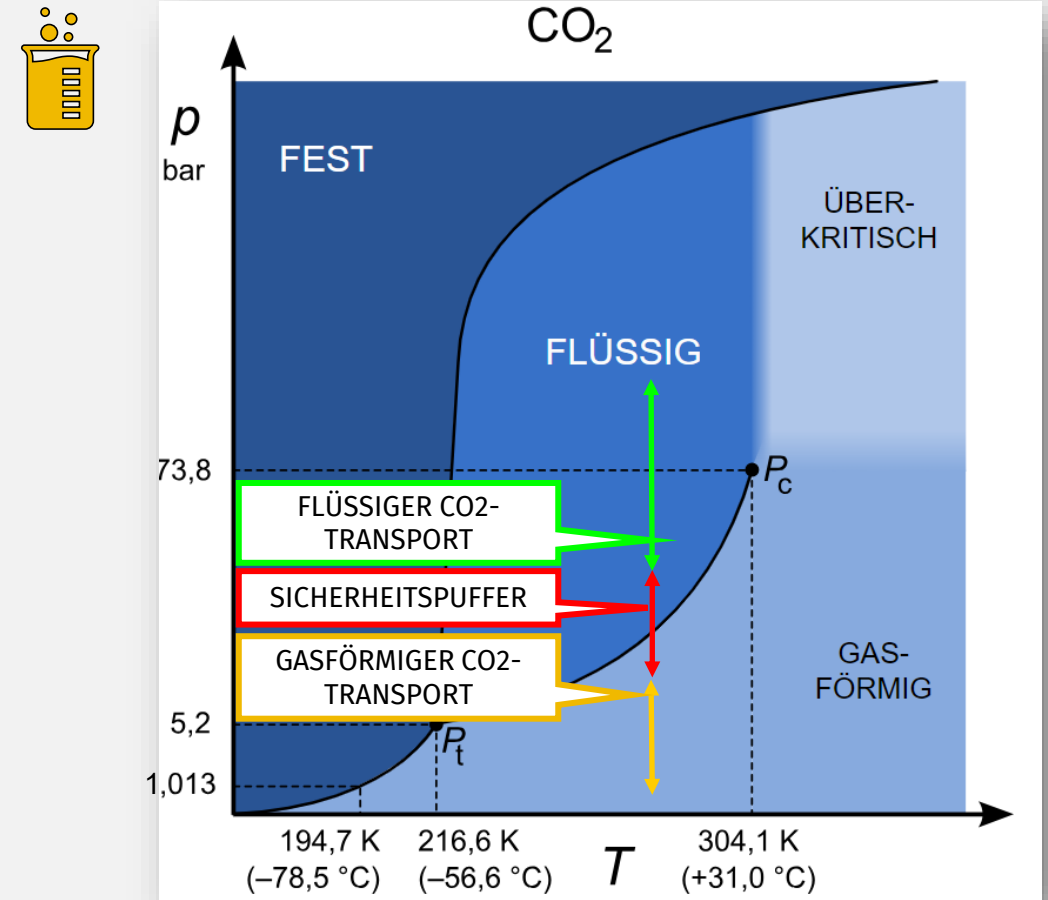
Potenzieller Pipelineverlauf



Erläuterungen

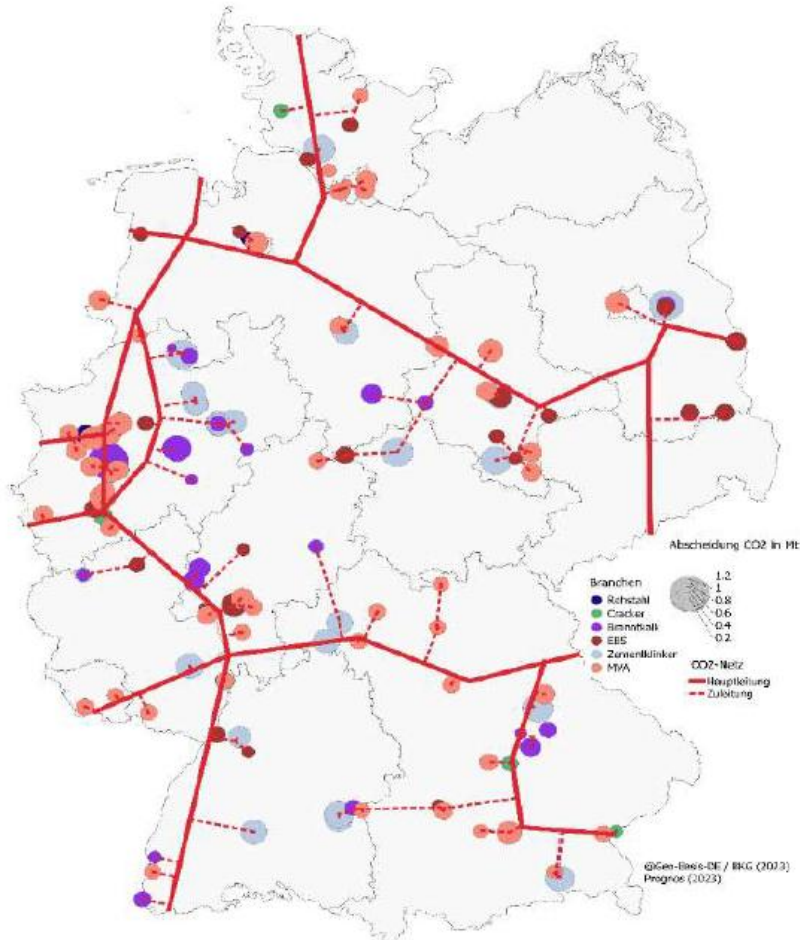
- Transport größerer Mengen wirtschaftlich zwingend in dichter Phase
⇒ **Neubau**
- 10 Mtpa Transport Leuna bis Wilhelmshaven ohne Zwischenverdichtung möglich ⇒ **Minimierung OPEX und CAPEX**
- Kapazitätserhöhung möglich ⇒ **zusätzliche Kompression**

CO₂ - Aggregatzustand



CO₂-INFRASTRUKTUR

Logistische Optionen für den CO₂-Infrastrukturaufbau in Deutschland



Quelle: Entwurf Carbon Management Strategie (2023)

CO₂ – Transportmittel für 1 Mtpa

PIPELINE



1 Pipeline

BINNENSCHIFFE



250
Binnenschiffe
(0,7 pro Tag)

ZUG



600
Zugladungen
(1,7 pro Tag)
Je 30 Waggons

TANKWAGEN



50.000
Tankwagen
(137 pro Tag)

Erläuterungen

- ▶ **Kundenzentrierter Pipelineverlauf**
- ▶ Transportnetz in flüssiger Phase ⇒ **Neubau erforderlich**
- ▶ Sammelnetz denkbar in gasförmiger Phase ⇒ **Umwidmungen theoretisch möglich**
- ▶ Früheste CO₂-Pipeline aktuell **2034** (8 Jahre nach Verabschiedung des KSpTG und FID)
- ▶ **Bahntransport als mögliche logistische Brücke** bis zum Aufbau des Pipelinenetzes in Überlegung

RECHTLICHE, TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE GELINGENSBEDINGUNGEN

CCUS muss politisch gewollt und Produkte müssen wettbewerbsfähig sein



Quelle: Bundeskartellamt (2025)



- ▶ **Sicherheit bei Zeitrahmen**
- ▶ Zeitverlust von fast **einem Jahr** aufgrund kartellrechtl. Prüfung der Kooperationsmöglichkeit zwischen Ontras – OGE



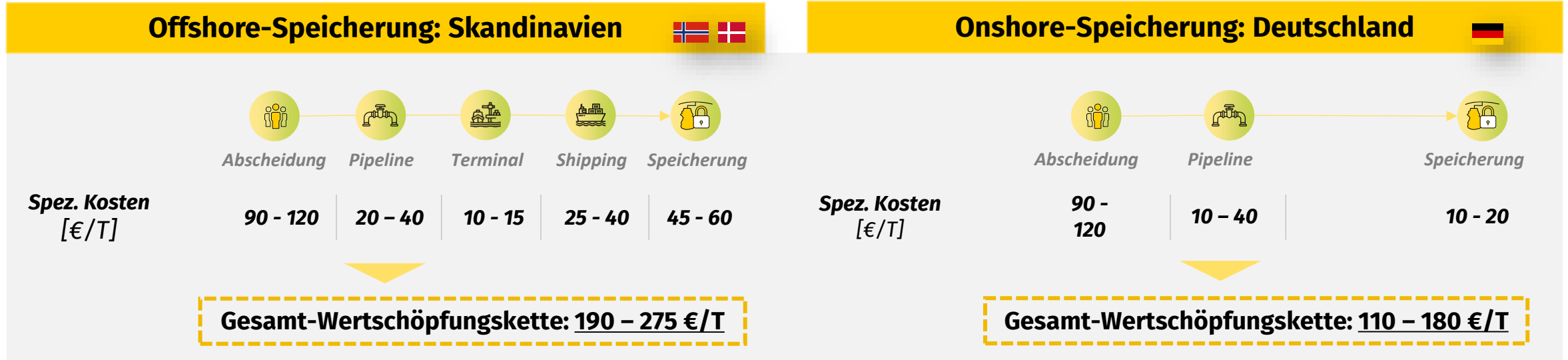
- ▶ Verabschiedung des **KSpTG** und **Carbon Management Strategie des Bundes**
- ▶ **Hohe-See-Einbringungsgesetz & Ratifizierung Art. 6 London Protokoll**



- ▶ **De-Risking** durch **staatliche Absicherung**
- ▶ **Kapitalmarktfähiger Finanzrahmen**
- ▶ **Planungssicherheit & langfristige Kapazitätzusagen der Marktpartner**
- ▶ **Wirtschaftlich tragfähige Entgelte** in der Hochlaufphase
- ▶ **First-Mover-Entlastungen**
- ▶ **Regionale Cluster-basierte Ansätze**
- ▶ Geringere Emittendendichte in Ostdeutschland – **Abfederung notwendig** (beispielsweise baubezogene CAPEX-Förderung)

KOSTEN CCS-WERTSCHÖPFUNGSKETTE

Onshore-Speicherung bietet Kosteneffizienz und Wettbewerbsfähigkeit für deutsche Industrie



Erläuterungen

- ▶ Umfangreiche geologische Onshore-Speicherpotenziale in Deutschland, die sich über den Großteil Norddeutschlands erstrecken
- ▶ Kosten für Pipeline-Transport hängen stark davon ab, ob eine Speicherstätte in direkter Nähe zum Emittenten entsteht oder CO₂ bis zur Küste transportiert wird

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Dr. Kai Schulze

VNG AG

Fachgebietsleiter F&E / Technik

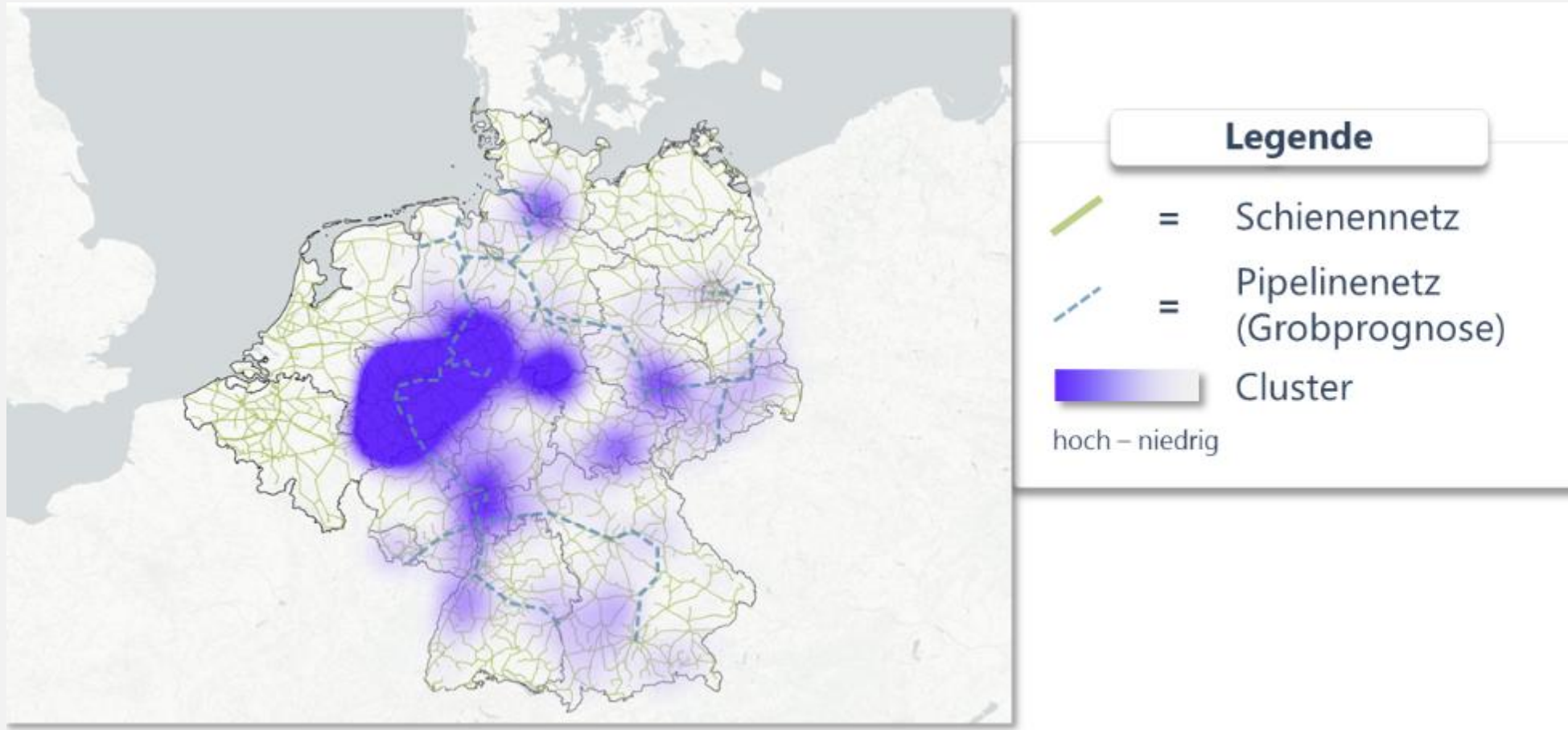
Projektleiter Carbon Management

✉ kai.schulze@vng.de



BAHNTRANSPORT ALS MÖGLICHE LOGISTISCHE BRÜCKE

...und mögliche wirtschaftlichste Lösung für isoliertere CO₂-Emittenten



Quelle: [Vekehrsforum \(2024\)](#)



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Impuls CO₂-Nutzung

Dr. Patrick Le Clercq,

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)



CO₂ Nutzung Technologieplattform Power-to-Liquid-Kraftstoffe (TPP)

P. Le Clercq, C. Arndt, H. Huck, S. Richter, T. Jänisch, P. Wehle
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Magdeburg, 20. November 2025



Gefördert durch:



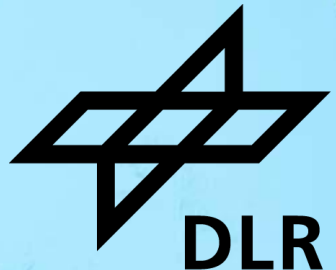
Bundesministerium
für Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Koordiniert durch:

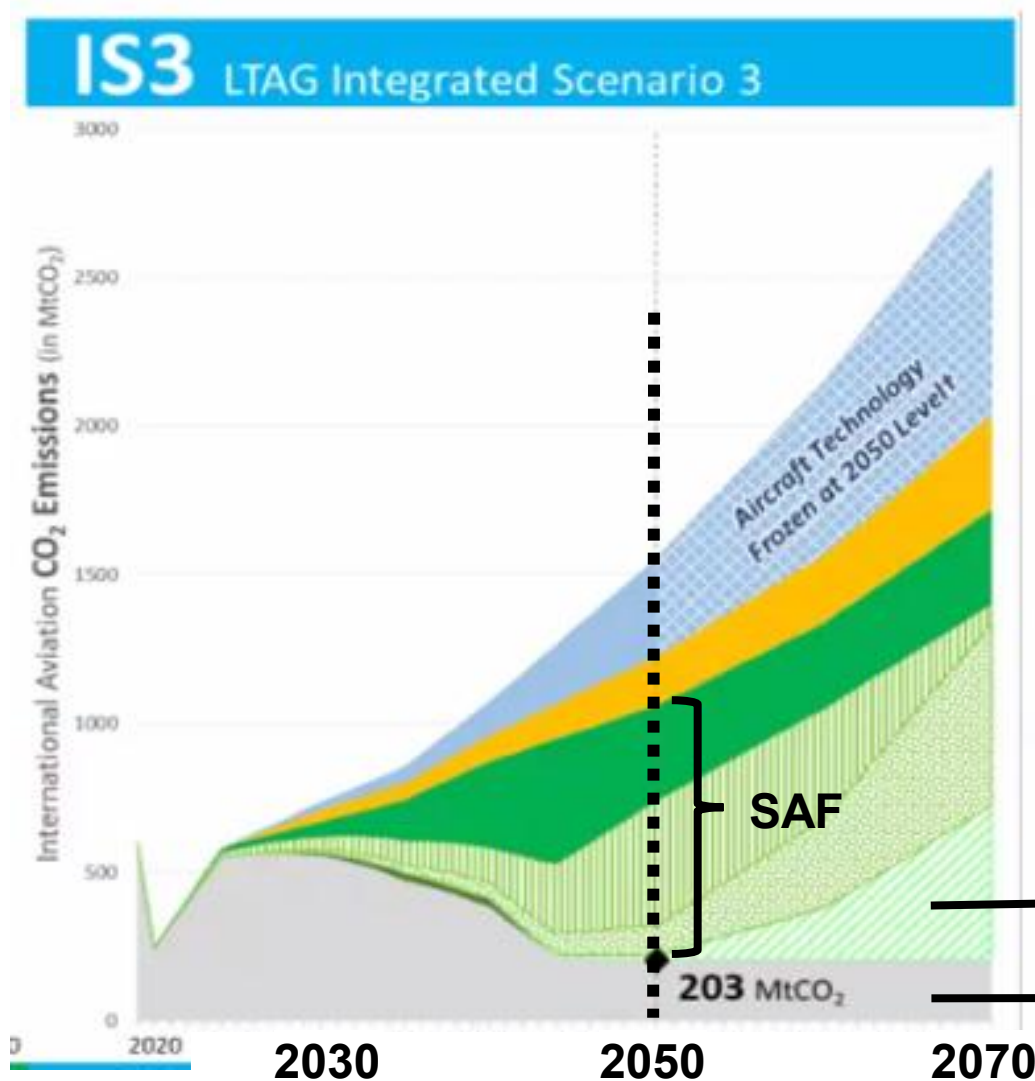


Projektträger:



Klimaneutrale Luftfahrt

Challenge #1: Reduktion von CO₂-Emissionen



Reduzierung gegenüber dem Referenzszenario in 2050

21% Flugzeug Technologie

11% Luftverkehrsoperationen

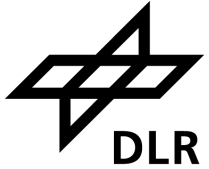
55% Kraftstoff

Non drop-in fuels:
Kryogen Wasserstoff

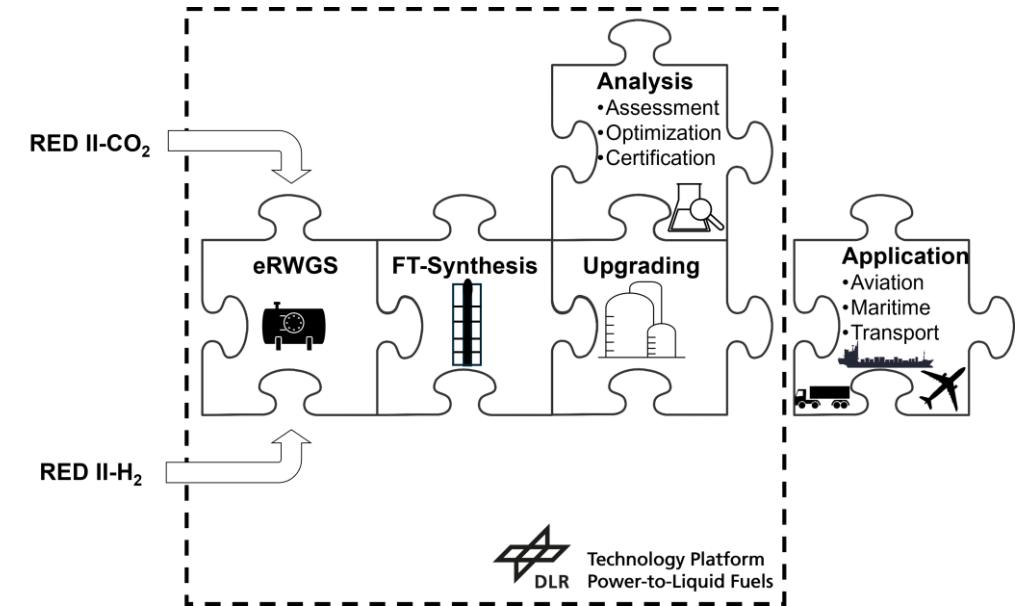
VERORDNUNG (EU) 2021/1119. Artikel 1
Klimaneutralität bis zum Jahr 2050

13% Aktive Abscheidung
aus der Atmosphäre

Technologieplattform Power-to-Liquid-Kraftstoffe (TPP)



- Entwickeln, erforschen und erproben der Herstellung und Anwendung von PtL-Kraftstoffen im semi-industriellen Maßstab
- Demonstrationsanlage (2.500 t/a) für die gesamte Prozesskette – von erneuerbaren, RED-II konformen Quellen (CO_2 und H_2) bis zum normkonformen Treibstoff
- Unterstützung der Wissenschaft und Industrie bei der Technologie-Entwicklung und -Skalierung (De-Risking)
- Forschung zur Optimierung von Herstellung und Einsatz von PtL-Kraftstoffen
 - Technologie-Skalierung, -Integrierung, -Optimierung
 - Betriebsoptimierung und Kostenreduktion
 - Minimierung von Klima- und Umweltwirkung, Zertifizierung
- Unterstützung des Markteintritts von PtL-Kraftstoffen



Technologieplattform Power-to-Liquid-Kraftstoffe

Ort, Projekt Partner



Chemiestandort
Leuna



Projekt Teilnehmer

TOPSOE

Technology provider
eRWGS and upgrading

sasol



Technology provider
Fischer-Tropsch-Synthesis

GRIESEMANN
GRUPPE

Engineering, Procurement and
Construction Contractor (EPC)

**DREES &
SOMMER**

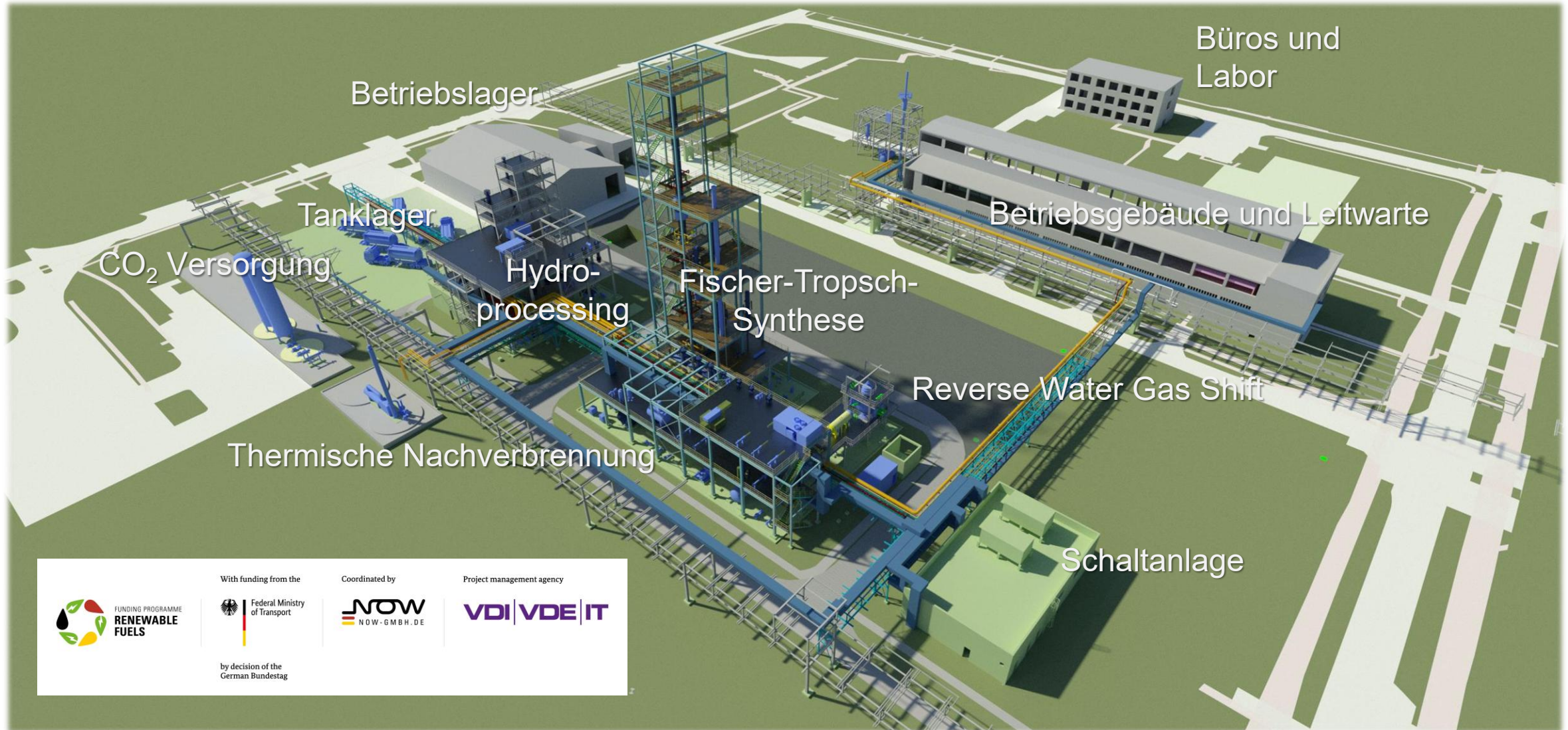
Owner's Engineer

TUHH

Scientific advisor

Inbetriebnahme: Q4 2027

TPP 3D Model



DACCU – Direct Air Capture and CO₂ Utilization

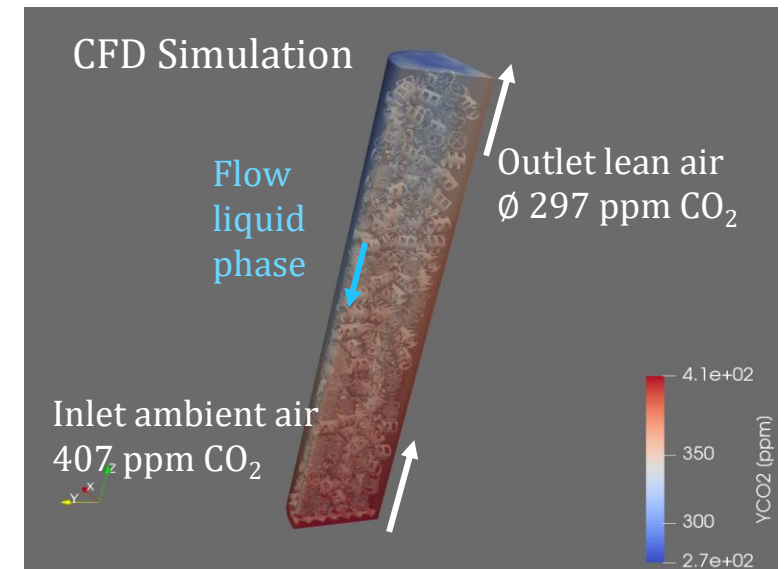
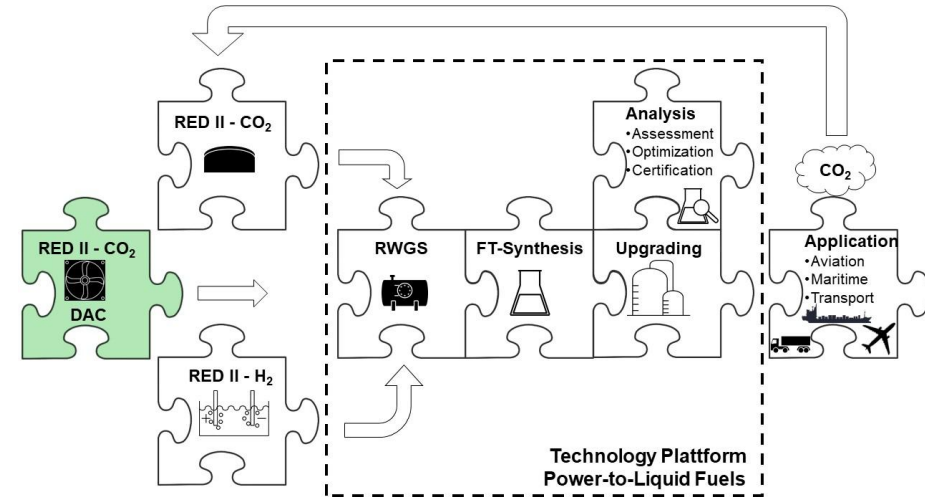
Zukünftige DAC Integration an die TPP:

- Wärme, Wasser, Strom, Analytik ...
- Abdeckung von Teil- oder Gesamtbedarf CO₂
- Bisher keine Technologie ausgewählt.

→ Nicht Teil der Förderung zur Errichtung der TPP

Forschungsarbeit

- DAC-System: Optimierung der Energieeffizienz mit Prozess-Simulation
- Projekt DAC-BW: Sub-Prozesse Optimierung (Absorption, Desorption, Luftkonditionierung ...) mit 3D CFD Simulation



TECHNOLOGIEPLATTFORM POWER-TO-LIQUID-KRAFTSTOFFE (TPP)

Das Projekt "Technologieplattform Power-to-Liquid-Kraftstoffe (TPP)" wird im Rahmen des Gesamtkonzepts Erneuerbare Kraftstoffe mit ca. 130 Mio. Euro durch das Bundesministerium für Verkehr gefördert.

Der wettbewerbliche Förderaufruf "Errichtung und Betrieb einer Entwicklungsplattform für Power-to-Liquid-Kraftstoffe" wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH umgesetzt.



