

TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG

Theorie und Praxis

19. Jahrgang, Heft 2 – Juli 2010

Editorial		3
Schwerpunkt	Climate Engineering: ein Thermostat für die Erde?	
	<i>G. Sardemann, A. Grunwald:</i> Einführung in den Schwerpunkt	4
	<i>G. Sardemann:</i> Die Welt aus den Angeln heben. Zur Geschichte des Climate Engineering	8
	<i>T. Wiertz, D. Reichwein:</i> Climate Engineering zwischen Klimapolitik und Völkerrecht: Status quo und Perspektiven	17
	<i>T. Leisner, St. Müller-Klieser:</i> Aerosolbasierte Methoden des Climate Engineering. Eine Bewertung	25
	<i>K. Ott:</i> Argumente für und wider „Climate Engineering“. Versuch einer Kartierung	32
	<i>A. Oeschles:</i> Weitere Diskussion erforderlich! Bericht von der „Asilomar International Conference on Climate Intervention Technologies“	42
	<i>Chr. Rösch, M. Achternbosch, J. Schippl, G. Sardemann:</i> Climate Engineering Light. Natürliche Prozesse der CO ₂ -Speicherung	43
TA-Projekte	<i>S. Höller, P. Viebahn:</i> Kritische Abschätzung der CO ₂ -Lagerkapazitäten in Deutschland. Ein Beitrag für den öffentlichen Diskurs um CCS als Klimaschutzoption	53
	<i>O. Hurtig, L. Leible:</i> Mobil mit Biomasse. Techno-ökonomischer Vergleich des Einsatzes von Strom, SNG und Fischer-Tropsch-Kraftstoff aus Biomasse im Pkw-Bereich	59
	<i>R. Bräutigam:</i> Forschung im Bereich der Entwicklung Neuer Materialien. Das Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Profilbildung und Technologietransfer – das Projekt InnoMat	62
TA-Konzepte und -Methoden	<i>R. van Est, B. Walhout:</i> Waiting for Nano – Very Actively. A Long-term View on the Role of the Rathenau Institute in Stimulating the Dutch Debate on Nanotechnology	67
	<i>M. Nentwich:</i> Technikfolgenabschätzung 2.0	74

TA-Institution	<i>H. Shiroyama: Limits of Past Practices and Possible Future Institutionalization of TA in Japan</i>	80
Diskussionsforum	<i>R. Meyer: Politik oder Markt: Wer soll über die Nutzung der Grünen Gentechnik entscheiden? Anmerkungen zum Beitrag von Christoph Willers in TATuP</i>	84
Rezensionen	<i>B. Launder, M. Thompson (eds.): Geo-Engineering Climate Change: Environmental Necessity or Pandora's Box? (Rezension von T. Wiertz)</i>	89
	<i>B. Bürgler: Demokratische Legitimität in der internationalen Umweltpolitik (Rezension von A. Rechkemmer)</i>	91
	<i>B. Pötter: Tatort Klimawandel. Täter, Opfer und Profiteure einer globalen Revolution (Rezension von G. Sardemann)</i>	94
	<i>G. Banse, E.-O. Reher (Hg.): Allgemeine Technologie – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft</i>	96
	<i>G. Banse, E.-O. Reher (Hg.): Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie</i>	
	<i>G. Banse, E.-O. Reher (Hg.): Allgemeine Technologie – verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen zur Technologie (Sammelrezension von K. Krug)</i>	
Tagungsberichte	Die Ethisierung der Technik und ihre Bedeutung für die Technikfolgenabschätzung. 10. Österreichische TA-Konferenz (Wien, Österreich, 31. Mai – 1. Juni 2010) (von K. Mader und G. Kamp)	101
	Eco-efficiency for sustainability. Report on the 3 rd International Conference on Eco-Efficiency (Egmond aan Zee, The Netherlands, June 9–11, 2010) (by R. Meyer and W.-R. Poganietz)	104
	Die Asse säuft ab – Gorleben was nun? Bericht von der „Fachtagung zum Salzstock“ (Dannenberg, 16.–17. April 2010) (von S. Kuppler)	107
	Wissenschaftlicher Nachhaltigkeitsdialog zwischen Polen und Deutschland. Bericht von der III. Polnisch-Deutschen Konferenz „Nachhaltige Entwicklung – von der wissenschaftlichen Forschung zur politischen Umsetzung“ (Katowice, 25.–27. November 2009) (von M. Wachowiak)	110
ITAS-News		113
TAB-News		123
Netzwerk TA		128
Veranstaltungen		133

EDITORIAL

Der Turmbau zu Babel gilt noch heute als *die* paradigmatische Geschichte der Selbstüberschätzung des Menschen. Ob nun die von Gott verordnete Sprachverwirrung die Ursache des Scheiterns war, wie es im biblischen Original heißt, oder die Entfremdung durch Lohnarbeit, wie Fritz Lang in dem Film „Metropolis“ die Babel-Geschichte gedeutet hat: Scheitern bleibt Scheitern. In beiden Deutungen jedenfalls lag das Scheitern des Turmbaus von Babel nicht in der Technik (etwa in Stabilitäts- oder Materialproblemen), sondern im sozialen Kontext begründet. Andere Beispiele dagegen zeigen, dass auch Technik selbst menschlichen Träumen der Machbarkeit und des garantierten Erfolgs einen Streich spielen kann. Technikfolgenabschätzung kann ein Lied davon singen, wie nicht intendierte Folgen von Technik immer wieder die beabsichtigten positiven Effekte konterkarieren.

Befürchtungen des Scheiterns gehören heute zur gesellschaftlichen Debatte hochfliegender technischer und wissenschaftlicher Pläne; häufig treten sie bereits in ihrem Vorfeld oder in frühen Phasen auf. Bei besonders weitreichenden Ambitionen und gerade angesichts „grandioser“ Vorhaben wird immer wieder vor menschlicher Hybris und Selbstüberschätzung gewarnt. In schöner Gleichzeitigkeit werden einerseits futuristische, teils utopisch anmutende Visionen über zukünftige technische Möglichkeiten erzählt, andererseits aber auch Warnungen kommuniziert, die sehr grundsätzlich mit „Playing-God“-Vorwürfen operieren. Unterschwellig oder offen wird dabei gar nicht so selten an den Turmbau im alttestamentarischen Babel erinnert.

Gerade hat Craig Venter behauptet, das erste künstliche Lebewesen geschaffen zu haben, jedenfalls das erste Lebewesen mit künstlichem Erbgut. Die Synthetische Biologie, zu deren Vätern Venter gehört, ist eines der aktuellen Felder, in denen von „homo creator“ gesprochen und dabei befürchtet wird, dass Menschen „Gott spielen“.

Auch das Thema des Schwerpunkts dieses Heftes steht bei Kritikern im Verdacht der Hybris. Allein das Wort „Climate Engineering“

dürfte manchem schwer über die Lippen kommen. Die Idee, die Erdatmosphäre technisch zu kühlen wie ein Büro in einem heißen Sommer und dabei lediglich andere Mittel zielorientiert anzuwenden, führt zu kontroversen Reaktionen. Sie reichen von Empörung, besonders bei Umweltengagierten, die vor unkontrollierbaren Entwicklungen warnen, bis hin zu Gefühlen der Erleichterung, dass es auf diese Weise gelingen könnte, einen dramatischen Klimawandel doch noch zu verhindern. Angesichts der wahrhaft globalen Dimension eines Climate Engineering ist diese Mischung aus Schauer und Faszination psychologisch sicher verständlich.

