

AeroFibCap

Functional liquid-infused aerogel fibres towards smart CO₂

Programm / Ausschreibung	DST 24/26, DST 24/26, Bilateral Call with the Chinese Academy of Sciences, 2024	Status	laufend
Projektstart	01.01.2025	Projektende	31.12.2027
Zeitraum	2025 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	C-capture, CO ₂ reduction, aerogel fiber, textile, filter		

Projektbeschreibung

Die steigenden Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen, die jährlich mehr als 34,9 Gigatonnen betragen, führen zu einem globalen Temperaturanstieg von bis zu 1,5°C zwischen 2030 und 2052. Dieser alarmierende Trend hat weltweit politische, wirtschaftliche und technologische Anstrengungen zur Anwendung von Dekarbonisierungsstrategien erforderlich gemacht. So hat die internationale Energieagentur (IEA) das Ziel gesetzt, bis 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen, und die Notwendigkeit innovativer Lösungen zur Reduzierung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre betont. Die Technologie der direkten Luftabscheidung (Direct Air Capture, DAC), bei der CO₂ direkt aus der Atmosphäre entfernt wird, ist eine vielversprechende Lösung. Allerdings sind die CO₂-Sorptionsmittel, die sowohl für DAC-Systeme mit flüssigen als auch mit festen Sorptionsmitteln verwendet werden, nicht sehr effizient, da für die Abscheidung einer Tonne CO₂ große Mengen an Luft verarbeitet werden müssen und während des Regenerationsprozesses viel Energie verbraucht wird.

Das AeroFibCap-Projekt zielt darauf ab, diese Herausforderungen durch die Entwicklung einer nachhaltigen Alternative zu den derzeitigen Technologien auf der Basis von flüssigen Sorptionsmitteln anzugehen. Die zentrale Innovation dieses Projekts ist die Entwicklung einer umweltfreundlichen Lösung, die auf der physikalischen und chemischen Adsorption an selektiven, biologisch abbaubaren funktionellen Flüssigkeiten und porösen Aerogel- Matrices basiert. Dieser Ansatz soll eine hohe Adsorptionskapazität und Selektivität für CO₂ in gemischten Gasströmen bieten und gleichzeitig einen geringeren Energieverbrauch für die Regeneration des Sorptionsmittels erfordern. Das Projekt geht über den Stand der Technik hinaus, indem es innovative Ansätze für Adsorptionsmaterialien und Verfahren zur Modifizierung von hochdichten Aerogel-Nanofasern entwickelt und eine in intelligente Textilien integrierte, autonome Filteranlage für einen kontinuierlichen, einstufigen CO₂-Abscheidungs- und Regenerationsprozess konzipiert. Das Hauptziel ist die Entwicklung hocheffizienter CO₂-Abscheidungsmaterialien unter Verwendung selektiv flüssigkeitsgefüllter Aerogelfasern. Diese Fasern werden reichlich aktive Stellen für die CO₂-Adsorption bieten und eine geeignete Gasdurchlässigkeit durch Hohlräume zwischen den Fasern beibehalten. Außerdem wird durch die Integration intelligenter Textilheizsysteme direkt in die Absorbervorrichtungen die für die CO₂-Regenerierung erforderliche Energie reduziert, wodurch der Prozess energie- und kosteneffizienter wird. AeroFibCap legt auch großen Wert auf die Bewertung des Lebenszyklus, die Haltbarkeit, die Wiederverwendbarkeit und die Recyclingfähigkeit der verwendeten Materialien und strebt einen geschlossenen Recyclingprozess an. Durch die Entwicklung

einer nachhaltigen und skalierbaren CO₂-Abscheidungstechnologie trägt das Projekt zu dem weiter gefassten Ziel bei, Netto-Null-Emissionen zu erreichen und die Luftqualität zu verbessern, wodurch die globalen Nachhaltigkeitsbemühungen unterstützt und die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen und Gemeinschaften gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels gestärkt werden.

Abstract

The escalating levels of carbon dioxide (CO₂) emissions, which have surpassed 34.9 gigatons annually, contribute to a rise in global temperature upto 1.5°C within 2030 and 2052. This alarming trend has forced political, economic, and technological efforts worldwide to deploy decarbonization strategies. Thus, the International Energy Agency (IEA) has set a target to achieve net-zero emissions by 2050, emphasizing the need for innovative solutions to reduce atmospheric CO₂ concentrations. Direct air capture (DAC) technology, which removes CO₂ directly from the atmosphere, is a promising solution. However, the CO₂ sorbent materials used for both liquid and solid sorbent-based DAC systems are not highly efficient, requiring large amounts of air processing to capture a single ton of CO₂ and consume large amounts of energy during the regeneration process.

The AeroFibCap project aims to address these challenges by developing a sustainable alternative to the current liquid sorbent-based technologies. The central innovation of this project is to develop an environmentally friendly solution based on physical and chemical adsorption onto selective, biodegradable functional liquids and aerogel porous matrices. This approach aims to provide high adsorption capacity and selectivity towards CO₂ in mixed gas streams while requiring lower energy consumption for sorbent regeneration. The project goes beyond the state-of-the-art by developing innovative approaches in adsorbent materials, processes for highly dense aerogel nanofibre modification, and designing a smart-textile integrated autonomous filter device for a continuous, one-step CO₂ capture and regeneration process. The primary objective is to develop highly efficient CO₂ capture materials using selectively liquid-filled aerogel fibres. These fibres will provide abundant active sites for CO₂ adsorption and maintain appropriate gas permeability through inter-fibre voids. Furthermore, the integration of smart-textile heating systems directly into the absorber devices reduces the energy required for CO₂ regeneration, making the process more energy-efficient and cost-effective. AeroFibCap also emphasizes the importance of life cycle assessment, durability, reusability, and recyclability of the materials used, aiming to create a closed-loop recycling process. By developing a sustainable and scalable CO₂ capture technology, the project contributes to the broader goal of achieving net-zero emissions and improving air quality, thus supporting global sustainability efforts and enhancing the resilience of ecosystems and communities against the impacts of climate change

Projektkoordinator

- V-TRION GmbH

Projektpartner

- Grabher Group GmbH