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

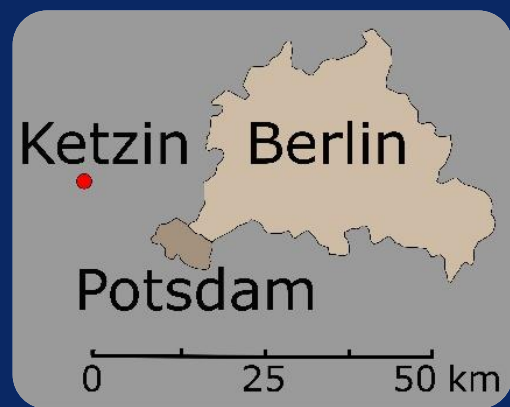
Impuls CO₂-Speicherung

Dr. Cornelia Schmidt-Hattenberger,
GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung



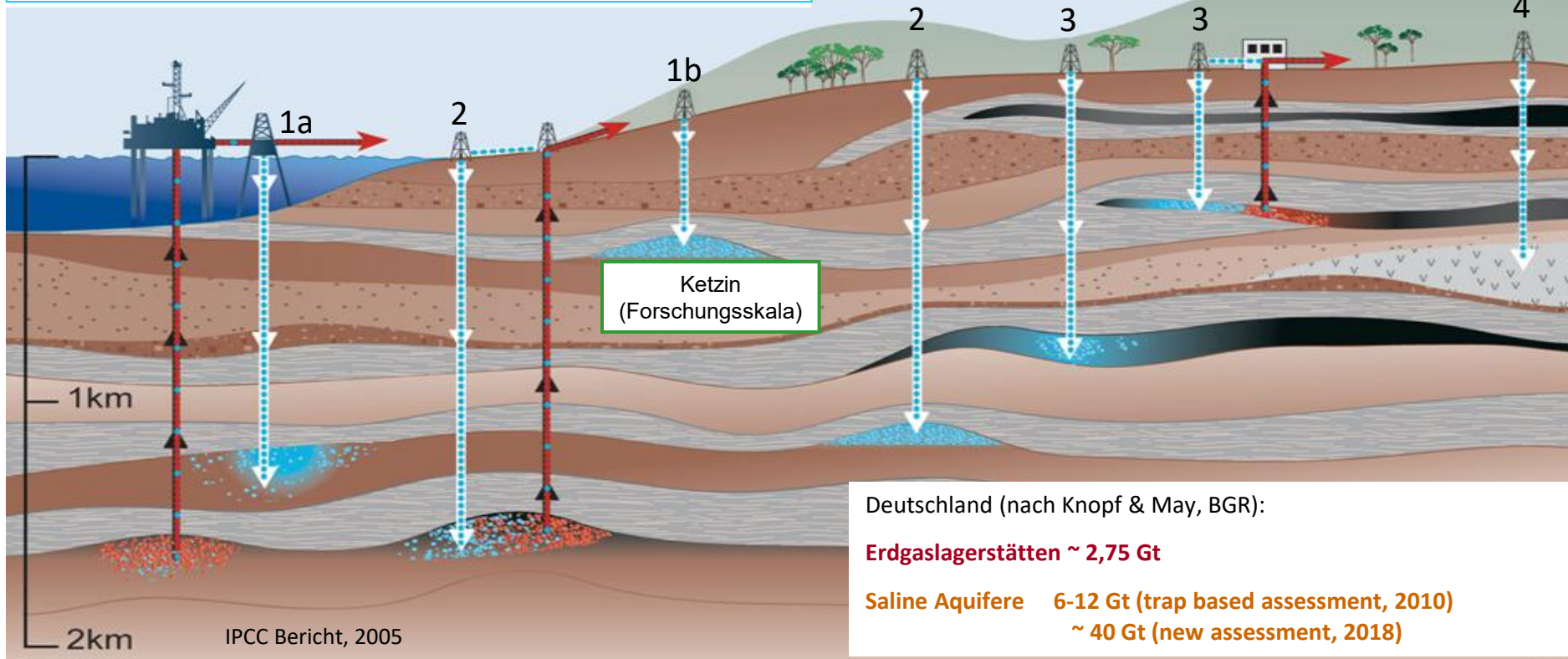
Pilotstandort Ketzin in Brandenburg – das erste europäische CO₂-Speicherprojekt an Land

Cornelia Schmidt-Hattenberger & Ketzin Team
AG Geologische Speicherung



Möglichkeiten geologischer CO₂-Speicherung

- 1 **Tiefe Salzwasser führende Grundwasserleiter** (Aquifere)
(a) untermeerisch, (b) kontinental
- 2 Ausgeförderte **Öl-** und **Erdgaslagerstätten** mit der Option der Steigerung der Öl- und Gasförderung durch CO₂-Einspeisung
- 3 Nicht abbaubare **Kohleflöze** mit der Option der Steigerung der Flözgasgewinnung durch CO₂-Einspeisung
- 4 **Basalte**

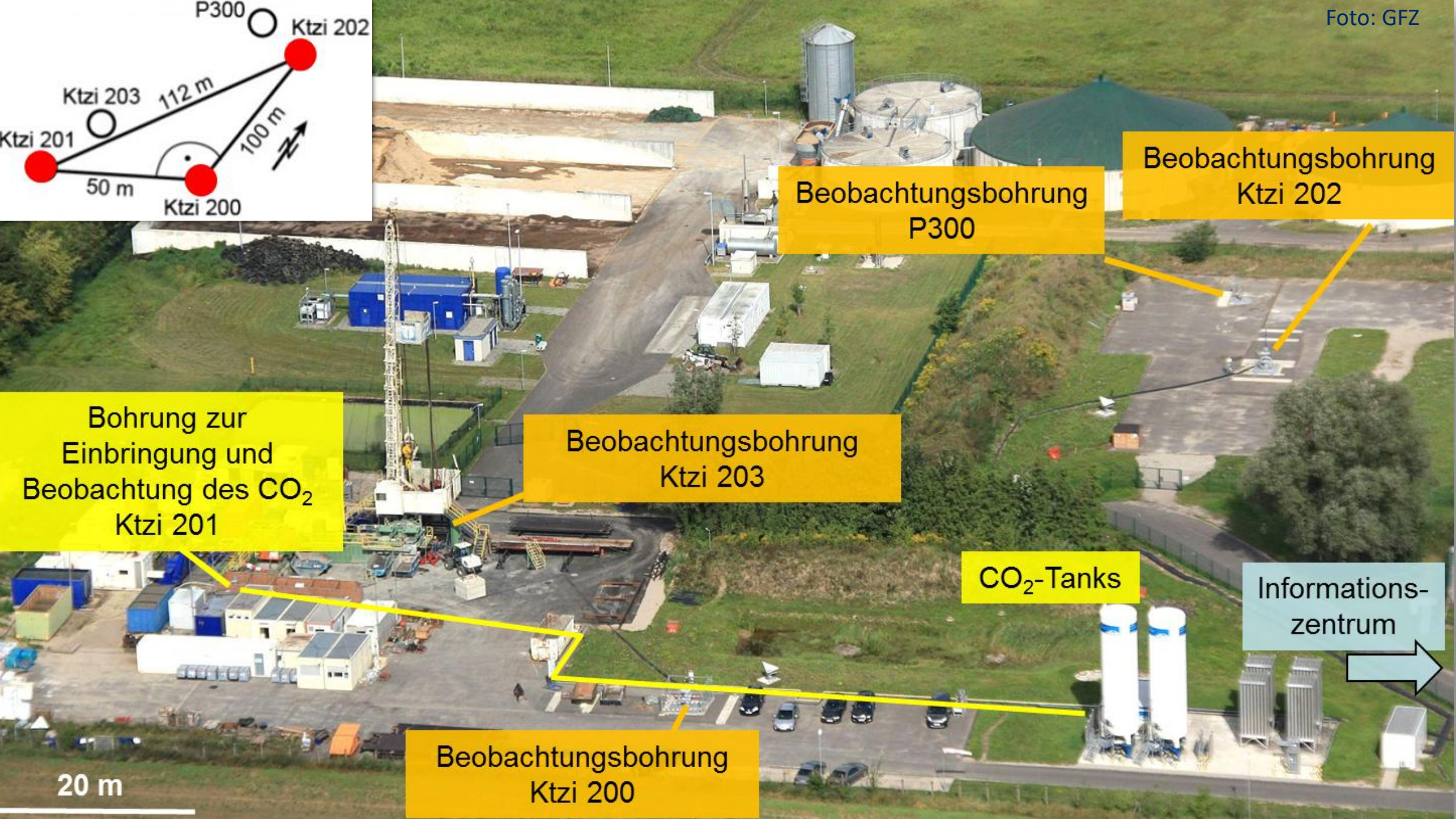
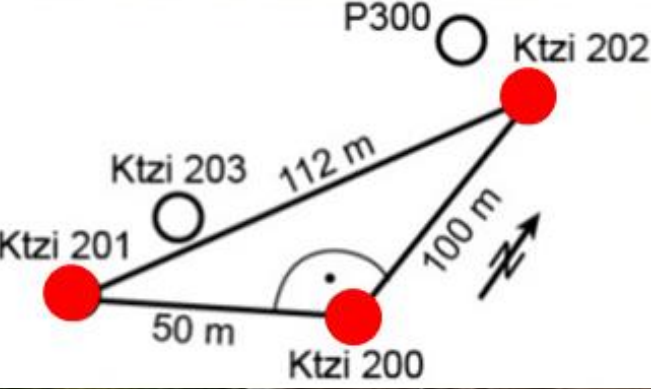


National und international:

Tiefe Salzwasser führende Grundwasserleiter (**saline Aquifere**) besitzen größtes Speicherpotenzial

Luftbild vom Pilotstandort Ketzin





Beobachtungsbohrung
P300

Beobachtungsbohrung
Ktzi 202

Bohrung zur
Einbringung und
Beobachtung des CO₂
Ktzi 201

Beobachtungsbohrung
Ktzi 203

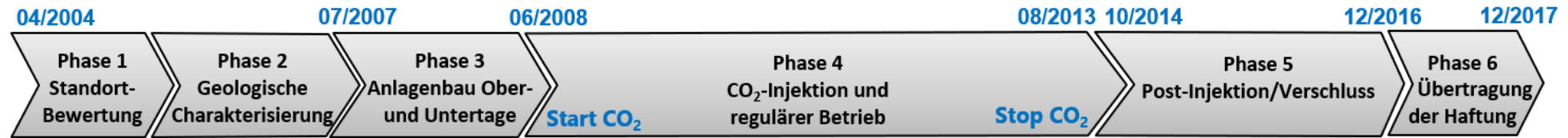
CO₂-Tanks

Informations-
zentrum

Beobachtungsbohrung
Ktzi 200

20 m

Leitdokumente und Vorschriften begleiteten den Lebenszyklus des Ketzin-Projekts (2004-2017)



- Die CO₂-Injektion erfolgte **2008** nach **bergrechtlicher Genehmigung** unter Aufsicht des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) Brandenburg
- Lebenszyklus der Speicherstätte gemäß dem Leitfaden GD3 der **CCS-Richtlinie 2009/31/EU**, der drei wichtige Kriterien für die langfristige Konformität und den Übergang der Haftung definiert:
 1. **Es ist keine Leckage feststellbar**
 2. **Die beobachtete Ausbreitung des gespeicherten CO₂ verhält sich entsprechend der Modellprognose**
 3. **Das Verhalten des Speichers weist eine Langzeitstabilität aus**
- Die nationale Umsetzung des CO₂-Speichergesetzes **KSpG** erfolgte **2012**
- Speicher-Verschluss gemäß **Clausthal-Richtlinie** "Richtlinie des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld über das Verfüllen auflässiger Bohrungen" vom 29. Juli 1998-20.1-3/98-B III d 1.2-IV in **2017**.

Das multi-disziplinäre Monitoringkonzept in Ketzin

Reservoir: Saliner Aquifer, Sandsteinschicht der Stuttgart Fm. (Obere Trias), Porosität ~26% ; Permeabilität ~100 mD

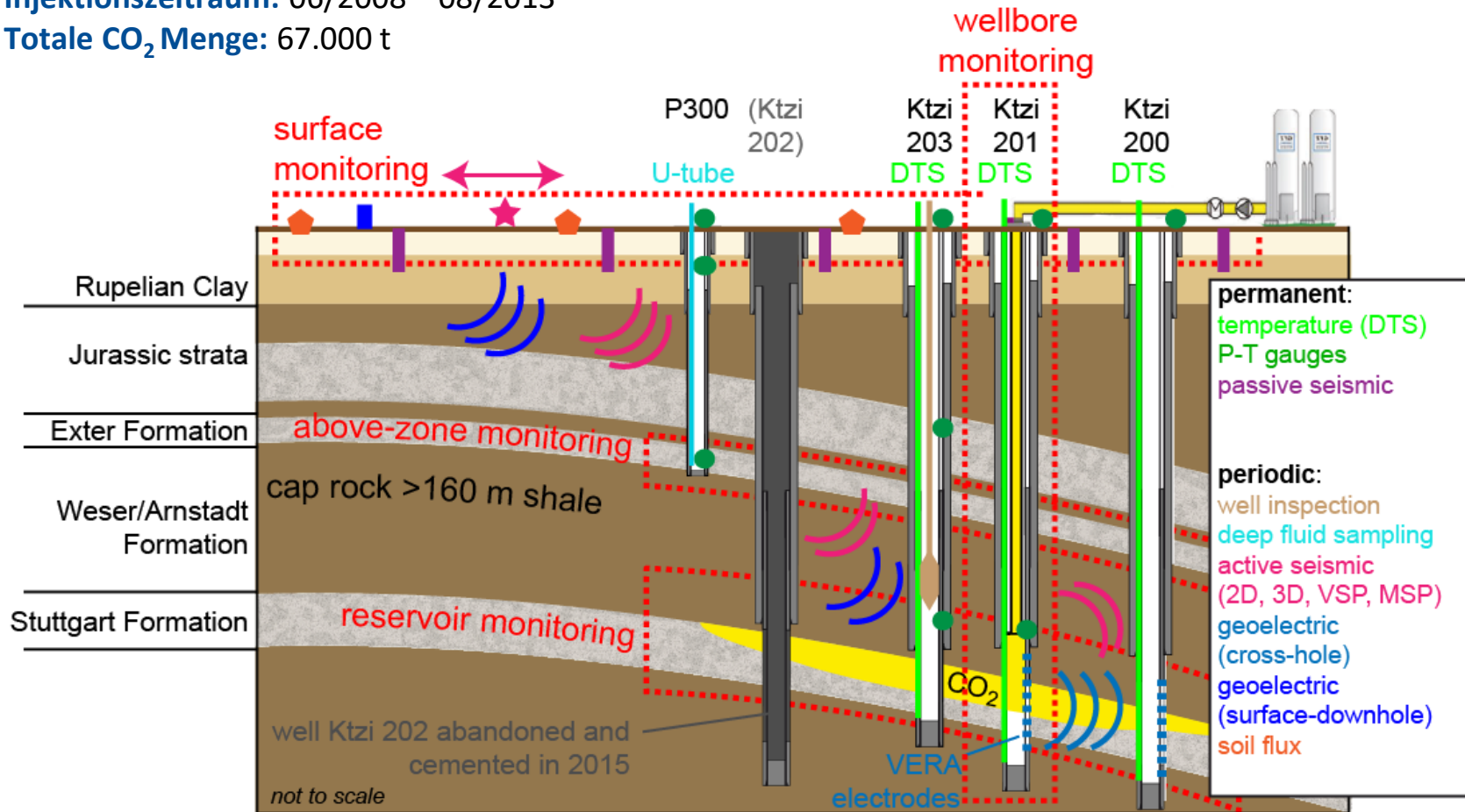
Tiefe des CO₂ Reservoirs: 625 m – 650 m

Injektionszeitraum: 06/2008 – 08/2013

Totale CO₂ Menge: 67.000 t

assurance monitoring

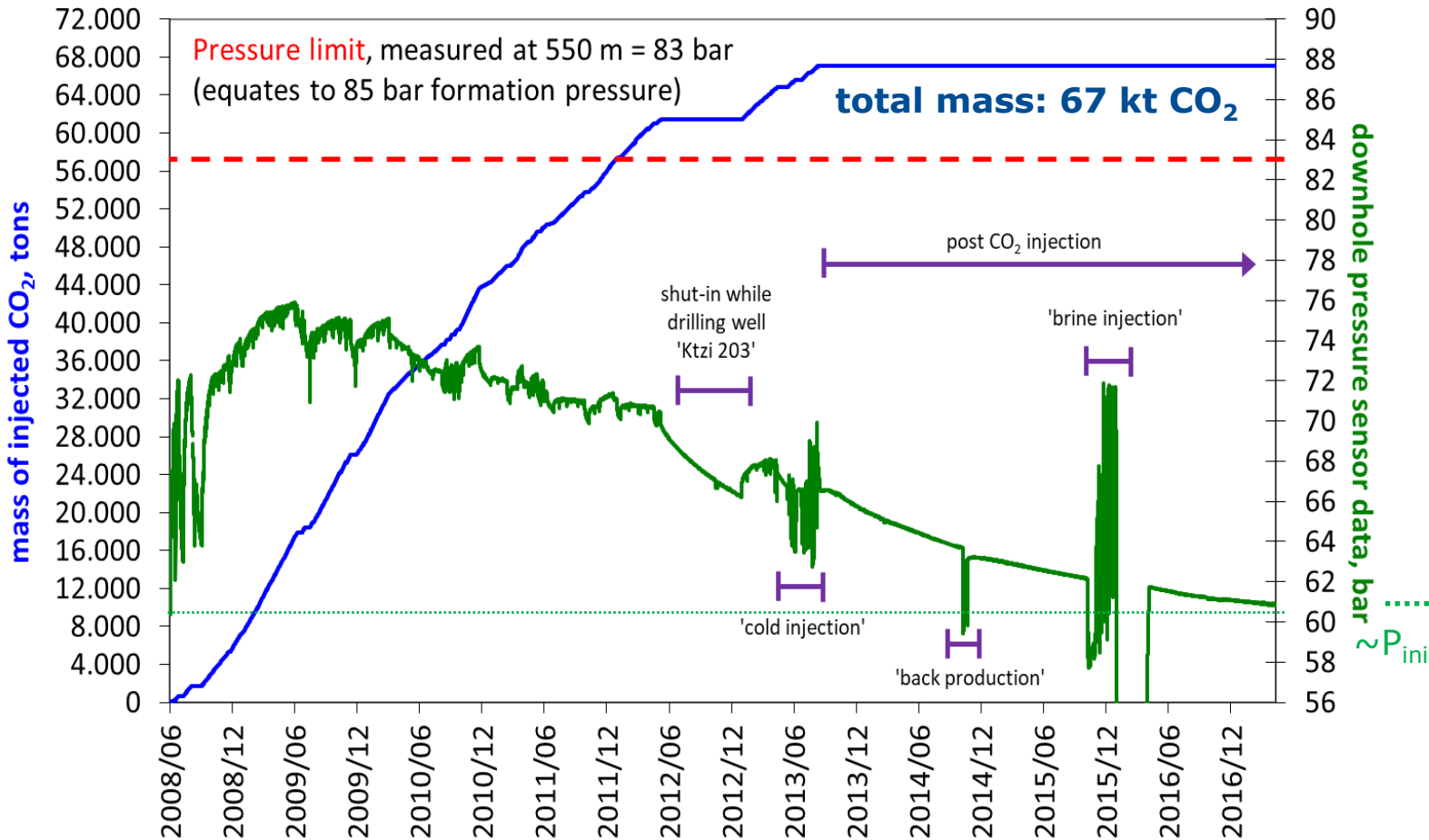
integrity



Auflagen zur Überwachung bei der geologischen Speicherung:

