



Next Level Ramp Up of
Direct Air Capture and Storage

DACStore

A Comprehensive Approach to Harnessing the Innovation Potential of Direct Air Capture and Storage for Reaching CO₂-Neutrality

HELMHOLTZ

Wiss. Sprecher: Prof. Dr. Detlef Stolten (FZJ) | Wiss. Koordinatorin: Dr. Freia Harzendorf (FZJ) | Research School Sprecher: Prof. Dr. Roland Dittmeyer (KIT)

Der aktuelle IPCC-Bericht zeigt, dass die international vereinbarten Klimaziele (Erderwärmung unter 1,5–2°C) nur zu erreichen sind, wenn CO₂ dauerhaft aus dem Kohlenstoffkreislauf entfernt wird. Direct Air Capture and Storage (DACs) ist eine negative Emissionstechnologie, die CO₂ aus der Umgebungsluft abscheidet und in geologischen Formationen dauerhaft speichert. Deshalb stellt sie eine wichtige technische Lösung zur Reduktion von CO₂ in der Atmosphäre dar. Die ersten kommerziellen DACs-Anlagen sind bereits in Betrieb.

Ziel des interdisziplinären Forschungsprojekts DACStore ist die Vorbereitung eines sozial-ökologisch und ökonomisch tragfähigen Hochlaufs der DACs-Technologie. Im Rahmen des DACStore Transformation Hub wird das generierte Wissen Akteuren aus Industrie, Politik und Gesellschaft zur Verfügung gestellt. Ergänzt wird das Projekt durch die Helmholtz Research School, die mit einem multidisziplinären Ausbildungsprogramm NachwuchswissenschaftlerInnen auf dem Gebiet der Negativemissionstechnologien ausbildet.

Sub-Projekt I: DACs-Technologiebewertung

Für eine großtechnische Umsetzung und nachhaltige Nutzung von DACs müssen DAC-Anlagen optimal platziert und große Mengen an abgediebstem CO₂ in geologischen Lagerstätten dauerhaft gespeichert werden.

- Bewertung von Standorten mit optimalen Eigenschaften (techno-ökonomisch, Nachhaltigkeit, Makroökonomie) für den Betrieb einer DAC-Anlage und für die CO₂ Speicherung.
- Analyse von Auswirkungen auf die Atmosphäre.
- Analyse der Prozessketten und der Nachhaltigkeit des Lebenszyklus.

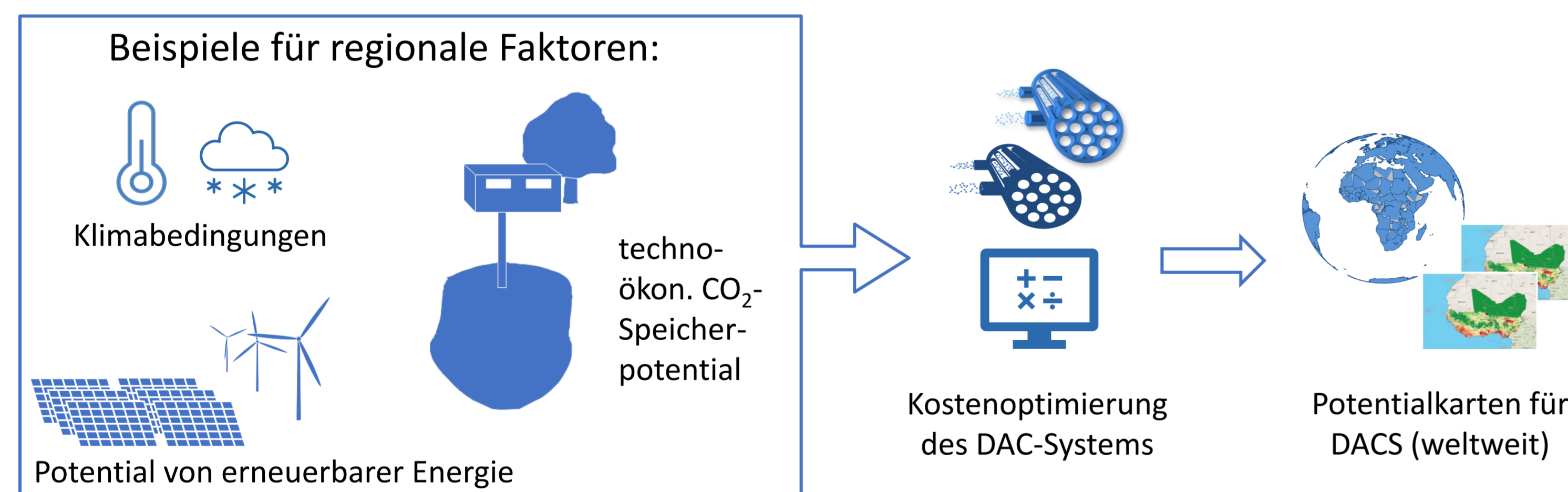


Abb. 1: Bewertung des weltweiten Potentials für DACs.

Sub-Projekt II: Technologieforschung

Weiterentwicklung von drei technischen Ansätzen zur Abscheidung von CO₂ aus der Umgebungsluft und deren Hochskalierung:

Adsorptionsansatz:

- Materialentwicklung: Synthese und Funktionalisierung neuer Materialien (Zeolithe und funktionalisierte, mesoporöse Keramiken).
- Verfahrenstechnik: Standortbezogene Systemlösungen für die CO₂-Abscheidung aus der Luft mittels Adsorbentechnologie; Entwicklung einer Miniplant.

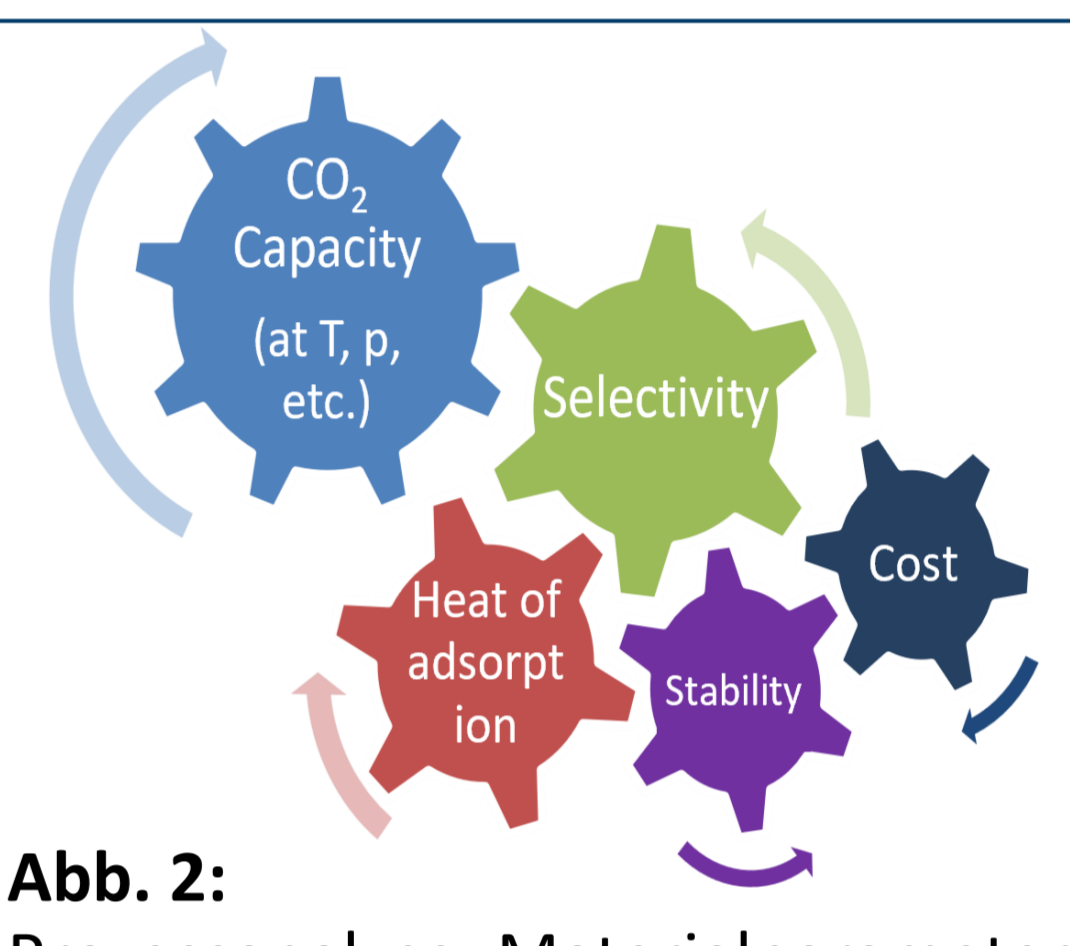


Abb. 2: Prozessanalyse: Materialparameter

Membran-Adsorptionsansatz:

- Materialentwicklung: Synthese und Funktionalisierung maßgeschneiderter Adsorbentpartikel.
- Entwicklung von Hohlfasermembranadsorbereinheiten mit hochporösem Material (erlaubt einen ungehinderten Luftstrom durch das System).

