

MANIPULATION DES CO₂-KREISLAUFS – EIN MITTEL GEGEN DEN KLIMAWANDEL?

Die Menge an CO₂, die durch menschliche Aktivitäten jedes Jahr in die Atmosphäre freigesetzt wird, eilt von Rekord zu Rekord – trotz teils dramatischer Appelle aus Kreisen der Wissenschaft, dass dieser Trend so rasch wie möglich durchbrochen werden müsse. Notwendig sei dies, um die Erderwärmung auf 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen und damit einen katastrophalen Klimawandel noch rechtzeitig verhindern zu können. Bislang ist es der internationalen Klimapolitik nicht gelungen, einen für alle Staaten verbindlichen »Weltklimavertrag« zu verabschieden. Bei der letzten Klimakonferenz in Durban (Südafrika) wurde lediglich vereinbart, dass ein weltweites Klimaschutzabkommen bis 2015 ausgearbeitet und ab 2020 umgesetzt werden soll. Ohne ein solches Abkommen, das für alle Staaten verbindliche Reduktionsziele beinhaltet, dürften die CO₂-Emissionen jedoch auch in Zukunft weiter ansteigen. Ob der geringen Fortschritte in der internationalen Klimapolitik zunehmend besorgt, werden in der Wissenschaft verstärkt Konzepte und Technologien diskutiert, die geeignet sein könnten, CO₂ in großen Mengen aus der Atmosphäre zu entfernen.

Verschiedene technologische Verfahren und bestimmte Praktiken der Landnutzung erlauben es, CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen und dieses in anderen Kohlenstoffreservoirs des Erdsystems zu binden. Diese Maßnahmen, die im Gegensatz zur Emissionsvermeidung erst ansetzen, nachdem das Treibhausgas in die Atmosphäre emittiert wurde, könnten prinzipiell dazu beitragen, die CO₂-Belastung der Atmosphäre zu reduzieren. Allerdings wären dazu sehr tiefgreifende Eingriffe in den natürlichen globalen CO₂-Kreislauf notwendig, da – um überhaupt eine klimarelevante Wirkung entfalten zu können – enorme Mengen an CO₂ aus der Atmosphäre entfernt werden müssten. Die Technologien werden teilweise auch unter dem Oberbegriff »Geoengineering« bzw. »Climate Engineering« subsumiert und als »carbon dioxide removal« (CDR) bezeichnet.

In dem TA-Projekt »Technische Optionen zum Management des CO₂-Kreislaufs« hat das TAB den aktuellen Stand der Entwicklung und der Diskussion um Konzepte und Technologien zum Management des CO₂-Kreislaufs erhoben und dokumentiert. In diesem Beitrag werden die wichtigsten Ergebnisse des Projekts vorgestellt. Diese dienen auch als Grundlage für das laufende TA-Projekt »Geoengineering«, das

über eine rein naturwissenschaftlich-technische Betrachtung dieser Konzepte und Technologien hinausgeht und sich auch mit ethischen Fragestellungen, rechtlichen Rahmenbedingungen, Regulierungserfordernissen und politischen Handlungsoptionen befassen wird.

TECHNISCHE VERFAHREN ZUR REDUKTION DES CO₂-GEHALTS DER ATMOSPHERE

Es werden technische Verfahren diskutiert, mittels derer CO₂ aus der Atmosphäre entfernt und in andere Kohlenstoffreservoirs des Erdsystems überführt werden soll. Obwohl die Vorschläge teilweise durch ihre technische Einfachheit attraktiv erscheinen, zeigt die im Rahmen dieses TA-Projekts erfolgte Untersuchung des Themenfelds, dass gegenwärtig und auch in naher Zukunft keines der Verfahren dafür geeignet ist, CO₂ in einer klimarelevanten Menge aus der Atmosphäre zu entfernen. Vielmehr wird deutlich, dass einige der Vorschläge mit teils gravierenden Nebenwirkungen für die Umwelt verbunden sein könnten, über deren Ausmaß allerdings noch große Unklarheit herrscht. Im Folgenden werden die Vorschläge und damit ver-

bundene Probleme zusammenfassend beschrieben.

OZEANDÜNGUNG

Ziel der sogenannten Ozeandüngung ist es, bestimmte Meeresregionen mit spezifischen Nährstoffen zu versorgen, um damit das Wachstum von Algen zu fördern. Auf diese Weise soll das im Oberflächenwasser gelöste CO₂ in Algenbiomasse umgewandelt werden und nach dem Absterben der Algen bzw. ihrer Fressfeinde in tiefe Meeresschichten absinken. Durch diesen CO₂-Transport in die Tiefsee wird das Oberflächenwasser in die Lage versetzt, kontinuierlich CO₂ aus der Atmosphäre aufzunehmen.