Hybris-Befürchtungen und Warnungen, dass der Mensch nicht „Gott spielen“ dürfe, sind jedoch für sich keine Argumente. Wo sollten belastbare Kriterien auch herkommen, mit denen geprüft werden kann, was Hybris ist und was nicht? Hybris-Warnungen drücken Intuitionen, Befindlichkeiten und Sorgen aus. Diese sind als solche ernst zu nehmen und sorgfältig zu prüfen, sie ersetzen jedoch nicht belastbare Argumente. Hinter manchen Befindlichkeiten mögen reale Probleme stehen, hinter anderen jedoch vielleicht nicht. Diese Unterschiede gilt es herauszufinden – und dazu will dieses Heft für den Bereich des Climate Engineering einen Einstieg erlauben.

(Armin Grunwald)

« »

SCHWERPUNKT

Climate Engineering: ein Thermostat für die Erde?

Einführung in den Schwerpunkt

von Gerhard Sardemann und Armin Grunwald, ITAS

Der anthropogen verursachte Klimawandel gehört zu den großen Themen der Gegenwart. Angesichts der schleppenden klimapolitischen Schritte, der Trägheit der Umstellung auf nichtfossile Energiequellen, des auf ökologische Belange wenig Rücksicht nehmenden Wirtschaftswachstums in vielen Industrie- und Schwellenländern und einer weiter wachsenden Erdbevölkerung mit zunehmendem Energiehunger mehrten sich die Zweifel, dass sich das Zwei-Grad-Ziel auch unter günstigen weiteren Entwicklungen überhaupt noch erreichen lässt. Rückkopplungseffekte könnten zu einer Welt mit klimatischen Bedingungen führen, die in weiten Teilen für den Menschen nicht mehr tragbar sind. Angesichts dieser Möglichkeiten ist es verständlich, dass – jenseits der bekannten Vermeidungs- und Anpassungsstrategien – nach weiteren Möglichkeiten gesucht wird, den Klimawandel zu bewältigen. In diesem Zusammenhang ist die nicht ganz neue Idee des „Geoengineering“ in die Diskussion gekommen (zur Geschichte vgl. Sardemann in diesem Schwerpunkt). Seit der Nobelpreisträger Paul Crutzen (2006) die absichtliche Beeinflussung des Klimas als „ultima ratio“ vorgeschlagen hat, um den Klimawandel abzumildern oder gar zu vermeiden, ist international eine Debatte in Gang gekommen, die bislang vorwiegend in den Wissenschaften geführt wird. In Abgrenzung von anderen Formen eines „Geoengineering“ wollen wir in diesem Schwerpunkt, da es um die gezielte Beeinflussung des Klimas mit technischen Mitteln geht, von „Climate Engineering“ sprechen.

Durch Climate Engineering wird das Klimasystem als *Ganzes* zum Objekt gezielter technischer Beeinflussung gemacht. Dabei soll mit *gewollten, global und langfristig wirksamen* Maßnahmen dem erwarteten Klimawandel gegengesteuert werden – verbunden mit der Hoffnung, dass dadurch seine Folgen bewältigbar bleiben. Im Grunde geht es darum, mit global eingesetzten Techniken die Atmosphäre künstlich zu „kühlen“, um der Erderwärmung entgegen zu wirken. Technisch gibt es drei konzeptionelle Ansätze:

- (1) Es könnte die von der Sonne zur Erde kommende Strahlungsenergie durch eine Abschattung mittels Folien im Weltraum reduziert werden.
- (2) Es könnte die planetare „Albedo“ der Erde gesteigert werden, so dass von der eingestrahnten Sonnenergie ein höherer Anteil in den Weltraum reflektiert würde und somit nur ein kleinerer Teil von der Atmosphäre absorbiert würde. Technisch könnte dies beispielsweise durch gezielte Einbringung von Aerosolen in die Stratosphäre realisiert werden (Leisner, Müller-Klieser in diesem Heft), aber auch Maßnahmen wie das „Weiß-Streichen“ von Straßen oder Hausdächern gehören in diese Kategorie.
- (3) Es könnte versucht werden, der Atmosphäre in großem Umfang Kohlendioxid zu entziehen und zu lagern oder weiterzuverwenden (zu regionalen als Alternative zu globalen Ansätzen, die an Nebenfolgen reich sind, siehe Achternbosch et al. in diesem Heft).

Von den klassischen auf den Menschen fokussierenden Ansätzen zum Umgang mit dem Klimawandel („Adaptation“ und „Mitigation“) unterscheidet sich das „Climate Engineering“ durch einen prinzipiell anderen Blick allein auf das Klimasystem: Dieses wird mit den Augen des Ingenieurs betrachtet. Es werden „Stellschrauben“ gesucht (z. B. Aerosole und ihre Konzentration), mit denen auf das System eingewirkt werden soll. Damit wäre Climate Engineering *alles andere* als ein „sanfter“ Eingriff in natürliche Abläufe (Meyer-Abich 1984), sondern eine massive Intervention. Bereits die bloße Idee des Climate Engineering zeugt von einer Wiederkehr (oder

einem Weiterleben) sehr weitgehender Kontrollwünsche des Menschen über die Natur.

Vor dem Hintergrund der ökologischen Debatten der letzten Jahrzehnte und mancher negativer Erfahrungen mit Technikfolgen ist es keine Überraschung, dass die Betrachtung der Atmosphäre als System, das gezielt gesteuert oder beeinflusst werden sollte, sofort Sorgen vor neuen und unbekannten Nebenfolgen solcher Maßnahmen weckt. Wachsen die Herrschaft des Menschen über die Natur und seine Eingriffsmöglichkeiten weiter, so wachsen auch Größe, Auswirkungen und Reichweite möglicher Risiken. Anzeichen von Empörung sind zu erkennen – besonders bei Umweltengagierten, die von menschlicher Hybris reden und vor unkontrollierbaren Entwicklungen warnen. Würde die historische Erfahrung, dass jede Technik auch nicht intendierte Folgen hat, nicht auch für Climate Engineering gelten? Wer sagt, dass diese Technologie, die nicht intendierte Folgen bisheriger Technik kompensieren soll, nicht selbst wieder nicht intendierte und nicht vorhergesehene, vielleicht auch nicht vorhersehbare Folgen haben wird? Dieser Gedanke ist kein Argument per se gegen das Climate Engineering, macht aber deutlich, dass „der Einsatz steigt“ – und damit die Verantwortung zunimmt.

Umgekehrt gibt es aber auch Gefühle der Hoffnung, dass es mittels Climate Engineering vielleicht einen rettenden Strohalm gebe, trotz der Unzulänglichkeit der bisherigen Bemühungen um Mitigation einen dramatischen Klimawandel noch zu verhindern. Auch eine Art Erleichterung kommt vor: Man könnte sich vielleicht die Mühen und ökonomischen Kosten von Mitigation und Adaptation sparen. Und es gibt das bereits erwähnte Argument von Crutzen, das dafür spricht, die technischen Optionen eines „Climate Engineering“ zumindest durch Forschung in Bezug auf Potenziale und Risiken näher zu untersuchen: „Climate Engineering“, insbesondere das Aerosol-Verfahren, könnte eine Art „Notfalltechnologie“ sein. Für den Fall, dass Vermeidungsstrategien nicht ausreichen, um das Klima in einem für Menschen verträglichen Bereich zu halten, oder im Fall plötzlicher unvorhergesehener systemischer Effekte, die eine erhebliche Beschleunigung des Klimawandels aus-

lösen könnten, könnte ein rasch wirkendes Climate Engineering möglicherweise katastrophale Entwicklungen verhindern oder abfedern helfen – zumindest für eine begrenzte Zeitspanne.

