

CDRterra

Forschungsprogramm zu landbasierten Methoden der Kohlendioxidentnahme

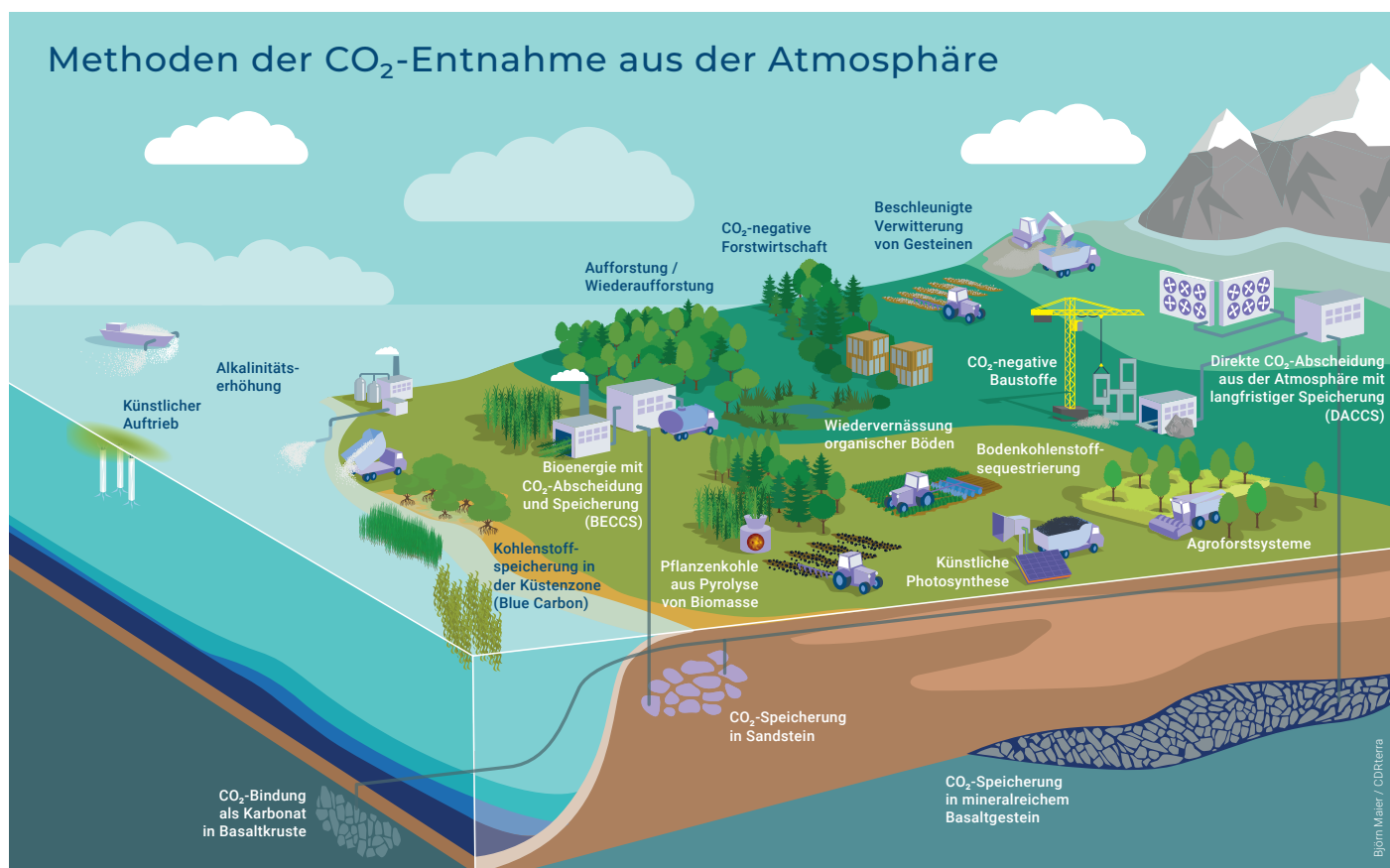
Der Klimawandel lässt sich nur eindämmen, wenn die Menschheit ihren Treibhausgasausstoß drastisch reduziert. Emissionseinsparungen haben oberste Priorität. Sie werden jedoch nicht ausreichen, um die globale Erwärmung auf deutlich unter 2, möglichst auf 1,5 Grad Celsius, zu begrenzen. Will die Welt das Pariser Klimaziel erreichen, braucht es mehr. Benötigt werden Verfahren, mit denen der Atmosphäre dauerhaft Kohlendioxid (CO₂) entzogen werden kann. Entsprechende Ansätze gibt es viele, aber welche dieser Methoden können in welchem Umfang Optionen für Deutschland sein?

Im Forschungsprogramm CDRterra untersuchen über 100 Forschende in zehn Verbundprojekten, wie und in welchem Umfang Methoden zur Kohlendioxidentnahme aus der Atmosphäre an Land (Carbon Dioxide Removal, CDR) dazu beitragen können, den Klimawandel zu begrenzen. Dabei berücksichtigen sie politische, ökologische, technische, ökonomische und gesellschaftliche Fragen. Das Ziel der Forschenden ist, die Potenziale und Risiken der verschiedenen Verfahren umfassend und einheitlich zu bewerten. Auf Basis dieser Forschung können anschließend gemeinsam mit Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit jene CDR-Methoden ausgewählt werden, die von der Gesellschaft akzeptiert werden, politisch und technisch umsetzbar sind und von Fachleuten als ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll eingestuft wurden. Wie vielschichtig eine solche Bewertung sein muss, wird schon anhand eines augenscheinlichen Nebeneffekts von landbasiertem CDR klar: Gerade

in dicht besiedelten Nationen wie Deutschland sind Landflächen rar und die Konkurrenz um verfügbare Gebiete groß. Auf welchen Flächen können CDR-Verfahren zum Einsatz kommen, ohne die Nahrungsmittelproduktion zu gefährden oder aber wilden Tieren und Pflanzen weiteren Lebensraum zu nehmen? Wie können also Zielkonflikte vermieden und vielleicht sogar positive Nebeneffekte gefördert werden?

Folgende CDR-Methoden werden untersucht: Aufforstung, Wiederbewaldung und CO₂-speichernde forstwirtschaftliche Methoden, Agroforstwirtschaft, die Gewinnung von Bioenergie mit anschließender Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (Bioenergy with Carbon Capture and Storage – BECCS), die Umwandlung von Biomasse in Pflanzenkohle und deren anschließender Einsatz in der Landwirtschaft (biochar), eine erhöhte Kohlenstoffspeicherung im Boden, die Kohlendioxidaufnahme und -speicherung in wiedervernässten Mooren, die beschleunigte Verwitterung von Gestein sowie die direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Atmosphäre mit anschließender langfristiger Speicherung (Direct Air Carbon Capture and Storage – DACCS), teils auch in langlebigen Bauprodukten oder kohlenstoffreichen Speicherprodukten.

Das Synthesevorhaben CDRSynTra führt die Ergebnisse aus allen Projekten zusammen. Es bildet zudem die zentrale Schnittstelle zur parallel laufenden Forschungsmission CDRmare, welche marine Verfahren der Kohlendioxidentnahme untersucht.





ABCDR – Agroforstwirtschaft: wie kombinierter Ackerbau mehr Vorteile für Klima, Mensch und Artenvielfalt bringen kann

Wenn Landwirt:innen auf einem Stück Land sowohl Bäume anpflanzen als auch Ackerbau oder Viehhaltung betreiben, kann das nicht nur Ertragsvorteile bringen. Diese Vorgehensweise erhöht auch die Kohlenstoffspeicherung in Pflanzen und im Erdreich. Agroforstwirtschaft ist somit ein wichtiges Verfahren zur Kohlendioxidentnahme. Während es in anderen Ländern bereits weiter verbreitet ist, wird es in Deutschland bisher kaum genutzt. Woran das liegt und was sich ändern müsste, erforscht das Verbundprojekt ABCDR.

Als Agroforstwirtschaft werden Verfahren bezeichnet, bei denen Landwirt:innen land- und forstwirtschaftliche Anbaumethoden kombinieren, um ein Stück Land möglichst produktiv, vielseitig und nachhaltig zu nutzen. Durch die richtige Kombination von Bäumen, Sträuchern, Nutzpflanzen und Vieh lassen sich viele Vorteile generieren: Hitzeempfindliche Nutzpflanzen wie Vanille und Kaffee beispielsweise wachsen im Schatten von Bäumen besser als in der prallen Sonne; Rinder und Schafe suchen bei Wärme ebenfalls kühlenden Schatten. Sollten es Obst- oder Nussbäume sein, die diesen spenden, bieten sie Landwirt:innen obendrein eine zweite Einnahmequelle.

Im Idealfall wirken sich agroforstwirtschaftliche Verfahren auch positiv auf den Wasser- und Nährstoffgehalt des Bodens aus, auf seine Humusbildung und Kohlenstoffbindung sowie auf die biologische Artenvielfalt der entsprechenden Anbauflächen. In vielen Teilen der Welt, insbesondere in den Tropen, sind Agroforstsysteme weit verbreitet – in Deutschland jedoch kaum.

Das Projekt ABCDR untersucht, warum agroforstwirtschaftliche Verfahren in Deutschland und dem Rest der Welt nicht breiter eingesetzt werden und wie man dies in Zukunft ändern könnte. Das Projektteam geht dazu drei Kernfragen nach: Im ersten Themenschwerpunkt befragen die Forschenden Landwirt:innen in Deutschland, wer oder was sie bislang daran hindert, agroforstwirtschaftliche Verfahren einzuführen. Die Antworten sollen helfen, rechtliche, technische oder institutionelle Hürden zu identifizieren und Lösungen zu entwickeln.

Ergänzt werden diese Forschungsarbeiten durch Computermodellierungen. Dabei simulieren die Forschenden einen Einsatz verschiedener agroforstwirtschaftlicher Verfahren in Deutschland, um Vorhersagen über die zu erwartenden Ergebnisse hinsichtlich des Klima- und Artenschutzes sowie der wirtschaftlichen Rentabilität machen zu können.

Im zweiten Themenschwerpunkt analysiert das Projektteam mithilfe globaler Computersimulationen, wie viel Kohlenstoff durch einen großflächigen Einsatz der Agroforstwirtschaft aus der Atmosphäre entnommen werden könnte und welche Folgen ein solcher Einsatz für den Wasserkreislauf sowie für den Nährstoff- und Kohlenstoffgehalt der Böden weltweit hätte.

Drittens analysieren die Forschenden mithilfe eines agrarökonomischen Computermodells, wie sich der weitflächige Einsatz der Agroforstwirtschaft auf das globale Landsystem auswirken könnte. Hierbei stehen insbesondere die indirekten Effekte im Vordergrund, die durch Flächenkonkurrenz und -verdrängung entstehen können. Betrachtet werden sollen die Effekte auf den Nährstoffkreislauf, auf die Treibhausgase sowie auf die Artenvielfalt.

Aus den Ergebnissen der drei Forschungsschwerpunkte leitet das Projektteam im Anschluss Handlungsempfehlungen für Landwirt:innen sowie für politische Entscheidungstragende ab.

ABCDR Agroforestry's Biophysical potentials for CDR and decision making across scales

Projektleitung

Dr. Benjamin Bodirsky, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Partner

Universität Bonn



BioNET – fundiertes Wissen zu biobasierten CO₂-Entnahmeverfahren, präsentiert in einem Informationsportal mit Handlungsempfehlungen

Welches Potenzial zur Kohlendioxidentnahme haben Ansätze, bei denen Kohlenstoff in Biomasse und Boden gebunden wird? Und wie lassen sich diese Verfahren bestmöglich in Deutschland einsetzen? Das Verbundprojekt BioNET entwickelt dazu ein Informationsportal und Handlungsempfehlungen für Interessierte und Entscheidungstragende aus Wissenschaft, Politik, Industrie, Land- und Forstwirtschaft.

Die Kohlendioxidentnahme mithilfe von Biomasse und Böden ist ein zentrales Element der deutschen Klimapolitik, um das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen. Biobasierte CO₂-Entnahmeverfahren können über verschiedene Wege realisiert werden. Das Verbundprojekt BioNET adressiert: 1) Verfahren zur Gewinnung von Bioenergie mit anschließender

Kohlendioxidabscheidung und -speicherung, 2) Ansätze zur Wiedervernäsung und Reaktivierung der Torfanreicherung sowie der anschließenden Nutzung der Biomasse von nassen Mooren, 3) waldbauliche Maßnahmen, 4) Verfahren für eine nachhaltige Landwirtschaft und Bodennutzung sowie 5) die Entwicklung und Produktion langlebiger Baustoffe aus Naturmaterialien.

All diese Verfahren kann man auf unterschiedliche Weise in land- und forstwirtschaftliche Wertschöpfungsketten einbetten. Doch aufgrund vielfältiger Risiken bei der Umsetzung und Markteinführung gibt es für diese Verfahren bislang noch keine klaren Handlungsanweisungen – auch weil eine ganzheitliche Bewertung unter Berücksichtigung lokaler sowie regionaler Gegebenheiten bisher fehlt.

Das Verbundprojekt BioNET will diese Lücke schließen, indem es die regionale Umsetzbarkeit biobasierter CO₂-Entnahmeverfahren untersucht und ein Informationsportal für Politik, Industrie, Land- und Forstwirtschaft sowie für die Wissenschaft einrichtet. In übersichtlichen Steckbriefen aufbereitet werden dort fundierte Daten zum Potenzial sowie zur Umsetzung von 25 biobasierten Verfahren zur Kohlendioxidentnahme bereitgestellt. Dieses Wissen benötigen Interessierte, um diese Verfahren in ihren Entscheidungen zu berücksichtigen. Zudem soll das Informationsportal eine Orientierungshilfe für einen möglichen Einsatz dieser Verfahren bieten.

Des Weiteren entwickelt das BioNET-Projektteam nationale Einsatzszenarien biobasierter CDR-Verfahren. Dabei hinterfragt es, welche Vor- und Nachteile sich jeweils ergeben würden, wenn die Umweltwirkung der Methoden sowie die Prioritäten verschiedener Interessengruppen verstärkt berücksichtigt werden – etwa jene der Industrie, Land- und Forstwirtschaft.

In drei ausgewählten Fallstudienregionen binden die Forschenden in allen Projektphasen Interessensvertretende aus der Politik, Industrie, Land- und Forstwirtschaft ein. Diese Regionen liegen in Mecklenburg-Vorpommern, Mitteldeutschland sowie im Rhein-Neckar-Raum. Durch die enge Zusam-

menarbeit soll ein gemeinsames Verständnis für die verschiedenen CO₂-Entnahmeverfahren erreicht und Vertrauen in diese aufgebaut werden. Auch Hemmnisse wie etwa die Sorge vor wirtschaftlichen Verlusten oder das Bestehen gesetzlicher Hürden will das Projektteam identifizieren und dabei helfen, diese zu überwinden.

BioNET Multi-stage assessment of Biobased Negative Emission Technologies

Projektleitung

Prof. Dr. Daniela Thrän, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig

Partner

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum, Leipzig
Thünen-Institut, Braunschweig
Universität Greifswald
Justus-Liebig-Universität Gießen
Hochschule Zittau/Görlitz
Technische Universität München (TUM)



CDR-PoEt – Politik und Ethik gezielter Kohlendioxidentnahme

Fairness ist essenziell, damit politische Entscheidungen langfristig von allen mitgetragen werden. Das Verbundprojekt CDR-PoEt untersucht, wie die Politik durch gezielte Maßnahmen zu einer effektiven und fairen Umsetzung der Kohlendioxidentnahme beitragen kann.

Fairness in der Klimapolitik ist ein komplexes Feld – vor allem in Bezug auf die internationale Verteilung von Klimaschutzanstrengungen. Industriestaaten haben durch ihren Treibhausgasausstoß bislang in einem viel höheren Maße zum Klimawandel beigetragen als Entwicklungsländer und verfügen in der Regel über eine bessere technologische Basis, um Emissionen und Klimarisiken zu verringern. Doch auch Entwicklungsländer müssen sich anstrengen. Ein ähnliches Ungleichgewicht zeigt sich innerhalb vieler Staaten: Während Menschen mit hohem Einkommen meist den größeren CO₂-Fußabdruck haben, leiden arme Bevölkerungsgruppen viel stärker unter den Klimafolgen und steigenden Klimaschutzkosten. Wie also kann die Politik CDR-Methoden sinnvoll, gerecht und nachhaltig auf den Weg bringen? Welche Vor- und Nachteile haben die verschiedenen Instrumente? Und wie groß sollten die Anstrengungen der einzelnen Staaten sein?

Diese Fragen stehen im Zentrum des Projekts CDR-PoEt: Konkret untersucht es die wirtschaftliche, soziokulturelle und institutionelle Machbarkeit sowie die Effektivität, Effizienz und Fairness gezielter Politikmaßnahmen für Verfahren zur Kohlendioxidentnahme. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Frage, was eine faire Verteilung der mit CDR verbundenen Lasten ist.

Diese Untersuchungen dienen als Basis für Politikempfehlungen auf lokaler und (inter-)nationaler Ebene. Bei der Ausarbeitung und Bewertung konkreter

Politikoptionen bezieht sich das Projektteam auf anerkannte Politikprinzipien und berücksichtigt die Ansichten zentraler Interessengruppen wie von Kommunen, Unternehmen, Nichtregierungsorganisationen oder Parlamenten auf Landes- und Bundesebene. Deren Standpunkte fließen über einen öffentlichen Beratungsprozess in alle Forschungsschritte ein.

Das Projektteam wendet die konzeptionellen Überlegungen auf drei CDR-Verfahren an: auf die direkte Kohlendioxidentnahme aus der Luft (DACCS), die Nutzung von Biomasse mit Kohlendioxidspeicherung sowie auf Agroforstansätze. Durch eine Analyse der Fairness, gesellschaftlichen Akzeptanz und Annehmbarkeit verschiedener politischer Optionen wollen die Forschenden herausfinden, mit welchen Maßnahmen sich eine gezielte Kohlendioxidentnahme erfolgreich, auf faire und sozialverträgliche Weise sowie mit breiter Unterstützung der Öffentlichkeit umsetzen ließe.

CDR-PoEt Carbon Dioxide Removal options: Policies and Ethics

Projektleitung

Prof. Dr. Jürgen Bauhus, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (UFR)

Partner

Perspectives Climate Research, Freiburg
adelphi research, Berlin
Climate Analytics, Berlin
Stiftung Risiko-Dialog, Zürich
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)

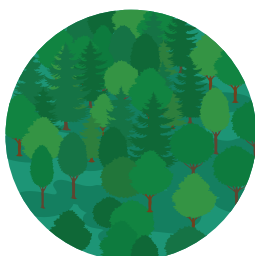
Landbasierte Methoden der Kohlendioxidentnahme

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, mit denen Kohlendioxid der Atmosphäre entnommen und langfristig gespeichert werden kann. Im Forschungsprogramm CDRterra werden eine Vielzahl landbasierter CDR-Methoden erforscht.



Agroforstsysteme

Landwirtschaftliche Kulturen mit Gehölzen zu kombinieren, kann in Vegetation und Böden Kohlenstoff binden. Das CO₂-Entnahmepotenzial von Agroforstsystemen ist unter anderem abhängig von der Baumart und der Bepflanzungsdichte der Gehölze, aber auch davon, wie die Acker- oder Graslandpflanzen mit den Gehölzen interagieren.



Aufforstung, Wiederaufforstung & Wiederherstellung der Waldfunktionen

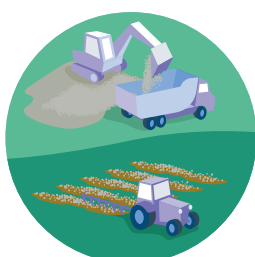
Die Pflanzung neuer Bäume bindet zusätzliches Kohlendioxid aus der Atmosphäre – durch ihre Äste und Stämme bieten Wälder im Vergleich zu krautigen Pflanzen relativ große und langlebige CO₂-Speicher. Auch in Totholz und Waldboden kann CO₂ gespeichert werden.

Aufforstung bedeutet die Schaffung neuer Wälder. **Wiederaufforstung** beschreibt die Aufforstung von Flächen, die in der Vergangenheit gerodet wurden. Die **Wiederherstellung der Waldfunktionen** heißt, die Schädigung von Wäldern wieder umzukehren. Schädigungen treten durch menschliche Störungen wie Holzeinschlag oder Umwandlung in artenarme Monokulturen auf und können durch natürliche Störungen wie Dürren und Schadinsekten verstärkt werden.



CO₂-negative Forstwirtschaft

Wie viel CO₂ ein bestehender Wald binden und speichern kann, wird auch durch seine Bewirtschaftung beeinflusst – zum Beispiel dadurch, welche Artenzusammensetzung vorliegt, wann und in welchem Umfang die Holzernte stattfindet und in welcher Weise das Holz anschließend verwendet wird.



Beschleunigte Verwitterung von Gesteinen

Bei der Verwitterung von Gesteinen wird der Atmosphäre dauerhaft CO₂ entzogen – die natürliche Verwitterung ist aber ein langsamer geochemischer Prozess. Durch Abbau von Gesteinen, deren Verarbeitung zu Gesteinsmehl und anschließendes Ausbringen auf landwirtschaftliche Böden oder im Meer wird dieser Prozess extrem beschleunigt. Je nach Gesteinsart kann unterschiedlich viel CO₂ zurück ins Erdsystem geführt werden.



Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (Bioenergy with Carbon Capture and Storage – BECCS)

Diese Methode umfasst zwei Prozesse: Biomasse bindet beim Wachsen CO₂. Durch Verbrennung wird sie in Energie (Wärme, Strom oder Kraftstoffe) umgewandelt, wodurch teils fossile Energieträger ersetzt werden. Zu einer langfristigen Kohlenstoffentnahme führt die Methode aber erst durch die Abscheidung des bei der Verbrennung freigesetzten CO₂ und seiner Speicherung in geologischen Formationen oder langlebigen Produkten.



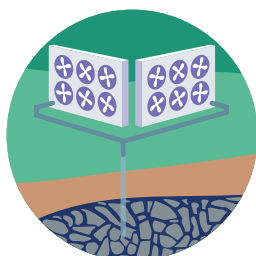
Pflanzenkohle

Pflanzenkohle wurde bereits in prähistorischer Zeit zur Verbesserung der Bodenqualität eingesetzt, stellt aber auch eine Methode zur Kohlenstoffentnahme dar. Sie entsteht durch die Verkohlung von Biomasse in einer sauerstoffarmen Umgebung bei hoher Temperatur (Pyrolyse). Diese enthält weiterhin den zuvor gebundenen Kohlenstoff aus atmosphärischem CO₂ und kann Teile davon jahrhundertlang speichern. Meist wird sie auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht.



CO₂-negative Baustoffe

Bei der Herstellung von Baustoffen wie Zement oder Stahl wird viel CO₂ ausgestoßen. Der Ersatz dieser Materialien durch CO₂-negative Baustoffe kann diese Emissionen vermeiden sowie zusätzliches Kohlendioxid aus der Atmosphäre binden und speichern. Dazu gehören sowohl langlebige Holzprodukte als auch Materialsysteme zum Beispiel aus Gestein und Carbonfasern.



Direkte CO₂-Abscheidung aus der Atmosphäre mit langfristiger Speicherung (Direct Air Carbon Capture and Storage – DACCS)

CO₂ wird über technische Anlagen direkt aus der Atmosphäre gefiltert. Anschließend kann es gasförmig oder verflüssigt in geologische Lagerstätten eingebracht und dort für lange Zeiträume gespeichert werden.



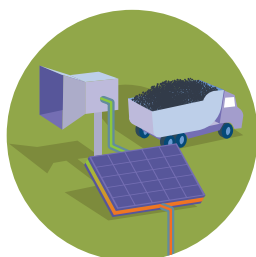
Renaturierung von Mooren

Trockengelegte Moore setzen CO₂ in die Atmosphäre frei, weil das – teils sehr alte – Pflanzenmaterial nicht mehr durch nasse Bedingungen vor der Zersetzung bewahrt wird. Bei der Renaturierung durch Wiedervernässung wird wieder CO₂ im Torfkörper gebunden. Durch Paludikultur, also „nasse Landwirtschaft“, und Nutzung in langlebigen Produkten kann die CO₂-Speicherung noch erhöht werden. Vor allem aber ist die Wiedervernässung als Emissionsreduktionsmaßnahme zu sehen.



Kohlenstoffsequestrierung in Böden

Böden nehmen Kohlenstoff durch Pflanzenbiomasse auf und geben diesen durch die Atmung der Mikroorganismen in Form von CO₂ wieder ab. Durch eine erhöhte Zufuhr von Biomasse und eine Verringerung des Abbaus kann der Bodenkohlenstoffpool vergrößert werden. Hierfür gibt es unterschiedliche Bodennutzungs- und -bewirtschaftungsmethoden wie veränderte Fruchtfolgen, Zwischenfrüchte, das Liegenlassen von Ernterückständen oder weniger intensive Bodenbearbeitung.



Künstliche Photosynthese

Bei der künstlichen Photosynthese soll mithilfe eines photoelektrochemischen Verfahrens CO₂ aus der Atmosphäre aufgenommen und in kohlenstoffreiche Produkte wie Oxalat oder Kohlenstoffflocken umgewandelt werden. Diese könnten anschließend langfristig eingelagert werden.



DACCUSS pre – neue Bauelemente aus pflanzlichen Carbonfasern und CO₂-absorbierendem Gestein

Im Verbundprojekt DACCUSS pre entwickeln Forschende ein neues Leichtbaumaterial aus Hartgestein, pflanzlichen Carbonfasern und Biokohle. Mit ihm wollen sie Kohlenstoff nicht nur für lange Zeit speichern, sondern auch mehr Kohlendioxid binden als bei der Herstellung freigesetzt wird.

Pflanzlich gebundener Kohlenstoff lässt sich hervorragend speichern, wenn man Baumaterialien daraus herstellt – etwa aus Holz, Stroh oder anderen Pflanzenfasern. Eine kurzfristige Kohlenstoffspeicherung allein aber reicht den Forschenden im Verbundprojekt DACCUSS pre nicht aus. Sie wollen mit CFS (CarbonFaserStein) einen neuen Baustoff aus pflanzlichen Carbonfasern und Hartgestein entwickeln, welcher alle technischen Anforderungen erfüllt und der Atmosphäre langfristig mehr Kohlendioxid entnimmt als bei seiner Herstellung freigesetzt wird.

Die Idee dahinter: CFS-Bauelemente bieten gleich dreifach die Möglichkeit, CO₂ zu binden: 1) Die Carbonfasern werden aus kohlenstoffreicher Biomasse hergestellt, etwa aus Algen. So wird Kohlenstoff im neuen Baustoff gespeichert. 2) Das Hartgestein bietet zusätzliches CO₂-Aufnahmepotenzial, denn bei der Herstellung der Steinplatten entsteht Steinstaub. An dessen großer Oberfläche wird die Verwitterung des Gesteins beschleunigt, sodass Kohlendioxid aus der Umgebungsluft durch chemische Reaktionen im Gestein gebunden wird. 3) Als Isolationsschicht zwischen den Steinplatten dient Biokohle, ebenfalls ein langlebiges kohlenstoffreiches Material aus Pflanzenteilen.

Ziel des Projekts ist es, ein Hauswandelement aus diesem neuen Verbundstoff zu entwickeln. Sicher unterscheidet sich seine Kohlenstoffbilanz von jener herkömmlicher Bauelemente aus konventionellem Stahlbeton. Doch zentrale

Fragen dabei sind: Ist diese Bilanz am Ende – wie von den Forschenden vermutet – sogar CO₂-negativ? Und lassen sich die neuen Bauelemente zu einem konkurrenzfähigen Preis in Serie herstellen?

Die Forschenden konzentrieren sich hierbei nicht nur auf die Herstellung der Bauelemente an sich. Sie untersuchen zudem, mit welcher Effizienz man das Kohlendioxid für das Algenwachstum direkt aus der Luft filtern kann, um auch bei der Algenproduktion die Effizienz zu steigern. Geplant ist, mithilfe passiver Kohlendioxidfilter, sogenannter mechanischer Bäume (Mechanical Trees®), die gesamte Wertschöpfungskette abzudecken – angefangen bei der Kohlendioxidentnahme aus der Umgebungsluft bis hin zu den Wandelementen für die Bauindustrie.