- Feststellung der CO₂-Ankunft an den Beobachtungsbohrungen
- Untersuchung des Ausbreitungsverhaltens der CO₂-Verteilung
- Sicherheitsmonitoring zur Gewährleistung der Dichtigkeit des Speicherkomplexes

Injektionsverlauf und Druckmanagement



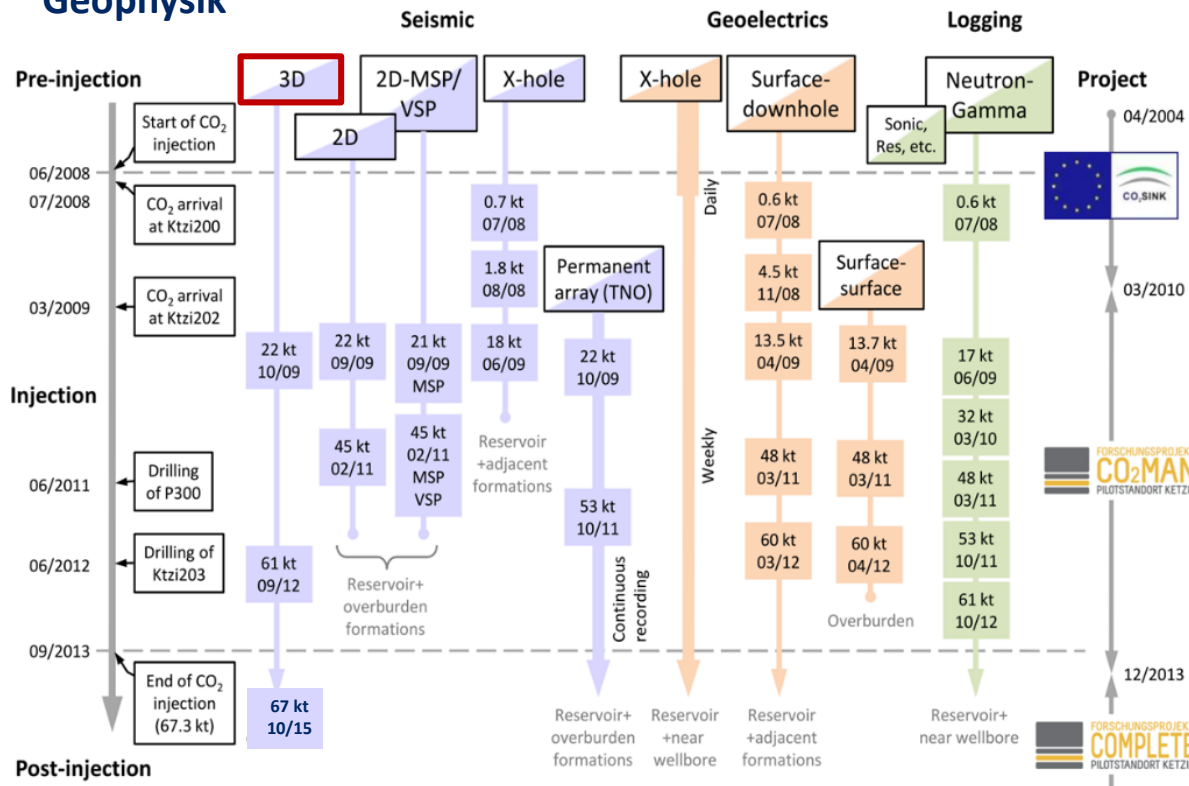
“Ketzin safety case”

Druck-Grenzwert für die CO₂-Injektion
(Verhinderung des Aufreißens der
Gesteinsformation)

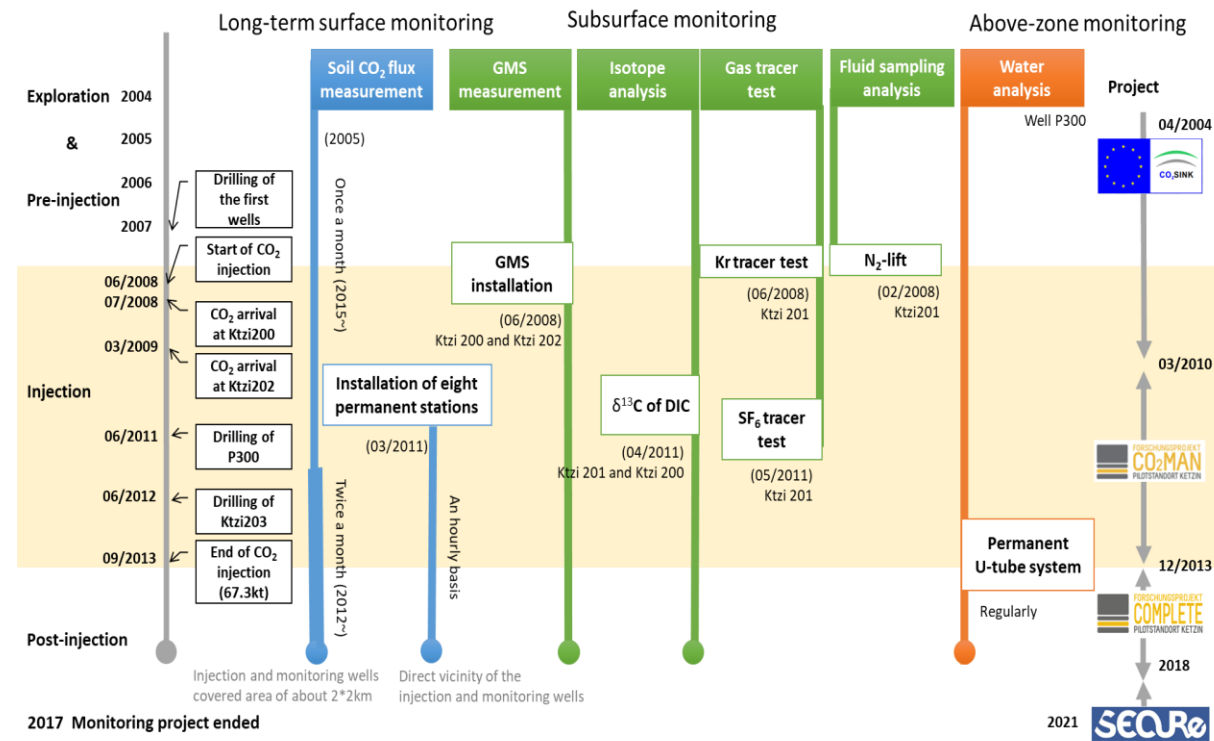
- Gleichmäßiger Injektionsverlauf
- Maximaler Druckanstieg ~16 bar
- Keine sicherheitsrelevanten Vorkommnisse, P unterhalb des Grenzwertes
- Kontinuierlicher Druckabfall nach Injektionsstop ist Indikator für Entwicklung zur Langzeitstabilität

Monitoring-Protokolle der eingesetzten Methoden unterschiedlicher zeitlicher/räumlicher Auflösung (Auswahl)

Geophysik

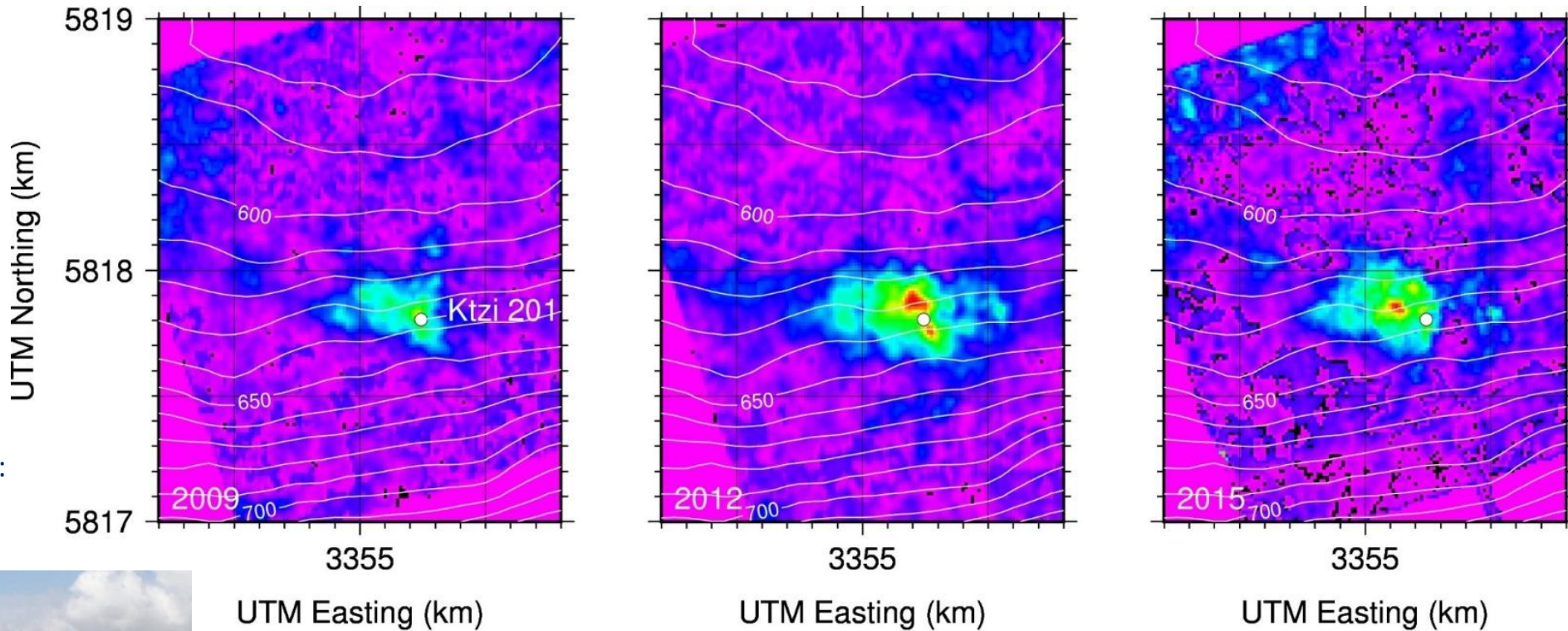


Gasgeochemie



Regelmäßige (halbjährliche) Dokumentation der Ergebnisse für LBGR und Projektträger

Beispiel Geophysik: 3D Seismik-Amplituden in der Speicherschicht zeigen eine stabile CO₂-Verteilung



Seismische Quelle:
VIBSIST-1000
(Vibrometrics)



(Lüth et al., 2015, Huang et al., 2018)

2009 (~23.000 t)

2012 (~61.000 t)

2015 (~67.000 t)
~ 2 Jahre nach Injektionsstop

CO₂-Speicherung für die Öffentlichkeit verständlicher machen

- Regelmäßige Information der lokalen Politiker (wurde bereits vor dem Projektstart begonnen)
- Zusammenarbeit mit örtlichen Schulen und Universitäten
- Wöchentlicher Besuchertag auf dem Testgelände
- Jährlicher Tag der offenen Tür
- Enge Zusammenarbeit mit der Bergbehörde und der Landesregierung

Tag der offenen Tür in Ketzin



Information der allgemeinen Öffentlichkeit



Fotos: GFZ



GFZ Helmholtz-Zentrum
für Geoforschung

Kontakt

cornelia.schmidt-hattenberger@gfz.de

<https://www.co2ketzin.de/>

+49 (0)3316264-1552



Foto: GFZ

Kernbotschaft:

"Auch das Forschungsprojekt in Ketzin (Brandenburg) hat im Demonstrationsmaßstab gezeigt, dass die Speicherung an Land nach Geoforschungszentrum Potsdam *'sicher und verlässlich sowie ohne Gefährdung von Menschen und Umwelt umgesetzt werden'* kann".

Gesetzentwurf der Bundesregierung (Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes), Drucksache 21/1494 vom 08. September 2025 (Begründung | A. Allgemeiner Teil | I. Zielsetzung und Notwendigkeit der Regelungen, S.27),
<https://dserver.bundestag.de/btd/21/014/2101494.pdf>



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Kaffeepause





SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Elevator-Pitches zu aktuellen Forschungsfragen und -projekten zu Carbon Management





Steinbeis
Mediation



**Bürgerbeteiligung
Organisationsentwicklung**
Coaching Prozessbegleitung
Öffentlichkeitsarbeit Teamentwicklung
Mediation in und zwischen Unternehmen
Konfliktberatung

Prof. Barth und Team
Leipzig – Berlin – Stuttgart – Essen – München

GEMEINSAM
FÜR SIE DA



www.steinbeis-mediation.com | www.steinbeis-agentur.de



Steinbeis
Mediation

Mit den Bürgern – für die Bürger

Bürgerbeteiligung bei Infrastrukturvorhaben

Nur ZUSAMMEN können wir Veränderung bewirken!

Prof. Dr. Barth und Team

Hohe Str. 11, 04107 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 22 513 18

patrick.guigli@steinbeis-mediation.com

Unsere Referenzen



**„Die Akzeptanz durch die Bevölkerung
wird für den Erfolg von Infrastrukturprojekten
in Deutschland immer wichtiger.“**

**Die Bürger fordern berechtigt,
frühzeitig und transparent beteiligt zu werden.“**

**Prof. Dr. Gernot Barth,
Leiter IKOME | Steinbeis Mediation**



Steinbeis Bürgerbeteiligungs- Reporte 2023/2025

**Langzeitstudien zu Einstellungen
der Bevölkerung zur Bürgerbeteiligung
bei Infrastrukturprojekten in
Deutschland**



Fotorechte: enviaM-Gruppe

Unser Vorgehen

- **Informell, auf Basis von Interessen**
- **Sorgfältig vorbereiten**
- **Zum richtigen Zeitpunkt**
- **Allparteilich**
- **Konsensorientiert**
- **Transparent**

FRÜHEZEITIGE BÜRGERBETEILIGUNG



- Prozessbeschleunigung
- Vertrauensaufbau
- Konfliktreduktion
- Kostenreduktion

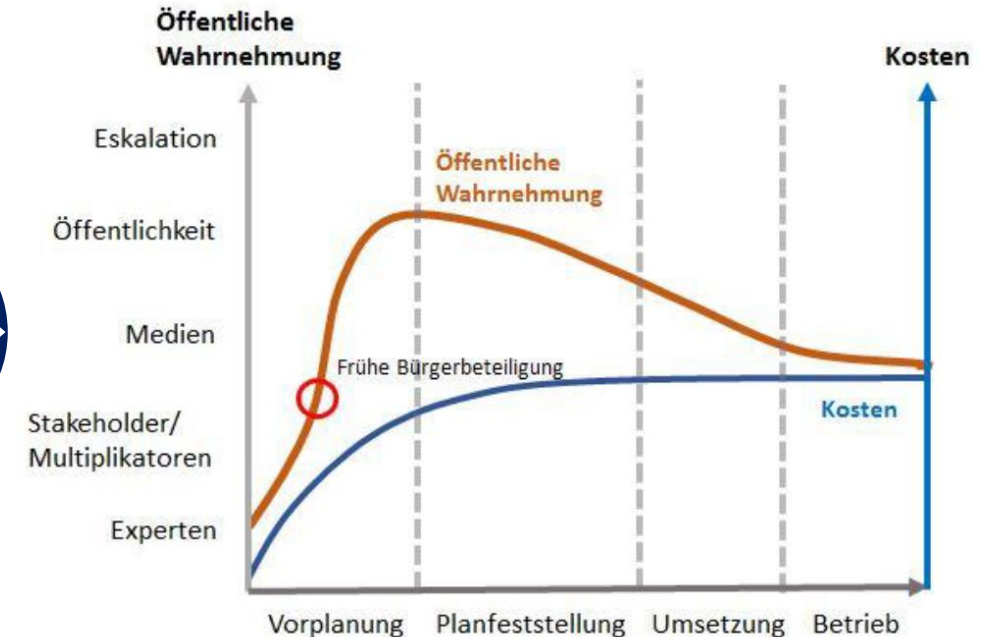
Ohne und späte Bürgerbeteiligung

Gefahr von Eskalation und Kostenexplosion



Mit früher Bürgerbeteiligung

Differenzierte Wahrnehmung, steuerbare Kostenentwicklung



Korrelation von öffentlicher Wahrnehmung und Projektkosten mit und ohne Bürgerbeteiligung (vgl. VDI-Richtlinie 7001 „Kommunikation und Öffentlichkeitsbeteiligung bei Bau- und Infrastrukturprojekten“); aus: Brettschneider, F.;

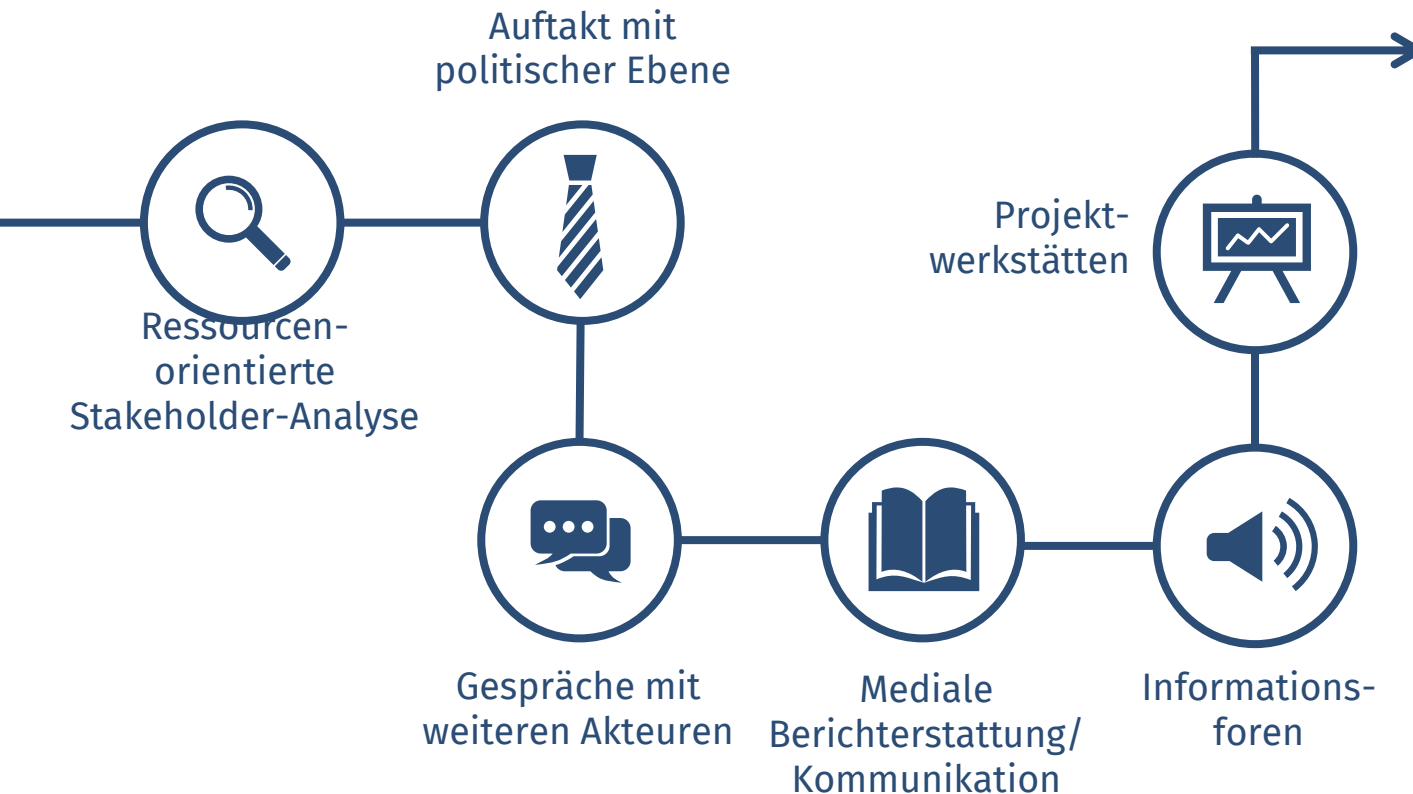
Müller, U.: Vorhabenträger auf dem Weg zu gesellschaftliche tragfähigen Lösungen. Dialogorientierte Kommunikation bei Bau- und Infrastrukturprojekte. In: Brettschneider, F. (Hrsg.): Bau- und Infrastrukturprojekte.

Dialogorientierte Kommunikation als Erfolgsfaktor. Wiesbaden: Springer VS. 2020, S. 1-39

EXEMPLARISCHER DIALOGPROZESS



Steinbeis
Mediation



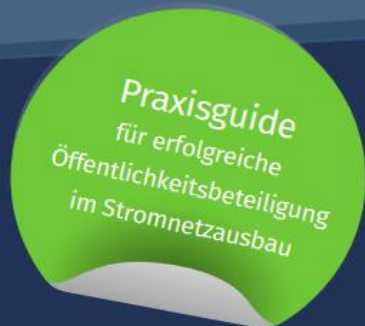
Frühzeitige, kontinuierliche und transparente Kommunikation mit allen relevanten Stakeholdern

Fachlicher und sachlicher Dialog auf Augenhöhe

Strategisches Akzeptanzmanagement durch:

- Adaptives Prozessmanagement
- Aktives Informationsmanagement
- Prospektives Konfliktmanagement
- Aktive Medienarbeit der begleitenden Agentur

ÖFFENTLICHKEITSBETEILIGUNG als Werkzeug der Energiewende



Prof. Dr. Gernot Barth | Sophia Kiefl [2023]

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

IKOME | Steinbeis Mediation
Prof. Dr. Gernot Barth und Team

Hohe Straße 11
04107 Leipzig

www.steinbeis-mediation.com

***Praxisguide „Öffentlichkeitsbeteiligung als Werkzeug der
Energiewende“:***

<https://www.steinbeis-mediation.com/buergerbeteiligung-2/praxisguide/>

Steinbeis BürgerbeteiligungsReport:

<https://www.steinbeis-mediation.com/buergerbeteiligung-2/steinbeis-buergerbeteiligungsreport-2023/>

<https://www.steinbeis-mediation.com/steinbeis-buergerbeteiligungsreport-2025>



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Elevator-Pitches

Jeannine Eisenbeiser

VNG AG



Beitrag zu Modellbildung,
Systemanalyse und Technologievergleich im
Carbon Management

Carbon Transport Cost Calculator

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Carbon Transport Cost Calculator



Der Schlüssel
zur effizienten
CO₂
Logistik!

Nutzen des Tools

- Vergleich von CO₂-Transportoptionen (z. B. Pipeline, Lkw, Binnenschiff)
- Berechnung der Transportkosten in €/t CO₂
- Planungshilfe für CCS (Carbon Capture and Storage) und CCU (Carbon Capture and Utilization)

Wer soll profitieren?

- Industrieunternehmen mit CO₂-Emissionen
- Stadtwerke & kommunale Anlagenbetreiber
- Industrieparks mit Synergiepotenzial



- Kostentransparenz für Investitions- und Infrastruktur-entscheidungen
- Fundierte Grundlage für Standort- und Pfadauswahl
- Einfach bedienbar, wissenschaftlich fundiert

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Carbon Transport Cost Calculator



Erste Einblicke ins Tool

- 1. Auswahl des Transportmediums**
Nutzer wählen zunächst das betrachtete Medium aus, im aktuellen Prototyp CO₂
- 2. Eingabe der Transportparameter**
Transportmenge und -distanz werden direkt eingegeben und dienen als Basis für die Kostenberechnung
- 3. Ermittlung der optimalen Infrastruktur**
Das Tool berechnet im Hintergrund alle verfügbaren Transportpfade und identifiziert automatisch die kosteneffizienteste Option
- 4. Berechnung des LCO₂T**
Für die beste Option wird der spezifische Transportpreis in €/t angezeigt

The screenshot shows the web interface of the Carbon Transport Cost Calculator. It features a sidebar on the left with sections for 'Input Parameters', 'Detailed Analysis', and 'References'. The main area displays the 'Levelized Transportation costs' and a result message. Red boxes and numbers 1 through 4 highlight specific elements: 1 points to the 'CarbonDioxide' selection in the 'Input Parameters' section; 2 points to the 'Levelized Transportation costs' heading; 3 points to the optimal transport method result; and 4 points to the levelized cost of CO₂ transportation (LCO₂T) result.

Input Parameters

Select Media

CarbonDioxide

☐ Enter values manually

CO₂ Demand (Upto 25,000 t/day)

1000

1000 25000

Transport Distance (Upto 500 km)

5

5 500

Detailed Analysis

For more information or to request a detailed analysis, please get in touch with us.

References

Pipeline Infrastructure for CO₂ Transport: Cost Analysis and D.

Fraunhofer IFF

Levelized Transportation costs

The optimal method to transport **1,000 t/day** of CO₂ to a distance of **5 km** is with a **150 mm pipeline**.

The levelized cost of CO₂ transportation (LCO₂T) is **37.47 €/t**.

[Project Details & Privacy Information](#)

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Carbon Transport Cost Calculator



Von der einfachen Kostenabschätzung zum vollwertigen CO₂-Logistikplaner.

Wie es weitergeht: Ausbau und Roadmap

Geplante Erweiterungen

- Dynamische Preisentwicklungen für Transport und Energie
- Integration aller relevanten Transportinfrastrukturen (Pipeline, Lkw, Schiff)
- Integration möglicher CO₂-Speicheroptionen und deren Kosten
- Vergleich von kombinierten Transportketten (LKW + Schiff, etc.)
- Flexibilität bei allen Eingangsparametern
- Export als PDF/Excel für Projektplanung und Genehmigungen



H2TraCC



Scannen Sie den QR-Code, um das Tool zu nutzen!

Oder besuchen Sie:
<https://websites.fraunhofer.de/iff-lcoh-t-calculator/>

Kontaktinformationen

Fraunhofer IFF – Energiesysteme und Infrastrukturen

Mithran Daniel Solomon

mithran.daniel.solomon@iff.fraunhofer.de

Telefon: +49 391 4090 340

... zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft energieintensiver Unternehmen durch wirtschaftliche, versorgungssichere und zuverlässige Produktion und Energieversorgung, mit der Sicherung der hiesigen Wertschöpfungsketten, sowie nationalen und internationalen Wettbewerbsfähigkeit ...



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Elevator-Pitches

Carsten Franzke

SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH

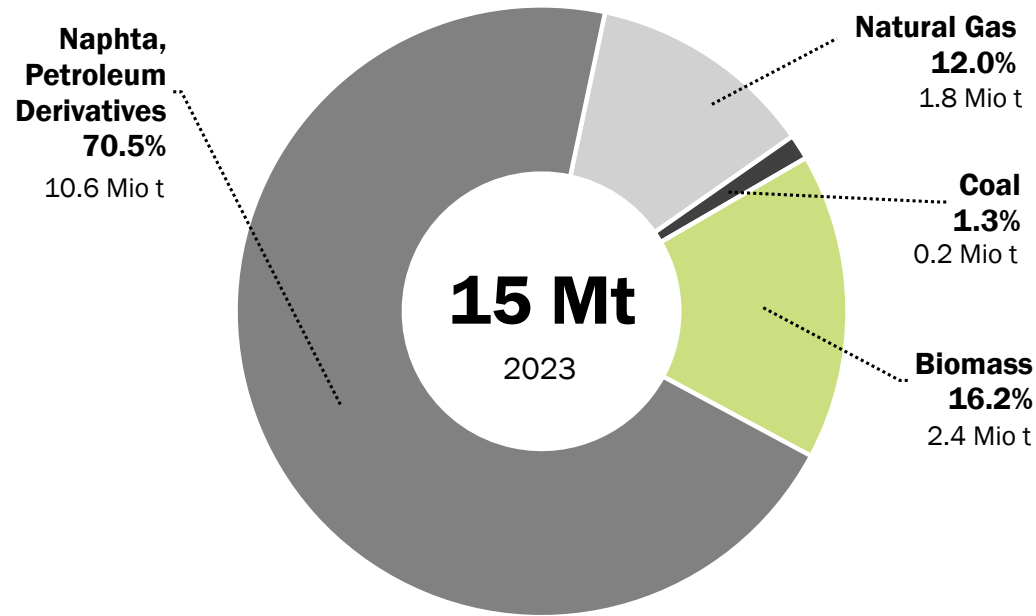


Dr.-Ing. Jakob Köchermann

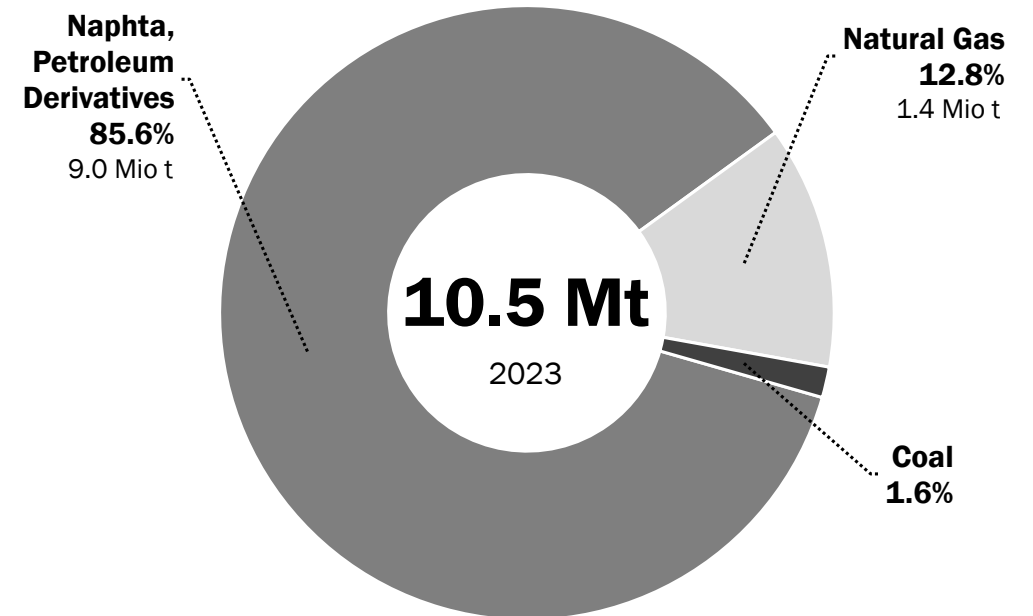
CO₂ als Ressource: Methanol-Synthese als Zukunftsstrategie

