

## BRIEF NR. 44

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>TAB INTERN</b>                           |   | 3   |
| <b>SCHWERPUNKT:<br/>CLIMATE ENGINEERING</b> | > | Einführung in das Schwerpunktthema 5  |
|   | > | Technologien des Climate Engineering 8  |
|   | > | Der schwierige Weg zu einer effektiven Regulierung von Climate Engineering 14 |
|   | > | Beurteilung von Climate Engineering im gesellschaftspolitischen Diskurs 21    |
|   | > | Chancen und Risiken lokaler CDR-Maßnahmen: Das Beispiel Aufforstung 27        |
| <b>NEUE TAB-PROJEKTE</b>                    | > | Im Überblick 33   |
| <b>TA-VORSTUDIE</b>                         | > | Online-Bürgerbeteiligung: Experimentierfeld Internet-Enquete 44               |
| <b>HORIZON-SCANNING</b>                     | > | Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services 46                              |
| <b>TA INTERNATIONAL</b>                     | > | Neuigkeiten von EPTA und PACITA 48  |
|   | > | Was Sie schon immer über TA wissen wollten: Zwei neue Webportale 49           |
| <b>NEUE VERÖFFENTLICHUNGEN</b>              |   | 51  |

# LAUFENDE UNTERSUCHUNGEN

## TA-PROJEKTE

|   |  |
|---|--|
| Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt (inklusive Horizon-Scanning)             | Dr. Franziska Boerner<br>Simone Ehrenberg-Silies<br>(VDI/VDE-IT) |
| Human- und tiermedizinische Wirkstoffe in Trinkwasser und Gewässern – Mengenanalyse und Risikobewertung             | Dr. Johannes Schiller (UFZ)                                      |
| Mensch-Maschine-Entgrenzungen – zwischen künstlicher Intelligenz und Human Enhancement (inklusive Horizon-Scanning) | Dr. Christoph Kehl<br>Simone Ehrenberg-Silies<br>(VDI/VDE-IT)    |
| Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen  | Dr. Katrin Gerlinger   |
| Neue elektronische Medien und Suchtverhalten  | Michaela Evers-Wölk (IZT)  |
| Bilanz der Sommerzeit   | Dr. Claudio Caviezel   |
| Umgang mit Nichtwissen bei explorativen Experimenten  | Dr. Christoph Aicher (UFZ)                                       |
| Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit  | Britta Oertel (IZT)  |
| Synthetische Biologie   | Dr. Arnold Sauter  |
| Moderne Stromnetze als Schlüsselement einer nachhaltigen Energieversorgung  | Dr. Reinhard Grünwald  |
| Chancen und Kriterien eines Nachhaltigkeitssiegels für Verbraucher  | Dr. Christoph Revermann  |
| Medikamente für Afrika – Maßnahmen zur Verbesserung der gesundheitlichen Situation                                  | Dr. Katrin Gerlinger   |

## MONITORING

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Interessenausgleich bei Infrastrukturprojekten:<br>Handlungsoptionen für die Kommunikation und Organisation vor Ort | Dr. Reinhard Grünwald |
| Nachhaltige Energieversorgung – Lastfolgefähigkeit deutscher Kernkraftwerke   | Dr. Reinhard Grünwald |

## INNOVATIONSREPORT

|   |   |
|---|---|
| Additive Fertigungsverfahren/3-D-Druck (inklusive Horizon-Scanning) | Dr. Claudio Caviezel<br>Simone Ehrenberg-Silies<br>(VDI/VDE-IT) |
| Weißer Biotechnologie   | Dr. Arnold Sauter   |

# TAB INTERN

## NEUE THEMEN FÜR DAS TAB

Nachdem im Frühjahr 2014 die Vorsitzende des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA), Patricia Lips, eine Themenfindungsrunde für neue TA-Projekte bei allen Ausschüssen und Fraktionen des Deutschen Bundestages gestartet hatte, gingen gut 40 Untersuchungsanträge beim ABFTA ein. Alle Themenvorschläge wurden vom TAB gemeinsam mit den neuen Kooperationspartnern eingehend kommentiert, um der Berichterstattergruppe für TA Vorschläge für eine mögliche Bearbeitung zu unterbreiten. Nach intensiver gemeinsamer Diskussion im Rahmen des TA-Berichterstattergesprächs Anfang Juni wurde von den Abgeordneten eine Themenstaffel von elf Projekten ausgewählt. Grundsätzlich befürwortet wurden sechs weitere Themen, die nach einer entsprechenden Beschlussfassung 2015/2016 vom TAB bearbeitet werden könnten.

Die vom ABFTA in seiner letzten Sitzung vor der Sommerpause am 2. Juli beschlossenen neuen TAB-Projekte werden in diesem TAB-Brief kurz vorgestellt.

## TAB-BERICHTE IM BUNDESTAG

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 159 »Climate Engineering« wurde am 2. Juli 2014 im ABFTA abgenommen. Eine öffentliche Präsentation der Ergebnisse findet am 24. September 2014 statt. Die TAB-Arbeitsberichte Nr. 158 »Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserwirtschaft« und Nr. 156 »Postdienste und moderne Informations- und Kommunikationstechnologien« sind als Bundestagsdrucksache Nr. 18/2085 und 18/582 erschienen. Letzterer ist im Plenum am 22. Mai 2014 behandelt worden. Die zu Protokoll gegebenen Reden finden sich

im Plenarprotokoll 18/36 auf den Seiten 3170 bis 3175.

Folgende TAB-Arbeitsberichte wurden vom ABFTA mit Kenntnisnahme abschließend beraten:

- › »Konzepte der Elektromobilität und deren Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt« (Nr. 153) und »Zukunft der Automobilindustrie« (Nr. 152) am 2. Juli 2014
- › »Gesetzliche Regelungen für den Zugang zur Informationsgesellschaft« (Nr. 149) am 7. Mai 2014
- › »Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft im Hinblick auf die EU-Beihilfepolitik – am Beispiel der Nanoelektronik« (Nr. 139) am 2. April 2014

## ÖFFENTLICHE AUSSCHUSS-SITZUNG ZUM TAB-BERICHT »CLIMATE ENGINEERING«

Der Klimawandel wird vielfach als das zentrale Umweltproblem unserer Zeit angesehen. Ungeachtet der vielfältigen Klimaschutzbemühungen ist es bisher jedoch nicht gelungen, den weiteren Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre aufzuhalten. Um der damit verbundenen Erderwärmung entgegenzuwirken, gibt es neben Strategien zur Emissionsreduktion prinzipiell noch andere Handlungsoptionen. Dazu gehören gezielte technische Interventionen in das Klimasystem – das sogenannte Climate Engineering (CE). Hierbei soll durch Technikeinsatz in großen und größten Dimensionen entweder das bereits emittierte CO<sub>2</sub> wieder aus der Atmosphäre entfernt oder direkt in den Strahlungshaushalt der Erde eingegriffen werden.

Ob bzw. unter welchen Bedingungen Climate Engineering einen Beitrag zur Verhinderung eines unter

Umständen folgenschweren Klimawandels liefern könnte oder gar sollte, diese Frage stand im Mittelpunkt des TA-Projekts »Climate Engineering«. Der Abschlussbericht gibt einen Überblick über den Stand des Wissens bezüglich naturwissenschaftlich-technologischer Aspekte des Climate Engineering. Darüber hinaus werden die rechtlichen Rahmenbedingungen und Regulierungserfordernisse in nationaler und internationaler Perspektive analysiert. Schließlich wird der Blick auf ethische, politische und sozioökonomische Bewertungskriterien gerichtet, die angesichts der zu erwartenden weitreichenden Konsequenzen einer großskaligen Anwendung von Climate Engineering von besonderer Relevanz für Entscheidungen über weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind.

Angesichts der Bedeutung des Themas für die Klimaschutzpolitik hat der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung beschlossen, die Präsentation der Ergebnisse des Abschlussberichts zum TA-Projekt im Rahmen einer öffentlichen Ausschusssitzung am 24. September 2014 durchzuführen. Zur Veranstaltung mit dem Titel »Climate Engineering – sinnvolles Instrument oder Sackgasse in der Klimapolitik?« sind neben den Ausschussmitgliedern interessierte Bundestagsabgeordnete aus anderen Ausschüssen, Experten aus der Wissenschaft und den Ministerien sowie die interessierte Öffentlichkeit eingeladen. Ziel ist es, eine dringend gebotene gesellschaftspolitische Debatte über die Sinnhaftigkeit von Climate Engineering anzuregen und zugleich weitere notwendige (politische) Schritte im Umgang mit Climate Engineering zu identifizieren.

Die öffentliche Ausschusssitzung findet am 24. September 2014 von 15.00 bis 17.30 Uhr im Sitzungssaal E 300 des Paul-Löbe-Hauses statt.

## TAB-FOKUS: ERGEBNISSE KURZ UND BÜNDIG

Eine kurze, anschauliche und dennoch fundierte Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse von TA-Analysen stand schon lange auf unserer Vorhabensliste. Die Neuaufstellung des TAB in der aktuellen Vertrags- und Wahlperiode gab nun den endgültigen Anstoß, das neue Publikationsformat »TAB-Fokus« zu entwickeln. Diese vierseitigen Kurzinformationen werden zukünftig zu allen Abschlussberichten und fallweise z.B. anlässlich öffentlicher Veranstaltungen oder sonstiger besonderer Ereignisse erscheinen.

Die ersten Ausgaben sind seit Kurzem auf der TAB-Webseite verfügbar ([www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/tab-fokus/index.html](http://www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/tab-fokus/index.html)): TAB-Fokus Nr. 1 zum Arbeitsbericht Nr. 154 »Fernerkundung; Anwendungspotenziale in Afrika«, TAB-Fokus Nr. 2 zum Arbeitsbericht Nr. 156 »Postdienste und moderne Informations- und Kommunikationstechnologien« und TAB-Fokus Nr. 3 zum Arbeitsbericht Nr. 159 »Climate Engineering«. Gedruckte Exemplare werden in Zukunft den TAB-Arbeitsberichten beigelegt, elektronisch werden TAB-Fokus-Ausgaben auf den jeweiligen Projektseiten angeboten.

## DAS TAB VERSTÄRKT DIE INTERNATIONALE SICHTBARKEIT AUSGEWÄHLTER STUDIEN

Obwohl das TAB seinen ersten Adressaten (und Auftraggeber) im Deutschen Bundestag hat, wurde von Anfang an auch auf die internationale Sichtbarkeit der Ergebnisse der TAB-Studien Wert gelegt. Ganz explizit ist eine Teilnahme und Zusammenarbeit des TAB im »European Parliamentary Technology Assessment Network« (EP-TA-Netzwerk) mit dem Ziel einer Stärkung der internationalen parlamenta-

rischen TA auch über Europa hinaus in den »Grundsätzen der TA« festgeschrieben worden. Denn nicht nur die wissenschaftlichen Debatten finden im internationalen Rahmen statt, sondern auch forschungs- und technologiepolitische Entscheidungen sind immer mehr in internationalen Einrichtungen verankert, am augenscheinlichsten bei der Europäischen Union, aber auch in vielen weiteren internationalen politischen Institutionen. Die Verfügbarkeit und Rezipierbarkeit der TAB-Studien in diesen Gremien wird deshalb immer wichtiger.

Über die früh etablierte Website des TAB konnten schon immer die Zusammenfassungen der TAB-Berichte auch in englischer Sprache abgerufen werden. Seit 2009 hat das TAB darüber hinaus mit Zustimmung der Berichterstattergruppe für TA eine eigene englischsprachige Buchreihe etabliert, in der ausgewählte TAB-Berichte, die ein besonderes internationales Interesse erwarten lassen, aufgenommen werden. Diese Buchreihe umfasst zurzeit sechs Titel und ist über die Website des TAB direkt abrufbar ([www.tab-beim-bundestag.de/en/publications/books/](http://www.tab-beim-bundestag.de/en/publications/books/)). Mit dem Erscheinen des sechsten Bandes »Electronic petitioning and modernization of petitioning systems in Europe« – ein Thema, das derzeit bei verschiedenen europäischen Parlamenten virulent ist – wurde eine weitere Neuerung eingeführt: Die Titel der englischen TAB-Buchreihe stehen nun auch weltweit als gedrucktes Buch zu sehr moderaten Preisen über den Online- oder stationären Buchhandel zur Verfügung (siehe Rubrik »Neue Veröffentlichungen«, S. 52).

## NEUE MITARBEITERINNEN

Seit dem 1. März 2014 hat das TAB eine weitere Mitarbeiterin im Sekretariatsbereich: Edna Weiß ist ausge-

bildete Mediengestalterin und verfügt zudem aufgrund ihrer vorherigen beruflichen Tätigkeiten über vielfältige Erfahrungen in der öffentlichen und wissenschaftlichen Verwaltung. Unter anderem war sie im Rechenzentrum der FU Berlin – an der sie auch Soziologie studierte – verantwortliche Leiterin für den Betrieb und die Organisation des universitätsinternen IT-Supports. Frau Weiß kümmert sich im TAB – neben der Unterstützung in der Büroorganisation – insbesondere um die Gestaltung der Publikationen und den Webauftritt.

Dr. Franziska Boerner arbeitet seit dem 1. April 2014 als Wissenschaftlerin im TAB. Sie studierte Kommunikationswissenschaften und Management (B.A.) an der University of Leeds (England), erhielt einen Master in Health, Science and Environmental Communication an der Marquette University (Wisconsin, USA) sowie ein Diplom in Medienmanagement an der Hochschule Mittweida. 2010 wurde Franziska Boerner an der Universität Kassel im Fach Psychologie promoviert. Zwischen 2010 und 2012 forschte sie als Postdoc an den Universitäten in Alberta und Manitoba (Kanada) zur verbesserten Kommunikation über Pandemien und wechselte dann als wissenschaftliche Mitarbeiterin an das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie, wo sie bis zum März 2014 in Projekten zur gesundheitlichen Risikowahrnehmung tätig war. In diesen Kontexten hat sich Franziska Boerner auch eingehend mit Fragen der Technikfolgenabschätzung befasst.

# CLIMATE ENGINEERING – EINFÜHRUNG IN DAS SCHWERPUNKTTHEMA

Der Klimawandel wird vielfach als das zentrale Umweltproblem unserer Zeit angesehen. Als seine Hauptursache gilt die stetig steigende CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung infolge des Verbrauchs fossiler Energieträger und von Landnutzungsänderungen – zusammen mit den menschengemachten (anthropogenen) Emissionen weiterer Treibhausgase wie Methan und Lachgas. Nach mittlerweile unstrittiger wissenschaftlicher Einschätzung ist es unabdingbar, den weiteren Anstieg der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen deutlich zu bremsen bzw. zu stoppen, um das Ausmaß der Klimaänderungen und insbesondere der Erderwärmung einzugrenzen. Zumeist wird von der Notwendigkeit ausgegangen, den Temperaturanstieg auf maximal 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, damit eine gefährliche anthropogene Beeinträchtigung des Klimasystems noch verhindert werden kann.

Ob im Hinblick auf die Vermeidung einer »Klimakatastrophe« die Obergrenzen der Erderwärmung niedrig genug und die national wie international diskutierten oder vereinbarten Reduktionen der Emissionen hoch genug angesetzt sind, das ist ebenso umstritten wie der zeitliche Rahmen und die geeigneten Wege. Hingegen wächst die Einsicht, dass der Klimawandel Mensch und Natur zwar global trifft, dies aber lokal und regional in ungleicher Weise. Zudem korrespondiert er mit bestehenden sozioökonomischen Asymmetrien, reicht tief in gesellschaftliche und politische Dimensionen hinein und kann zur Destabilisierung von Gesellschaften und Störungen im internationalen Staatengefüge beitragen. Der Klimawandel ist demnach auch ein zentrales Menschenrechtsthema.

Trotz der großen Aufmerksamkeit, die dem Klimawandel seit geraumer Zeit entgegengebracht wird, sowie der von der Weltgemeinschaft seit Längerem verfolgten verschiedenen Klimaschutzstrategien überwiegt in der Wissenschaft, aber auch in Gesellschaft und Politik große Skepsis bezüglich der Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Auch im Jahr 2014 erreichen die atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen wieder Rekordwerte. Dementsprechend ist in den medialen Klimadiskursen oftmals mit großer Dramatik die Rede davon, dass nur noch ein sehr kleines Zeitfenster

zur möglichen Abwendung einer sich schon abzeichnenden Klimakatastrophe zur Verfügung steht.

## CLIMATE ENGINEERING ALS ZIELFÜHRENDE HANDLUNGSOPTION?

Um der globalen Erderwärmung entgegenzuwirken, gibt es neben den Emissionsreduktions- und Anpassungsmaßnahmen prinzipiell noch andere Handlungsoptionen, nämlich aktive, gezielte und technische Eingriffe in den CO<sub>2</sub>- oder Strahlungshaushalt der Erde. Im Gegensatz zur Emissionsreduktion setzen diese jedoch erst ein, nachdem Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert wurden. Solche Methoden zur Klimamanipulation werden als »Geoengineering« bzw. »Climate Engineering« (CE) bezeichnet, welches zwei systematisch verschiedene Ansätze umfasst:

- > Die Technologien zum »carbon dioxide removal« (CDR) zielen darauf ab, bereits emittiertes CO<sub>2</sub> wieder aus der Atmosphäre zu entfernen.
- > Die Technologien zum »radiation management« (RM) zielen dagegen auf eine Veränderung der Strahlungsbilanz der Erde.

Mit RM-Maßnahmen soll die globale Mitteltemperatur gesenkt werden, ohne die Konzentration von CO<sub>2</sub> (und anderer Treibhausgase) in der Atmosphä-

re zu reduzieren. Hierbei handelt es sich also um symptomatische Ansätze, denn durch die so angestrebte Regulation der Erdtemperatur kommt es nicht zu einer Einflussnahme auf die Ursachen des Klimawandels. Insofern können RM-Konzepte keinen Beitrag dazu leisten, durch die erhöhte atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration verursachte Probleme wie die Versauerung der Ozeane zu mindern. Dafür könnten viele RM-Konzepte ihre Wirkung auf die Erdtemperatur wahrscheinlich sehr schnell entfalten und hätten im Vergleich zu Maßnahmen der Emissionsreduktion möglicherweise geringere Einsatzkosten. Befürchtet werden aber zugleich große Risiken im Hinblick auf unerwünschte Nebenfolgen für Mensch und Umwelt, da viele der diskutierten Konzepte vermutlich unvorhersehbare und weitreichende Auswirkungen auf die globale Niederschlagsverteilung oder Windzirkulation – und somit auf das Klimasystem als solches – haben könnten.

CDR-Konzepte setzen näher an der Wurzel des Klimawandels an, da versucht werden soll, die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre zu senken. Sie unterscheiden sich damit deutlich weniger von der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen, als das bei RM-Maßnahmen der Fall ist, und für einige der CDR-Konzepte werden die damit verbundenen Risiken als eher gering eingeschätzt. Allerdings ist das Potenzial vieler CDR-Maßnahmen entweder aus naturwissenschaftlichen, technischen oder ökonomischen Gründen begrenzt, sodass sie keine schnelle Beeinflussung der globalen Erdtemperatur erlauben und bestenfalls ergänzend zur Emissionsreduktion eingesetzt werden könnten.

Das eigentlich neue Element bei der Entwicklung und dem möglichen Einsatz von CE-Technologien sind nicht in erster Linie deren technologische Grundlagen, sondern vielmehr die mit

diesen Technologien anvisierten notwendigen Größenordnungen: eine absichtliche Manipulation der Umwelt in großen und größten Dimensionen auf *globaler* Skala. Die Entwicklung bzw. Implementierung einer Technologie, die *absichtlich* durchgeführt und *global* wirksam ist, ist in der Geschichte der Menschheit ohne Beispiel.

Grundsätzlich kann aber konstatiert werden, dass der technologisch-naturwissenschaftliche Erkenntnisstand zu den Wirkungen und Nebenwirkungen der verschiedenen CE-Optionen noch sehr beschränkt ist. Nach aktueller Kenntnislage wäre keines der bisher diskutierten CDR-Konzepte zu einer substanziellen Senkung der Erdtemperatur in der Lage. Gleichwohl könnten sich bestimmte CDR-Optionen perspektivisch zu sinnvollen und unter Umständen wichtigen Klimaschutzinstrumenten in Ergänzung zur Emissionsreduktion entwickeln.

## GESELLSCHAFTSPOLITISCHER DISKURS

Die Öffentlichkeit hat bisher wenig Anteil am Diskurs zu Climate Engineering, und eine politische und gesellschaftliche Auseinandersetzung darüber findet gegenwärtig nur in sehr wenigen Staaten statt. Impulse gehen dabei von den USA, Großbritannien und Deutschland aus, wo sich die Parlamente und/oder Regierungen bereits mit der Thematik beschäftigt haben. Die Bundesregierung (2012) hat erklärt, sich dafür einzusetzen, dass Climate Engineering ohne ausreichende Erkenntnisse und internationale Regelungsmechanismen nicht zur Anwendung gelangt. Durch das verstärkte Aufgreifen des Themas durch den Weltklimarat IPCC (2013 u. 2014) erfährt Climate Engineering aktuell eine bedeutsame Aufwertung. In der Folge sind eine wachsende Politisierung und eine erhöhte Medienaufmerksamkeit zu erwarten.

Climate Engineering kann als ein potenziell hochkontroverses Diskursthema eingeschätzt werden. Gerade der beispiellose globale Aspekt bestimmter CE-Technologien kann Auslöser für öffentliche Beunruhigung und gesellschaftlichen Widerstand sein. Ziel sollte daher die Etablierung eines gesamtgesellschaftlichen Diskussions- und Verständigungsprozesses sein, um einen möglichst breiten Konsens über den weiteren Umgang mit diesen Technologien herstellen zu können und eine gesellschaftliche Teilhabe an Entscheidungen im Kontext des Climate Engineering zu ermöglichen. Dabei lauten die zentralen Fragen, ob überhaupt, aus welchen Motiven und in welcher Art und Weise Climate Engineering erforscht und ggf. eingesetzt werden könnte bzw. sollte.

Eine bessere Informationsgrundlage erscheint zwingend notwendig, damit sich die Öffentlichkeit an Beurteilungs- und Entscheidungsprozessen zu Climate Engineering konstruktiv beteiligen kann. Ein guter Kenntnisstand und ein darauf aufbauender Verständigungsprozess ließen sich mit einer Kommunikations- und Informationsstrategie aktiv befördern. Das mögliche Spektrum reicht von intensiven Internetaktivitäten bis hin zu vernetzten Informations- und Diskussionsveranstaltungen für interessierte Bürgerinnen und Bürger, die ein frühzeitiges Dialogforum für Akteursgruppen aus Öffentlichkeit, Wissenschaft und Politik böten. Zur Wahrnehmung und Beurteilung von Climate Engineering in der deutschen wie auch der weltweiten Öffentlichkeit gibt es bisher eine nur rudimentäre empirische Datenbasis, die mit Blick auf eine gesellschaftliche Teilhabe dringend zu erweitern wäre.

## FORSCHUNGSPOLITISCHE FRAGEN

Eine Kernfrage lautet, ob und in welcher Form die CE-Forschung über den bisherigen Rahmen hinaus gezielt ge-

fördert werden soll. Ein Verzicht auf Forschungsanstrengungen könnte bedeuten, keinen Einfluss auf die internationale Entwicklung nehmen zu können. Auch kann die deutsche Forschung wichtige Impulse für die internationale Debatte beisteuern. Eine intensiviertere CE-Forschung darf allerdings keine Auswirkungen auf die politischen Bemühungen zur Treibhausgasreduktion haben.

Auch werden die verschiedenen Optionen des Climate Engineering bislang zumeist isoliert voneinander und ohne Bezug zu möglichen Anpassungsstrategien auf ihren klimapolitischen Nutzen hin untersucht. Womöglich böte ein Mix aus allen zur Verfügung stehenden Maßnahmen einen zielführenderen Ansatz, weshalb der Nutzen und die Risiken von Portfolioansätzen verstärkt in den Blick zu nehmen wären. Zu konstatieren ist zudem ein noch sehr rudimentärer Wissensstand über Nutzen- und Kostenaspekte von Climate Engineering, der sich auf die direkten Kosten entsprechender Maßnahmen beschränkt. Entscheidend für eine Bewertung nach ökonomischen Gesichtspunkten dürften aber die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen dieser Strategien sein, über die wenig bekannt ist und die es weiter zu untersuchen gilt.

## SCHWERPUNKTBEITRÄGE

Die Beiträge des Schwerpunkts im vorliegenden TAB-Brief fußen zum einen auf dem jüngst abgeschlossenen TA-Projekt zum Thema, dessen Ergebnisse dem Deutschen Bundestag mit dem Endbericht (TAB 2014a) im Sommer vorgelegt wurden. Zum anderen wird mit einem Schwerpunktbeitrag an ein weiteres, jüngst abgeschlossenes TA-Projekt zum Thema »Inwertsetzung von Biodiversität« angeknüpft (der Abschlussbericht soll in diesem Herbst vom Deutschen Bundestag ab-

genommen werden; TAB 2014b) und dabei eine ganz spezifische Facette einer möglichen Maßnahme im Kontext von »Climate Engineering« beleuchtet.

Im ersten Beitrag gibt Christoph Revermann überblicksartig den Stand des Wissens bezüglich der naturwissenschaftlich-technologischen Aspekte der diversen CE-Konzepte wieder. Im zweiten Beitrag wird vom selben Autor eine einordnende Beurteilung von Climate Engineering vorgenommen. Hier zeigt sich, dass neben den naturwissenschaftlich-technischen Aspekten insbesondere sozioökonomische, politische und ethische Kriterien für einen Bewertungsprozess von Bedeutung sind. Im Mittelpunkt stehen die grundlegenden Fragestellungen, ob bzw. unter welchen Bedingungen diese Technologien überhaupt notwendig sein könnten und mit welchen gesellschaftspolitischen und sozialen Folgen und Risiken ihre Anwendung möglicherweise verbunden wäre. Im dritten Beitrag wird von Claudio Caviezel der bestehende internationale und nationale Rechtsrahmen skizziert und dabei aufgezeigt, dass auf allen Rechtsebenen gegenwärtig weitgehende Regulierungslücken bestehen, was den Umgang mit CE-Ak-

tivitäten angeht. Auf Basis von Überlegungen über potenzielle geo-politische Folgen von CE-Anwendungen werden wichtige Anforderungen an eine rechtliche Rahmensetzung für Climate Engineering identifiziert. Der vierte Beitrag, von Christoph Kehl, wirft einen Blick auf die bisherigen Erfahrungen mit Aufforstungs- und Wiederaufforstungsmaßnahmen im Rahmen des Kyoto-Protokolls. Auch wenn diese Aktivitäten gemeinhin nicht als CE-Technologien bezeichnet werden, lassen sich an ihnen dennoch die Chancen und Risiken lokaler CDR-Maßnahmen exemplarisch verdeutlichen.

*Christoph Revermann*

---

## LITERATUR

Bundesregierung (2012): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten René Röspel, Dr. Ernst Dieter Rossmann, Oliver Kaczmarek, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD – Drucksache 17/9943 – Geoengineering/Climate-Engineering. Drucksache 17/10311, Deutscher Bundestag, Berlin

IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. [eds.]). Cambridge/New York

IPCC (2014): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C., Zwickel, T., Minx, J.C. [eds.]). Cambridge/New York

TAB (2014a): Climate Engineering (Autoren: Caviezel, C., Revermann, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 159, Berlin

TAB (2014b): Inwertsetzung von Biodiversität (Autoren: Kehl, C., Sauter, A.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 161 (in Vorbereitung), Berlin

# TECHNOLOGIEN DES CLIMATE ENGINEERING

In klimapolitischen Diskursen werden zunehmend verschiedene großtechnische Ansätze diskutiert, mit denen das Klimasystem zum Zweck der Temperaturkontrolle beeinflusst bzw. Versäumnisse der bisherigen Emissionsreduktion kompensiert werden könnten, mit dem Ziel, die möglicherweise katastrophalen Folgen des anthropogen bewirkten Klimawandels abzumildern. Systematisch lassen sich bei Maßnahmen des Climate Engineering zwei Technologieansätze bzw. Strategien unterscheiden, die nicht nur hinsichtlich ihrer Wirkungsmechanismen grundsätzlich verschieden sind, sondern sich auch in sehr unterschiedlichen Stadien der Erforschung bzw. Entwicklung befinden. Während für einige der sogenannten »CDR-Optionen« bereits an der Erprobung entsprechender Technologien gearbeitet wird, handelt es sich bei den »RM-Optionen« gegenwärtig eher um erste Konzeptstudien.

## CDR-TECHNOLOGIEN

Techniken bzw. Technologien, die eine Veränderung des Kohlenstoffkreislaufs bewirken sollen, werden als Carbon-Dioxide-Removal-Technologien (CDR-Technologien) bezeichnet. CDR-Technologien setzen an den Ursachen des Klimawandels an, da mit ihnen das Ziel verfolgt wird, durch biologische, chemische oder physikalische Prozesse das maßgeblich an der Klimaerwärmung beteiligte CO<sub>2</sub> der Atmosphäre zu entziehen und dieses in anderen Kohlenstoffreservoirs der Erde über möglichst lange Zeiträume zu fixieren. Von den bisher diskutierten Technologien machen sich die meisten natürliche Prozesse des globalen Kohlenstoffkreislaufs zunutze; durch großtechnische Eingriffe sollen diese verstärkt bzw. beschleunigt werden. Zudem werden Maßnahmen vorgeschlagen, um neuartige CO<sub>2</sub>-Senken zu generieren. Viele der vorgeschlagenen Optionen gelten als grundsätzlich machbar, allerdings ist deren Potenzial entweder aus technischen Gründen oder durch die Kosten einer globalen Anwendung so begrenzt, dass sie keine schnelle Beeinflussung der Temperatur erlauben. Im Folgenden sollen einige der diskutierten CDR-Konzepte kurz vorgestellt werden.

## OZEANDÜNGUNG – STIMULATION DER BIOLOGISCHEN PUMPE

Der natürliche CO<sub>2</sub>-Eintrag in die Ozeane basiert auf dem Zusammenspiel

chemischer, physikalischer und biologischer Prozesse. Zwischen der Atmosphäre und den Wassermassen an der Ozeanoberfläche findet ein kontinuierlicher CO<sub>2</sub>-Gasaustausch statt, der dafür sorgt, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Atmosphäre und im Oberflächenwasser in einem Gleichgewicht stehen. Ausgelöst durch den menschenverursachten Anstieg der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration nimmt das Oberflächenwasser vermehrt CO<sub>2</sub> auf, bis ein neuer Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Das CO<sub>2</sub>-Aufnahmevermögen der Ozeane wäre allerdings nur gering, wenn nicht natürliche Prozesse dafür sorgen würden, dass ein Teil des aufgenommenen CO<sub>2</sub> aus dem Oberflächenwasser in tiefere Wasserschichten transportiert wird. Diese Transportprozesse, die als *biologische* bzw. *physikalische Pumpe* bezeichnet werden, laufen jedoch vergleichsweise langsam ab, sodass die Ozeane bisher nur etwa ein Drittel des Kohlenstoffs aufgenommen haben, der bei vorherrschender atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentration prinzipiell aufgenommen werden könnte (Sabine et al. 2004). Bei der biologischen Pumpe wird CO<sub>2</sub> mithilfe von Meereslebewesen in tiefere Wasserschichten transportiert. Dabei fixieren im Oberflächenwasser lebende Mikroorganismen (v. a. Mikroalgen) das im Wasser gelöste CO<sub>2</sub> durch Photosynthese in ihrer Biomasse. Der CO<sub>2</sub>-Transport in die Tiefsee geschieht beim Absinken toter Organismen. Als physikalische Pumpe wird der Prozess be-

zeichnet, bei welchem kalte, CO<sub>2</sub>-gesättigte Wassermassen absinken.

Beim CE-Ansatz der Ozeandüngung soll die biologische Pumpe künstlich beschleunigt werden. Diskutiert wird, das Algenwachstum und den beim Absterben der Algen resultierenden CO<sub>2</sub>-Transport in die Tiefsee gezielt zu fördern. Dazu soll der das Algenwachstum begrenzende Nährstoffmangel durch Einbringen von Eisen oder anderen Nährstoffen (Phosphor, Stickstoff) behoben werden. Ersten theoretischen Schätzungen zum Potenzial der Ozeandüngung zufolge würde eine Schiffsladung Eisen (10.000 t) ausreichen, um die gesamten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands aus der Atmosphäre in die Ozeane zu überführen. Diese sehr vereinfachte Betrachtung hat sich mittlerweile als falsch herausgestellt, wie eine Reihe von Feldversuchen zeigte. Auch verschiedene Modellsimulationen bestätigen, dass selbst bei großflächigen (z. B. gesamter südlicher Ozean) und langfristigen (mehrere Jahrzehnte) Eisendüngungen nur ein vergleichsweise geringer Anteil der globalen anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen in die Tiefsee transportiert werden könnte. Dies gilt auch für die Düngung mit anderen Nährstoffen, wie z. B. Stickstoff oder Phosphor.

Eine großflächige Nährstoffdüngung der Ozeane würde zudem einen sehr deutlichen und nachhaltigen Eingriff in das sensible Gefüge der marinen Stoffströme und Ökosysteme darstellen, sodass mit weitreichenden Folgen für die Meeresumwelt und das Klimasystem gerechnet werden müsste. Die möglichen Nebenfolgen einer großflächigen Ozeandüngung könnten sehr komplexe Veränderungen in der Artenzusammensetzung und -vielfalt von Meeresökosystemen auslösen. Dabei sind abträgliche Wirkungen aufgrund von Meeresströmungen und der Bewegung der Meereslebewesen nicht lokal begrenzt. Eine großflächige Ozeandüngung könnte

auch kontraproduktive Folgen für das Klima haben, da sie die Erwärmung des Oberflächenwassers fördert und damit (paradoxaer Weise) zu einer Abschwächung anstelle einer Verstärkung der CO<sub>2</sub>-Aufnahmekapazität der Ozeane führt: Höhere Wassertemperaturen haben zum einen eine Abnahme der Löslichkeit für CO<sub>2</sub> im Wasser zur Folge und wirken zum anderen dem physikalischen Transport von CO<sub>2</sub> in die Tiefsee entgegen, da sich dadurch weniger kalte Wassermassen ausbilden und absinken können. Darüber hinaus tragen sie zur Erwärmung der Luftschichten über der Wasseroberfläche bei. Außerdem entstehen, wenn organisches Material in einer sauerstoffarmen Umgebung von anaeroben Bakterien zersetzt wird, u. a. die Treibhausgase Methan und Lachgas. Falls diese in die Atmosphäre gelangten, würde die intendierte Klimaschutzwirkung der Ozeandüngung abgeschwächt oder sogar zunichte gemacht (Powell 2008).

## VERWITTERUNGSPROZESSE UND VERÄNDERUNG DER WASSERCHEMIE

Im Rahmen natürlich stattfindender Verwitterungsprozesse reagiert CO<sub>2</sub> mit bestimmten Gesteinsarten und wird so fixiert. Diskutiert wird, natürliche Verwitterungsprozesse durch technische Maßnahmen zu beschleunigen. Konkret wird vorgeschlagen, große Mengen an Kalkstein- oder Olivinpulver (ein Silikatmineral) in Küstengewässer bzw. auf dem offenen Meer auszubringen oder Olivinpulver in feuchtwarmen Gebieten an Land zu verteilen. Bisher wurden verschiedene konzeptionelle Ideen entwickelt sowie einfache Modellrechnungen durchgeführt. Größere Feldexperimente zu diesen Verfahren haben bis dato nicht stattgefunden, sodass noch erhebliche Wissenslücken hinsichtlich Geschwindigkeit und tatsächlicher Umsatzraten unter Praxisbedingungen, des Prozessverlaufs bei lokal hohen Konzentrationen

an Gesteinspulver sowie möglicher Wechselwirkungen mit anderen Systemen (z. B. Bodenorganismen) bestehen. Zudem sind die Auswirkungen dieser Verfahren auf bestehende Ökosysteme oder auf klimarelevante Systeme noch unbekannt. Eine technische Realisierung entsprechender Verfahren in größerem Umfang dürfte unwahrscheinlich sein, da hierfür enorme Mengen an Gestein umgesetzt werden müssten (Köhler et al. 2013; TAB 2012, S. 92 f.).

## GROSSFLÄCHIGE AUFFORSTUNGSMASSNAHMEN

Intakte Waldökosysteme speichern große Mengen an Kohlenstoff, weshalb großflächige Aufforstungsmaßnahmen zur Erhöhung der terrestrischen Kohlenstoffsenske auch im Kontext des Climate Engineering diskutiert werden. Dazu können ursprünglich bewaldete Landflächen wieder aufgeforstet werden, allerdings ist das diesbezügliche Potenzial durch ein limitiertes Angebot an fruchtbarer Landfläche begrenzt. Ein alternativer Vorschlag sieht deshalb die Aufforstung von Gebieten vor, die unter natürlichen Bedingungen keine Vegetation zulassen würden, etwa Wüstengebiete wie die Sahara. Wenngleich hierdurch CO<sub>2</sub> in der Größenordnung der jährlichen globalen anthropogenen Emissionen aus der Atmosphäre entfernt werden könnte, wäre der Ressourcen- und Energieaufwand für eine entsprechende Bewässerungsinfrastruktur vermutlich enorm, sodass eine technische Realisierung derartiger Vorhaben sehr fraglich erscheint. Die ökologischen und sozialen Folgen einer Aufforstung ganzer Wüstengebiete sind schwierig abzuschätzen, wären aber vermutlich gravierend (TAB 2014, S. 62 ff.; Schmidt 2012).

## BIOKOHLE AUS BIOMASSE

Der überwiegende Teil des CO<sub>2</sub>, das Landpflanzen aus der Atmosphäre aufnehmen und in Form von Kohlen-

stoff in ihrer Biomasse fixieren, gelangt durch mikrobielle Zersetzungsprozesse innerhalb weniger Jahre wieder zurück in die Atmosphäre. Durch die Umwandlung eines Teils dieser Biomasse in biologisch stabilere Biokohle könnte der darin gebundene Kohlenstoff längerfristig der Atmosphäre entzogen werden. Die Umwandlung von Biomasse in Biokohle ist mit verschiedenen Verfahren möglich, wobei gegenwärtig die *Pyrolyse* und die *hydrothermale Karbonisierung* (HTC) im Mittelpunkt stehen. Die Pyrolyse eignet sich besonders für trockene Biomasse. Diese wird bei Normaldruck und unter Ausschluss von Sauerstoff für einige Stunden auf Temperaturen von rund 400 °C erhitzt. Die HTC findet wie die Pyrolyse unter Ausschluss von Sauerstoff statt, aber im Gegensatz zu dieser unter hohem Druck (bis zu 25 bar), in Anwesenheit von Wasser und gegebenenfalls Katalysatoren sowie bei relativ niedrigen Temperaturen (rund 200 °C) (TAB 2012, S. 63 ff.).

Damit der in der Biokohle enthaltene Kohlenstoff im Sinne einer CE-Maßnahme längerfristig der Atmosphäre entzogen bleibt, bedarf es einer stofflichen und weitgehend kohlenstoffneutralen Nutzung der Biokohle, die für einen klimarelevanten Beitrag darüber hinaus im Milliarden-Tonnen-Bereich liegen müsste. Eine diesen Kriterien gerecht werdende stoffliche Nutzung wird in der Einbindung der Biokohle in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Böden gesehen (z. B. Lehmann et al. 2006), da erste wissenschaftliche Erkenntnisse darauf hindeuten, dass Biokohle eine fördernde Wirkung auf die Fruchtbarkeit des Bodens entfalten könnte. Das Wissen über die biologische Stabilität von Biokohle im Boden (von dieser hängt ab, wie lange der in der Biokohle gespeicherte Kohlenstoff der Atmosphäre entzogen bleibt) sowie über potenzielle Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum ist allerdings noch unzureichend. Weil es sich

bei der Biokohle je nach Herstellungsverfahren und Ausgangsbiomasse um ein sehr heterogenes Material handelt, das differenziert auf unterschiedliche Bodeneigenschaften und Klimabedingungen reagiert, ist der diesbezügliche Forschungsbedarf noch groß. Das Potenzial dieses Verfahrens wird vorrangig durch ein limitiertes Angebot an verfügbarer Biomasse beschränkt, selbst unter sehr optimistischen Annahmen ließen sich dadurch kaum mehr als rund 10 % des weltweiten Treibhausgasausstoßes kompensieren.

### BIOENERGIEERZEUGUNG MIT CO<sub>2</sub>-ABSCHEIDUNG UND CO<sub>2</sub>-LAGERUNG (BECCS)

Zum sogenannten BECCS-Verfahren (»bio-energy with carbon capture and storage«) zählen Strategien zur Energiegewinnung aus Biomasse, die mit Technologien zur Abscheidung und (geologischen) Lagerung von CO<sub>2</sub> kombiniert werden. Auf diese Weise wäre es möglich, gleichzeitig CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu entfernen und Bioenergie zur Substitution von fossilen Energieträgern bereitzustellen (Abb. 1). Die Bioenergieerzeugung mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung wird insbesondere im Kontext der Strom- und/oder Wärmeenergiegewinnung aus Biomasse diskutiert, u. a. im Rahmen einer Mitverbrennung von (thermisch vorbehandelter) Biomasse in Kohlekraftwerken oder der direkten Verbrennung von Biomasse in Biomasse(heiz)kraftwerken. Hier könnten dieselben Technologien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung zum Einsatz gelangen, wie sie bei konventionellen (Kohle-)Kraftwerken in der Diskussion stehen (CCS-Technologie). Die CCS-Technologie wurde allerdings in einem kommerziellen Maßstab bislang noch nicht erprobt. Zudem limitiert das beschränkte Angebot an verfügbarer Biomasse das Potenzial dieses CE-Ansatzes. Auch ist dessen Perspektive eng verknüpft mit dem weiteren (internationalen) Entwicklungsprozess

der CCS-Technologie in Bezug auf Fragen der Wirtschaftlichkeit, der globalen Lagerkapazitäten für CO<sub>2</sub>, der Sicherheit und Umweltverträglichkeit des Transports und der Lagerung von CO<sub>2</sub> in geologischen Formationen sowie insbesondere der öffentlichen und politischen Akzeptanz (Grünwald 2008; Kornneef et al. 2012).

### ABSCHEIDUNG VON CO<sub>2</sub> AUS DER LUFT UND CO<sub>2</sub>-LAGERUNG

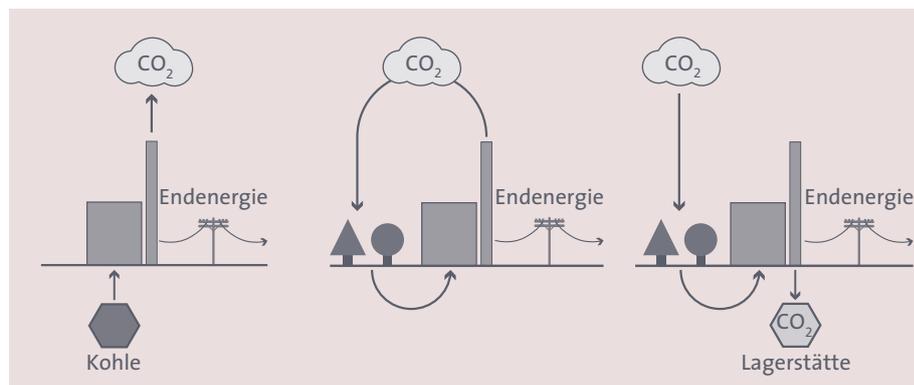
Prinzipiell denkbar ist auch die CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der Luft: Mithilfe technischer Verfahren kann CO<sub>2</sub> direkt aus der Umgebungsluft abgeschieden und in geeignete Lagerstätten verbracht bzw. einer Nutzung zugeführt werden. Die notwendige Verfahrenstechnik ist verwandt mit der im Rahmen der CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus Rauchgasen angewendeten Technologie. Im Gegensatz zu dieser, die nur bei großen stationären CO<sub>2</sub>-Emissionsquellen durchführbar ist, kann hier – über den Umweg durch die Atmosphäre – CO<sub>2</sub> aus sämtlichen Emissionsquellen (z.B. des Verkehrssektors) abgeschieden werden. Die Schwierigkeit des Verfahrens besteht allerdings darin, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft gering ist. Somit müssten sehr große Mengen Luft in Kontakt mit einem chemischen Sorptionsmittel gebracht

werden, um CO<sub>2</sub> in einer signifikanten Menge abscheiden zu können. Dadurch erhöht sich der energetische und verfahrenstechnische Aufwand für die Abscheidung. Wird der Energiebedarf durch fossile Energieträger gedeckt, kann unter ungünstigen Umständen mehr CO<sub>2</sub> entstehen, als von den Anlagen abgeschieden werden kann. Gegenwärtig befindet sich die Technologie in der Phase der Konzeptentwicklung, im Rahmen derer einzelne Prototypen im Labormaßstab getestet werden. An neuen Konzepten und Sorptionsmitteln, die geringere Energieanforderungen haben, wird geforscht, diese befinden sich jedoch noch in einer sehr frühen Entwicklungsphase. Für eine Einschätzung, ob bzw. wann die Technologie unter Praxisbedingungen einsetzbar sein könnte, ist die Wissensbasis derzeit noch unzureichend (TAB 2014, S. 77 ff.).

### RM-TECHNOLOGIEN

Techniken bzw. Technologien, die auf eine Veränderung der Balance zwischen eingehender Sonnenstrahlung und ausgehender Strahlung des Erdsystems abzielen, werden als Radiation-Management-Technologien (RM-Technologien) bezeichnet. Hierbei handelt es sich um einen auf das Symptom

ABB.1 NEGATIVE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN DURCH DAS BECCS-VERFAHREN



links: Endenergiebereitstellung mit fossilen Brennstoffen (ohne CCS); Mitte: Endenergiebereitstellung mit Biomasse (ohne CCS); rechts: Endenergiebereitstellung mit Biomasse und CCS (BECCS)

»Temperaturanstieg« fokussierten Ansatz, der keinen Einfluss auf die Ursachen der Erderwärmung nimmt, denn mithilfe des »radiation management« soll die Durchschnittstemperatur der Erde gesenkt werden, ohne gleichzeitig die Konzentration an CO<sub>2</sub> oder anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre zu reduzieren. Die Idee ist, durch technische Maßnahmen die solare Einstrahlung auf die Erdoberfläche zu reduzieren bzw. die von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärmestrahlung zu erhöhen, um so eine Abkühlung der bodennahen Luftschichten zu bewirken. Diese Maßnahmen würden also keinen Beitrag dazu leisten, weitere durch eine erhöhte atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration induzierte Probleme zu vermindern. Vermutet wird allerdings, dass viele der RM-Optionen die globale Mitteltemperatur deutlich senken (um mehrere Grad Celsius) und ihre Wirkung sehr schnell (innerhalb weniger Jahre) entfalten könnten. Erwartet werden aber zugleich große Risiken durch unerwünschte Nebenfolgen für Mensch und Umwelt.

Ansätze, die den einfallenden solaren Strahlungsfluss reduzieren sollen, werden als »solar radiation management« (SRM) bezeichnet. Hier kann der Eingriff auf verschiedenen Ebenen erfolgen, wie folgende Beispiele verdeutlichen:

- > Bei einer Lichtlenkung im Weltraum soll die Energiezufuhr in das Erdsystem dadurch reduziert werden, dass ein reflektierendes Material zwischen Sonne und Erde platziert würde, welches einen Teil der in Richtung Erde gerichteten Sonnenstrahlung in den Weltraum ablenkt.
- > Bei der Aerosoleinbringung in die Stratosphäre würde ein Teil der eintreffenden Sonnenstrahlung durch die in die Stratosphäre eingebrachten Aerosole (Schwebeteilchen) zurück in den Weltraum reflektiert werden.

- > Durch Erhöhung der Konzentration der Aerosolteilchen in bodennahen Luftschichten über den Ozeanen soll eine *künstliche Aufhellung tiefliegender mariner Wolken* bewirkt werden, sodass infolge ihrer helleren Oberfläche mehr Sonnenstrahlung reflektiert würde. Mit demselben Effekt könnte die *Erdoberfläche aufgehellt* werden.

Wenn die Durchlässigkeit der Atmosphäre für die ausgehende Wärmestrahlung erhöht werden soll, spricht man von »thermal radiation management« (TRM). Beim TRM gibt es zurzeit nur einen konkreten Vorschlag: Hochliegende Zirruswolken, die einen Teil der Wärmestrahlung daran hindern, in den Weltraum zu entweichen, sollen mit künstlichen Mitteln aufgelöst werden.

Bei allen Vorschlägen zum RM handelt es sich um erste Konzeptideen, die dazu notwendigen Technologien stehen noch nicht zur Verfügung.

### KLIMATISCHE UND ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN

Grundsätzlich implizieren alle RM-Technologien eine großskalige bis globale Modifikation der chemischen oder physikalischen Prozesse in der Atmosphäre, der Beschaffenheit der Erdoberflächen oder des Weltraums. Dies und der Umstand, dass die Technologien nicht ursächlich gegen den anthropogenen Treibhauseffekt wirken, bedingt eine Reihe prinzipieller ökologischer und klimatischer Risiken in globalem Maßstab. Zum einen würde RM ein völlig neues Klimaregime schaffen, das zwar in Bezug auf die globale Mitteltemperatur dem heutigen Klima entsprechen könnte, in Bezug auf alle anderen Klimavariablen (z. B. regionale Temperaturverteilung, globale Windzirkulation, Niederschlagsmuster) jedoch u. U. fundamental divergiert. So zeigen erste Modellrechnungen zu den

möglichen Wirkungen von RM-Technologien, dass die durch diese Maßnahmen erreichbare Dämpfung der Temperaturerhöhung oder auch Temperaturminderung global nicht gleichmäßig verteilt wäre. Hinsichtlich der globalen Niederschlagsmuster würde eine RM-Intervention wahrscheinlich zu einem gegenüber heute trockeneren Klima führen, während ein unkontrollierter Klimawandel ein feuchteres Klima bedeuten könnte. Zum anderen würden RM-Technologien nur die globale Mitteltemperatur, nicht aber die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration reduzieren, weshalb durch sie nur eine partielle Kompensation der Klimawandelfolgen zu erreichen wäre. Dies hätte zahlreiche Auswirkungen auf Ökosysteme und den globalen CO<sub>2</sub>-Kreislauf, unter anderem eine weiter voranschreitende Versauerung der Ozeane. Und schließlich würde es nach einem Abbruch einer RM-Maßnahme höchstwahrscheinlich zu einem sprunghaften Anstieg der globalen Mitteltemperatur kommen, der die natürliche Anpassungsfähigkeit von Arten oder Ökosystemen noch wesentlich stärker überfordern könnte, als dies schon bei den aktuellen Klimaveränderungen der Fall ist. Prinzipiell bieten RM-Interventionen daher keine singulären Lösungen für das Problem des Klimawandels.

Die genauen klimatischen und ökologischen Auswirkungen und Risiken eines Einsatzes (bzw. eines Abbruchs) von RM-Maßnahmen sind in ihrem Ausmaß und ihrer regionalen Verteilung noch weitgehend unbekannt, erste lückenhafte Erkenntnisse gibt es bis dato nur aus theoretischen Studien bzw. computergestützten Simulationen. Die Komplexität des Klimasystems macht es notwendig, dass entsprechende Modellierungen auf starken Vereinfachungen der klimarelevanten Erdsystemprozesse basieren und oftmals wichtige Rückkopplungsmechanismen oder andere Effekte nicht hinreichend berücksichtigen können. Die bisherigen Er-

kenntnisse zeigen allerdings bereits sehr deutlich, dass RM-Maßnahmen nicht nur in Bezug auf ihre Wirkung auf die globale Mitteltemperatur, sondern ebenso in Bezug auf ihre Wirkung auf alle Klimavariablen in ihren lokalen Ausprägungen untersucht und bewertet werden müssen und der Nutzen bzw. die Risiken und Kosten einer RM-gestützten Klimaschutzpolitik global ungleichmäßig verteilt wären. Deshalb ist es gegenwärtig noch höchst ungewiss, ob die ökologischen (und daraus resultierende soziale) Folgen einer RM-Intervention im Vergleich zu den Gegebenheiten eines unkompensierten Klimawandels tatsächlich als geringer einzuschätzen sind. Um auch regionale Effekte von potenziellen RM-Maßnahmen besser voraussagen zu können, sind weitere Anstrengungen im Bereich der theoretischen Klimaforschung sowie bessere Erdsystemmodelle erforderlich – dies gilt allerdings genauso, um das Verständnis möglicher Folgen eines unkompensierten Klimawandels zu verbessern.

## FAZIT

Bei den bisher diskutierten Ansätzen des Climate Engineering handelt es sich um sehr unterschiedliche Technologien, die sich teilweise grundlegend hinsichtlich ihrer Wirkmechanismen und potenziellen Wirkungen, der Realisierbarkeit, aber auch hinsichtlich ihrer Risikoprofile oder Kosten unterscheiden. Da die verschiedenen CE-Ansätze auch innerhalb der Gruppe der CDR- bzw. RM-Technologien teils stark hinsichtlich ihrer potenziellen Umweltwirkungen differieren, sollte mit dem *Wirkungscharakter* einer CE-Technologie ein weiteres relevantes Unterscheidungskriterium beachtet werden (Abb. 2):

- CE-Technologien, die prinzipiell eine räumlich begrenzte Anwendung erlauben und deren poten-

ABB. 2

KATEGORISIERUNG DER CE-TECHNOLOGIEN NACH IHREM WIRKMECHANISMUS UND WIRKUNGSCHARAKTER

|                   |        | Wirkmechanismus   |  |
|-------------------|--------|---|--|
|                   |        | CDR   | RM   |
| Wirkungscharakter | lokal  | CO <sub>2</sub> -Abscheidung aus der Luft<br>Bioenergie mit CO <sub>2</sub> -Abscheidung<br>Biokohle aus Biomasse<br>lokale Aufforstungsmaßnahmen | Aufhellung von Siedlungsstrukturen oder der Vegetation   |
|                   | global | Aufforstung von Wüstenflächen<br>Veränderung der Wasserchemie<br>Ozeandüngung (Nährstoffdüngung oder Umwälzung von Meerwasser)                    | Aufhellung von Wüstenflächen<br>Aufhellung mariner Wolken<br>Auflösung von Zirruswolken<br>Aerosolinjektion in die Stratosphäre<br>Maßnahmen im Weltraum |

zielle Umweltfolgen vorrangig auf das Einsatzgebiet beschränkte Ausmaße annehmen würden (während gleichzeitig ihre *intendierte* Wirkung, die Abkühlung der globalen Mitteltemperatur, natürlich globaler Natur ist). CE-Technologien dieser Kategorie ließen sich prinzipiell ohne grenzüberschreitende Nebenwirkungen und Gefahren für großflächige schädliche Umweltwirkungen anwenden. Als Beispiel können hier die CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der Luft mit anschließender CO<sub>2</sub>-Lagerung oder Maßnahmen zur Aufhellung von Siedlungsstrukturen genannt werden.

- CE-Technologien, die in Bezug auf ihren Anwendungsmaßstab sowie auf damit verbundene potenzielle Umweltfolgen grundsätzlich großskalige bis globale Ausmaße annehmen. Zum einen, weil der Wirkmechanismus eine globale Anwendung vorsieht, zum anderen, weil hierzu Stoffe in die Umwelt eingebracht werden, die sich unkontrolliert weiträumig bis global verteilen können. Zu nennen sind hier beispielsweise die Injektion von Aerosolen in die Stratosphäre oder die Ozeandüngung mit Eisen oder anderen Nährstoffen.

In Anlehnung an ihren Wirkungscharakter kann erste Technologiegrup-

pe als *lokale*, letztere als *globale* CE-Technologie bezeichnet werden.

Generell ist zu konstatieren, dass der technologisch-naturwissenschaftliche Erkenntnisstand zu den Wirkungen und Nebenwirkungen der verschiedenen Optionen des Climate Engineering gegenwärtig noch sehr beschränkt ist. Nach aktueller Kenntnislage wäre keines der bisher diskutierten CDR-Konzepte zu einer substantziellen Senkung der Erdtemperatur in der Lage. Gleichwohl könnten sich bestimmte CDR-Optionen perspektivisch zu sinnvollen und unter Umständen wichtigen Klimaschutzinstrumenten in Ergänzung zur Emissionsreduktion entwickeln (s. Beitrag im vorliegenden TAB-Brief S. 21 ff.). Hier erscheinen insbesondere die lokalen CDR-Technologien attraktiv, weil bei ihnen nur räumlich eingrenzbar und eher geringe Umweltnebenfolgen erwartet werden können. Für die globalen RM-Optionen kann auf Grundlage erster Computersimulationen vermutet werden, dass entsprechende Klimainterventionen eine (schnelle) Senkung der Durchschnittstemperatur der Erde um mehrere Grad Celsius bewirken könnten, allerdings global ungleichmäßig verteilt. Gleichzeitig käme es zu Veränderungen in anderen Klimavariablen, über deren Qualität, Umfang und regionale Ausprägung bisher wenig bzw. so gut wie nichts bekannt ist.

Grundsätzlich ist zu erwarten, dass globale CE-Maßnahmen, die von ihrer Anlage her einen großskaligen bis globalen Anwendungsmaßstab vorsehen, nur mit teils gravierenden ökologischen Nebenfolgen und damit tiefgreifenden Auswirkungen auf die Lebensbedingungen der Menschen durchführbar wären. Eine sozialwissenschaftliche Forschung, die den Blick auf gesellschaftliche Implikationen des Climate Engineering richtet, steht noch ganz am Anfang. Insgesamt ist es zurzeit höchst ungewiss, ob die ökologischen und sozialen Folgen einer großtechnischen Klimaintervention im Vergleich zur Situation ohne eine solche als geringer einzuschätzen sind. Es dürften noch Jahrzehnte an Forschung notwendig sein, um substanzielle Fortschritte bei der wissenschaftlichen Bewertung von Climate Engineering zu erzielen.

*Christoph Revermann*

## LITERATUR

Grünwald, R. (2008): Treibhausgas – ab in die Versenkung? Möglichkeiten und Risiken der Abscheidung und Lagerung von CO<sub>2</sub>. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag 25, Berlin

Köhler, P., Abrams, J.F., Völker, C., Hauck, J., Wolf-Gladrow, D.A. (2013): Geoengineering impact of open ocean dissolution of olivine on atmospheric CO<sub>2</sub>, surface ocean pH and marine biology. In: *Environmental Research Letters* 8(1), S. 014009

Koornneef, J., van Breevoort, P., Hamelinck, C., Hendriks, C., Hoogwijk, M., Koop, K., Koper, M., Dixon, T., Camps, A. (2012): Global potential for biomass and carbon dioxide capture, transport and storage up to 2050. In: *International Journal of Greenhouse Gas Control* 11(0), S. 117–132

Lehmann, J., Gaunt, J., Rondon, M. (2006): Bio-Char sequestration in ter-

restrial ecosystems – a review. In: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11(2), S. 395–419

Powell, H. (2008): Should we fertilize the ocean to reduce greenhouse gases? In: *Oceanus Magazine* 46(1), S. 14–17

Sabine, C.L., Feely, R.A., Gruber, N., Key, R.M., Lee, K., Bullister, J.L., Wanninkhof, R., Wong, C.S., Wallace, D.W.R., Tilbrook, B., Millero, F.J., Peng, T.-H., Kozyr, A., Ono, T., Rios, A.F. (2004): The oceanic sink for anthropogenic CO<sub>2</sub>. In: *Science* 305(5682), S. 367–371

Schmidt, H.P. (2012): Wälder in der Wüste pflanzen. In: *Ithaka Journal* 1/2012, S. 95–99

TAB (2012): Technische Optionen zum Management des CO<sub>2</sub>-Kreislaufs (Autoren: Caviezel, C., Grünwald, R.). Hintergrundpapier Nr. 18, Berlin

TAB (2014): Climate Engineering (Autoren: Caviezel, C., Revermann, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 159, Berlin

# DER SCHWIERIGE WEG ZU EINER EFFEKTIVEN REGULIERUNG VON CLIMATE ENGINEERING

TAB-BRIEF NR. 44 / SEPTEMBER 2014

Die Diskussionen über Climate Engineering wurden lange Zeit vorrangig vonseiten der Wissenschaft geführt, weitgehend unbeeinflusst von einer politischen Steuerung oder rechtlichen Rahmung. Vor diesem Hintergrund und unter dem Eindruck möglicher Umweltrisiken durch größere Feldversuche, zu denen einige in diesem Feld tätige Forschende bereits aufrufen, lässt sich verstärkt der politische Wille beobachten, den Entwicklungsprozess in diesem Technologiefeld nicht nur der Selbstverwaltung der Wissenschaft zu überlassen, sondern ihn einer politischen (und gesellschaftlichen) Kontrolle zu unterwerfen. Wie eine dieser Aufgabe gerecht werdende Regulierungsstruktur für die Erforschung, Entwicklung und gegebenenfalls spätere Anwendung von Climate Engineering ausgestaltet werden könnte, ist zurzeit allerdings noch weitgehend unklar.

Die Ansätze des Climate Engineering, insbesondere jene der Kategorie der globalen CE-Technologien, greifen in sensible Kreisläufe des Erdsystems ein. Daher würden die Erforschung und insbesondere eine prospektive Anwendung dieser Technologien mit beträchtlichen und grenzüberschreitenden Risiken für die Umwelt verbunden sein. Weil aber Climate Engineering bisher nur in sehr wenigen Staaten Gegenstand erster politischer Debatten war – ohne dass sich daraus allerdings eine tiefer gehende politische und gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema entwickelt hätte – und auch der bestehende Rechtsrahmen, abgesehen von einzelnen Ausnahmen, keine Vorgaben für den Umgang mit diesen Technologien liefert, bleibt offen, wer entsprechende Vorhaben genehmigen könnte und unter welchen Rahmenbedingungen sie durchzuführen wären, um unerwünschte Folgen soweit möglich zu vermeiden.

## DERZEIT WÜRD E EIN EINSATZ VON CLIMATE ENGINEERING NICHT GEGEN GELTENDES VÖLKERRECHT VERSTOSSEN

Dass der bestehende internationale Rechtsrahmen in den meisten Fällen keine Beurteilung der Zulässigkeit entsprechender Aktivitäten erlaubt, mag vor dem Hintergrund, dass die hier angedachten Eingriffe in die Natur die Anwendungsbereiche einer ganzen Reihe

von völkerrechtlichen Verträgen und Normen zum Schutz der Umwelt betreffen, erstaunen. Der simple Grund dafür ist, dass die meisten Regelungen des internationalen Umweltrechts zu einer Zeit verhandelt wurden, in welcher Climate Engineering ein nahezu unbekanntes Randthema der Klimawissenschaften war, und sie daher keine ausdrücklichen Bestimmungen hierzu enthalten bzw. für eine Anwendung auf die verschiedenen Ansätze des Climate Engineering häufig zu unbestimmt sind.

Dokumentieren lässt sich dies etwa am Beispiel der Klimarahmenkonvention und des dazugehörigen Kyoto-Protokolls. Weil es zwischen dem internationalen Klimaregime und Climate Engineering grundsätzlich eine sehr enge thematische Verknüpfung gibt, sollten daraus eigentlich klare Vorgaben oder zumindest wichtige Hinweise für den Umgang mit diesen Technologien erwartet werden können, was allerdings nicht der Fall ist. So ist es für RM-Technologien, die in den globalen Strahlungshaushalt eingreifen, bereits fraglich, ob diese überhaupt dasselbe Ziel wie die Klimarahmenkonvention verfolgen: Während RM-Technologien auf eine Reduktion der Erdtemperatur abzielen, ohne dabei die atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen zu verringern, ist es das formulierte Ziel der Klimarahmenkonvention, »die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche

anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird« (Artikel 2 der Klimarahmenkonvention). Die Zielsetzung der CDR-Technologien hingegen deckt sich mit jener der Klimarahmenkonvention; weil aber die meisten CDR-Ansätze vom konkreten Senkenbegriff des Kyoto-Protokolls nicht erfasst werden (dazu zählen Maßnahmen in den Bereichen Forst-, Acker- und Weidewirtschaft; Proelß/Güssow 2011), kann daraus auch keine Unterstützung für eine Realisierung konkreter CDR-Maßnahmen abgeleitet werden. Für die Zukunft sind Bestrebungen denkbar, bestimmte (z. B. die lokalen) CDR-Technologien in die flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls aufzunehmen, um Emissionsgutschriften für solche Maßnahmen zu erhalten. Dafür wäre allerdings eine Änderung des Kyoto-Protokolls bzw. eine Erweiterung des Senkenbegriffs in einem Post-Kyoto-Protokoll notwendig (Ecologic/Öko-Institut 2012, S. 43; IfW 2012, S. 20). (Über die Chancen, aber auch die Risiken einer solchen Entwicklung am Fallbeispiel der Aufforstung berichtet der Beitrag von C. Kehl in diesem Schwerpunkt, S. 27 ff.)

Darüber hinaus bestehen gegensätzliche Meinungen zur Frage, ob die Maßnahmen des Climate Engineering generell zu den Vorsorgemaßnahmen gezählt werden dürfen, zu deren Durchführung die Staaten durch die Klimarahmenkonvention aufgefordert werden, um den Ursachen von Klimaänderungen vorzubeugen. Gemäß dem Vorsorgegrundsatz soll dabei »[i]n Fällen, in denen ernsthafte oder nicht wieder gutzumachende Schäden drohen, [...] das Fehlen einer völligen wissenschaftlichen Gewissheit nicht als Grund für das Aufschieben solcher Maßnahmen dienen« (Artikel 3.3 der Klimarahmenkonvention). In Bezug auf Climate Engineering ist die Bedeutung des Vorsorgegrundsatzes jedoch ambivalent und eine Frage der Interpretation (Ecologic/Öko-Institut 2012, S. 30): Einerseits kann auf das wissenschaftlich unsichere, aber vermutlich

hohe Schadenspotenzial eines unkontrollierten Klimawandels verwiesen und im Sinne des Vorsorgegrundsatzes gefordert werden, dass zur Vermeidung potenzieller Klimawandelschäden die Erforschung und Entwicklung von Climate Engineering weiter voranzutreiben seien. Andererseits können die erheblichen Risiken und (unbeabsichtigten) Nebenfolgen dieser Technologien auf die Umwelt in Anschlag gebracht werden, die es nach dem Vorsorgegrundsatz zu vermeiden gilt; Climate Engineering trotz dieser Unwägbarkeiten dennoch zu ermöglichen, würde den eigentlichen Sinn des Vorsorgegedankens konterkarieren (Winter 2011).

Nicht anders als im Fall des internationalen Klimaregimes verhält es sich mit weiteren völkerrechtlichen Verträgen, die unter Umständen so ausgelegt werden könnten, dass bestimmte oder alle CE-Technologien in ihren Anwendungsbereich fallen, beispielsweise weil potenzielle Nebenfolgen entsprechender Aktivitäten eine unzulässige Beeinträchtigung der darin behandelten (Umwelt-)Schutzgüter verursachen. So könnte etwa die Injektion von Schwefel in die Atmosphäre im Sinne einer RM-Maßnahme die Ozonschicht schädigen, deren Schutz durch das Wiener Übereinkommen von 1985 völkerrechtlich geregelt ist. Wie eine im Rahmen des TAB-Projekts zu Climate Engineering durchgeführte Analyse zur Anwendbarkeit bestehender völkerrechtlicher Normen auf diese Technologien allerdings zeigt, sind die Inhalte der jeweiligen Regeln wie auch deren Zusammenspiel häufig zu unbestimmt und von zu geringem normativem Gehalt, als dass daraus unmittelbar klare Gebote oder Verbote für bestimmte Handlungen im Kontext des Climate Engineering abgeleitet werden könnten. Dazu kommt, dass es für eine konkrete und substantielle Beurteilung der Zulässigkeit entsprechender Aktivitäten derzeit noch an einer ausreichenden Wissensbasis über damit verbundene tatsächli-

che und mögliche Auswirkungen fehlt (TAB 2014, S. 117 ff.).

Dies bedeutet jedoch nicht, dass bestehende völkerrechtliche Verträge sich grundsätzlich nicht für eine Regelung von Climate Engineering heranziehen ließen. Eine Anwendung auf (bestimmte) CE-Aktivitäten könnte unter Umständen dann möglich sein, wenn eine vorangehende Klärung offener Auslegungsfragen und gegebenenfalls eine Anpassung der Regelungen durch die Vertragsstaaten der infrage stehenden Verträge stattfinden. So geschehen ist dies bislang aber erst in den Fällen der Londoner Abkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung sowie der Biodiversitätskonvention, deren Vertragsstaaten die Notwendigkeit für eine Regulierung (bestimmter) CE-Technologien früh erkannt und seit 2008 erste Schritte dazu unternommen haben. Der Auslöser dafür waren Versuche zur Düngung der Ozeane mit Eisen im Sinne einer Klimaschutzmaßnahme.

### FALLBEISPIEL OZEANDÜNGUNG

Der Ansatz einer Düngung der Ozeane mit Eisen oder anderen Nährstoffen nimmt unter den Ideen des Climate Engineering eine besondere Stellung ein: Zum einen handelt es sich dabei im Gegensatz zu den anderen global wirkenden Ansätzen des Climate Engineering nicht bloß um eine theoretische Idee, vielmehr wurde deren prinzipielle Wirksamkeit als Klimaschutzmaßnahme in den letzten 25 Jahren bereits mehrfach anhand von öffentlich finanzierten kleinskaligen Feldversuchen im offenen Ozean wissenschaftlich untersucht. Aus Sorge über mögliche Umweltschäden haben diese wiederholt zu kontroversen Diskussionen in der medialen und politischen Öffentlichkeit über die Notwendigkeit und Zulässigkeit entsprechender Versuche geführt, was die Vertragsstaaten der Londoner Abkommen zur Verhütung der Mee-

resverschmutzung sowie der Biodiversitätskonvention dazu veranlasste, das Thema Ozeandüngung auf ihre Agenda zu setzen. Zum anderen fanden zu diesem CE-Ansatz bereits mindestens drei privatwirtschaftlich durchgeführte Feldversuche statt, über deren Ergebnisse allerdings wenig bekannt ist. Private Forschungsaktivitäten im Kontext von Climate Engineering nähren die Befürchtung, dass potenziell gefährliche großskalige Feldversuche und gegebenenfalls sogar ein Einsatz dieser Technologien außerhalb einer staatlichen Kontrolle und ohne eine ausreichende Wissensgrundlage über mögliche Folgen solcher Handlungen stattfinden könnten.

Aber der Reihe nach: Wenn wie im hier betrachteten Fall Eisen oder andere Nährstoffe in die Ozeane eingebracht werden sollen, die potenziell zu einer Schädigung der Meeresumwelt führen, sind die Vorgaben des internationalen Meeresumweltrechts maßgeblich, hier konkret die Londoner Konvention zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen von 1972 sowie das dazugehörige Londoner Protokoll von 1996. Als die Abkommen verhandelt wurden, spielte Climate Engineering noch keine Rolle, und entsprechend nehmen sie keinen Bezug darauf. So erwiesen sich die in den Abkommen enthaltenen Regelungen auch als zu unpräzise, als es um die Frage der Zulässigkeit von Feldversuchen zur Ozeandüngung ging. Nicht nur war umstritten, ob die verwendeten Nährstoffe (in diesem Fall Eisen) überhaupt zu den durch die Londoner Abkommen erfassten Stoffen gezählt werden dürfen. Auch war unklar, ob eine Düngung der Ozeane grundsätzlich unter den Begriff des »Einbringens« gemäß den Bestimmungen der Abkommen fällt, laut welchen es sich nicht um das Absetzen von Stoffen zu einem anderen Zweck als der bloßen Beseitigung handelt. Weil aber bei der

Ozeandüngung die Nährstoffe nicht bloß beseitigt werden, sondern zur Anregung des Algenwachstums (und letztlich zur CO<sub>2</sub>-Fixierung im Ozean) beitragen sollen, lautete die entscheidende Frage, ob entsprechende Handlungen den Zielen der Abkommen zuwiderlaufen oder nicht, also insbesondere, ob sie frei von »nachteilige[n] Folgen wie etwa eine[r] Schädigung der lebenden Ressourcen und der Meeresökosysteme« (Art. 1 Abs. 10 Londoner Protokoll) sind. In dieser Lesart würden sämtliche Aktivitäten im Bereich der Ozeandüngung erlaubt bleiben, die nicht mit dem Schutz der Meeresumwelt in Konflikt stehen (Ginzky/Markus 2011, S. 473). Allerdings lässt die Beurteilung dessen, wann eine Aktivität das Schutzgut Meeresumwelt beeinträchtigt, einen großen Interpretationsspielraum offen, nicht zuletzt auch deshalb, weil über die umweltbezogenen Folgen einer Ozeandüngung noch so gut wie nichts bekannt ist (TAB 2014, S. 54 ff.).

Die offensichtlich unbefriedigende Rechtslage veranlasste die Vertragsstaaten der Londoner Konvention und des Londoner Protokolls 2008 zum Handeln. In einer gemeinsamen Resolution (LC-LP.1 2008) verständigten sie sich darauf, dass Aktivitäten im Bereich der Ozeandüngung in den Anwendungsbereich der beiden Abkommen fallen sowie den Zielen der Abkommen zuwiderlaufen und folglich nicht erlaubt werden sollen. Davon ausgenommen sollen lediglich »legitime« wissenschaftliche Forschungsvorhaben sein, wobei die Einstufung als legitim anhand eines zu erstellenden Bewertungsrahmens zu erfolgen habe, bis zu dessen Fertigstellung die Vertragsstaaten bei der Bewertung von Forschungsvorhaben mit »äußerster Vorsicht« vorgehen sollen (dazu und zum Folgenden Ginzky/Markus 2011, S. 473 ff.). Der angekündigte Bewertungsrahmen wurde zwei Jahre später durch eine zweite Resolution LC-LP.2 (2010) beschlossen und schreibt einen zweistufigen Bewer-

tungsprozess vor: Anhand von ausformulierten Kriterien wird zunächst die »Legitimität« eines Forschungsvorhabens geprüft. Gefordert wird, dass die geplante Forschungsaktivität ein geeignetes Peer-Review-Verfahren durchläuft und so gestaltet ist, dass deren Ergebnisse als Beitrag zur Wissenschaft gewertet werden können. Darüber hinaus müssen die Ergebnisse veröffentlicht werden, und weder darf die Ausgestaltung noch die Durchführung des Versuchs von ökonomischen Interessen beeinflusst sein. Falls das Vorhaben diese Kriterien erfüllt, erfolgt in einem zweiten Schritt eine umfassende Umweltverträglichkeitsprüfung. Außerdem soll die Zustimmung aller vom Forschungsvorhaben betroffenen Länder eingeholt werden.

Obschon die beiden Resolutionen einzig Aktivitäten im Bereich der Ozeandüngung behandeln und prinzipiell nur die Vertragsstaaten der Londoner Konvention und/oder des Londoner Protokolls ansprechen (derzeit hat nur rund die Hälfte aller Staaten mindestens eines der beiden Abkommen ratifiziert), haben sie durch ihren Modellcharakter eine enorme Bedeutung für die Bestrebungen, einen Regulierungsrahmen für Climate Engineering zu entwickeln. So wurde hier das Thema Climate Engineering nicht nur erstmals aus einem rein wissenschaftlichen Kontext heraus auf die internationale politische Ebene gehoben. Zudem nahmen die Vertragsstaaten der Biodiversitätskonvention (CBD), die mit zurzeit 193 Vertragsstaaten über nahezu universelle Geltung verfügt, explizit auf die Arbeit zur Ozeandüngung unter den Londoner Abkommen Bezug, als sie 2008 ihrerseits einen richtungsweisen Beschluss zur Ozeandüngung fällten. Dieser fordert die Vertragsstaaten und andere Regierungen dazu auf, dafür zu sorgen, dass keine Ozeandüngungsaktivitäten stattfinden, solange diese nicht durch eine ausreichende wissenschaftliche Basis zu rechtfertigen

sind und solange ein globaler, transparenter und effektiver Kontroll- und Regulierungsmechanismus für diese Aktivitäten fehlt. Davon ausgenommen sind wiederum lediglich kleinskalige Experimente innerhalb von Küstengewässern (Entscheidung IX/16 C der 16. Vertragsstaatenkonferenz der CBD). Zwei Jahre später weiteten die Vertragsstaaten diesen Beschluss auf alle Aktivitäten des Climate Engineering aus, die potenziell Auswirkungen auf die biologische Vielfalt haben könnten. Weil dies zumindest bei einer weitläufigen Anwendung aller bisher diskutierter Ansätze des Climate Engineering als sehr wahrscheinlich gelten darf, handelt es sich hierbei um den bis heute einzigen Beschluss auf internationaler Ebene, der prinzipiell alle CE-Technologien anspricht.

Zugleich jedoch sind die Beschlüsse unter der CBD im Vergleich zu jenen unter den Londoner Abkommen sehr vage und lassen einen großen Ermessensspielraum offen, zum Beispiel bei der Frage, was unter dem Begriff »kleinskalig« zu verstehen ist. Nichtsdestotrotz kommt diesen Beschlüssen eine enorme *politische* Bedeutung zu, die sich darin äußert, dass sie das Einverständnis von beinahe allen Staaten der Erde ausdrücken, da Entscheidungen der Vertragsstaatenkonferenz der CBD einstimmig erfolgen (Ecologic/Öko-Institut 2012, S. 39).

Anders verhält es sich dagegen mit der *rechtlichen* Bedeutung der völkerrechtlichen Entscheidungen zu Climate Engineering unter der Biodiversitätskonvention und den Londoner Abkommen. Dies wird etwa am Beispiel der Kontroversen um den deutsch-indischen LOHAFEX-Feldversuch zur Ozeandüngung mit Eisen deutlich, der im Frühjahr 2009 durchgeführt wurde (also noch vor Fertigstellung des Bewertungsrahmens für »legitime« wissenschaftliche Forschungsvorhaben). Verschiedene Umweltschutzorganisati-

onen stellten damals die Vereinbarkeit des Experiments mit den Beschlüssen unter den Londoner Abkommen und der Biodiversitätskonvention aus dem Jahr 2008 infrage. Das Bundesumweltministerium (BMU) nahm die Proteste zum Anlass für eine Beschwerde, worauf das für die Genehmigung zuständige Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) den Versuch zunächst aussetzte, ihn drei Wochen später jedoch auch entgegen dem weiterhin öffentlich artikulierten Widerstand des BMU wieder frei gab (IfW 2012, S. 80). Aus der rechtlichen Perspektive blieb dem BMBF auch keine andere Wahl, denn Beschlüsse der Vertragsstaatenkonferenzen entfalten im Falle der Londoner Abkommen und der Biodiversitätskonvention keine rechtliche Bindungswirkung. Und selbst wenn sie dies täten, hätte eine völkerrechtliche Regelung nicht ausgereicht, um ein verwaltungsrechtliches Verbot des Feldversuches zu begründen. Dafür bedarf es laut Artikel 59 des Grundgesetzes einer Übertragung der völkerrechtlichen Vorgaben in innerstaatliches Recht, was zwar für die von Deutschland ratifizierten Londoner Abkommen und die Biodiversitätskonvention geschehen ist, nicht aber für die hier relevanten Beschlüsse der Vertragsstaaten (Wolfrum 2009). Ein Verbot des LOHAFEX-Experiments durch deutsche Behörden wäre somit eine rein politische, nicht aber eine rechtliche Entscheidung gewesen.

Der schwachen Rechtswirkung ihrer Resolutionen durchaus bewusst, stand eine Fortsetzung der Arbeit hin zu einer rechtlich wirksameren Regulierung der Ozeandüngung schon 2011 auf der Agenda der Vertragsstaaten der Londoner Abkommen. Es ist bemerkenswert, mit welcher Geschwindigkeit dieses Ziel erreicht werden konnte: Bereits im Oktober 2013 einigten sich die Vertragsstaaten auf eine formelle Ergänzung des Londoner Protokolls, nach welcher alle Aktivitäten im Bereich der Ozeandün-

gung einem *rechtlich verbindlichen* Verbot mit Erlaubnisvorbehalt unterstellt werden, wobei die Möglichkeit für eine Genehmigung nur für solche Aktivitäten erwogen werden soll, bei denen es sich um legitime Forschungsvorhaben laut den Anforderungen der dafür relevanten Bewertungsrahmen handelt (dazu und zum Folgenden IMO 2013). Dass eine rechtlich verbindliche Regelung zumindest für Aktivitäten im Bereich der Ozeandüngung so schnell verhandelt werden konnte, dazu dürfte auch ein privat durchgeführter Versuch zur Ozeandüngung mit Eisen beigetragen haben, der sich 2012 vor der Küste Kanadas zugetragen hat (Kasten).

Sobald die Ergänzung des Londoner Protokolls in Kraft tritt (dafür muss sie von mindestens zwei Dritteln der Vertragsstaaten ratifiziert werden), stellen diese Neuregelungen die ersten und bisher einzigen rechtsverbindlichen völkerrechtlichen Vereinbarungen für den Umgang mit bestimmten CE-Aktivitäten

dar. Limitierend für die Bedeutung dieser Vereinbarungen ist allerdings, dass sie bisher einzig Forschungsaktivitäten im Bereich der Ozeandüngung behandeln und nach ihrem Inkrafttreten lediglich für die (derzeit 45) Vertragsstaaten des Londoner Protokolls rechtsverbindlich sein werden.

## FÜR EINE WIRKSAME REGULIERUNG MÜSSEN ALLE STAATEN AN EINEM STRANG ZIEHEN

In Bezug auf eine *explizite* völkerrechtliche Regelung von Climate Engineering ist damit bereits alles Wesentliche gesagt: Abgesehen von den eher vagen und nicht rechtsverbindlichen Beschlüssen der Vertragsstaaten der Biodiversitätskonvention existieren bislang keine spezifischen völkerrechtlichen Vorgaben für den Umgang mit Climate Engineering, mit der einzigen Aus-

### PRIVATER VERSUCH ZUR OZEANDÜNGUNG

Zur allgemeinen Überraschung der Öffentlichkeit und der Politik fand im Juli 2012 ein privatwirtschaftlich organisierter Feldversuch zur Ozeandüngung statt, der – gemessen an der ausgebrachten Menge an Eisen – alle bisherigen öffentlich finanzierten Experimente um ein Vielfaches übertraf. Bemerkenswert sind auch die Umstände, wie dieser Versuch zustande gekommen sein soll: Laut Medienberichten liehen die Bewohner eines Fischerdorfes einem Unternehmen 2,5 Mio. US-Dollar für die Durchführung der Eisendüngung, von welcher sie sich ein Wiedererstarken der Lachsbestände infolge des höheren Nahrungsangebots erhofften. Das Unternehmen beabsichtigte, das Darlehen durch den Verkauf von Emissionszertifikaten wieder zurückzuzahlen (Tollefson 2012). Das Experiment löste starke Reaktionen seitens der Medien und Umweltschutzorganisationen aus. Kritisiert wurde einerseits, dass die Verantwortlichen die Bewohner des Fischerdorfes vorsätzlich getäuscht hätten, zum einen in Bezug auf die Möglichkeiten für den Verkauf von Emissionszertifikaten (bestehende Emissionshandelssysteme sehen keine Zertifikate für Eisendüngungsaktivitäten vor) und zum anderen hinsichtlich möglicher ökologischer Konsequenzen, die verschwiegen worden seien (z. B. ETC Group 2013). Vor allem aber führte dieses Ereignis die Wirkungslosigkeit der zum Zeitpunkt des Versuchs maßgeblichen Beschlüsse der Vertragsstaaten der Londoner Abkommen und der Biodiversitätskonvention, zu welchen auch Kanada gehört, schmerzlich vor Augen. Gemäß den Kriterien des hier relevanten Bewertungsrahmens für »legitime« Forschungsvorhaben hätte der Versuch nicht stattfinden dürfen.

nahme für den Fall von Aktivitäten im Bereich der Ozeandüngung. Einen effektiven Regulierungsmechanismus insbesondere auch für Forschungsaktivitäten im Bereich der RM-Technologien gilt es also erst noch zu entwickeln.

Eine berechtigte Frage aber lautet, ob eine weiter gehende internationale Regulierung für die Erforschung oder gar Anwendung von Climate Engineering angesichts der Tatsache, dass es sich bei den meisten Ansätzen um nicht mehr als bloße Konzeptideen handelt, bereits heute notwendig erscheint bzw. angesichts großer Wissenslücken überhaupt der Sache dienlich wäre. Immerhin könnten nationale Gesetze und die Selbstverantwortung der Wissenschaft möglicherweise ausreichen, um eine verantwortungsvolle CE-Forschung einschließlich kleinskaliger Feldversuche sicherzustellen, welche die wissenschaftlichen Grundlagen für eine spätere, dafür aber adäquate und effektive Regulierung auf internationaler Ebene bereitstellen könnte.

Für eine frühzeitige internationale Regulierung (zumindest der CE-Forschung) sprechen allerdings mehrere Gründe (TAB 2014, S. 292 ff.):

> Erstens liegt es, wie es das Beispiel der Ozeandüngung mit Eisen sehr gut zu illustrieren vermag, in der Natur der meisten, zumindest aus einer technisch-apparativen Perspektive einfach umzusetzenden global wirkenden CE-Technologien, dass entsprechende Feldversuche mit einem vergleichsweise geringen Mehraufwand auf immer größere Skalen ausdehnbar sind. Damit könnten entsprechende Versuche schnell eine Größenordnung erreichen, bei welcher gravierende Umweltwirkungen und daraus gegebenenfalls resultierende politische Spannungen nicht mehr auszuschließen sind.

> Zweitens ist eine Regulierungsstruktur für die CE-Forschung auch zum Zweck einer internationalen Forschungskoordination sinnvoll und könnte dazu beitragen, dass nur unbedingt notwendige und »sichere« Feldversuche ausgeführt würden. Zudem würde eine frühe internationale Regulierung auch einer offenen und transparenten Erforschung dieses Technologiefeldes zuträglich sein, womit sich die Akzeptanz der Öffentlichkeit für entsprechende Aktivitäten steigern ließe.

> Drittens schließlich kann die CE-Forschung auch mit relevanten gesellschaftlichen und politischen Implikationen verbunden sein (TAB 2014, S. 256 ff.). So könnten frühe Regulierungsanstrengungen insbesondere durch die Erwartungen motiviert werden, die CE-Forschung führe zur Vernachlässigung der Emissionsreduktion (weil durch Climate Engineering das Problem des Klimawandels scheinbar gelöst scheint) oder durch Verselbstständigungsprozesse im Entwicklungsprozess zu einer nichterwünschten Anwendung der Technologien. Obschon es diesbezüglich bisher keine stichhaltigen empirischen Evidenzen gibt, könnte es sich als schwierig oder sogar unmöglich herausstellen, diese Effekte – wenn sie denn eintreten würden – durch eine erst spät einsetzende Regulierung noch aufzufangen.

Sofern ein gesellschaftlicher Konsens darüber erzielt werden sollte, Climate Engineering weiter zu verfolgen, stellt sich also die Frage, wie die Erforschung, Entwicklung und gegebenenfalls auch Anwendung von Climate Engineering gesteuert werden könnte, um damit verbundene negative Folgen für die Umwelt und die Gesellschaft zu minimieren bzw. zu vermeiden. Auf diese Frage gibt es noch keine klaren Antworten, weil bisher nur schemen-

hafte Vorstellungen darüber existieren, wie ein effektiver Regulierungsmechanismus für Climate Engineering aussehen könnte bzw. müsste. Die noch stark wissenschaftlich geprägte Debatte darüber beschränkt sich vorrangig auf die Formulierung von generellen Anforderungen an eine entsprechende Regulierung sowie auf die Diskussion der Vor- und Nachteile möglicher Optionen zu ihrer institutionellen Ausgestaltung unter vorhandenen (z. B. im Rahmen einer Weiterentwicklung der bereits geleisteten Arbeit unter den Londoner Abkommen oder der Biodiversitätskonvention) oder unter neu zu schaffenden Regimen (z. B. im Rahmen eines neuen Protokolls unter der Klimarahmenkonvention speziell zu Climate Engineering). Entsprechende Vorschläge greifen meist abstrakte Prinzipien wie eine transparente Forschung, eine unabhängige Bewertung von Forschungsvorhaben und -ergebnissen sowie die Beteiligung der Öffentlichkeit auf (TAB 2014, S. 287 ff.).

Bevor sich die Diskussionen allerdings an Einzelheiten einer konkreten institutionellen Ausgestaltung festbeißen, sollte die Aufmerksamkeit zunächst auf einen weit wichtigeren Aspekt eines effektiven Regulierungsmechanismus für Climate Engineering gerichtet werden. Eine der wichtigsten Funktionen einer wirksamen Regulierung nämlich sollte in der Vermeidung von aus wissenschaftlicher oder globaler Perspektive unverantwortlichen bzw. unerwünschten CE-Aktivitäten durch einzelne Staaten oder nichtstaatliche Akteure liegen. So ist es, wie dies am Beispiel einer Ozeandüngung mit Eisen ersichtlich wird, für die meisten der global wirkenden CE-Technologien charakteristisch, dass sie aufgrund ihrer vergleichsweise einfachen technischen und – gemessen an ihren Einsatzkosten – wirtschaftlichen Realisierbarkeit auch von einzelnen maßgeblichen Staaten, kleinen Gruppen von Staaten oder – wie im Fall der Ozeandüngung

bereits geschehen – sogar von privaten Akteuren erprobt oder gar zum Einsatz gebracht werden könnten. Dazu kommt, dass mit einem vergleichsweise geringen technischen Aufwand und Ressourceneinsatz eine große Wirkung erzielt werden kann, entsprechende Handlungen zugleich aber auch ein beträchtliches Risiko für schädliche Umweltwirkungen in sich bergen.

Während unerwünschte CE-Aktivitäten durch private Akteure – sofern die Regulierung spezifische Pflichten für die Staaten im Umgang mit entsprechenden Handlungen enthält – vergleichsweise einfach zu unterbinden wären (indem etwa staatliche Behörden die zur Durchführung von Climate Engineering notwendigen Infrastrukturen wie Schiffe, Fluggeräte oder Anlagen beschlagnahmen würden, um so einen längerfristigen Einsatz dieser Technologien zu verhindern), dürfte es aus einer rechtlichen Perspektive weit schwieriger sein, potenzielle staatliche Alleingänge zu bewältigen. Im Vergleich zur Situation in den bisherigen Klimaverhandlungen stellt sich hier eine besondere Herausforderung: Während sich der globale Treibhausgasausstoß nur gemeinsam verringern lässt und es letztlich im Interesse eines jeden Staates liegt, sich an den Reduktionsbemühungen zu beteiligen, bringt es der Charakter von CE-Technologien mit sich, dass durch sie das Klimaproblem möglicherweise auch im Alleingang bzw. von einer Gruppe dazu entschlossener Staaten mit ähnlichen Interessen ohne internationalen Abstimmungsprozess angegangen werden könnte.

Vor diesem Hintergrund ist es eine wichtige Überlegung, welche alternativen Motive und Anreize inhaltlicher oder formaler Art eine CE-Regulierung bieten könnte, um ihre Attraktivität zu erhöhen und so möglichst viele bzw. alle Staaten in die Regulierung einzubinden. Ansonsten könnte näm-

lich der Fall eintreten, dass sich nur diejenigen Staaten daran beteiligen, die ohnehin eine verantwortungsvolle und risikoorientierte Herangehensweise an dieses Technologiefeld verfolgen, während andere Staaten mit einer technikfreundlicheren und risikofreudigeren politischen Kultur, die sich aus einer Anwendung von Climate Engineering möglicherweise Vorteile erhoffen, nicht mitmachen würden, um sich die Option für einen späteren Einsatz dieser Technologien zu ihrem eigenen Nutzen (und möglicherweise auf Kosten der anderen Staaten) offen zu halten.

Ein möglicher Ansatz in diesem Zusammenhang könnte sein, dass – wie im Fall der Beschlüsse zu Climate Engineering im Rahmen der Biodiversitätskonvention – eher allgemein gehaltene und/oder rechtlich nichtbindende Regelungen anstelle von sehr konkreten und rechtlich bindenden Regelungen angestrebt werden, um die Hürden für eine Zustimmung zu senken. Allerdings würde ein solches Vorgehen zulasten der Effektivität der Regulierung gehen, da vage, leitlinienhafte Regelungen einen weiten Umsetzungsspielraum für die Staaten offen lassen. Auch könnte es sich etwa als vorteilhaft erweisen, Auflagen an die einzelnen Staaten, die mit einem geringen Kosten- oder Ressourcenaufwand einhergehen, gegenüber jenen zu bevorzugen, die nur durch aufwendige und teure Maßnahmen eingehalten werden können. So hätte – nach dem Vorbild der Regulierung der Ozeandüngung – eine generelle völkerrechtlich vereinbarte Pflicht zur Durchführung von vorherigen Umweltverträglichkeitsprüfungen vermutlich eine höhere Wirkung als ein striktes Verbot entsprechender Forschungsaktivitäten, das durch die Staaten nur durch aufwendige Überwachungsmaßnahmen kontrollierbar wäre.

Offensichtlich ist das Ziel, einen für alle akzeptablen Regulierungsrahmen

zu entwickeln, nicht unbedingt vereinbar mit dem Ziel einer effektiven Regulierung mit strengen und rechtsverbindlichen Regeln und Pflichten an die einzelnen Staaten, die möglicherweise notwendig wäre, um potenziell gefährliche CE-Aktivitäten mit Sicherheit zu verhindern – die aber zugleich die Souveränität der Staaten in Bezug auf dieses Technologiefeld einschränken würde. Aufgrund der speziellen Merkmale der global wirkenden CE-Technologien ist allerdings mit einem schwachen, dafür aber für alle Staaten geltenden Regelungsmechanismus für Climate Engineering vermutlich mehr gewonnen als mit einer strikten Regulierung, an die sich einige Staaten nicht gebunden fühlen. Eine zentrale Aufgabe auf dem weiteren Weg zu einer effektiven Regulierung von Climate Engineering wird es daher sein, ein gemeinsames Vorgehen unter Einbezug aller Staaten zu ermöglichen. Dafür gilt es, die unterschiedlichen Interessen- und Motivlagen der verschiedenen Länder zu Climate Engineering zu verstehen und in Einklang zu bringen. Bei dieser Aufgabe könnte Deutschland durch sein politisches Gewicht und seine Vorreiterrolle beim Klimaschutz, aber auch durch seine Eigenschaft als eine der führenden Forschungsnationen im Bereich des Climate Engineering eine wichtige Rolle spielen.

*Claudio Caviezel*

## LITERATUR

Ecologic, Öko-Institut (Ecologic Institut gemeinnützige GmbH, Öko-Institut e.V.) (2012): Regulierung, Bewertung und öffentlicher Diskurs von Geoengineering-Eingriffen. Teilgutachten I: Rechtliche Rahmenbedingungen und Regulierungserfordernisse (Autoren: Bodle, R., Barth, R., Homann, G., Schiele, S., Schöne, R., Schulze, F., Teden, E.). Berlin

- ETC Group (2013): Informational backgrounder on the 2012 Haida Gwaii iron dump. [www.etcgroup.org/content/informational-backgrounder-2012-haida-gwaii-iron-dump](http://www.etcgroup.org/content/informational-backgrounder-2012-haida-gwaii-iron-dump) (28.8.2014)
- Ginzky, H., Herrmann, F., Kartschall, K., Leujak, W., Lipsius, K., Mäder, C., Schwermer, S., Straube, G. (2011): Geo-Engineering. Wirksamer Klimaschutz oder Größenwahn? Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
- Ginzky, H., Markus, T. (2011): Die Regulierung von Climate Engineering-Maßnahmen – Modellüberlegungen am Beispiel der Meeresdüngung. In: Zeitschrift für Umweltrecht 10/2011, S. 472–480
- IfW (Institut für Weltwirtschaft) (2012): Regulierung, Bewertung und öffentlicher Diskurs von Climate-Engineering-Eingriffen (Autoren: Barben, D., Dovern, J., Goeschl, T., Harnisch, S., Heyen, D., Janich, N., Klepper, G., Maas, A., Matzner, N., Proelß, A., Reichwein, D., Rickels, W., Scheffran, J., Uther, S.). Kiel
- IMO (International Maritime Organization) (2013): Marine geoengineering including ocean fertilization to be regulated under amendments to international treaty. Briefing 45, [www.imo.org/MediaCentre/PressBriefings/Pages/45-marine-geoengineering.aspx](http://www.imo.org/MediaCentre/PressBriefings/Pages/45-marine-geoengineering.aspx) (28.8.2014)
- LC-LP.1 (2008): Resolution LC-LP.1 (2008) on the Regulation of Ocean Fertilization. [www.who.edu/fileserver.do?id=56339&pt=10&p=39373](http://www.who.edu/fileserver.do?id=56339&pt=10&p=39373) (28.08.2014)
- LC-LP.2 (2010): Resolution LC-LP.2(2010) on the assessment framework for scientific research involving ocean fertilization. [www.imo.org/blast/blastData.asp?doc\\_id=14100&filename=2.doc](http://www.imo.org/blast/blastData.asp?doc_id=14100&filename=2.doc) (28.8.2014)
- Proelß, A., Güssow, K. (2011): Climate Engineering: Instrumente und Institutionen des internationalen Rechts. Trier
- TAB (2014): Climate Engineering (Autoren: Caviezel, C., Revermann, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 159. Berlin
- Tollefson, J. (2012): Ocean-fertilization project off Canada sparks furore. In: Nature 490, S. 458–459
- Winter, G. (2011): Klima-Engineering: last exit oder exitus? In: Zeitschrift für Umweltrecht 10/2011, S. 458–466
- Wolfrum, R. (2009): Zusammenfassung der Gutachten zum deutsch-indischen LOHAFEX-Experiment im Südwestatlantik sowie abschließendes Votum. Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht. [www.bmbf.de/\\_media/press/Univ\\_Heidelberg\\_zu\\_LOHAFEX.pdf](http://www.bmbf.de/_media/press/Univ_Heidelberg_zu_LOHAFEX.pdf) (28.8.2014)

# BEURTEILUNG VON CLIMATE ENGINEERING IM GESELLSCHAFTSPOLITISCHEN DISKURS

Bis vor kurzem war Climate Engineering (CE) fast ausschließlich Gegenstand (natur)wissenschaftlicher Erörterungen, während die Öffentlichkeit nur wenig Anteil an den Debatten hatte. Eine nationale und internationale gesellschaftspolitische Debatte wäre aber nicht nur notwendig, um die Aufmerksamkeit des lange Zeit von einem stark lösungsorientierten Ansatz geprägten wissenschaftlichen Diskurses – der insbesondere Fragen nach der Effektivität, der technischen Machbarkeit und möglichen Umweltrisiken des Climate Engineering nachgeht – stärker auf die potenziellen gesellschaftlichen Implikationen dieser Strategien zu lenken. Es geht auch darum, mögliche Problemlagen, die sich bereits im Rahmen der sich verstärkenden allgemeinen Diskussion über Climate Engineering bzw. sich intensivierenden Forschungsanstrengungen ergeben könnten, rechtzeitig zu erkennen und anzugehen, bevor die Folgen dieser Entwicklung möglicherweise nichtrevidierbare Fakten geschaffen haben.

Letztlich dürfen Entscheidungen darüber, ob und wie Climate Engineering weiter erforscht, entwickelt und gegebenenfalls eingesetzt werden soll, nicht nur von der Wissenschaft autonom getroffen werden; dies obliegt der Gesellschaft als Ganzes. Vor diesem Hintergrund sollte das Thema Climate Engineering mit all seinen Aspekten und Facetten auch von der Politik aktiv aufgegriffen und besetzt werden, um damit die weitere Entwicklung proaktiv mitgestalten zu können. Dies ist nicht zuletzt auch deswegen von Bedeutung, weil durch das aktuelle und explizite Aufgreifen des Themas durch den Weltklimarat IPCC (2013) nunmehr eine Aufwertung von Climate Engineering sowie eine erhöhte Medienaufmerksamkeit erwartet werden kann.

## BEGRÜNDUNGEN UND BEURTEILUNGEN VON CLIMATE ENGINEERING

Das Handlungsspektrum der bisherigen Klimapolitik ist stark begrenzt: Einerseits wird versucht, durch die Reduktion der anthropogenen Emissionen den weiteren Anstieg der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen zu bremsen, wodurch der Klimawandel verlangsamt bzw. aufgehalten werden könnte. Gelingt dies jedoch nicht

hinreichend schnell und in ausreichendem Maße, bleibt nur noch der Versuch, die dann unvermeidlich eintretenden Folgen des Klimawandels durch Anpassungsmaßnahmen für menschliche und natürliche Systeme so erträglich wie möglich zu gestalten.