DACCUSS pre Direct Air Carbon Capture, Utilization and Safe Storage (of Carbon)

Projektleitung

Dr. Erik Frank, Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Denkendorf

Partner

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln
AHP Solutions, Berlin
Labor für Stahl- und Leichtmetallbau (LSL), Kissing
TechnoCarbonTechnologies (TCT), München
Universität Hamburg



DAC-TALES – Kohlendioxid aus der Luft abscheiden: eine ganzheitliche Analyse der bekannten Verfahren

Die direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Luft mit anschließender Speicherung ist eine CDR-Technologie, deren Einsatz vergleichsweise wenig Land in Anspruch nimmt. Im Verbundprojekt DAC-TALES untersuchen Forschende entsprechende Verfahren und beurteilen deren technische Machbarkeit sowie mögliche Vor- und Nachteile für Mensch, Umwelt und Klima.

Erste kommerzielle Anlagen für DACCS (englisch: Direct Air (Carbon) Capture and Storage) sind bereits in Europa, Kanada sowie in den USA in Betrieb. In den kommenden Jahren gilt es, die richtigen politischen und wissenschaftlichen Weichen hinsichtlich eines DACCS-Einsatzes im industriellen Maßstab zu stellen. Hierzu ist es wichtig zu wissen, wie viel Kohlendioxid der Atmosphäre mittels DACCS entzogen und anschließend gespeichert werden könnte und welche Risiken und Herausforderungen damit verbunden sind.

Es gibt bereits zahlreiche Studien, die technologische, ökologische, ökonomische oder gesellschaftliche Aspekte eines DACCS-Einsatzes untersuchen und

bewerten. Jedoch wurden diese Aspekte bisher meist getrennt voneinander betrachtet. Für einen großtechnischen und klimarelevanten DACCS-Einsatz wird allerdings eine integrierte, disziplinenübergreifende Bewertungsmethode über mehrere Größen- und Zeitskalen hinweg benötigt.

Im Verbundprojekt DAC-TALES stellen sich Forschende dieser Aufgabe. Basierend auf Daten aus Laborexperimenten erstellen sie im ersten Schritt Computermodelle von DACCS, mit denen sich beispielsweise der Energiebedarf der Kohlendioxidabscheidung für verschiedene Betriebsweisen berechnen lässt. Diese Modelle werden anschließend in ein Energiesystemmodell integriert. Auf diese Weise kann das Projektteam systemweite Effekte entlang der gesamten DACCS-Wertschöpfungskette untersuchen. Mithilfe einer techno-ökonomischen und einer Lebenszyklusanalyse werden die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen des DACCS-Einsatzes in großskaliger und klimarelevanter Größenordnung untersucht. Darüber hinaus erforschen die Wissenschaftler:innen, inwiefern die Bevölkerung

einen solchen Einsatz akzeptieren würde. Gesellschaftliche Hürden sollen so frühzeitig erkannt werden. Anhand einer klimaökonomischen Bewertung wird anschließend der gesellschaftliche Nutzen von DACCS unter vielfältigen Risiken aus einer globalen Perspektive ermittelt.

Mit dem geplanten Bewertungsansatz kann bestimmt werden, in welcher Größenordnung und wie schnell der DACCS-Einsatz erfolgen muss, um den Klimawandel wirkungsvoll einzudämmen. Somit leistet DAC-TALES einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung der zukünftigen Politik und Forschungs-

agenda hinsichtlich eines DACCS-Einsatzes im industriellen Maßstab.

DAC-TALES Direct Air Capture – Transdisciplinary Assessment Combining Labs, the Environment, the Economy and Society

Projektleitung

Prof. Dr. Niklas von der Aßen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen



GONASIP – auf der Suche nach Anreizen für mehr Kohlendioxidentnahme mit klarem Mehrwert für Menschen und Natur

Land- und forstwirtschaftliche CDR-Maßnahmen binden CO₂ und können weitere ökologische Vorteile bieten – aber auch andere Möglichkeiten einschränken. Ist der Einsatz landbasierter CDR-Methoden also eine weise Entscheidung? Und welche Anreize müssen gesetzt werden, damit Landnutzende und -eigentümer:innen ihre Flächen für Klimaschutzzwecke verwenden?

Einige landnutzungsbasierte Verfahren zur CO₂-Entnahme tragen nicht nur zum Klimaschutz bei, sie stärken auch wesentliche Funktionen der Natur. Das gilt zum Beispiel für die Wiederaufforstung, die Wiedervernässung von Mooren oder landwirtschaftliche Methoden zur Steigerung des Humusgehaltes in Böden. Gesündere Ökosysteme wiederum leisten mehr für Mensch und Umwelt: Sie bieten mehr Raum für Erholung, reinigen und kühlen die Luft, speichern mehr Wasser und liefern verlässlicher Rohstoffe und Nahrung.

Eine solche Nutzung von Flächen kann allerdings in Konkurrenz mit der intensiven landwirtschaftlichen Produktion oder städtischen Landnutzungsmöglichkeiten wie dem Wohnungsbau stehen. Daher zögern Landnutzende und -eigentümer:innen oft, landnutzungsbasierte CDR-Maßnahmen umzusetzen – auch weil die Kosten für eine Umsetzung meist bei ihnen liegen, während der Nutzen allen zugutekommt und sich nicht direkt monetarisiert. Wie also kann man Einzelpersonen, aber auch Kommunen und Unternehmen überzeugen, ihr Land dem Natur- und Klimaschutz zu widmen und so den bestmöglichen Gewinn für die Gesellschaft zu erzeugen?

Dieser Frage geht das Forschungsprojekt GONASIP nach. Es untersucht für sechs verschiedene landnutzungsbasierte CDR-Methoden, welche Vorteile, Kosten und Zielkonflikte mit ihrem Einsatz verbunden sind und wie viel Koh-

lendioxid gebunden werden könnte. Dazu zählen: 1) der regelmäßige Anbau von Zwischenfrüchten, 2) der Einbau von Hülsenfrüchten oder mehrjährigen Kulturen in die Fruchtfolge, 3) die Anlage von Kurzumtriebsplantagen, 4) die Anlage von Agroforstsystemen, 5) die Wiedervernässung ehemaliger Moorböden mit einem Wechsel von Ackerbau zu extensiver Grünlandnutzung sowie 6) die Aufforstung landwirtschaftlicher Marginalflächen und urbaner Industriebrachen.

Außerdem erfragen die Wissenschaftler:innen, welchen Wert betroffene Akteursgruppen den Kosten und dem Nutzen dieser Maßnahmen beimessen. Die Forschenden wollen zudem herausfinden, wie europäische und nationale Gesetze, Vorschriften und Anreizinstrumente (Steuern, Subventionen etc.) die Entscheidung für oder gegen den Einsatz landnutzungsbasierter CDR-Maßnahmen beeinflussen und wie man diesen regulatorischen Rahmen verbessern könnte, damit landnutzungsbasierte Klimaschutzmaßnahmen künftig häufiger mit klarem Mehrwert für Menschen und Natur umgesetzt werden, als es bislang der Fall ist.

GONASIP GOverning multi-scale heterogeneities to activate NATural carbon Sink Potentials

Projektleitung

Prof. Dr. Erik Gawel, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig

Partner

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg
ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Universität Mannheim



Das Partnerforschungsprogramm CDRmare

Während CDRterra landbasierte CO₂-Entnahmemethoden erforscht, untersucht CDRmare, ob und in welchem Umfang der Ozean eine Rolle bei der Entnahme und Speicherung von CO₂ aus der Atmosphäre spielen kann. Dabei werden auch die Wechselbeziehungen mit und die Auswirkungen auf die Meeresumwelt, das Erdsystem und die Gesellschaft betrachtet – genauso wie geeignete Ansätze für die Überwachung, Zuordnung und Bilanzierung der marinen Kohlenstoffspeicherung in einer sich verändernden Umwelt.