Status quo

Kohlenstoffbasierte Chemieindustrie in Deutschland



Rohstoffbasis in der (organischen) Chemieindustrie

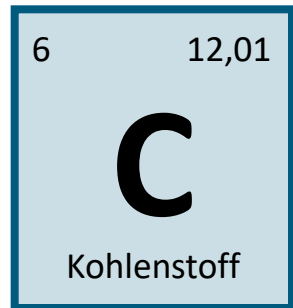


Kohlenstoffbedarf in der (organischen) Chemieindustrie

Data from: VCI Energiestatistik, FNR

Erneuerbare Kohlenstoffquellen

Überblick



Kunststoff-recycling



2,5 – 3,5 Mt C ¹

Biomass



6,0 – 16,4 Mt C ²

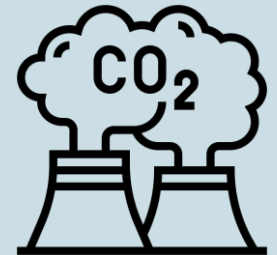
Kohlenstoffdioxid



DAC



Bio-based



Hard-to-abate

~ 3,6 Mt C ³

~ 5,5 Mt C ⁴

¹Agora Industrie: *Chemie im Wandel*, 2023

²DBFZ Resource Database: Lignocellulose Wastes and Residues in Germany, 2010-2020

³BBE, CO₂ Abscheidung: Potenzial aus Biomasseanlagen, 2023

⁴Fleiter et al., Unvermeidbare (?) CO₂ Mengen und deren Infrastrukturen in Deutschland, 2021



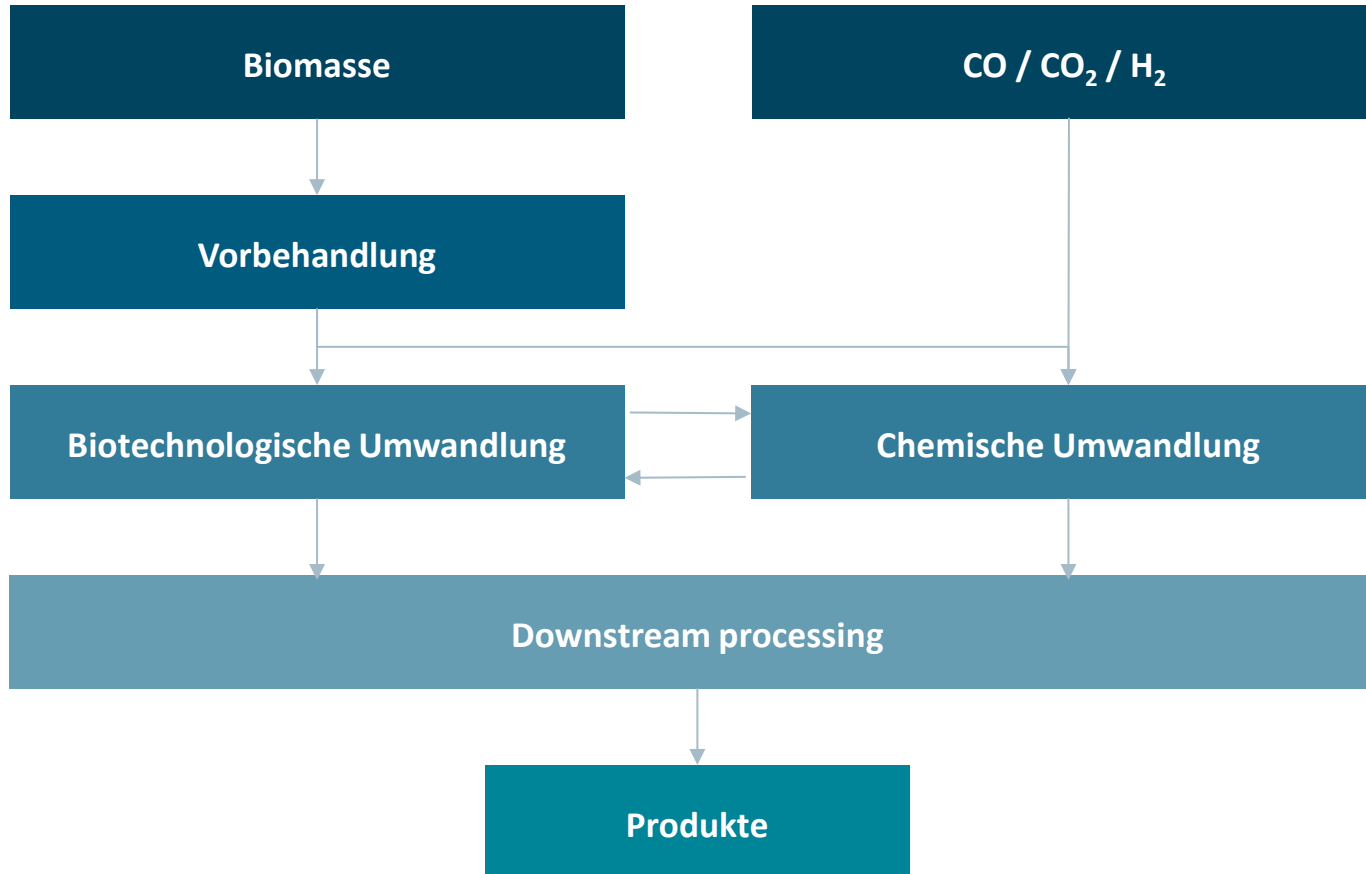
Fraunhofer

CBP



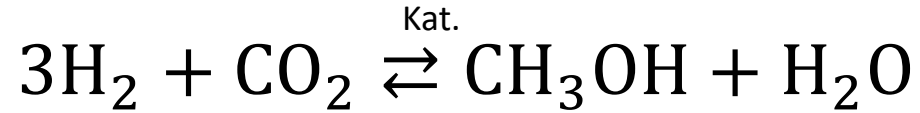
Pilotierung für eine erfolgreiche Bioökonomie

Entwicklung mit Fokus auf die Nutzung regenerativer Ressourcen



Methanol-Synthese

Vom Labor- zum Pilotmaßstab



Zweistufige Hochdrucksyntheseanlage

- Output: 0,5 bis 5 l/h Methanol
- Durchsatz: 20 bis 300 l_N/min | 0,9 kg/h H₂ und 6,6 kg/h CO₂
- Reaktor 1: 8 L Reaktorvolumen
- Reaktor 2: 4,6 L Reaktorvolumen
- Reaktionstemperatur: 200 – 350 °C
- Reaktordruck: 1 – 160 bar
- GHSV: 2100 – 14.000 h⁻¹
- Isotherme Betriebsweise mittels Ölthermostat
- 24/7 vollautomatische Betriebsweise
- Dynamische Betriebsweise

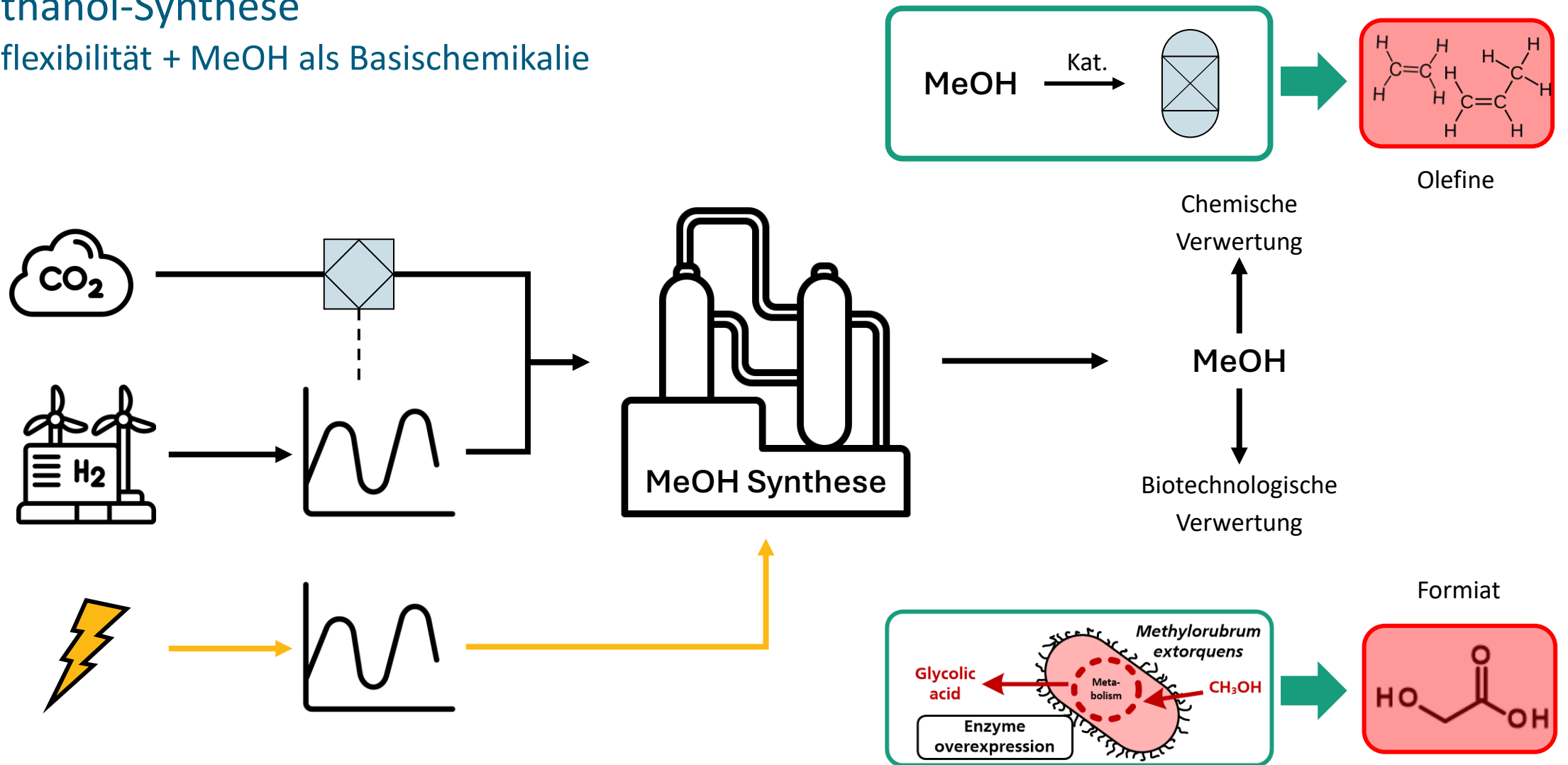


Lastflexibilität

„Am Fraunhofer CBP erforschen wir, wie Methanol-Syntheseanlagen durch dynamische Fahrweisen flexibel betrieben werden können.“

Methanol-Synthese

Lastflexibilität + MeOH als Basischemikalie



Kontakt



Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-
Biotechnologische Prozesse CBP



Dr.-Ing. Jakob Köchermann
Innovationsfeld Regenerative Ressourcen
Gruppenleiter Chemische Verfahren
Tel. +49 3461 43-9105
jakob.koechermann@cbp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP
Am Haupttor (Tor 12, Bau 1251)
06237 Leuna
www.cbp.fraunhofer.de



Sustainable Carbon Solutions

Forschung für skalierbare nachhaltige Kohlenstofftechnologien

Dr. Daniela Pufky-Heinrich, Fraunhofer Center for Economics and Management of Technologies CEM, Halle (Saale),
daniela.pufky-heinrich@ikts.fraunhofer.de

„Carbon Management Sachsen-Anhalt: Wissenschaft, Forschung und Industrie vernetzen“ am 20.11.2025 in Magdeburg

Zukunftsszenarien für Deutschland und Europa

CCU und CCS-Technologien sind wesentlicher Baustein einer nachhaltigen Chemieproduktion



Von fossilen Importen zum zukunftssicheren Chemiestandort



3. November 2025 | 15:30 – 17:30 CET



Data Space Eventlocation
Rosenthaler Straße 38, 10178 Berlin



**Mehr heimische Rohstoffe statt
fossiler Rohstoffimporte**



**neue Jobs und mehr
Wertschöpfung im Inland**



**Klimaneutrale Chemikalien und
15Mt Negativemissionen**



**Technologische Souveränität und
Zukunftsmärkte**

Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Vom Werkstoff zu prototypischen Bauteilen und Systemen

Forschungs- und Technologie-
dienstleister für angewandte Forschung
im Bereich keramischer
Hochleistungswerkstoffe und
Technologien sowie für
Werkstoffdiagnose und -prüfung



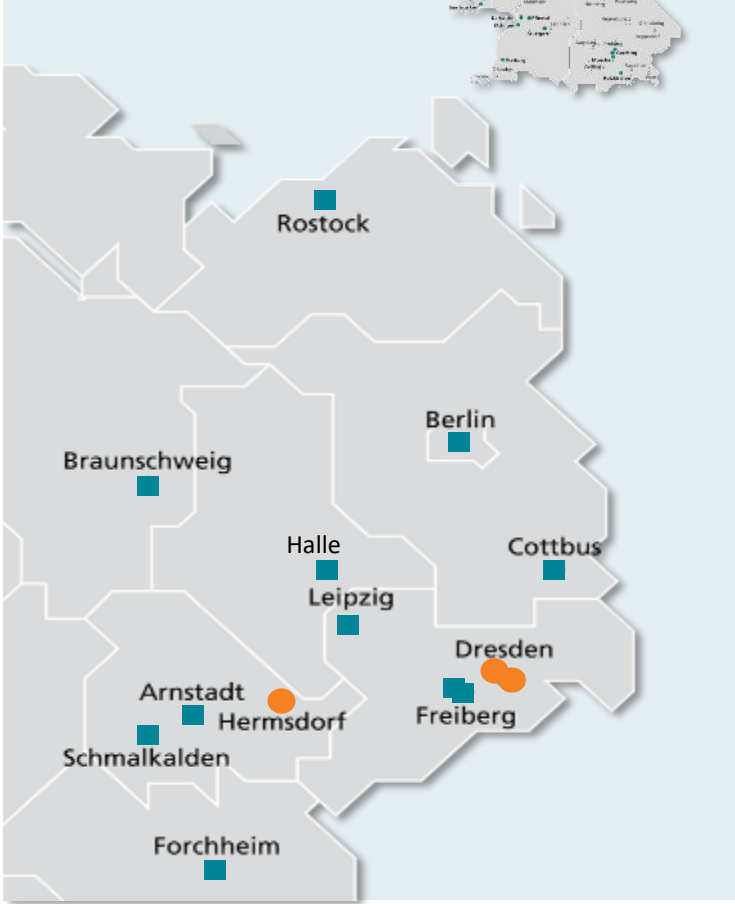
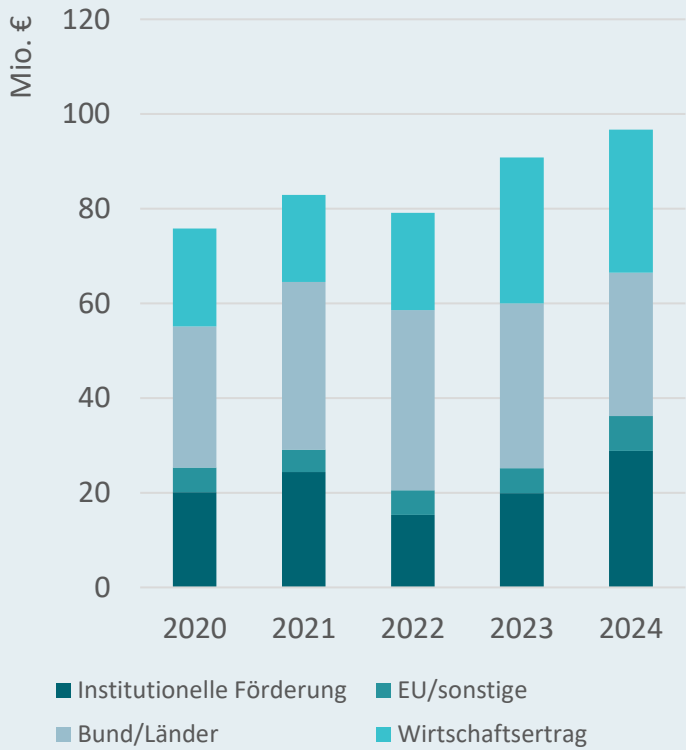
Aktuell **813** Beschäftigte*