Alle diese Argumente, Erwartungen und Befürchtungen operieren in einem Ozean des Nichtwissens. Weder über die technischen Optionen, ihre ökologischen und ökonomische Seiten, die politische Umsetzbarkeit noch über rechtliche Fragen (dazu Wiertz, Reichwein in diesem Heft) besteht auch nur annähernde Klarheit. Folgende Risikotypen, die jeweils mit eigenen Unsicherheiten und Beständen an Nichtwissen verbunden sind, können nach Grunwald (2010) unterschieden werden:

- *Risiken der vorbereitenden Experimente:* Experimente sind notwendig, um die Wissensdefizite zu beheben. Zumindest einige dieser Experimente müssten in der realen Atmosphäre gemacht und hinreichend großskalig ausgelegt werden, um daraus lernen zu können. Bereits diese Experimente könnten ungewollte und möglicherweise nicht auf einen kleinen Bereich beschränkte Folgen haben.
- *Risiken im politischen Prozess:* Climate Engineering erfordert, weil es eine globale Technologie mit globalen Folgen wäre, „Global Governance“. Da es jedoch wie beim politischen Umgang mit dem Klimawandel Gewinner und Verlierer sowie unterschiedliche Interessen gibt (vgl. die jüngste Kopenhagener UN-Klimakonferenz), kann es zu politischen Konflikten (etwa durch das Vorpreschen einzelner wirtschaftlich mächtiger Staaten) oder zu Entscheidungsblockaden kommen.
- *Rechtliche Unsicherheiten:* In weitgehender Abwesenheit einer „Global Governance“ gibt es zurzeit keine Vorstellung, wie ein „Climate Engineering“ völkerrechtlich umgesetzt werden könnte (Wiertz, Reichwein in diesem Heft). Die Beeinflussung der Atmosphäre als Bestandteil der Global Commons hat weitreichende völkerrechtliche Implikationen.
- *Risiken im Betrieb:* Aufgrund bislang nicht bekannter Wechselwirkungen könnte es zu unvorhergesehenen ökologischen oder atmosphärischen Effekten kommen. Angesichts der langen Zeit, über die ein Climate Engineering

aufrechterhalten werden müsste, sind derartige Szenarien sorgfältig zu prüfen.

- *Risiken in der Aufrechterhaltung über lange Zeit:* Da das Climate Engineering über Jahrhunderte oder Jahrtausende hinweg angewendet werden müsste, ist es notwendig, dass auch die politischen und ökonomischen Voraussetzungen dafür aufrecht erhalten werden, was erhebliche Anforderungen an die gesellschaftliche Stabilität einschließt.
- *Risiken eines Betriebsabbruchs:* Wenn der Betrieb eines globalen Climate-Engineering-Systems für längere Zeit eingestellt oder ganz abgebrochen werden müsste (z. B. aufgrund mangelnder Ressourcen oder eines Krieges, oder aufgrund erst später erkannter negativer Umweltfolgen), so würde dies vermutlich zu einem raschen Ansteigen der Erdmitteltemperatur führen, da der Kühlungseffekt schnell nachlassen würde. Dies würde große Teile der Menschheit vor erhebliche Herausforderungen stellen.
- *Risiko durch Missbrauch:* Climate Engineering könnte auch für feindselige Zwecke missbraucht oder einseitig ohne Rücksicht auf die Nebenfolgen in anderen Ländern eingesetzt werden. Generell jedoch sind Missbrauchsbedürfnisse keine starken Argumente gegen die Technologie per se, sondern eher Appelle oder dem Ruf nach Verpflichtungen, durch die Gestaltung von Climate Engineering und sorgfältiger Überwachung entsprechenden Möglichkeiten vorzubeugen.
- *Unsicherheiten in klimapolitischer Hinsicht:* Die Auswirkungen von Climate Engineering auf das internationale Klimaschutzregime sind schwer abzuschätzen. In den bisherigen Verhandlungen zur Klimarahmenkonvention hat diese Option keine Rolle gespielt. „Climate Engineering“ als technische Option der Industrieländer dürfte weitere Diskussionen zu Gerechtigkeitsfragen in Gang setzen – insbesondere, wenn es um die genau wie beim Klimawandel selbst ungleich verteilten regionalen Auswirkungen geht. Andererseits könnten auch die Schwellenländer durchaus ein Interesse daran entwickeln, durch Climate Engineering ihre Entwicklungsmöglichkeiten zu „verbessern“.

Zu all diesen Fragen besteht ohne Zweifel erheblicher Forschungsbedarf, genauso offensichtlich besteht Bedarf an ethischer Reflexion über die abzuwägende Verantwortbarkeit und deren Kriterien (Ott in diesem Heft). Angesichts der schieren Größe der Herausforderung und der ebenfalls schieren Größe der involvierten Verantwortungsfragen ist es nicht überraschend, dass die involvierten Wissenschaftler und Industrievertreter bereits eine internationale Konferenz zu diesen Fragen veranstaltet und dafür den geschichtsträchtigen Ort Asilomar in Kanada gewählt haben (Oschlies in diesem Heft).

Das vermutlich größte Risiko des Climate Engineering könnte jedoch ein ganz anderes sein, eines, das mit der Technik des Climate Engineering als solcher wenig zu tun hat. Climate Engineering könnte dazu verleiten, Vermeidungsstrategien mit weniger Ernst zu verfolgen, könnte gar eine Haltung des „Weiter-so!“ in Bezug auf die Nutzung fossiler Energieträger motivieren und Umsteuerungsstrategien zu einer nachhaltigen Energieversorgung konterkarieren. Die Autobauer z. B. könnten den Systemwandel hinausschieben und die Energieversorgungsunternehmen bräuchten nicht über CO₂-arme Kraftwerke nachzudenken. Das größte Risiko der Kommunikation ist, dass eine „neue Sorglosigkeit“ im blinden Vertrauen auf technische Lösungen einzieht, dass Vermeidungsstrategien es schwerer haben können, und dass daraus, wenn die Climate-Engineering-Maßnahmen nun doch nicht funktionieren oder inakzeptable Nebenwirkungen haben, eine nahezu ausweglose Situation entstehen kann.

Auf der politischen Ebene ist das Thema noch kaum angekommen. Es gibt erste Selbstverständigungen im Wissenschaftssystem, so z. B. im „Nationalkomitee Global-Change-Forschung“, in der „Deutschen Forschungsgemeinschaft“ und in der britischen „Royal Society“. Im US-amerikanischen Repräsentantenhaus hat es kürzlich eine Anhörung gegeben. Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) wurde im Juni dieses Jahres mit einer Studie für den Deutschen Bundestag beauftragt. Bislang sind sämtliche Stellungnahmen vorsichtig und zurückhaltend. Sie betonen die Notwendigkeiten weiterer Forschung der technischen Optionen, aber auch die Untersuchung der Risiken. Dass Tech-

nikfolgenabschätzung und Ethik einschließlich sozioökonomischer, rechtlicher und politikwissenschaftlicher Untersuchungen wesentliche Beiträge zu einer umfassenden Beurteilung des Climate Engineering leisten müssen, ist unbestritten.