Die Optionen des Climate Engineering würden den klimapolitischen Handlungsspielraum (fundamental) erweitern, denn die Reduktion globaler Treibhausgasemissionen wäre nicht länger die alternativlose Option zur Eindämmung des Klimawandels. In Anbetracht dessen haben sich insbesondere drei in ihrem Charakter unterschiedliche Begründungslinien für die Notwendigkeit der Erforschung und gegebenenfalls Anwendung von Climate Engineering herauskristallisiert:

- > Ohne die ergänzende Anwendung von CE-Technologien können angesichts der bislang und möglicherweise auch künftig ausbleibenden Erfolge bei der Emissionsreduktion die klimapolitischen Ziele nicht erreicht werden.
- > Schnellwirkende RM-Technologien sollten für den klimatischen Notfall vorgehalten werden, um eine möglicherweise unmittelbar bevorstehende Klimakatastrophe noch abwenden zu können.
- > Gegenüber den bisherigen Reduktions- und Anpassungsmaßnahmen

bietet eine auf CE-Technologien basierende Klimapolitik ökonomische Vorteile.

Im Folgenden soll die Plausibilität dieser Begründungen kurz beleuchtet werden. Dabei müssen die ihnen zugrunde liegenden empirischen und (teils verborgenen) normativen Annahmen explizit offengelegt werden, da nur so eine transparente Diskussion und eine fundierte gesellschaftliche und politische Meinungsbildung über Climate Engineering möglich sind. Als Schwierigkeit erweist sich hierbei, dass die verschiedenen Positionen teils auf einer noch sehr unsicheren naturwissenschaftlichen Wissensbasis, auf unterschiedlichen Zukunftsprojektionen sowie auf verschiedenen Motiv- und Interessenlagen und gesellschaftspolitischen Kontexten beruhen. Insofern befindet sich der wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Prozess, das aufkommende Technologiefeld Climate Engineering einer seriösen Beurteilung zu unterziehen, noch am Anfang.

## ÖKONOMISCHE ASPEKTE DES CLIMATE ENGINEERING

Die ökonomischen Dimensionen des Klimawandels stehen seit dem sogenannten »Stern-Bericht« stärker im Fokus. Dieser setzte die Kosten einer ambitionierten Emissionsreduktionsstrategie in Beziehung zu ihrem Nutzen, der in der Vermeidung der Folgen des Klimawandels und den daraus resultierenden gesamtwirtschaftlichen Kosten besteht. Danach beliefen sich die Kosten der Emissionsreduktion auf rund 1% des jährlichen globalen Bruttoinlandsprodukts (BIP), während ein unkontrollierter Klimawandel zu einem permanenten Verlust von 5 bis 20% des globalen BIP führte, wie es im Szenario ohne Klimawandel erzielbar wäre (Stern 2007, S. vi). Eine häufig vorgebrachte Argumentation für die Notwendigkeit bzw. Sinnhaftigkeit von Climate Engineering lautet nun,

dass sich die Maßnahmen des Climate Engineering gegenüber den herkömmlichen Reduktions- und Anpassungsmaßnahmen als viel kosteneffizienter darstellen.

Um die Plausibilität dieser Argumentation zu überprüfen, sind zunächst die Kosten- und Nutzendimensionen von CE-Technologien zu definieren. Ihr Nutzen besteht primär darin, einen gefährlichen Klimawandel zu vermeiden. Dieses Ziel lässt sich mit Technologien des Carbon Dioxide Removal (CDR), die zumindest in Bezug auf CO<sub>2</sub> wie die Emissionsreduktion an den Ursachen des Klimawandels ansetzen, prinzipiell erfüllen. Auch wirken CDR-Technologien wie Emissionsreduktionsmaßnahmen nachhaltig, da eine einmal erreichte CO<sub>2</sub>-Entlastung der Atmosphäre auch dann erhalten bleibt, wenn die Maßnahmen nicht fortgeführt werden (eine sichere und dauerhafte CO<sub>2</sub>-Lagerung vorausgesetzt). Im Unterschied dazu können Technologien des Radiation Managements (RM) den Klimawandel nur partiell eindämmen, bestenfalls können die temperaturbedingten Folgen moduliert werden. Auch entfalten RM-Technologien ihren potenziellen Nutzen nur für den Zeitraum ihrer Anwendung – werden die Aktivitäten eingestellt, erreicht das Klima innerhalb weniger Jahre wieder seinen »Ausgangszustand«. Ein bedeutender Vorteil der RM-Technologien wird dagegen in deren Potenzial gesehen, innerhalb weniger Jahre eine deutliche Senkung der globalen Mitteltemperatur herbeiführen zu können. Damit kann ihr Nutzen auch darin bestehen, kurzfristig einen unerwartet hohen Temperaturanstieg zu kompensieren bzw. das Überschreiten von kritischen Schwellenwerten zu vermeiden (Rickels et al. 2011, S.67).

Zu den Kosten von CDR- und RM-Technologien sind zunächst die direkten Kosten zu zählen, d. h. die variablen Kosten für den laufenden Betrieb

der jeweiligen Maßnahmen sowie die Kapitalkosten für die notwendigen Investitionen in die Anlagen und Infrastruktur. Zusätzlich zu den betriebswirtschaftlichen müssen die gesamtwirtschaftlichen Kosten berücksichtigt werden, d. h. die sogenannten externen Kosten oder Externalitäten, die sich aus den nichtintendierten (negativen *und* positiven) Nebenfolgen ergeben. Ökonomische Analysen, die externe Effekte nicht oder nur unzureichend berücksichtigen, liefern nur ein verzerrtes Bild, da die infrage stehenden Handlungsalternativen tatsächlich entweder mit höheren (bei negativen Externalitäten) bzw. niedrigeren Kosten (bei positiven Externalitäten) verbunden sein können (Klepper/Rickels 2011, S. 56). Offensichtlich verringert sich die Aussagekraft solcher Analysen mit zunehmendem Umfang der zu erwartenden Nebenfolgen, also insbesondere im Kontext der global wirkenden CE-Technologien.

Grundsätzlich handelt es sich um eine sehr anspruchsvolle (und bisher ungelöste) Aufgabe, die verschiedenartigen Nutzendimensionen der diversen CE-Technologien möglichst erschöpfend in einem konsistenten Verfahren zu erfassen und zu quantifizieren (typischerweise in Geldeinheiten), um sie einer Kosten-Nutzen-Analyse zugänglich zu machen. Aber auch die tatsächlichen Kostenimplikationen einer Anwendung von Climate Engineering sind zurzeit sehr ungewiss. Vor allem im Kontext der globalen CE-Technologien erlaubt es der noch sehr beschränkte Kenntnisstand zu möglichen (negativen und positiven) Nebenfolgen derzeit nicht, dass aktuelle Kostenschätzungen über sehr einfache und vorläufige Überlegungen hinausgehen. Angesichts der potenziell weitreichenden Konsequenzen einer Anwendung globaler CE-Technologien ist allerdings zu bezweifeln, dass es jemals möglich sein wird, *sämtliche* CE-induzierten Effekte umfassend und genau quantitativ abzubilden und in die

ökonomische Bewertung zu integrieren (IfW 2012, S. 57). Für lokale CE-Technologien, die von begrenzter Komplexität sind, könnte eine ökonomische Bewertung unter Einbezug aller Externalitäten möglicherweise zu bewerkstelligen bzw. auch durchaus sinnvoll sein – allerdings wären hierfür die Datengrundlagen deutlich zu verbessern.

Insgesamt kann somit konstatiert werden, dass die derzeit vorherrschenden Wissenslücken über die tatsächlichen Wirkungen dieser Technologien in keiner Weise erlauben, die monetären Dimensionen möglicher CE-induzierter Externalitäten adäquat abzubilden. Vor diesem Hintergrund und aufgrund des noch sehr diffusen Nutzenbegriffs können die bisher erstellten Kosten-Nutzen-Analysen daher nicht als belastbar angesehen werden. Aber selbst wenn zukünftige Forschungsanstrengungen die Grundlagen für substantziellere Kosten-Nutzen-Vergleiche zwischen einer prospektiven Anwendung von Climate Engineering und Maßnahmen der Emissionsreduktion und Anpassung an die Folgen des Klimawandels liefern sollten, wäre eine Legitimierung von Climate Engineering auf alleiniger Grundlage einer ökonomischen Bewertung sehr problematisch. Vielmehr müssen ökonomische Analysen – wie in anderen Politikfeldern auch – als Entscheidungshilfen nebst anderen Kriterien im Rahmen eines breiteren Abwägungsprozesses angesehen werden (vgl. TAB 2014).

### CLIMATE ENGINEERING ALS (NOTWENDIGE) OPTION ZUR ERREICHUNG DES 2-°C-ZIELS

Eine andere Begründung für die Notwendigkeit von Climate Engineering lautet, dass klimapolitische Zielsetzungen (z. B. das 2-°C-Ziel) nur noch erreicht werden können, sofern (gegebenenfalls ergänzend zur Emissionsreduktion) geeignete CE-Technologien zum Einsatz gelangen. So kann mit

Blick auf aktuelle Klima- und Emissionsprojektionen zurzeit nicht ausgeschlossen werden, dass bestimmte (lokale) CDR-Technologien perspektivisch zu wichtigen Komponenten einer ambitionierten Klimaschutzpolitik avancieren könnten.

Tatsächlich eröffnen CDR-Technologien einen weiteren bzw. anderen hypothetischen Verlauf einer mit dem 2-°C-Ziel konformen Emissionsentwicklung. Falls sich diese Technologien im dafür notwendigen Umfang technisch und ökonomisch realisieren ließen, würden die dadurch induzierten negativen CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht nur deutlich höhere Reduktionsraten hinsichtlich der jährlich in die Atmosphäre eingetragenen CO<sub>2</sub>-Menge erlauben (indem ein Teil der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Anwendung der CDR-Maßnahmen kompensiert wird), sondern es wäre theoretisch auch möglich, dass zu einem späteren Zeitpunkt der Atmosphäre insgesamt mehr CO<sub>2</sub> entzogen als zugeführt wird (negative CO<sub>2</sub>-Nettoemissionen), um auf diese Weise ein bereits überzogenes Globalbudget wieder auszugleichen (Abb.).

Generell ist zu konstatieren, dass eine prospektive Anwendung von CDR-Technologien in klimaökonomischen Szenarien bereits als eine zweckdienliche und genehme Handlungsoption eingeführt wurde und genutzt wird. Die Perspektive auf eine substanzielle

Anwendung dieser Technologien sollte allerdings nicht zu falschen Schlüssen über die kurz- bis mittelfristig erforderliche Reduktion des globalen Ausstoßes an Treibhausgasen führen – etwa dahingehend, dass dringend erforderliche Reduktionsbemühungen nicht unverzüglich angegangen, sondern in die Zukunft verschoben werden (können). Denn gegenwärtig kann nicht beurteilt werden, ob CDR-Maßnahmen im erforderlichen Umfang überhaupt realisierbar sind oder nicht. Nicht nur ist die technische und ökonomische Realisierbarkeit der Technologien keineswegs sichergestellt, auch geht es hier um Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz solcher Maßnahmen. Falls sich zu einem späteren Zeitpunkt herausstellen würde, dass das Potenzial dieser Technologien überschätzt wurde oder sich die Realisierbarkeit infolge mangelnder Akzeptanz oder technischer Probleme als unmöglich erweist, könnte dies zu einer Situation führen, dass – möglicherweise unwiderruflich – keines der ursprünglich anvisierten Klimaziele erreicht werden kann (oder dann RM-Technologien zum Einsatz gebracht werden müssten).

Daraus können zwei wichtige Folgerungen abgeleitet werden:

- Zum einen sollten aus klimaökonomischen Szenarien, die auf der Option negativer CO<sub>2</sub>-Emissionen beruhen, keine politischen Emis-

sionsreduktionsziele abgeleitet werden, es sei denn, die infrage stehenden CDR-Technologien können mit einer hinreichend großen Wahrscheinlichkeit innerhalb eines definierten Zeithorizonts einsatzbereit zur Verfügung stehen und im erforderlichen Umfang eingesetzt werden.

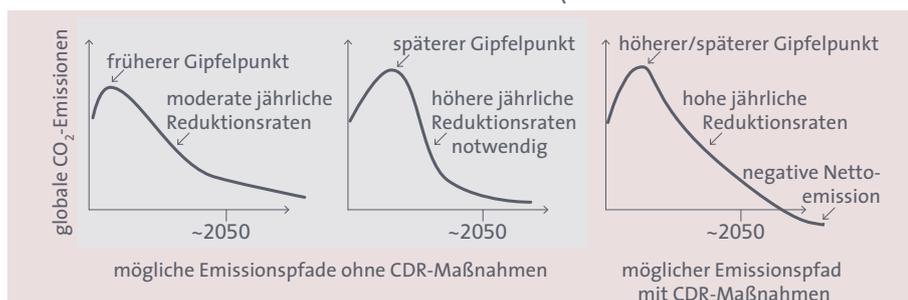
- Zum anderen ist eine frühzeitige politische Debatte darüber notwendig, ob bzw. unter welchen Bedingungen (bestimmte) CDR-Technologien überhaupt als opportune klimapolitische Handlungsoptionen gelten sollen bzw. dürfen.

### CLIMATE ENGINEERING ALS VORSORGE BZW. NOTFALLTECHNOLOGIE

Die Argumentation, dass schnell wirkende und effektive CE-Technologien als »Notfalltechnologien« zur Einsatzbereitschaft geführt werden sollten, um damit gegebenenfalls eine drohende Klimakatastrophe abwenden zu können, gehört zu einer der weitverbreitetsten Begründungen für die Entwicklung und eventuelle Anwendung von Climate Engineering.

Diese Argumentation erscheint auf den ersten Blick plausibel und attraktiv, bei näherer Betrachtung allerdings erweist sie sich – zumindest aus der heutigen Perspektive – als problematisch (DUENE 2011, S. 123 ff.). So bleibt beispielsweise unklar, wann genau der Zeitpunkt gekommen ist, der einen Einsatz von Climate Engineering rechtfertigen würde: Ist ein Einsatz zulässig, wenn häufiger auftretende Dürren zu wirtschaftlichen Einbußen bzw. Engpässen bei der Nahrungsmittelversorgung führen, oder erst dann, wenn große Bevölkerungsteile von Hunger und Tod bedroht sind? Insofern bedarf die Begründung einer Spezifizierung dessen, was genau unter einer unmittelbar bevorstehenden Klimakatastrophe zu verstehen ist. Fehlt diese, könnten

ABB. SCHEMATISCHE DARSTELLUNG VERSCHIEDENER EMISSIONSPFADE ZUR EINHALTUNG DES 2-°C-ZIELS (OHNE BZW. MIT CDR-MASSNAHMEN)



Eigene Darstellung nach UNEP 2010, S. 11

beispielsweise Staaten, die sich Vorteile aus einer CE-Intervention versprechen, die Argumentation zur Rechtfertigung eines aus der globalen Perspektive unnötig erscheinenden Einsatzes von Climate Engineering missbrauchen. Darüber hinaus ist eine Spezifizierung auch deshalb notwendig, um anhand von Klimamodellierungen oder empirischen Methoden überhaupt belegen zu können, dass Climate Engineering (bzw. dessen Folgen) gegenüber den Gegebenheiten einer Klimakatastrophe *tatsächlich* das »kleinere Übel« darstellt. Weiterhin stellt sich angesichts der Schwierigkeiten, nichtlineare Klimaeffekte wie das Überschreiten eines Kippunktes zu modellieren bzw. überhaupt vorhersagen zu können, die prinzipielle Frage, ob eine bevorstehende Klimakatastrophe rechtzeitig antizipiert werden könnte, um sie durch spezifische Maßnahmen des Climate Engineering noch verhindern zu können.

Ein nicht unproblematischer Aspekt der Argumentation ist auch darin zu sehen, dass bereits die Vorbereitung auf die Notfallsituation einen erheblichen Einfluss auf deren Eintrittswahrscheinlichkeit und damit auf Entscheidungsalternativen haben könnte. Denn schon die Entwicklung von CE-Technologien könnte zu einer Verringerung der Bemühungen zur Emissionsreduktion Anlass geben, weil durch ein solches Vorgehen die Gefahr eines gefährlichen Klimawandels potenziell abwendbar scheint. Sollte sich eine solche Entwicklung tatsächlich bewahrheiten, ist es prinzipiell fraglich, ob durch die Herstellung der Einsatzbereitschaft von schnell wirkenden CE-Technologien der intergenerationellen Gerechtigkeit in ausreichendem Maße Rechnung getragen werden kann, oder ob es vielmehr notwendig wäre, die Anstrengungen zur Emissionsreduktion massiv zu erhöhen (etwa durch einen unverzüglichen Umbau des Energiesystems auf eine emissionsfreie Energieversorgung).

Denn nicht die heutigen, sondern aller Voraussicht nach die künftigen Generationen werden mit der antizipierten Klimakatastrophe konfrontiert, deren Ursache aber im Lebensstil der Generationen des 20. und frühen 21. Jahrhunderts zu suchen ist und die durch heutiges Verhalten möglicherweise noch zu verhindern wäre.

## GESELLSCHAFTSPOLITISCHE GESTALTUNG DER DISKURSE ZU CLIMATE ENGINEERING

Ausgangspunkt für eine gesellschaftspolitische Gestaltung des Themenfeldes Climate Engineering ist ein möglichst weitreichender Meinungsbildungsprozess über die Sinnhaftigkeit oder gegebenenfalls auch Notwendigkeit der (weiteren) Erforschung und Entwicklung (bestimmter) CE-Technologien. Dies wiederum beinhaltet die Erörterung überzeugender Argumente und Begründungen zum klimapolitischen Nutzen entsprechender Technologien sowie eine Abwägung des Nutzens gegenüber gesamtgesellschaftlichen Risiken einer auf CE-Ansätzen basierenden Klimaschutzpolitik. Dazu ist eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Ansätze des Climate Engineering notwendig.

### NUTZEN-RISIKEN-DISKURS

Ein zentraler Aspekt für eine Beurteilung von *lokalen CDR-Technologien* ist etwa, dass diese gebietsbezogen einsetzbar und absehbar wohl nur mit räumlich eingrenzenden und eher geringen Umweltnebenfolgen verbunden wären (s. Beitrag im vorliegenden TAB-Brief, S. 8 ff.). Auch kann mit Blick auf aktuelle Klima- und Emissionsprojektionen nicht ausgeschlossen werden, dass entsprechende Konzepte tatsächlich zu wichtigen Komponenten einer ambitionierten Klimaschutzpolitik avancieren könnten. Daher sollte die Diskus-

sion intensiv angegangen werden, ob die Erforschung und Entwicklung lokaler CDR-Technologien gegebenenfalls eine sinnvolle, anzustrebende und mit Blick auf klimapolitische Zielsetzungen notwendige Strategie in Ergänzung zu den nationalen Reduktionsbemühungen darstellen kann. Für eine prospektive Integration lokaler CDR-Technologien in nationale Klimaschutzpolitiken ist eine positive klima- und umweltbezogene Nutzen-Risiko-Abwägung zwar eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung. Denn gegenwärtig ist es noch gänzlich unklar, ob die ihnen unterstellte klimaschützende Wirkung unter Praxisbedingungen überhaupt erschließbar ist bzw. ob sie technisch, ökonomisch und politisch in klimarelevantem Maßstab umsetzbar wären. Klarheit müsste also auch darüber hergestellt werden, wie und in welchem Umfang sich diese Technologien aus technischer, ökonomischer und gesellschaftspolitischer Perspektive (Stichwort: Akzeptanz) konkret implementieren ließen. Solange die prinzipielle Leistungsfähigkeit und Realisierbarkeit von lokalen CDR-Technologien nicht hinreichend gesichert sind, sollte die Integration dieser Klimaschutzinstrumente in langfristige Klimaschutzpolitiken nur unter großen Vorbehalten erfolgen.

Mit Blick auf die bislang diskutierten *globalen CDR-Technologien* (s. Beitrag im vorliegenden TAB-Brief, S. 8 ff.) wecken die bisherigen Erkenntnisstände starke Zweifel, ob eine positive gesamtgesellschaftliche Nutzen-Risiko-Bewertung überhaupt realistisch erscheint: Die theoretischen Potenziale der Ozeandüngung zur CO<sub>2</sub>-Entlastung der Atmosphäre scheinen die daraus resultierenden, potenziell hohen Risiken für die marinen Ökosysteme nicht zu rechtfertigen. Im Kontext der anderen globalen CDR-Technologievorschlüsse dürfte es angesichts der enormen Flächen-, Ressourcen- und/oder Energieanforderungen höchst un-

wahrscheinlich sein, dass entsprechende Vorhaben in größerem Umfang technisch realisiert werden können. Hier stellt sich die grundsätzliche Frage, ob die entsprechenden Ressourcen nicht besser in andere klimaschutzrelevante Bereiche zu investieren wären.

Charakteristisch für *globale RM-Technologien* ist ihr theoretisches Potenzial, innerhalb kurzer Zeit eine deutliche Abkühlung der Erde herbeiführen zu können, sowie die erheblichen klima- und umweltbezogenen Nebenfolgen auf globaler Ebene (s. Beitrag im vorliegenden TAB-Brief, S. 10 ff.). Die Kernfrage lautet hier, ob diese Technologien künftigen Generationen für den Fall eines unerwartet schnellen und folgenschweren, möglicherweise auch durch Anpassungsmaßnahmen nicht mehr beherrschbaren Klimawandels nicht dennoch als »Notfalltechnologien« zur Verfügung gestellt werden sollen – dies würde voraussetzen, dass Forschung und Entwicklung schon heute initiiert werden. Von zentraler Bedeutung für die Beantwortung dieser Frage ist, dass die Entscheidung für oder gegen eine Anwendung von globalen RM-Technologien bzw. über den gewünschten Umfang solcher Maßnahmen von künftigen Generationen getroffen werden müsste. Angesichts des Unvermögens, die Wünsche und Prioritäten künftiger Generationen wie auch die gesellschaftlichen und klimatischen Bedingungen zum Entscheidungszeitpunkt antizipieren zu können, sollte daher auch unter Aspekten der intergenerationellen Gerechtigkeit die Frage nach der Sinnhaftigkeit von globalen RM-Technologien bzw. diesbezüglicher Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten nicht vorschnell bzw. kategorisch negativ beantwortet werden.

Zugleich sind die Risiken für jetzige und künftige Generationen differenziert in den Blick zu nehmen, mit denen so begründete Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen verbun-

den wären. Dies betrifft zunächst das Problem, dass empirisch gesicherte Erkenntnisse über die tatsächlichen klimatischen Wirkungen und über Qualität und Ausmaß potenzieller Umweltfolgen von globalen RM-Technologien nur im Wege von großskaligen Feldversuchen zu gewinnen sind, von denen aber bereits substanzielle Umweltrisiken ausgehen könnten. Zu bedenken wäre auch, dass einmal einsatzbereit vorliegende CE-Technologien Optionen für deren Anwendung generieren, selbst wenn ein Einsatz aus wissenschaftlicher und/oder globaler Perspektive nicht gerechtfertigt erscheint. Bei Berücksichtigung auch sozialer Nebenfolgen können darüber hinaus schwerwiegende Bedenken generell gegenüber Entwicklungspfaden formuliert werden, in welchen die Aussicht auf eine prospektive Anwendung von RM-Maßnahmen aus welchen Gründen auch immer (scheinbar gebanntes Risiko der Klimakatastrophe, ökonomische Aspekte) Anlass zu einer substanziellen Verringerung der Bemühungen zur Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen geben würde. Denn dies würde die Wahrscheinlichkeit für einen interventionsprovozierenden folgenschweren Klimawandel erhöhen und so möglicherweise einen gegebenenfalls auch langandauernden RM-Einsatz überhaupt erst notwendig machen. Um diese Risiken zu minimieren, ist es von essenzieller Bedeutung, dass globale RM-Technologien nicht als singuläre Lösungen für das Problem des menschengemachten Klimawandels aufgefasst werden, die einen Verzicht auf rigorose Anstrengungen für die Emissionsreduktion begründen könnten; bestenfalls stellen sie flankierende Klimaschutzmaßnahmen dar, ergänzend zur Emissionsreduktion (und ggf. zu CDR-Aktivitäten).

#### **ANSTOSS DES VERSTÄNDIGUNGSPROZESSES**

Gerade der beispiellose globale Aspekt bestimmter Maßnahmen des Climate

Engineering kann Auslöser für öffentliche Beunruhigung und gesellschaftlichen Widerstand sein. Grundsätzlich erscheint diesbezüglich eine bessere Informationsgrundlage zwingend notwendig, damit sich die Öffentlichkeit an Beurteilungs- und Entscheidungsprozessen zu Climate Engineering konstruktiv beteiligen kann. Antworten beispielsweise auf die Fragen, ob lokale CDR-Technologien in Ergänzung zu Emissionsreduktionsstrategien eingesetzt, ob globale CDR-Technologien weiter erforscht und globale RM-Technologien für künftige Generationen als »Notfalltechnologien« bereitgestellt und welche ökologischen und gesellschaftlichen Risiken dafür in Kauf genommen werden sollten, können nur von einem breit angelegten gesellschaftspolitischen und wissenschaftlichen Diskurs und Risikodialog unter Einbindung aller relevanter Akteursgruppen (Politik, Wissenschaft, Industrie, Umweltschutzverbände, Öffentlichkeit, Medien etc.) erwartet werden. Dieser sollte einen kontinuierlichen Austausch über die jeweiligen Vorstellungen (und Änderungen der Einschätzungen im zeitlichen Verlauf) zur Bedeutung und Wünschbarkeit spezifischer CE-Technologien für den nationalen und internationalen Klimaschutz und über gegenseitige Erwartungen im Umgang mit diesen Technologien erlauben.

Ziel eines solchen Verständigungsprozesses wäre es, einen möglichst breiten gesellschaftlichen Konsens über den weiteren Umgang mit diesen Technologien herstellen zu können – sei es hinsichtlich der grundlagenorientierten Forschung, der Herstellung der technischen Einsatzbereitschaft, des konkreten Einsatzes oder der Ablehnung jeglicher CE-Interventionen. Angesichts der Komplexität des Themenfeldes sowie des großskaligen und generationsübergreifenden Wirkungscharakters vieler CE-Maßnahmen stellt es eine besondere Herausforderung dar, die diesen Technologien inhärente Eingriffstiefe und damit ver-

bundene ökologische, sozioökonomische und geopolitische Konsequenzen und Unsicherheiten zu identifizieren sowie ihre Beurteilung plausibel und nachvollziehbar zu machen. Diese äußerst anspruchsvolle Aufgabe sollte in Angriff genommen werden, bevor ein weiter voranschreitender Klimawandel den Zeithorizont für Entscheidungen und (Forschungs-)Aktivitäten zu Climate Engineering zu sehr limitiert.

*Christoph Revermann*

## LITERATUR

- DUENE (Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde e.V.) (2011): Risikobewertung, Bewertungsansätze und Entscheidungskriterien für Geoengineering-Eingriffe (Autoren: Ott, K., Baatz, C., Berg, M.). Greifswald
- IfW (2012): Regulierung, Bewertung und öffentlicher Diskurs von Climate-Engineering-Eingriffen (Autoren: Barben, D., Dovern, J., Goeschl, T., Harnisch, S., Heyen, D., Janich, N., Klepper, G., Maas, A., Matzner, N., Proelß, A., Reichwein, D., Rickels, W., Scheffran, J., Uther, S.). Kiel
- IPCC (2013): Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers
- Klepper, G., Rickels, W. (2011): Climate Engineering: Wirtschaftliche Aspekte. Institut für Weltwirtschaft, Kiel
- Rickels, W., Klepper, G., Dovern, J., Betz, G., Brachatzek, N., Cacean, S., Güssow, K., J., H., Hiller, S., Hoose, C., Leisner, T., Oshlies, A., Platt, U., Proelß, A., Renn, O., Schäfer, S., Zürn, M. (2011): Gezielte Eingriffe in das Klima? Eine Bestandsaufnahme der Debatte zu Climate Engineering. Sondierungsstudie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Berlin
- Stern (2007): The economics of climate change: the Stern review. Reprint. Cambridge
- TAB (2014): Inwertsetzung von Biodiversität (Autoren: Kehl, C.; Sauter, A.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 161 (in Vorbereitung). Berlin
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2010): The emissions gap report. Are the Copenhagen accord pledges sufficient to limit global warming to 2 °C or 1.5 °C? A preliminary assessment. [www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport](http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport); 26.06.2013

# CHANCEN UND RISIKEN LOKALER CDR-MASSNAHMEN: DAS BEISPIEL AUFFORSTUNG

Wälder spielen im globalen Kohlenstoffkreislauf eine herausragende Rolle. Ein intaktes Waldökosystem speichert nicht nur große Mengen an Kohlenstoff in Biomasse und Boden, sondern fungiert darüber hinaus als Kohlenstoffseneke, die der Atmosphäre durch Photosynthese laufend Kohlendioxid entzieht. Der Ausbau terrestrischer Kohlenstoffseneken, insbesondere die substanzielle Erhöhung der globalen Waldfläche durch Aufforstung respektive Wiederaufforstung, stellt deshalb eine wichtige Klimaschutzmaßnahme dar. Entsprechende Vorschläge werden auch im Kontext des Climate Engineering diskutiert.

Besonders interessant erscheint in diesem Zusammenhang die großflächige Aufforstung von Wüstengebieten mit schnellwachsenden Pflanzenarten. Würde etwa die gesamte Sahara mit Eukalyptusplantagen bepflanzt, wie von Ornstein et al. (2009) vorgeschlagen, so könnten damit der Atmosphäre pro Jahr schätzungsweise zwischen 22 und 44 Mrd. t CO<sub>2</sub> entzogen werden – eine gewaltige Menge, die in der Größenordnung den jährlichen anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen entspricht (TAB 2014a, S. 63). Sollten diese Zahlen stimmen, so könnte damit (theoretisch) das globale Klimaproblem auf einen Schlag gelöst werden, und dies auf vergleichsweise nachhaltige Weise. Denn Wälder sind nicht nur für die Regulation des Klimas wichtig, sondern erbringen darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Ökosystemleistungen: Sie tragen zum Erosionsschutz bei, verfügen über eine hohe Biodiversität und stellen nachwachsende Rohstoffe bereit, die wirtschaftlich genutzt werden können (für einen Überblick Loft/Schramm 2011, S. 14). Dass die Aufforstung auf weitgehend unbesiedeltem und unfruchtbarem Wüstengebiet vollzogen würde, hätte zudem den Vorteil, dass kaum mit Nutzungskonflikten zu rechnen wäre, womit auch aus sozialer Sicht wenig gegen diesen Vorschlag zu sprechen scheint.

## WAS GEGEN GROSSFLÄCHIGE AUFFORSTUNGEN SPRICHT

Dass einer großflächigen Wüstenbepflanzung in den meisten an die Politik

adressierten Überlegungen zu möglichen Maßnahmen des Climate Engineering keine großen Erfolgchancen zugesprochen werden, hat jedoch triftige Gründe. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich nämlich, dass die technischen Hürden solcher Wüstenbepflanzungen gewaltig sind. Um eine Wüstenfläche von der Größe der Sahara aufzuforsten, würden bis zu 5 Billionen m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr benötigt, was ungefähr der hundertfachen Wassermenge des Bodensees entspricht (Schmidt 2012, S. 97). Um dafür die vermutlich riesigen, aber nicht erneuerbaren Grundwasservorkommen der Sahara nicht ausbeuten zu müssen, wäre es erforderlich, Meerwasser im großen Stil zu entsalzen (dazu und zum Folgenden TAB 2014a, S. 63 ff.). Die Technik dafür ist zwar prinzipiell vorhanden (Bewässerungssysteme, Entsalzungsanlagen, Pumpen) und wird etwa in der Negevüste bereits eingesetzt, sie ist jedoch mit einem hohen Energieverbrauch und folglich massiven Kosten verbunden und scheint deshalb in dem erforderlichen Größenmaßstab kaum realisierbar. Zwar basiert das Konzept der großflächigen Wüstenbewaldung wesentlich auf der These, dass die lokalen Niederschlagsmuster durch Verdunstungseffekte positiv zugunsten höherer Niederschlagsmengen verändert würden – womit sich der Bewässerungsaufwand und damit die Kosten nach einer Anfangsphase deutlich reduzieren würden. Allerdings bestehen diesbezüglich noch große wissenschaftliche Unsicherheiten. Außerdem ist davon auszugehen, dass die ökologischen Auswirkungen solcher Eingriffe enorm

wären: Wüstengebiete sind zum einen keineswegs unbelebt, sondern stellen komplexe Ökosysteme mit einer hoch angepassten Flora und Fauna dar, die durch die großflächige Begrünung unwiderruflich zerstört würde. Zum anderen könnten quasi-globale Maßnahmen dieser Art unbekannt Folgen für das globale Klimasystem haben, etwa weil dadurch der weltweite Staubtransport durch die Atmosphäre verändert würde. Alles in allem ist es deshalb wenig erstaunlich, dass die Pläne zur großflächigen Bewaldung von Wüstenflächen u. a. aus den genannten Gründen nicht über spekulative Konzeptüberlegungen hinausgekommen sind und bislang nur wenige Fürsprecher gefunden haben.

Großflächige Senkenprojekte wie die Begrünung von Wüstengebieten sind aufgrund ihres Anwendungsmaßstabs und der damit verbundenen potenziellen Umweltfolgen der Kategorie *globaler* CE-Technologien zuzuordnen, deren Anwendbarkeit – wie der TAB-Bericht zu Climate Engineering gezeigt hat – aufgrund der unkalkulierbaren, grenzüberschreitenden Wirkungen eher kritisch zu beurteilen ist (TAB 2014a, S. 265). Lokale Maßnahmen des sogenannten »carbon dioxide removal« (CDR) hingegen, die gebietsbezogen einsetzbar und deren Umweltfolgen damit begrenzt sind, könnten sich durchaus als potenziell sinnvolle und unter Umständen sogar notwendige Klimaschutzinstrumente erweisen, sofern sie ergänzend zu den herkömmlichen Reduktionsmaßnahmen durchgeführt werden (TAB 2014a, S. 263). Das gilt im Besonderen für lokale Aufforstungsmaßnahmen, die zwar gemeinhin nicht unter Climate Engineering gefasst werden (und deshalb im TAB-Bericht auch nicht ausführlich behandelt wurden). Dennoch haben lokale Forstprojekte beträchtliches Klimaschutzpotenzial, sofern sie in ausreichendem Umfang durchgeführt werden und von Dauer sind. Außerdem sind sie

nicht nur verhältnismäßig kostengünstig und technisch unkompliziert realisierbar, sondern versprechen durch die Bereitstellung von Wald-Ökosystemleistungen zumindest prinzipiell einen beträchtlichen zusätzlichen sozialen und ökologischen Mehrwert – bei weitgehend überschaubaren Risiken. Dies hat auch die Staatengemeinschaft erkannt und im Rahmen der flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls marktbasierende Anreize implementiert, um Unternehmen und private Akteure dazu zu bringen, Projekte zur Aufforstung und Wiederaufforstung durchzuführen. Damit soll der globalen Entwaldung entgegengewirkt werden, die sich vor allem in den Entwicklungsländern dramatisch auswirkt.

