

Einleitung *Carbon-Management*

Balanceakt CO₂ – Fürchtet euch nicht!

Teil 3 Technische Innovationen im Carbon Management: Können wir uns das leisten?

DI Martin Beermann

Minoritenzentrum, Graz.

10.3.2026

MITEINANDER ZUKUNFTSRELEVANT



Direct-Air-Capture-Anlage der Firma Climeworks in Hinwil, Schweiz.
Foto: dpa Picture-Alliance/Gaetan Bally/KEYSTONE



Teil 3: Technische Innovationen im Carbon Management: Können wir uns das leisten?

Die Klimaschutz-Herausforderung: Übergang zu Netto-Null CO₂-Emissionen bis etwa 2050...



CO₂
(Gt/year)

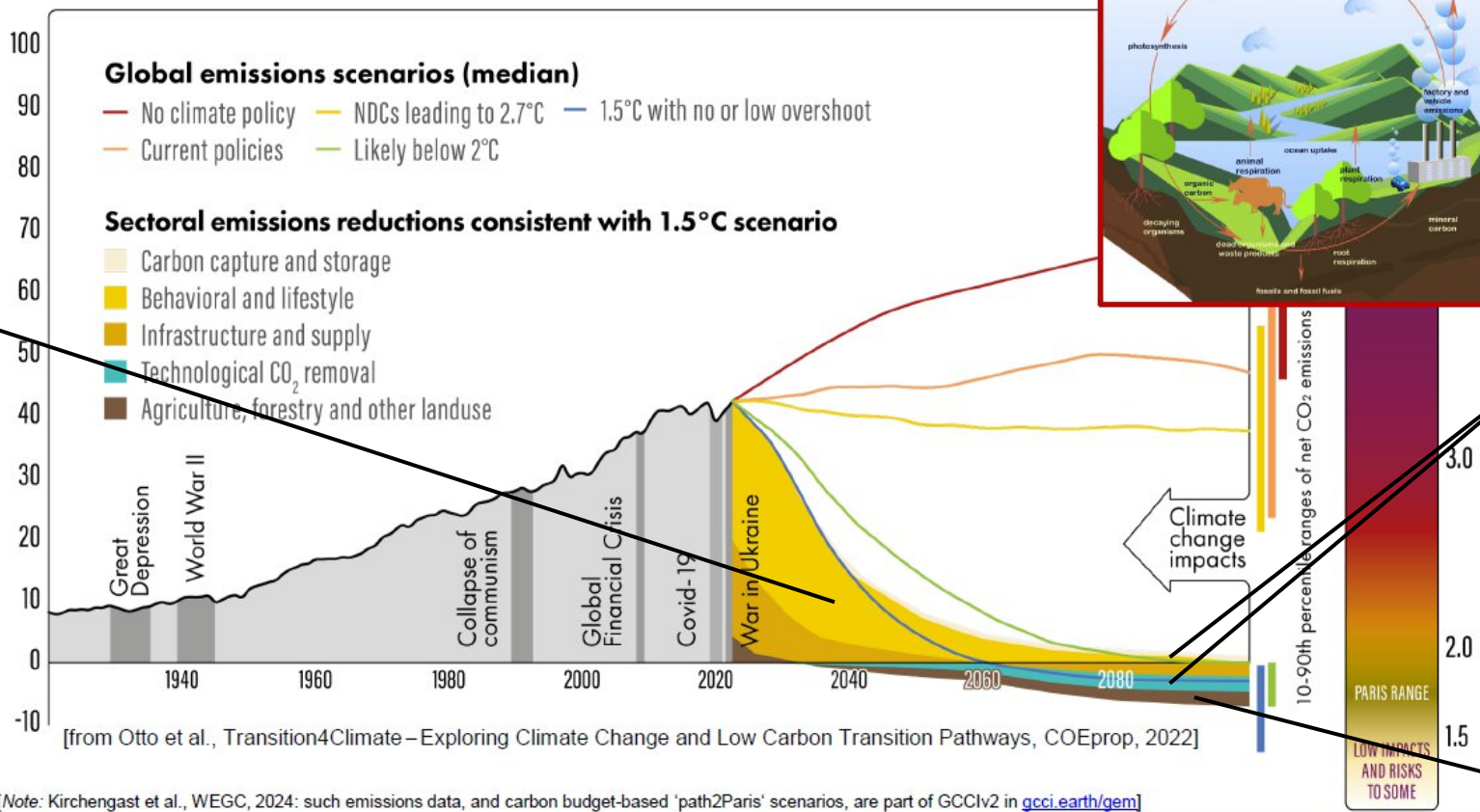
A quantitative intro look at the challenge of low carbon transition pathways...

