Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I - Kurzbericht

Zuwendungsempfänger: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Förderkennzeichen: 03F0898D 04041263245300e

Vorhabenbezeichnung: DAM Dekarbonisierung - ASMASYS

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2021 – 31.07.2024

Autor:innen:

Baatz, Christian; Matz-Lück, Nele; Cabus, Tony; Herold, Nicole; Tank, Lukas; Van Doorn, Erik; Voget-Kleschin, Lieske

Datum

1. Ursprüngliche Aufgabenstellung und wissenschaftlich und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Negativemissionstechnologien (Carbon Dioxide Removal (CDR)) binden CO2 aus der Atmosphäre und speichern es für Jahrzehnte bis Jahrtausende. Ihre Rolle bei der Erreichung der Klimaziele hat sich in den letzten zehn Jahren drastisch verändert: Sie werden nicht mehr als spekulativ angesehen, sondern spielen eine Schlüsselrolle bei der Erreichung des Netto-Null-Ziels.

CDR ist nicht monolithisch. Es gibt eine Vielzahl von vorgeschlagenen Ansätzen zur Entfernung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre. Marines CDR umfasst Methoden wie die Erhöhung der Alkalinität des Ozeans, die Ozeandüngung, die Verbesserung der Kohlenstoffspeicherung in der Küstenzone (z. B. in küstennahen vegetativen Ökosystemen) oder die Kohlenstoffspeicherung unter dem Meeresboden in Verbindung mit Methoden wie Bioenergie mit Kohlenstoffabscheidung

Verschiedene Methoden könnten in einer Vielzahl von Szenarien mit verschiedenen Akteuren, an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeitpunkten umgesetzt werden. Aber nicht alles, was denkbar ist, wird sich bei näherer Betrachtung als machbar (*feasible*) und wünschenswert (*desirable*) erweisen.

Während eine beträchtliche Anzahl von Bewertungsrahmen für Klimaoptionen im Allgemeinen oder für bestimmte Bereiche wie Minderung oder Anpassung sowie einige Vorschläge für Bewertungsrahmen speziell für terrestrische CDR existieren, fehlte es bisher an einem speziell auf die Bewertung von marinem CDR ausgerichteten Bewertungsrahmen.

Eine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf Umwelt und Gesellschaft, insbesondere auch unter normativen Gesichtspunkten leisten existierende Bewertungsrahmen nicht. Im Rahmen von ASMASYS sollte jede der beteiligten Disziplinen eine eigene Reihe von Kriterien zur Bewertung mariner CDR-Methoden entwickeln. Diese Arbeit folgte den Empfehlungen des GESAMP-Berichts (GESAMP, 2019)[1], der auf die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Bewertung mariner Methoden, auch durch die Brille der Sozialwissenschaften, hinweist.

In diesem Zusammenhang untersuchte **CAU-Recht**, ob die derzeitigen rechtlichen Rahmenbedingungen auf internationaler, europäischer und deutscher Ebene marine CDR-Aktivitäten einschränken oder ermöglichen (Güssow, 2009)[2]. Abhängig von diesen Ergebnissen sollte das Rechtsteam rechtliche Empfehlungen für die Änderung der bestehenden Rahmenbedingungen erarbeiten, insbesondere in Form eines Leitfadens zur Regulierung von CDR in deutschen Gewässern.

CAU-Ethik arbeitete einerseits an der Struktur des Bewertungsrahmens, andererseits an Bewertungskriterien für die Bereiche distributive und prozedurale Gerechtigkeit sowie Umweltethik.

2. Ablauf des Vorhabens

ASMASYS lief vom 01.08.2022-31.07.2024. Der Ablauf des Projektes folgte im Wesentlichen der in der ursprünglichen Vorhabenbeschreibung aufgestellten Planung.

[1] Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (2019): High level review of a wide range of proposed marine geoengineering techniques. Edited by P. W. Boyd, C.M.G. Vivian. IMO/FAO/UNESCO- IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UN Environment/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (98)..

[2] Güssow, Kerstin; Oschlies, Andreas; Proelss, Alexander; Rehdanz, Katrin; Rickels, Wilfried (2009): Ocean iron fertilization: why further research is needed. IfW (Kiel Working Paper, 1574). Available online at https://www.econstor.eu/bitstream/10419/30043/1/618323325.pdf, checked on 10/11/2024.

3. Wesentliche Ergebnisse (sowie ggf. die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

CAU-Recht

CAU-Recht stellte zunächst die Rechtsinstrumenten zusammen, die für CDR-Aktivitäten auf See relevant sind. Dr. Tony Cabus recherchierte die europäischen und internationalen Rahmenbedingungen, während Nicole Herold die deutschen Regelungen, insbesondere das Hohe-See-Einbringungsgesetz, analysierte. Im ersten Forschungsjahr verfasste das Team einen Bericht, in dem die einschlägigen Instrumente und ihr potenzieller Einfluss auf CDR-Aktivitäten im Meer zusammengestellt wurden. (Cabus et al. 2022) Im zweiten Jahr verfasste das Rechtsteam einen Bericht über die Lücken in der Regulierung des marinen CDR auf internationaler, europäischer und deutscher Ebene, der Empfehlungen für den Fall enthielt, dass marines CDR ermöglicht werden sollte. (Cabus, Herold 2023)

Darüber hinaus nahm das Team an den verschiedenen CDRmare-Seminaren, Workshops und Generalversammlungen teil und beteiligte sich intensiv an der Entwicklung des Bewertungsrahmens. Dr. Tony Cabs nahm darüber hinaus an der 10MT Challenge teil und leistete einen Beitrag zu deren Abschlusspapier.

Die wichtigsten Ergebnisse des Rechtsteams sind in erster Linie seine beiden Berichte und der im Rahmen von ASMASYS erarbeitete Bewertungsrahmen, zu dem CAU-Recht beigetragen hat.

Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeiten von CAU-Recht lassen sich durch die folgenden Publikationen dokumentieren:

- Baatz, Christian; Tank, Lukas; Bednarz, Lena; Böttcher, Miranda; Morganti, Teresa; Voget-Kleschin, Lieske; **Cabus, Tony; Doorn, Erik van**; Holzhüter, Wanda; Keller, David; Kreuzburg, Matthias; **Matz-Lück, Nele;** Mengis, Nadine; Merk, C.hristine; Oschlies, Andreas; Wehnert, Hendrijke; Yao, , Wanxuan; Rehder, Gregor (submitted in Environmental Research Letters): A Holistic Assessment Framework for Marine Carbon Dioxide Removal Options.
- **Cabus, Tony,** Navigating Uncertainty: Legal Considerations for Marine Carbon Dioxide Removal as a Climate Solution, in Climate Change Mitigation and Adaptation in Practice W. Leal (ed), To be published. Springer.
- **Cabus, Tony; Herold, Nicole** (2023): Gaps in the Regulation of Marine Based CDR. Walther Schücking Institute for International Law. (2nd report)
- **Cabus, Tony; Herold, Nicole; Matz-Lück, Nele** (2022): Legal Framework for Marine CDR Options: International, European and German Perspectives. Walther Schücking Institute for International Law. (1st. report)
- Yao, Wanxuan; Morganti, Teresa; Wu, Jiajun; Borchers, Malgorzata; Anschütz, Anna-Adriana; Bednarz, Lena-Katharina, …, **Cabus, Tony**; …, et al. (2024): Exploring site-specific carbon dioxide removal options with storage or sequestration in the marine environment - The 10 Mt CO2 yr-1 removal challenge for Germany. DOI: 10.22541/essoar.171650351.11778445/v1.

CAU-Ethik

Im Rahmen von ASMASYS wurde ein ganzheitlicher Bewertungsrahmen erarbeitet, mittels dessen Entscheidungsträger die Machbarkeit und Erwünschtheit verschiedener marinen CDR-Optionen beurteilen können.

Im Vergleich zu bestehenden Rahmenwerken unterscheidet er erstens zwischen der Beurteilung der Machbarkeit (*Feasibility*) und Erwünschtheit (*Desirabiltiy*) von marinen CDR-Optionen. Die

ausdrückliche Einbeziehung von *Desirability* als eigenständige Bewertungsdimension ermöglicht eine bessere Integration von Fragen der Gerechtigkeit sowie der Bewertung von gesellschaftlichen und Umweltauswirkungen von (m)CDR. Zweitens unterscheidet der im Rahmen des Projektes erarbeitete Bewertungsrahmen strukturell zwischen der Auflistung von Informationen über marine CDR-Optionen und der Bewertung dieser Informationen. Schließlich legt der Bewertungsrahmen die der Bewertung zugrunde liegenden Bewertungsstandards offen.

Wesentliche Ergebnisse, die auf die Arbeit des Philosophischen Seminars zurückgehen, betreffen die Struktur des Bewertungsrahmens, insbesondere die Unterscheidung der Beurteilung von *Feasibility* und *Desirability* sowie die Unterscheidung zwischen der Auflistung von Informationen über marine CDR-Optionen und der Bewertung dieser Informationen. Inhaltlich erarbeitete das Philosophische Seminar für den Bewertungsrahmen substantielle Kriterien für die Bereiche distributive und prozedurale Gerechtigkeit sowie Umweltethik.

Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeiten von CAU-Ethik lassen sich durch die folgenden Publikationen dokumentieren:

- **Baatz, Christian; Tank, Lukas**; Bednarz, Lena; Böttcher, Miranda; Morganti, Teresa; **Voget-Kleschin, Lieske**; Cabus, Tony; Doorn, Erik van; Holzhüter, Wanda; Keller, David; Kreuzburg, Matthias; Matz-Lück, Nele; Mengis, Nadine; Merk, C.hristine; Oschlies, Andreas; Wehnert, Hendrijke; Yao, , Wanxuan; Rehder, Gregor (submitted in Environmental Research Letters): A Holistic Assessment Framework for Marine Carbon Dioxide Removal Options.
- Kreuzburg, Matthias; **Baatz, Christian**; Bednarz, Lena; Böttcher, Miranda; Merk, Christine; Morganti, Theresa, **Tank, Lukas**; Yao, Wanxuan; Wehnert; Hendrikje; Rehder, Gregor (2024): Unified Assessment framework for proposed methods of Marine CDR and interim knowledge Synthesis. ASMASYS. Rostock. Available online at DOI 10.3289/CDRmare.37.
- Schulan, Alexander; **Tank, Lukas; Baatz, Christian** (2023): Distributive justice and the global emissions budget. In WIREs Clim Change 14 (5), Article e847. DOI: 10.1002/wcc.847.
- **Tank, Lukas**; Neuber, Frederike; **Baatz, Christian** (2023): 9 Thesen zur Ethik von Climate Engineering. In José L. Lozán, Hartmut Graßl, Siegmar-Walter Breckle, Dieter Kasang, Markus Quante (Eds.): Warnsignal Klima - Hilft Technik gegen die Erderwärmung? Wissenschaftliche Fakten. Hamburg: Wissenschaftliche Auswertungen, pp. 280–285.
- **Tank, Lukas; Voget-Kleschin, Lieske**; Garschagen, Matthias; Boettcher, Miranda; Mengis, Nadine; Rehder, Gregor; **Baatz, Christian** (under review in npj climate action): Distinguish between Feasibility and Desirability when Assessing Climate Response Options.
- **Voget-Kleschin, Lieske; Baatz, Christian**; Heyward, Clare; van Vuuren, Detlef; Mengis, Nadine (2024): Reassessing the need for carbon dioxide removal: moral implications of alternative climate target pathways. In Glob. Sustain. 7. DOI: 10.1017/sus.2023.21.
- Yao, Wanxuan; Morganti, Teresa; Wu, Jiajun; Borchers, Malgorzata; Anschütz, Anna-Adriana; Bednarz, Lena-Katharina,…, **Tank, Lukas**, …, et al. (2024): Exploring site-specific carbon dioxide removal options with storage or sequestration in the marine environment - The 10 Mt CO2 yr-1 removal challenge for Germany. DOI: 10.22541/essoar.171650351.11778445/v1.