Die bisherigen Erfahrungen mit Waldprojekten im Rahmen des internationalen Klimaregimes, dessen Rahmenbedingungen durch die Regelungen des Kyoto-Protokolls bestimmt sind, machen jedoch auf ein grundsätzliches Dilemma dieser Vorgehensweise aufmerksam: Der klimapolitische Nutzen wird durch vielfältige Nebeneffekte sozio-ökonomischer und ökologischer Art konterkariert (z. B. Landraub, Monokultur-Aufforstungen), die im Grunde genommen gegen eine weiträumige und rein marktbasierende Herangehensweise sprechen. Entscheidend ist daher, wie lokale Forstprojekte reguliert werden, um einerseits Verteilungs- und Zielkonflikte so weit wie möglich in den Griff zu bekommen, ohne andererseits gleichzeitig privatwirtschaftliches Engagement zu unterdrücken. Wie schwierig es ist, diese beiden Zielsetzungen miteinander zu vereinbaren, soll im Folgenden am Beispiel von Aufforstungsmaßnahmen im Rahmen des »Clean Development Mechanism« beleuchtet werden. Da eine weiträumige Anwendung von lokalen CDR-Technologien vermutlich sehr ähnliche Problemlagen hervorrufen würde wie lokale Forstprojekte (zumindest dürfte dies für die biomassebasierten CDR-Maß-

nahmen der Fall sein), können die bisher gemachten Erfahrungen mit Projekten zur Aufforstung sehr hilfreich sein für eine Abschätzung der Chancen, aber auch möglicher Risiken im Zusammenhang mit einer prospektiven Institutionalisierung einer Reihe lokaler CDR-Technologien (Produktion von Biokohle aus Biomasse, Bioenergieerzeugung mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung; s. Beitrag im vorliegenden TAB-Brief, S. 8 ff.).

### AUFFORSTUNG: REGELUNGEN IM RAHMEN DES INTERNATIONALEN KLIMAREGIMES

Forstwirtschaftliche Aktivitäten durch Abholzung und Landnutzungsänderungen tragen mit etwa 17 % zu den weltweiten Kohlenstoffemissionen bei und gehören damit (neben Landwirtschaft und fossilen Brennstoffen) zu den wichtigsten Treibern des globalen Klimawandels (IPCC 2007; TAB 2014b, S. 173). Die Erhöhung der terrestrischen CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Aufforstung und Wiederaufforstung ist deshalb (neben der Walderhaltung, die aber keine CDR-Maßnahme darstellt und deshalb hier nicht Thema ist) seit längerem eine wichtige, wenngleich kontrovers diskutierte Zielsetzung der Klimapolitik. Mit dem »Clean Development Mechanism« (CDM) wurde im Rahmen des internationalen Klimaregimes ein Marktmechanismus entwickelt, durch den u. a. Senkenaktivitäten (neben technischen Projekten) gezielt gefördert werden – zulässig sind dabei Maßnahmen zur Aufforstung und Wiederaufforstung. So haben Industriestaaten (Annex-I-Länder der Klimarahmenkonvention) im Rahmen des CDM die Möglichkeit, einen Teil ihrer Reduktionsverpflichtungen durch entsprechende Kompensationsprojekte in Entwicklungs- und Schwellenländern zu erfüllen. Die auf diese Weise erworbenen Emissionsgutschriften

können dann entweder verkauft oder auf die gemäß Kyoto-Protokoll zulässige Emissionsmenge angerechnet werden (TAB 2014b, S. 167).

Die Grundidee ist, mit diesem markt-basierten Ansatz nicht nur Anreize zu einem möglichst kosteneffizienten, sondern auch zu einem entwicklungspolitisch sinnvollen Klimaschutz zu schaffen. Dabei macht man sich zunutze, dass es sich beim Klima um ein globales Schutzgut handelt, sodass also keine Rolle spielt, wo und durch wen die Emissionsminderungen konkret vollzogen werden. Aus klimapolitischer Sicht spricht also nichts dagegen, Emissionsminderungen dort durchzuführen, wo es am preiswertesten ist. Voraussetzung ist allerdings, dass Kompensationsprojekte zwei zentrale Bedingungen erfüllen, die durch einen mehrstufigen und methodisch höchst aufwendigen Validierungs- und Zertifizierungsprozess abgesichert werden müssen (vgl. dazu TAB 2014b, S. 168):

- *Zusätzlichkeit:* Sicherzustellen ist, dass nur Emissionsminderungen gutgeschrieben werden, die nicht ohnehin, also ohne projektbedingte Maßnahmen, entstanden wären. Aus diesem Grund ist zu belegen, dass die Emissionsreduktionen »zusätzlich zu denen entstehen, die ohne die zertifizierte Projektmaßnahme entstehen würden« (Schwarze 2000, S. 165). Die dafür erforderlichen Nachweisverfahren sind komplex und stützen sich auf ein hypothetisches Business-as-usual-Landnutzungsszenario, von dessen Niveau abhängt, wie hoch die Emissionsgutschriften ausfallen (Scholz/Noble 2005).
- *Nachhaltigkeit:* Im Kyoto-Protokoll wird mit dem CDM ausdrücklich das Ziel verknüpft, Nicht-Annex-B-Staaten in ihrem Bemühen um eine nachhaltige Entwicklung zu unterstützen. Nachzuweisen ist deshalb, dass das Projekt in öko-

logischer und sozioökonomischer Hinsicht unbedenklich ist.

Trotz des hohen bürokratischen Aufwands handelt es sich beim CDM um eine Erfolgsgeschichte, zumindest wenn man das reine Volumen der generierten Investitionssummen sowie der erzielten Emissionsreduktionen betrachtet (dazu und zum Folgenden TAB 2014b, S. 170 f.). Bis 2012 wurden insgesamt knapp 4.500 Projekte mit einem Minderungsvolumen von 2,15 Mrd. t CO<sub>2</sub> und einem Investitionsvolumen von über 200 Mrd. US-Dollar registriert. Durch die Kopplung an den europäischen Emissionshandel wird der CDM besonders stark von deutschen und europäischen Unternehmen nachgefragt. Der Blick auf die konkreten Zahlen offenbart jedoch auch, dass vor allem in CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen bei industriellen Prozessen in Schwellenländern wie China und Indien investiert wird, während Senkenprojekte in ärmeren Entwicklungsländern nur eine marginale Rolle spielen. So wurde bis dato nur die überschaubare Zahl von 74 Senkenprojekten registriert, was weniger als 1 % aller CDM-Projekte entspricht, deren Anzahl sich bislang (Stand 2014) auf insgesamt 8.690 beläuft ([www.cdmpipeline.org/cdm-projects-type.htm](http://www.cdmpipeline.org/cdm-projects-type.htm); 3.9.2014).

Die fehlende Attraktivität von Senkenprojekten lässt sich im Wesentlichen auf zwei Gründe zurückführen. Zum einen ist es der explizite politische Wille, kompensierende Senkenaktivitäten im Rahmen des verpflichtenden Kohlenstoffmarktes nur in begrenztem Umfang zuzulassen: Zertifikate aus CDM-Senkenprojekten sind nur bis zu einer Obergrenze von 1 % der Emissionen des jeweiligen Industriestaates anrechenbar, Maßnahmen zur Walderhaltung wurden sogar gänzlich ausgeschlossen (dazu und zum Folgenden TAB 2014b, S. 173 f.). Diese restriktive Handhabung hängt u. a. mit Befürchtungen zusammen, dass der verpflichtende Kohlen-

stoffmarkt durch die allzu großzügige Gewährung von Senkenprojekten mit billigen Emissionsgutschriften überschwemmt werden könnte und es im Zuge dessen zu Preisverfall und Marktversagen kommt. Ein wirtschaftliches Umsteuern in den Industrieländern, das aus klimapolitischer Sicht als dringend erforderlich erachtet wird, könnte dadurch nachhaltig behindert werden. Zum anderen ist die Anrechnung und Zertifizierung von Senkenleistungen technisch kompliziert und für die Projektentwickler mit hohem Aufwand verbunden. Eine erste große Hürde stellt in diesem Zusammenhang bereits die genaue und konsistente Bilanzierung der erreichten CO<sub>2</sub>-Aufnahme in den aufgeföresteten Gebieten dar, die von verschiedensten Parametern abhängt, unter anderem vom Baumbestand und dem Alter des Waldes (EK 2012). Doch auch nachdem die Senkenleistungen quantifiziert sind, ist aufgrund von drohenden Verlagerungseffekten sowie der mangelnden Dauerhaftigkeit der geschaffenen Kohlenstoffspeicher ein dauerhaftes Monitoring erforderlich. Ein großes Problem liegt darin, dass Aufforstungen Abholzungen an anderen Stellen bedingen können (Verlagerungseffekt) oder auch zu einem späteren Zeitpunkt, etwa nach der Zertifizierung von Emissionsgutschriften, wieder in Nutzfläche umgewandelt respektive durch natürliche Ereignisse (Feuer, Stürme, Überflutungen) zerstört werden können. Gutschriften für Aufforstungsprojekte sind deshalb im Rahmen des CDM grundsätzlich zeitlich befristet, d. h., die mit der Maßnahme generierten Emissionsgutschriften müssen nach einer gewissen Zeitspanne durch neue Zertifikate ersetzt werden.

All dies setzt aufseiten der Projektentwickler beträchtliches technisches Know-how und die Bereitschaft für ein aufwändiges Berichterstattungs- und Überprüfungs-wesen voraus – was mit hohen Transaktionskosten verbunden ist, bei relativ unsicheren und vergleichs-

weise spät zu generierenden Profiten. Angesichts dessen ist es nicht erstaunlich, dass Unternehmen, die zur Emissionsreduktion verpflichtet sind, bislang eher wenig Bereitschaft zeigen, in Aufforstungsmaßnahmen zu investieren. Ein etwas anderes Bild zeigt sich mit Blick auf den freiwilligen Kohlenstoffmarkt, der nicht unter das zwischenstaatliche Klimaregime fällt und durch verschiedene privatwirtschaftliche Initiativen geregelt wird. Er kann von Privatpersonen und Unternehmen auf eigene Initiative genutzt werden, um klimaschädliche Aktivitäten zu kompensieren (z. B. Flugreisen). Waldprojekte spielen hier mit einem Marktanteil von etwa 20 % (Stand 2010), davon etwa die Hälfte Aufforstungsprojekte, eine durchaus nennenswerte Rolle (Loft/Schramm 2011, S. 7). Allerdings ist das Volumen des freiwilligen Marktes deutlich kleiner als das des verpflichtenden Marktes.

## NACHHALTIGKEIT IM FOKUS

Ein erstes Fazit lautet, dass das klimapolitische Potenzial forstlicher Senkenprojekte im Rahmen des internationalen Klimaregimes bislang weitgehend ungenutzt bleibt – u. a. aufgrund komplexer Verfahrensanforderungen sowie starker politischer Restriktionen bei der Nutzung dieser Art von Kompensationsprojekten. Letztere sind Ausdruck grundlegender Bedenken, dass die klima- und entwicklungspolitischen Hauptziele des CDM durch forstwirtschaftliche Maßnahmen nur bedingt erreichbar sind (wenn überhaupt). Neben dem umstrittenen Zusätzlichkeitskriterium und der Gefahr der Marktüberschwemmung stehen diesbezüglich vor allem die Nachhaltigkeitsziele des CDM im Fokus. Schon ziemlich lange wird am CDM kritisiert, dass er nicht substantiell zur nachhaltigen Entwicklung in den Entwicklungsländern beiträgt (Olsen 2007). So ist immer wieder der Vorwurf laut geworden, dass der CDM

letztlich für die Industrieländer einen modernen »Ablasshandel« darstellt, der vor allem zulasten der Ärmsten gehe. Vor allem im Kontext von Senkenprojekten zeigen erste Erfahrungen, dass die ansässige Bevölkerung mit zahlreichen und schwer zu beherrschenden sozialökologischen Risiken belastet wird. Dabei stehen ähnliche Nebeneffekte im Vordergrund, wie sie beispielweise im Kontext der großflächigen Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen diskutiert werden, die Anlass zu bedeutenden Nutzungs- und Verteilungskonflikten um knappe natürliche Ressourcen (Fläche, fruchtbarer Boden, Wasser etc.) oder Zielkonflikten mit anderen umweltpolitischen Schutzgütern wie der Biodiversität geben:

- › Die allzu einseitige Fokussierung auf die Kohlenstoffspeicherung birgt die Gefahr, dass die Waldprojekte zulasten der Biodiversität gehen könnten und damit ökologisch nicht nachhaltig sind (TAB 2014b, S. 175 f.). Dies ist etwa dann der Fall, wenn biodiversitätsreiches Grünland aufgeforstet wird. Darüber hinaus stellt sich bei Entscheidungen über die Anpflanzung von Wäldern die grundsätzliche Frage, ob schnell wachsender und damit viel Kohlenstoff assimilierender Eukalyptus als Monokultur angepflanzt werden soll oder ein Mix aus einheimischen Arten, der für eine entsprechende biologische Vielfalt sorgt, dafür aber langsamer wächst und mehr Pflege erfordert. Ersteres ist wesentlich wirtschaftlicher und wird im Rahmen des CDM auch nicht ausgeschlossen, sodass es vereinzelt bereits zu Aufforstungen mit nicht naturnahen Baummonokulturen gekommen ist, deren ökologische Integrität angezweifelt wird ([www.schattenblick.de/infopool/umwelt/internat/uilt0054.html](http://www.schattenblick.de/infopool/umwelt/internat/uilt0054.html); 3.9.2014). Wenn sich diese Praxis ausweitet, könnte sich das auch aus Sicht des Klimaschutzes langfristig als kon-

traproduktiv erweisen: Denn vielfältigere Waldökosysteme verfügen nach jetzigem Kenntnisstand über eine größere Robustheit gegenüber Störungen und sind somit eher in der Lage, Kohlenstoff permanent zu speichern.

- › Erste Erfahrungen mit CDM-Senkenprojekten zeigen außerdem, dass auch die sozialen Folgen gravierend sein können (Olsen 2007). Hier spielt vor allem eine Rolle, dass Aufforstungsmaßnahmen in bestehende Landnutzungsformen eingreifen und vielfältige Nutzungsrestriktionen zur Folge haben können – mit entsprechenden sozialen Konsequenzen, die vor allem in den durch Armut und rechtliche Unsicherheiten geprägten Entwicklungsländern ins Gewicht fallen. Zwar werden offiziell nur Projekte zugelassen, bei denen die Zustimmung der lokalen Bevölkerung vorliegt, jedoch ist aufgrund der asymmetrischen Machtverhältnisse kaum auszuschließen, dass dies in Einzelfällen nicht freiwillig geschieht. Im Extremfall besteht sogar die Gefahr, dass lokale Bevölkerungsgruppen, die häufig nur über ungesicherte Landnutzungsrechte verfügen, schlimmstenfalls sogar die Kontrolle über ihr angestammtes Gebiet verlieren könnten – ein Phänomen, das auch als »Green Grabbing« bekannt ist und den Prozess der zunehmenden ökonomischen Aneignung von Natur, Ökosystemen und Biodiversität durch international tätige Investoren, aber auch Umweltorganisationen bezeichnet.

Diese Risiken verschärfen sich im Rahmen des freiwilligen Kohlenstoffmarktes, der keiner staatlichen Kontrolle unterliegt und internationalen Investoren damit neue lukrative Geschäftsmodelle eröffnen könnte, die mit den Rechten lokaler Gruppen wie auch mit den Belangen des Biodiversitätsschutzes in Konflikt stehen (Kasten). Vor diesem

Hintergrund kommt wirksamen und verbindlichen Nachhaltigkeitsstandards bei der Umsetzung waldbasierter Senkenprojekte zweifelsohne eine zentrale Bedeutung zu. Gerade die diesbezüglichen Regelungen gelten jedoch als eine große Schwachstelle des CDM. Denn um das völkerrechtliche Souveränitätsprinzip nicht zu verletzen, bleibt die Definition konkreter Nachhaltigkeitskriterien dem jeweiligen Projektland überlassen. Da konkrete Vorgaben auf internationaler Ebene weitgehend fehlen, fallen die Nachhaltigkeitsanforderungen in den einzelnen Entwicklungsländern sehr unterschiedlich aus und bleiben teilweise völlig unscharf (González/Schomerus 2010, S. 14). Deshalb werden von diversen Nichtregierungsorganisationen (NGOs) und privatwirtschaftlichen Akteuren eine ganze Reihe separater Standards mit zusätzlichen Nachhaltigkeitsanforderungen und teilweise abweichenden Bewertungsverfahren angeboten, die als eine Art zusätzliches, freiwilliges Gütesiegel fungieren. Mithin die strengsten Kriterien gelten im »CDM Gold Standard«, der 2003 von verschiedenen NGOs (WWF, SSN, HELIO) ins Leben gerufen wurde: Zu zertifizierende Projekte werden u. a. daraufhin geprüft, ob sie positive sozioökonomische und ökologische Auswirkungen haben, was beispielsweise die Bepflanzung mit gentechnisch veränderten (und weitgehend auch mit exotischen) Baumarten oder Umsiedlungen ausschließt.

Dass privatwirtschaftliche Initiativen in die Bresche springen, um sicherzustellen, dass Waldprojekte nachhaltig sind, ist eine zwiespältige Entwicklung. Auf der einen Seite ist zu begrüßen, dass dadurch eine strengere Überprüfung von Aufforstungsprojekten sowohl im Rahmen des verpflichtenden als auch des freiwilligen Kohlenstoffmarktes ermöglicht wird. Die Vielzahl disparater Qualitätsmaßstäbe trägt auf der anderen Seite aber auch zu einer intransparenten Situation bei, die erfahrungsgemäß

Schlupflöcher und Manipulationsmöglichkeiten befördert und wirksame Kontrollmaßnahmen eher behindert.

## WELCHE LEHREN LASSEN SICH FÜR LOKALE CDR-MASSNAHMEN IM ALLGEMEINEN ZIEHEN?

Nach Meinung vieler Experten könnten sich lokale CDR-Technologien perspektivisch zu einem sinnvollen und unter Umständen wichtigen Klimaschutzinstrument in Ergänzung zu den herkömmlichen Reduktionsmaßnahmen entwickeln (dazu und zum

Folgenden TAB 2014a, S. 263). Dafür spricht einerseits, dass diese Technologien in der Regel nur räumlich eingrenzbare und absehbar eher geringere Umweltnebenfolgen aufweisen. Andererseits stellen sie technisch und ökonomisch attraktive Alternativen zu Reduktionsmaßnahmen etwa im Agrar- oder Transportsektor dar, die nur aufwändig und entsprechend teuer zu realisieren sind. Lokalen CDR-Maßnahmen wird deshalb immer wieder eine Schlüsselrolle in zukünftigen Klimaschutzstrategien zugesprochen. Voraussetzung für eine prospektive Integration spezifischer lokaler CDR-Technologien in das Maßnahmenportfolio nationaler und/oder internationa-

ler Klimaschutzstrategien ist allerdings, dass ihre klimatische Wirkung – d. h. Menge und Zeitdauer der erzielten CO<sub>2</sub>-Entlastung der Atmosphäre – sowie potenzielle ökologische und soziale Nebenfolgen genau abgeschätzt werden können.

Der Blick auf waldbasierte Kompensationsprojekte macht exemplarisch deutlich, wie schwierig diese Aufgabe im Kontext von biomassebasierten CDR-Maßnahmen ist. Die genaue Messung und Berechnung der Emissionen sowie die Feststellung der Zusätzlichkeit und damit der klimapolitischen Wirksamkeit der Maßnahmen sind einerseits mit großen Unsicherheiten und großem bürokratischem Aufwand verbunden. Die Politik ist andererseits mit diversen Zielkonflikten zwischen klima-, biodiversitäts- und entwicklungspolitischen Belangen konfrontiert, die sich besonders in Entwicklungsländern zuspitzen. Damit verbietet sich eigentlich eine zu einseitige Fokussierung auf rein klimapolitische Zielsetzungen. Vielmehr ist es erforderlich, auch sozialökologische Anforderungen und Zielsetzungen in die Instrumente zu integrieren und bei Fehlentwicklungen regulierend in das Marktgeschehen einzugreifen. Damit steht die Politik vor einer heiklen Gratwanderung: Denn mit dem erforderlichen bürokratischen Regelungsaufwand steigen auch die Transaktionskosten für die Akteure, gleichzeitig sinken damit die Kosteneffizienz wie auch die Anreizwirkung der Maßnahmen – die Konsequenzen sind derzeit beim CDM zu beobachten, bei dem Senkenprojekte aufgrund mangelnder Profitabilität nur eine marginale Rolle spielen.

Gleichwohl ist es keine Option, den Schutz der biologischen Vielfalt sowie die Rechte lokaler und indigener Bevölkerungsgruppen preiszugeben. Eine Schlüsselrolle kommt in diesem Kontext offiziellen Verfahrensstandards zu, deren Leitlinien im Rahmen einer interna-

### »CARBON COWBOYS«: DIE DUNKLE SEITE DES KOHLENSTOFFHANDELS

Im Rahmen von Waldprojekten des freiwilligen Marktes hat eine Reihe australischer Geschäftsleute – sogenannte Carbon Cowboys – seit einigen Jahren zwielichtige Karbongeschäfte in entlegenen Regionen Südamerikas, Südostasiens und im südlichen Pazifik begonnen. Bereits Mitte 2011 hatten der Sydney Morning Herald vom Plan eines Geschäftsmannes berichtet, der sich vom indigenen Volk der Matses im peruanischen Teil des Amazonas die Kohlenstoffrechte für ein riesiges Regenwaldgebiet sichern wollte. Im Juli 2012 gaben sich TV-Journalisten als Investoren aus und filmten den Geschäftsmann, als er bestätigte, dass er die Karbonrechte für 3 Mio. ha Wald in Peru erworben habe und den Wald nach Ablauf eines Emissionszertifikatevertrags mit einer Laufzeit von 25 Jahren roden und durch Ölpalmpflanzungen ersetzen werde. Aufgrund der Enthüllungen durch die australischen Medien erließ der zuständige peruanische Richter im September 2012 einen Haftbefehl gegen den Geschäftsmann.

Bereits im Jahr 2009 hatte ein australischer Carbon Cowboy in Papua New Guinea mehr als 90 verschiedene Verträge über vormalig gemeinschaftlich genutztes Forstland im Gegenwert von mehreren Mio. US-Dollar an Emissionszertifikaten abgeschlossen – angeblich mit dem Einverständnis der Gemeinschaftseigentümer, was jedoch äußerst fraglich ist. So erklärte der Sprecher der australischen Umwelt-NGO »Wilderness Society«, dass keiner der Kohlenstoffhändler, die derzeit in Papua New Guinea operieren, nachweisen kann, dass die Landeigentümer ihre freie und auf ausreichender Information beruhende Einwilligung zu den juristisch komplizierten Verträgen gegeben haben. Nach Auskünften zweier australischer Wissenschaftler, die sich in ihren Studien mit Waldschutzfragen in Südostasien und im Südpazifik befassen, haben australische Carbon Cowboys in Ländern wie Indonesien und Papua New Guinea seither wiederholt versucht, aus der Vermarktung von Kohlenstoff und der damit verbundenen Aneignung lokaler Ressourcenrechte auf illegale Weise Kapital zu schlagen.

Quelle: Neef 2012, S. 83 f.

tionalen Regulierung festzulegen sind – möglichst unter Mitwirkung der Zivilgesellschaft und in Anbetracht praktischer Erfahrungen. Die Verbindlichkeit dieser Leitplanken und die Flexibilisierung der Maßnahmen stehen jedoch in einem gewissen Spannungsverhältnis, wie das Beispiel des CDM zeigt, in dem die Formulierung von Nachhaltigkeitskriterien Aufgabe der Zielländer ist, mit der Begründung, nationale Umsetzungsspielräume offen zu lassen. Die Folge ist, dass der CDM aufgrund verfehlter oder zumindest unscharfer Nachhaltigkeitsziele ununterbrochen in der Kritik steht.

Sofern perspektivisch neben Aufforstungsprojekten weitere lokale CDM-Maßnahmen in den CDM aufgenommen werden sollen, scheint es zur Entschärfung dieses Dilemmas auf jeden Fall sinnvoll, in den internationalen Klimaverhandlungen sowohl Biodiversitätsbelange als auch eigentums- sowie menschenrechtliche Aspekte generell stärker zu verankern. Dies kann über die Schärfung der offiziellen Nachhaltigkeitskriterien geschehen wie auch über die stärkere Harmonisierung freiwilliger Standards. Aber auch die aktuelle Überarbeitung der Entwicklungsagenda (»Millennium Development Goals«) sowie die auf Rio+20 beschlossene Erarbeitung einer Nachhaltigkeitsagenda (»Sustainable Development Goals«) bieten die große Chance, eine umfassendere Sicht auf die Problemfelder als bislang zu gewinnen, um inhaltlichen Synergiepotenzialen ebenso wie möglichen Zielkonflikten auf die Spur zu kommen. Voraussetzung dafür wäre, dass es gelingt – wie von parlamentarischer Seite mehrfach gefordert – die beiden parallel laufenden Agenda-prozesse zumindest ansatzweise miteinander in Einklang zu bringen und kohärent weiterzuentwickeln.

*Christoph Kehl*

## LITERATUR

EK (Europäische Kommission) (2012): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Anrechnung von Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) im Rahmen der Klimaschutzverpflichtungen der EU. COM(2012)94 final, Brüssel

González, J.G., Schomerus, T. (2010): Der Gold Standard als Garant für die Nachhaltigkeit von CDM-Projekten in Entwicklungsländern? In: Arbeitspapierreihe *Wirtschaft & Recht* 5, [www.leuphana.de/fileadmin/user\\_upload/Forschungseinrichtungen/ifwr/files/Arbeitspapiere/WPBL-No5.pdf](http://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/Forschungseinrichtungen/ifwr/files/Arbeitspapiere/WPBL-No5.pdf) (15.5.2014)

Loft, L., Schramm, E. (2011): Welchen Mehrwert bietet der Wald im Klimaschutz? Bedeutung und Besonderheiten von waldbasierten Emissionsminderungsprojekten. BiK-F Knowledge Flow Paper Nr. 13. Frankfurt a.M.

Neef, A. (2012): Gesellschaftliche und politische Diskurse zur Inwertsetzung von Biodiversität im internationalen Kontext. Eine vergleichende Studie zu ausgewählten Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern. Gutachten für den Deutschen Bundestag. Vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (unveröffentlicht). Kyoto

Olsen, K.H. (2007): The clean development mechanisms contribution to sustainable development: a review of the literature. In: *Climatic Change* 84(1), S. 59–73

Ornstein, L., Aleinov, I., Rind, D. (2009): Irrigated afforestation of the Sahara and Australian Outback to end global warming. In: *Climatic Change* 97(3–4), S. 409–437

Schmidt, H. P. (2012): Wälder in der Wüste pflanzen. In: *Ithaka Journal* 1/2012, S. 95–99

Scholz, S., Noble, I. (2005): Generation of sequestration credits under the CDM. In: Freestone, D. Streck, C. (eds.): *Legal aspects of implementing the Kyoto Protocol mechanisms: making Kyoto work*. Oxford, S. 265–280

Schwarze, R. (2000): *Internationale Klimapolitik*. Marburg

TAB (2014a): *Climate Engineering* (Autoren: Caviezel, C., Revermann, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 159, Berlin

TAB (2014b): *Inwertsetzung von Biodiversität* (Autoren: Kehl, C.; Sauter, A.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 161 (in Vorbereitung), Berlin

# WIE DER BUNDESTAG DEN GESELLSCHAFTLICHEN DISKURS STÄRKEN KANN

Das Thema »Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit« wurde durch die Arbeit der Enquete-Kommission »Internet und digitale Gesellschaft« des 17. Deutschen Bundestages (kurz: Internet-Enquete) in den Blickpunkt gerückt. Ein für die parlamentarische Arbeit bis dato neuartiger Ansatz fokussierte auf die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern an der Enquete-Arbeit und ein breites Spektrum von innovativen Maßnahmen. Die Internet-Enquete endete im Frühjahr 2013; in ihrem Schlussbericht bezeichnete sie ihre Arbeit als Experimentierfeld auf der Suche nach neuen Formen des politischen Diskurses.

Das TAB erstellte im Auftrag des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) des Deutschen Bundestages bis zum Frühjahr 2014 eine Vorstudie »Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit«, in der die neuen Arbeitsformen der Internet-Enquete in erster Näherung ausgewertet, weiterer Untersuchungsbedarf identifiziert sowie erste Handlungsoptionen für die parlamentarische Arbeit des Deutschen Bundestages aufgezeigt wurden. Die Erstellung der Vorstudie folgte einem Wunsch aller Fraktionen der Internet-Enquete, die in ihrer Sitzung vom 28. Januar 2013 beschlossen hatte: »... die auf dem Online-Beteiligungstool »enquetebeteiligung.de« abgelegten Informationen zu archivieren, damit die Zugänglichkeit zu diesen Informationen ... langfristig sichergestellt ist und diese auch vollumfänglich für eine wissenschaftliche Evaluation der Bürgerbeteiligung durch das TAB genutzt werden können« (Ausschussdrucksache 17(24)069). Nach Kenntnisnahme der Vorstudie hat der ABFTA beschlossen, das Thema nun in einem größeren TA-Projekt durch das TAB bearbeiten zu lassen.

Die Gebrauchstauglichkeit (»usability«) und die Benutzerfreundlichkeit (»user friendliness«) von Beteiligungswerkzeugen sind wesentliche Voraussetzungen

für eine erfolgreiche Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit. Internetbasierte Beteiligungswerkzeuge haben sich in den letzten Jahren weiterentwickelt. Sie ergänzen die Möglichkeiten früherer Instrumente, bei denen Information und Kommunikation im Mittelpunkt standen, um weitere Funktionen wie Dialogorientierung, Abstimmungen oder Kollaboration beispielsweise bei der Texterstellung. Für das Beteiligungswerkzeug der Internet-Enquete wurde ein bestehendes System an die Anforderungen der Enquete-Kommission und des Bundestages angepasst. Die E-Petitionen sind ein weiteres Beispiel aus der Arbeit des Deutschen Bundestages. Auch andere Parlamente, Gremien sowie Parteien haben Beteiligungswerkzeuge entwickelt und erproben sie für die Online-Bürgerbeteiligung. Die Analyse der aktuellen Entwicklungen auf der nationalen und europäischen Ebene und das Aufzeigen von guten Beispielen aus Sicht der Betreiber der Teilnehmungsplattformen sowie aus Sicht der Nutzer bzw. der Bürger insgesamt sollen im Mittelpunkt eines ersten Untersuchungsschwerpunktes stehen.

Die Ergebnisse der Vorstudie sollen u. a. durch leitfadengestützte Expertengespräche vertieft und validiert werden. Dazu sollen die Mitglieder der Internet-Enquete sowie auch Prozessbeteiligte, beispielsweise der Bundestagsverwaltung, interviewt werden. Im Mittelpunkt stehen die neuartigen Herangehensweisen bzw. die Abweichungen von den üblichen Verfahren (u. a. öffentliche Sitzungen als Regel, tagesaktuelle Information im Internet), aber auch Wirkungen auf die Arbeit der Abgeordneten und Arbeitsprozesse des Parlamentes.

Des Weiteren ist angedacht, Gespräche mit Mitgliedern des Bundestages der 18. Wahlperiode zu führen, um auszuloten, ob die Internet-Enquete bereits Impulse für die heutige Arbeit von Gremien und Fraktionen gesetzt hat. Im

Rahmen dieses Vertiefungsschrittes soll auch die Rolle elektronischer Petitionen mit Bezug auf bürgerschaftliche Teilhabe thematisiert werden. Dabei sollen übergreifende Fragestellungen, insbesondere zur Gewährleistung der Privatsphäre, ergänzend mit externen Experten, beispielsweise des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik, diskutiert werden.

Darüber hinaus erscheint es vielversprechend, die inhaltlichen Vorschläge von Bürgerinnen und Bürgern sowie Organisationen auf der Teilnehmungsplattform [www.enquetebeteiligung.de](http://www.enquetebeteiligung.de) und den Diskussionsverlauf inhaltlich vertiefend zu analysieren. Diese Analysen könnten beispielhaft u. a. anhand der thematisch abgegrenzten Projektgruppen der Internet-Enquete »Urheberrecht« und »Netzneutralität« erfolgen oder an einer Projektgruppe mit einer Bandbreite von Diskussionslinien, beispielsweise »Demokratie und Staat«.

Zudem soll das Thema »Online-Bürgerbeteiligung« im Winter 2014 in den Mittelpunkt einer Befragung im Rahmen des Stakeholder Panel TA gestellt werden. Unter anderem folgende Aspekte sollen dabei berücksichtigt werden: Ziele von Online-Bürgerbeteiligung; Anforderungen an und Themen von Online-Bürgerbeteiligung; Bewertung von Online-Bürgerbeteiligung aus Sicht von Stakeholdern aus Gesellschaft, Politik und Wissenschaft.