CDRmare wird im engen Dialog mit Stakeholdern relevante Bewertungskriterien und langfristig eine „Marine Carbon Roadmap“ für die nachhaltige Nutzung der marinen Kohlenstoffspeicher auf regionaler, überregionaler und globaler Ebene erstellen.

Das Synthesvorhaben CDRSynTra bildet die zentrale Schnittstelle zwischen den beiden Forschungsprogrammen CDRterra und CDRmare und bündelt die Ergebnisse aus den beiden Forschungsprogrammen, um einen gemeinsamen Bewertungsrahmen für die verschiedenen CO₂-Entnahmemethoden zu erstellen. CDRmare (www.cdrmare.de) wird ebenfalls vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.





Projektleitung Dr. Benjamin Bodirsky
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Partner
● Universität Bonn



Projektleitung Prof. Dr. Daniela Thrän
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig
Partner
● DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum, Leipzig
● Thünen-Institut, Braunschweig
● Universität Greifswald
● Justus-Liebig-Universität Gießen
● Hochschule Zittau/Görlitz
● Technische Universität München (TUM)



Projektleitung Prof. Dr. Jürgen Bauhus
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (UFR)
Partner
● Perspectives Climate Research, Freiburg
● adelphi research, Berlin
● Climate Analytics, Berlin
● Stiftung Risiko-Dialog, Zürich
● Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)



Projektleitung Dr. Erik Frank
Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung,
Denkendorf
Partner
● Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln
● AHP Solutions, Berlin
● Labor für Stahl- und Leichtmetallbau (LSL), Kissing
● TechnoCarbonTechnologies (TCT), München
● Universität Hamburg



Projektleitung
Prof. Dr. Niklas von der Aßen
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH)
Aachen



Projektleitung Prof. Dr. Erik Gawel
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig
Partner
● Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg
● ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung,
Universität Mannheim



Projektleitung Dr. Matthias May & Prof. Dr. Kira Rehfeld
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Partner
● Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)
● Universität Ulm
● Technische Universität Darmstadt
● Universität Stuttgart
● Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



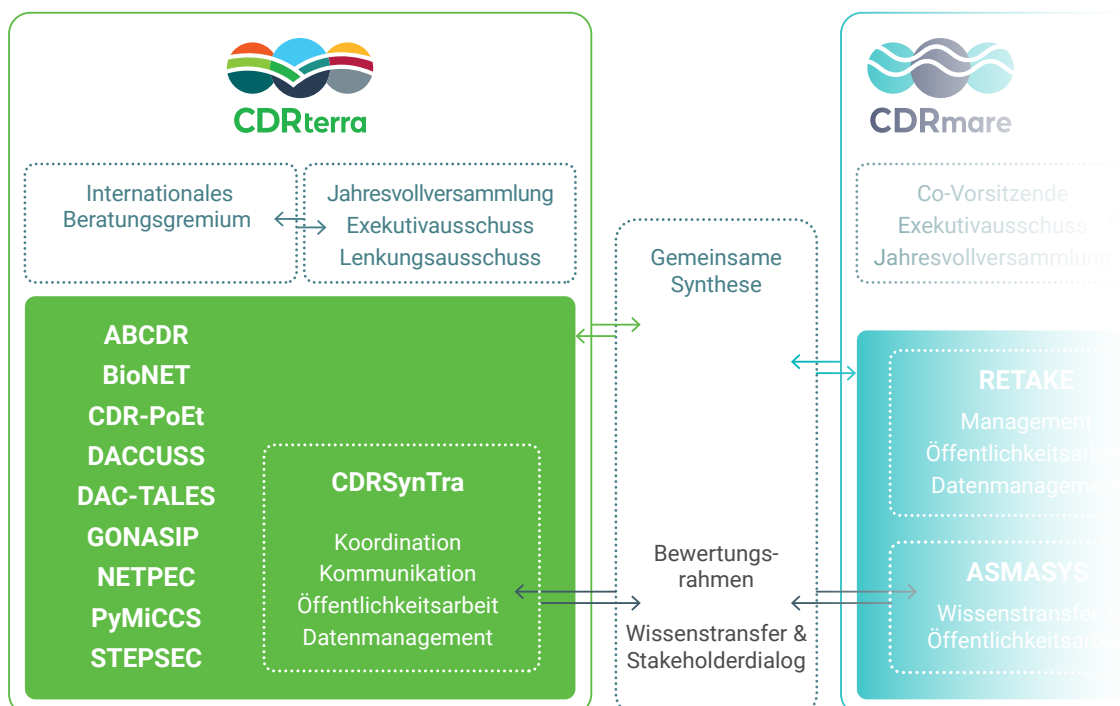
Projektleitung Prof. Dr. Jens Hartmann
Universität Hamburg
Partner
● Hochschule Geisenheim
● Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)



Projektleitung Prof. Dr. Julia Pongratz
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)
Partner
● Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
● Technische Universität München (TUM)
● Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
● Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)
● Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN)
Frankfurt am Main



Projektleitung Prof. Dr. Julia Pongratz
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)
Partner
● Deutsches Museum, München
● GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
● Climate Service Center Germany (GERICS),
Helmholtz-Zentrum Hereon, Hamburg
● Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit (RIFS), Potsdam
● Mercator Research Institute on Global Commons
and Climate Change (MCC), Berlin
● Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
● Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), Berlin





NETPEC – die Idee der künstlichen Photosynthese Wirklichkeit werden lassen

Mithilfe der künstlichen Photosynthese ist es theoretisch möglich, Kohlendioxid aus der Atmosphäre zu entnehmen und den enthaltenen Kohlenstoff in langfristig lagerfähige Produkte umzuwandeln. Im Verbundprojekt NETPEC entwickeln Forschende ein solches Verfahren.

Aufgrund der Flächenkonkurrenz in Deutschland lohnt sich die Erforschung von CDR-Technologien besonders, die das Potenzial haben, ohne viel Platzbedarf CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen – wie zum Beispiel die sogenannte künstliche Photosynthese. Wie bei der natürlichen Photosynthese wird bei dem in NETPEC untersuchten Verfahren Kohlendioxid mithilfe von Energie aus Sonnenlicht in ein speicherbares und stabiles Endprodukt umgewandelt. Dieses kann anschließend eingelagert werden. Weil die künstliche Photosynthese jedoch viel effizienter Kohlenstoff bindet als ihr natürliches Vorbild, würde man beim Einsatz dieses neuen Verfahrens deutlich weniger Fläche und Wasser verbrauchen als bei konventionellen CDR-Methoden wie der Bioenergiegewinnung mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung.