Global emissions scenarios (median)

- No climate policy
- Current policies
- NDCs leading to 2.7°C
- Likely below 2°C
- 1.5°C with no or low overshoot

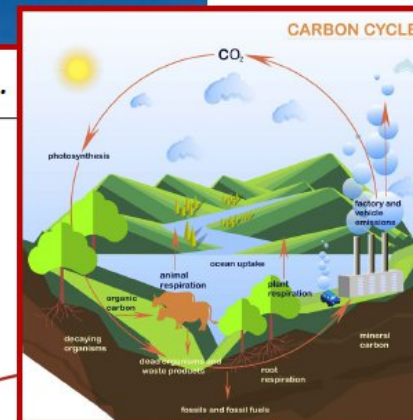
Sectoral emissions reductions consistent with 1.5°C scenario

- Carbon capture and storage
- Behavioral and lifestyle
- Infrastructure and supply
- Technological CO₂ removal
- Agriculture, forestry and other landuse



[from Otto et al., Transition4Climate – Exploring Climate Change and Low Carbon Transition Pathways, COEprop, 2022]

[Note: Kirchengast et al., WEGC, 2024: such emissions data, and carbon budget-based 'path2Paris' scenarios, are part of GCClV2 in gccc.eearth/gem]



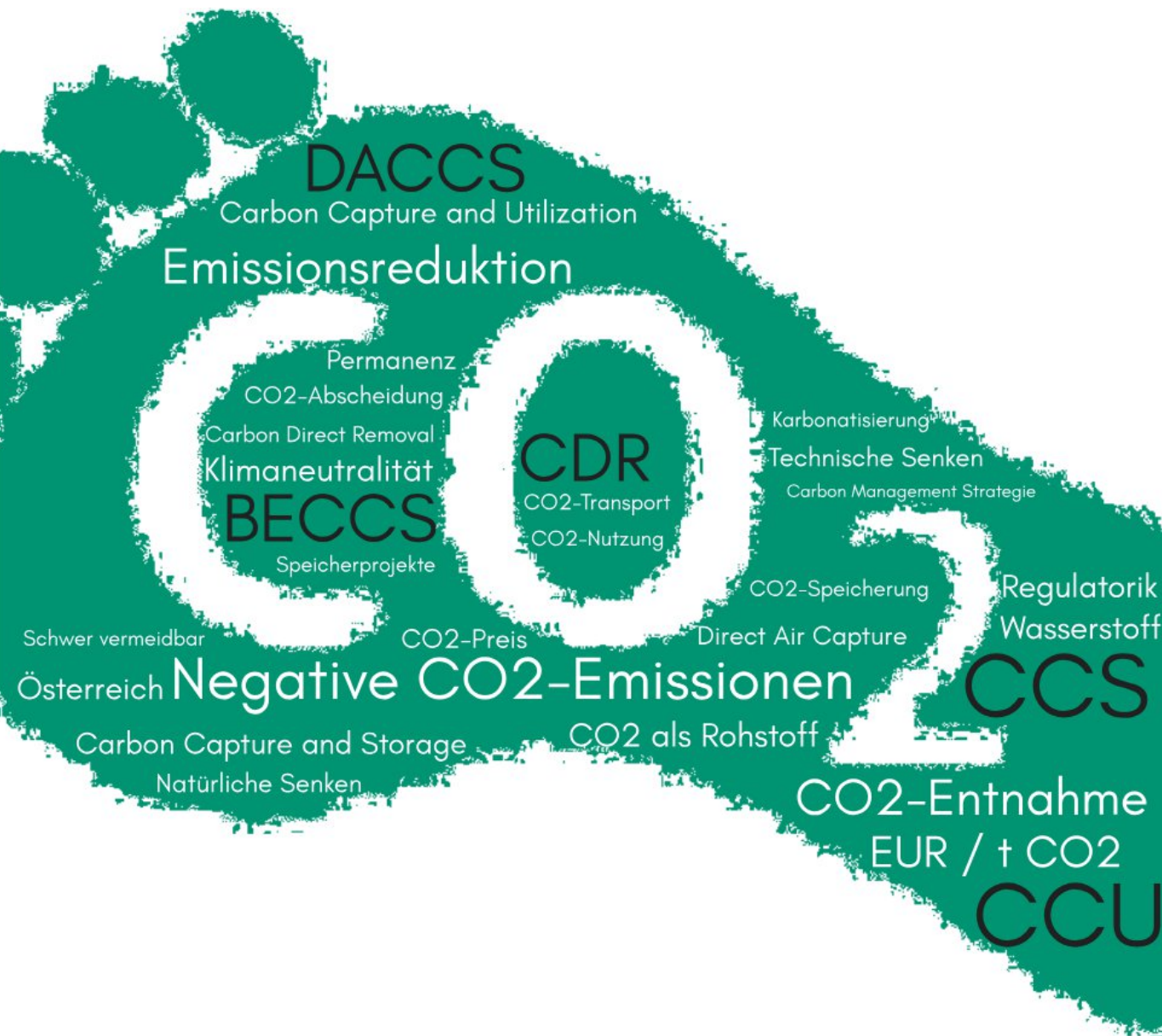
Teil 3:
Technische
CO₂-Entnahme,
Abscheidung +
Speicherung