Vor dem geschilderten Hintergrund ist das Hauptziel dieses Schwerpunktheftes, eine Einführung in die laufende und weiter an Fahrt gewinnende Debatte über das Climate Engineering zu geben. Diese Einführung kann nicht umfassend sein – dafür ist die wissenschaftliche Entwicklung schon zu umfangreich geworden. Sie beansprucht aber, die aus Sicht der Technikfolgenabschätzung wesentlichen Fragen anzusprechen. So geht es um

1. die Geschichte des Climate Engineering und des Geoengineering (Sardemann), die deutlich zeigt, in welch hohem Maße Kontrollwünsche des Menschen über die Natur involviert sind;
2. ausgewählte technische Optionen des Climate Engineering auf globaler Ebene und seiner Auswirkungen unter besonderer Berücksichtigung der Unsicherheiten, insbesondere bezogen auf die Forschungen zu Aerosolen (Leisner, Müller-Klieser);
3. kleinteiligere und regional einsetzbare Konzepte eines Climate Engineering, die sich der CO₂-Bindung widmen (so z. B. über ein „Climate Farming“ durch Ausdehnung der Wald- und Moorflächen und die Kultivierung von Mikroalgen in Achternbosch et al.);
4. die rechtlichen, insbesondere die völkerrechtlichen Fragen im Bezug auf das Climate Engineering (Wiertz, Reichwein) und
5. eine Reflexion des Climate Engineering in ethischer Hinsicht (Ott).

Mit diesem Schwerpunkt beteiligt sich TATuP an der aktuellen Debatte über Climate- und Geoengineering. Der Schwerpunkt soll dazu beitragen, dass dieses Thema auch aus Perspektive der Technikfolgenabschätzung in den Wissenschaften und der interessierten Öffentlichkeit zur Kenntnis genommen und diskutiert wird. Um diese Debatte konstruktiv fortsetzen zu können, müsste ein Teil der relevanten Facetten des Climate Engineering auch vertieft erforscht werden.

Literatur

Crutzen, P.J., 2006: Albedo Enhancements by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma? In: *Climatic Change* 77 (2006), S. 211–219

Meyer-Abich, K.M., 1984: Wege zum Frieden mit der Natur – Praktische Naturphilosophie für die Umweltpolitik. München

Grunwald, A., 2010: Der Einsatz steigt. Globale Risiken. In: *Politische Ökologie* 120 (2010), S. 37–41

Kontakt

Dipl.-Meteorologe Gerhard Sardemann
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 27 34
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
E-Mail: gerhard.sardemann@kit.edu

« »

Weitere Links

Eine Sammlung weiterführender Links zum Thema Climate Engineering findet sich auf den Global-Change-Seiten der ITAS-Homepage: http://www.itas.fzk.de/eng/infum/gch_CE.htm.

Die Welt aus den Angeln heben Zur Geschichte des Climate Engineering

von Gerhard Sardemann, ITAS

Ein knapper Abriss der Geschichte des Climate Engineering wird in diesem Beitrag geliefert. Er handelt im Wesentlichen von der Entwicklung des Wunsches des Menschen, seine Umwelt zu kontrollieren und zu verbessern. Der Abriss beginnt bei den frühen Versuchen des Regenmachens und reicht von den Ideen, die Oberfläche der Erde durch den Bau von Dämmen und Kanälen zu verändern und Meeresströmungen umzulenken bis hin zu Eingriffen in die Zirkulation der Atmosphäre, die insbesondere nach der Einführung von Computern und Computermodellen möglich schienen. Climate Engineering als „technological fix“ für ungewollte Beeinträchtigungen des Klimas und der Atmosphäre durch die auf Technik basierende Entwicklung des Menschen wird seit Mitte der 1960er Jahre in den USA und der Sowjetunion diskutiert, ist in diesem Sinne aber noch nie realisiert worden. Am Anfang stand die Beeinflussung der Sonneneinstrahlung, während das Management des Kohlenstoffkreislaufes erst in den 1970er Jahren in Erwägung gezogen wurde.

1 Einleitung

Die Verwendung der Begriffe „Climate Engineering“ und „Geoengineering“ ist erst seit Anfang der 1990er Jahre gebräuchlich. Den Begriff des „Geoengineering“ im Zusammenhang mit dem Klimaproblem gibt es aber schon seit 1977, als er von Marchetti quasi en passant im Titel seiner Arbeit über das Verklappen von CO₂ am Meeresboden eingeführt wurde. Davor, und zwar seit etwa 1945, spricht man in amerikanischen Publikationen von Weather- oder Climate-„Control“ bzw. „Modification“. Dabei bedeutet Control von vorneherein eine beabsichtigte Beeinflussung, während es bei Modification, insbesondere wenn es sich um das Klima handelt, auch um eine unbeabsichtigte Beeinflussung durch den Menschen gehen kann – eben eine, die durch die „anthropogene“ Freisetzung von CO₂, Luftschadstoffen, Staub oder Wärme hervorgerufen wird. Außer in den USA beschäftigte man sich auch in der

damaligen Sowjetunion mit der Verbesserung (улучшение) oder Beeinflussung (воздействие) des Klimas, wobei die Entwicklung dort der amerikanischen zum Teil voranging. Auf die sowjetischen Beiträge wurde man im Westen erst durch die amerikanischen Übersetzungen und Bibliographien aufmerksam, die im Übrigen vor allem deswegen angefertigt wurden, um über den Gegner im Kalten Krieg Bescheid zu wissen.

Der geschichtlichen Entwicklung des Geoengineering hat sich insbesondere James Rodger Fleming als ausgewiesener „Klimahistoriker“ mit einer Zahl kritischer Arbeiten angenommen, in denen er die militärische Vergangenheit des Geoengineering betont (Fleming 1998, ders. 2004, ders. 2006, ders. 2007). Auch Spencer Weart gibt in seinem im Internet offen zugänglichen Werk „The Discovery of Global Warming“ interessante Einblicke in die Geschichte des Geoengineering (Weart 2009).

Keith hat in einem Übersichtsartikel den Begriff Geoengineering als eine (a) mit Vorsatz durchgeführte (b) großskalige Manipulation der Umwelt definiert und als weitere Bedingung hinzugefügt, dass es sich dabei (c) um eine Gegenmaßnahme oder einen „technological fix“ handle (Keith 2000). Mit dem Begriff „Climate Engineering“ wird das Thema weiter eingegrenzt auf das Problem des Klimawandels, manchmal soll das aber auch nur heißen, dass man sich mit dem „Strahlungsmanagement“ (SRM) befasst und nicht mit der Entfernung von Kohlendioxid aus der Atmosphäre (CDR). Wigley (2006) unterscheidet in diesem Sinne zwischen Climate Engineering und Carbon Cycle Engineering.

Bei der Beschäftigung mit den Wurzeln des Climate Engineering wird man sich nicht auf Aktivitäten beschränken können, für die alle drei Faktoren der Keith'schen Definition zutreffen. So trifft z. B. auf das „Regenmachen“ (oder „-verhindern“) nur der ‚Vorsatz‘ zu. Aber gerade die in den 1950er Jahren durchgeführten Versuche des „cloud seeding“, ob zu Zwecken der Bewässerung, im kriegesischen Einsatz oder zur Abwehr von Hurrikanen, zeigen schon deutlich, mit welchen grundsätzlichen Schwierigkeiten man auch beim Climate Engineering zu rechnen haben wird. Das reicht vom Nachweis der Wirksamkeit des eingesetzten Verfahrens über

die vermuteten Nebenfolgen bis hin zu ethischen und (völker-)rechtlichen Gesichtspunkten. Andere Vorschläge zur Klimamodifikation, darunter auch solche, die man heutzutage durchaus dem Climate Engineering zurechnet, sind ursprünglich nicht als Lösung eines Problems vorgebracht worden, sondern sollten zunächst nur der Verbesserung und Optimierung des Klimas dienen.

2 Der Glaube versetzt Berge: Wetterschießen und Pluvikultur

Beginnen wir mit etwas, das mit Climate Engineering nur die Absicht zur Manipulation gemein hat: das Wetter zu verändern, Unwetter zu verhindern oder Trockenheiten zu beenden. Auf den einschlägigen Volks- oder Aberglauben sei hier nur kurz verwiesen. So wurde für jede Art von Klimastress ein besonderer Heiliger angerufen; was so weit geht, dass es möglich ist, die Zahl von Bittprozessionen und die dabei angebotenen Schutzheiligen als Proxy für das vergangene Klima heranzuziehen (Pfister 1999, S. 17). Gegen drohende Unwetter, insbesondere Hagel, ging man mit viel Getöse vor und veranstaltete mit Böllern ein Wetterschießen im Glauben, damit die Wolken auseinanderreiben zu können. 1750 ließ Kaiserin Maria Theresia das Wetterschießen in ihren Landen verbieten, es soll sich aber bis heute regional gehalten haben.

Auch die ersten praktischen Versuche zur Regenerzeugung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren mit viel Lärm verbunden. Nachdem schon Plutarch darüber berichtete, dass es nach großen Schlachten besonders intensiv regne und man dies nach der Einführung des Schießpulvers durchaus bestätigt fand, wurden 1890 in den USA öffentlich geförderte Tests mit Sprengstoff gemacht, der von Ballonen und Raketen in die Atmosphäre gebracht und dort gezündet wurde. Die Förderung der Versuche wurde aber nach drei Jahren wieder eingestellt, nachdem vor allem Meteorologen Zweifel an der Wissenschaftlichkeit des Verfahrens vorbrachten (Byers 1974).

Einen der ersten Vorschläge auf wissenschaftlicher Basis, bei dem es um die Erzeugung von Regen ging, machte James P. Espy im Jahr 1839: Das Entzünden großer Feuer würde demnach zu lokalen Aufwinden und der Entstehung

von Cumulus-Wolken mit Niederschlag führen. Erst 115 Jahre später hat man Feldversuche in Frankreich und in Afrika durchgeführt (Byers 1974). Übrigens sah Espy die Atmosphäre damals schon als gigantische Wärmekraftmaschine. In seiner „pathological history of weather and climate modification“ beginnt für J.R. Fleming mit Espy der erste der drei Zyklen von „Promise“ und „Hype“ (Fleming 2006). Dieser erste Zyklus, der ungefähr 100 Jahre andauerte, war in den USA vor allem gekennzeichnet durch die Unternehmungen der „pluviculturists“, die mit allerlei pseudo-wissenschaftlich verbrämtem Mummenschanz die Erzeugung von Regen versprochen.

3 Die Welt aus den Angeln heben?

Den Prototyp des modernen technikgetriebenen Geoengineering findet man bei Jules Verne in seinem Roman „Sans Dessus Dessous“ von 1889. Dieser Roman, auf den auch Fleming (2006) hinweist, handelt von dem Versuch, die Erdachse durch das Abfeuern eines entsprechend massiven Projektils geradezustellen, dadurch das arktische Eis abzuschmelzen und der Welt ein gleichmäßigeres Klima ohne die lästigen Jahreszeiten zu bescheren. Hauptgrund des irrwitzigen Unterfangens war allerdings der Abbau der unter dem Eis vermuteten riesigen Kohlevorräte. Was die mathematischen Grundlagen für das Verfahren angeht, so hat sich Jules Verne für diesen Roman eine wissenschaftliche Vorlage mit dem Titel „Le Titan moderne“ von dem französischen Minenbauingenieur Albert Badoureau ausarbeiten lassen.¹ Zu den erwarteten Nebenfolgen durch das Geradestellen der Erdachse gehörten dramatische Änderungen des Meeresspiegels und Verne spricht von unvorstellbaren Wanderungsbewegungen der Erdbewohner. Aufgrund eines Rechenfehlers verschwand das von einer Riesenkanone im Kilimandscharo abgefeuerte Projektil glücklicherweise wirkungslos im Weltall. Noch im Jahr 1956 nahm der amerikanische Vizepräsidentenchaftskandidat Estes Kefauver dieses Szenario zum Anlass, nach der Wirkung einer Wasserstoffbombenexplosion auf die Lage der Erdachse zu fragen. Man konnte ihn jedoch beruhigen und verwies auf die stabilisierende Wirkung des Äquatorwulstes der

Erde, was im Übrigen auch schon Jules Verne und Badoureaux getan hatten (MacDonald 1969).

Durchaus einer Realisierung näher waren Ideen, die tiefer liegenden Teile der Sahara unter Wasser zu setzen, um dort blühende Landschaften zu schaffen. Jules Verne verewigte sie 1905 in seinem Roman „L'invasion de la mer“. Schon viele Jahre früher, in der Pariser Zeitschrift „La Revue Moderne“ vom November 1869, schlägt Georges Lavigne zu diesem Zweck den Bau eines Kanals vor, der viel kürzer sein könne als der soeben feierlich eröffnete Suez-Kanal. Die Sahara sei ein Krebs, der an Afrika nage, unheilbar, und man könne sich seiner nur entledigen, indem man ihn ertränke (nach Marçot 2004). Ob die Idee nun von Lavigne stammte oder dem Geographen François Élie Rodière, jedenfalls machte sich letzterer mit Unterstützung von Ferdinand de Lesseps an die Verwirklichung des Projekts, das nach van Laaks (1999) letztendlich an „allzu großer Zögerlichkeit“ scheiterte und sicherlich auch daran, dass sich de Lesseps mit dem Bau des Panama-Kanals übernommen hatte. Das endgültige Aus kam 1892, aber die Idee selbst wurde nicht zu den Akten gelegt und noch etwa 20 Jahre später ist ein Prof. Etchegoyen damit in Paris erneut aufgetreten (Thompson 1912).

Das Projekt ist eines der vielen „Weißen Elefanten“, die Dirk van Laak in seinem gleichnamigen Buch über den Anspruch und das Scheitern technischer Großprojekte im 20. Jahrhundert anführt (van Laak 1999). Ein anderes war der gigantische „Atlantropa-Plan“ des deutschen Architekten Herman Sörgel aus dem Jahr 1927. Durch einen Damm vor der Straße von Gibraltar sollte das Mittelmeer von der „Frischwasser“-Zufuhr des Atlantiks abgetrennt werden und somit durch den Verlust an Wasser aufgrund der vergleichsweise hohen Verdunstung an Volumen und Oberfläche abnehmen; dass dabei das untergegangene Atlantis wieder auftauchen würde, hat dem Unternehmen den Namen gegeben. Sörgel verstand sein Projekt vor allem als Mittel zur Zusammenarbeit aller maßgeblichen Völker Europas. „Die zunehmende Kooperation auf allen Gebieten hätte eine langfristige Friedensgarantie bedeutet“ (van Laak 1999, S. 170). Sörgel hatte aber auch keine Skrupel, sein Projekt den Nationalsozialisten anzudie-

nen und hat die Realisierung Atlantropas bis zu seinem Tod 1952 betrieben.