Um eine künstliche Photosynthese mit möglichst hohen Umwandlungsraten zu ermöglichen, entwickeln Forschende im Verbundprojekt NETPEC neuartige Katalysatoren. Diese sollen mit speziell angepassten Solarzellen zu einer photoelektrochemischen Zelle kombiniert werden. Je nachdem, welches Kohlenstoffprodukt diese Zellen erzeugen, kann es dann auf unterschiedliche Weise eingelagert werden. Denkbar wären etwa eine Speicherung in ehemaligen Tagebauarealen oder aber eine Einlagerung in unterirdischen Kavernen oder Gesteinsschichten. Welche geologischen Voraussetzungen

für eine solche Einlagerung gegeben sein müssen, untersucht das Projektteam für ausgewählte Produkte wie Oxalat und Kohleflocken. Außerdem simulieren die Forschenden eine großflächige Anwendung der künstlichen Photosynthese in Computermodellen und analysieren, welche Folgen diese Nutzung für das lokale Klima hätte.

Bei allen Arbeiten haben die Forschenden stets die gesamte Prozesskette der künstlichen Photosynthese im Blick. Auf diese Weise wird NETPEC eine erste Beurteilung erlauben, ob und inwieweit photoelektrochemische Ansätze eine sinnvolle Ergänzung zu den konventionellen Methoden der CO₂-Entnahme sein können.

NETPEC Negative Emission Technologies based on PhotoElectroChemical methods

Projektleitung

Dr. Matthias May & Prof. Dr. Kira Rehfeld, Eberhard-Karls-Universität Tübingen

Partner

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)
Universität Ulm
Technische Universität Darmstadt
Universität Stuttgart
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



PyMiCCS – Pflanzenkohle und Gesteinsmehl sinnvoll kombinieren für mehr Bodenkohlenstoff und bessere Ernten in der Landwirtschaft

Zwei effektive Methoden, Kohlendioxid der Atmosphäre zu entziehen, sind bereits hinlänglich bekannt: der Einsatz von Pflanzenkohle und die sogenannte beschleunigte Verwitterung. Die Forschenden im PyMiCCS-Projekt untersuchen, wie man beide Verfahren optimal miteinander kombiniert. Ziel ist es, die CO₂-Bindung sowie die Qualität und Fruchtbarkeit landwirtschaftlicher Böden zu verbessern.

Pflanzenkohle wird aus Abfällen wie Holzresten, Sägespänen, Stroh und anderer pflanzlicher Biomasse hergestellt. Diese werden unter Luftabschluss auf Temperaturen von vielen 100 Grad Celsius erhitzt. Pyrolyse nennt man diesen Prozess, bei dem ein kohlenstoffreicher Bodenverbesserer entsteht. Mithilfe von Pflanzenkohle speichert der Untergrund mehr Wasser und Nährstoffe. Zudem wird im Boden enthaltener Kohlenstoff langsamer abgebaut. Einmal auf dem Feld ausgebracht, erfüllt Pflanzenkohle diese Funktionen jahrzehnte-, mitunter sogar jahrtausendlang.

Die beschleunigte Verwitterung von Gesteinen basiert auf einer natürlichen Kettenreaktion. Bilden sich Regentropfen, nehmen diese auf dem Weg Richtung Erdboden stets etwas Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf. Das Gas löst sich im Wasser und es entsteht Kohlensäure. Diese Säure greift

Gesteine an, wenn der Regen darauf prasselt. Dabei lösen sich die Minerale des Gesteins auf und ihre Bestandteile werden in Grund- und Flusswasser abtransportiert. In einem weiteren Schritt reagieren diese Bestandteile weiter und es bilden sich Karbonatminerale. Oder vereinfacht gesagt: Es entsteht neues Gestein, in dem Teile des einstig atmosphärischen Kohlendioxids fest und dauerhaft gebunden sind. Dieser Prozess lässt sich künstlich beschleunigen – etwa indem man das Gestein fein zermahlt, auf Äckern verteilt und der Witterung aussetzt. Das Gesteinsmehl kann auch die Bodenfruchtbarkeit und damit die Ernteerträge verbessern, denn es versorgt den Boden mit Nährstoffen wie Kalium.

Im Verbundprojekt PyMiCCS wollen Forschende herausfinden, ob die gemeinsame Anwendung von Pflanzenkohle und beschleunigter Verwitterung zusätzliche Vorteile bringt – etwa verbesserte Bodeneigenschaften und mehr Pflanzenwachstum. Doch wie kombiniert man die beiden Methoden am sinnvollsten? Welches Gesteinsmehl und welche Pflanzenkohle eignen sich am besten? Diesen Fragen werden die Forschenden zunächst im Labor und später auf dem Feld nachgehen. Ihre Ergebnisse lassen sie anschließend in Ökosystemmodelle einlaufen. Mit diesen wollen sie berechnen, wie viel Kohlendioxid der Atmosphäre entzogen würde und in welchem Ausmaß

sich die Böden verbessern würden, wenn beide CDR-Verfahren weltweit gemeinsam zum Einsatz kämen.

PyMiCCS Pyrogenic carbon and carbonating Minerals for enhanced plant growth and Carbon Capture and Storage

Projektleitung

Prof. Dr. Jens Hartmann, Universität Hamburg

Partner

Hochschule Geisenheim
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)



STEPSEC – Realitätscheck für landbasierte CDR-Verfahren

Nach wie vor bestehen große Wissenslücken, welche Mengen Kohlendioxid durch landbasierte Maßnahmen auf ökologisch und sozial nachhaltige Weise der Atmosphäre entzogen und langfristig gespeichert werden könnten. Im Verbundprojekt STEPSEC erforschen Fachleute diese Potenziale für Deutschland und global. Dabei berücksichtigen sie sowohl unerwünschte Auswirkungen auf Mensch und Umwelt – darunter auch die biologische Vielfalt – als auch mögliche gesellschaftliche Hürden für deren Einsatz.

Zu den viel diskutierten CDR-Maßnahmen zählen aktuell vor allem die (Wieder-)Aufforstung von Wäldern, eine nachhaltige Forstwirtschaft sowie der Anbau schnell wachsender Pflanzen, die für die Energiegewinnung verbrannt werden, wobei das anfallende Kohlendioxid abgeschieden und gespeichert wird (BECCS).

Bevor solche Maßnahmen in Klimaschutzprogramme aufgenommen und effektiv eingesetzt werden können, sollten ihre Potenziale und ihr möglicher Nutzen sorgfältig gegen mögliche Nebeneffekte abgewogen werden. Dazu gehören unerwünschte Auswirkungen auf das lokale Klima, ein Rückgang der Artenvielfalt sowie ein zunehmender Wettstreit um landwirtschaftliche Anbauflächen und Wasser. Hinzu kommt bei der Energiegewinnung aus Biomasse die Notwendigkeit, Kohlendioxid abzuscheiden und gegebenenfalls im Untergrund zu speichern – ein Ansatz, der in Deutschland sehr kontrovers diskutiert wird. Er zeigt beispielhaft auf, welche gesellschaftlichen und ethischen Herausforderungen mit dem Einsatz von CDR-Methoden verbunden sind. Bislang blieben diese kritischen Faktoren bei vergleichenden Analysen der Maßnahmen aber weitgehend unberücksichtigt.

Das Verbundprojekt STEPSEC geht nun diesen Schritt: Die Forschenden simulieren die großflächigen Potenziale von (Wieder-)Aufforstung, Forstwirtschaft und BECCS mit mehreren globalen, dynamischen Vegetations-

modellen – weltweit und mit einem Fokus auf Deutschland. Dabei werden die vielfältigen unerwünschten Auswirkungen sowie die Einflüsse von Wetterextremen unter verschiedenen zukünftigen Klimaszenarien direkt miteinbezogen. Auf diese Weise identifizieren die Fachleute zusammen mit Entscheidungstragenden sowohl Synergien als auch Konflikte mit anderen Zielen einer nachhaltigen Entwicklung, etwa im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen.