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

TEIL II – Eingehende Darstellung

Zuwendungsempfänger: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Förderkennzeichen: 03F0898D 04041263245300e

Vorhabenbezeichnung: DAM Dekarbonisierung - ASMASYS

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2021 – 31.07.2024

Autor:innen:

Baatz, Christian; Matz-Lück, Nele; Cabus, Tony; Herold, Nicole; Tank, Lukas; Van Doorn, Erik; Voget-Kleschin, Lieske

Datum

Inhalt

1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses – auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft - im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

5. Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

6. Die erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

CAU Recht

Die Ziele des juristischen Teams von ASMASYS waren die folgenden:

- Zusammenstellung der für marines Carbon Dioxide Removal (CDR) relevanten Regeln des internationalen, europäischen und deutschen Rechts
- Analyse des geltenden Rechts bezüglich der (Un-)Zulässigkeit und ggf. einzuhaltender Verfahren für marines CDR in verschiedenen Meereszonen
- Identifizierung von Regelungslücken in den einschlägigen Rechtsrahmen sowohl für die Forschung zu marinen CDR-Technologien als auch für die Anwendung dieser Technologien
- Erarbeitung eines Policy Briefs mit Empfehlungen zur Änderung der gesetzlichen Regelungen für marine CDR-Technologien in deutschen Gewässern

In einem ersten Bericht (Cabus et al. 2022) wurde eine Zusammenstellung der relevanten Regelungen vorgenommen. Diese wurden ferner dahingehend analysiert, ob bzw. unter welchen Bedingungen sie marines CDR zulassen oder ob gegenwärtige Regulierung Technologien verbietet. In einem zweiten Bericht (Cabus, Herold 2023) wurden Lücken in den einschlägigen Rechtsrahmen verschiedener Regelungsebenen identifiziert und eine Reihe von Empfehlungen zu möglichen Änderungen in deutschen Vorschriften und auf internationaler Ebene gegeben. Schließlich trug das Juristenteam durch zahlreiche Seminare, Workshops, Think and ExchangeTanks (TET) und gemeinsam verfasste Fachaufsätze zur Interim-Synthese (Kreuzburg et al. 2024) bei.

CAU-Ethik

CAU-Ethik hat zu drei der fünf Arbeitspakete von ASMASYS I beigetragen. Im Rahmen von AP1, der Entwicklung eines umfassenden, transdisziplinären Bewertungsrahmens für marine CDR-Optionen hat das philosophische Seminar Task 1.3 bearbeitet und zu Task 1.5 beigetragen. Darüber hinaus hat das Philosophische Seminar zu AP2 und 3 beigetragen (vgl. Tab.1).

Tab. 1 Arbeitspakete (AP) und Tasks zu denen das Philosophische Seminar beigetragen hat

APss bzw. Tasks	Beschreibung	Meilenstein	Publikation
Task 1.3	Ethik und Gerechtigkeit		
Task 1.3.1	Fairness (Verteilungsgerechtigkeit) - Auswahl und Analyse einschlägiger Klimagerechtigkeits-, umweltethischer und politiknaher Ansätze	M 1.3.1, erfüllt	• Schulan, Alexander; **Tank, Lukas; Baatz, Christian** (2023): Distributive justice and the global emissions budget. In WIREs Clim Change 14 (5), Article e847. DOI: 10.1002/wcc.847.
Task 1.3.2	Legitimität (politische Gerechtigkeit) - Auswahl und Analyse einschlägiger Klimagerechtigkeitsansätze und Governance-Vorschläge	M 1.3.2, erfüllt	• **Tank, Lukas;** Neuber, Frederike; **Baatz, Christian** (2023): 9 Thesen zur Ethik von Climate Engineering. In José L. Lozán, Hartmut Graßl, Siegmar-Walter Breckle, Dieter Kasang, Markus Quante (Eds.): Warnsignal Klima - Hilft Technik gegen die Erderwärmung? Wissenschaftliche Fakten. Hamburg: Wissenschaftliche Auswertungen, pp. 280–285.
Task 1.3.3	Analyse konkreter Werturteile von Laien und Stakeholdern	M 1.3.3, erfüllt	
Task 1.5	Transdisziplinärer Bewertungsrahmen für Optionen der marinen Kohlenstoffspeicherung	CAU Ethik trug federführend bei	• **Baatz, Christian; Tank, Lukas**; Bednarz, Lena; Böttcher, Miranda; Morganti, Teresa; **Voget-Kleschin, Lieske**; Cabus, Tony; Doorn, Erik van; Holzhüter, Wanda; Keller, David; Kreuzburg, Matthias; Matz-Lück, Nele; Mengis, Nadine; Merk, C.hristine; Oschlies, Andreas; Wehnert, Hendrijke; Yao, , Wanxuan; Rehder, Gregor (submitted in Environmental Research Letters): A Holistic Assessment Framework for Marine Carbon Dioxide Removal Options. • **Tank, Lukas; Voget-Kleschin, Lieske**; Garschagen, Matthias; Boettcher, Miranda; Mengis, Nadine; Rehder, Gregor; **Baatz, Christian** (under review in npj climate action): Distinguish between Feasibility and Desirability when Assessing Climate Response Options.

AP 2	Interdisziplinärer Review mariner CDR Optionen für Deutschland	Philosophisches Seminar trug bei	• Yao, Wanxuan; Morganti, Teresa; Wu, Jiajun; Borchers, Malgorzata; Anschütz, Anna-Adriana; Bednarz, Lena-Katharina, …, **Tank, Lukas**, …, et al. (2024): Exploring site-specific carbon dioxide removal options with storage or sequestration in the marine environment - The 10 Mt CO2 yr-1 removal challenge for Germany. DOI: 10.22541/essoar.171650351.11778445/v1.
AP 3	Bewertung mariner CDR-Methoden und Interim-Synthese	Philosophisches Seminar trug bei	• Kreuzburg, Matthias; **Baatz, Christian**; Bednarz, Lena; Böttcher, Miranda; Merk, Christine; Morganti, Theresa et al. (2024): Unified Assessment framework for proposed methods of Marine CDR and interim knowledge Synthesis. ASMASYS. Rostock. Available online at DOI 10.3289/CDRmare.37.

Task 1.3: Ethik und Gerechtigkeit

Ziel von Task 1.3 war es, mit Blick auf die Anwendung innerhalb eines interdisziplinären Bewertungsrahmens Kriterien für die normative Bewertung mariner CDR-Methoden auszuarbeiten, indem basierend auf der einschlägigen Fachliteratur Kriterien hinsichtlich der Kategorie Gerechtigkeit mit den Unterkategorien

(i) Fairness (Verteilungsgerechtigkeit) und

(ii) Legitimität (politische Gerechtigkeit) erarbeiten, sowie

(iii) komplementär dazu konkrete Werturteile von Laien und Stakeholdern normativ analysieren; insbesondere hinsichtlich der Frage, ob solche konkreten Werturteile über (marine) CDR-Methoden sich auf die unter (i) und (ii) erarbeiteten Kategorien beziehen lassen oder ob sie alternative Perspektiven auf den Umgang des Menschen mit der Natur ausdrücken, die durch zusätzliche Kriterien für die normative Bewertung mariner CDR-Methoden ausgedrückt werden (sollten).

Task 1.3.1 Fairness (Verteilungsgerechtigkeit) - Auswahl und Analyse einschlägiger Klimagerechtigkeits-, umweltethischer und politiknaher Ansätze

Verschiedene Theorien der Verteilungsgerechtigkeit wurden in dem Dimensionen Umfang (Wem wird etwas geschuldet?), Muster (Wie viel wird wem geschuldet?) und Metrik (Was wird wem geschuldet?) analysiert. Es stellt sich dabei heraus, dass die meisten Theorien in ihrem Umfang im Rahmen des Anthropozentrismus verbleiben (nur Menschen wird etwas geschuldet), hierbei aber universalistisch sind (allen Menschen, inkl. zukünftigen Generationen, wird etwas geschuldet). Erst neuerdings gibt es Versuche, nicht-menschliche Tiere als direkte Adressaten von Gerechtigkeitspflichten zu etablieren. In Bezug auf Metriken der Gerechtigkeit wurden insbesondere die Erfüllung von Menschenrechten und sog. ‚Fähigkeiten' im Sinne des Ansatzes von Amartya Sen und Martha Nussbaum im Kontext von CDR diskutiert, da diese im (Ethik-)Diskurs zum Klimawandel eine besonders große Rolle spielen. Prominente Muster der Gerechtigkeit in der allgemeinen Gerechtigkeitsdiskussion sind egalitaristische, suffizientaristische oder prioritaristische Muster, sowie Hybridformen dieser Idealtypen.

Darauf aufbauend und darüber hinausgehend hat sich in der Klimaethik eine Sonderdiskussion über den Ausgleich einer zuvor begangenen Ungerechtigkeit – des Klimawandels – herausgebildet. Hier sind das Verursacherprinzip (Polluter Pays Principle), das Vermögensprinzip (Ability to Pay Principle) und

das Nutznießerprinzip (Beneficiary Pays Principle) prominent. Diese Prinzipien schließen alle Menschen mit ein (‚Umfang') und werden häufig suffizientaristisch (‚Muster') interpretiert. Sie sind offen für verschiedene Metriken der Gerechtigkeit, d.h. es kann in untersch. Hinsichten ‚gemessen' werden, ob Menschen über genug bzw. so viel von etwas (Einkommen, Besitz, Ressourcen, Fähigkeiten, …) verfügen, dass sie gemäß den genannten Prinzipien Lasten übernehmen sollen, die aus der Bekämpfung des Klimawandels resultieren. Auf Basis dieser Überlegungen entwickelten wir für den Bewertungsrahmen (s. Task 1.5) ein Kriterium für Verteilungsgerechtigkeit. Dieses Kriterium ist einerseits so konkret, dass es eine bestimmte Lastenverteilung vorschreibt (anstatt, wie bei anderen gängigen Klima-Bewertungsrahmen üblich, bloß festzustellen, dass eine Option ‚verteilungsgerecht' sein soll). Andererseits lässt es offen, wie bestimmt werden soll, wer als hinreichend vermögend gilt, um Klima-Lasten zu übernehmen und wie groß diese Lasten sein sollen. Das lässt den Anwender:innen des Bewertungsrahmen signifikanten Spielraum, ohne ins Beliebige abzudriften.

Auch haben wir diskutiert, ob und inwieweit die Sustainable Development Goals (SDGs) als (zusätzliche) Kriterien für Fairness fungieren können. Dabei hat sich gezeigt, das relevante SDGs zu vage sind, um als *Bewertungs*kriterien zu fungieren. Zahlreiche Indikatoren des SDG Ansatzes sind aber für die Beurteilung der Fairness von marinem CDR relevant. Außerdem informieren sie ein Kriterium zum moralischen Selbstwert von Biodiversität in der Dimension ‚Umweltethik' (s. Abschnitt 3).

