Carbon Capture aus Punktquellen
mit Fokus auf Kehrichtverwertungsanlagen

VBSA-Fachtagung

6. Dezember 2022

Daniel Marxer

ZAR Kompetenzzentrum CO_2

Aufgabenstellung Abfallbranche

CO2-Emissionen: Vereinbarung zwischen Bund und Kehrichtverbrennungsanlagen

Bern, 16.03.2022 - Der Bund und die Schweizer Betreiber von Kehrichtverbrennungsanlagen haben die Vereinbarung zur Reduktion der CO2-Emissionen der Branche erneuert. Die Vereinbarung wurde zwischen dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) und dem Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) abgeschlossen. Die Betreiber verpflichten sich, bis 2030 Anlagen zur Abscheidung, Speicherung und Nutzung von CO2 in Betrieb zu nehmen. Diese Vereinbarung löst jene aus dem Jahr 2014 ab, die Ende 2021 auslief.

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Der Bundesrat

27.1.2021

Langfristige Klimastrategie der Schweiz

Aufgabe: 1x CCUS bis 2030

29x CCUS bis 2050

CCU oder CCS an KVA in Betrieb

Für Interessierte: Übersichtskarten zu Projekten gibt es z.B. hier https://www.catf.us/ccsmapeurope/
https://www.sccs.org.uk/expertise/global-ccs-map

Stiftung ZAR

Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung

→bei der thermischen Abfallverwertung enthaltene Stoffe in den Kreislauf zurückzuführen

→nicht verwertbare Rückstände eliminieren oder emissionsarm ablagern

NEU!

Standort Hinwil

KEZO

Kompetenzzentrum Trockenschlacke

Physikalisch-mechanische Wertstoffgewinnung aus Schlacke

Standort Zuchwil

KEBAG

Kompetenzzentrum Hydrometallurgie

(nass-)chemische Verfahren zur Rückgewinnung von Wertstoffen und zur Schadstoffreduktion aus Verbrennungsrückständen

Standort Niederurnen

kva linth energie+recycling

Kompetenzzentrum CO_2

CO_2 Abscheidung aus KVA-Abgas, Transport, Lagerung / Verwendung

(**CCUS**, **C**arbon **C**apture and **U**se / **S**torage)

CO_2 Kompetenzzentrum

Walter Furgler

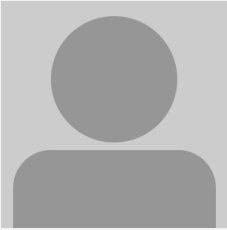
Geschäftsführer KVA Linth
Leiter CO_2 -Kompetenzzentrum

Daniel Marxer

Projektingenieur CCUS CO_2-Kompetenzzentrum

Stefan Ringmann

Leiter Technik / Verfahren KVA Linth
Wiss. Mitarbeiter CO_2-Kompetenzzentrum



weitere Personen nach Bedarf

Finanzierung 2022-2025 (3.8 Mio CHF):

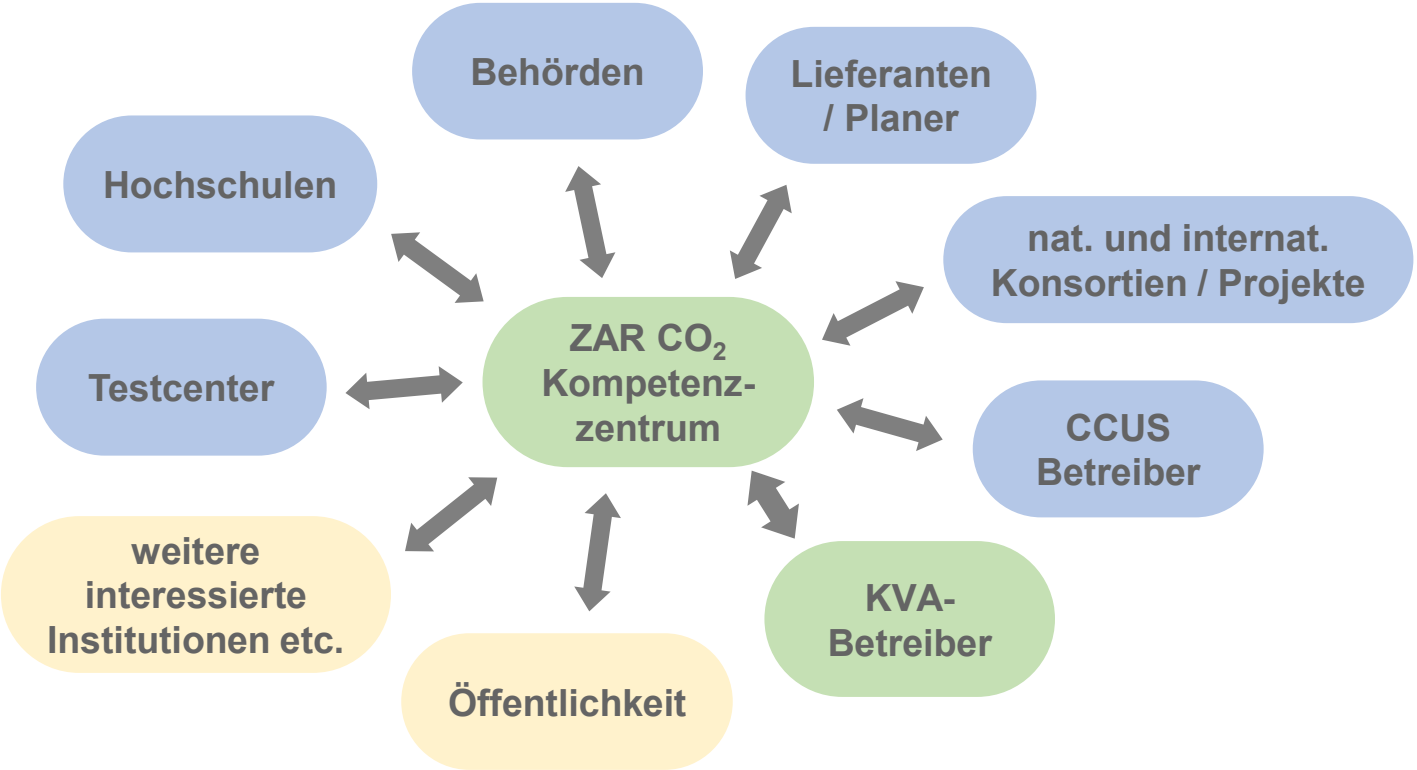
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