## *Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit*

August 2014 – Dezember 2015

Kontakt:  
Britta Oertel  
+49 30 803 088-43  
[b.oertel@izt.de](mailto:b.oertel@izt.de)

# ABHÄNGIG VOM NETZ: WENN DAS INTERNET SÜCHTIG MACHT

TAB-BRIEF NR. 44 / SEPTEMBER 2014

Das Thema »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten« rückt vor dem Hintergrund einer weiterhin gestiegenen Dauer der Nutzung elektronischer Medien sowie immer jüngerer Nutzer in den Blickpunkt gesellschaftspolitischer Diskussionen. Die Diskurse um die Bewertung der Mediennutzung sind einerseits deutlich normativ und andererseits stark geprägt von Unsicherheiten und zum Teil auch von generationenspezifischen oder wissenschaftlich-disziplinären Sichtweisen. So wird zum einen die Mediennutzung als Teil gesellschaftlicher Partizipation aufgefasst, wobei dann z. B. Online-spiele als Teil einer digitalen Kultur anerkannt werden. Zum anderen werden aber auch mögliche Gefahren exzessiver oder pathologischer Mediennutzung hervorgehoben.

Wissenschaftliche Studien zum Thema »Online-Mediensucht« verweisen auf die Komplexität des zugrunde liegenden Phänomens und die Bedeutung einer multiperspektivischen bzw. transdisziplinären Auseinandersetzung mit der Thematik. Dies betrifft sowohl die Berücksichtigung altersspezifischer Entwicklungsaufgaben, unterschiedlicher persönlicher Voraussetzungen und sozialer Stützsysteme (wie Familie oder Peergroups) der Nutzer elektronischer Medien als auch verschiedene Wirkungszusammenhänge und etwaige Abhängigkeitssymptome bei der Nutzung einzelner Medientypen sowie die individuellen und gesamtgesellschaftlichen Folgen. Oft wird Medienabhängigkeit bei jungen Menschen im Zusammenhang mit Onlinerollenspielen thematisiert. Wissenschaftliche Studien verweisen darauf, dass unter Kindern und Jugendlichen hier vor allem Jungen gefährdet sein sollen. Aber auch Mädchen zeigen den Studien zufolge Suchttendenzen, wobei sie vor allem in sozialen Netzen (Facebook etc.) Kontakte und Anerkennung suchen und mitunter starke Bindungen aufbauen. Man spricht von Medienab-

hängigkeit bei Kindern und Jugendlichen (wie auch bei Erwachsenen), wenn die Kontrolle über die eigene Zeit verloren geht und Freundschaften, Hobbys, Schule und Beruf vernachlässigt werden.

Im alltagssprachlichen Gebrauch wird »Sucht« in erster Linie mit stoffgebundenen »Abhängigkeiten« in Verbindung gebracht. Im wissenschaftlichen Diskurs und in der (klinischen) Beratungspraxis werden das Suchtverständnis auf stoff-ungebundene Abhängigkeiten und exzessive Verhaltensweisen ausgedehnt. »Online-Mediensucht« als nichtsubstanzgebundene Verhaltenssucht ist in Deutschland nicht als psychische Erkrankung anerkannt. Dies begründet sich auch auf wissenschaftlichen Einschätzungen, die exzessive Mediennutzung als Begleiterscheinung anderer psychischer Erkrankungen wie Depression, Affektstörungen oder ADHS verstehen. Es gibt folglich (anders als in den USA) keine eigenständige Diagnose »Mediensucht« und auch die medizinische Beratung und Therapie ist nicht spezifisch. Dies führt zu divergierenden Bewertungen, Kriterienkatalogen und dadurch auch zu unterschiedlichen Kenngrößen bei der Charakterisierung der Häufigkeit von Mediensucht in der Bevölkerung (Prävalenzrate).

Grundlage des TAB-Projekts ist eine Literatur- und Quellenanalyse zum Stand der interdisziplinären Forschung im Bereich »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten – Gefahren, Therapien und Präventionsmöglichkeiten«. Die in Wissenschaft und Gesellschaft diskutierten Suchtbegriffe und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für die Bewertung von Mediensucht sowie eine multiperspektivische Betrachtung der Mediennutzung von Kindern und Jugendlichen einschließlich möglicher Formen zur Prävention, Beratung und Behandlung sollen vergleichend eingeordnet sowie die Er-

kenntnisse der Literatur- und Quellenanalyse thesenhaft verdichtet werden.

Darüber hinaus erscheint es vielversprechend, partizipative Verfahren einzusetzen, um Positionen der involvierten wissenschaftlichen Disziplinen (z. B. Psychologie, somatische und psychiatrische Medizin, Pädagogik, Soziologie, Kriminologie, Gesundheitswissenschaften, Kommunikationswissenschaften) und der unterschiedlichen gesellschaftlichen Stakeholder (z. B. Kliniken, Selbsthilfegruppen, Suchtberatungsstellen, Unternehmensverbände, pädagogische Fachkräfte) in einem integrativen Ansatz einzubeziehen. Neben leitfadengestützten Interviews mit Stakeholdern sollen mehrere moderierte Workshops durchgeführt werden, die der Validierung ausgewählter Hypothesen zum gesellschaftlichen Umgang mit dem Phänomen Mediensucht dienen. Es sollen prioritäre Handlungsfelder im Zusammenhang mit der exzessiven Mediennutzung bzw. Mediensucht von Kindern und Jugendlichen für unterschiedliche – insbesondere politische – Stakeholdergruppen identifiziert und beleuchtet werden. Daneben erscheint es vielversprechend, Kinder und Jugendliche (sowie ggf. auch deren Erziehungsberechtigte) selbst als Akteursgruppe in ausgewählten qualitativen Beteiligungsformaten wie Fokusgruppen in das TA-Projekt miteinzubinden.

*Neue elektronische Medien und Suchverhalten*

Oktober 2014 – Mai 2015

Kontakt:  
Michaela Evers-Wölk  
+49 228 969 105 38  
m.woelk@izt.de

# NEUE KULTUR- UND BILDUNGSTECHNIKEN IM FOKUS DER DIGITALISIERUNG

Die Bedeutung der digitalen internetbasierten Informations- und Kommunikationssysteme (»digitale Medien«) in Bildung und Ausbildung wächst kontinuierlich. Durch einen Bildungswettbewerb, der die nationalen Grenzen längst überschritten hat, wird diese Entwicklung noch verstärkt. Und angesichts zum Teil zurückgehender Schülerzahlen einerseits und massiver Verschiebungen zwischen beruflicher und akademischer Ausbildung andererseits wächst zugleich die Konkurrenz unter Schulen im bildungsrelevanten Primär- und Sekundärbereich sowie Ausbildungsbetrieben und Hochschulen im tertiären Bildungsbereich. Die Anforderungen an innovative Lerninhalte und Lernformen steigen, die Ausbildungsangebote werden immer stärker ausdifferenziert. Auf diese Herausforderungen versuchen die Bildungs- und die Wissenschaftspolitik mit ihren zuständigen Gremien und Institutionen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene durch eine Weiterentwicklung ihrer Maßnahmen und Angebote zu reagieren.

Im Hinblick auf den zunehmenden Einsatz von digitalen Medien in allen Bildungsbereichen, ihre Voraussetzungen und Folgen für den Einzelnen und die Gesellschaft, wurde auch von der Enquete-Kommission »Internet und digitale Gesellschaft« des 17. Deutschen Bundestages die Permanenz der politischen Aufgabe betont: »Bildung und Forschung sind vom technologischen Wandel stets in besonderer Weise berührt und können vielfach – auch als Vorreiter – von ihm profitieren. Angesichts der fortschreitenden digitalen Vernetzung gilt es daher, Bildung und Forschung in der und für die digitale(n) Gesellschaft teilweise neu zu justieren« (Drs. 17/12029, S. 8). Diesbezüglich werden zwar in der wissenschaftlichen Literatur spezifische Problemlagen dieser »digitalen Neujustierung« thematisiert, bislang jedoch eher selten mit konkretem Bezug zu den Auswirkungen

gen der digitalen Medien etwa im Hinblick auf (neue) Hemmnisse beim Zugang zu Bildung und Ausbildung.

Von besonderer Bedeutung ist die Frage, inwieweit eine durch die digitalen Medien zunehmend beeinflusste bzw. geprägte Bildung den Lebensverlauf hinsichtlich erwerbsbezogener Optionen prägt. Zunehmend in den Fokus geraten auch die verschiedenen Bildungsinstitutionen. Welche Auswirkungen haben die digitalen Medien auf den institutionellen Aufbau des Bildungssystems, auf Schule, duale Ausbildung, Berufsakademien und Hochschulen?

Insgesamt ist ein kompetenter Umgang mit digitalen Medien (»Medienkompetenz«) nicht nur Grundvoraussetzung zur Wahrnehmung von Bildungschancen, sondern mittlerweile Basiskompetenz der digitalen Gesellschaft, um an dieser zu partizipieren – in beruflicher, privater, ökonomischer und politischer Hinsicht. Die Förderung und Gewährleistung von Medienkompetenz muss daher als wesentliches Element von Demokratie und Emanzipation angesehen werden. Damit einhergehend macht die Durchdringung aller Lebensbereiche durch digitale Medien ihren gezielten, kritischen und reflektierten Gebrauch unabdingbar. Die entsprechende Kompetenz entsteht nicht von selbst durch die Mediennutzung, sondern bedarf der Vermittlung durch entsprechend qualifizierte Lehrende.

Das TAB hat sich in den 2000er Jahren im Rahmen eines umfangreichen Monitorings zum »eLearning« mit verschiedenen Aspekten des Einsatzes von digitalen Medien in grundsätzlicher Hinsicht befasst: auf EU-Ebene (Hintergrundpapier Nr. 11), in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (Arbeitsbericht Nr. 105), in Forschung, Lehre und Weiterbildung in Deutschland (Arbeitsbericht Nr. 107) sowie im Ausland (Hintergrundpapier Nr. 14), mit der

Zielgruppenorientierung auf Kinder und ältere Menschen (Arbeitsbericht Nr. 115) sowie in Schulen (Arbeitsbericht Nr. 122). Ein Update insbesondere im Hinblick auf die bildungspolitischen Auswirkungen sowie die ggf. notwendigen Änderungen der Rahmenbedingungen des Einsatzes und der inhaltlichen Vermittlung der neuen digitalen Medien in den verschiedenen Bildungs- und Ausbildungsbereichen erscheint angesichts der schnellen Entwicklung jedoch angebracht.

In der TA-Studie sollen zum einen die Zugangs- und Nutzungsbedingungen als substanzielle Voraussetzung und Möglichkeit zur Wahrnehmung von Bildungschancen untersucht werden. Zum anderen wird es um Fragen nach einer angemessenen Medienkompetenz, neuen Bildungsformen, aber auch nach Datenschutz und Persönlichkeitsrechten gehen. Und schließlich lässt sich in einer übergeordneten Perspektive fragen, inwieweit die digitalen Medien als umfassend angewandte Kulturtechnik sowohl die bildungspolitischen Rahmenbedingungen als auch die Bildungsinhalte sowie die Bildungserfolge (grundsätzlich bzw. substanziell) verändern. Darauf aufbauend soll diskutiert werden, wo die neuen digitalen Medien ein (bildungspolitisches) Umdenken erforderlich machen und Regelungsnotwendigkeiten in den einzelnen Bildungsbereichen bestehen. Schließlich sollen Handlungsoptionen für die Politik im Bildungsbereich aufgezeigt werden.

## *Digitale Medien in der Bildung*

Januar 2015 – Dezember 2015

Kontakt:

Dr. Christoph Revermann  
+49 30 28491-109

revermann@tab-beim-bundestag.de

# WOHIN FÜHRT DIE ZUNEHMENDE VERSCHMELZUNG VON MENSCH UND MASCHINE?

TAB-BRIEF NR. 44 / SEPTEMBER 2014

Die Digitalisierung der Gesellschaft schreitet ungebremst voran. Kennzeichnend für diese Dynamik ist eine exponentielle Erhöhung der Rechenkapazität von Computern, gekoppelt an die zunehmende Miniaturisierung, Vernetzung und Verbilligung der relevanten technischen Komponenten. In Zusammenhang mit Entwicklungen im Bereich der Neurowissenschaften und der Nanotechnologie eröffnen sich neue technische Möglichkeiten, welche die traditionellen Abgrenzungen zwischen Mensch und Maschine zunehmend infrage stellen. Zu nennen sind beispielsweise Gehirn-Computer-Schnittstellen, am oder im Körper getragene Prothesen (Neuroprothesen, Exoskelette) oder autonom agierende Serviceroboter.

Diese neuen technischen Optionen bieten nicht nur die Chance, durch Krankheit oder Unfall hervorgerufene Defizite auszugleichen, sondern im Prinzip auch, die psychische und körperliche Leistungsfähigkeit des Menschen mittels technischer Erweiterungen, die im oder am Körper getragen werden – sei es durch Exoskelette, Implantate oder Smart Glasses –, gezielt zu verbessern. Inwiefern eine Verschmelzung des Menschen mit und damit seine steigende Abhängigkeit von der Technik gesellschaftlich wünschenswert und vertretbar ist, wird unter dem Schlagwort »Human Enhancement« bereits seit Längerem kontrovers diskutiert.

Parallel zu der zunehmenden Technisierung des Menschen findet eine allmähliche Angleichung von extern agierenden Maschinen an den Menschen statt. Schon heute ist maschinelles Lernen anhand großer Datenmengen ein etabliertes Phänomen, das etwa bei Überwachungstechnologien oder bei Suchmaschinen zum Einsatz kommt. Zwar ist der intelligente Roboter mit einem Ich-Bewusstsein noch ein Zukunftsszenario, aber es ist bereits ein Punkt im Automatisierungsgrad erreicht, der nicht nur das menschliche Selbstver-

ständnis, sondern auch die Gesellschaft grundlegend revolutionieren könnte. Neben ethischen wirft diese Entwicklung insbesondere diffizile rechtliche Fragen auf, vor allem im Hinblick auf Sicherheit, Haftung und Datenschutz.

Eine besondere Relevanz gewinnt die Thematik vor dem Hintergrund kürzlich gestarteter Großprojekte der EU (»Human Brain Project«) und der USA (»Brain Initiative«), in denen die Funktionsprinzipien des Gehirns mithilfe von Großrechnern enträtselt werden sollen, unter anderem mit dem Ziel, neue medizinische und robotertechnische Anwendungsfelder zu erschließen. Angesichts der hochdynamischen und diversifizierten Forschungslandschaft, der breit gefächerten und noch eher diffusen Anwendungspotenziale und der Tatsache, dass sich die emergierende Entgrendungsdynamik weitgehend schleichend vollzieht, ist das TAB mit einem Projekt zum Thema »Mensch-Maschine-Entgrenzungen: Zwischen künstlicher Intelligenz und Human Enhancement« beauftragt worden. Das TA-Projekt soll zum einen einen systematischen Überblick über relevante wissenschaftlich-technische Entwicklungen geben, die zu dem Phänomen der Mensch-Maschine-Entgrenzung beitragen; dazu gehören die Bereiche Robotik, künstliche Intelligenz, Hirnforschung und neuroelektrische Schnittstellen. Zum anderen sollen die übergeordneten gesellschaftlichen Treiber/Visionen und mögliche Folgedimensionen analysiert werden. Letztere sind sowohl ethischer (Verteilungsgerechtigkeit, Auswirkungen auf soziale Interaktionen, moralischer Status von Maschinen, Herausforderungen durch die Erweiterung der menschlichen Sinneswahrnehmung und die Technisierung des Körpers etc.) als auch rechtlicher Art (Haftung, Sicherheit, Datenschutz). Zentrales Projektziel ist die Klärung der Frage, inwiefern aus der fortschreitenden Entgrendungsdynamik politische Handlungsbedarfe resultieren.

Das Projekt wird in zwei Teilschritten durchgeführt:

- In einer Sondierungsphase soll mittels Kurzgutachten eine fundierte Wissensgrundlage zu bereits sich abzeichnenden Trends der Mensch-Maschine-Entgrenzung erarbeitet und politikrelevante Entwicklungen in Wissenschaft und Gesellschaft identifiziert werden. Dabei werden auch vorliegende oder noch laufende TA-Untersuchungen zur Thematik ausgewertet. Auf dieser Basis sind dann relevante Querschnitts- und Vertiefungsfragen zu identifizieren und das weitere Arbeitsprogramm zu spezifizieren.
- Im weiteren Projektverlauf sollen besonders relevante Anwendungsfelder, ihre gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und Auswirkungen vertiefend analysiert werden. Dazu werden spezifische Entwicklungslinien der fortschreitenden Mensch-Maschine-Entgrenzung in einem Horizon-Scanning durch die VDI/VDE-IT betrachtet. Schließlich gilt es, die gesellschaftlich relevanten Chancen und Risiken, damit verknüpfte ethisch-philosophische Fragen sowie rechtliche Rahmenbedingungen systematisch zu beleuchten, um darauf aufbauend Regulierungsbedarfe identifizieren und Gestaltungsoptionen ableiten zu können.

*Mensch-Maschine-Entgrenzungen:  
Zwischen künstlicher Intelligenz  
und Human Enhancement*

Oktober 2014 – März 2016

Kontakt:  
Dr. Christoph Kehl  
+49 30 28491-106  
kehl@tab-beim-bundestag.de

# ARZNEIMITTEL IM WASSER

Pharmazeutische Wirkstoffe werden in der Human- und Tiermedizin weitläufig eingesetzt. Teile dieser Wirkstoffe finden ihren Weg über Abwasser, Sickerwasser etc. in Böden und letztlich in Gewässer, wo sie dann über das Trinkwasser bzw. den Nahrungskreislauf auch auf die menschliche Gesundheit wirken können. Unter Experten besteht Konsens, dass in Deutschland der Konsum von Trinkwasser auch angesichts der Problematik der Mikroverunreinigungen gegenwärtig (noch) nicht zu akuten Gesundheitsgefährdungen führt. Dennoch gibt es Hinweise auf mögliche Schadwirkungen. Die Verringerung und Vermeidung der Umwelt- und Gesundheitsbelastungen durch pharmakologische Wirkstoffe im Wasser – bzw. allgemein der Umgang mit Mikroverunreinigungen in Gewässern – stellt somit eine große gesamtgesellschaftliche Herausforderung dar.

Aktuell werden verschiedene Ansätze diskutiert, um die Belastungen von Gewässerökosystemen und Trinkwasser mit Pharmakarückständen und Mikroverunreinigungen zu verringern bzw. ganz zu verhindern. Folgende Lösungsansätze sind derzeit in der Diskussion:

- > Erweiterung zentraler Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe zu Eliminierung von Mikroverunreinigungen;
- > Maßnahmen zur Reduzierung des generellen Verbrauchs von pharmazeutischen Stoffen (gezielter Einsatz, bedarfsgerechte Verkaufsmengen, Kennzeichnung der Umweltauswirkungen etc.);
- > Optionen einer umwelt- und verbraucherfreundlichen Entsorgung für nichtbenötigte Mittel;
- > Entwicklung umweltfreundlicherer Produkte (z. B. »green pharmacy«); hier spielt beispielsweise das Zulassungsrecht für Arzneimittel eine zentrale Rolle.

Insbesondere die Erweiterung von Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe scheint sich kurz- und mittelfristig als technische Lösung des Problems anzubieten, sie ist allerdings kosten- und energieintensiv. Darüber hinaus deckt sie nur einen Teil des Problems ab, denn geschätzte 30 % der Siedlungsabwässer finden ihren Weg an Kläranlagen vorbei in Grundwasser und Oberflächengewässer. Generell ist absehbar, dass viele Substanzen technisch nicht vollständig aus Gewässern herauszuhalten sind.

Das TA-Projekt soll das vorhandene Wissen aus Naturwissenschaft, Ökonomie, Rechtswissenschaft etc. systematisch zusammentragen, aufarbeiten sowie vorhandene Wissenslücken identifizieren, um darauf aufbauend mögliche Handlungsstrategien für Politik, Verwaltung und Wissenschaft ableiten zu können.

Die Erstellung eines Überblicks über relevante Stoffe und Abschätzungen von Mengenbilanzen für ausgewählte Stoffe in Deutschland soll einen Vergleich mit anderen Ländern ermöglichen. Neben der gegenwärtigen Situation sollen auch bereits jetzt absehbare zukunftsweisende Trends berücksichtigt werden – beispielsweise die Entwicklung der Verwendung von Pharmaka (in Bezug auf Art und Menge). Bei der Analyse der Eintragswege von Mikroverunreinigungen sollen auch sogenannte Hotspots herausgearbeitet werden. Im Hinblick auf eine Risikobewertung von Pharmakarückständen und Mikroverunreinigungen erfolgt eine Literaturstudie bzw. -auswertung über die Umweltwirkungen bzw. (Öko-)Toxizität ausgewählter Wirkstoffe sowie über Grenzwerte. Dabei sollen die Wirkungen einzelner Verunreinigungen, kumulative Wirkungen mehrerer Verunreinigungen wie auch Langzeitwirkungen geringer Konzentrationen mit in den Blick genommen werden.

Für Politik und Verwaltung besteht die Herausforderung darin, die Zugänge zu den notwendigen Daten und zu notwendigem Wissen effizient zu organisieren und wissenschaftliche Erkenntnisse in Abwägungsprozessen in Maßnahmen zur Minderung der erkannten Risiken zu übersetzen. Diesbezüglich soll somit ein Überblick zur Rechtslage bezüglich Zulassung, Verbrauch und Entsorgung erfolgen sowie zu Rechten und Pflichten der öffentlichen Bereitstellung von Daten- und Informationen.

Beleuchtet werden alternative technische Strategien (z. B. vierte Reinigungsstufe bei Kläranlagen, Teilstromanalysen, gesonderte Vorbehandlungen von Abwasser aus Arztpraxen und Kliniken) zur Verringerung der Risiken unter Berücksichtigung von ökonomischen, ökologischen, sozialen, politischen und rechtlichen Aspekten. Darüber hinaus werden auch Maßnahmen, die den Verbrauch von Medikamenten reduzieren sollen (z. B. Informationskampagnen, Anpassung der Dosierungsmengen etc.) sowie das Potenzial innovativer Medikamentendesigns mit produktintegrierter Umweltverträglichkeit untersucht. Schließlich wird angestrebt, einen Überblick über sozialwissenschaftliche Analysen gesellschaftlicher Debatten zu geben, die sich mit der Einschätzung und Abwägung von Zielkonflikten zwischen potenziellen Umwelt- und Gesundheitsrisiken von Pharmakarückständen einerseits und Heilungsansprüchen und unbeschränktem Zugriff auf Medikamente andererseits befassen.

*Medizinische Wirkstoffe in Trinkwasser und Gewässern – Mengenanalyse und Risikobewertung*

September 2014 – Februar 2016

Kontakt:  
Dr. Johannes Schiller  
+49 341 235 1690  
johannes.schiller@ufz.de

# ZWISCHEN CLOUD UND CROWD: WIE WIR IN ZUKUNFT ARBEITEN

Die moderne Arbeitswelt zeichnet sich durch Globalisierung, Mobilität und ständige Erreichbarkeit aus. Durch die Digitalisierung von Arbeits- und Produktionsprozessen verändert sich die Arbeitswelt und mit ihr die Gesellschaft grundlegend. Mobiles Arbeiten mit Notebook, Smartphone und Tablet-PC gehört für viele Menschen bereits zum Alltag. Dank neuer Technologien sind wir mit unserer Arbeit immer weniger an den Schreibtisch im Büro gebunden. Eine Reihe von Vorteilen wird dieser neuen Mobilität zugeschrieben. Jederzeit und überall arbeiten zu können, schafft große Freiräume: für Unternehmen, weil Beschäftigte noch flexibler eingesetzt werden können; für Beschäftigte, wenn sie berufliche Flexibilität für das Privatleben brauchen und wollen. Neben diesen Vorteilen werden jedoch auch Nachteile und Risiken gesehen, sowohl auf Arbeitgeber- als auch auf Arbeitnehmerseite. Befürchtungen über eine zu starke Vermischung von Beruf und Freizeit und damit auch möglicherweise einhergehender Stress und gesundheitliche Beeinträchtigungen sowie der fehlende Austausch mit Kollegen, geringe IT-Kompetenzen, Sicherheitsbedenken und mangelnde Kontrollmöglichkeiten werden immer wieder in der Diskussion vorgebracht.

Darüber hinaus zeichnen sich weitaus grundlegendere Veränderungen in der Art, wie wir arbeiten, ab: Sowohl traditionelle Formen der Arbeits- als auch der Unternehmensorganisation werden durch die zunehmende Digitalisierung herausgefordert. Zudem gewinnen digital vernetzte Arbeitsmodelle wie »Cloud-working« oder »Crowdsourcing« an Bedeutung. Neben dem Wandel in wissensintensiven Berufsfeldern verändert die Digitalisierung von Arbeit auch die Arbeitsorganisation, Arbeitsbedingungen und das Aufgabenspektrum von Beschäftigten in vielen Dienstleistungsbereichen und in der industriellen Produktion (Industrie 4.0).

An die Stelle dessen, was in der Vergangenheit als »Normalarbeitsverhältnis« den Arbeitsmarkt und bestehende arbeitsrechtliche Regelungen kennzeichnete, tritt eine zunehmende Flexibilisierung von Beschäftigungsformen und Erwerbsmodellen, die zudem stark durch die räumliche und zeitliche Entgrenzung von Arbeit geprägt sind.

Die zunehmende Implementierung von IKT-Lösungen in Arbeitsabläufe und Unternehmensprozesse (Industrie 4.0) stellt insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowohl eine Chance als auch eine Herausforderung dar. Um die gewünschte Steigerung der Effizienz und Flexibilität der Produktion mittels Digitalisierung zu erreichen, sind zahlreiche technische, organisatorische und personelle Voraussetzungen zu erfüllen. Die damit verbundenen Investitionen drohen aber gerade KMU zu überfordern, womit diese tendenziell einen Wettbewerbsnachteil erleiden würden.

Zahlreiche bereits laufende Forschungsinitiativen, -projekte und -ausschreibungen zum Thema Industrie 4.0 und digitale Arbeit (Hightech-Strategie 2020, BMBF Themenfeld Industrie 4.0 etc.) versuchen für die Herausforderungen Lösungsansätze und flexible Modelle zu entwickeln, die die Interessen von Arbeitgebern und Arbeitnehmern gleichermaßen berücksichtigen: Produktivitätssteigerung in digitalisierten, globalen Wettbewerbsstrukturen für die einen, Sicherheit in Form von adäquaten Arbeitsrechts- und Arbeitsschutzbestimmungen sowie die Vereinbarkeit von Familie und Beruf für die anderen.

Vor diesem Hintergrund wurde das TAB beauftragt, ein TA-Projekt zu den Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt durchzuführen. Im Mittelpunkt soll dabei eine Analyse der Auswirkungen auf die Art und Qualität von

Beschäftigungsverhältnissen und der damit einhergehenden Potenziale und Problemlagen für Beschäftigte und Unternehmen stehen. Darüber hinaus soll analysiert werden, ob und wie bestehende Arbeitsrechts- und Arbeitsschutzregelungen weiterentwickelt werden können bzw. müssen, um sich an die neuen Arbeitsweisen und die sich damit verändernden Arten der Arbeit anzupassen. Es soll aufgezeigt werden, welche Rahmenbedingungen und Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um den anstehenden Wandel in der Arbeitswelt bewältigen zu können.

Als Teil des Projekts werden anhand eines Horizon-Scannings der VDI/VDE-IT Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung der Arbeitswelt und die sich daraus ergebenden Folgedimensionen speziell für ausgewählte Branchen und Produktionsbereiche von wissensbasierten KMU analysiert.

*Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt*

August 2014 – Januar 2016

Kontakt:  
Dr. Franziska Boerner  
+49 30 28491-105  
franziska.boerner@kit.edu

# WAS MACHEN WIR MIT ALL DEN DATEN?

Die automatisierte Auswertung der kontinuierlich wachsenden öffentlichen und privaten Datenbestände (Data-Mining) gilt als ein bedeutendes, wenn nicht das fundamentale Geschäftsmodell der digitalen Gesellschaft. Unter Data-Mining wird der Prozess der Wissensgenerierung aus den vielfältigen Datenbeständen durch Anwendung mathematisch-statistischer Verfahren und Algorithmen verstanden. Das Ziel ist, bisher unbekannte, neue Muster und Zusammenhänge zu erkennen, daraus verwertbare Informationen abzuleiten und gegebenenfalls prognostische Modelle und sogenannte Expertensysteme zu entwickeln, die aus den Daten Entscheidungshilfen für unterschiedliche Nutzergruppen ableiten. In der Wissenschaft ist dies eine seit Jahrzehnten angewendete methodische Herangehensweise, um mit den großen Datenmengen beispielsweise in der Physik, den Bio- und Geowissenschaften umgehen zu können.

Auch in allen anderen Gesellschaftsbereichen nehmen seit Jahren Datengenerierung und -digitalisierung in enormem Maße zu, u. a. im Gesundheits- und Finanzwesen, im Verkehrs- und Energiebereich, bei der Überwachung öffentlicher Räume sowie in der öffentlichen Verwaltung (E-Government). In Verbindung mit den wachsenden technischen Möglichkeiten der immer schnelleren Verarbeitung weckt die Nutzung dieser großen und vielfältigen Datenbestände (Big Data) durch Industrie und Staat, aber auch durch Akteure der Zivilgesellschaft und Privatpersonen einerseits Hoffnungen auf individuell zugeschnittene (Dienst-)Leistungen sowie verbesserte Möglichkeiten der Kontrolle unterschiedlicher Geschäftsabläufe. Andererseits ergeben sich neue Herausforderungen in den Bereichen Informationsfreiheit, informationelle Selbstbestimmung, (geistige) Eigentumsrechte und Datenschutz. Seit Jahren befassen sich Teile der Wissenschaft, Industrie, Zi-

vilgesellschaft und Politik intensiv mit den damit verbundenen Innovationspotenzialen, zunehmend auch mit rechtlichen und ethischen Fragen oder Regulierungsoptionen.

Im TA-Projekt »Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen« sollen anhand von zwei Anwendungsbereichen des Data-Mining rechtliche, ethische, politische und sozioökonomische Fragestellungen dargestellt und diskutiert werden. Eine Fallstudie soll den Einsatz von Data-Mining-Verfahren in der Medizin und im Gesundheitssystem untersuchen, der insbesondere die Verwendung personenbezogener Gesundheitsdaten einschließt. Die zweite Fallstudie soll den Einsatz von Data-Mining-Verfahren bei der Erfüllung öffentlicher Aufgaben (jenseits des Gesundheitsschutzes) thematisieren, der insbesondere die Verwendung von Geodaten zur Beobachtung und Kontrolle unterschiedlicher Vorgänge auf der Erde (z.B. Wetterdienste, Umweltveränderungen, Überwachung öffentlicher Räume) umfasst. Die Anwendungsbereiche der Fallstudien wurden aufgrund ihrer aktuellen und zukünftigen parlamentarischen Relevanz gewählt. Wenn öffentliche Dienste und deren Datenbestände für Data-Mining verwendet werden, ist der Gesetzgeber in besonderem Maße zur Ausgestaltung und Gewährleistung einer regelkonformen Datengewinnung und -nutzung verpflichtet.

Durch die Fallstudien werden zwei zentrale und sehr unterschiedliche Anwendungsbereiche des (Big) Data-Minings erfasst, an denen sich ein Großteil der rechtlichen, ethischen und politischen Fragestellungen beispielhaft untersuchen lässt. Zentrale Fragen lauten: Welche traditionellen und welche neuen Akteursgruppen können welche Datenbestände aufbauen und für wen sind diese zugänglich? Welche Arten von Datenbestän-

den werden bereits heute zu welchen Zwecken zusammengeführt und vergleichend untersucht? Wem »gehören« die Daten, wer entscheidet über ihre Verarbeitung und wer kontrolliert die Verfahren? Welche neuen Geschäftsmodelle der digitalen Ökonomie ergänzen bestehende? Welche Qualität, welche Verlässlichkeit und Aussagekraft haben die Ergebnisse einer automatisierten Auswertung in analytischer und prognostischer Hinsicht? Wofür und von wem können und sollen die Data-Mining-Resultate genutzt werden? Wo liegen die Grenzen, wo neue Möglichkeiten durch (noch) detailliertere Ortungs- und Personalisierungsverfahren?

Neben den Fallstudien sollen wichtige internationale TA- und andere interdisziplinäre Studien sowie öffentliche Diskurs- und Beteiligungsverfahren zum Thema Big Data/Data-Mining synoptisch ausgewertet werden, um einen Überblick über die Debatten, Aktivitäten und Einschätzungen auch in anderen Ländern zu erhalten. Im Anschluss wird in Absprache mit den Berichterstattern für TA entschieden, ob eine vertiefte rechtswissenschaftliche Analyse ausgewählter Fragestellungen (z.B. zum Eigentums-, Urheber- und Datenschutzrecht, möglicherweise mit einem internationalen Rechtsvergleich) sinnvoll erscheint oder ob eine größere öffentliche Diskussionsveranstaltung, z. B. zum Umgang mit Gesundheitsdaten, angestrebt werden sollte.

*Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen*

Oktober 2014 – Dezember 2015

Kontakt:

Dr. Katrin Gerlinger

+49 30 28491-108

gerlinger@tab-beim-bundestag.de

# DENN SIE WISSEN NICHT, WAS SIE TUN? ZUM UMGANG MIT RISKANTEN EXPERIMENTEN

TAB-BRIEF NR. 44 / SEPTEMBER 2014

Wissenschaftliche Experimente lassen sich im Kontext neuer Technologieentwicklungen oftmals nicht auf Labore beschränken, in denen kontrollierbare Bedingungen herrschen, sondern sie finden in der Umwelt bzw. in der Gesellschaft statt. Explorative Experimente dieser Art werden häufig bei Erstentwicklungen wie auch bei Folgeanwendungen von Technologien durchgeführt, deren kurz- und langfristige Auswirkungen auf die Umwelt bzw. Gesellschaft weder vorhersehbar noch kontrollierbar und damit unsicher sind. Als neuere Beispiele lassen sich »fracking«, »carbon capture and storage« (CCS), die Exploration tiefer geothermischer Ressourcen oder die Eisendüngung von Ozeanen (z. B. im Rahmen von LOHAFEX), aber auch Entwicklungen in der Medizin sowie in der Bio- und Gentechnologie (z. B. Gentherapie, grüne Gentechnik) anführen. Untrennbarer Teil von explorativen Experimenten, die im Zusammenhang dieser Technologieentwicklungen durchgeführt werden, ist Nichtwissen bezüglich Art und Ausmaß ihrer möglichen Risiken für Umwelt und Gesellschaft. Wie das Beispiel LOHAFEX zeigt, können auch grenzüberschreitende Probleme auftreten, was neue transnationale Forschungspolitiken und -kooperationen erforderlich macht.

Insofern die Gesellschaft selbst Teil derartiger Experimente wird und von möglichen ungünstigen Entwicklungen (z. B. grundlegende Veränderungen der Ökosysteme) direkt betroffen ist, stellt die Einschätzung möglicher Risiken und die Entwicklung von Strategien im Umgang mit ihnen eine besondere Herausforderung dar. Dabei ist der vielschichtige Anspruch gesellschaftlicher Akteure auf Mitgestaltung offenkundig, was sich allein daran zeigt, dass schon die Durchführung von sondierenden Forschungen (vor Ort) auf massive Proteste stoßen kann. Der grundsätzliche Verzicht Deutschlands auf entsprechende Forschungsaktivitäten könnte jedoch das Risiko bergen, nicht mehr

angemessen auf internationale Impulse reagieren zu können und den Anschluss an und den Einfluss auf Entwicklungen auf internationaler Ebene zu verlieren. Umso wichtiger werden somit Mechanismen und Verfahren, die verantwortungsvolle und demokratische Entscheidungen über explorative Experimente ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund stellen sich grundlegende Fragen, wie mit unvermeidbarem Nichtwissen und möglichen Gefahren umgegangen und wie das Verhältnis von Wissenschaft, Gesellschaft und Politik gestaltet werden soll. Die Gentechnik verdient in diesem Kontext besondere Beachtung, da in diesem Forschungsfeld bereits umfangreiche und wegweisende Sicherheitskriterien auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene festgelegt worden sind, denen ein Stufenkonzept (geschlossenes System – Freisetzung – allgemeine Anwendung) zugrunde liegt. Inwiefern ist das Stufenkonzept eine Gestaltungsidee, die auch in anderen Bereichen explorativer Experimente Anwendung finden kann oder finden sollte? Welche Instrumente der Regulierung (z. B. Ethikkommissionen oder Verwaltungsverfahren) sind an welcher Stelle zielführend, und wie können sie so gestaltet werden, dass einerseits Autonomie, Funktionalität und Qualitätssicherung von Forschung nicht beeinträchtigt, andererseits aber berechnete Schutzinteressen von Mensch und Umwelt nicht ignoriert werden? Welche Formen der Beteiligung von nichtwissenschaftlichen Akteuren sind sinnvoll, und wie können sie organisiert und institutionalisiert werden?

Das TAB wurde beauftragt, diese Fragen in einem TA-Projekt zu untersuchen. Im Vordergrund sollen konkrete Fallbeispiele stehen, an denen exemplarisch der Umgang mit Nichtwissen bei explorativen Experimenten analysiert wird. Neben der Gentechnologie, zu der bereits umfangreiche Erfahrungen vorliegen, werden die Eisendüngung

von Ozeanen (der Fall LOHAFEX) sowie geowissenschaftliche Experimente (Fracking, Geothermie, Verpressung von CO<sub>2</sub> im Untergrund) untersucht. Dabei werden jeweils die Besonderheiten wie auch allgemeine Aspekte herausgearbeitet. Zu diesen Aspekten gehören die gegebenen und wünschenswerten Regulierungen wie auch die Frage, ob Instrumente zur Verfügung stehen, um Risiken und Chancen von explorativen Experimenten zu erfassen und mit Nichtwissen im Hinblick auf Folgen von Forschung umgehen zu können. Sind herkömmliche Instrumente und Verfahren der Abschätzung und des Managements von Gefahren und Risiken ausreichend und beispielsweise im Fall grenzüberschreitender Experimenten angemessen? Darüber hinaus ist auch zu analysieren, welche politischen Verfahren bereits vorhanden sind (z. B. formelle Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung, informelle Formen wie Bürgerdialoge und Plattformen), um die explorative Forschung der gesellschaftlichen Mitgestaltung zugänglich zu machen. Auf dieser Basis soll schließlich identifiziert werden, ob und in welcher Weise Forschungs-, Regelungs- und Anpassungsbedarf besteht, d. h. welche Instrumente ggf. neu entwickelt bzw. welche bestehenden Instrumente nachjustiert und welche rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen oder angepasst werden müssten.

*Umgang mit Nichtwissen bei explorativen Experimenten*

September 2014 – September 2015

Kontakt:  
Dr. Christoph Aicher  
+49 341 235-1727  
christoph.aicher@ufz.de

# ABER BITTE NICHT IN MEINEM VORGARTEN: INTERESSENAUSGLEICH BEI INFRASTRUKTURPROJEKTEN

Die Umsetzung von auf Bundesebene beschlossenen Infrastrukturprojekten in den Landkreisen und Kommunen stellt insbesondere politische Mandatsträger vor Ort vor große Herausforderungen beim Umgang mit teilweise sehr engagiert bzw. emotional geführten Auseinandersetzungen und diversen Interessenskollisionen. Vor allem beim Ausbau der Stromnetze ist dies aktuell besonders virulent. Die Bürger erwarten von den Abgeordneten eine klare Positionierung und eine aktive Rolle als Sachwalter ihrer Interessen. Auf der anderen Seite gehen die Vorhabensträger (hier die verantwortlichen Betreiber der Übertragungsnetze) davon aus, dass die Politik die gefassten Beschlüsse rechtfertigt und dafür einsteht, dass sie möglichst reibungslos umgesetzt werden können.

Vor diesem Hintergrund soll sich das TA-Projekt exemplarisch mit dem Thema »Stromnetzausbau« beschäftigen. Die zentrale Zielsetzung ist es, auf konzeptionell und wissenschaftlich fundierter Grundlage praxisrelevante Handlungsoptionen für Kommunikationsstrategien und Beteiligungsverfahren zu entwickeln. Hierbei wird auf aktuellen Erkenntnissen der Kommunikations- und Kooperationsforschung aufgebaut.

Ausgehend von der Auswertung existierender relevanter Vorarbeiten der Kommunikations- und Kooperationsforschung sollen »Best-Practice-Beispiele« von bereits durchgeführten Beteiligungsverfahren identifiziert, analysiert und bewertet werden u.a. im Hinblick auf Akteurskonstellationen und Problemlagen vor Ort, Erfolgsfaktoren sowie Übertragbarkeit. Die Ergebnisse sollen in ein Thesenpapier münden, das als Input und Diskussionsgrundlage für zwei Round-Table-Gespräche mit interessierten Abgeordneten des Deutschen Bundestages verwendet werden soll.

Im ersten Round-Table-Gespräch soll eruiert werden, welche Erfahrungen in

betroffenen Regionen bei der Diskussion um geplante Stromtrassen gemacht wurden. Es soll ausgeleuchtet werden, welchen Bedarf es für unterstützende Maßnahmen gibt, damit ein konstruktiver Dialog ermöglicht werden kann. Gleichzeitig soll damit ein Raum für einen strukturierten Erfahrungsaustausch über Parteigrenzen hinweg zur Verfügung gestellt werden.

Eine Konkretisierung und Vertiefung soll anhand von drei bis vier Beispielregionen bzw. -wahlkreisen erfolgen. Dazu sollen Dialogrunden bzw. Workshops und/oder Gespräche mit Stakeholdern und Multiplikatoren vor Ort durchgeführt werden, um die Akteurskonstellationen und den jeweiligen Informations- und Diskussionsstand vertieft einschätzen zu können. Auf dieser Basis sollen Vorschläge für das weitere Vorgehen entwickelt werden. Die Durchführung von öffentlichen Veranstaltungen vor Ort ist im Rahmen dieses Vorhabens nicht geplant. Vielmehr soll eine fundierte Grundlage geschaffen werden, damit Beteiligungsverfahren und Dialogprozesse auf Augenhöhe geführt werden können und zu einem möglichst für alle Beteiligten tragbaren Ergebnis kommen.

Im zweiten Round-Table-Gespräch sollen die bis dahin gewonnenen Zwischenergebnisse präsentiert und diskutiert werden. Unter Einbeziehung des hier gewonnenen Feedbacks der Abgeordneten sollen konkrete Handlungsoptionen entwickelt und in Form eines »Leitfadens« für politische Mandatsträger, insbesondere Mitglieder des Deutschen Bundestages, aufbereitet und publiziert werden. Das ist insofern Neuland für das TAB, als eine sehr praxisnahe Handreichung für Abgeordnete zur Unterstützung der Wahrnehmung ihrer Aufgaben in einem strukturellen gesellschaftlichen und politischen Konfliktfeld im Mittelpunkt steht.

*Interessenausgleich bei Infrastrukturprojekten: Handlungsoptionen für die Kommunikation und Organisation vor Ort*

August 2014 – März 2015

Kontakt:  
Dr. Reinhard Grünwald  
+49 30 28491-107  
gruenwald@tab-beim-bundestag.de

# WAS BRINGT DIE HALBJÄHRLICHE ZEITUMSTELLUNG?

Die Sommerzeit wurde in Deutschland 1980 zur besseren Ausnutzung der Tageshelligkeit in den Sommermonaten eingeführt. Mit der Richtlinie 2000/84/EG wurde die jährliche Zeitumstellung ab 2002 dauerhaft, EU-weit und für alle Mitgliedstaaten verbindlich festgeschrieben. Deutschland unterstützte die Regelung vor allem, um ein reibungsloses Funktionieren des Binnenmarktes sicherzustellen. Die ursprünglich mit der Idee der jährlichen Zeitumstellung in Verbindung gebrachten möglichen Energieeinspareffekte waren schon 1980 nicht maßgeblich für ihre Einführung.

Über den Nutzen der Sommerzeit im Verhältnis zu möglichen negativen Auswirkungen der Zeitumstellung gibt es seit ihrer Einführung sehr gegensätzliche Positionen, und von verschiedener Seite wird eine Neuordnung der Sommerzeitregelung gefordert. Für eine Änderung geltender EU-Rechtsvorschriften bedarf es in der Regel eines Vorschlags der EU-Kommission. Dafür sieht diese derzeit aber keinen Anlass und verweist in diesem Zusammenhang auf ihren Bericht aus dem Jahr 2007, in welchem sie auf der Grundlage von Stellungnahmen aus den Mitgliedstaaten und verfügbarer Studien zum Schluss gelangte, dass »die Auswirkungen der Sommerzeit kaum ins Gewicht fallen« und die Sommerzeitregelung nach wie vor angemessen sei (KOM[2007] 739).

Die Randbedingungen, unter denen die Auswirkungen der Sommerzeit zu betrachten sind, haben sich seit 2007 allerdings zum Teil verändert. Angesichts des Strukturwandels im Energiesektor, von Verschiebungen zwischen Wirtschaftszweigen, neuer Arbeitszeit- und Beschäftigungsmodelle oder eines veränderten Mobilitäts- und Freizeitverhaltens könnten sich die Effekte der Zeitumstellung heute durchaus anders als noch vor einigen Jahren darstellen. Vor diesem Hintergrund sollen

im Rahmen des TA-Projekts »Bilanz der Sommerzeit« die seit 2007 neu hinzugewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse und Erfahrungen hinsichtlich der Auswirkungen der Sommerzeit gesichtet, eingeordnet und im Rahmen eines Sachstandsberichtes in einer Gesamtschau dargestellt werden. Die zentrale Fragestellung der Untersuchung lautet, ob gegenüber der Einschätzung der EU-Kommission von 2007 eine substanzielle Neubewertung der Auswirkungen der Sommerzeit angezeigt ist.

Das TA-Projekt orientiert sich an drei thematischen Schwerpunktsetzungen: Es soll zum einen die Frage nach möglichen Energieeinspareffekten durch die Zeitumstellung (neu) eruiert werden. Hier gilt es abzuklären, ob das Urteil aus dem Jahr 2007, nach welchem die Sommerzeit keine bzw. bestenfalls nur geringe Vorteile im Hinblick auf den Energieverbrauch bietet, auf Basis der aktuellen Erkenntnis- und Datenlage Bestand hat. Zum anderen soll der Blick auf die von der Zeitumstellung besonders betroffenen Wirtschaftssektoren, wie den Handel, den (Fremden-)Verkehr oder die Landwirtschaft, gerichtet werden. Hier gilt es zu untersuchen, ob die Strukturveränderungen in diesen und weiteren von der Zeitumstellung tangierten Wirtschaftssektoren Anlass zu einer substanziellen Neubewertung der Auswirkungen der Sommerzeit geben.

Schließlich sollen die Auswirkungen der Sommerzeit auf den Menschen betrachtet werden. Von besonderem, aber nicht ausschließlichem Interesse sind hier gesundheitliche Fragestellungen (In welchem Umfang wirkt sich die Zeitumstellung auf den »natürlichen Bio- und Schlafrhythmus« aus? Wie groß sind die nachgewiesenen Gesundheitsgefahren?), mögliche Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden (Hat die zusätzliche Stunde mit Tageslicht an Sommerabenden signifikante

Effekte auf das familiäre und gesellschaftliche Leben oder das Freizeitverhalten?) sowie eine mögliche Kausalität zwischen der Zeitumstellung und der Zahl an Verkehrsunfällen.

Weil das geltende EU-Recht den Mitgliedstaaten kein Wahlrecht in Bezug auf die Zeitregelung einräumt, kann eine Änderung der aktuellen Regelungen nur durch ein gesamteuropäisches Vorgehen erfolgen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass hierzu gemachte Erfahrungen zur Sommerzeit aufgrund der unterschiedlichen geografischen Lage nicht generell auf andere Länder übertragen werden können und daher die geltende Sommerzeitregelung in den verschiedenen europäischen Staaten unterschiedlich bewertet werden dürfte. Um spezifische Einschätzungen darüber zu ermöglichen, wie andere EU-Mitgliedstaaten über die Sommerzeitregelung urteilen, soll sich der Blick der Untersuchung auch auf Studien, Erfahrungen und Einschätzungen aus anderen europäischen Ländern richten. Vor diesem Hintergrund soll schließlich auch die Frage behandelt werden, welche prinzipiellen EU-rechtlichen Optionen und Verfahren für eine Änderung der geltenden EU-Rechtsvorschriften zur Sommerzeit ggf. offen stehen würden.

## *Bilanz der Sommerzeit*

September 2014 – Mai 2015

Kontakt:  
Dr. Claudio Caviezel  
+49 30 28491-116  
caviezel@tab-beim-bundestag.de

# DIE NÄCHSTE INDUSTRIELLE REVOLUTION? 3-D-DRUCK AUF DEM PRÜFSTAND

Eine Vielzahl von Geräten für die additive Fertigungstechnik ist oder wird momentan marktreif entwickelt. Sowohl in der Prototypenherstellung im industriellen Entwicklungsumfeld als auch in semiprofessionellen Anwendungen bis hin zu Geräten für den Hausgebrauch sind entsprechende »3-D-Drucker« zu finden. Das Anwendungsspektrum ist äußerst vielfältig und reicht vom Maschinen- und Formenbau (z.B. Armaturen im Automobilbau) über medizinische Anwendungen (z.B. Bioimplantate) bis zur Herstellung von Konsumgütern (Haushaltsgegenstände, Spielsachen etc.). Gegenwärtig übertreffen Kosten und Zeitaufwand additiver Fertigungsverfahren jene der »konventionellen« Verfahren, weswegen sie noch überwiegend in der Kleinstserien- oder Prototypenherstellung genutzt werden. Auch eignen sich die heute für jedermann zugänglichen 3-D-Drucker nur für sehr einfache Gegenstände. Gleichwohl wird additiven Fertigungsverfahren ein sehr hohes Potenzial zugeschrieben, etwa wenn die Herstellung funktionaler und belastbarer Objekte mit anspruchsvoller Oberflächengestaltung und/oder innerer Struktur (etwa die Integration von einfachen Schaltkreisen auf Basis von Polymerelektronik) gelingt. Der Forschungsaufwand hierzu ist allerdings noch sehr hoch.

Die Weiterentwicklung der Technologie wirft eine Reihe sozioökonomischer und rechtlicher Fragen auf. Zum einen lassen sich mithilfe additiver Fertigungsverfahren auf individuelle Bedürfnisse zugeschnittene Produkte einfach und schnell (im Vergleich zum herkömmlichen Formenbau) herstellen, wodurch sie in direkte Konkurrenz zur klassischen Produktion und zum traditionellen Handwerk treten können. Zum anderen könnte die zunehmende Verbreitung dieser Technologie auch bei Privatanutzern die Fertigung einer Vielzahl von Produkten von klassischen Fertigungsbetrieben in den privaten Bereich verlagern. Weil digitale Baupläne ein-

fach zu kopieren, zu manipulieren und über das Internet zu verbreiten sind, stellen sich hier fundamentale Fragen des Urheber- und Haftungsrechts. Auch wenn die Vision, dass digitale Baupläne das materiell gefertigte Produkt als Handelsware ganz ablösen, noch in den Bereich der Utopien gehört, sind von der Weiterentwicklung additiver Fertigungsverfahren vielfältige und z.T. massive Auswirkungen auf die traditionellen Produktions- und Wertschöpfungsketten zu erwarten.

In der Diskussion stehen additive Fertigungsverfahren aber auch deshalb, weil sie Sicherheitsbedenken und Fragen der Proliferation aufwerfen. Erste eingeschränkt funktionsfähige, im Wesentlichen aus Kunststoff bestehende Handfeuerwaffen wurden bereits hergestellt – für Metalldetektoren wären sie nicht erkennbar. Im militärischen Bereich erforschen vor allem die Streitkräfte der USA Anwendungsmöglichkeiten, etwa um ggf. unabhängig vom Materialnachschub schnell Ersatzteile herstellen zu können. Auch die Bundeswehr sammelt praktische und theoretische Erfahrungen mit additiven Fertigungsverfahren, beispielsweise bei der Herstellung von Großkaliberrohrwaffen oder in Bezug auf mögliche Auswirkungen der Technologie auf militärische Abläufe.

Ziel des TA-Projekts ist die Erschließung der technologischen, gesellschaftlichen und rechtlichen Dimensionen der Weiterentwicklung und breiten Diffusion von additiven Fertigungsverfahren. Dazu sollen zunächst die relevanten technologischen und wissenschaftlichen Entwicklungen in diesem Feld systematisch dargestellt und bewertet werden. Darauf aufbauende Abschätzungen über die prospektive Marktdurchdringung dieser Verfahren dienen dazu, mögliche Veränderungen von Innovations- und Wertschöpfungsketten und damit verbundene Effekte auf die davon betroffenen Wirtschaftssektoren abzulei-

ten. Einen weiteren Schwerpunkt sollen rechtliche und regulatorische Fragestellungen bilden, denn die weiteren Entwicklungen dürften entscheidend von den bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen (Schutz des geistigen Eigentums, Haftungsfragen) bzw. speziell dafür geschaffenen gesetzlichen Vorgaben abhängen. Schließlich soll der Blick auf die sicherheitsrelevanten Aspekte gerichtet werden, um mögliche Sicherheitsgefahren dieser neuen Technologien zu antizipieren und Handlungs- und Regulierungsoptionen im Umgang mit ihnen zu erörtern.

Die Projektbearbeitung erfolgt in zwei Teilschritten. In einem ersten Arbeitspaket wird ein breites Horizon-Scanning durchgeführt, aus dem das prospektive Einsatzspektrum und konkrete Anwendungsfelder bzw. Nutzungsmöglichkeiten additiver Fertigungsverfahren abgeleitet sowie darauf aufbauend mögliche positive und negative Folgen für Industrie- und Gewerbesektoren identifiziert werden sollen. Die Ergebnisse des Horizon-Scannings dienen der Identifizierung von Schwerpunkten, die in einem zweiten Arbeitspaket vertieft behandelt werden. Ein bereits jetzt erkennbarer thematischer Untersuchungsschwerpunkt sind sicherheitspolitische Fragestellungen im Kontext von kriminell/terroristisch intendierten bzw. militärischen Nutzungsmöglichkeiten von »gedruckten« Objekten.

## *Additive Fertigungsverfahren (3-D-Druck)*

September 2014 – Dezember 2015

Kontakt:  
Simone Ehrenberg-Silies  
+49 30 310078-187  
simone.ehrenberg@dvide-it.de

# ONLINE-BÜRGERBETEILIGUNG: EXPERIMENTIERFELD INTERNET-ENQUETE

Das Internet entwickelt sich zu einem immer bedeutenderen Medium der Auseinandersetzung über Politik und Zukunftsfragen. In diesem Zusammenhang gewinnen auch neue Teilnahmeverfahren wie die Online-Bürgerbeteiligung an Bedeutung. Sie schaffen neue Möglichkeiten demokratischer Einflussnahme, indem Informations- und Teilnahmangebote öffentlich zugänglich gemacht, inhaltliche Beiträge vernetzt – auch über unterschiedliche Internet-Anwendungen hinweg – und neue Wege zur Interaktivität eröffnet werden.

Interaktive digitale Politikprozesse sollen den kommunikativen Austausch zwischen den (etablierten) Akteuren des politischen Systems und den (engagierten) Akteuren der Zivilgesellschaft fördern, wozu auch einzelne sachkundige Bürger zählen. Die Hoffnung ist, dass durch die wechselseitige Kommunikation politischer Interessen und Argumente qualifizierte Rückkopplungen an unterschiedlichen Stellen des politischen Systems, die Modernisierung demokratischer Prozesse sowie die Ausbildung interaktiver politischer Öffentlichkeiten ermöglicht werden.

Das Thema »Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit« wurde durch die Arbeit der Enquete-Kommission »Internet und digitale Gesellschaft« des 17. Deutschen Bundestages (kurz: Internet-Enquete) in den Blickpunkt gerückt. Bereits der im März 2010 einstimmig vom Deutschen Bundestag angenommene Einsetzungsbeschluss enthielt einen für die parlamentarische Arbeit bis dato neuartigen Auftrag. Dieser fokussiert auf die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern an der Enquete-Arbeit. Dort heißt es: »Die Enquete-Kommission bezieht die Öffentlichkeit in besonderem Maße in ihre Arbeit mit ein. Über die Arbeit der Kommission wird regelmäßig und so transparent wie möglich auf der Internetseite des Deutschen Bundestages informiert. Dort werden zudem Teilnahmemöglichkeiten angeboten, die Anregungen aus der Öffentlichkeit in geeigneter Weise in die Arbeit der Kommission einfließen lassen können.«

Die Internet-Enquete setzte diese Aufgabe durch ein breites Spektrum an Maßnahmen um und betonte dabei deren experimentellen Charakter. So dokumentierte die Enquete-Kommission auf ihrem Internetauftritt den Fortgang der Arbeiten tagesaktuell und ausführlicher als sonst für Enquete-Kommissionen üblich. Erstmals veröffentlichte ein Gremium des deutschen Parlaments Arbeitspapiere, die zwar bereits intern zwischen den Fraktionen abgestimmt, aber noch nicht von der Kommission insgesamt verabschiedet worden waren. Die Internet-Enquete tagte – entgegen dem bisher üblichen Verfahren für Enquete-Kommissionen – von Beginn an öffentlich und übertrug Sitzungen live oder zeitversetzt im Internet. Bürgerinnen und Bürger konnten nach Anmeldung an Projektsitzungen teilnehmen. Auf den Internetseiten der Enquete wurde ein Blog eingerichtet, in dem die Kommissionsmitglieder ihre persönliche Sichtweise zur Arbeit der Enquete darlegen sowie mit Bürgerinnen und Bürgern diskutieren konnten. Zunächst wurde ein Forum, später die Plattform [www.enquetebeteiligung.de](http://www.enquetebeteiligung.de) eingerichtet, über die interessierte Bürgerinnen und Bürger und später auch Organisationen Vorschläge bzw. Positionen in die Arbeit der Enquete-Kommission einbringen konnten.

Die Enquete-Kommission »Internet und digitale Gesellschaft« beendete ihre Arbeit nach fast drei Jahren im Frühjahr 2013. In ihren Ergebnisberichten dokumentierte sie Vorgehen, Instrumente, Herausforderungen und die Erfahrungen der Kommissionsmitglieder mit der Online-Bürgerbe-

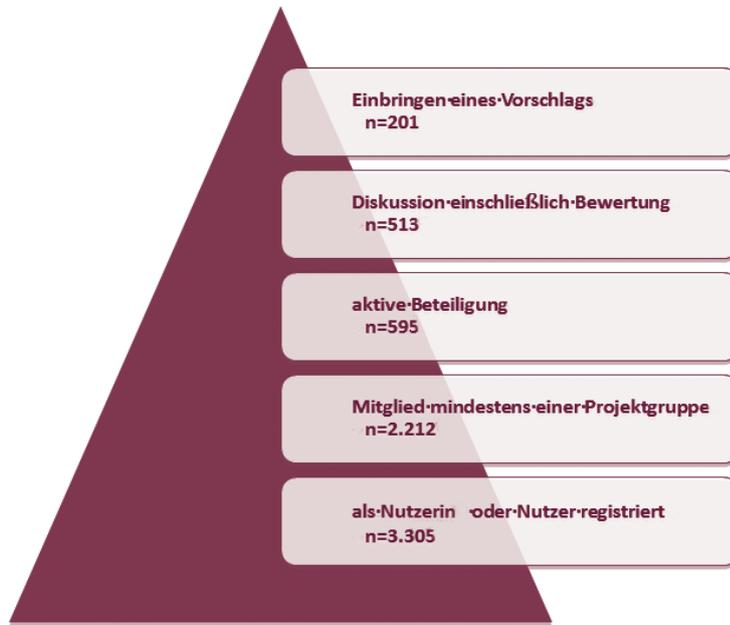
teiligung ausführlich. Diese erstmals erprobten neuen Formen der Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit bilden jetzt auch den Kern eines laufenden Untersuchungsauftrages, mit dem der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages das TAB beauftragte.

In einer Vorstudie wurden durch das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung erste wissenschaftliche Erhebungen und Analysen im Nachgang der Arbeit der Internet-Enquete des Deutschen Bundestages durchgeführt und weitere Forschungsbedarfe identifiziert. Die Vorstudie steht über das Internetangebot des TAB zum Download zur Verfügung ([www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u10700/Online-Buergerbeteiligung\\_TAB\\_Vorstudie.pdf](http://www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u10700/Online-Buergerbeteiligung_TAB_Vorstudie.pdf)). Diese ersten Ergebnisse sollen nunmehr bis Ende 2015 im Rahmen eines TA-Projekts vertiefend untersucht werden, um so weitere Handlungsoptionen für die parlamentarische Arbeit des Deutschen Bundestages aufzuzeigen (s. Rubrik »Neue Projekte«, S. 33).

## IM BLICKPUNKT: DIE ONLINE-BÜRGERBETEILIGUNG VIA ENQUETEBETEILIGUNG.DE

Internetbasierte Dialog-, Konsultations- und Teilnahmepattformen, an denen sich interessierte Akteure beteiligen können, wurden in den letzten Jahren in Deutschland in der politischen Kommunikation vor allem von Parteien, aber auch von der Bundesregierung eingesetzt. Teilnahmepattformen erweitern die Möglichkeiten früherer Formate, bei denen Information und Kommunikation im Mittelpunkt standen, um Dialog-, Abstimmungs- oder sogar Kollaborationsfunktionen beispielsweise für Vorschläge und Online-Anträge. Damit werden bei den

ABB. AKTIVE NUTZERINNEN UND NUTZER AUF WWW.ENQUETEBETEILIGUNG.DE



Initiatoren Hoffnungen und Erwartungen verbunden, durch die Stärkung der Onlinebeteiligung den Demokratiegedanken zu fördern.

Für die Arbeit der Internet-Enquete wurde in Kooperation mit dem gemeinnützigen Verein Liquid Democracy und auf der Basis der Open-Source-Software Adhocracy die Beteiligungsplattform [www.enquetebeteiligung.de](http://www.enquetebeteiligung.de) entwickelt. Ziel von [www.enquetebeteiligung.de](http://www.enquetebeteiligung.de) war es, die Partizipationsmöglichkeiten der Bürgerinnen und Bürger am parlamentarischen Prozess der Arbeit der Internet-Enquete zu stärken. Sie konnten sich über die Arbeit der Projektgruppen der Internet-Enquete informieren und sich für die Mitarbeit in den Projektgruppen registrieren. Dort konnten sie eigene Vorschläge – Anliegen, die erreicht werden sollen – einbringen, diskutieren, bearbeiten und bewerten.

Die Initiatoren und Betreiber von [www.enquetebeteiligung.de](http://www.enquetebeteiligung.de) hatten sich eine stärkere Partizipation der Öffentlichkeit erhofft und verweisen darauf,

dass diese hinter den Erwartungen zurückgeblieben sei. Vor diesem Hintergrund ist hervorzuheben, dass sich auf der Plattform in einem thematisch begrenzten, aber für Beteiligungsprozesse vergleichsweise langen Zeitraum deutlich mehr als 3.000 Personen anmeldeten und sich davon immerhin fast 600 unter anderem mit umfassenden Textbeiträgen einbrachten (Abb.). Auch die Zahl von mehr als 400 Vorschlägen für die Arbeit der Enquete-Kommission lässt sich positiv hervorheben. Der sachliche und konstruktive Ton, Fachkenntnisse und die Bereitschaft zur Mitarbeit prägten den Beteiligungsprozess. Hier werden zukünftige vertiefende Analysen noch ein facettenreicheres Bild zeichnen.

Somit ergeben die Analysen der Vorstudie des IZT ein insgesamt positives Bild der Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit am Beispiel der Internet-Enquete. Die Plattform [www.enquetebeteiligung.de](http://www.enquetebeteiligung.de) hat verlässlich funktioniert und als Experimentierfeld wichtige Akzente für die Arbeit der Enquete-Kommission ge-

setzt, Anregungen für ihre Arbeit gegeben und öffentlichen Erwartungen an Beteiligungsprozesse entsprochen.

Im Schlussbericht der Internet-Enquete heißt es, dass es für die parlamentarische Arbeit nicht neu gewesen sei, »inhaltliche Beiträge von außen in den Meinungsbildungsprozess mit einzubinden. Dies geschah und geschieht seit jeher über die Interessenvertretungen, über die Sprechstunden in den Wahlkreisen, über Institutionen und Verbände«. Es ist jedoch davon auszugehen, dass es sich bei vielen Akteuren auf [www.EnqueteBeteiligung.de](http://www.EnqueteBeteiligung.de) um solche handelte, die sonst nicht zum Netzwerk der parlamentarischen Arbeit zählen. Interessierte Bürgerinnen und Bürger und Institutionen konnten sich »ungefragt«, allein aufgrund ihres Interesses und ihres Engagements einbringen.

## KONTAKT

Britta Oertel und  
Prof. Dr. Michael Opielka  
+49 30 803088-43/-0  
[b.oertel@izt.de](mailto:b.oertel@izt.de)

# OFFENE INNOVATIONSPROZESSE ALS CLOUD-SERVICES

Mit Beginn der neuen Vertragslaufzeit ab September 2013 hat das TAB sein Methoden- und Analysespektrum erweitert, um mit neuen Formaten und Untersuchungsansätzen auf die parlamentarischen Bedürfnisse zu reagieren. Eines dieser Formate ist das Horizon-Scanning, das von der VDI/VDE-IT – einem der neuen TAB-Kooperationspartner – realisiert wird. Seit kurzem liegt der erste Horizon-Scanning-Bericht zum Thema »Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services« vor, der wissenschaftlich-technische und sozioökonomische Trends sowie diffuse Signale im Kontext dieses Themenspektrums identifiziert.

Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services sind bisher kaum fachlich gefasst und nicht allgemeingültig abgegrenzt. Die wenige Literatur hierzu bleibt vergleichsweise vage und beschränkt sich meist auf Teilaspekte des Themas. Insofern bestand eine der Aufgaben des Horizon-Scannings auch darin, das Thema genauer zu umreißen. Im Folgenden werden die Themendefinition, die zentralen Ergebnisse des Horizon-Scannings sowie die sich hieraus ergebenden TA-relevanten Fragestellungen kurz vorgestellt. Der umfassende Bericht mit der vollständigen Liste der TA-relevanten Fragestellungen steht als PDF online zur Verfügung ([www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-hs001.pdf](http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-hs001.pdf)).

## THEMATISCHE EINGRENZUNGEN

Innovationsprozesse sind heute nicht mehr eine exklusive Domäne industrieller FuE-Abteilungen. Vielmehr entstehen Innovationen vermehrt in hybriden Multiakteursnetzwerken, in denen professionelle und nichtprofessionelle Akteure sowie interessierte Nutzer gemeinsam an Ideen und Entwicklungen arbeiten. Dabei sind offene Innovationsprozesse im Sinne einer »Crowd-Partizipation« eng an internetgestützte Interaktionsstrukturen gebunden, um die Prozesse umzusetzen und zu organisieren. Insbesondere durch die Möglichkeit, die Prozesse in die Cloud zu verlagern, d. h. über IKT-Plattformen eine Vielzahl von Akteuren unabhängig vom Ort einzubeziehen und

die dort angebotenen Dienstleistungen (Big Data, innovationsunterstützende Software as a Service, Infrastrukturen etc.) zu nutzen und weiterzuentwickeln, werden Innovationsprozesse zukünftig trotz weiterhin zunehmender Flexibilisierung und Öffnung gleichzeitig professionalisiert.

