

NECOC – Negative Emissionen durch Auftrennung von atmosphärischem CO₂ in wirtschaftlich verwertbares Carbon Black und Sauerstoff

Zahlreiche Studien zeigen, dass sich das formulierte Klimaschutzziel nicht allein über die Reduktion der Emissionen bei bestehenden Anlagen, Prozessen und Transportmitteln oder durch eine vollständige Elektrifizierung erreichen lässt. Vielmehr ist es unbedingt erforderlich, CO₂ gezielt aus der Atmosphäre zu entnehmen und dauerhaft klimaunschädlich zu speichern, also negative Emissionen zu erzeugen. Dafür bedarf es neuartiger Technologien.

Eine solche innovative Technologie ist der in NECOC entwickelte und vom BMWK im 7. Energieforschungsprogramm mit ca. 1,5 Millionen Euro geförderte Prozessverbund. Dabei wird eine Demonstrationsanlage zur Erzeugung negativer Emissionen durch die Zerlegung von atmosphärischem Kohlenstoffdioxid (CO₂) in elementarem Kohlenstoff (Carbon Black, C) und Sauerstoff (O₂) im Pilotmaßstab aufgebaut.

Das Gesamtverfahren besteht aus der Kombination von vier Prozessschritten (vgl. Abb. 1). Anhand eines Adsorbers wird CO₂ aus der Umgebungsluft abgetrennt und anschließend mithilfe von Wasserstoff (H₂) in einem mikrostrukturierten Reaktor in Methan (CH₄) und Wasser (H₂O) überführt. CH₄ wird schließlich in einem heißen, mit flüssigem Zinn befüllten Blasensäulenreaktor in H₂ und C zerlegt. Das H₂O wird mittels Elektrolyse in O₂ und H₂ aufgespalten. Der gesamte in der Pyrolyse erzeugte Wasserstoff wird als Einsatzstoff zur Methanisierung zurückgeführt. Der feste Kohlenstoff, der im Prozess in Form von sehr feinem Pulver anfällt, wird abgetrennt und

anschließend als potentiell hochpreisiges Edukt, beispielsweise in der Gummi-, Bau- oder Elektroindustrie, wirtschaftlich verwertet. Wesentlicher Aspekt bei der Entwicklung des Gesamtprozesses ist die effiziente stoffliche und energetische Kopplung der im Labormaßstab entwickelten und weitestgehend etablierten Teilprozessschritte miteinander. Eine derartige Anlage ist derzeit weltweit einzigartig.

Das Projekt wird umgesetzt von einem Konsortium aus dem Karlsruher Flüssigmetalllabor (KALLA) am Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit (ITES) und dem Institut für Thermische Verfahrenstechnik (TVT) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) sowie der Firma Climeworks Deutschland GmbH und der Firma INERATEC GmbH.

CO₂-Adsorption/Direct Air Capture: Climeworks

Climeworks entwickelt, baut und betreibt Direct Air Capture (DAC) Anlagen, die CO₂ direkt aus der Umgebungsluft entfernen. Die Anlagen nutzen ausschließlich erneuerbare Energie oder Abwärme als Energiequelle. Die Entfernung des CO₂ basiert auf einem zyklischen Adsorptions-/Desorptionsprozess mit einem strukturierten Adsorbentmaterial (Abb. 2). CO₂ wird anschließend als reines Gas zur Verfügung gestellt.