STIFTUNG ZENTRUM FÜR NACHHALTIGE ABFALL- UND RESSOURCENNUTZUNG

Stiftung der Glarner Kantonalbank
für ein starkes Glarnerland

Rolle CO_2 Kompetenzzentrum



Arbeitspakete CO_2 Kompetenzzentrum

AP1 Aufbau CO2 Kompetenzzentrum

AP2.1 Risikoanalysen

AP2.2 Umweltrisiken & Umweltmonitoring

AP2.3 Verfahrensmonitoring

AP3 Optimierung AGR

AP4.1 Wärmeintegration

AP4.2 Verwendung

AP4.3 Lagerung

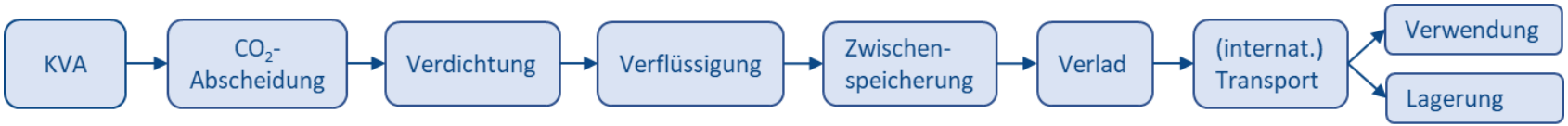
AP5 Vorprojekt CCS KVA Linth

AP6 int. Logistik & Übergabe

AP7 Rechtliches und Bewilligungen

AP8 Finanzierung

AP9 Kommunikation



Arbeitspakete CO_2 Kompetenzzentrum

AP1 Aufbau CO2 Kompetenzzentrum
AP2.1 Risikoanalysen
AP2.2 Umweltrisiken & Umweltmonitoring
AP2.3 Verfahrensmonitoring
AP3 Optimierung AGR
AP4.1 Wärmeintegration
AP4.2 Verwendung
AP4.3 Lagerung
AP5 Vorprojekt CCS KVA Linth
AP6 int. Logistik & Übergabe
AP7 Rechtliches und Bewilligungen
AP8 Finanzierung
AP9 Kommunikation

Ausgangslage

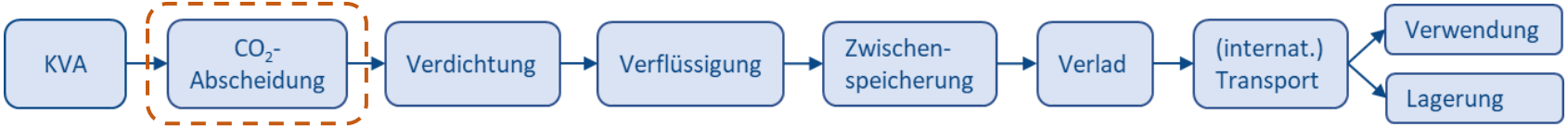
viele, teils junge **Technologien - kaum Referenzen** für KVA

Übergeordnetes Ziel

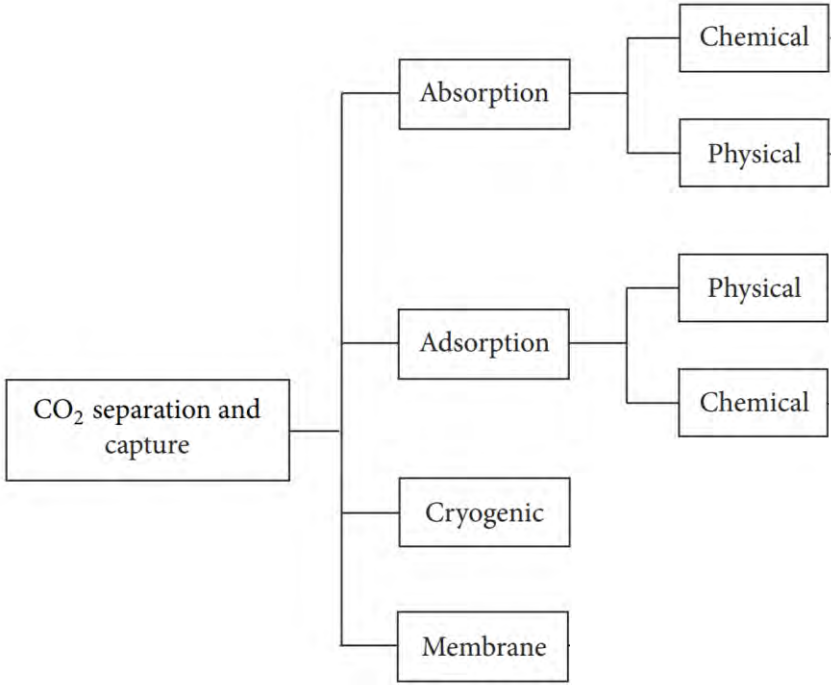
laufendes **Monitoring** zu **Verfahren** und **Anbietern**: welche Technologien sind potentiell heute und in der Zukunft **geeignet für KVA**

Vorgehen

- **Informationen** beschaffen und aufbereiten
- **Durchführen** oder **Begleiten** von **Versuchen / Pilotierungen**

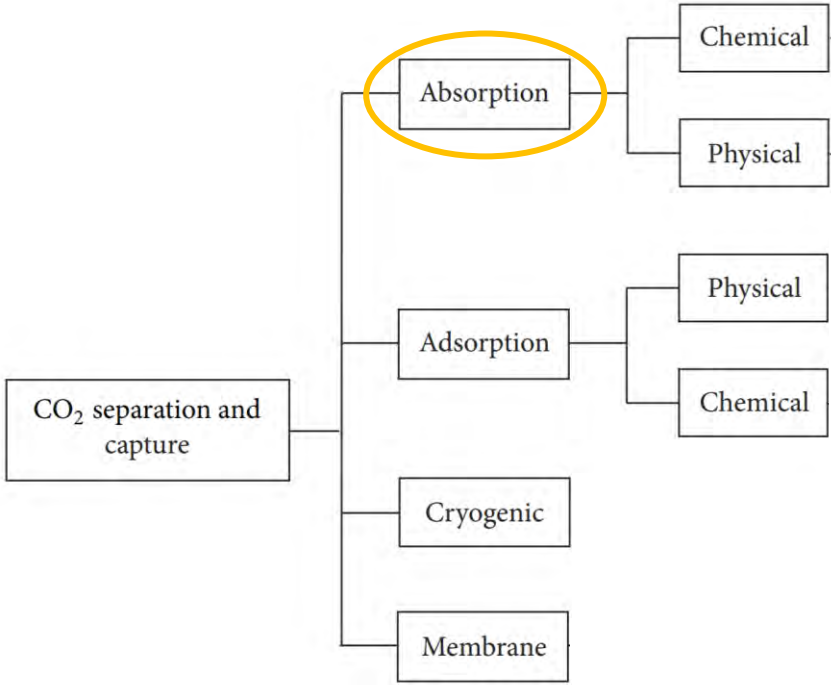


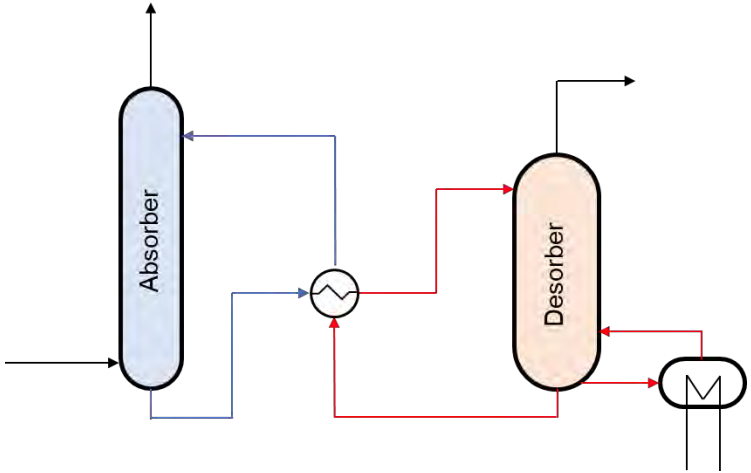
CO_2 Abscheidung aus Verbrennungsabgasen



Energy Fuels 2001, 15, 2, 279-284

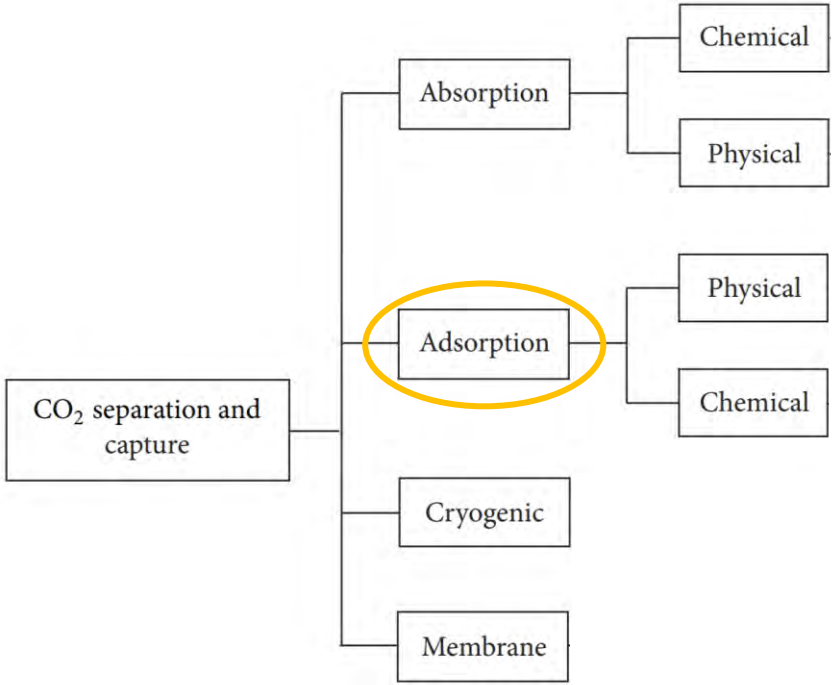
CO_2 Abscheidung aus Verbrennungsabgasen