Die Idee der Ozeandüngung ist bereits über 20 Jahre alt. Zunächst wurde ihr – insbesondere bei der Verwendung von Eisen als Düngemittel – ein sehr hohes Potenzial zur Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre eingeräumt, da theoretisch bereits eine Tonne Eisen ausreichen würde, um über 80.000 t CO₂ in Algenbiomasse zu fixieren. Die Ergebnisse einer Reihe von kleinskaligen Feldexperimenten waren jedoch sehr ernüchternd, da bestenfalls ein weit unter den Erwartungen liegender CO₂-Transport in die Tiefsee gemessen werden konnte. Heute sind sich die Forscher darüber einig, dass das Verfahren auch unter sehr optimistischen Annahmen nur einen sehr geringen Teil der anthropogenen CO₂-Emissionen aus der Atmosphäre entfernen könnte.

Die häufig unerwarteten Ergebnisse der Experimente haben deutlich vor Augen geführt, wie gering das Verständnis der komplexen Vorgänge in marinen Ökosystemen noch ist. Dies ist insbesondere auch vor dem Hintergrund relevant, dass eine großflächige Düngung des Ozeans einen sehr deutlichen und nachhaltigen Eingriff in das sensible Gefüge der marinen Ökosysteme darstellen würde, sodass weitrei-

chende Folgen für die Meeresumwelt nicht auszuschließen sind. Beispielsweise würden – falls die Biomasse tatsächlich absinkt – nicht nur CO₂, sondern auch andere Nährstoffe in tiefere Meeresschichten transportiert, die dann anderen Meereslebewesen nicht mehr zur Verfügung stünden. In der Tiefsee, wo Bakterien die Biomasse zersetzen, könnte es zu einem Sauerstoffmangel kommen, der diese Meeresgebiete für andere Meereslebewesen unbewohnbar machen könnte. Diese und ähnlich gravierende Folgen der Ozeandüngung sind bisher nur unzureichend erforscht worden.

BIOTECHNOLOGISCHE MIKROALGENPRODUKTION

Algen lassen sich nicht nur im Meer, sondern in geeigneten Produktionsanlagen auch an Land züchten. So beruht der Vorschlag der biotechnologischen Mikroalgenproduktion auf der Idee, sich die im Vergleich zu Landpflanzen wesentlich effizientere Umwandlung von Sonnenenergie in chemische Energie, die viele Mikroalgen auszeichnet, zunutze zu machen. Die Mikroalgenproduktion im großen Maßstab könnte sich als potenziell effiziente Strategie zur CO₂-Fixierung in Biomasse erweisen, ohne dabei bereits bestehende Flächennutzungskonkurrenzen zu verschärfen.

Um die hohe Effizienz der Energieumwandlung von Mikroalgen nutzbar zu machen, sind allerdings optimale Wachstumsbedingungen nötig, wie sie nur in sogenannten Photobioreaktoren, d. h. in geschlossenen Kultivierungsanlagen bestehend aus transparenten Röhren- oder Plattensystemen, aufrechterhalten werden können (Abb. 1). Beim gegenwärtigen Stand der Technik sind so Flächenerträge möglich, die um einen Faktor 2 bis 10 höher ausfallen als bei Landpflanzen. Allerdings ist die Produktion der Biomasse noch sehr teuer und energieintensiv –

heutige Produktionsanlagen benötigen mehr Energie für die Kultivierung und Produktgewinnung, als aus der Mikroalgenbiomasse gewonnen werden kann. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Aus Perspektive des Klimaschutzes ist die weitere Verwertung der Mikroalgenbiomasse von Bedeutung. Mikroalgen enthalten eine ganze Reihe an hochwertigen Inhaltsstoffen, wodurch sie schon heute, wenn auch in einem sehr geringen Umfang, als Grundstoff in der Nahrungs-, Futter- oder Pharmaindustrie Verwendung finden. Allerdings kann die stoffliche Nutzung der Mikroalgen kaum zur CO₂-Fixierung beitragen, da die Produkte i. d. R. eine nur kurze Lebensdauer haben, sodass das gebundene CO₂ zeitnah wieder freigesetzt wird. Hingegen könnte die energetische Verwertung der Mikroalgenbiomasse attraktiv sein. Zwar würde auch dadurch das in der Biomasse fixierte CO₂ wieder freigesetzt, allerdings könnten so fossile Energieträger klimaneutral substituiert werden. Die Technologie, die eine großtechnische, preiswerte und insbesondere CO₂-neutrale Produktion von Bioener-

gie aus Mikroalgen ermöglichen würde, steht bislang allerdings noch nicht zur Verfügung und wird frühestens für 2020 erwartet.