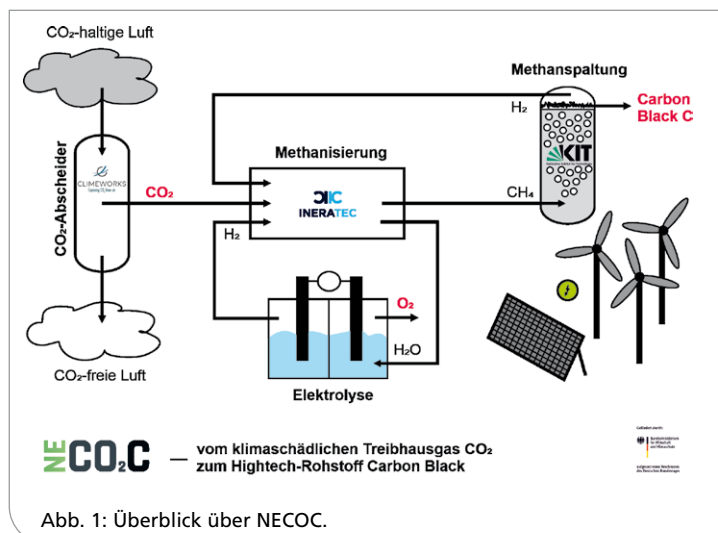


Abb. 1: Überblick über NECOC.

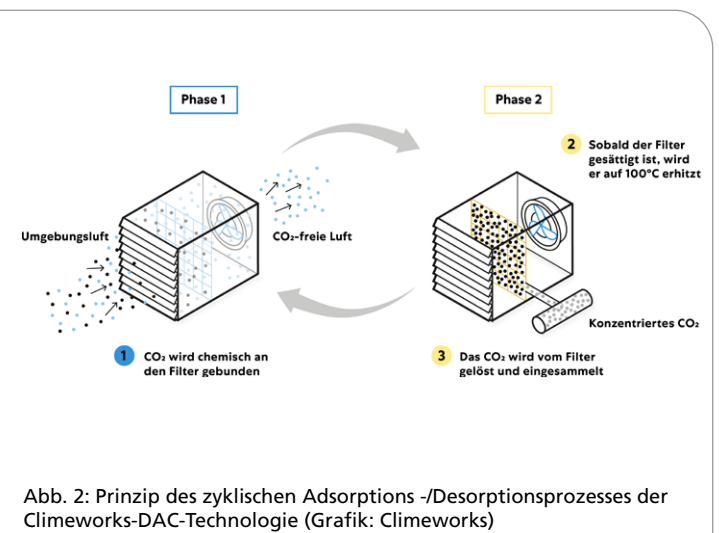


Abb. 2: Prinzip des zyklischen Adsorptions-/Desorptionsprozesses der Climeworks-DAC-Technologie (Grafik: Climeworks)

Methanisierung: INERATEC

INERATEC fertigt modulare chemische Anlagen, mit denen aus CO_2 und erneuerbarem Strom nachhaltige Kraftstoffe und Chemikalien, wie in diesem Fall Methan, hergestellt werden. Die chemischen Methanisierungsreaktoren von INERATEC sind im Innern mikrostrukturiert und mit einer innovativen Verdampfungskühlung ausgestattet (Abb. 3). Dadurch lassen sich in kompakten Reaktoren hohe CO_2 -Konversionsraten mit gleichzeitig guter Temperaturkontrolle und dadurch bedingten längeren Katalysatorstandzeiten erreichen.

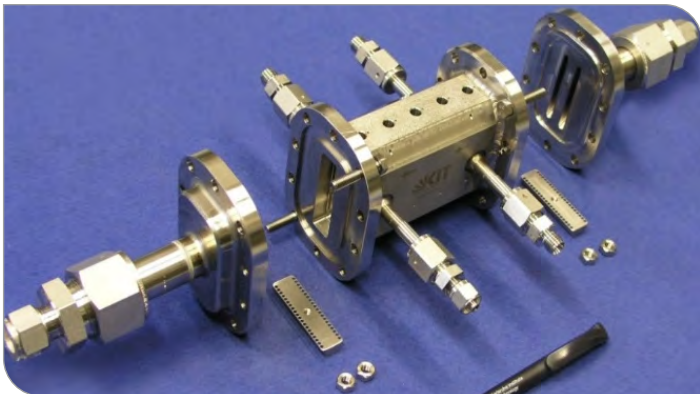


Abb. 3: Methanisierungsreaktor der Firma INERATEC, hergestellt in Kooperation mit dem KIT.