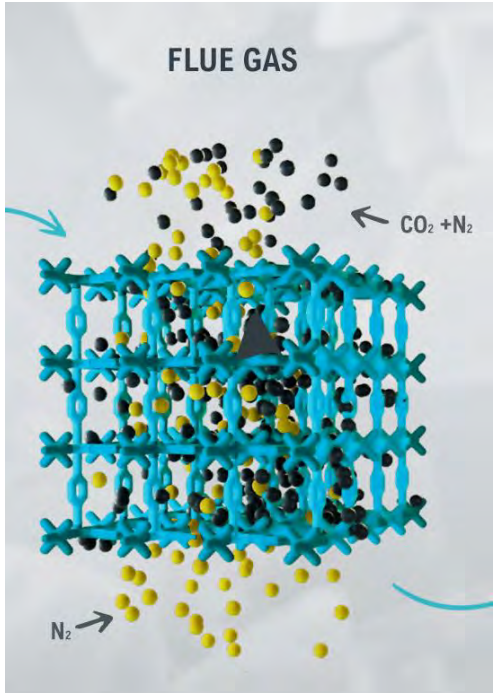


Energy Fuels 2001, 15, 2, 279-284

CO_2 Abscheidung aus Verbrennungsabgasen

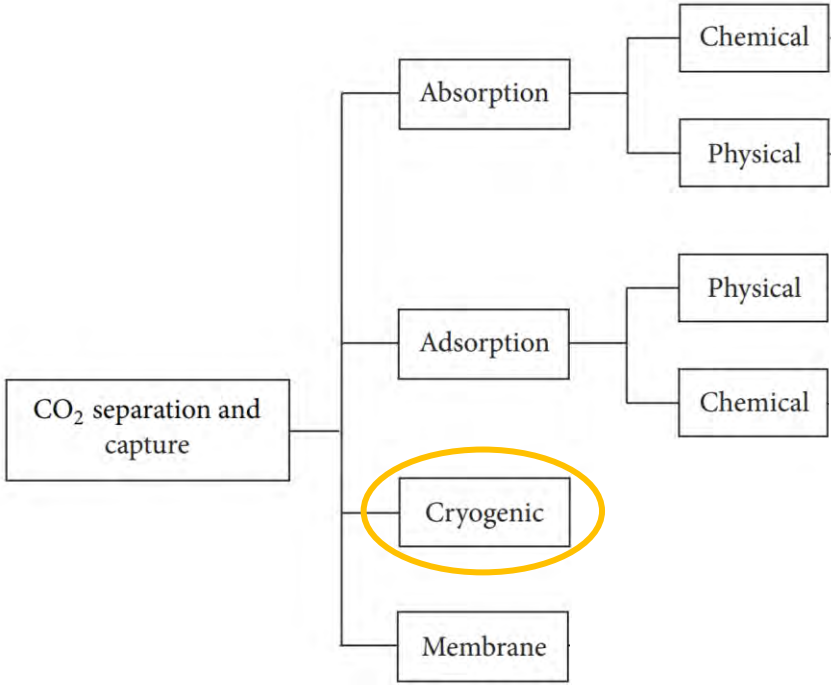


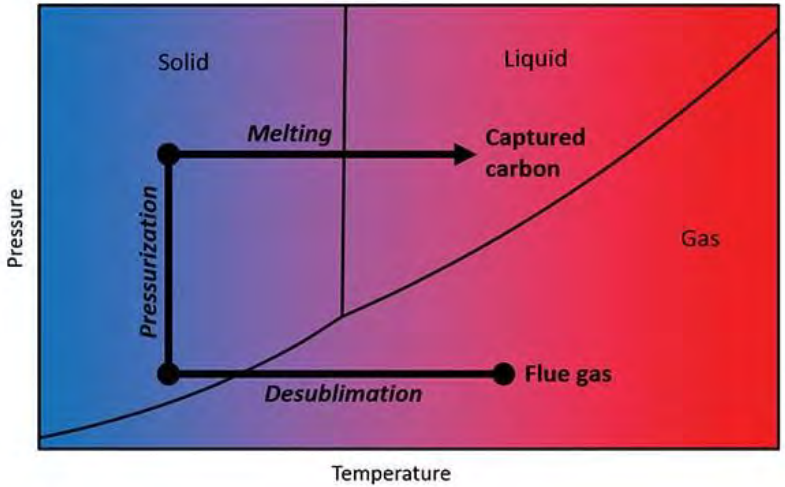
Energy Fuels 2001, 15, 2, 279-284



www.svanteinc.com

CO_2 Abscheidung aus Verbrennungsabgasen

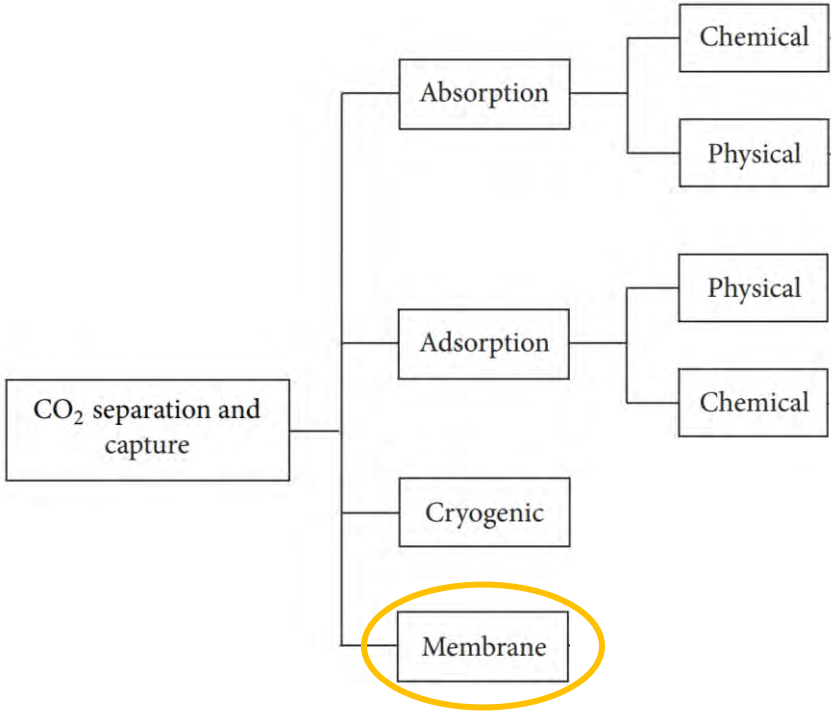




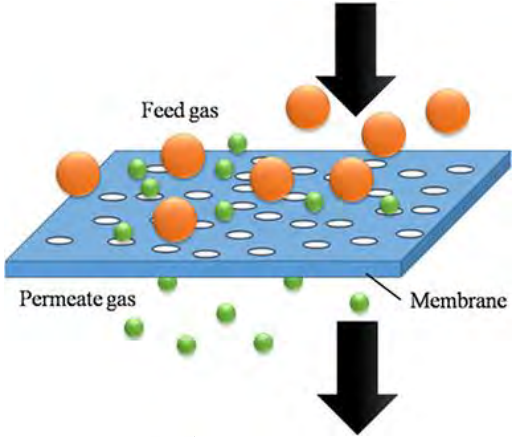
https://www.powermag.com/the-carbon-capture-and-storage-rd-frontier/