Im Thema »Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services« verdichten sich Entwicklungen, die mit Schlagworten wie nutzerintegrierte Innovation, Nutzerpartizipation, Fab-Labs, Crowdsourcing, Open Source, Cloud Working, Web 2.0 sowie Individualisierung und Regionalisierung der Produktion versehen werden können. Letztlich zeichnet sich hier ein Trend hin zu Innovationsprozessen ab, die stark partizipativ sind, auf »Schwarmintelligenz« und die Möglichkeit setzen, patentfreie Software, Baupläne u.a.m. nach dem »Shanzhai«-Prinzip (Aufgreifen – Kopieren – Weiterentwickeln – zur Verfügung stellen) zu neuen Innovationen und Produkten weiterzuentwickeln.

Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services haben ein erkennbares Potenzial, die Art und Weise, wie Innovationen entstehen, zu verändern. Die Anwenderbranchen beschränken sich dabei bei weitem nicht nur auf Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien. Im Bericht zum Horizon-Scanning wird auch auf andere Anwendungsfelder, wie z. B. die Produktionswirtschaft und die Biotechnologie, verwiesen. Es ist davon auszugehen, dass offene Innovationsprozesse als Cloud-Services zwar nicht

bestehende Prozesse und Formen des Innovationsgeschehens ersetzen, jedoch beträchtlich ergänzen werden und sich als zusätzliche Säule im Innovationssystem etablieren.

## METHODISCHES VORGEHEN

Gemäß dem prospektiven Ansatz operiert die Untersuchungsmethode des Horizon-Scannings mit thematischen Korrelationen und Konvergenzen, um auf diese Weise diffuse und schwache Signale zu übergeordneten Entwicklungen zusammenzufassen. Ausgehend von einigen Hypothesen, mit denen das Thema »Offene Innovationssysteme als Cloud-Services« zu Beginn der Untersuchung vorstrukturiert wurde, ist eine umfassende Suche und Analyse von Quellen durchgeführt worden, die kategorisiert und mithilfe einer Software codiert wurden, um anschließend gezielt ausgewertet zu werden. Diese Codierung erfolgte mittels eines dynamischen Code-Schemas, mit dem Ziel, unterschiedliche Informationseinheiten in den verschiedenen Quellen zu kategorisieren.

Aus den rund 200 ausgewerteten Quellen resultierten auf diese Weise ca. 1.700 kategorisierte Informationseinheiten. Da die überwiegende Zahl dieser Informationseinheiten mit zwei und mehr verschiedenen Codes versehen wurden, konnten mithilfe der Software Querbezüge zwischen den Informationseinheiten und somit thematische Konvergenzen bzw. Schnittmengen identifiziert werden. Je mehr unterschiedliche Informationen in eine solche thematische Schnittmenge einfließen, desto relevanter ist diese und desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich dabei um einen signifikanten Trend handelt. Eine ausführliche Beschreibung der Methode bietet der Beitrag »Horizon-Scanning: Ein strukturierter Blick ins Ungewisse« (TAB-Brief Nr. 43, S. 14–18).

## ERGEBNISSE

Das Horizon-Scanning zur Identifizierung der zentralen Entwicklungen im Thema »Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services« hat zu zwei strukturierenden und damit übergreifenden Trendthesen geführt:

- › Innovationen entstehen vermehrt in hybriden Multiakteursnetzwerken, in denen professionelle und nicht-professionelle Akteure sowie interessierte Nutzer gemeinsam an Ideen und Entwicklungen arbeiten.
- › Bei Produkten und Innovationen, die im Rahmen von offenen Innovationsprozessen als Cloud-Services entstehen, werden Geschäftsmodelle voraussichtlich nicht primär auf Patenten und Copyright basieren. Analog zu Entwicklungen bei Open-Source-Software ist es wahrscheinlicher, dass die Geschäftsmodelle vermehrt auf Zusatzleistungen abzielen, die rund um die Cloud-Services angeboten werden können.

Darüber hinaus resultierten fünf weitere ergänzende Trendthesen, mit denen das Thema näher charakterisiert werden kann:

- › Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services unterstützen den Trend zur stärkeren Individualisierung und Regionalisierung der Produktion, sodass sie perspektivisch die Entstehung von heimischen und/oder regionalen Produktionsstätten und Märkten unterstützen und dazu beitragen, beispielsweise Versorgungslücken in vom demografischen Wandel besonders stark betroffenen ländlichen Räumen zu schließen.
- › Durch die jüngsten Entwicklungen im 3-D-Druck-Bereich sowie das zunehmende Angebot von 3-D-Druckern für den Heimanwender ist in den nächsten Jahren zu er-

warten, dass bisher weitgehend auf die Branche der Softwareentwicklung begrenzte Innovationsmethoden (Open Source) stärker die Produktionswirtschaft durchdringen.

- › Durch die bidirektionale Umsetzung von offenen Innovationsprozessen in der Cloud bestehen eine erkennbare Analogie und eine mögliche Verbindung zur fortschreitenden Digitalisierung, Individualisierung und Flexibilisierung in der industriellen Produktion (Industrie 4.0).
- › Erst durch die Optimierung und Erweiterung von Cloud-Services in offenen Innovationsprozessen werden radikale und komplexe »offene« Produkte möglich.
- › Durch die konsequente Cloud-Orientierung kann ein hoher Zusatznutzen durch die Nutzung von Big Data auch in offenen Innovationsprozessen ermöglicht werden. Dabei wird es insbesondere darauf ankommen, Datenbestände der öffentlichen Verwaltung (Public Service Information) zugänglich zu machen und Wege zu finden, wie diese sicher mit »My Data« (nutzergenerierten/-spezifischen Daten) kombiniert werden können.

## TA-RELEVANTE FRAGESTELLUNGEN

Aus Perspektive der Technikfolgenabschätzung werfen offene Innovationsprozesse als Cloud-Services eine Reihe von relevanten Fragestellungen in gesellschaftlicher, ökonomischer, ökologischer, technischer und rechtlicher Hinsicht auf, wie z. B.:

- › Trägt die Veränderung von Innovationsprozessen tatsächlich zu einer stärkeren Beteiligung von Nutzern und Interessierten bei?
- › Welche Branchen profitieren von offenen Innovationsprozessen als Cloud-Services? Für welche Bran-

chen sind sie eher von Nachteil und warum?

- › Wie groß muss die Datenübertragungsrate sein, damit möglichst viele potenzielle Nutzer aktiv offene Innovationsprozesse als Cloud-Services nutzen können?
- › Bedarf es einer Anpassung des Patentrechts, um offene Innovationsprozesse als Cloud-Services zu ermöglichen, oder bieten Creative-Commons-Lizenzen hier das geeignete Regime?

Es ist davon auszugehen, dass offene Innovationsprozesse als Cloud-Services bestehende Prozesse und Formen des Innovationsgeschehens zwar nicht ersetzen, jedoch beträchtlich ergänzen werden und sich als zusätzliche Säule im Innovationssystem etablieren. Dabei sind insbesondere die gesellschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen und prospektiven Potenziale einer solchen Entwicklung – wie auch mögliche Barrieren gesellschaftlicher und/oder technischer Art – von Interesse.

## HINWEIS ZUR VERÖFFENTLICHUNG

TAB-Horizon-Scanning Nr. 1: »Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services« (s. Rubrik »Neue Veröffentlichungen«)

## KONTAKT

Simone Ehrenberg-Silies  
+49 30 310078-187  
simone.ehrenberg@vdivde-it.de

## NEUIGKEITEN VON EPTA UND PACITA

### EPTA-KONFERENZ IN OSLO AM 28. OKTOBER 2014

Unter dem Motto »Produktivität und neue Technologien – Auswirkungen auf die Arbeitswelt und das Wohlergehen in Europa« steht die diesjährige EPTA-Konferenz, die am 28. Oktober 2014 in Oslo stattfindet. Gemeinsam mit dem Präsidenten des Storting (Norwegisches Parlament), Herrn Olemic Thommessen, hat Siri Hatlen, die Präsidentin des NBT (Norwegian Board of Technology), das gegenwärtig die EPTA-Präsidenschaft inne hat, Parlamentarier und Wissenschaftler aus ganz Europa und darüber hinaus eingeladen.

Es werden Sessions zu folgenden Themen durchgeführt:

- Autonome Autos, billige Roboter und 3D-Drucker – schaffen neue Technologien Arbeitsplätze oder Arbeitslosigkeit?
- Produktivität in Europa: Herausforderungen, politische Strategien und Handlungsoptionen
- Gibt es eine Zukunft für das produzierende Gewerbe in Europa?
- Produktivität, Arbeit und Wohlfahrt

Der spannende internationale Austausch und das weltoffene Ambiente der Fjordmetropole sind sicher eine Reise wert.

### FEBRUAR 2015: DIE INTERNATIONALE TA-COMMUNITY IN BERLIN

Die Abschlusskonferenz des EU-Projekts »Parliaments and Civil Society in Technology Assessment« (PACITA; siehe TAB-Brief Nr. 43, S. 38) findet vom 25. bis 27. Februar 2015 in Berlin statt. Erwartet werden 500 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Wissenschaft, Beratung und Politik. Unter der Überschrift »The Next Ho-

rizon of Technology Assessment« wird die dreitägige Konferenz fragen, was Technikfolgenabschätzung zur Bewältigung der »Grand Challenges« – also den großen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit (z. B. Klimawandel, Pandemien, alternde Gesellschaften, Sicherheitsfragen) – beitragen kann.

Neben der Analyse der gesellschaftlichen Debatten, der Konflikte und Herausforderungen bei der Entwicklung und Nutzung neuer Technologien und Problemlösungsstrategien ist es auch notwendig, Konzepte, Methoden und Instrumente zu diskutieren, mit denen gesellschaftliche Entscheidungsfindungsprozesse unterstützt werden können (beispielsweise zu Fragen der nachhaltigen Entwicklung und des nachhaltigen Konsums, bei der Risikobewertung oder einer evidenzbasierten Politikgestaltung). Welche Arten von Daten, von Wissen und Dialogformen brauchen wir dafür? Was bedeutet es konkret, soziotechnische Entwicklungen sozialverträglich und robust zu gestalten? Wie kann ein bestmöglicher Wissenstransfer zwischen den verschiedenen gesellschaftlichen Akteuren organisiert werden?

Ziel der Konferenz ist es, die Verbreitung und den Austausch von TA-Wissen in Europa zu befördern – sowohl unter Wissenschaftlern als auch zwischen Stakeholdern und Politikern. Bislang wurden über 35 thematische Sessions aus einer Fülle von eingereichten Vorschlägen ausgewählt, darunter »Indicators in Technology Assessment – Passive Choices or Reflected Options«, »Engaging Citizens in E-Participation«, »TA of Human Cognitive Enhancement«, »Visions of Technology Assessment«, »Responsible Research and Innovation for Energy Transitions«, »Governance Networks – Fit for the Future?«, »The Future of Ageing in Europe«, »Chances and Challenges of Deep Geothermal Energy«, »TA for

Low-carbon Transitions«, »Big Data as a TA Issue«.

Die Registrierung für die Konferenz ist offen! Wir freuen uns auf Anmeldungen unter <http://berlinconference.pacitaproject.eu/registration/>.

Das Organisationsteam der Konferenz erreichen Sie unter [berlin@pacitaproject.eu](mailto:berlin@pacitaproject.eu).

### KONTAKT

Constanze Scherz  
+49 721 6082-6814  
[scherz@kit.edu](mailto:scherz@kit.edu)

# WAS SIE SCHON IMMER ÜBER TA WISSEN WOLLTEN: ZWEI NEUE WEBPORTALE

Um die Sichtbarkeit von Technikfolgenabschätzung in der Wissenschaft und der interessierten Öffentlichkeit zu erhöhen, wurde Ende 2012 das DFG-geförderte Projekt »Kooperativer Aufbau eines Fachportals Technikfolgenabschätzung auf Basis dezentraler Informationsressourcen«, kurz openTA, begonnen. Auf europäischer Ebene verfolgt das EU-Projekt »Parliaments and Civil Society in Technology Assessment« (PACITA) das Ziel, die Kapazitäten und institutionellen Voraussetzungen für wissenschaftsbasierte politische Entscheidungsfindung zu erweitern und die parlamentarische TA in Europa zu fördern. In diesem Zusammenhang ist das PACITA TA-Portal entstanden, das in gewisser Weise die europäische Sicht auf TA im Web ergänzt. Entwicklungsstand und Nutzungsmöglichkeiten beider Portale sind Gegenstand dieses Beitrags.

## openTA-PLATTFORM DES NETZWERKS TA

Auf der Startseite des openTA-Portals ([www.openTA.net](http://www.openTA.net)) fallen sofort zwei Bereiche ins Auge (Abb. 1), der openTA-Newsdienst und der openTA-Kalenderdienst. Man findet hier in der Regel tagesaktuelle Nachrichten aus den NTA-Mitgliedsinstitutionen und Hinweise auf TA-relevante Termine, seien dies Calls, Vorträge, Workshops, Tagungen oder auch Lehrveranstaltungen. Das Spektrum der Themen ist so weit gespannt, wie die TA thematisch ausgerichtet ist: Nachhaltigkeit, Energie, Verkehr, Stadtentwicklung, synthetische Biologie, Nanotechnologie, Internet. Zu all diesen Themen und v. a. m. findet man hier Nachrichten und Veranstaltungshinweise.

Beide Dienste stehen exemplarisch für das grundlegende Konzept von openTA: Die dezentral bei den Mitgliedern des NTA vorhandenen Informationsressourcen werden von openTA aggregiert und nutzungsfreundlich zugänglich gemacht. Das heißt in diesem Fall zweierlei: Zum einen können die Nachrichten und Termine nach Stichworten durchsucht und nach Kategorien gefiltert werden. Zum anderen können Sie sich Ihr Interessenprofil individuell zuschneiden und die interessierenden Nachrichten oder Termininformationen in ihr E-Mail- oder Kalenderprogramm schicken lassen. Sie interessieren sich z. B. nur für die Berliner Termine oder nur

für die Nachrichten aus Wien? Kein Problem! Probieren Sie es aus.

Ein weiterer Bereich auf dem openTA-Portal ist das öffentliche Mitgliederverzeichnis der persönlichen und institutionellen Mitglieder des NTA. Auch hier können Sie sich anzeigen lassen, wer in der Schweiz oder in Hamburg Mitglied ist und welches fachliche Profil diese Mitglieder haben. Natürlich können

Sie sich auch über openTA als Mitglied selbst anmelden. Die Mitgliedschaft ist kostenfrei.

Publikationen sind Input und Output jeglicher wissenschaftlicher Arbeit, natürlich auch für die TA. Der openTA-Publikationsdienst soll die wichtigsten Publikationen der NTA-Mitglieder in einer Datenbank zusammenfassen und darüber hinaus weitere TA-spezifische Publikationsressourcen ergänzen. Eine solche TA-bezogene Publikationsdatenbank gibt es derzeit noch nicht und ist ein wichtiges Rechercheinstrument für alle an TA Interessierten. Im Zusammenhang mit dem Publikationsdienst ist ein monatlicher Neuerscheinungsdienst »Über deNTAellerand – Neue TA-relevante Literatur aus der Deutschen Nationalbibliothek« geplant, zu dem erste Pilotversionen bereits erschienen sind. Aus dem Bestand der Deutschen Nationalbibliothek werden die aktuellen

ABB. 1

STARTSEITE VON OPENTA

Quelle: [www.openta.net](http://www.openta.net); 26.8.2014

TA-relevanten Publikationen automatisch abgerufen, dann weiter selektiert und sortiert und zu einem kompakten, abonnierbaren Neuerscheinungsdienst zusammengestellt.

Was gibt es noch auf openTA? Natürlich grundlegende Informationen über das Netzwerk TA, seine Gremien und Aktivitäten. Selbstverständlich finden Sie auch detaillierte Beschreibungen zum Projekt openTA und eine Übersicht zu den Projekt-Workshops und Projekt-Publikationen. Schließlich sei auf den openTA-Blog hingewiesen, dessen Beiträge das Geschehen im Bereich der TA reflektieren und der sich für Diskussionen über openTA im Kontext der sich entwickelnden Cyber-Wissenschaften anbietet.

Bitte beachten Sie: Alles, was hier nur kurz angerissen werden konnte, befindet sich in Entwicklung. Einige Dienste, wie der News- und Kalenderdienst, sind inhaltlich wie funktional schon weit gediehen, andere, wie der Publikationsdienst sind noch nicht ausgereift. Probieren Sie openTA aus und vergessen Sie nicht, uns zu kritisieren: [info@openTA.net](mailto:info@openTA.net). Wir wollen noch besser werden.

## TA-PORTAL DES PACITA-PROJEKTS

Der Kern des PACITA TA-Portals ([www.technology-assessment.info](http://www.technology-assessment.info)) ist eine Suchmaschine zu TA-relevanten Institutionen, Projekten, Publikationen und Fachleuten (Abb. 2). Interessieren Sie sich etwa dafür, was aus TA-Sicht in Europa zur synthetischen Biologie gemacht wurde, dann führt die Eingabe dieses Suchwortes zu einer strukturierten Ergebnisliste: In einem Reiter werden jene TA-Einrichtungen angezeigt, die zu diesem Thema bereits etwas beigetragen haben, im nächsten die einschlägigen Expertinnen und Experten, im dritten alle TA-Projekte zur synthetischen

ABB. 2

STARTSEITE DES PACITA TA-PORTALS

The screenshot shows the homepage of the TA-Portal. At the top, there is a logo for 'TA-PORTAL Technology Assessment Portal' and navigation links for NEWS, CONTACT, and INTERNAL. Below the logo is a horizontal menu with categories: SEARCH TA, INSTITUTES, EXPERTS, PROJECTS, PUBLICATIONS, RESOURCES, and ABOUT TA. The main content area is divided into several sections: a 'WELCOME TO THE TA PORTAL!' section with introductory text, a 'LATEST INTERNATIONAL TA NEWS' section featuring a news item from Euroscientist, and a 'STATISTICS' box displaying various metrics like article views, institutes, experts, projects, publications, and featured resources. There is also a 'LATEST UPDATES' section with a search dropdown.

Quelle: [www.technology-assessment.info](http://www.technology-assessment.info); 27.4.2014

Biologie und im vierten entsprechende Publikationen, sortiert nach dem Erscheinungsdatum. Wollen Sie detaillierter suchen, gibt es für jeden dieser Bereiche spezielle Suchformulare mit den üblichen Suchparametern. Das Besondere an der Ergebnisdarstellung ist in allen Fällen, dass die Ergebnisse untereinander mit Hyperlinks verknüpft sind: Ein Klick führt Sie von einer Publikation zu dem Projekt, in dem sie entstanden ist, ein weiterer zur Autorin oder zur dazugehörigen Institution, und umgekehrt.

Die Inhalte der Datenbank des TA-Portals kommen zurzeit von den 12 Partnern des PACITA-Projekts, darunter ITAS, sowie zwei weiteren TA-Einrichtungen, dem US-amerikanischen GAO und dem TAB. Für die Zukunft ist eine deutliche Erweiterung über diesen ersten Kreis von Institutionen geplant, das PACITA-Team steht diesbezüglich in Verhandlungen mit weiteren EPTA-Organisationen. Aktuell beinhaltet das Portal bereits Datensätze zu über 200 TA-Fachleu-

ten, fast 600 Projekten und rund 9.400 Publikationen.

Was gibt es noch auf dem TA-Portal? Eine Sammlung besonders empfehlenswerter TA-Ressourcen und die Möglichkeit, sich gleich auf der Startseite die jüngsten Neuzugänge in der Datenbank anzeigen zu lassen. Geplant ist, diese Updates in Zukunft auch abonnieren zu können. Ihnen wird vermutlich auch auffallen, dass auf der Startseite aktuelle internationale TA-Neuigkeiten angezeigt werden. Diese bezieht das Portal von openTA – ein erstes Ergebnis der vereinbarten Kooperation zwischen beiden Plattformen, die noch ausgebaut werden soll.

## KONTAKT

Ulrich Riehm  
+49 721 608-23968  
[riehm@itas.kit.edu](mailto:riehm@itas.kit.edu)

PD Dr. Michael Nentwich  
+43 1 51581-6583  
[mnent@oew.ac.at](mailto:mnent@oew.ac.at)

# NEUE VERÖFFENTLICHUNGEN

## CLIMATE ENGINEERING

C. Caviezel, C. Revermann  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 159

Ungeachtet vielfältiger Klimaschutzbemühungen ist es bisher nicht gelungen, den weiteren Anstieg der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen aufzuhalten. Vor diesem Hintergrund gewinnen die Diskussionen um mögliche gezielte technische Interventionen in das Klimasystem zur Beherrschung des Klimawandels – das sogenannte Climate Engineering – immer weiter an Fahrt. Ihr möglicher Nutzen wird aber sehr kontrovers diskutiert, denn klar ist, dass Maßnahmen, die von ihrer Anlage her eine weiträumige bis globale Manipulation der natürlichen Erdsystemprozesse beabsichtigen, zugleich mit mannigfaltigen Auswirkungen für Mensch und Umwelt verbunden wären.

Ob bzw. unter welchen Bedingungen Climate Engineering einen Beitrag zur

Beherrschung des Klimawandels liefern könnte oder gar sollte, diese Frage steht im Mittelpunkt des TAB-Berichts. Dazu wird der naturwissenschaftlich-technologische Wissensstand erhoben,



der aktuelle gesellschaftspolitische Diskurs dargestellt sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen und Regulierungserfordernisse analysiert. Der Blick richtet sich außerdem auf ethische, politische und sozioökonomische Bewertungskriterien, die von besonderer Relevanz für Entscheidungen über weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind.

Weil die Optionen des Climate Engineering den klimapolitischen Handlungsspielraum in vielfacher Hinsicht grundlegend erweitern, gibt es keine einfachen Antworten auf die zuvor genannte Frage. Vielmehr macht der TAB-Bericht deutlich, dass die dringende Notwendigkeit für eine breite gesellschaftspolitische Debatte darüber besteht, ob bzw. welche Ansätze des Climate Engineering weiter erforscht (und gegebenenfalls zur Anwendungsreife gebracht) und welche Risiken dafür eingegangen werden sollen.

## HERAUSFORDERUNGEN EINER NACHHALTIGEN WASSERWIRTSCHAFT

T. Hillenbrand, H. Hiessl, S. Klug, B. Freiherr von Lüninck, J. Niederste-Hollenberg, C. Sartorius, R. Walz  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 158

Das Zusammenspiel aus demographischen, klimatischen und wirtschaftsstrukturellen Wandelprozessen stellt die Wasserwirtschaft vieler Weltregionen gegenwärtig vor große Herausforderungen. Während im Kontext des Klimawandels gravierende Veränderungen regionaler Wasserkreisläufe erwartet werden, steigt zeitgleich der Nahrungsmittel- und Energiebedarf einer global wachsenden Bevölkerung. Vielerorts verschärft sich dadurch das Spannungsfeld konfliktärer Nutzungsinteressen an den Wasserressourcen. Gleichzeitig ergeben sich zusätzliche Herausforderungen hinsichtlich der Verunreinigungen der Gewässer mit Nähr- und Schad-

stoffen. Mit den Rahmenbedingungen ändern sich auch die Anforderungen an die Wasserinfrastrukturen teilweise drastisch. Die bestehenden Infrastrukturen zur Wasserver- und Abwasserentsorgung werden teilweise an ihre Leistungs- bzw. Wirtschaftlichkeitsgrenzen kommen – sie müssen deshalb rechtzeitig an die zukünftigen Herausforderungen angepasst und flexiblere Lösungskonzepte müssen entwickelt und umgesetzt werden.

Im Rahmen des TAB-Berichts wird die weltweite Innovationsdynamik im Bereich Wasser untersucht, das Innovationssystem im Bereich der Wassertechnologien analysiert, und es werden wichtige Herausforderungen und Trends für Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer aufgezeigt. Mit Blick auf Deutschland erscheinen verstärkte Anstrengungen zur Förderung des Innovationssystems im Bereich der Wassertechnologien notwendig. Dies betrifft die

Forschungsförderung, die gezielte Förderung des Übergangs von Forschungsergebnissen in die Praxis sowie die Stärkung und dauerhafte Unterstützung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit.



## TÄTIGKEITSBERICHT 2012/2013

### TAB-Arbeitsbericht Nr. 160

Der Tätigkeitsbericht 2012/2013 bietet einen Überblick über Aktivitäten und



Ergebnisse des TAB. Er dokumentiert in Kurzdarstellungen insbesondere die zwölf Untersuchungen, die im Berichtszeitraum mit der Vorlage von Endberichten abgeschlossen wurden. Darüber hinaus werden Informationen zu den Aufgaben, zur Organisation, zu europäischen Kooperationen und zu den Publikationen des TAB geboten.

Anders als in den Jahren zuvor bezieht sich der aktuelle Tätigkeitsbericht des TAB nicht auf ein Kalenderjahr, sondern auf den Zeitraum von Januar 2012 bis August 2013. Die Sondersituation ergab sich aus den prägenden Ereignissen für das TAB in den Jahren 2012 und 2013: Die Neuausschreibung des TAB-Betriebs für die Fünfjahresperiode von September 2013 bis August 2018 und die daraus hervorgegangene neue Betreiberkonstellation, die das Auslaufen der Kooperation des KIT/ITAS mit dem Fraunhofer ISI und eine Reihe von Neuerungen für die

Arbeit des TAB bedeutete. Die vielfältigen Neuerungen werden Thema des nächsten Tätigkeitsberichts sein, der den Zeitraum von September 2013 bis Dezember 2014 umfassen und in anderer, kompakterer Form vorgelegt werden wird.

Der Tätigkeitsbericht 2012/2013 kann beim TAB-Sekretariat angefordert werden. Er ist auch unter [www.tab-beimbundestag.de](http://www.tab-beimbundestag.de) abrufbar.

## OFFENE INNOVATIONSPROZESSE ALS CLOUD-SERVICES

*S. Ehrenberg-Silies, D. Compagna, O. Schwetje, M. Bovenschulte*  
TAB-Horizon-Scanning Nr. 1

Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services beschreiben integrative und Crowd-basierte Innovationsformen, die moderne IKT-Infrastrukturen, -Tools und Daten als »Substrat« nutzen. Dabei sind insbesondere die gesellschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen sowie die prospektiven Potenzen der Entwicklung – wie auch mögliche Barrieren gesellschaftlicher und/oder technischer Art – von Interesse.

Innovationsprozesse sind heute nicht mehr eine exklusive Domäne industrieller Forschungs- und Entwicklungsabteilungen. Heutzutage entstehen Innovationen auch in heterogenen und nicht strikt institutionell gebundenen Konstellationen, in denen professionelle und

nichtprofessionelle Akteure an gemeinsamen, oftmals zeitintensiven Aufgaben und Projekten arbeiten. Dabei sind offene Innovationsprozesse im Sinne einer Crowd-Partizipation eng an inter-

netgestützte Interaktionsstrukturen gebunden, um die Prozesse umzusetzen und zu organisieren. Insbesondere durch die Möglichkeit, die Prozesse in die Cloud zu verlagern, d. h. über Plattformen der Informations- und Kommunikationstechnik eine Vielzahl von Akteuren unabhängig vom Ort einzubeziehen und die dort angebotenen Dienstleistungen zu nutzen und weiterzuentwickeln, werden Innovationsprozesse zukünftig trotz einer weiterhin zunehmenden Flexibilisierung und Öffnung gleichzeitig professionalisiert.

Die Untersuchung der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH zum Thema »Offene Innovationsprozesse als Cloud-Services« ist das erste Resultat des neuen Formats TAB-Horizon-Scanning. Eine ausführliche Beschreibung des methodischen Ansatzes ist im TAB-Brief Nr. 43 vom Februar 2014 zu finden.



# TAB-BERICHTE IN ENGLISCH: TECHNOLOGY ASSESSMENT STUDIES SERIES

U. Riehm, K. Böhle, R. Lindner  
**Electronic petitioning and modernization of petitioning systems in Europe**  
 Technology Assessment Studies Series 6,  
 2014, Norderstedt, 296 pp.  
 ISBN 978-3-7357-9033-0



T. Petermann, H. Bradke, A. Lüllmann, M. Poetzsch, U. Riehm  
**What happens during a blackout**  
 Technology Assessment Studies Series 4,  
 2011, Norderstedt, 252 pp.  
 ISBN 978-3-7322-9329-2



R. Grünwald  
**Greenhouse gas – bury it into oblivion**  
 Technology Assessment Studies Series 2,  
 2009, Norderstedt, 132 pp.  
 ISBN 978-3-7322-8815-1



A. Sauter, K. Gerlinger  
**The pharmacologically improved human**  
 Technology Assessment Studies Series 5,  
 2013, Norderstedt, 296 pp.  
 ISBN 978-3-7322-9681-1



K. Gerlinger, T. Petermann, A. Sauter  
**Gene doping**  
 Technology Assessment Studies Series 3,  
 2009, Norderstedt, 256 pp.  
 ISBN 978-3-7322-8785-7



C. Coenen, U. Riehm  
**Development through electric networks**  
 Technology Assessment Studies Series 1,  
 2009, Norderstedt, 268 pp.  
 ISBN 978-3-7322-6212-0



## DIE »STUDIEN DES BÜROS FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG«

verlegt bei edition sigma

TAB-BRIEF NR. 44 / SEPTEMBER 2014



Ulrich Riehm,  
Knud Böhle

### Post ohne Briefträger

Sinkende Briefmengen und elektronische Postdienste als Herausforderungen für die Politik

Das Briefaufkommen hat in den letzten Jahren deutlich abgenommen. Gelegentlich wird schon die Befürchtung laut, dass die traditionsreiche Briefkultur bedroht sei, vor allem aber, dass bei Fortsetzung dieses Trends der Postuniversaldienst, der eine flächendeckende, allen Bürgern in gleicher Qualität zustehende Postdienstleistung garantiert, eines Tages in Frage stehen könnte. Vor diesem Hintergrund geht diese Studie der kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung sowie den unterschiedlichen Funktionen der Briefpost nach. Die Autoren untersuchen, inwieweit das Internet die Substitution von Briefen

ermöglicht, und analysieren die Entwicklung des Briefaufkommens nach Regionen und Staaten sowie Absender- und Empfängergruppen. Für Deutschland halten sie bis 2020 eine Abnahme der Briefmenge zwischen 13 und 29 Prozent für wahrscheinlich. Kurzfristig ist also nicht mit einem drastischen Einbruch zu rechnen, sodass Zeit bleibt, notwendige Anpassungen zu beraten. Politische Handlungsoptionen eröffnen sich einerseits innerhalb des bestehenden europäischen Rechtsrahmens, andererseits sind aber auch gänzlich neue Regulierungsmodelle zu erörtern, die physische, elektronische sowie hybride Mitteilungsformen integrieren.

neu 2014, 168 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8139-9  
17,90 Euro

## ZULETZT SIND IN DIESER REIHE EBENFALLS ERSCHIENEN

A. Peters, W. Schade, M. Wietschel

### Konzepte der Elektromobilität

Ihre Bedeutung für Wirtschaft,  
Gesellschaft und Umwelt

2013, 302 Seiten, kartoniert

ISBN 978-3-8360-8138-2, 27,90 Euro

B. Beckert, U. Riehm

### Breitbandversorgung, Medienkonvergenz, Leitmedien

Strukturwandel der Massenmedien und Herausforderungen für Medienpolitik

2013, 262 Seiten, kartoniert

ISBN 978-3-8360-8136-8, 24,90 Euro

U. Riehm, K. Böhle, R. Lindner

### Elektronische Petitionssysteme

Analysen zur Modernisierung des parlamentarischen Petitionswesens in Deutschland und Europa

2013, 282 Seiten, kartoniert

ISBN 978-3-8360-8135-1, 24,90 Euro

#### BESTELLUNG

Ich bestelle aus der Reihe »Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag«

| Anzahl | Kurztitel oder ISBN | Ladenpreis |
|--------|---------------------|------------|
|        |                     |            |

Name, Anschrift

Datum, Unterschrift

Senden Sie mir bitte unverbindlich schriftliche Informationen zum Verlagsprogramm.

edition  
sigma

Leuschnerdamm 13  
10999 Berlin  
Tel. +49 30 623 23 63  
Fax +49 30 623 93 93  
verlag@edition-sigma.de

Der Verlag informiert Sie gern über die weiteren lieferbaren Titel der TAB-Schriftenreihe und über sein umfangreiches sozialwissenschaftliches Programm – natürlich kostenlos und unverbindlich. Ständig aktuelle Programminformationen auch im Internet: [www.edition-sigma.de](http://www.edition-sigma.de)

---

## IMPRESSUM

---

**REDAKTION**

Dr. Christoph Kehl  
Dr. Christoph Revermann  
Dr. Arnold Sauter

---

**SATZ UND LAYOUT**

Brigitta-Ulrike Goelsdorf  
Edna Weiß

---

**DRUCK**

Wienands PrintMedien GmbH,  
Bad Honnef

---

Den TAB-Brief können Sie kostenlos per E-Mail oder Fax beim Sekretariat des TAB anfordern oder abonnieren. Er ist auch als PDF-Datei unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) verfügbar.

---

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.

---

TAB-BRIEF (PRINT)  
TAB-BRIEF (INTERNET)

ISSN 2193-7435  
ISSN 2193-7443

---

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des technischen und gesellschaftlichen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Das TAB arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrags zwischen dem KIT und dem Deutschen Bundestag und kooperiert zur Erfüllung seiner Aufgaben seit 2013 mit dem Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH (IZT), Berlin, dem Helmholtz-Institut für Umweltforschung GmbH (UFZ), Leipzig, sowie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin.

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| Leiter                  | Prof. Dr. Armin Grunwald |
| stellvertretende Leiter | Dr. Christoph Revermann  |
|                         | Dr. Arnold Sauter        |



BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG  
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Neue Schönhauser Str. 10  
10178 Berlin

Fon +49 30 28491-0  
Fax +49 30 28491-119

[buero@tab-beim-bundestag.de](mailto:buero@tab-beim-bundestag.de)  
[www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de)