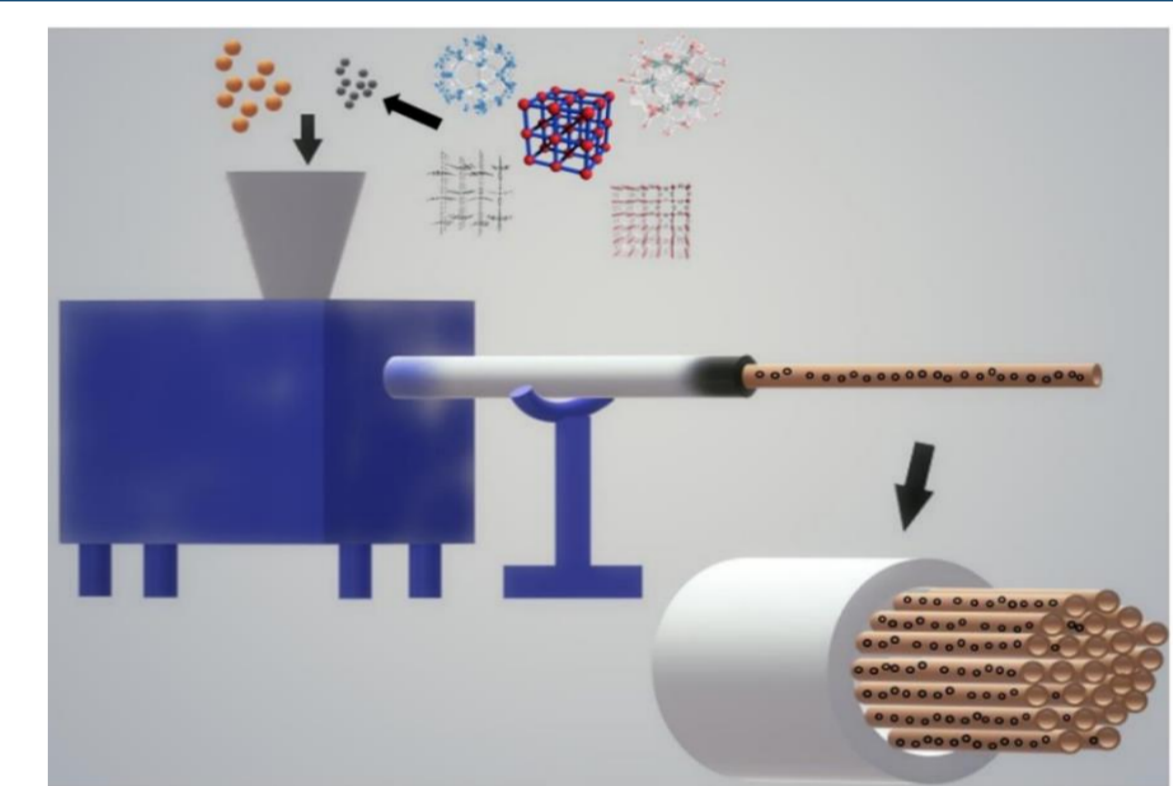


Abb. 3: Darstellung des Extrusionsverfahrens für Hohlfasermembrane.

Electro-Swing Ansatz mit 3 Methoden:

- Der elektrochemische Prozess benötigt nur elektrische Energie für den Regenerationsschritt, ohne dass eine Wärmequelle erforderlich ist.
- Untersuchung von 3 Methoden:
 1. Aminosäure-Ansatz
 2. Elektrochemisch vermittelte Aminregeneration (EMAR)
 3. Polymer-Ansatz