Task 1.3.2 Legitimität (politische Gerechtigkeit) - Auswahl und Analyse einschlägiger Klimagerechtigkeitsansätze und Governance-Vorschläge

Im Rahmen dieses Tasks haben wir Vorschläge dazu analysiert, wie die Entscheidungsfindung und Governance vor und während CDR-Projekten gestaltet sein muss, damit sie als fair gelten kann. Die Grundidee ist hierbei, dass CDR nicht nur insofern gerecht oder ungerecht sein kann, als dass es positive und negative Konsequenzen hat, sondern dass auch Fragen der Mitbestimmung gerechtigkeitsrelevant sein können. Selbst eine CDR-Maßnahme, über die wir aus der Retrospektive sagen können, dass sie ausschließlich positive Folgen hatte, kann z.B. insofern ungerecht sein, dass sie über die Köpfe der Betroffenen hinweg beschlossen wurde. Es zeigt sich, dass zwei zentrale Grundsätze dieser sogenannten ‚prozeduralen Gerechtigkeit' die Debatte über CDR prägen: erstens ein Gebot zur Transparenz und zweitens das sogenannte ‚*All-Affected Principle*'. Das Gebot der Transparenz ist vergleichsweise unkontrovers. Es besagt, dass starke Gründe dafür vorliegen, Informationen über CDR-Maßnahmen öffentlich zugänglich zu machen. Ungleich kontroverser ist das *All-Affected Principle*, welches besagt (wenn auch nicht einheitlich kodifiziert), dass alle von einer CDR-Maßnahme Betroffenen Mitspracherechte in den Entscheidungsprozessen bezüglich dieser CDR-Maßnahme bekommen sollten. Offene Fragen sind hierbei sowohl, welche Form von Mitsprache gefordert ist, als auch wie man mit dem Problem umgeht, dass CDR-Maßnahmen qua ihrer Klimawirkung einen enormen bis quasi unbegrenzt großen Kreis an Betroffenen aufweisen.

Auf Basis dieser Überlegungen wurden zwei Kriterien für den Bewertungsrahmen entwickelt. Das erste ist ein Transparenz-Kriterium. Es wird u.a. dadurch evaluiert, als dass man fragt, ob relevante Informationen über das Projekt öffentlich gemacht wurden und ob Erfahrungen mit ähnlichen Projekten vorliegen. Das zweite Kriterium bezieht sich auf das ‚*All-Affected Principle*' und fragt, welche Akteure wie in den Entscheidungsprozess eingebunden waren.

Task 1.3.3 Analyse konkreter Werturteile von Laien und Stakeholdern

In der Bearbeitung dieses Tasks halfen uns insbesondere die zwei Stakeholder-Treffen, in denen Perspektiven zur Umweltethik eingebracht und bereits vorhandene Perspektiven hinterfragt werden konnten. Ein besonderer Fokus unserer Arbeit lag hierbei auf einer Perspektive, die CDR (mehr oder weniger) generell ablehnt, weil es sich hierbei um einen nicht zu rechtfertigenden Eingriff in natürliche Systeme handelt. Kritische Perspektive der Art "wir greifen schon so sehr in die Natur ein, wir sollten dies nicht auch noch in Form von CDR" betreiben wurden von diversen Mitgliedern von CDRmare als häufige Reaktionen in öffentlichen und politischen Kontexten bestätigt und dürfte im Fall von marinem CDR besonders einschlägig sein. Unsere Arbeit bestand daraufhin in der systematischen Untersuchung

der Frage, ob eine solche Kritik einer wiederum kritischen Überprüfung standhält. Hierbei argumentieren wir, dass eine pauschale Ablehnung von (marinem) CDR als unnatürlich nicht überzeugend ist.

Beitrag zu Task 1.5: Transdisziplinärer Bewertungsrahmen für Optionen der marinen Kohlenstoffspeicherung

Ziel von Task 1.5 war die Entwicklung eines transdisziplinären Bewertungsrahmens für marine CDR Optionen mit einem starkem Fokus auf die politisch-institutionellen, ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen und einen transdisziplinären Arbeitsansatz.

Ein erheblicher Teil unserer Arbeitszeit floss in die Bearbeitung von Task 1.5, insbesondere im Rahmen der von ASMASYS organisierten Think-and-Exchange Tank (TET) Workshops sowie in zahlreichen Kleingruppen-Treffen mit unterschiedlichen Partner:innen aus dem ASMASYS-Konsortium. Bei der Entwicklung des ASMASYS Bewertungsrahmens und der Erarbeitung seiner innovativen Elemente (s. auch Abschnitt 3) nahmen wir eine führende Rolle ein. Neben dem Rahmen selbst besteht ein wesentliches Ergebnis im Aufdecken grundlegender konzeptioneller Defizite bei alternativen Bewertungsrahmen, einschl. des prominenten IPCC-Ansatzes. Diese sind oft nicht hinreichend klar in welcher Hinsicht sie Klima-Maßnahmen evaluieren wollen, oder machen Angaben, die nicht eingehalten werden: Soll es nur darum gehen, ob eine Option umgesetzt werden kann oder geht es auch darum, wie gut oder schlecht diese zu bewerten ist – und wie hängen diese beiden Fragen zusammen? Insbesondere bleibt unklar wie die Nennung von Ethik- und Gerechtigkeitsaspekten zum häufig anzutreffenden Ziel, nur die Machbarkeit (*Feasiblity*) von Klima-Optionen evaluieren zu wollen, passt. Die Arbeit von ASMASYS bietet hier einen erheblichen Mehrwert, da Fragen der Erwünschtheit (*Desirability*) als solche identifiziert und transparent gemacht werden.

Der Bewertungsrahmen hat inzwischen ein reifes Stadium erreicht und wurde von Stakeholdern als gelungen und hilfreich eingeschätzt.