Im Grunde schon moderner und weniger statisch als diese Vorschläge, die an Wasserspiele am Strand erinnern, waren die Pläne Thomas Jeffersons, die man in seinen 1786 veröffentlichten gesammelten Papieren nachlesen kann. Er wollte den Isthmus von Panama öffnen, zunächst durch einen kleinen Kanal, um danach die Kräfte der Natur walten zu lassen, die durch Strömungen eine größere Öffnung erzeugen würden. Durch diese Maßnahme wäre vor allem der Schifffahrt gedient, insbesondere durch die Eliminierung des Golfstroms, der das Navigieren damals so schwer machte (vgl. Fleming 1998, S. 30). Jefferson dachte dabei noch nicht an die Auswirkungen des Golfstroms auf das Klima, aber spätestens Anfang des 20. Jahrhunderts gab es Vorschläge, den Golfstrom umzulenken, um zu einem gleichmäßigeren Klima zu kommen. Jedenfalls wettet 1929 H.A. Marmer in der *Geographical Review* gegen „the absurdity of the proposals for changing the course of the Gulf Stream in the interests of a more equable climate“. (Marmer 1929, S. 476)²

In der Sowjetunion dachte man noch in den 1960er Jahren daran, die Beringstraße durch einen Staudamm abzuriegeln, dort ein riesiges Atomkraftwerk zu bauen, um eine Art künstlichen Golfstrom zur Erwärmung des Nordpolarmeeres zu erzeugen (Borisov 1969; van Laak 1999). Dieses und andere in diesen Jahren vorgeschlagene Großprojekte hatten letztlich das Ziel, das Eis des Polarmeeres abzuschmelzen und das Klima in den Polarregionen gemäßiger zu gestalten. Man sah sich hier vom Programm der Kommunistischen Partei angespornt, den Reichtum und die Kräfte der Natur im Interesse des Volkes zu nutzen und dafür auch Methoden zur Beeinflussung des Klimas zu entwickeln (Rusin, Flit 1964).

4 Nun machen wir uns unser Wetter selbst: Modellieren und Modifizieren

Die im Folgenden zitierte Literatur aus der Zeit nach dem 2. Weltkrieg bescherte dem Autor eine Art Déjà-vu-Erlebnis. Schließlich war sie zu einem großen Teil schon zur Abfassung eines Buchbeitrages zur historischen Entwicklung der Wahrnehmung des CO₂-Problems herangezogen

worden (Sardemann 1997), ohne aber dabei zu registrieren, dass neben der unbeabsichtigten Beeinflussung und Beeinträchtigung der Atmosphäre durch Landnutzungsänderungen und die Freisetzung von Staub und Abgasen fast immer auch deren absichtliche Beeinflussung bis hin zu einer Kontrolle des Wetters und des Klimas mitgedacht wurde. Diese Kontrollmöglichkeiten wurden einerseits als große Chance gesehen, die Umwelt des Menschen zu sichern und zu verbessern, vor allem aber ging es darum, im Kalten Krieg den Gegner beeindrucken zu können.

Mit dem Aufkommen elektronischer Rechner zum Ende des Zweiten Weltkrieges steht die exakte Erfassung des Wettergeschehens und die sichere Wetterprognose als Menetekel am Himmel. Allerdings waren es keine Meteorologen, die 1945 diese Hoffnungen schürten und in Gedanken sogar noch einen Schritt weiter gingen: „Even the farmer benefits little by weather prediction; it would not seem sufficient to tell him, however accurately, that he will starve in the coming season. In weather control meteorology has a new goal worthy of the greatest effort.“ (Zworykin 1945, S. 78) Es soll nun aber nicht der Faden wieder aufgenommen werden, der sich von der „Pluvikultur“ weiterspinnt über den immensen Entwicklungsaufwand zur lokalen Wetterbeeinflussung in den 1950er oder 1960er Jahren, dem Einsatz während des Vietnamkrieges, bis hin zu aktuellen Anwendungen beispielsweise zur Kontrolle des Wetters während der Olympischen Sommerspiele 2008 in China.

Hier geht es um die 1945 in Princeton in den USA eingeleitete Entwicklung hin zu einer numerischen Modellierung des Wettergeschehens, der großräumigen Zirkulation der Atmosphäre und letztendlich des Klimas – mit dem Hintergedanken, hierdurch auch die Folgen eines Eingriffs in das Wettergeschehen oder Klima abschätzbar zu machen. Die Initiatoren dieser Entwicklung waren, wie gesagt, keine Meteorologen, sondern es handelte sich um den Fernsehpionier russischer Abstammung Vladimir Kosma Zworykin, damals Associate Research Director des **Radio Corporation of America (RCA) Laboratory** in Princeton und den in Budapest geborenen Mathematiker John von Neuman, der am Manhattan Projekt mitgearbeitet hatte und am Institute for Advanced

Study ebenfalls in Princeton wirkte. Es ist das Verdienst von James R. Fleming, das fast vergessene Papier von Zworykin vom Oktober 1945 mit dem Titel „Outline of Weather Proposal“ (1945), zusammen mit Kommentaren von J. v. Neumann und dem aus Südafrika stammenden Ozeanographen Athelstan F. Spilhaus, ausgegraben und in der von ihm herausgegebenen Zeitschrift „History of Meteorology“ veröffentlicht zu haben.³

In diesem Outline preist Zworykin die Vorteile einer verlässlichen Wettervorhersage, die angesichts der Entwicklung neuartiger elektronischer Rechenanlagen und einem wesentlich erweiterten meteorologischen Messnetz und moderner Übertragungstechnologien in den Rahmen der Möglichkeiten gerückt sei. Er fügt hinzu: „... weather prediction based on a scientific knowledge of the factors influencing weather would be the first step in any attempt in the control of weather, a goal recognized as eventually possible by all foresighted man.“ (Zworykin 1945, S. 61). Nach Zworykin waren alle bisherigen Vorschläge, das Wettergeschehen lokal oder global (letzteres bspw. durch das Umlenken des Golfstroms oder anderer Meeresströmungen) zu beeinflussen durch einen Mangel an „adequate knowledge of cause and effect“ gekennzeichnet (ders. 1945, S. 65). Allerdings gilt das auch für die von ihm selber vorgetragenen Vorschläge. So schlägt er, den Krieg wohl noch vor Augen, den großflächigen Einsatz von Flammenwerfern oder die Freisetzung atomarer Energie vor. Die Strahlungs- bzw. Wärmebilanz ließe sich durch künstlichen Nebel, durch Öl auf dem Wasser oder Aluminium oder Ruß („carbon“) **auf Landflächen beeinflussen**. Meeresströmungen könnten durch Wärmequellen oder -senken, physikalische Barrieren oder aber Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit beeinflusst werden. Geographische Veränderungen (z. B. durch die großräumige Beeinflussung der Vegetation) hätten ebenfalls weitreichende Klimaänderungen zur Folge. Zworykin räumt ein, dass eine experimentelle Überprüfung der genannten Vorschläge äußerst schwierig sei und verweist auf die Möglichkeiten, stattdessen ein „rapidly computing model“ einzusetzen (ders. 1945, S. 66). Abschließend findet sich in seinem Outline der Vorschlag zur Schaffung einer internationalen Organisation, in deren Aufga-

benbereich es einerseits fallen würde, den Schaden durch „catastrophic disturbances“ abzuwenden und andererseits „to benefit the world to the greatest extent by improved climatic conditions where possible.“ Er fügt unter Betonung hinzu: „Such an international organization may contribute to world peace by integrating the world interest in a common problem and turning scientific energy to peaceful pursuits.“ (ders. 1945, S. 68).