BIOKOHLE AUS BIOMASSE

Im Zuge des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs wird der überwiegende Teil des in der Biomasse gebundenen Kohlenstoffs durch biologische und/oder chemische Zersetzungsprozesse in CO₂ umgewandelt und wieder in die Atmosphäre freigesetzt. Hier setzt die Idee an, die Biomasse in eine stabilere Form umzuwandeln, um den darin gespeicherten Kohlenstoff aus dem natürlichen Kreislauf und damit dauerhaft aus der Atmosphäre zu entfernen. Ein vergleichsweise einfaches Verfahren zur Umwandlung von Biomasse in eine stabilere Form ist die thermische Umwandlung in sogenannte Biokohle.

Das Thema Biokohle stößt seit einigen Jahren auf große Aufmerksamkeit, da vermutet wird, dass in Böden eingebrachte Biokohle eine positive Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit entfalten könnte. Die Bodenapplikation

ABB. 1 BEISPIEL FÜR EINE GESCHLOSSENE KULTIVIERUNGSANLAGE FÜR MIKROALGEN



Quelle: Roquette Klötze GmbH & Co. KG

der Biokohle würde auch das Problem lösen, was mit der enormen Menge an Biokohle geschehen soll, die produziert werden müsste, um CO₂ in einer klimasignifikanten Menge zu binden.

Allerdings sind die Wirkungsmechanismen der Biokohle im Boden wissenschaftlich noch nicht verstanden. Die Auswertung der bisher vorhandenen wissenschaftlichen Literatur zeigt überdies, dass eine positive Wirkung auf die Fruchtbarkeit von meist ohnehin nur mäßig fruchtbaren tropischen Böden nachgewiesen wurde, nicht jedoch auf die anderer Bodentypen. Auch hängt die Wirkung in hohem Maße vom genauen Herstellungsverfahren der Biokohle ab. Ungeklärt sind zudem Fragen im Zusammenhang mit einer möglichen Umweltbelastung der Böden durch Schadstoffe, die entweder in der Ausgangsbiomasse bereits enthalten waren oder während des Herstellungsprozesses entstanden sind. Schließlich ist es fraglich, ob angesichts der bereits bestehenden starken Nutzungskonkurrenzen zwischen der Nahrungsmittelproduktion, der stofflichen sowie zunehmend auch energetischen Verwertung überhaupt genügend Biomasse für die Biokohleherstellung zur Verfügung stehen würde.

KÜNSTLICHE BESCHLEUNIGUNG NATÜRLICHER VERWITTERUNGSPROZESSE

Zusätzlich zu den bisher diskutierten biologischen Verfahren kann CO₂ auch mithilfe chemischer Verfahren aus der Atmosphäre entfernt werden. In diesem Zusammenhang gibt es Vorschläge, sich natürlich stattfindende Verwitterungsprozesse zunutze zu machen, bei welchen CO₂ aus der Atmosphäre mit bestimmten Mineralien reagiert und in den Verwitterungsprodukten gebunden wird. Da diese Prozesse nur an der Gesteinsoberfläche stattfinden, verlaufen sie in der Natur nur sehr langsam. Um sie in einfacher Art und Weise

künstlich zu beschleunigen, wird vorgeschlagen, die Mineralien zu einem feinen Pulver zu zermahlen und großflächig zu verteilen.

Die Sichtung der wissenschaftlichen Literatur zeigt allerdings schnell, dass die bisher vorgebrachten Vorschläge noch sehr unausgereift und v. a. technisch kaum realisierbar sind. Das größte Problem besteht darin, dass aus chemischen Gründen die benötigte Menge an verwitterungsfähigem Gestein in derselben Größenordnung liegt wie die Menge an CO₂, die aus der Atmosphäre entfernt werden soll. Für einen klimarelevanten Beitrag müssten somit Milliarden von Tonnen Gestein bergbaulich gewonnen, gemahlen und großflächig ausgebracht werden. Auch sind mögliche Umweltauswirkungen des Verfahrens auf Ökosysteme bisher weitgehend ungeklärt. Da die basische Wirkung der Mineralien den pH-Wert im Boden und/oder in Gewässern deutlich erhöhen könnte, lassen sich weitreichende Folgen für die betroffene Tier- und Pflanzenwelt nicht ausschließen.