Energy Fuels 2001, 15, 2, 279-284

CO_2 Abscheidung aus Verbrennungsabgasen

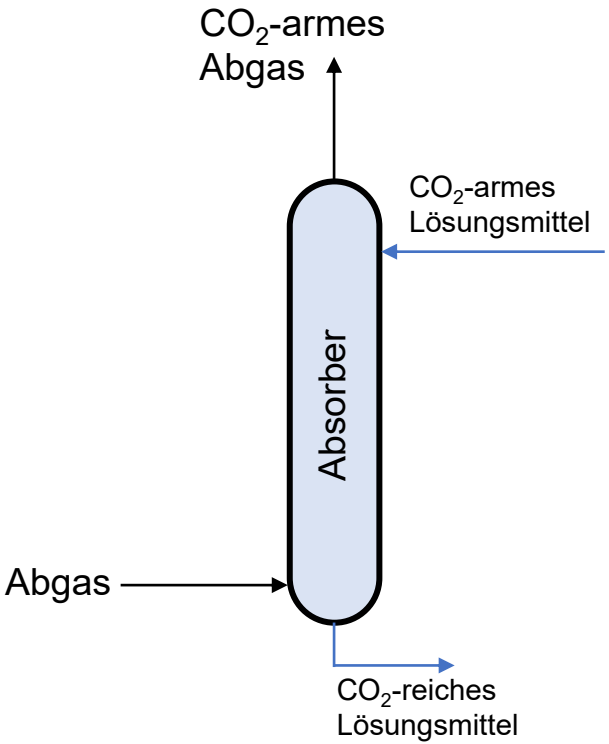


Energy Fuels 2001, 15, 2, 279-284

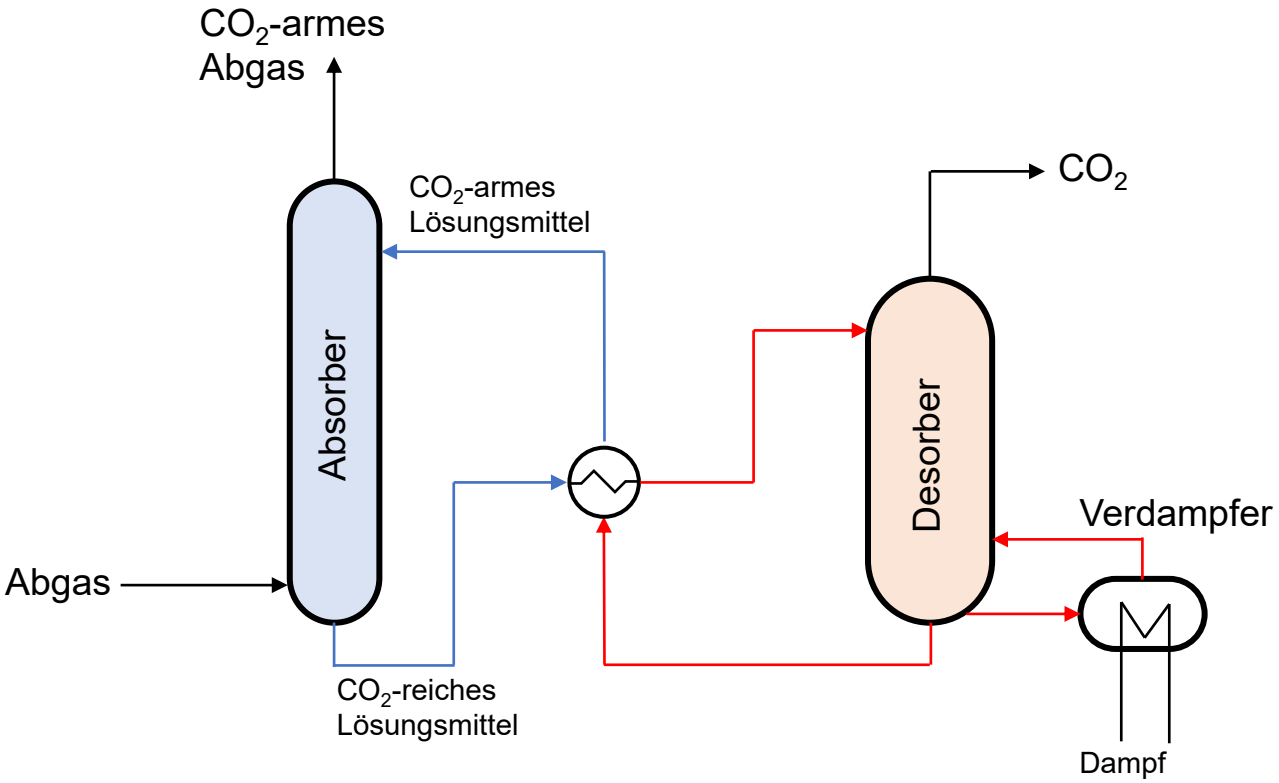


Ji, G., & Zhao, M. (2017),
https://doi.org/10.5772/65723

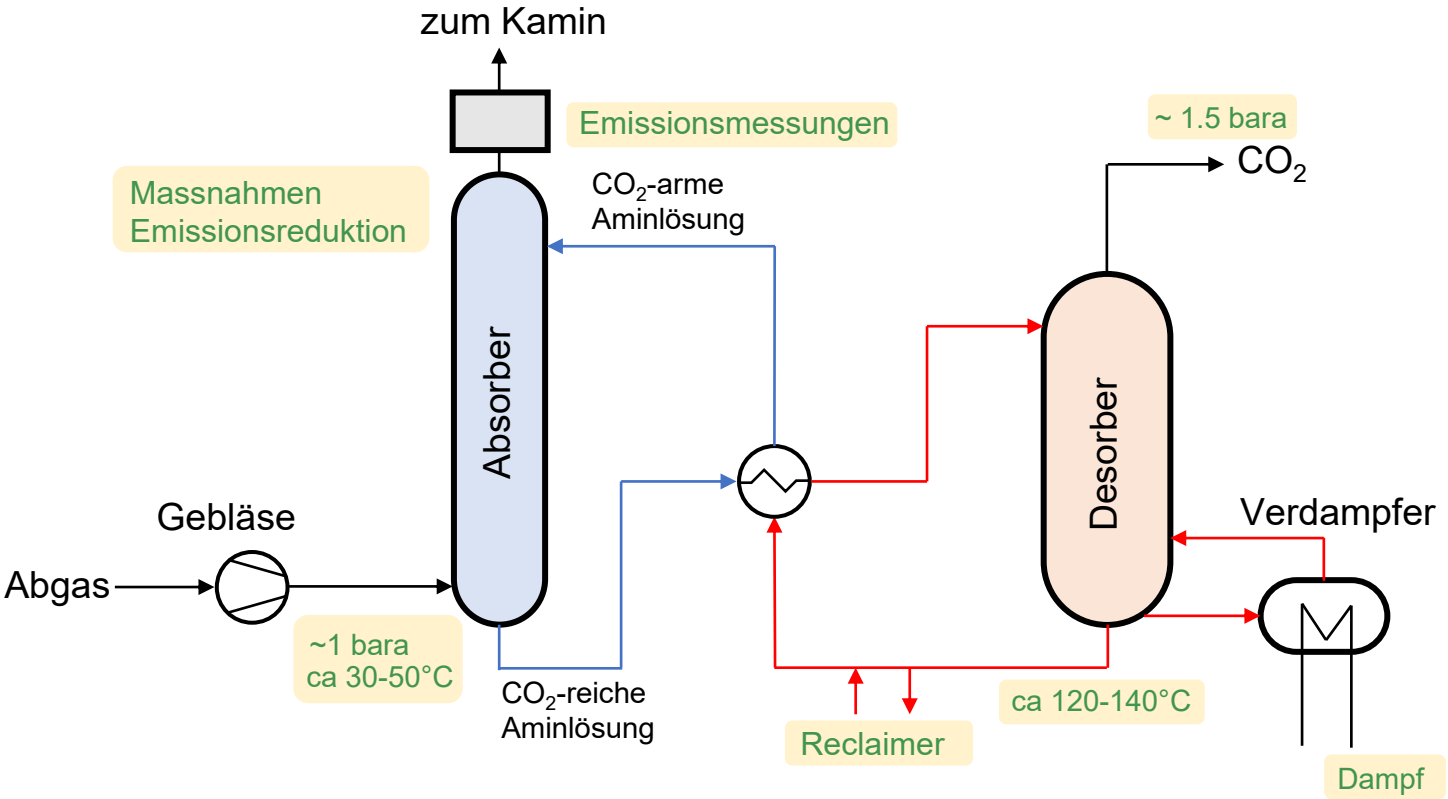
Absorptionswäsche



Absorptionswäsche

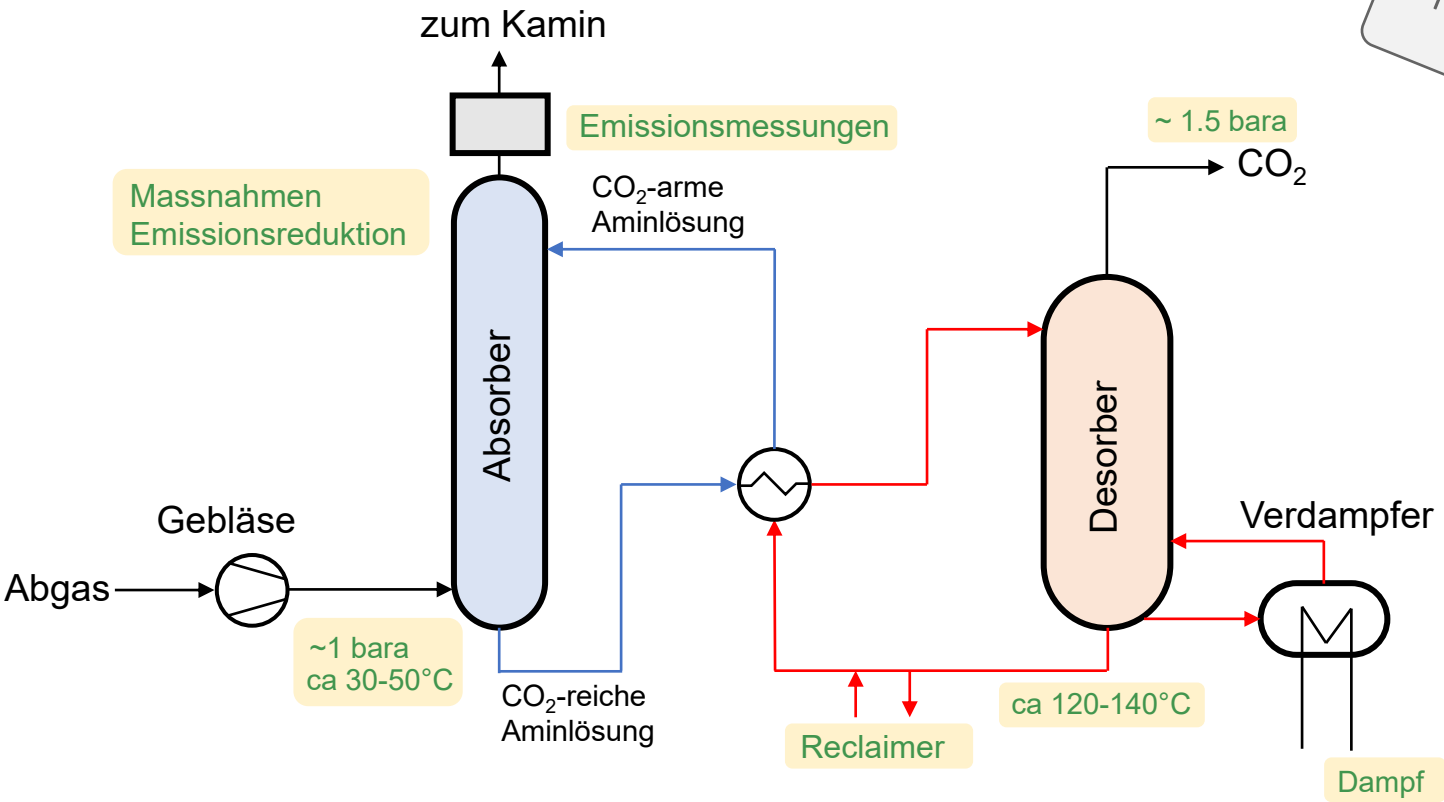


Absorptionswäsche Beispiel: Aminwäsche



Absorptionswäsche Beispiel: Aminwäsche

Technologischer Reifegrad: kommerziell in Betrieb



AVR Duiven (www.avr.nl)

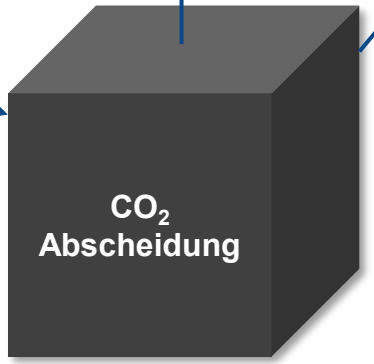
In Betrieb: AVR Duiven 100 kt/a (Gewächshäuser), Saga City Japan 2.5 kt/a (Algenkultivierung)
Im Bau: Celsio Oslo 400 kt/a (Lagerung), Twence 100 kt/a (Gewächshäuser)

CC als Blackbox – Beispiel Aminwäsche

CO_2-armes Abgas
Grössenordnung 1% CO_2

CO_2
feucht, getrocknet >99% CO_2, ~ 1.5 bara
(Johnsen, Proceedings GHGT14, 2018, CO2 Product Quality; Energy Procedia 63 (2014) 6173 – 6187)

Abgas
Ca. 30-50°C, leichter Überdruck
sehr tiefe Schadstoffwerte



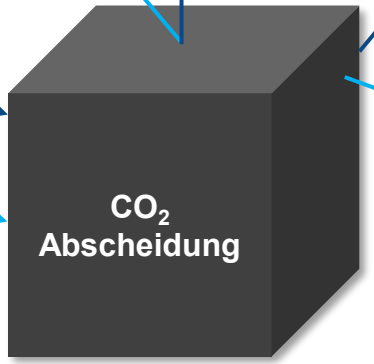
CC als Blackbox – Beispiel Aminwäsche

CO_2-armes Abgas
Grössenordnung 1% CO_2

Emissionen
Amine, Nitramine, Nitrosamine, Ammoniak, …
Gorset et. al; Aker Solutions, Proceedings GHGT-12

CO_2
feucht, getrocknet >99% CO_2, ~ 1.5 bara
(Johnsen, Proceedings GHGT14, 2018, CO2 Product Quality; Energy Procedia 63 (2014) 6173 – 6187)

Abgas
Ca. 30-50°C, leichter Überdruck
sehr tiefe Schadstoffwerte