STEPSEC bewertet die einzelnen CDR-Verfahren also grundsätzlich nicht nur aus naturwissenschaftlicher Perspektive, sondern fragt auch, ob gesellschaftliche Prozesse Barrieren für ihre Umsetzung darstellen. Die Forschenden erweitern dafür die Rahmenbedingungen für die Machbarkeitsbewertung von CDR-Methoden und fügen Kriterien der gesellschaftlichen Akzeptanz und ethischen Wünschbarkeit hinzu. Auf diese Weise trägt STEPSEC zu einer umfassenden interdisziplinären Bewertung landbasierter CDR-Methoden bei, die für eine fundierte Entscheidungsfindung in Deutschland und anderen Regionen benötigt wird.

STEPSEC Scrutinizing the feasibility of Terrestrial CDR Potentials under Socio-Ecological Constraints

Projektleitung

Prof. Dr. Julia Pongratz, Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)

Partner

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Technische Universität München (TUM)
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)
Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN), Frankfurt am Main

Der internationale wissenschaftliche Beirat von CDRterra

Folgende Personen stehen dem Forschungsprogramm mit ihrer wissenschaftlichen Expertise zur Seite:

- Prof. Dr. Göran Berndes, Full Professor, Physical Resource Theory, Space, Earth and Environment, Chalmers Universität, Schweden
- Prof. Dr. Holly Jean Buck, Assistant Professor, Department of

Environment and Sustainability, Universität Buffalo, USA

- Dr. Pep Canadell, Chief Research Scientist, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) & Executive Director des „Global Carbon Project“, Australien
- Prof. Dr. Bruce Lewenstein, Professor, Department of Communication, Cornell Universität, USA
- Dr. Steve Smith, Executive Director von „Oxford Net Zero“ und „CO2RE“, Smith School, Universität Oxford, England
- Prof. Dr. Detlef van Vuuren, Senior Researcher, Department of Climate, Air and Energy, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency & Universität Utrecht, Niederlande



CDRSynTra – ein Bewertungsrahmen für Optionen zur Kohlendioxidentnahme

Sinnvolle Pläne für einen CDR-Einsatz in Deutschland zu entwerfen, erfordert eine fundierte Wissensbasis, die mögliche CDR-Maßnahmen umfassend bewertet. Das Syntheseprojekt CDRSynTra bündelt die Ergebnisse aus den Forschungsprogrammen CDRterra und CDRmare und bewertet die verschiedenen CO₂-Entnahmemethoden. Ziel ist es, im Dialog mit Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit ein risikoarmes Portfolio von CDR-Maßnahmen zu entwickeln.

Die Herausforderung dabei ist: Die verfügbaren CDR-Maßnahmen umfassen terrestrische, geologische, materialbasierte und marine Ansätze, zu denen der Wissensstand teils sehr unterschiedlich ist. Nicht nur technische Grenzen der Kohlendioxidaufnahme müssen erforscht sein. Es gilt zudem, realistische Entnahme- und Machbarkeitspotenziale abzuschätzen, welche mögliche Konflikte um Ressourcen wie Wasser oder Land vermeiden, gesellschaftliche Prozesse berücksichtigen, ökologisch und sozial verträglich sowie ökonomisch und politisch umsetzbar sind.

Es ist essenziell zu wissen, wie die verschiedenen CDR-Maßnahmen über all diese Dimensionen hinweg zu bewerten sind, welche Unterschiede es zwischen den einzelnen Verfahren gibt und wie sie bei einem gemeinsamen Einsatz gegebenenfalls miteinander interagieren. Nur so kann ihre Bedeutung für künftige Klimaschutzmaßnahmen bestimmt werden. Bislang fehlt jedoch ein solcher einheitlicher Rahmen, der zudem auch eine Abwägung von Konflikten mit anderen Nachhaltigkeitszielen erlauben sollte.

Das dem CDRterra-Programm übergeordnete Begleit- und Synthesevorhaben CDRSynTra führt die Forschungsergebnisse der verschiedenen Verbundprojekte zusammen. Sein Ziel ist es, die Potenziale und Auswirkungen der verschiedenen Methoden umfassend und einheitlich zu bewerten. Damit werden die wissenschaftlichen Grundlagen gelegt, auf denen ein gesellschaftlich akzeptabler und ökologisch sowie ökonomisch sinnvoller Mix an CDR-Methoden entwickelt werden kann. Zu diesem Zweck arbeitet CDRSynTra in drei Forschungssäulen: Erdsystemanalyse, Klimaschutzpfade sowie regulatorischer Rahmen (Governance) und Politikgestaltung. Das Projektteam analysiert außerdem, welche Institutionen international zu

CDR-Methoden forschen, welche Themenaspekte diese bearbeiten und wo sich noch Forschungs- und Wissenslücken auftun, die es zu schließen gilt.

Um sicher zu stellen, dass entworfene Klimaschutzstrategien auch umsetzbar sind, pflegen die Forschenden das ganze Programm hindurch einen intensiven Dialog mit Stakeholdern. Bereits die Wahl relevanter Kriterien für einen Bewertungsrahmen nehmen sie in engem Austausch mit Öffentlichkeit, Wirtschaft und Politik vor. Mit Museumsausstellungen und einem Bildungsprogramm sorgen die Wissenschaftler:innen für transparente Kommunikation ihrer Forschungsergebnisse in die Öffentlichkeit – ein weiteres Hauptanliegen von CDRSynTra. Wo immer möglich, nutzen sie dabei nicht nur lineare Formate der Wissenschaftskommunikation, sondern teilhabe- und dialogorientierte Ansätze.

CDRSynTra bildet die Schnittstelle zur Forschungsmission „Marine Kohlenstoffspeicher als Weg zur Dekarbonisierung“ der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM) und wird die wissenschaftliche Gesamtsynthese über landbasierte und marine CDR-Methoden verantworten, die so in Kombination und vergleichend betrachtet werden können.

CDRSynTra CDR Synthesis and Transfer project

Projektleitung

Prof. Dr. Julia Pongratz, Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)

Partner

Deutsches Museum, München
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Climate Service Center Germany (GERICS), Helmholtz-Zentrum Hereon, Hamburg
Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit (RIFS), Potsdam
Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC), Berlin
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), Berlin

CDRterra

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Finanzvolumen: circa 21 Millionen Euro

Laufzeit: November 2021 – Oktober 2024

Sprecherin: Prof. Dr. Julia Pongratz
LMU München, julia.pongratz@lmu.de

Wissenschaftliche Koordination: Dr. Felix Havermann
LMU München, felix.havermann@lmu.de

Management: Dr. Michael Miller
LMU München, michael.miller@lmu.de

Transfer: Lukas Fehr
LMU München, lukas.fehr@lmu.de

Pressekontakt: Karin Adolph
LMU München, karin.adolph@lmu.de

IMPRESSUM

Prof. Dr. Julia Pongratz
Ludwig-Maximilians-Universität München
Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München

Redaktion

Karin Adolph

Texte

Sina Löschke (schneehohl.net)

Design und Grafiken:

Björn Maier // September 2023

Klimaneutral gedruckt auf Recycling-Papier