ABSCHEIDUNG VON CO₂ AUS DER LUFT

Eine attraktive Option bietet die direkte Abscheidung von CO₂ aus der Luft mit einer Verfahrenstechnik, die vergleichbar ist mit jener der CO₂-Abscheidung aus Rauchgasen von Kraftwerks- oder Industrieanlagen (CCS-Technik). Der Vorteil der CO₂-Abscheidung aus der Luft wäre, dass dies an jedem Ort und unabhängig von stationären großen CO₂-Quellen durchgeführt werden könnte. Prinzipiell ließen sich damit auch frühere CO₂-Emissionen wieder rückgängig machen. Abbildung 2 zeigt, wie Anlagen zur CO₂-Abscheidung aus der Luft aussehen könnten (Computerdarstellung).

Dieses Verfahren hat allerdings einen entscheidenden Nachteil. Da die CO₂-Konzentration in der Luft mit 0,04 % sehr gering ist – in Rauchgasen beträgt sie über 10 % –, muss eine enorme Menge Luft durch geeignete Abscheidungsanlagen transportiert werden, um CO₂ in einer nennenswerten Grö-

ABB. 2

KONZEPTDESIGN VON ANLAGEN ZUR CO₂-ABSCHEIDUNG AUS DER LUFT

Quelle: <http://inhabitat.com/files/artificialtrees3.jpg>

ßenordnung aus der Atmosphäre entfernen zu können. Dadurch erhöht sich nicht nur der technische, sondern insbesondere auch der energetische Aufwand. Aktuelle Anlagenkonzepte würden – falls mit fossilen Energiequellen betrieben – u. U. sogar mehr CO₂ produzieren, als damit abgeschieden werden könnte. Die Nutzung von CO₂-armen Energiequellen erscheint wenig sinnvoll, da diese auch an anderer Stelle und möglicherweise mit geringerem Aufwand zur Emissionsvermeidung beitragen könnten (z. B. Substitution von Kohlestrom durch Strom aus regenerativen Energieträgern).

Eine Technologie, die mit einem deutlich niedrigeren Energieeinsatz funktioniert, befindet sich derzeit in einer sehr frühen Erforschungsphase. Damit dieses Verfahren einen klimawirksamen Beitrag leisten könnte, müssten allerdings enorme Mengen an CO₂ aus der Atmosphäre abgeschieden und dauerhaft »entsorgt« werden. Wie dies geschehen könnte, ist derzeit noch eine offene Frage. Im Falle einer Verpressung in poröse Gesteinsschichten müssten nicht nur genügend geeignete geologische Formationen verfügbar und deren Sicherheit gewährleistet, sondern auch die lokale Akzeptanz v. a. in dicht besiedelten Regionen vorhanden sein.

STOFFLICHE NUTZUNG VON CO₂

CO₂, das bei der Abscheidung aus der Luft bzw. aus Rauchgasen anfällt, kann auch als eine wertvolle Ressource genutzt werden. Tatsächlich interessieren sich Forschung und Industrie seit längerem und in zunehmendem Maße für das Molekül CO₂, um auf dessen Basis höherwertige Produkte herzustellen. Die Synthese einer Reihe wichtiger organischer Grund- und Feinchemikalien beruht bereits auf CO₂ bzw. lässt sich alternativ zur herkömmlichen Synthese auch auf CO₂-Basis bewerkstelligen. Auch als Baustein zur Polymerherstellung ist CO₂ prinzipiell ge-

eignet. Eine weitere Möglichkeit der chemischen Nutzung ist die Herstellung von Kraftstoffen bzw. Energieträgern aus CO₂.