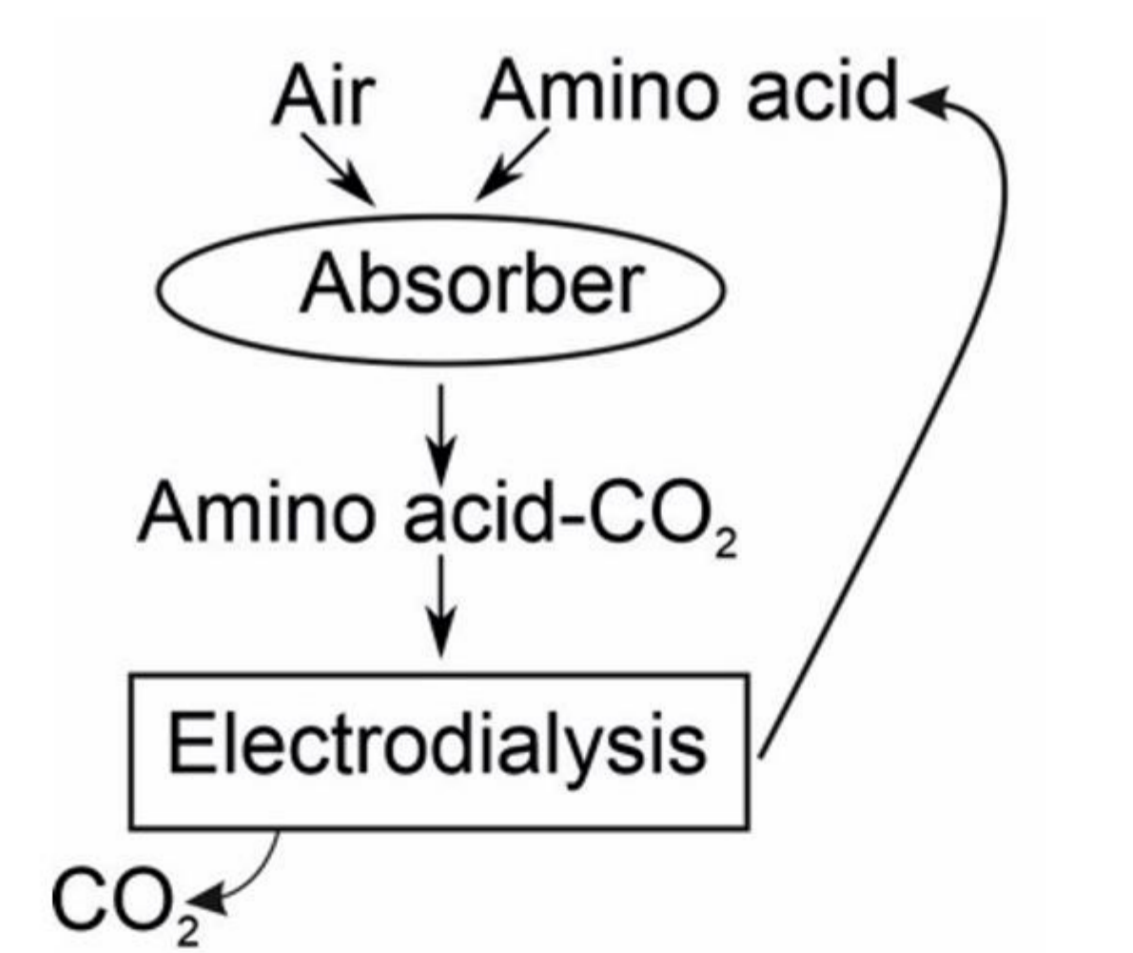


Abb. 4: Aminosäure-Ansatz: Aminosäuren (z.B. L-Arginin) fungieren als Sorbentien.

Sub-Projekt III: Transformationsstudien

Erforschung der nicht-technischen Herausforderungen und Möglichkeiten im Zusammenhang mit der Einführung von DACs:

Akzeptanzanalyse

Analyse der Interessengruppen und Akzeptanzfaktoren für DACs, wie z.B.:

- Identifizierung der Interessengruppen
- Konkrete Bedenken
- Wahrgenommene Risiken & Chancen

Rechtliche Auswertung

Empfehlungen für Regelungen und politische Maßnahmen für DACs bzgl.:

- Anlagen, Transport und Speicherung
- Investitionen
- Sichere Konstruktion und Betrieb

Makroökonomie und Umwelt

Entwicklung einer Roadmap für die breite Einführung von DACs:

- Auswertung der makroökonomischen und ökologischen Faktoren
- Z.B.: Beschäftigung, Wertschöpfung, Energiebedarf, Abfallerzeugung

DACStore Transformation Hub

A single point of contact in Germany for DACS technology

- Eine virtuelle Plattform, die Veranstaltungen und Informationen auf der Grundlage der DACStore-Forschung bietet.
- Ermöglicht Interessenvertretern aus Industrie, Politik und Öffentlichkeit Business Cases zu definieren, Randbedingungen zu gestalten und Entscheidungen basierend auf reproduzierbarem Wissen zu treffen.
- Verfolgt einen Co-Design-Ansatz.