Teil 2:
Land- und
Forstwirt*in als
Klimaretter

[Kaushik et al., Carbon Cycle & Changing Climate,
EOS, 2020; insert figs: dreamstimepics-dl.2021]



Technische Innovationen im Carbon Management: Können wir uns das leisten?



Teil 3:

- Was ist technisches Carbon Management?
- Welche technischen Innovationen gibt es?
- Was sind die Herausforderungen?
- Was sind die erwartbaren Kosten?



Oberste Priorität im Carbon Management ist die Vermeidung von CO₂-Emissionen!

Es werden aber **schwer vermeidbare („Hard-to-abate“)** Restemissionen verbleiben, die sich technisch nicht vollständig oder nur zu sehr hohen Kosten vermeiden lassen.

Die **Carbon Management Strategie Österreichs (2024)** zählt dazu Prozessemissionen der **Zement- und Kalkproduktion, der Metallindustrie, der Abfallverbrennung** sowie Treibhausgas-Emissionen der **Landwirtschaft, Abfallwirtschaft, Flugverkehr**.

Zur Erreichung des Paris-Klimaziels (+1,5 bis 2°C) stehen folgende 3 Bausteine des Technischen Carbon Managements für die Restemissionen zur Verfügung:

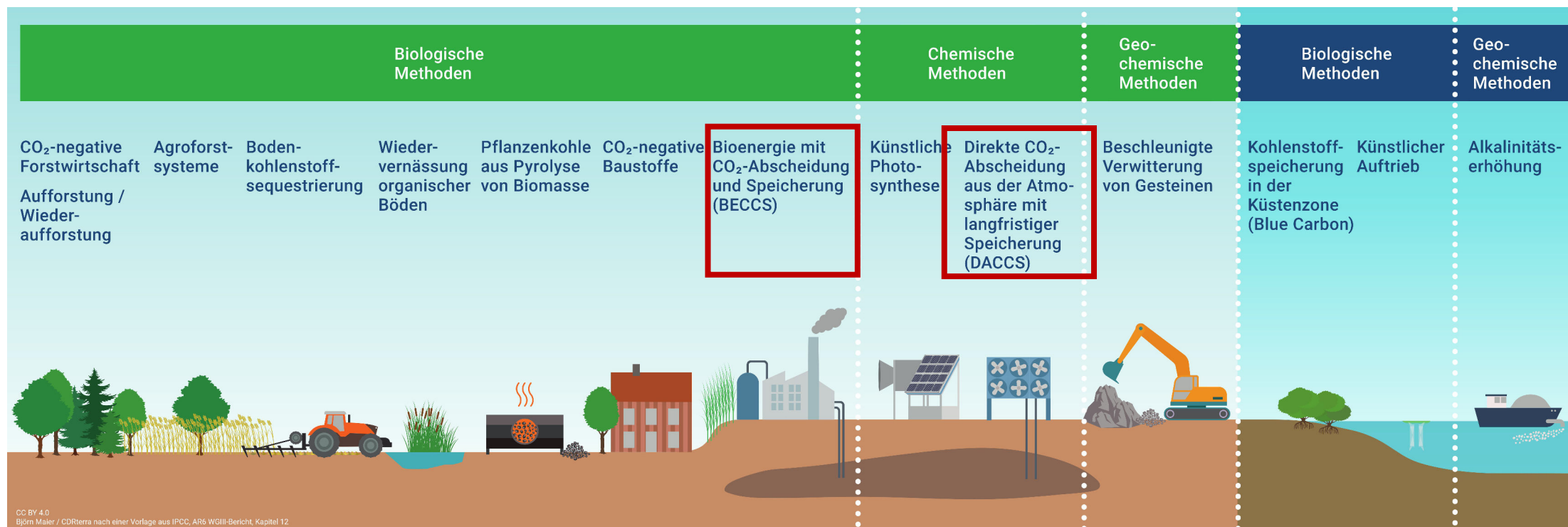
1. „Industrielle“ CO₂-Punktquellen: CO₂-Abscheidung aus dem Rauchgas und anschließende Speicherung (Carbon Capture and Storage CCS)
2. „Industrielle“ CO₂-Punktquellen: CO₂-Abscheidung aus dem Rauchgas und anschließende Nutzung (Carbon Capture and Utilisation CCU / CCUS)
3. „Diffuse“ CO₂-Quellen: CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre und anschließende Speicherung für sogenannte negative Emissionen (Carbon Direct Removal CDR, tw + CCS)



Technische Innovationen

1.+2. CCS + CCU: siehe Vorträge Lehner, Spaun, Pfeffer-Rodin