Vor diesem Hintergrund stellt sich natürlich die Frage, ob Strategien, die darauf abzielen, aus Luft oder Rauchgasen abgeschiedenes CO₂ in stoffliche Produkte zu fixieren, perspektivisch eine klimarelevante Bedeutung erlangen könnten. Wie eine eingehende Analyse des Themenfelds jedoch zeigt, sprechen aus heutiger Sicht drei Gründe gegen einen signifikanten positiven Klimaschutzbeitrag der stofflichen CO₂-Nutzung. Erstens benötigen chemische Reaktionen zur Umsetzung von CO₂ in neue Produkte einen sehr hohen Energieeinsatz, sodass eine positive CO₂-Gesamtbilanz bestenfalls unter Verwendung CO₂-armer Energieträger möglich ist. Zweitens fixieren viele chemische Produkte den gebundenen Kohlenstoff nur kurzfristig, da deren Lebensdauer meist sehr gering ist. Und drittens könnten selbst langlebige Produkte nur eine im Vergleich zu den globalen Emissionen vernachlässigbare Menge an CO₂ fixieren, da die Produktionsvolumen viel zu gering wären. Würde beispielsweise die weltweite Polymerproduktion auf Basis von CO₂ hergestellt, könnten lediglich 0,1 % der anthropogenen CO₂-Emissionen fixiert werden.

MÖGLICHKEITEN DES TREIBHAUSGASMANAGEMENTS IM BEREICH DER LANDNUTZUNG

Die Land- und Forstwirtschaft kennt zahlreiche Handlungsansätze, wie einerseits die Fähigkeit der Biosphäre zur CO₂-Bindung gestärkt, andererseits die Freisetzung von CO₂ aus der Biosphäre vermindert werden könnte. Aber nicht nur CO₂, sondern auch die wichtigen Treibhausgase (THG) Methan und Lachgas spielen im Landnut-

zungsbereich eine wichtige Rolle und wurden deshalb in die Untersuchung einbezogen.

Mögliche Handlungsansätze in der Land- und Forstwirtschaft zielen auf den Erhalt bzw. die Erhöhung des Kohlenstoffvorrats im jeweiligen Ökosystem sowie auf die Minimierung von THG-Emissionen in der Tierhaltung und im Pflanzenbau. Aus Klimaschutzperspektive sind grundsätzlich Landnutzungsänderungen zu vermeiden, die zu einem raschen Abbau der teilweise sehr hohen Kohlenstoffvorräte führen, die ungestörte Ökosysteme über sehr lange Zeiträume in der Vegetation und/oder im Boden aufgebaut haben (beispielsweise Trockenlegung von Mooren oder Waldrodung). Mit der Wiederherstellung des ursprünglichen Ökosystemzustands kann versucht werden, die Kohlenstoffvorräte der Biosphäre wieder aufzubauen.

Bei der Diskussion möglicher Handlungsansätze zur THG-Reduktion ist zu beachten, dass die Landwirtschaft vor einer ganzen Reihe großer Herausforderungen steht, wozu u. a. die Ernährungssicherung für die stetig wachsende Erdbevölkerung gehört. Deshalb sollten Maßnahmen gleichzeitig eine klimaschützende und produktionssteigernde Wirkung entfalten. Im Pflanzenbau ist dies u. U. möglich, da höhere Biomasseerträge auch mehr Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden. Auf Hohertragsstandorten, wo Produktionssteigerungen u. a. durch den Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger erreicht werden, ist ein angepasstes Düngemanagement die Voraussetzung dafür, dass mit einer unsachgemäßen Stickstoffdüngung verbundene Lachgasemissionen nicht die Klimaschutzwirkung der Kohlenstoffbindung zunichte machen. Mit den Ansätzen der ökologischen Landwirtschaft sind Produktionssteigerungen und THG-Reduktionen insbesondere auf Böden mittlerer bis niedriger Produktivität

möglich. In der Viehhaltung, in welcher v. a. die Methanemissionen aus dem Verdauungsprozess der Tiere zu Buche schlagen, sind trotz intensiver Forschung noch keine Lösungen zur Eindämmung der Methanfreisetzung in Sicht.

POTENZIAL ZUR TREIBHAUSGAS-REDUKTION

Globale, aber auch nationale Abschätzungen zu THG-Reduktionspotenzialen in den Bereichen der Land- und Forstwirtschaft sind enorm komplex und weisen daher große Unsicherheiten auf. Auf globaler Ebene wird diesem Bereich ungeachtet der Schwierigkeiten hinsichtlich präziser Abschätzungen allerdings ein sehr hohes technisches bzw. ökonomisches Reduktionspotenzial eingeräumt, falls es zu einer großflächigen Verbreitung der beschriebenen Handlungsansätze käme.