Zwei Aufsatzentwürfe wurden hierzu erstellt. Einer beschäftigt sich mit der Unterscheidung zwischen der Bewertung von *Feasibility* und *Desirability* und ist aktuell in Begutachtung bei der Fachzeitschrift NPJ Climate Action. Ein zweiter stellt den Bewertungsrahmen vor und ist aktuell ebenfalls in der Begutachtung bei der Fachzeitschrift Environmental Research Letters.

Beitrag des philosophischen Seminars zu Task 2: Interdisziplinärer Review mariner CDR Optionen für Deutschland

Ziel von AP 2 war es, ein wissenschaftliches Review zum Stand der Wissenschaft über vorgeschlagene marine CDR Verfahren zu erstellen.

Über die gesamten Projektlaufzeit führten wir fortlaufend einen Review zu klimaethischer Literatur zu CDR-Maßnahmen durch. Ein besonderer Fokus lag darauf, inwiefern hier zwischen der ethischen Analyse verschiedener CDR-Methoden unterschieden wird. Des Weiteren haben wir zur „10 Mt per Year Removal Challenge“ beigetragen. (Yao et al. 2024)

Beitrag des philosophischen Seminars zu Task 3: Bewertung mariner CDR-Methoden und Interim-Synthese

Ziel von AP 3 war es, den in AP1 entwickelten Bewertungsrahmen auf die in AP2 zusammengestellten marinen CDR-Methoden anzuwenden.

Wir haben sowohl konzeptionell als auch schreibend an der Erstellung des Berichts zu „Assessment of marine CDR-Methods and Interim-Synthesis“-Synthesesberichts (Kreuzburg et al. 2024) mitgewirkt. Hier richteten wir ein besonderes Augenmerk auf die in ASMASYS erreichten konzeptionellen Fortschritte und die Dimensionen ‚Gerechtigkeit‘ und ‚Umweltethik‘ des Bewertungsrahmens.

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Ein großer Teil der Zuwendung umfasste die Personalkosten für die Mitarbeiter:innen während der gesamten Projektlaufzeit. Das Projektpersonal hat die organisatorischen und inhaltlichen Aufgaben übernommen und abgeschlossen. Die CAU stellte während der Projektlaufzeit sowohl Philosoph:innen (CAU-Ethik) als auch Jurist:innen (CAU-Recht) ein.

Zu den Sachkosten zählten ausschließlich Reisemittel. Diese wurden für Dienstreisen der Projektmitarbeiter:innen zu Projekttreffen (ASMASYS-Meetings) sowie zu Fach- und Praxiskonferenzen genutzt, um die Projektergebnisse mit der wissenschaftlichen und berufspraktischen Gemeinschaft zu diskutieren (z.B. CDRmare-Treffen, International Conference on Negative CO2 Emissions). Durch den konstruktiven Austausch konnten die Ergebnisse weiter optimiert werden. Aufgrund der COVID-19-Pandemie wurden weniger Reisemittel in Anspruch genommen, sodass nach Projektende ungenutzte Reisemittel gekürzt wurden.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

CAU-Recht

Die Arbeiten zur Erstellung dieser Berichte waren notwendig, um das breitere rechtliche Umfeld der CDR-Aktivitäten im Meeresbereich zu verstehen. Sie halfen dabei, Schlüsselfragen zu identifizieren, die in den Bewertungsrahmen integriert werden sollten, und bildeten die Grundlage für weitere Diskussionen über Empfehlungen und die Entwicklung von Gesetzen. Die Teilnahme an den verschiedenen Workshops zusammen mit Naturwissenschaftlern war auch wichtig, um den Prozess der Meeres-CDR zu verstehen, so dass sie genauer mit den rechtlichen Rahmenbedingungen verglichen werden konnten. Lücken in den wissenschaftlichen Kenntnissen, Herausforderungen im Zusammenhang mit der Technologie und potenzielle Nebenwirkungen waren Elemente, die verstanden werden mussten, um ihre Relevanz für rechtliche Rahmenwerke einzuordnen bzw. sie angemessen in rechtliche Rahmenwerke zu integrieren.

CAU-Ethik

Im Rahmen von ASMASYS wurde ein ganzheitlicher Bewertungsrahmen entwickelt, den Entscheidungsträgern zur Beurteilung der *Feasibility* und *Desirability* verschiedener mariner CDR-Optionen nutzen können.

Während bereits eine beträchtliche Anzahl von Bewertungsrahmen für Klimaoptionen im Allgemeinen oder für bestimmte Bereiche wie Minderung/Vermeidung von Treibhausgasemissionen oder Anpassung an den Klimawandel sowie einige Vorschläge für Bewertungsrahmen speziell für terrestrische CDR existieren, ist der in ASMASYS entwickelte Bewertungsrahmen der erste, der speziell für die Bewertung von marinem CDR entwickelt wurde. Im Vergleich zu bestehenden Rahmenwerken unterscheidet er klar zwischen der Auflistung von Informationen über marine CDR-Optionen und der Bewertung dieser Informationen und legt die der Bewertung zugrunde liegenden Standards offen.

Die ausdrückliche Einbeziehung der *Desirability* als eigenständige Bewertungsdimension ermöglicht eine bessere Integration von Fragen der Gerechtigkeit sowie der Bewertung von gesellschaftlichen und Umweltauswirkungen von (marinem) CDR.

Inhaltlich erarbeitete das Philosophische Seminar substanzielle Kriterien des Bewertungsrahmens für die Bereiche distributive und prozedurale Gerechtigkeit sowie Umweltethik. Ein erheblicher Teil unserer Arbeitszeit im Projekt floss in die übergreifende Arbeit am Bewertungsrahmen. Ein wesentlicher Beitrag des Philosophischen Seminars besteht in der Unterscheidung der Beurteilung von *Feasibility* und *Desirability*, in der Unterscheidung zwischen der Auflistung von Informationen über marine CDR-Optionen mittels Indikatoren und der Bewertung dieser Informationen mittels Bewertungskriterien sowie in der Explikation des Bewertungsmaßstabs bei der Formulierung der Kriterien.

