

# CO<sub>2</sub>-Entnahmen messen, berichten und verifizieren

## Was heißt eigentlich MRV?

Kaum ein Begriff wird in der aktuellen wissenschaftlichen und politisch-gesellschaftlichen Debatte um Methoden zur CO<sub>2</sub>-Entnahme (englisch: Carbon Dioxide Removal, CDR) so oft verwendet wie die Abkürzung „MRV“. Sie steht für „Measurement/Monitoring, Reporting and Verification“. Ins Deutsche übersetzt heißt das so viel wie „Messen/Beobachten, Bericht erstatten, Überprüfen und Bestätigen“.

Welche Prozesse und Maßnahmen im Themenkomplex CO<sub>2</sub>-Entnahme allerdings konkret gemessen, beobachtet, dokumentiert,

kontrolliert und verifiziert werden sollen, ist nicht genau definiert. Denn der MRV-Begriff wird in unterschiedlichen Kontexten und mit unterschiedlichen Zielen verwendet. Als Folge dessen ist häufig nicht klar, was Wissenschaftler:innen und andere Fachleute meinen, wenn sie robuste Vorgaben, Standards und Technologien für das Messen, die Berichterstattung und die Verifikation von CO<sub>2</sub>-Entnahmen fordern. In dieser Publikation unternehmen CDRterra-Forschende deshalb einen Klärungsversuch.

### KERNAUSSAGEN:

**1. Der MRV-Begriff wird in unterschiedlichen Kontexten und mit unterschiedlichen Zielen verwendet. Eine allgemeingültige Definition von „gutem MRV“ existiert nicht.**

*Wirksame MRV-Regularien können nur dann entwickelt werden, wenn allen Beteiligten klar ist, welche Ziele damit verfolgt und welche methodenspezifischen Parameter wie gemessen, berichtet und verifiziert werden sollen.*

**2. MRV-Vorgaben für den Einsatz von CO<sub>2</sub>-Entnahmemethoden sind dann robust, wenn bei der Entnahme jene Parameter gemessen, berichtet und verifiziert werden, die man zum Erreichen der beabsichtigten MRV-Ziele benötigt.**

*Jede CO<sub>2</sub>-Entnahmemethode ist anders. Deshalb werden klare Vorgaben und Leitlinien für jede einzelne Methode gebraucht sowie mehr Best-Practice-Beispiele, an denen sich Akteur:innen orientieren können.*

**3. Erst konkrete CO<sub>2</sub>-Entnahmeprojekte und Politikmaßnahmen werden zeigen, wie die dazu passenden MRV-Methoden aussehen müssen und ob sie funktionieren.**

*MRV-Konzepte müssen demzufolge kontinuierlich weiterentwickelt werden. Auch Fachleute werden in Zukunft ständig dazu lernen müssen.*

**4. MRV-Regelwerke zu entwickeln, umzusetzen und stetig zu verbessern, ist eine gemeinsame Aufgabe von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Behörden. Sie verlangt eine intensive Zusammenarbeit sowie kontinuierlichen Austausch und Wissenstransfer über Methodengrenzen hinweg.**

*Es gibt dabei keine CO<sub>2</sub>-Entnahmemethode, für die es besonders einfach ist, ein robustes MRV-Konzept zu entwickeln. Jede Methode hat ihre Tücken, für die pragmatische Lösungen gefunden werden müssen.*

### CDRterra – WEGE IN EINE TREIBHAUSGASNEUTRALE ZUKUNFT ERFORSCHEN

Im Forschungsprogramm CDRterra untersuchen über 100 Wissenschaftler:innen in zehn Verbundprojekten, wie und in welchem Umfang Methoden zur Kohlendioxidentnahme aus der Atmosphäre an Land 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 Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit anschließend jene CDR-Methoden auswählen, die von der Gesellschaft akzeptiert werden, politisch und technisch umsetzbar sind und von Fachleuten als ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll eingestuft wurden. Das Synthesvorhaben 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.

## 1. Der MRV-Begriff wird in unterschiedlichen Kontexten und mit unterschiedlichen Zielen verwendet. Eine allgemeingültige Definition von „gutem MRV“ existiert nicht.

Die meisten Menschen kennen die Forderung nach strikten MRV-Vorgaben bisher wahrscheinlich aus Medienartikeln über den Handel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten. Anlass der Berichterstattung war oft, dass Unternehmen CO<sub>2</sub>-Zertifikate für den Schutz von Wäldern (Emissionsvermeidung) gekauft hatten, Verkaufende aber gar nicht nachweisen konnten, ob tatsächlich zusätzliche Emissionen vermieden wurden. So bestand die Möglichkeit, durch Zertifikatsmissbrauch Greenwashing zu betreiben beziehungsweise zu betrügen.

Fordern Fachleute angesichts solcher Vorfälle strenge MRV-Vorgaben, geht es im Kern um die Frage, ob durch die berichteten Maßnahmen tatsächlich Kohlenstoffflüsse im entsprechenden Umfang verändert wurden. Ist es den Projekten mit CO<sub>2</sub>-Entnahmezertifikaten zum Beispiel tatsächlich gelungen, der Atmosphäre die angegebene Menge CO<sub>2</sub> zu entnehmen? Konnten sie das Treibhausgas anschließend vollständig weiterverarbeiten oder speichern? Und gibt es für all diese Schritte Belege? Die Diskussion fokussiert demzufolge auf Kohlenstoffbilanzen und deren naturwissenschaftliche Messmethoden.

### MRV FÜR KOHLENSTOFFMÄRKTE

Dazu muss man wissen, dass ein MRV-Regelwerk stets darauf abzielt, dass Zertifikate über die jeweils entnommene oder gespeicherte Menge Kohlenstoff ausgestellt werden können. Solche Zertifikate werden derzeit am freiwilligen Kohlenstoffmarkt gehandelt. Unter dem Pariser Abkommen können Staaten jedoch auch Zertifikate untereinander handeln, wodurch sich die Treibhausgasbilanz der beteiligten Nationen entsprechend verändert.

Verpflichtende Emissionshandelssysteme wie das europäische Emissionshandelssystem (englisch: EU Emissions Trading System, EU-ETS) funktionieren noch einmal anders. Hier wird eine begrenzte Zahl an Verschmutzungsrechten vergeben und nur deren Unterschreiten führt zu handelbaren Rechten. Dementsprechend sieht auch das MRV-Regelwerk für verpflichtende Kohlenstoffmärkte anders aus. Die Integration von CDR in das EU-ETS wird bereits diskutiert. Es ist jedoch unklar, was dann mit den Zertifikaten aus den freiwilligen Kohlenstoffmärkten geschieht.

### NATIONALE BILANZIERUNG

Manchmal wird auch auf die nationalen Treibhausgasinventare als eine Form des MRV verwiesen. Die Inventare dienen der Bilanzierung der gesamten Treibhausgasemissionen und -senken eines Landes sowie deren Berichterstattung an die Vereinten Nationen. Die Quantifizierung von Treibhausgasen gibt es vor allem für konventionelle CDR-Methoden, aber für viele neuartige CDR-Methoden fehlt sie noch.

Der bevorstehende Methodologiebericht des Weltklimarats IPCC (englisch: Intergovernmental Panel on Climate Change) über CDR, CCU (englisch: Carbon Capture and Utilization) und CCS (englisch: Carbon Capture and Storage) dürfte dazu beitragen, einige dieser Lücken zu schließen. Bei der gegenwärtigen Bilanz handelt es sich um eine Bemessung, welche die Emissionen und Senken aus verschiedenen Sektoren zusammenfasst. Daher ist sie nicht in allen Belangen deckungsgleich mit dem oben beschriebenen MRV-Regelwerk in freiwilligen Kohlenstoffmärkten, in dem projektbezogen gemessen und berichtet wird. Mit dem kürzlich verabschiedeten Standard für CO<sub>2</sub>-Entnahme im Artikel 6.4 des Pariser Klimaabkommens wird sich zeigen, ob und wie MRV-Regelwerke auf Projekt- und nationaler Ebene mit unterschiedlichen Anforderungen miteinander verbunden werden können.

### MRV BEI DER POLITISCHEN BEWERTUNG VON CO<sub>2</sub>-ENTNAHMEVERFAHREN

Viel weiter fassen Fachleute das MRV-Konzept, wenn es in der klimapolitischen Debatte darum geht, CO<sub>2</sub>-Entnahmemethoden zu bewerten. Die Forderung nach einer wissenschaftlichen Beobachtung, Berichterstattung und Kontrolle eines möglichen Einsatzes umfasst nämlich auch Aspekte wie Umweltauswirkungen, potenzielle Synergieeffekte, Lastenverteilung und Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz. Entsprechende Technologien und Standards für MRV müssen zukünftig daher idealerweise ein viel breiteres Spektrum an Themen und Methoden abdecken, als wenn es nur um den naturwissenschaftlichen Nachweis von Kohlenstoffflüssen geht.

### MRV ZUR BEMESSUNG DER ERGEBNISSE POLITISCHER MAßNAHMEN

Zu alledem werden MRV-Regelwerke auch als Maß des quantitativen Erfolges politischer Instrumente zum Ausbau der CO<sub>2</sub>-Entnahme gefordert. Dazu zählen zum Beispiel Gesetze, Förderprogramme, Subventionen und Regularien. In diesem Kontext können nochmals andere MRV-Ziele, -Parameter und -Methoden gemeint sein – schließlich gilt es, auch alle von der politischen Maßnahme betroffenen wirtschaftlichen Aktivitäten zu bemessen. Die Diskussion darüber findet auch teilweise losgelöst von den zuvor skizzierten MRV-Debatten statt, obwohl manchmal auf MRV-Elemente aus Kohlenstoffmärkten zurückgegriffen wird.

Diese vier Beispiele verdeutlichen, auf wie vielen Ebenen MRV-Regelwerke benutzt werden und wie hoch die Wahrscheinlichkeit von Missverständnissen in Debatten ist. Sollen wirksame MRV-Mechanismen für gezielte CO<sub>2</sub>-Entnahmen entwickelt werden, ist Folgendes vorausgesetzt: Allen Beteiligten muss klar sein, welches MRV-Konzept zum Einsatz kommt und welche Parameter wie und mit welchem Ziel gemessen, berichtet und verifiziert werden sollen. Abhängig von der diskutierten Methode können dies sehr unterschiedliche Größen und Messmethoden sein.

## **2. MRV-Vorgaben für den Einsatz von CO<sub>2</sub>-Entnahmefethoden sind dann robust, wenn bei der Entnahme jene Parameter gemessen, berichtet und verifiziert werden, die man zum Erreichen der beabsichtigten MRV-Ziele benötigt.**

CO<sub>2</sub>-Entnahmefethoden unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht. Aus diesem Grund wird es kein einheitliches MRV-Regelwerk für alle Methoden geben können. Stattdessen werden methodenspezifische Lösungen gebraucht. Diese sollten zum einen genau jene Parameter erfassen, die benötigt werden, um die beabsichtigten Ziele zu erreichen und Umweltrisiken zu begrenzen. Zum anderen müssen Missbrauch und Betrug von vornherein verhindert werden. Welche Überlegungen dazu angestellt werden müssen, zeigt das Beispiel einer gezielten CO<sub>2</sub>-Entnahme durch (Wieder-)Aufforstung eines Waldes.

Planen Initiator:innen eine solche (Wieder-)Aufforstung, verpflichtet das MRV-Regelwerk sie zunächst dazu, nachzuweisen, dass die Fläche ungenutzt brach lag. So soll vermieden werden, dass die Aufforstung nicht irgendwo anders eine Entwaldung (zum Beispiel für neues Ackerland) nach sich zieht. Aus Klimaschutzsicht kontraproduktiv wäre es zudem, wenn Akteur:innen Moore entwässern (Emissionssteigerung), um auf den trockengelegten Flächen neuen Wald anzupflanzen, für den sie sich dann CO<sub>2</sub>-Entnahmezertifikate anrechnen lassen und diese handeln wollen.

Ein neu gepflanzter Wald entnimmt der Atmosphäre CO<sub>2</sub>, indem die Bäume durch Photosynthese einen Teil des enthaltenen Kohlenstoffs oberirdisch in Stamm, Ästen und Blättern einlagern oder auch unterirdisch in ihrem Wurzelwerk speichern. Das Wachstum der Bäume muss genau verfolgt und in geeigneter Form gemessen werden. Wird die Anpflanzung nach 20 Jahren von einem Waldbrand vernichtet, entweicht ein Großteil des Kohlenstoffs wieder in die Atmosphäre. Somit müssen auch Verbleib und mögliche Freisetzung des Kohlenstoffs jederzeit kontrollierbar sein.

Angesichts solcher und vieler weiterer Risiken braucht es Mess-, Berichts- und Kontrollmethoden, die genau vorgeben, was erlaubt ist und was nicht. Sie müssen die Menge des zusätzlich entnommenen CO<sub>2</sub> so präzise wie möglich erfassen und die Speicherdauer sowie die sozialen und ökologischen Rahmenbedingungen eines Entnahmefprojekts überwachen. Außerdem ist es wichtig, dass sie die Voraussetzungen dafür schaffen, dass zeitlich begrenzte Speicherungen – etwa über die Lebenszeit eines Waldes hinweg – bei der Vergabe von Zertifikaten berücksichtigt werden können.

Bei der Politikgestaltung sollten mögliche Risiken auch einkalkuliert werden. Insbesondere bei biologischen CO<sub>2</sub>-Entnahmefverfahren empfiehlt es sich, stets einen Sicherheitspuffer miteinzuplanen. Das heißt, Akteur:innen können nur für einen bestimmten Teil der tatsächlich entnommenen CO<sub>2</sub>-Menge Zertifikate bekommen. Auf diese Weise können Emissionen kompensiert werden, die durch Extrem-

ereignisse wie Feuer und durch natürliche Zerfall- und Zersetzungsprozesse entstehen.

Entsprechende MRV-Regelwerke müssen Wissenschaftler:innen und Fachleute aus der Praxis in enger Zusammenarbeit entwickeln und dabei methodenspezifische Hindernisse und Risiken mit im Blick haben. So stellen sich oft die Fragen, welche Mess- und Berichtsmethoden überhaupt zur Verfügung stehen und ob sie sich am Ende auch kostendeckend einsetzen lassen. Bei der Herstellung von Pflanzenkohle gibt es zum Beispiel etablierte und vergleichsweise einfache Verfahren für die Kohlenstoffmessung. Der Nachweis einer gesteigerten Kohlenstoffbindung im Ackerboden hingegen ist langwierig, aufwendig und kostenintensiv. Landwirt:innen brauchen deshalb andere Regelungen und Anreizsysteme, um sich stärker an einer gezielten CO<sub>2</sub>-Entnahme durch eine nachhaltigere Bodenbehandlung zu beteiligen.

## **3. Erst konkrete CO<sub>2</sub>-Entnahmefprojekte und Politikmaßnahmen werden zeigen, wie die dazu passenden MRV-Methoden aussehen müssen und ob sie funktionieren.**

Welche Mess-, Berichts- und Kontrollmethoden für CO<sub>2</sub>-Entnahmen und die dazugehörige Politik am Ende wirklich funktionieren, wird sich erst herausstellen, wenn sie tatsächlich eingesetzt und angewendet werden. Fachleute aus Wissenschaft und Praxis müssen diese Pilotprojekte deshalb engmaschig begleiten. Es gilt, alle eingesetzten MRV-Methoden und -Technologien auf ihre Eignung hin zu überprüfen und aus möglichen Fehlschlägen zu lernen. Schon heute ist absehbar, dass MRV-Regelwerke für einzelne Projekte anwendungsorientiert konzipiert und im Anschluss regelmäßig evaluiert und fortgeschrieben werden müssen. Oberstes Gebot muss dabei sein, das doppelte Abrechnen von CO<sub>2</sub>-Entnahmen zu verhindern. Inwiefern dies gelingt, wird allerdings auch erst die Praxis zeigen.

Ungeklärt ist für viele CO<sub>2</sub>-Entnahmefmethoden außerdem, in welchem Umfang MRV-Regelwerke auch mögliche Nebeneffekte erfassen sollten, die im Zuge eines Einsatzes der Methode entstehen. Einige Fachleute gehen davon aus, dass auch für Umweltschäden und Zusatznutzen ein dezidiertes Monitoring vorgeschrieben sein sollte. Es könnte den Betreibenden helfen, sich gegen Schäden zu versichern und möglichen Zusatznutzen zu monetarisieren. Bei einigen CO<sub>2</sub>-Entnahmefmethoden fallen mögliche Schäden aber schon unter existierende Regulierungen und sind somit bereits abgesichert (zum Beispiel durch die Produkthaftung bei Transport und Speicherung von CO<sub>2</sub> sowie bei der Herstellung von Pflanzenkohle). Schlussendlich wird also erst der Praxistest zeigen, welche Probleme auftreten und welche Lösungen gefunden werden müssen.

#### **4. MRV-Regelwerke zu entwickeln, umzusetzen und stetig zu verbessern, ist eine gemeinsame Aufgabe von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Behörden. Sie verlangt eine intensive Zusammenarbeit sowie kontinuierlichen Austausch und Wissenstransfer über Methodengrenzen hinweg.**

Bei der Entwicklung von MRV-Regelwerken für CO<sub>2</sub>-Entnahmemethoden können sich Fachleute an bereits existierenden Standards orientieren. Solche gibt es zum Beispiel für Projekte im freiwilligen Kohlenstoffmarkt, deren Zertifikate für eine Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> (CCS) ausgegeben wurden oder eben für die Herstellung von Pflanzenkohle. Diese Standards sind oft das Ergebnis jahrelanger Zusammenarbeit von Expert:innen aus Wissenschaft und Wirtschaft. Sie haben die wissenschaftlichen Erkenntnisse in praxistaugliche Regelwerke übersetzt, Mess-, Berichts- und Kontrollmethoden entwickelt und auf ihre Robustheit hin getestet. CDRterra-Expert:innen waren unter anderem an der Entwicklung der „CCS+ Initiative“ beteiligt, einem internationalen Zusammenschluss verschiedener Fachleute aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, der darauf abzielt, verlässliche MRV-Regelwerke zu erarbeiten. Zudem haben sie an der „Global C-Sink Registry“ mitgewirkt – einer Plattform zur transparenten Listung von zum Handel verifizierter Kohlenstoffsinken.

Auch bei den bereits etablierten Regelwerken für den freiwilligen Kohlenstoffmarkt und in geringerem Umfang bei einigen verpflichtenden Märkten zeigt sich, dass es einer regelmäßigen Kontrolle und Anpassung bedarf. Laut dem aktuellen „State of CDR“-Bericht gab es Ende 2023 über 102 MRV-Regelwerke, die 16 CDR-Methoden abdeckten. Einige dieser festgelegten Vorgehensweisen wurden bereits mehrfach aktualisiert, da die wissenschaftliche Grundlage für MRV wächst. Gleichzeitig hat die große Anzahl an MRV-Protokollen die Übersicht und den Vergleich erschwert. Forschende arbeiten derzeit daran, die verschiedenen Anforderungen der Regelwerke zu erfassen und ihre Qualität anhand einer Reihe von Kriterien zu bewerten. Einige Staaten und supranationale Organisationen entwickeln außerdem Qualitätskriterien für die CDR-Zertifizierung, wie der Zertifizierungsrahmen der EU (englisch: Carbon Removals and Carbon Farming Certification – CRFC – Regulation) zeigt.

Teilweise sind bei der Entwicklung von MRV-Regelwerken auch Produkt- und Industrienormen zu berücksichtigen. Im MRV-Regelwerk für Pflanzenkohle beispielsweise wurde bei der Auswahl der Messverfahren darauf geachtet, dass an Schlüsselstellen wie der Bestimmung des Kohlenstoffgehalts in der Pflanzenkohle genormte Standardverfahren (DIN-ISO-Norm) eingesetzt werden und transparent kommuniziert wird, welche Aussagen die Messwerte zulassen. MRV-Regularien machen zudem auch Vorgaben darüber, durch wen Messungen vorgenommen werden dürfen sowie welche unabhängigen Organisationen die Messergebnisse verifizieren dürfen. So sollen Betrug und Missbrauch verhindert werden.

Einige MRV-Standards nutzen elektronische Hilfsmittel wie Apps und andere festgelegte Dokumentationsverfahren, um alle Stationen der Produktionskette sowie bei Herstellung und Transport entstehende Emissionen zu erfassen. Außerdem gibt es klare Vorgaben, für welchen Anteil der gemessenen Kohlenstoffbindung CO<sub>2</sub>-Zertifikate ausgegeben werden.

Kohlenstoffmärkte erfordern zudem Register, welche für die jeweilige Anwendung geeignet sind – zum Beispiel zur Kompensation von Emissionen. Im Fall des EU-Emissionshandelssystems ist dieses schon eindeutig definiert. Hier müssten jedoch die Regeln angepasst werden, wenn Gutschriften aus CO<sub>2</sub>-Entnahmen mit aufgenommen werden sollen. Im Fall der freiwilligen Kohlenstoffmärkte werden die Register von den (privaten) Standardgebern zur Verfügung gestellt. Im Fall der internationalen Kohlenstoffmärkte unter dem Pariser Abkommen sind sie durch die Staaten einzurichten.

Bisherige Erfahrungen zeigen: Das Entwickeln robuster und umsetzbarer MRV-Methodologien erfordert eine Zusammenarbeit von Fachleuten und Praktizierenden. Im Fall von staatlichen Regelwerken spielen zudem Politik und Behörden eine Rolle. Die Entwicklung und Umsetzung robuster und anwendungsfreundlicher MRV-Regelwerke für die gezielte CO<sub>2</sub>-Entnahme erfordert Zeit und gut strukturierte Arbeitsgruppen. Welche Expertise und Praxiserfahrung erforderlich ist, unterscheidet sich von Methode zu Methode. Grundsätzlich aber müssen sich alle Beteiligten bewusst sein, dass der Ausbau entsprechender Systeme Zeit und viel Austausch über Methodengrenzen hinweg erfordern wird, um das Risiko von Missbrauch zu reduzieren.

**Impressum** Prof. Dr. Julia Pongratz, [julia.pongratz@lmu.de](mailto:julia.pongratz@lmu.de)  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Geschwister-Scholl-Platz 1, 80539 München

Verfasst unter Mitwirkung von folgenden Wissenschaftler:innen aus den CDRterra-Projekten ABCDR, BioNET, CDRSynTra, CDR-PoEt und PyMiCCS:

Inga K. Götz, [inga.katharina.goetz@dbfz.de](mailto:inga.katharina.goetz@dbfz.de)  
Nikolas Hagemann, [hagemann@ithaka-institut.org](mailto:hagemann@ithaka-institut.org)  
Matthias Honegger, [honegger@perspectives.cc](mailto:honegger@perspectives.cc)

Claudia Kammann, [Claudia.Kammann@hs-gm.de](mailto:Claudia.Kammann@hs-gm.de)  
Marcos Jiménez Martínez, [mjimene1@uni-bonn.de](mailto:mjimene1@uni-bonn.de)  
Andreas Oschlies, [aoschlies@geomar.de](mailto:aoschlies@geomar.de)  
Ingrid Schulte, [schulte@mcc-berlin.net](mailto:schulte@mcc-berlin.net)

**Redaktion:** Karin Adolph, Lukas Fehr  
**Texte:** Sina Löschke, schneehohl.net  
**Design und Grafiken:** Björn Maier, Christine Meyer // 10 2024

CC BY 4.0 / Cite as: Götz, I., Hagemann, N., Honegger, M., Kammann, C., Jiménez, M., Oschlies, A., & Schulte, I. (2024). CDRterra Policy Brief „Was heißt eigentlich MRV? CO<sub>2</sub>-Entnahmen messen, berichten und verifizieren“. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14007804>