3. CDR: teilweise in Kombination mit CCS (BECCS, DACCS)



Fachleute unterscheiden CDR-Verfahren anhand ihres zugrundeliegenden Entnahmeprozesses sowie hinsichtlich der Frage, für wie lange das Kohlendioxid anschließend gespeichert wird. Diese Grafik listet eine Vielzahl der bislang bekannten CO₂-Entnahmeverfahren – sowohl aus dem terrestrischen, als auch aus dem marinen Bereich. Grün unterlegt sind all jene, die im Forschungsprogramm CDRterra untersucht werden.

Quelle: Maier B, 2024. CDR-Verfahren im Überblick. CDRterra



Herausforderung vieler Balanceakte:

- **Weichenstellungen:** Technologie-Entwicklungsstand / Infrastruktur-Aufbau / Priorisierung
- **Definition „schwer vermeidbare“ CO₂-Emissionen** (Kosten, Alternativen, Resilienz?)
- **Dauerhaftigkeit der CO₂-Entnahme + Speicherung:** Beständigkeit von CO₂ in der Atmosphäre – Jahrhunderte statt Jahrzehnte!
- **Emissionsbilanz der CO₂-Nutzung (CCU)** – dauerhafte CO₂-Entnahme nur in langlebigen Produkten / Vollständige Bilanzierung vom CO₂-Emittent bis zum Lebensende des Produkts. Aber: es wird auch in Zukunft kohlenstoffhaltige Produkte brauchen - Kunststoffe etc.; Kombination mit Kreislaufwirtschaft als Potential
- **Schaffung effektiver Regelwerke:** Zertifizierungen, Anreizsysteme, Messverfahren
- **Kosten:** Benchmark CO₂-Preis; Hoher Energieverbrauch (und -kosten) mancher Systeme; „Ewigkeitskosten“; „Leistbarkeit“ an den Kosten den „Nicht-Handelns“ messen!

VIELEN DANK

MITEINANDER
ZUKUNFTSRELEVANT

DI Martin Beermann

Waagner-Biro-Straße 100, 8020 Graz

+43 316 876 7632

martin.beermann@joanneum.at

www.joanneum.at/life