Flüssigmetallbasierte Methanpyrolyse: KALLA/TVT am KIT

Im Karlsruher Flüssigmetalllabor (KALLA) am Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit (ITES) des KIT wird ein innovatives Verfahren zur Herstellung von H_2 und festem Kohlenstoff durch einen flüssigmetallbasierten Methanpyrolyseprozess erforscht. CH_4 wird von unten in einen von außen mit erneuerbaren Energien beheizten, mit flüssigem Zinn befüllten Reaktor eingeleitet. Dabei bilden sich Blasen, die im Flüssigmetall aufsteigen, wobei CH_4 in seine Bestandteile zerlegt wird (Abb. 4).

Die Verwendung von geschmolzenem Metall bietet Vorteile für die Wärmeübertragung im Prozess. Außerdem schwimmt der pulver-

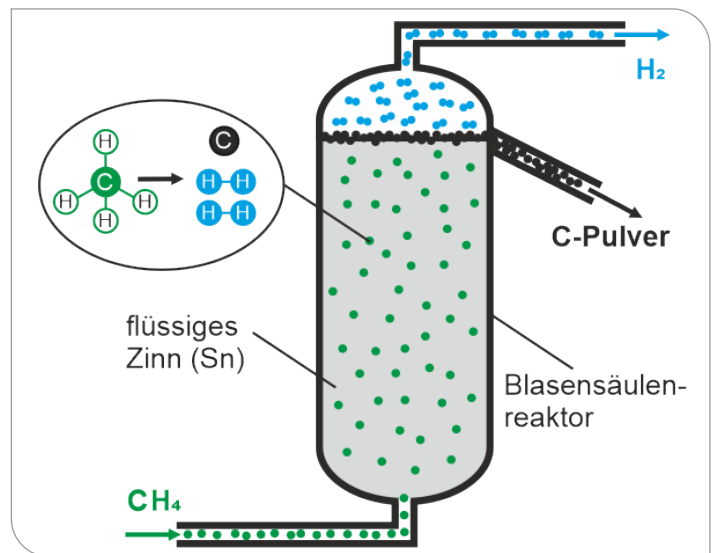


Abb. 4: Innovative Technologie des KIT zur Erzeugung eines HighTech-Rohstoffs mittels thermischer Spaltung von Methan in einer heißen, flüssigen Zinnsäule.

förmige Kohlenstoff aufgrund seiner geringeren Dichte auf der Oberfläche des flüssigen Metalls und lässt sich mit konventionellen Trenntechniken aus dem Reaktor abscheiden. Dies vermeidet die bei anderen Verfahren beobachteten Probleme, wie Reaktorverstopfung oder Katalysatordeaktivierung durch Kohlenstoffablagerungen. In vorherigen Versuchen wurde eine maximale Wasserstoffausbeute von 78 Prozent erreicht.

Ausblick: Solarer Wasserstoff (KALLA/KIT)

Die Energie für den Pyrolyseprozess lässt sich aus erneuerbaren Quellen bereitstellen. Da letztlich Wärme benötigt wird, kann der Prozess flexibel direkt mit solarer Wärme oder über eine Beheizung mit elektrischer Energie aus Photovoltaik oder Windkraft versorgt werden. Im Rahmen des Innovationspool-Projekts „Solarer Wasserstoff – hochrein und komprimiert“ wird am KALLA die Nutzung von Solarenergie zur Herstellung von Wasserstoff durch direkte thermische Pyrolyse von Methan in dem mit Zinn befüllten Blasensäulenreaktor entwickelt.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Thermische Verfahrenstechnik (TVT)
Dr.-Ing. Benjamin Dietrich
Akademischer Oberrat
Geschäftsführer des Instituts
Leitung AG Thermofluidynamik
Kaiserstr. 12, Gebäude 10.91, Raum 105
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-46830
Fax: +49 721 608-43490
E-Mail: benjamin.dietrich@kit.edu
www.tvt.kit.edu

WZCO₂C

oder direkt zu den Infos über das Exponat
http://www.tvt.kit.edu/21_3547.php

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) · Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka · Kaiserstraße 12 · 76131 Karlsruhe · www.kit.edu