Bei der Abschätzung der THG-Reduktionspotenziale auf nationaler Ebene muss beachtet werden, dass mit Produktionseinbußen oder Wettbewerbsnachteilen verbundene Maßnahmen im Land- oder Forstbereich ihr Ziel aufgrund von internationalen Verlagerungseffekten meist verfehlen – zumindest falls nicht gleichzeitig ähnlich rigide Klimaschutzpolitiken in anderen Ländern zur Anwendung gelangen bzw. die Nachfrage nach den betroffenen Produkten gedrosselt wird. Maßnahmen, die ohne gravierende Veränderungen der Produktionsleistung zu einer deutlichen THG-Reduktion beitragen, könnten hingegen auch in Deutschland eine hohe Klimaschutzwirkung entfalten. Dazu gehören die Renaturierung von Moorgebieten, der Schutz von Dauergrünland, ein verbessertes Düngemanagement sowie verschiedene Maßnahmen im Forstbereich.

Das erschließbare Potenzial, d.h. der tatsächlich zu erwartende Beitrag,

könnte infolge einer Reihe von Umsetzungsbarrieren allerdings deutlich niedriger ausfallen als die unter technischen bzw. ökonomischen Gesichtspunkten ermittelten Potenziale. Insbesondere wissenschaftliche Unsicherheiten bezüglich der Klimawirkung von einzelnen Handlungsansätzen führen dazu, dass die Attraktivität zur Implementierung geeigneter Maßnahmen für land- und forstwirtschaftliche Betriebe sinkt. Zusätzlich sind diese Unsicherheiten sowie methodische Schwachstellen bei der Messung und Überwachung mögliche Ursachen dafür, dass die Land- und Forstwirtschaft im Vergleich zu anderen Sektoren bisher eine untergeordnete Rolle in den internationalen Klimaschutzanstrengungen spielen.

THEMENSCHWERPUNKTE FÜR DIE FORSCHUNG

Eine auf den Abbau dieser Umsetzungsbarrieren konzentrierte Forschung könnte einen Beitrag dazu leisten, die Attraktivität der Maßnahmen für Land- und Forstwirte zu erhöhen und damit ihre Diffusion fördern. Drei Forschungsschwerpunkte wurden im Rahmen dieses TA-Projekts identifiziert:

Erstens sollte das THG-Reduktionspotenzial der Handlungsansätze besser untersucht werden, da deren Klimaschutzwirkung aufgrund der hohen Komplexität des Forschungsfeldes oft noch umstritten ist. Häufig beschränken sich die Untersuchungen zudem auf Einzelmaßnahmen, ohne zu berücksichtigen, dass dadurch notwendige Anpassungen in den Produktionsabläufen an anderer Stelle zu höheren THG-Emissionen führen könnten. Notwendig erscheint daher die Entwicklung systematischer Handlungsansätze aus der gesamten Bandbreite an möglichen Einzelmaßnahmen unter Berücksichtigung der jeweiligen Wechselwirkungen.

Zweitens beeinträchtigen Mess- und Monitoringprobleme einerseits die Weiterentwicklung der Maßnahmen, andererseits verhindern sie eine einheitliche Anrechnung von Klimaschutzanstrengungen, die eine Grundvoraussetzung zur Schaffung von Anreizen für THG-Reduktionsmaßnahmen im Rahmen von Klimaschutzpolitiken ist. Hier ist die Entwicklung von standardisierten, einfachen und kostengünstigen Mess- und Monitoringverfahren erforderlich.

Fruchtbares Land muss einer ganzen Reihe an Anforderungen gerecht werden, sodass Maßnahmen, die auf eine THG-Reduktion zielen, einerseits häufig in Konflikt mit anderen Zielsetzungen bei der Landnutzung stehen, andererseits oft auch ein hohes Synergiepotenzial z. B. zu Zielen der Umwelt- oder Nachhaltigkeitspolitik aufweisen. Einen dritten Schwerpunkt für die Forschung bildet vor diesem Hintergrund die Entwicklung integrierter Ansätze unter Berücksichtigung möglicher Synergien und Zielkonflikte im Sinne ganzheitlicher Landnutzungs- und Entwicklungskonzepte. Von zentraler Bedeutung sind integrierte Lösungsstrategien insbesondere für die Einbeziehung von (Klein-)Bauern in Entwicklungsländern in die Klimaschutzanstrengungen. Hier gilt es in besonderem Maße, die Aspekte Ernährungssicherheit, Bekämpfung der Armut, Anpassung an den Klimawandel und den Schutz von Ressourcen mit den Zielen des Klimaschutzes in Einklang zu bringen.

KONTAKT

Dr. Claudio Caviezel
030 28491-116
caviezel@tab-beim-bundestag.de