Die avisierten Meilensteine und Projektziele wurden erreicht.

4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses – auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft - im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Verwertbarkeit der Ergebnisse

CAU-Recht & CAU-Ethik

Wir sehen den zentralen Wert und Nutzen unserer Forschungsergebnisse darin, dass sie im zu erwartenden politischen und gesellschaftlichen Diskurs über marines CDR eine strukturierende und orientierende Funktion erfüllen und Entscheidungsträger, ihre Wähler:innen und alle Bürger:innen bei der Meinungsbildung unterstützen. Konkret können die rechtlichen und ethischen Kriterien nach Abschluss des Projekts sowohl durch uns als auch durch Dritte auf CDR-Optionen angewendet werden, die im Rahmen der Forschungsmission „Marine Kohlenstoffsenken in Dekarbonisierungspfaden" nicht bewertet worden sind. Weiterhin können sie angewendet werden, wenn aktuelle Forschungsergebnisse eine Neubewertung bereits beurteilter Methoden erfordern sollten. Insbesondere die Bewertung von Regulierungskorridoren, die durch änderungsfeste Parameter einerseits und identifizierte Lücken andererseits entstehen, bilden eine Basis, auf der die Analyse weiterer zukünftiger Methoden aufbauen kann. Ferner kann aus rechtlicher Perspektive ein wichtiger Beitrag zur Debatte des Spannungsfeldes zwischen Meeresumweltschutz und Klimaschutz geleistet werden, der über die hier betrachteten Fragen hinausgeht, aber an unsere wissenschaftlichen Erkenntnisse anknüpfen kann.

Die Schlussfolgerungen zum deutschen Rechtsrahmen sowie die in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern des CDRmare Expert:innen Forums durchgeführten Testszenarien haben zu brauchbaren Empfehlungen für die Änderung des deutschen Rechtsrahmens geführt (s. Cabus et al. 2022; Cabus, Herold 2023). Auf EU-Ebene wurde CDRmare wahrgenommen und aufgefordert, Empfehlungen für zukünftige EU-Verordnungen zum CDR zu geben. Auf internationaler Ebene wurde CDRmare und seine rechtliche Komponente als europäisches Flaggschiff-Forschungsprojekt zum marinen CDR wahrgenommen, was zu engen Kontakten mit Partnern in Großbritannien und den USA führte.

Konkrete Planungen für die nähere Zukunft

CAU-Recht

Die in der ersten Phase durchgeführte Grundlagenforschung wird die weitere gezielte Forschung in einer zweiten Phase (Entwicklung intelligenter Vorschriften) unterstützen. Darüber hinaus kann der Bewertungsrahmen zur Beurteilung der in der zweiten Phase entwickelten Szenarien verwendet werden. Die Bewertung der geltenden Rechtslage und die Empfehlungen für eine Änderung bilden die Grundlage, auf der die weitere Entwicklungen beobachtet, analysiert und an die Forschungen zu solchen rechtlichen Fragestellungen anknüpfen können, die entweder in der ersten Phase ausgeklammert geblieben sind oder die neu auftreten. Insbesondere die Zusammenführung rechtlicher Expertise in einem Social Science Hub in der zweiten Phase fußt auf diesen Vorarbeiten.

CAU-Ethik

Der philosophische Arbeitsanteil in der geplanten zweiten Phase von ASMASYS erstreckt sich primär auf drei Bereiche.

- Erstens soll der in der ersten Phase entworfene Bewertungsrahmen weiterentwickelt werden. Dies geschieht im Hinblick auf die Frage, ob es in der Anwendung des Bewertungsrahmens insofern ‚Abkürzungen' geben kann, als dass bestimmte Eigenschaften von marinen CDR Projekten dazu führen sollten, dass wir diese nicht weiter verfolgen (‚*red flags*') und im Hinblick auf die Frage, in welchen Abhängigkeitsbeziehungen die einzelnen Teile des Bewertungsrahmens zueinander stehen und wie diese Teile aggregiert werden müssen, um ein knappes Gesamtergebnis der Bewertung zu ergeben.

- Der zweite Bereich befasst sich mit der in der ersten Phase begonnenen Anwendung des Bewertungsrahmens auf konkrete marine CDR-Szenarien. Hier sollen mögliche Zukünfte von marinem CDR in Deutschland auf ihre *Feasibility* und *Desirability* geprüft werden. Dabei soll ebenfalls die Frage nach der Vergleichbarkeit der Bewertungen unterschiedlicher Szenarien beantwortet werden.
- Schließlich trägt das Philosophische Seminar maßgeblich zum geplanten Social Sciences and Humanities Hub bei, in dem missions-übergreifende nicht-naturwissenschaftliche Fragen zur Zukunft von marinem CDR in Deutschland bearbeitet werden. Hierzu gehört u.a. die Frage danach, wie eine Inklusion von marinem CDR in Emissionshandelssysteme aussehen könnte, die nicht zum sog. ‚*mitigation obstruction*' führt und als verteilungsgerecht angesehen werde kann. All diese Arbeiten bauen direkt auf den Ergebnissen der ersten Phase, insbesondere auf dem ASMASYS Bewertunsgrahmen, auf.

5. Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

CAU-Recht

Von der Columbia Law School und dem Sabin Center for Climate Change Law wurden mehrere Berichte über die rechtliche Durchführbarkeit bestimmter CDR-Methoden im Meer veröffentlicht. (Webb et al. 2024[3]) Damit reiht sich die Arbeit von ASMASYS in die wenigen Initiativen ein, die sich weltweit mit der rechtlichen Durchführbarkeit von CDR im Meer befassen.

CAU-Ethik

Während der Durchführung des Vorhabens sind uns keine Ergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant waren oder sind. Neu erscheinende relevante Literatur haben wir fortlaufend in die oben aufgeführten Arbeiten einbezogen.

6. Die erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF

Die zentralen Projektergebnisse wurden und werden der (Fach-)Öffentlichkeit überwiegend über Open Access-Publikationen zur Verfügung gestellt, auf die Förderung durch das BMBF wird deutlich sichtbar hingewiesen. Alle Publikationen sind über das Repositorium OceanRep recherchierbar. Die Projektergebnisse wurden zudem regelmäßig innerwissenschaftlich auf Fachkonferenzen mit Peer-Review präsentiert sowie in (Online-)Workshops mit Fachwissenschaftler:innen sowie Stakeholdern diskutiert. Insbesondere hingewiesen sei auf die Präsenz von ASMASYS bei der zweiten und dritten „Negative CO2 Emissions Conference" in Stockholm und Oxford, der weltweit führenden Konferenz zum Thema CDR.

Die Berichte des Rechtsteams wurden intern veröffentlicht. Die wichtigsten Schlussfolgerungen der juristischen Forschung wurden auch in Peer-Review-Papieren vorgestellt. CAU-Ethik hatte die führende Rolle bei den beiden konzeptionellen Fachaufsätzen, die in ASMASYS erarbeitet wurden (Nr. 1 und 8, s.u.). Beide fokussieren auf verschiedene Aspekte des im Rahmen des Projektes entwickelten

[3] R. M. Webb, K. Silverman-Roati, and M. B. Gerrard, "Removing Carbon Dioxide Through Artificial Upwelling and Downwelling: Legal Challenges and Opportunities" (2022) Sabin Center for Climate Change Law. ; R. M. Webb, "International Governance of Ocean-Based Dioxide Removal: Recent Developments and Future Directions" (2024) Sabin Center for Climate Change Law.

transdisziplinären Bewertungsrahmens für marine CDR Optionen. Dieser transdisziplinäre Bewertungsrahmen stellt ein zentrales Ergebnis des Gesamtprojekts dar, an dem bis zum Ende der Projektlaufzeit gearbeitet wurde. Beide Aufsätze sind während des Verfassens dieses Berichts in der fachkollegialen Begutachtung..

1. **Baatz, Christian; Tank, Lukas**; Bednarz, Lena; Böttcher, Miranda; Morganti, Teresa; **Voget-Kleschin, Lieske**; **Cabus, Tony; Doorn, Erik van**; Holzhüter, Wanda; Keller, David; Kreuzburg, Matthias; **Matz-Lück, Nele;** Mengis, Nadine; Merk, C.hristine; Oschlies, Andreas; Wehnert, Hendrijke; Yao, , Wanxuan; Rehder, Gregor (under review in Environmental Research Letters): A Holistic Assessment Framework for Marine Carbon Dioxide Removal Options.
2. **Cabus, Tony,** Navigating Uncertainty: Legal Considerations for Marine Carbon Dioxide Removal as a Climate Solution, in Climate Change Mitigation and Adaptation in Practice W. Leal (ed), To be published. Springer.
3. **Cabus, Tony; Herold, Nicole** (2023): Gaps in the Regulation of Marine Based CDR. Walther Schücking Institute for International Law. (2nd report)
4. **Cabus, Tony; Herold, Nicole; Matz-Lück, Nele** (2022): Legal Framework for Marine CDR Options: International, European and German Perspectives. Walther Schücking Institute for International Law. (1st. report)
5. Kreuzburg, Matthias; **Baatz, Christian**; Bednarz, Lena; Böttcher, Miranda; Merk, Christine; Morganti, Theresa et al. (2024): Unified Assessment framework for proposed methods of Marine CDR and interim knowledge Synthesis. ASMASYS. Rostock. Available online at DOI 10.3289/CDRmare.37.
6. Schulan, Alexander; **Tank, Lukas; Baatz, Christian** (2023): Distributive justice and the global emissions budget. In WIREs Clim Change 14 (5), Article e847. DOI: 10.1002/wcc.847.
7. **Tank, Lukas**; Neuber, Frederike; **Baatz, Christian** (2023): 9 Thesen zur Ethik von Climate Engineering. In José L. Lozán, Hartmut Graßl, Siegmar-Walter Breckle, Dieter Kasang, Markus Quante (Eds.): Warnsignal Klima - Hilft Technik gegen die Erderwärmung? Wissenschaftliche Fakten. Hamburg: Wissenschaftliche Auswertungen, pp. 280–285.
8. **Tank, Lukas; Voget-Kleschin, Lieske**; Garschagen, Matthias; Boettcher, Miranda; Mengis, Nadine; Rehder, Gregor; **Baatz, Christian** (under review in npj climate action): Distinguish between Feasibility and Desirability when Assessing Climate Response Options.
9. **Voget-Kleschin, Lieske; Baatz, Christian**; Heyward, Clare; van Vuuren, Detlef; Mengis, Nadine (2024): Reassessing the need for carbon dioxide removal: moral implications of alternative climate target pathways. In Glob. Sustain. 7. DOI: 10.1017/sus.2023.21.
10. Yao, Wanxuan; Morganti, Teresa; Wu, Jiajun; Borchers, Malgorzata; Anschütz, Anna-Adriana; Bednarz, Lena-Katharina, …, **Cabus, Tony**; …, **Tank, Lukas**, …, et al. (2024): Exploring site-specific carbon dioxide removal options with storage or sequestration in the marine environment - The 10 Mt CO2 yr-1 removal challenge for Germany. DOI: 10.22541/essoar.171650351.11778445/v1.