

aDvAnCe

Validierung einer innovativen DAC-Technologie im Pilotmaßstab

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2024 (KLIEN)	Status	laufend
Projektstart	01.03.2025	Projektende	28.02.2027
Zeitraum	2025 - 2027	Projektlaufzeit	24 Monate
Keywords	Direct Air Capture;Pilotanlage;Abscheideeffizienz		

Projektbeschreibung

Zur Erreichung von netto Null CO₂- Emissionen, ist der Einsatz von "Carbon Dioxide Removal" (CDR) Methoden, d.h. die aktive und permanente Entnahme von CO₂ aus Erdatmosphäre, unvermeidlich. Die EU gibt in ihrer industriellen "Carbon Management Strategie" einen weitreichenden Ausbau von CDR Kapazitäten vor. Direct Air Capture (DAC) stellt einen vielversprechenden, technologischen Ansatz dar, da diese Verfahren einen im Vergleich zu Biomasse-basierten Verfahren signifikant geringeren Flächenbedarf aufweisen und grundsätzlich standortunabhängig errichtet werden können. Weitere Vorteile sind, dass die meisten bekannten Verfahren bei sehr moderaten Temperaturen und Betriebsdrücken ablaufen und somit einfach und kostengünstig zu errichten bzw. zu betreiben sind. Ein wesentlicher Nachteil der DAC-Technologie ist der Energiebedarf der sich bei der Abscheidung und Konzentration des CO₂ aus Umgebungsluft ergibt. Somit ist es unbedingt erforderlich den Energiebedarf von DAC, durch innovative, technologische Lösungen, sowie durch intelligente Integrationsmaßnahmen zu minimieren.

Das Projekt aDvAnCe setzt an diesen Kritikpunkten an. Durch das innovative Technologiekonzept des an der TU Wien entwickelten DAC Verfahrens kann ein ausgesprochen energieeffizienter DAC Prozess realisiert werden. Zusätzlich zur hohen Energieeffizienz benötigt der Prozess zu ca. 80% Niedertemperaturwärme (75 - 90 °C) und nur zu ca. 20% elektrischen Strom. Das an der TU Wien entwickelte Verfahren setzt zur Vermeidung der oben genannten Nachteile bestehender Verfahren am Prozessdesign an und sieht eine örtliche Trennung von Adsorption und Regeneration vor. Das Adsorbens zirkuliert dabei zwischen Adsorption und Regeneration. Die energieintensive Erwärmung unnötiger Inertmasse entfällt dadurch vollständig.

Im Rahmen des Projektvorhabens aDvAnCe soll die Funktion der innovativen DAC-Technologie, inklusive einer optimierten Regeneration-Prozessanordnung erstmalig gezeigt werden. Darüber hinaus soll der Prozess, der bereits intensiv im Labormaßstab (zwischen TRL3 und TRL4) bei Innenraumbedingungen (~20 °C, rel. Luftfeuchte ~35%) untersucht wurde, erstmals unter relevanten Prozessbedingungen, über ein gesamtes Kalenderjahr mit Außenluft betrieben werden (v.a. unter 0°C und über 30°C, rel. Luftfeuchte über 60%). Durch umfangreiche Probennahme und Nutzung der bestehenden Laborinfrastruktur der TU Wien sollen kritisch Prozessdaten wie die CO₂-Produktqualität, Prozessemissionen oder die Adsorbens-Standzeit, sowie deren Abhängigkeit von den vorherrschenden und eingestellten Betriebsbedingungen erhoben werden. Die hauptsächliche Herausforderung im aktuellen Projektvorhaben liegt daher in der Sicherstellung des

Anlagenbetriebs über ein gesamtes Kalenderjahr unter Außenluftbedingungen, bei aktuell noch nicht vollständig erbrachtem Funktionsnachweis für das neue Regenerationsverfahren und anderen Subkomponenten. Begleitend werden Technoökonomie und Lebenszyklusanalyse für ein simuliertes Up-Scaling durchgeführt.

Abstract

To achieve net zero CO₂ emissions, the use of "Carbon Dioxide Removal" (CDR) methods, i.e. the active and permanent removal of CO₂ from the earth's atmosphere, is unavoidable. In order to achieve its ambitious climate goals, the EU is specifying a far-reaching expansion of CDR capacities in the industrial "Carbon Management Strategy". Direct Air Capture (DAC) represents a promising technological approach because these processes require significantly less space compared to biomass-based processes and can generally be set up regardless of location. Further advantages are that most known processes take place at very moderate temperatures and operating pressures and are therefore easy and inexpensive to set up or operate. A major disadvantage of DAC technology is the energy required to capture and concentrate CO₂ from ambient air. It is therefore absolutely necessary to minimize the energy requirements of DAC through innovative technological solutions and intelligent integration measures.

The aDvAnCe project addresses these points of criticism. Thanks to the innovative technology concept of the DAC process developed at the TU Wien, an extremely energy-efficient DAC process can be realized. In addition to the high energy efficiency, the process requires around 80% low-temperature heat (75 - 90 °C) and only around 20% electrical power. In order to avoid the above-mentioned disadvantages of existing processes, the process developed in Austria is based on the local separation of adsorption and regeneration. The adsorbent circulates between the two process steps. This completely eliminates the energy-intensive heating of unnecessary inert mass.

As part of the aDvAnCe project, the function of the innovative DAC technology, including an optimized regeneration process arrangement, will be shown for the first time. In addition, the process, which has already been intensively investigated on a laboratory scale (between TRL3 and TRL4) under indoor conditions (~20 °C, relative humidity ~35%), is to be operated with outside air for the first time under relevant process conditions over an entire calendar year (especially < 0°C and > 30°C, relative humidity > 60%). Through extensive sampling and use of the existing laboratory infrastructure at TU Wien, critical process data such as CO₂ product quality, process emissions or adsorbent life-time, as well as their dependence on the prevailing and set operating conditions, are to be collected. The main challenge in the current project is therefore to ensure plant operation over an entire calendar year under outside air conditions, although proof of functionality for the new regeneration process and other subcomponents has not yet been conducted. Technoeconomics and life cycle analysis are also carried out for simulated up-scaling.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften

Projektpartner

- DACworx Engineering GmbH
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH