

**Braucht es Innovationen, um den menschengemachten Klimawandel aufzuhalten?**



# Direct Air Capture: CO<sub>2</sub> raus aus der Atmosphäre statt rein?



Mit dem *Direct Air Capture*-Verfahren werden Kohlendioxide aus der Luft gezogen und so die Emissionen in der Atmosphäre verringert. Das Verfahren ist keineswegs unumstritten, jedoch eine Innovation, die angesichts des Klimawandels unabdingbar scheint. Wir haben uns *Direct Air Capture* einmal genauer angeschaut.

*Viktoria Franke*

„Direct Air Capture and Carbon Dioxide Capture and Storage“, kurz *DACCS*, klingt höchst kompliziert, beschreibt jedoch vereinfacht gesagt ein technologisches Verfahren zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Atmosphäre. Das klimaschädliche CO<sub>2</sub> aus Kraftwerken und Industrieanlagen wird direkt aus der Luft gefangen, abgeschieden, aufgefangen und sicher eingelagert oder als Rohstoff weiterverwendet. Ganz ursprüngliche CO<sub>2</sub>-Fänger sind Bäume. Schätzungen gehen davon aus, dass ein Baum im globalen Durchschnitt etwa 10 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr binden kann.

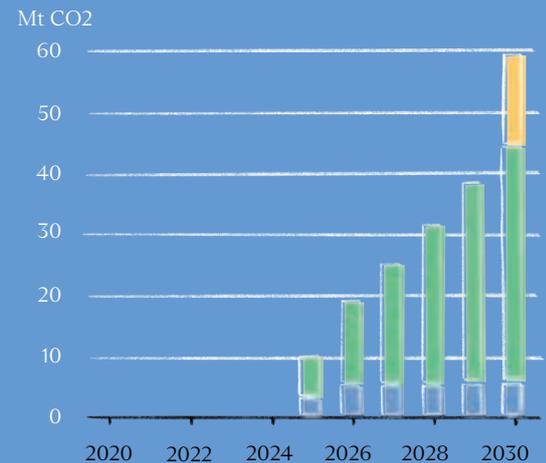
Deswegen sind ein Stopp der Abholzungen und großflächige Aufforstungen auch so wichtig. Zugleich versuchen zahlreiche Unternehmen, mit *DACCS* den Bäumen unter die Äste zu greifen. Denn wir stehen vor einem Dilemma, wie Pulitzerpreisgewinnerin Elizabeth Kolbert in ihrem Buch „Wir Klimawandler“ schreibt: Unsere Eingriffe in die Umwelt haben uns an einen Punkt geführt, an dem wiederum andere menschliche Eingriffe womöglich die letzte Hoffnung im Kampf gegen die globale Erderwärmung sind.

Nach Angaben der *Internationalen Energieagentur (IEA)* sind derzeit weltweit 18 *Direct Air Capture*-Anlagen in Betrieb, in denen fast 0,01 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr gebunden werden. „Im Szenario Netto-Null-Emissionen bis 2050 wird die direkte Abscheidung von Luft bis 2030 auf fast 60 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr gesteigert. Diese Größenordnung ist durchaus erreichbar, erfordert aber noch mehrere großtechnische Demonstrationsanlagen, um die Technologie zu verfeinern und die Abscheidungskosten zu senken“, so die *IEA*.

### Hohe Kosten

Es ist schwierig, die spezifischen Kosten für das Verfahren zu ermitteln, da die einzelnen Methoden große Unterschiede in Hinblick auf die verwendeten Sorptionsmittel (jene Chemikalien, an denen das CO<sub>2</sub> haften bleibt) und Energiequellen aufweisen. Wir haben mit *NeoCarbon*-Geschäftsführer René Haas über die Kosten und seine Branche gesprochen. *NeoCarbon* ist ein deutsches Start-up mit zehn Mitarbeitenden, das Abwärmeströme und die Luftzirkulation von Kühltürmen nutzt, um CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre abzuscheiden. Damit das *DACCS* bei der Erreichung der Klimaziele eine Rolle spielen kann, muss das Verfahren künftig massentauglich und mindestens kostendeckend sein. Dazu sagt René Haas: „Generell suchen alle *Direct Air Capture*-Unternehmen nach Möglichkeiten, die Kosten zu senken, da dies für den langfristigen Wert der *Direct Air Capture*-Technologie entscheidend ist. Möglichkeiten zur Kostensenkung sind beispielsweise die Nutzung von Erdwärme oder die Verbesserung des chemischen Sorptionsmittels, das zur Abscheidung des CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft verwendet wird. Unsere Technologie zielt darauf ab, den Luftstrom und die Abwärme des Kühlturms zu nutzen, um die Kosten für *Direct Air Capture* zu senken. Hier müssen wir den Luftstrom nicht erzeugen, weil der Kühlturm ihn bereits produziert. Darüber hinaus benötigen wir weniger Energie zum Aufheizen unseres Systems, da wir die Abwärme des Kühlturms nutzen können.“

