

Studie analysiert Klimateffizienz von Technologien zur Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre

• Ein Verfahren weist ähnliche CO₂-Bilanz auf wie E-Mobilität • Skalierbarkeit und Risiken der Technologien allerdings noch unklar • „Langfristig werden die Technologien für den Klimaschutz wahrscheinlich eine Rolle als Ergänzung spielen, nicht aber als Ersatz“

Technologien zur Entfernung von Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre (Direct Air Capture, kurz DAC) sind zwar bereits im Einsatz, ihr tatsächlicher Nutzen für den Klimaschutz allerdings noch kaum erforscht, ebenso wie weitere Umweltfolgen. Die Klimabilanzen dieser Technologien hat nun ein Forschungsteam um Kavya Madhu und Prof. Dr. Stefan Pauliuk von der Universität Freiburg (Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen) analysiert. Dafür ermittelten sie für zwei gängige DAC-Verfahren – eines bei hoher und eines bei niedriger Temperatur zur Abschöpfung des gebundenen CO₂ –, wie hoch ihr Energieeinsatz, ihre CO₂-Emissionen und weitere Verbrauchsfaktoren sind, um eine Tonne, eine Megatonne und eine Gigatonne CO₂ aus der Atmosphäre zu extrahieren und in tiefe Bodenschichten zu verpressen. Diese Werte verglichen sie zudem mit zentralen etablierten Technologien und Maßnahmen zur CO₂-Einsparung wie etwa E-Mobilität und Wärmepumpen. „Das Niedrigtemperatur-Verfahren zur CO₂-Extraktion erwies sich dabei als erstaunlich effizient“, sagt Kavya Madhu. „Für eine CO₂-Tonne Extraktion etwa werden aktuell in der dafür notwendigen Energie- und Wärmebereitstellung 0,3 Tonnen CO₂ ausgestoßen und sogar nur 0,15 Tonnen, wenn CO₂-armer Strom verwendet wird.“ Die resultierende Netto-CO₂-Extraktion von 0,7-0,85 Tonnen ist vergleichbar mit der CO₂-Einsparung durch die Verwendung derselben Energiemenge für Elektroautos anstelle von Benzinern. Die Ergebnisse ihrer Studie „Understanding environmental trade-offs and resource demand of direct air capture technologies through comparative life-cycle assessment“ sind im Fachjournal „Nature Energy“ veröffentlicht.

„Einige Faktoren für eine langfristige Einlagerung sind noch unbekannt“

Bei den Extraktionstechnologien wird zunächst Umgebungsluft mit einer Substanz in Kontakt gebracht, die das CO₂ aus der Luft absorbiert. In einem zweiten Schritt wird durch Erhitzung das gebundene CO₂ in hoher Konzentration wieder freigesetzt und anschließend verflüssigt. Energie-Aufwände und Emissionen entstehen insbesondere durch die notwendige Erzeugung von Ventilation, chemischen Reaktionen und Erwärmung sowie durch die Verpressung des entnommenen CO₂ in tiefe Bodenschichten. Allerdings, so Stefan Pauliuk: „Einige Faktoren für eine langfristige CO₂-Einlagerung sind noch unbekannt oder schwer ermittelbar – etwa die sich dynamisch entwickelnde CO₂-Speicherfähigkeit von Gesteinen.“

Für ihre Studie hat das Team die Effizienz von CO₂-Extraktionstechnologien über ihren Lebenszyklus hinweg ermittelt mit einer detaillierten Ökobilanz in der Software OpenLCA. Sie berechneten die Umweltauswirkungen der Bereitstellung von Materialien und Energie, die für den Bau der Anlagen und die Abscheidung und Verpressung von CO₂ benötigt werden. Für den Vergleich mit anderen Technologien und Maßnahmen zur CO₂-Einsparung verwendeten sie vorhandene Daten aus verschiedenen Literaturquellen, harmonisierten diese und führten eigene Prozessmodellierungen durch, um Vollständigkeit und Konsistenz zu gewährleisten.

„Da die CO₂-Extraktion bereits jetzt eine vergleichsweise gute Effizienz aufweist, werden die DAC-Technologien wahrscheinlich langfristig für den Klimaschutz eine Rolle als Ergänzung spielen, nicht aber als Ersatz“, resümieren Madhu und Pauliuk. „Aufgrund der Unsicherheit der tatsächlichen Skalierbarkeit, der Risiken bei der CO₂-Speicherung im Gestein und des frühen Entwicklungsstadiums der DAC-Technologien ist die Anwendung bereits etablierter und ähnlich klimateffizienter Technologien wie Batteriefahrzeuge und Wärmepumpen weiterhin dringend geboten.“

contact for scientific information:

Kavya Madhu

Juniorprofessur für nachhaltiges Energie- und Stoffstrommanagement Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Tel.: 0761/203-54034

E-Mail: kavya.madhu@indecoll.uni-freiburg.de

Original publication:

Madhu, K., Pauliuk, S., Dhathri, S. et al. Understanding environmental trade-offs and resource demand of direct air capture technologies through comparative life-cycle assessment. Nat Energy (2021).

DOI: [10.1038/s41560-021-00922-6](https://doi.org/10.1038/s41560-021-00922-6)

URL for press release: <https://www.pr.uni-freiburg.de/pm/2021/studie-analysiert-klimateffizienz-von-technologien-zur-entfernung-von-co2-aus-der-atmosphaere>