Abfälle, Abwasser
Reclaimer-Abfall X kg/t_{CO2}, Abwasser
IEAGHG, "Evaluation of Reclaimer Sludge Disposal from Post-Combustion CO2 Capture", 2014/02

Betriebsmittel
Aminlösung X kg/t_{CO2}, je nach Aminen, Abgas, Betriebsbedingungen
Enaasen, Conference Proceedings, Results from MEA Degradation and Reclaiming Processes at the CO2 Technology Centre Mongstad, 2017

CC als Blackbox – Beispiel Aminwäsche

CO_2-armes Abgas
Grössenordnung 1% CO_2

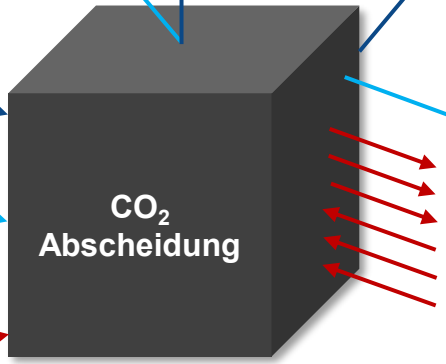
Emissionen
Amine, Nitramine, Nitrosamine, Ammoniak, …
Gorset et. al; Aker Solutions, Proceedings GHGT-12

CO_2
feucht, getrocknet >99% CO_2, ~ 1.5 bara
(Johnsen, Proceedings GHGT14, 2018, CO2 Product Quality; Energy Procedia 63 (2014) 6173 – 6187)

Abgas
Ca. 30-50°C, leichter Überdruck
sehr tiefe Schadstoffwerte

Abfälle, Abwasser
Reclaimer-Abfall X kg/t_{CO2}, Abwasser
IEAGHG, "Evaluation of Reclaimer Sludge Disposal from Post-Combustion CO2 Capture", 2014/02

Betriebsmittel
Aminlösung X kg/t_{CO2}, je nach Aminen, Abgas, Betriebsbedingungen
Enaasen, Conference Proceedings, Results from MEA Degradation and Reclaiming Processes at the CO2 Technology Centre Mongstad, 2017



Wärmeenergie
Input in der Grössenordnung 1 MWH_{th}/t_{CO2}
bei min ca. 120°C
Wärmeintegration muss individuell betrachtet werden
(Espen et. al; Results from MEA testing at the CO2 Technology Centre Mongstad, 2014)

Elektrizität
ca 0.05 MWh/t_{CO2}
(ohne Verflüssigung)
(Bilfinger Company-Presentation, 2022)