Umgerechnet auf eine Tonne abgeschiedenes CO<sub>2</sub> gibt es laut René Orientierungspreise für die Investition, damit *DACCS* sich tatsächlich flächendeckend rechnen: „Obwohl diese Zahlen nicht in Stein gemeißelt sind, geht der allgemeine Markt derzeit davon aus, dass der Preis pro Tonne Abscheidung in vollem Umfang zwischen 50 und 200 Dollar liegen dürfte. *Frontier* beispielsweise gibt diese Zahl derzeit als langfristiges Ziel an. Auch der *X-prize* von Elon Musk nennt einen Preis von etwa 100 Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub>.“



Entwicklung / Potential  
Carbon Capture 2020-2030

## Wohin mit dem CO<sub>2</sub>?

Das eingefangene CO<sub>2</sub> verschwindet nicht einfach: Es braucht einen Lager- oder Speicherort. „Es gibt viele Branchen, die CO<sub>2</sub> als Input für ihre Prozesse benötigen“, sagt René Haas. „Zum Beispiel benötigen Industrien wie *Vertical Farming* und kohlenstoffhaltige Getränke diesen CO<sub>2</sub>-Input. Aber auch Trockeneishersteller oder die Chemieindustrie benötigen es für ihre Prozesse. Unser langfristiges Ziel ist es jedoch, kohlenstoffnegativ zu werden, daher liegt unser Hauptaugenmerk auf der Speicherung des abgeschiedenen CO<sub>2</sub> für 1.000+ Jahre. Langfristig werden darüber hinaus noch deutlich neuere Produkte entstehen, wie z.B. Future Fuels, aber auch Textilien, die sich jedoch gerade noch in der Forschung befinden.“

Neben der Weiterverarbeitung in der Industrie gibt es auch andere Ansätze zur Nutzung des eingefangenen CO<sub>2</sub>: CarbonCure z.B. speichert das gewonnene CO<sub>2</sub> in Beton und verbessert somit direkt die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Baustoffs. Die Schweizer Firma *Carbfix* vermischt in Island das CO<sub>2</sub> mit Wasser und pumpt es in den Untergrund. Das dortige Basalt-Gestein reagiert mit dem Gemisch und mineralisiert sich innerhalb von nur zwei Jahren: In den neuen Karbonatmineralien kann das CO<sub>2</sub> über Tausende von Jahren stabil gebunden werden. *Carbfix* geht davon aus, dass Europa theoretisch mindestens 4.000 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> in Gesteinen speichern könnte, die Vereinigten Staaten sogar über 7.500 Milliarden Tonnen.

Ein großes Potenzial hat auch die Nutzung in kohlenstoffneutralen synthetischen Kraftstoff. Das u.a. von