Von Neumann hat das Thema mit Zworykin diskutiert und war überzeugt, dass das Problem der Wettervorhersage eine ideale Anwendung für die neu entwickelten Elektronengehirne wäre, auf denen gerade die Berechnungen zur Wasserstoffbombe liefen. Das Thema Wetter- und Klimabeeinflussung greift er übrigens auch in seinem häufig zitierten Beitrag „Can we survive Technology?“ 1955 in Fortune auf, wo er allerdings auch auf gar nicht so friedfertige Wettermodifikationen hinweist. Er setzt hier die globalen Folgen aus dem Einsatz von Atomwaffen mit den ebenso globalen Folgen von Klimamanipulationen auf eine Stufe (von Neumann 1955, S. 151).

5 Einen Mangel beheben

Die Behebung eines vom Menschen verursachten Schadens war im Jahr 1965 das Thema des Berichts „Restoring the Quality of our Environment“, der vom „Science Advisory Committee“ (PSAC) des damaligen US-Präsidenten Johnson erarbeitet worden war. Um die negativen Auswirkungen eines Anstiegs des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre zu kompensieren, wurden von der betreffenden PSAC-Arbeitsgruppe um Roger Revelle Geoengineering-Maßnahmen vorgeschlagen. Die Reduktion anthropogener Emissionen oder Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre wurde nicht in Erwägung gezogen, stattdessen ging es um eine Erhöhung der Erdalbedo beispielsweise durch das Ausbringen von reflektiven Partikeln auf den Ozeanen. Für eine einprozentige Erhöhung der Albedo wurden pro Jahr 500 Millionen Dollar an Kosten veranschlagt (PSAC 1965).

Im März des Jahres 1969 fasst Joseph O. Fletcher, Polarflieger, Geophysiker und Mitarbeiter der „RAND Corp.“, seine Gedanken zum Thema „Managing Climatic Resources“ in einem internen Papier zusammen, worin er sich häufig

auch auf aktuelle Arbeiten sowjetischer Autoren bezieht. Er weist darin auf die Notwendigkeit hin, unbeabsichtigten Einflüssen der Menschen auf die Atmosphäre entgegenzuwirken, wobei im Kontext seiner weiteren Ausführungen davon auszugehen ist, dass dabei an eine Kompensation durch eine ingenieurtechnische Beeinflussung der Atmosphäre und des Klimas gedacht wird: „The inadvertent influences of man's activity may eventually lead to catastrophic influences on global climate unless ways can be developed to compensate for undesired effects. Whether the time remaining for bringing this problem under control is a few decades or a century is still an open question.“ (Fletcher 1969, S. 15). Fletcher gebraucht in seinem Text übrigens den Begriff „climate machine“, was ja den Zugriff durch den Ingenieur durchaus nahelegt, wohingegen der Doyen unter den deutsche Klimatologen, Hermann Flohn, betonte, dass man die Diskussion von Projekten zur Klimabeeinflussung, die damals auch in Deutschland aufgrund der aus den USA herüberschwappenden Nachrichten im Gespräch waren, nicht nur Journalisten oder Ingenieuren überlassen sollte, „deren hochfliegende Phantasie in keiner Weise durch nüchternes Fachwissen des Meteorologen eingeschränkt wird“ (Flohn 1970, S. 161). Im selben Aufsatz Flohns findet sich folgendes Zitat, das die Ziele der Wetterkontrolle mit denen des im heutigen Sinne gebrauchten Geoengineering zur Behebung der durch menschliche Beeinflussung verursachten Schäden zu versöhnen scheint (wobei man über den grammatikalischen Fehler im Original hinweglesen möge): „Früher oder später muss unter dem Druck des fortschreitenden Bevölkerungswachstums die unbeabsichtigte Klimamodifikation in eine geplante, durch Modellrechnungen in ihren Effekten vorausberechnete Klimaverbesserungen übergehen“ (Flohn 1970, S. 163).

In jenen Jahren ist es allerdings gar nicht so sehr eine CO₂-induzierte Klimaerwärmung, gegen die man die Methoden der Klimakontrolle in Stellung bringen wollte, schließlich sah man sich sinkenden Temperaturen entgegen, sondern fürchtete auf der einen Seite ganz allgemein die „Grenzen des Wachstums“ und beobachtete andererseits in vielen Regionen der Welt humani-

täre Katastrophen, die durch die Umbilden des Klimas verursacht schienen.

6 Kohlenstoff-Management

Im Laufe der 1970er Jahre schwindet der Glaube an die Möglichkeiten, die Folgen des anthropogenen Einflusses auf das Klima durch gewollte Klimabeeinflussung zu kompensieren. So wird im NAS-Bericht aus dem Jahre 1977 mit dem Titel „Energy and Climate“ der Vorschlag des PSAC aus dem Jahr 1965, die Albedo der Erde durch das Verteilen reflektiver Partikel auf den Ozeanen zu erhöhen, wegen seiner Nebenwirkungen als undurchführbar angesehen: „The disadvantages of such a scheme are obvious and may be insuperable. The material might eventually pile up on the coastlines of the world, with unacceptable environmental consequences, and the effect on fisheries might be disastrous.“ (NAS 1977, S. 13) Stattdessen werden Maßnahmen erwogen, das CO₂ in Biomasse zu überführen und dort zu speichern. Zum einen denkt man daran, die Senkenfunktion des Ozeans zu vergrößern, indem durch Düngung die photosynthetische Produktion organischer Kleinstlebewesen erhöht wird. Durch den Einsatz von 10 Mio. Tonnen Phosphor könnten 300 Mio. Tonnen an organischem Kohlenstoff durch Absinken aus den oberen Wasserschichten entfernt werden. Außerdem geht es um eine Vergrößerung des Baumbestandes in den bestehenden Waldgebieten der Erde, wobei die Entwicklung durch Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum eher in die entgegengesetzte Richtung, nämlich Verringerung der Waldflächen gehe, oder aber auch um die Anlage von Plantagen, deren Holz man nach dem Schlagen gegen Verfall schützen müsse, um das CO₂ dauerhaft zu binden. Letzteres hatte 1976 schon Freeman J. Dyson vorgeschlagen (Dyson 1976). Andererseits sollte es aber auch möglich sein, Biomasse energetisch einzusetzen, um damit fossile Brennstoffe einzusparen. Die dadurch zu erreichende Vermeidung fossiler CO₂-Emissionen wird dabei als der vielversprechendere Weg angesehen.

Über den Umgang mit CO₂ aus einer recht allgemeinen, systemanalytischen Perspektive machte man sich schon um 1975 im International Institute for Applied Systems Analysis im

österreichischen Laxenburg (IIASA) verstärkt Gedanken, wo das „Energy Systems Program“ unter Wolfgang Häfele Wissenschaftler aus aller Welt anzog. So schrieb William D. Nordhaus seine Ideen zu diesem Thema, die er zusammen mit Cesare Marchetti ausgearbeitet hatte, in einem internen IIASA-Bericht nieder (Nordhaus 1975). Ausgehend von einer Betrachtung des Kohlenstoffkreislaufes und möglicher anderer Kontrollstrategien, die er in der unten im Original reproduzierten, etwas launigen Tabelle 1 zusammenfasste, geht es Nordhaus um die Frage: „... how can we limit the concentration of atmospheric carbon dioxide to a reasonable level?“ (Nordhaus 1975, S. 9) Wenn er in der Tabelle von „band-aids“ (Pflaster) spricht, dürfte er damit die im Text genannte Verhüllung arktischen Eises mittels „gauze“ (Gaze; aber auch: Verbandmull) zur Veränderung der Albedo gemeint haben.