CC als Blackbox – Beispiel Aminwäsche

Technologie – Reifegrad
→ 2 Anlagen an KVA in Betrieb, weitere im Bau

CO_2-armes Abgas
Grössenordnung 1% CO_2

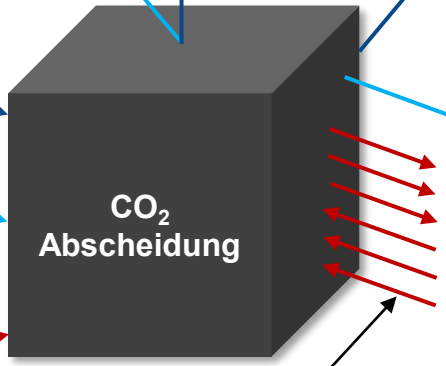
Emissionen
Amine, Nitramine, Nitrosamine, Ammoniak, …
Gorset et. al; Aker Solutions, Proceedings GHGT-12

CO_2
feucht, getrocknet >99% CO_2, ~ 1.5 bara
(Johnsen, Proceedings GHGT14, 2018, CO2 Product Quality; Energy Procedia 63 (2014) 6173 – 6187)

Abgas
Ca. 30-50°C, leichter Überdruck
sehr tiefe Schadstoffwerte

Abfälle, Abwasser
Reclaimer-Abfall X kg/t_{CO2}, Abwasser
IEAGHG, "Evaluation of Reclaimer Sludge Disposal from Post-Combustion CO2 Capture", 2014/02

Betriebsmittel
Aminlösung X kg/t_{CO2}, je nach Aminen, Abgas, Betriebsbedingungen
Enaasen, Conference Proceedings, Results from MEA Degradation and Reclaiming Processes at the CO2 Technology Centre Mongstad, 2017



Wärmeenergie
Input in der Grössenordnung 1 MWH_{th}/t_{CO2} bei min ca. 120°C
Wärmeintegration muss individuell betrachtet werden
(Espen et. al; Results from MEA testing at the CO2 Technology Centre Mongstad, 2014)

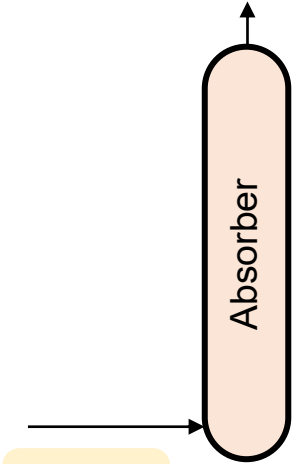
Elektrizität
ca 0.05 MWh/t_{CO2}
(ohne Verflüssigung)
(Bilfinger Company-Presentation, 2022)

Platzbedarf
z.B. Aker Just Catch™ 100kt/a:
ca 450m2 (nur Abscheidung)
https://akercarboncapture.com/

Betrieb
Solvent management

Absorptionswäsche Beispiel: Kaliumkarbonat

CO_2 Capsol Hot Potassium Carbonate Prozess (HPC)

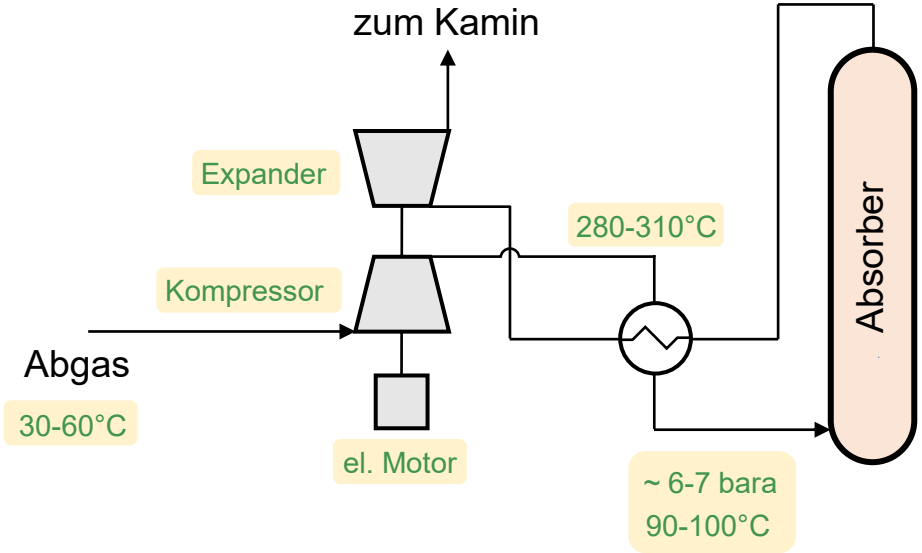


~ 6-7 bara
90-100°C

Parameter / Flowchart aus
Kommunikation mit CO2 Capsol
www.co2capsol.com

Absorptionswäsche Beispiel: Kaliumkarbonat

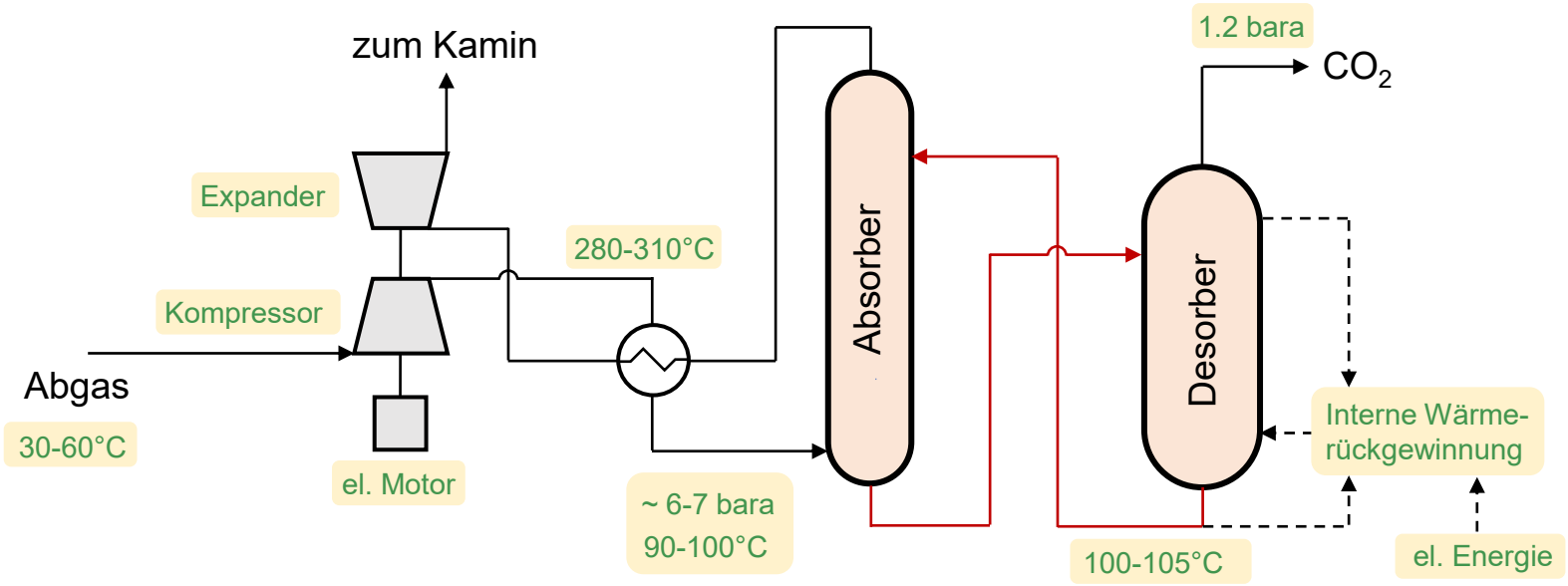
CO_2 Capsol Hot Potassium Carbonate Prozess (HPC)