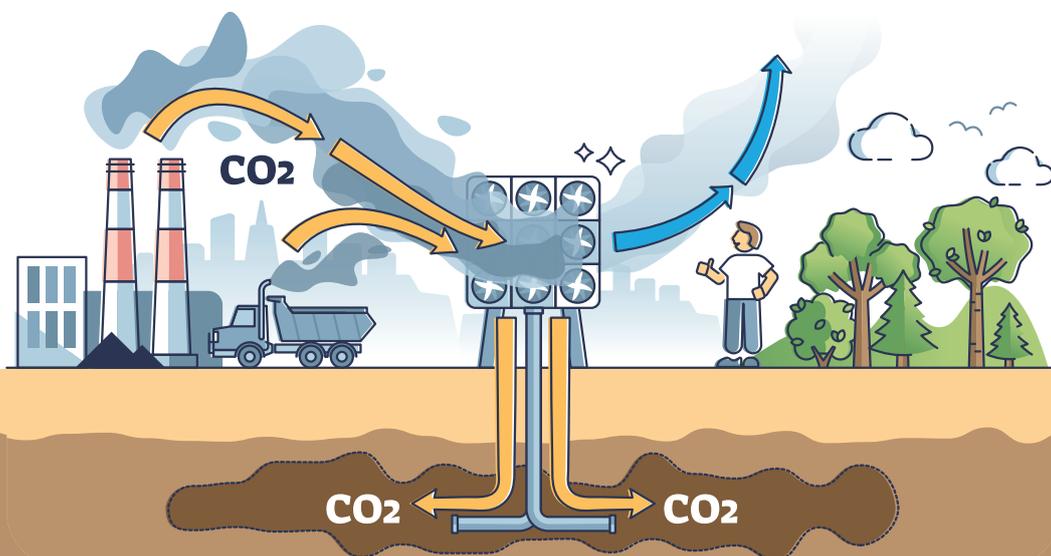
Bill Gates finanzierte kanadische Carbon Engineering wandelte 2017 das erste Mal abgeschiedenes CO<sub>2</sub> in synthetisches Rohöl um. Dieses kann dann zu Benzin, Diesel und Düsenkraftstoff weiterverarbeitet werden, die in Fahrzeugen und Verkehrsinfrastrukturen verwendet werden können. Dank des unbegrenzt verfügbaren Rohstoffs könnten diese *Air to Fuel*-Anlagen künftig weltweit saubere Kraftstoffe liefern, um die wachsende Marktnachfrage zu decken.

## Es geht voran. Oder?

Der Weltklimarat *IPCC* schätzt, dass die Welt bis Ende des Jahrhunderts 100 Milliarden bis eine Billion Tonnen Kohlenstoff aus der Atmosphäre entfernen muss, um die schlimmsten Auswirkungen der globalen Erwärmung umkehren zu können. Die aktuell bestehenden 18 Anlagen kommen an diese Zahl noch nicht einmal annähernd heran. Doch die Branche wächst – und damit die Chancen für die Atmosphäre.

Island ist ein Vorreiter in grüner Energie: 99 Prozent des Stromverbrauchs in Island wird mit erneuerbaren Energiequellen wie Wasser und geothermischer Energie gedeckt, 90 Prozent der isländischen Haushalte werden mit geothermischem Wasser beheizt. Diese Geothermie wird auch für die aktuell größte *DACCS*-Anlage genutzt: 4.000 Tonnen Kohlendioxid holt die isländische *DACCS*-Anlage *Orca* von *Climeworks* seit September 2021 pro Jahr aus der Atmosphäre. *Orca* wurde in unmittelbarer Nähe zum großen Geothermie-Kraftwerk *Hellisheiði* errichtet, mit *Mammoth*

# Carbon Capture





wird gerade eine zweite Anlage gebaut, die ab 2024 jährlich 36.000 Tonnen Kohlendioxid abscheiden und speichern wird.

Im nächsten Jahr soll dann im Südwesten in den Vereinigten Staaten eine Anlage in Betrieb gehen, die einen neuen Richtwert für künftige DACCS-Anlagen vorlegen wird: Die weltweit größte Anlage mit einer Kapazität von 500.000 Tonnen soll Ende 2024 in Betrieb genommen werden und bei vollem Betrieb bis zu einer Million Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr entfernen können. Das heißt nicht, dass das Verfahren ein Freifahrtschein ist, weiter fleißig Treibhausgase in die Atmosphäre zu pumpen. Eine Million Tonnen sind ein kleiner Schritt auf dem Weg zu den zuvor genannten 100 Milliarden

bis eine Billion Tonnen CO<sub>2</sub>-Entfernung bis zum Ende des Jahrhunderts. Dennoch ist jede Tonne CO<sub>2</sub> weniger in der Atmosphäre bereits ein Gewinn. Und hier wird Carbon Capture ein wichtiges Puzzlestück sein – selbstverständlich immer in Kombination mit einem nachhaltigeren Handeln unsererseits, der starken Begrenzung der Treibhausgas-Emissionen und einer weiteren wichtigen Maßnahme: Aufforsten. Studien zeigen, dass auf 1,8 Milliarden Hektar Land in Gebieten mit wenig menschlicher Aktivität ca. 1,2 Billionen Bäume aufgeforstet werden könnten. Diese könnten zwischen 370 und 750 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> speichern. ☺