3 IKTS Hauptstandorte (•),
weitere Standorte (■)

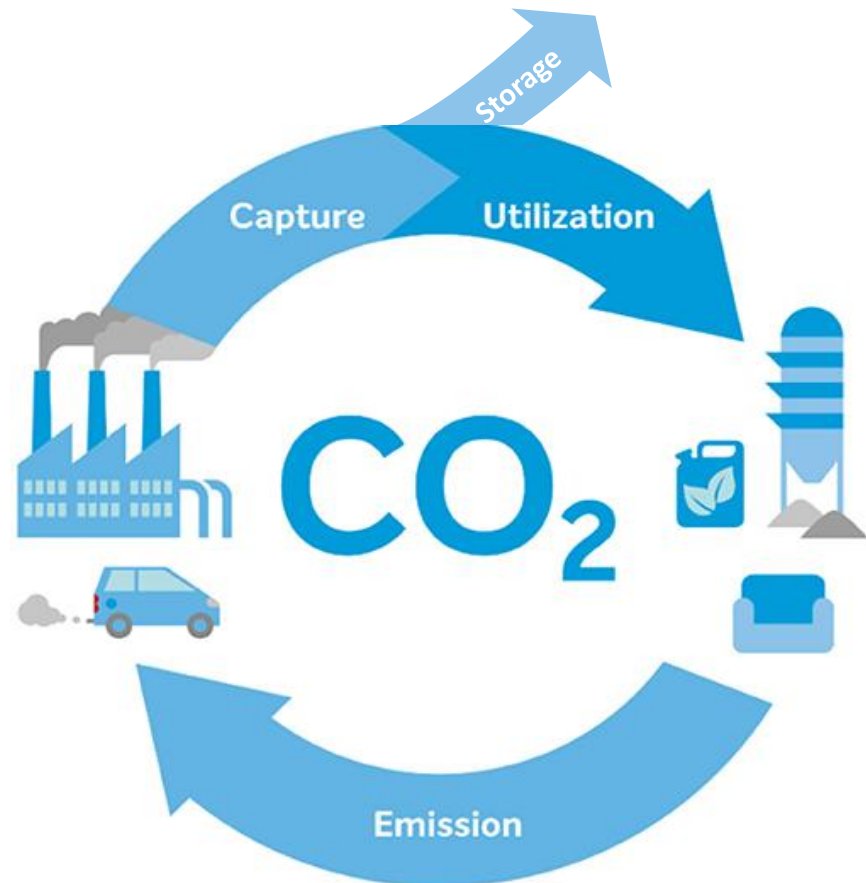
* Stand: 31.12.2024

Fraunhofer IKTS Gesamthaushalt*



Technologieinnovation für eine klimaneutrale Kreislaufwirtschaft

Sustainable Carbon Solutions



Source: Life-Cycle and Techno-Economic Assessment of Early-Stage Carbon Capture and Utilization Technologies—A Discussion of Current Challenges and Best Practices, Frontiers in Climate, Vol 4, 2022.

»Membranverfahren sparen gegenüber klassischen Abtrennverfahren 80 % Energie.«

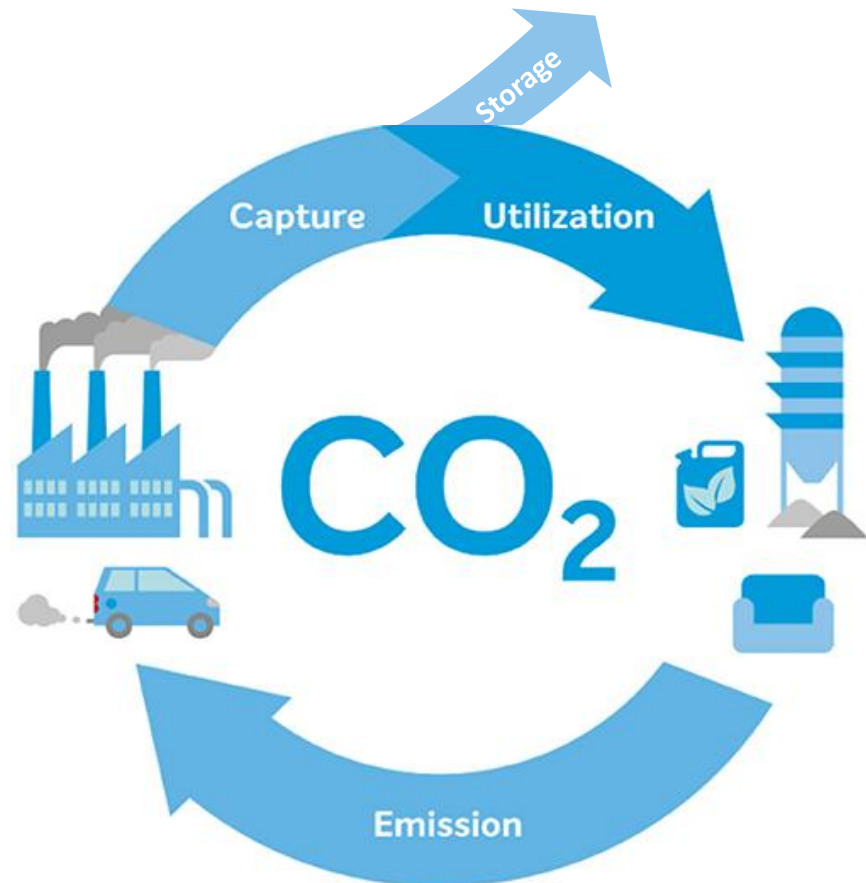
Forschungsschwerpunkte:

- Carbon Capture & Purification (Effizienz & Systemintegration)
- CO_2 -Elektrolyse (SOEC, PEM) → SAF, Methanol, Synthesegas
- Kohlenstoff-Kreisläufe (Pyrolyse, Abfälle, Fermentation)



Technologieinnovation für eine klimaneutralen Wirtschaft

Sustainable Carbon Solutions



Source: Life-Cycle and Techno-Economic Assessment of Early-Stage Carbon Capture and Utilization Technologies—A Discussion of Current Challenges and Best Practices, Frontiers in Climate, Vol 4, 2022.

Grüner Wasserstoff für die Industrie

Thyssenkrupp Nucera und Fraunhofer IKTS starten Pilotfertigung für Elektrolyse-Stacks

Thyssenkrupp Nucera und das Fraunhofer IKTS haben am 27. Mai 2025 in Arnstadt die erste Pilotfertigungsanlage für SOEC-Stacks offiziell eröffnet. Die Partner bezeichnen das Projekt als Meilenstein für grünen Wasserstoff in der Industrie.

Ansgar Kretschmer

28. Mai 2025 - 08:44



Errichtung einer 8 MW Testanlage für eine 300-MW-Produktionsanlage



Mithilfe von Cobots können automatisierte Fertigungsprozesse, zum Beispiel bei der Montage von Elektrolyse-Stacks, entwickelt, implementiert und validiert werden. | Bildquelle: (Bild: Fraunhofer IKTS)



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Elevator-Pitches

Thies Schröder

Forum Rathenau e.V.



Prof. Dr.-Ing. habil. Christof Hamel



Octave Levenspiel, The Chemical Reactor Omnibook, OSU Book Stores, 1996

**„Chemischer Verfahrenstechnik, OvGU - Beiträge zum Carbon
Management: Wissenschaft, Forschung & Industrie
vernetzen“**

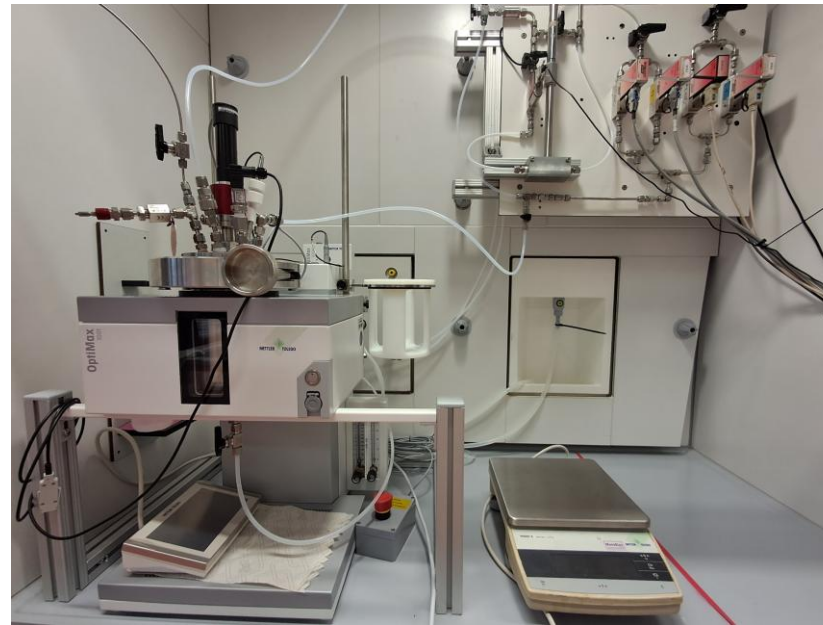
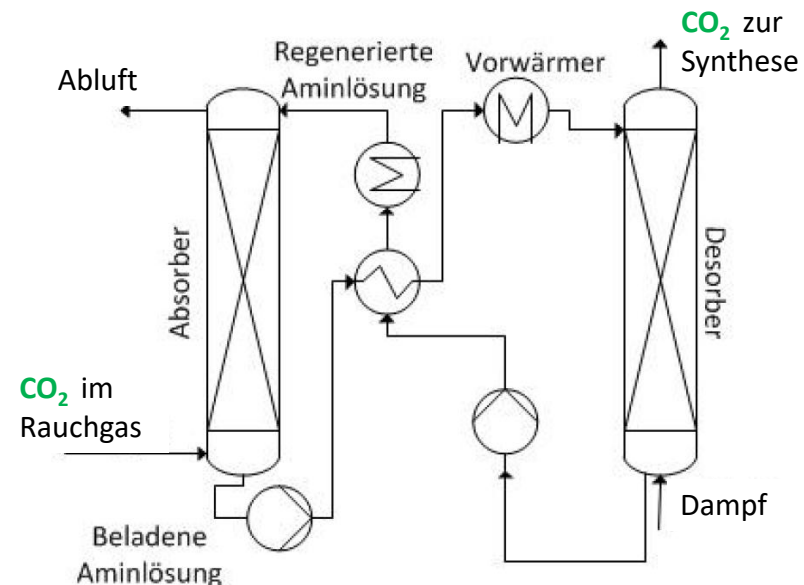
1. Selektive Abtrennung von CO_2 aus Abgasströmen der Papierindustrie zur Wertschöpfung



Quelle: Rindenkessel,
Schwarzlauge

✓ **Biomasseheizkraftwerk**

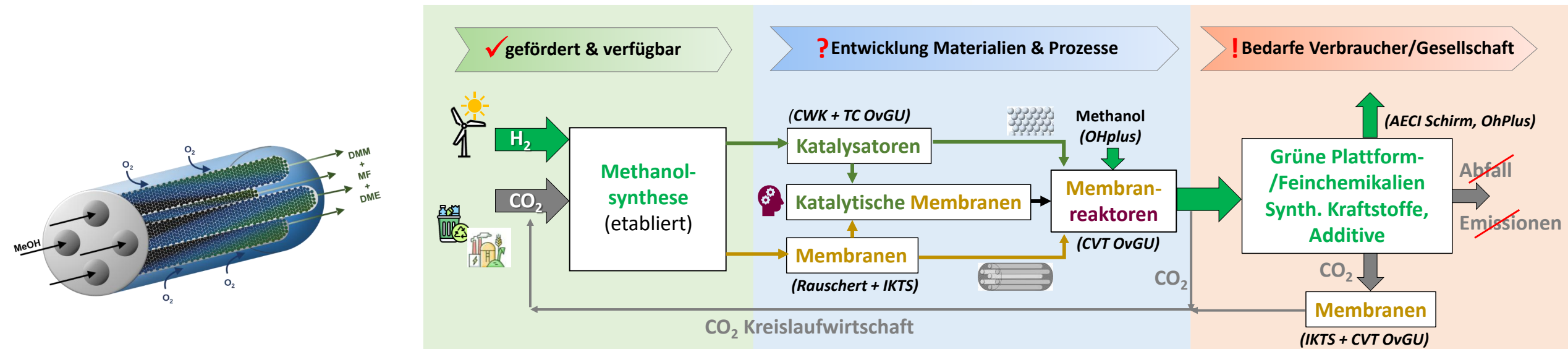
- Aminscreening
- (Real-)Staubeinfluss?
- **Ziel:** $\text{CO}_2 \rightarrow \text{Methanol}, \dots$



1. Selektive Abtrennung von CO₂ aus Abgasströmen der Papierindustrie zur Wertschöpfung

2. I-KaMeRa - Innovative Katalytische Membran-Reaktoren für die nachhaltige Produktion von Plattformchemikalien aus CO₂

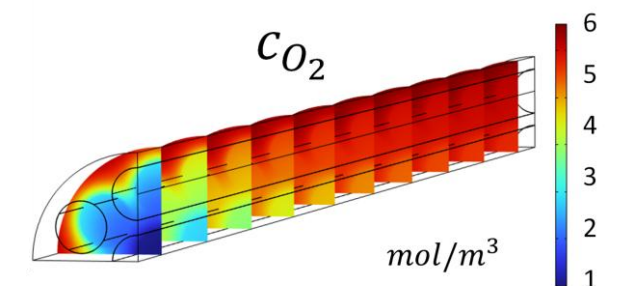
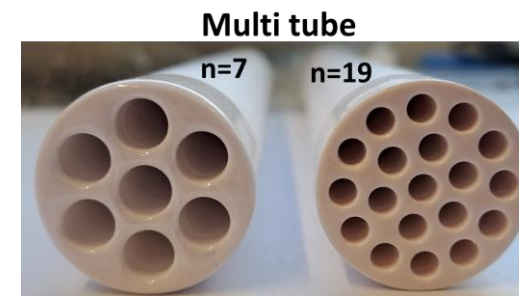
Gefördert durch:



➤ **Ziel:** CO₂ → Methanol → Plattformchemikalien
(DME, DMM, FA)

➤ **Neue Kat's & Membranen**

➤ **Prozesslenkung, Effizienzsteigerung**



3. Herstellung von grünem Methanol aus **Biogas** (CO_2 & CH_4) durch die Direktsynthese mittels Mikrowellenplasma



Gefördert durch:

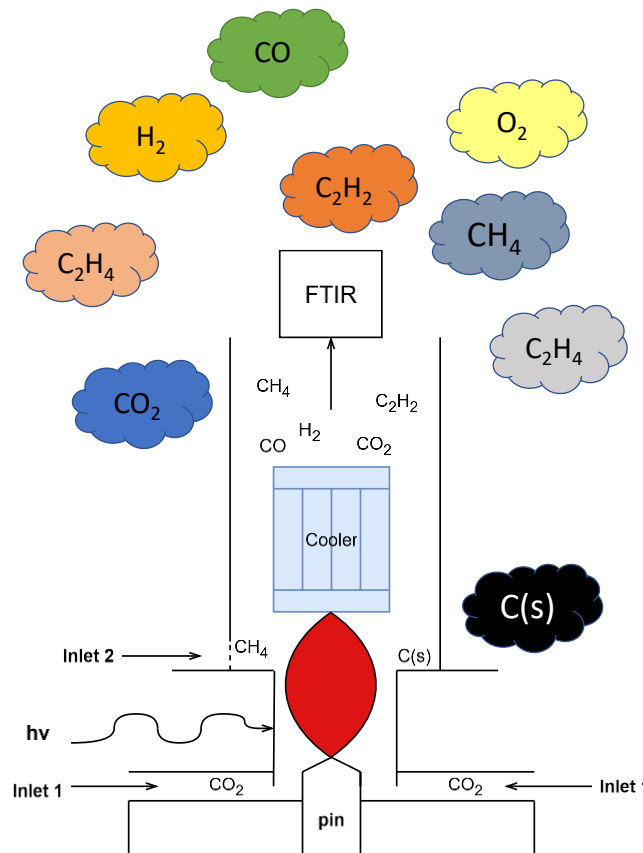


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



requisimus

ZFB



➤ Ziel: CO_2 & $\text{CH}_4 \rightarrow \text{Methanol} \rightarrow \text{Plattformen}$

(H_2 , C, C_2H_2 , C_2H_4)

➤ Nutzung PV & Windüberschuss

➤ Start/Stop < 5s

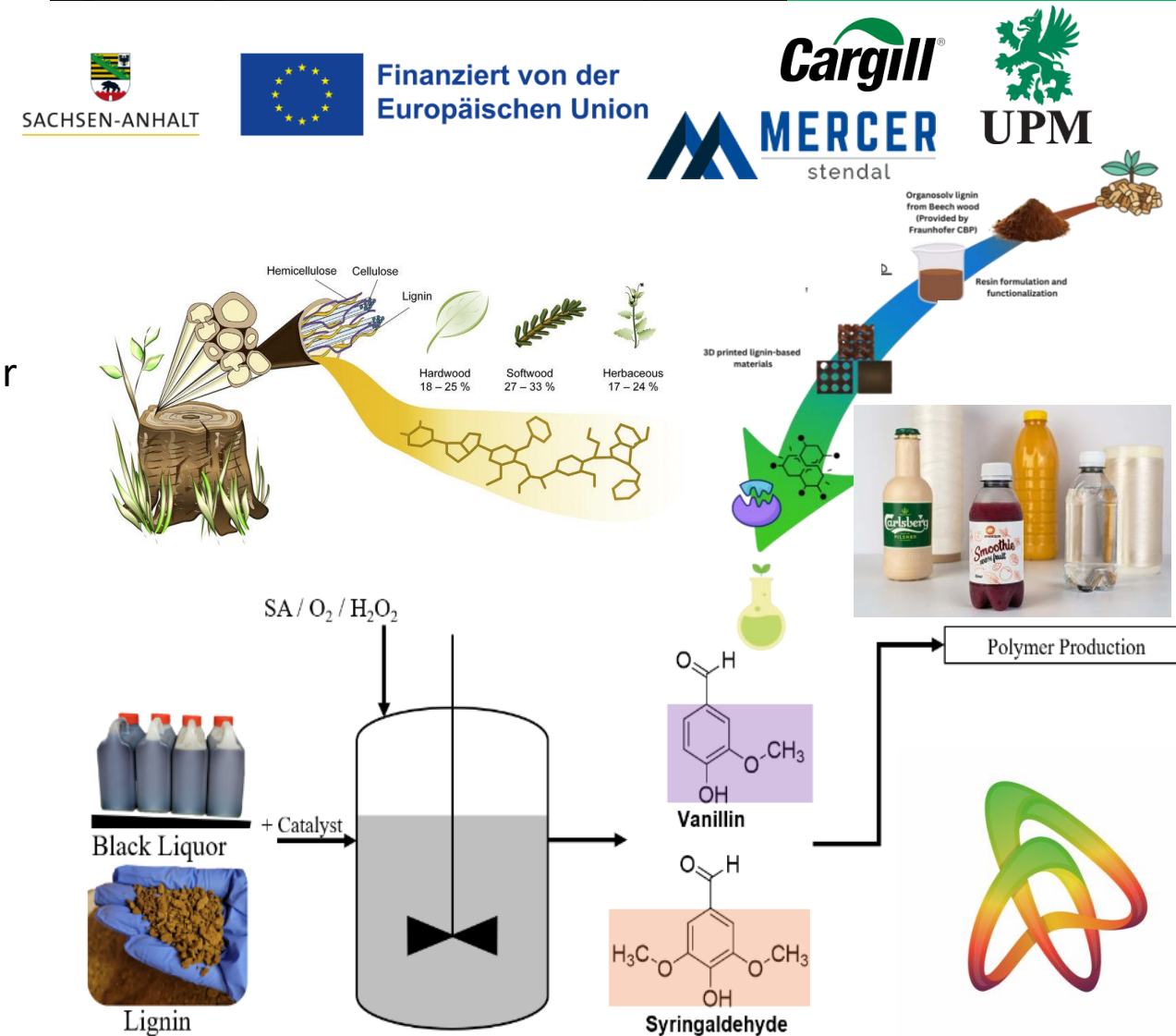


➤ Luft $\rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Düngemitteln}$ (Wind & PV $\rightarrow$ Feld)

3. Herstellung von grünem Methanol aus Biogas (CO_2 & CH_4) durch die Direktsynthese mittels Mikrowellenplasma

- **Ziel:** Wertschöpfung aus **biogenen Reststoffe** Holz-/LM-
Papierindustrie, Landwirtschaft im Land SA → **C-Quellen** für
Industrie = Dekarbonisierung  → 
- Synthese & Depolymerisation **Biokunststoffe**

4. Transforming Waste into High-Value Products: Harnessing Lignin, Lignocellulose & Black Liquor for **Sustainable Chemicals**





SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Networking beim Mittagsimbiss





SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Zusammenfassung und Ausblick





CCUS-Initiative Ostdeutschland – nächste Schritte und Ausblick

- 1) Durchführung Bedarfserhebung CO₂-Quellen/Senken gemeinsam mit der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH inklusive Einholung von Unterstützungserklärungen** ✓
- 2) Konstituierung des Lenkungsausschusses => Berufung von Industriepartnern**
- 3) Etablierung der AG Akzeptanzkommunikation**
- 4) Vorbereitung der Gemeinschaftsstudie CO₂-Sammelnetz Ostdeutschland im Rahmen eines zweistufigen Verfahrens:**
 - a.) Einholung unverbindlicher Interessensbekundungen
 - b.) Umsetzung der Gemeinschaftsstudie Basis eines Kooperationsvertrages

Unterstützer der CCUS-Initiative Ostdeutschland (Stand: 12.11.2025)



SOLVAY



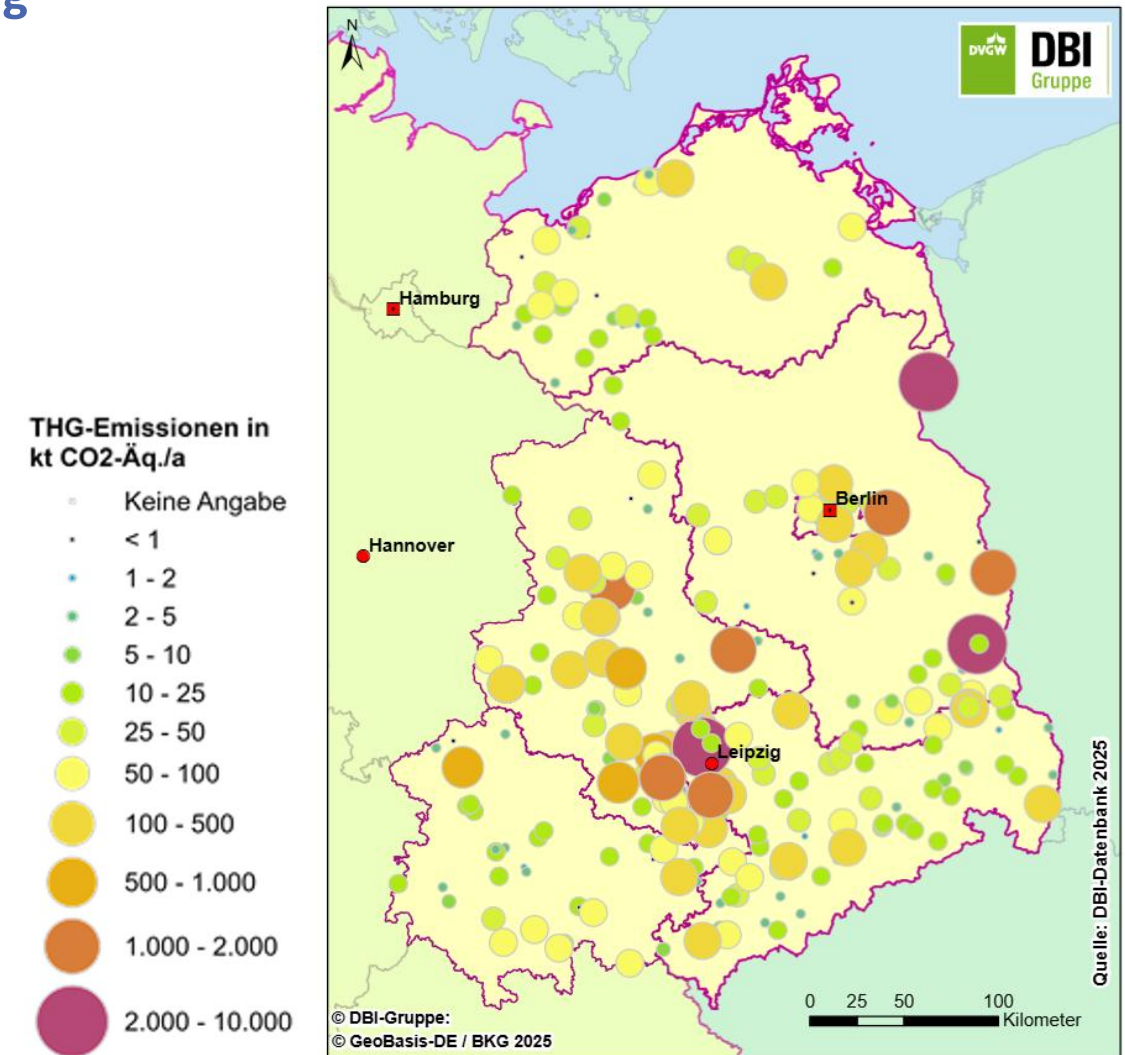
Dyckerhoff



Emissionsbild in Mittel- & Ostdeutschland

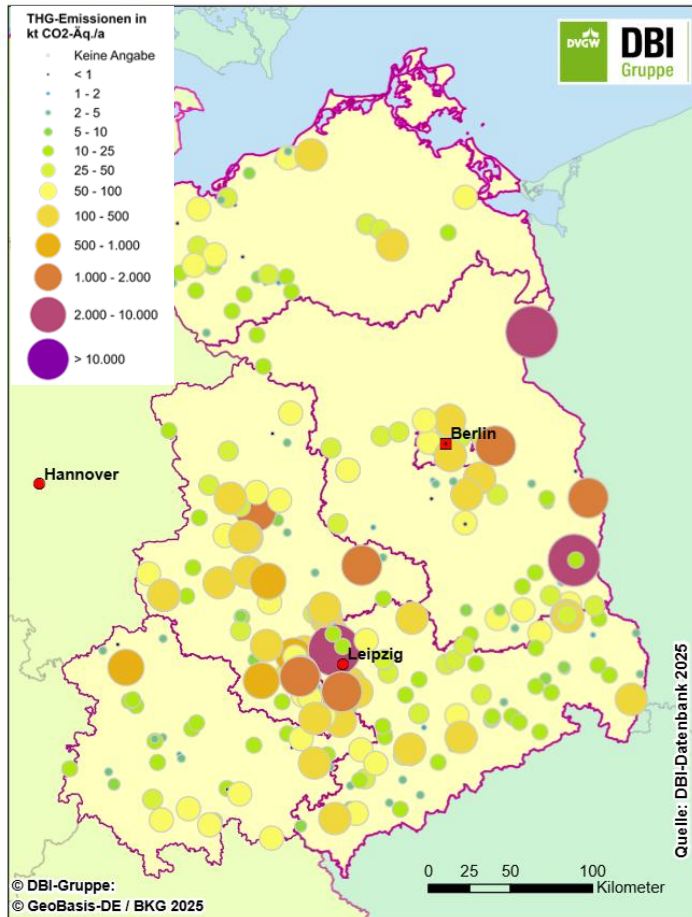
Industrielle Emittenten und Thermische Abfallbehandlung

- Ergebnisse der statistischen Erhebung:
 - **353 Anlagenstandorte** (alle Industriezweige)
 - **Ostdeutschland: $\Sigma = 37.800 \text{ kt CO}_2\text{eq}$**
 - **Mitteldeutschland: $\Sigma = 23.000 \text{ kt CO}_2\text{eq}$**
 - Datenbasis Industrielle Emittenten: ETS 2023 / Betrachtungsraum 2021-2023
 - Datenbasis Thermische Abfallbehandlung: PRTR des UBA & ITAD-Daten / Betrachtungszeitraum: 2022



Carbon Management-Aktivitäten

Gemeinschaftsstudie „CO₂-Sammelnetz Ostdeutschland“



(Quelle: DBI, 2025, Industrielle CO₂-Emittenten und Thermische Abfallbehandlung sämtl. Größenordnungen in Ostdeutschland)

Hintergrund: starker Transformationsdruck in der ostdeutschen Industrieregion

Projektvorschlag: regional ausdifferenziertes CO₂-Sammel-, Verteil- und Inselnetz für kleinere und mittlere Quellen/Senken im Rahmen einer privatwirtschaftlich finanzierten Gemeinschaftsstudie mit Fokus Ostdeutschland (Untersuchungszeitraum: ca. 12 Monate)

Untersuchungsdimensionen (Entwurf zur Abstimmung):

Erhebung und Typisierung von CO₂-Potenzialen und -Bedarfen

- Fokus auf CO₂-Quellen (Zement, Kalk, Glas, Papier, Zucker, Keramik, Müllverbrennung, Biogas) und potenzielle Senken (Nutzungspfade, potenzielle Speicheroptionen)

Kosten-Nutzen-Betrachtung für CO₂-Emittenten

- Sektorspezifische Gegenüberstellung von CO₂-Vermeidungskosten und den Kosten für Abscheidung und Transport über ein gemeinschaftlich nutzbares Sammelnetz
- Skaleneffekte durch Beteiligung an gemeinschaftlich genutzter Infrastruktur

Entwicklung möglicher Infrastrukturmodelle (Insel-, Zubringer- und Verteilnetze)

- technisch-logistische Optionen für Sammel-, Transport- und Übergabepunkte
- Skizzierung einer möglichen Anbindung an ein europäisches CO₂-Transportnetz

volkswirtschaftliche Modellierung des Wertes eines CO₂-Sammelnetzes

- Analyse der Standortfaktoren und Erfassung der positiven Auswirkungen auf die regionale Wertschöpfung, Investitionen und die Schaffung von Arbeitsplätzen aufgrund des Aufbaus und Betriebs eines CO₂-Sammelnetzes
- Risikoanalyse bei Infrastrukturverzicht: welche industriepolitischen und sozioökonomischen Folgen treten ein, wenn keine gemeinsame CO₂-Sammelinfrastruktur errichtet wird



Kontakt

Manja Polednia

Gruppenleiterin Stakeholdermanagement
Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES

Tel. +49 471 14290-659
manja.polednia@iwes.fraunhofer.de

www.ccus-ostdeutschland.com

Jörn-Heinrich Tobaben

Geschäftsführer Metropolregion
Mitteldeutschland Management GmbH

Tel. +49 179 52 10 305
tobaben@mitteldeutschland.com



SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Zusammenfassung und Ausblick





SACHSEN-ANHALT SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wissenschaft, Energie,
Klimaschutz und Umwelt



Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

**Wir danken für Ihre Teilnahme und wünschen einen guten
Heimweg!**