Parameter / Flowchart aus Kommunikation mit CO2 Capsol www.co2capsol.com

Absorptionswäsche Beispiel: Kaliumkarbonat

CO_2 Capsol Hot Potassium Carbonate Prozess (HPC)

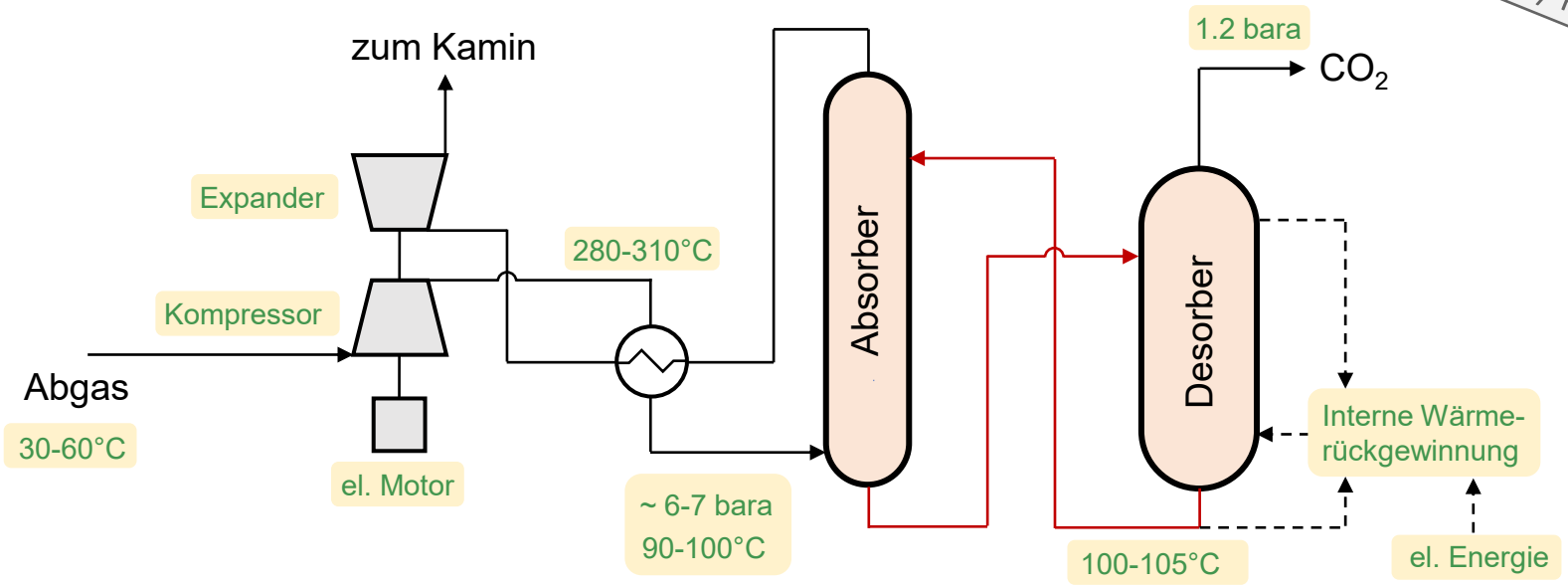


Parameter / Flowchart aus
Kommunikation mit CO2 Capsol
www.co2capsol.com

Absorptionswäsche Beispiel: Kaliumkarbonat

CO_2 Capsol Hot Potassium Carbonate Prozess (HPC)

Technologischer Reifegrad: Demonstration / Pilotierungen



Aktuelle Projekte:

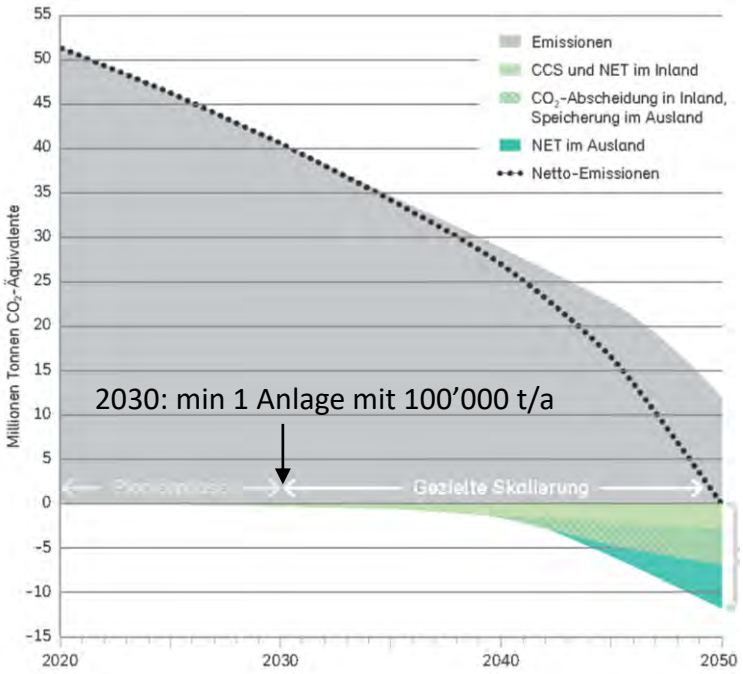
- Pilotierung an KVA in Schweden (Öresundskraft)
- Holzheizkraftwerk Stockholm Exergi, 800’000 t_{CO2}/Jahr, geplanter Betrieb 2026

Parameter / Flowchart aus Kommunikation mit CO2 Capsol www.co2capsol.com

Fazit

- ZAR CO_2 Kompetenzzentrum aufgebaut

- Es gibt viele interessante CO_2-Abscheideverfahren
- Bisher einzig Aminwäsche etabliert
- Wir befinden uns in der «Pionierphase». Bis zur «gezielten Skalierung*» ab 2030 sind allenfalls weitere Technologien einsatzbereit, die energetisch, platzmässig oder bei den Emissionen Vorteile bieten könnten



*Bericht des Bundesrates «CO2-Abscheidung und Speicherung (CCS) und Negativemissionstechnologien (NET). Wie sie schrittweise zum langfristigen Klimaziel beitragen können»

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen

www.zar-ch.ch

www.kva-linth.ch

STIFTUNG ZENTRUM FÜR NACHHALTIGE ABFALL- UND RESSOURCENNUTZUNG

Daniel Marxer

Projektingenieur CCUS
CO_2 Kompetenzzentrum

Im Fennen 1a
CH-8867 Niederurnen

+41 55 617 28 95
d.marxer@kva-linth.ch

kva linth
energie + recycling