Tab. 1: Kontrollstrategien⁴

1.	<u>REDUCE EMISSIONS:</u>
	A. REDUCE DEMAND*
	B. SUBSTITUTION IN SUPPLY*
2.	<u>NEGATE DAMAGES</u>
	A. MIX INTO OCEANS
	B. OTHER OFFSETTING EFFECTS (PARTICULATES, PAINT, BAND-AIDS)
3.	<u>CLEAN UP EX-POST</u>
	A. REMOVE FROM AIR
	B. GROW TREES
4.	<u>NATURES WAY AND PRAY</u>
	DO NOTHING (RULED OUT)

Quelle: Nordhaus 1975, S. 7

Marchetti schlug damals, ebenfalls in einem internen IIASA-Bericht (mit der Nummer RM-76-17, 1976), zum ersten Mal vor, CO₂ aus dem Abgasstrom von Kraftwerken abzutrennen, zu verflüssigen und in der Tiefsee zu deponieren. Im darauffolgenden Jahr erschien dieser Bericht als Veröffentlichung in der ersten Ausgabe der gerade neu von Stephen H. Schneider gegründeten Zeitschrift „Climatic Change“. Im Titel des

Berichts „On Geoengineering and the CO₂ Problem“ (Marchetti 1977) taucht zum ersten Mal das Wort „Geoengineering“ im Zusammenhang mit der Lösung des CO₂-Problems auf. Marchetti hält es hier nicht mehr für nötig, diesen Begriff im Text einzuführen, im zugrundeliegenden IIASA-Bericht heißt es aber zumindest im Vorwort, Geoengineering sei „a kind of ‚system synthesis‘ where solutions to global problems are attempted from a global view“.

Es scheint aber, dass dieser Begriff in den folgenden Jahren ohne Widerhall bleibt, bevor er 1992 im Jahr der Verabschiedung der Klimarahmenkonvention im NAS-Bericht „Policy Implications of Greenhouse Warming: Mitigation, Adaptation, and the Science Base“ wieder aufgegriffen und als Oberbegriff für nahezu alle heute noch diskutierten Ansätze des Climate Engineering eingeführt wird. Dabei wurde (fast möchte man hinzufügen: „natürlich“) nicht vergessen, darauf hinzuweisen, dass „... because the climate system and its chemistry are poorly understood, these options must be considered extremely carefully.“ (NAS 1992, S. 59) Als dann 1994 auf dem „AAAS Annual Meeting“ in San Francisco die Frage gestellt wird „Could We/Should We Engineer the Earth's Climate?“, liegt die Benutzung des Begriffs „Climate Engineering“ natürlich nicht fern. Der einzige Beitrag, der zumindest in der Ankündigung der Veranstaltung den Begriff „Climate Engineering“ in der Überschrift trägt, stammt übrigens aus dem Los Alamos National Laboratory und enthält den verräterischen Satz: „Many Climate Engineering needs match those of defense technologies“ (Canavan 1994).

7 Schlussfolgerungen

Es ist charakteristisch für Climate Engineering, dass mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe zwar ein Experiment globalen Ausmaßes begonnen wurde, dass aber alle Vorschläge, die jemals eine Klimamodifikation in einer ähnlichen Größenordnung zum Ziel hatten, von einer Realisierung weit entfernt waren und immer noch sind. Es handelt sich hier also vornehmlich um eine Geschichte von mehr oder weniger plausiblen Theorien und Ideen sowie von Erfindungen, die bislang keiner ausprobieren konnte.

Die Vorstellung vom Wetter und Klima als etwas den Gesetzen der Mechanik Unterworfenem, als Wärmekraftmaschine, mathematischem oder Computer-Modell führte zu der Überzeugung, man brauche nur an den richtigen Stellenschrauben zu drehen, um zum gewünschten Ergebnis zu kommen. In den meisten Fällen geht es um eine Verbesserung oder Optimierung der Umwelt des Menschen. Bei den Großprojekten, die Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts vorgeschlagen wurden, stand die Idee von einem großen Ganzen im Vordergrund, während beim modernen Geoengineering oder Climate Engineering ganz partikulär die Problemlösung der treibende Faktor ist.

Viele halten Geo- oder Climate Engineering schon allein deshalb für diskreditiert, weil es sich bei den Ideengebern häufig um Ingenieure und um Militärs handelt. Immer wieder stößt man auch in der neueren Zeit auf Namen, die man eher mit der Entwicklung der Atom- und Wasserstoffbombe verbindet als mit Klimaproblemen. Die Anfangszeiten waren zudem von Abenteurern, Scharlatanen und spleenigen Einzelkämpfern bevölkert. Auch wenn von allen Seiten immer wieder betont wurde und auch immer noch wird, dass die Kontrolle des Wetters und Klimas nur in internationaler Zusammenarbeit möglich sein sollte, zeigt ein Blick in die Vergangenheit, dass immer unilateral und meist mit militärischem Hintergrund agiert wurde. So dürfte Geoengineering auch heute noch eine militärische Option für den Fall sein, dass durch Klimaänderungen induzierte Konflikte überhand nehmen sollten.

Ein Blick in die Vergangenheit zeigt auch, dass immer wieder Ideen bei aus heutiger Sicht fundamentalem Unwissen in die Welt gesetzt wurden. Auf der einen Seite waren dies Menschen mit großer Fantasie, aber kaum Fachwissen, denen auf der anderen Seite Fachleute gegenüberstanden (darunter Meteorologen und Meereskundler), die zur Zurückhaltung mahnten. Viele Ideen sind aufgrund ihrer „Nebenwirkungen“ verworfen worden – teils aufgrund neuerer Forschungsergebnisse, teils aufgrund widersprüchlicher Ergebnisse bei Feldexperimenten, wenn sie denn durchgeführt wurden. Oder es setzte sich der gesunde Menschenverstand durch, nachdem der erste „hype“ der Idee vorüber war.

Die hier dargestellten Positionen zur Geschichte des Climate Engineering sind nur eine erste Skizze und der Bias zu Gunsten der US-amerikanischen Literatur ist augenscheinlich. Insbesondere bei der sowjetischen und russischen Literatur, aber auch im nicht-angelsächsischen Sprachraum wäre genauer zu recherchieren. Wenn wir allerdings heute im „westlichen Wissenschaftssystem“ von Climate Engineering sprechen, bezieht sich

das im Wesentlichen auf Entwicklungen in den USA, auch wenn viele der ursprünglichen Ideen aus der Sowjetunion kamen. Dass man dort, bzw. heute in Russland, ebenfalls, ja fast noch stärker und vielleicht unbekümmerter, die Tradition der Wetter- und Klimamodifikation aus der Mitte des letzten Jahrhunderts weiterpflegt, zeigt beispielsweise der aktuelle Aufsatz von Izrael et al. (2009), der das Potenzial unterschiedlicher Geoenginee-

Einschlägige Begriffe und Abkürzungen in diesem Schwerpunkt zu Climate Engineering

<i>CE</i>	<i>Climate Engineering</i>	Eine technikorientierte Strategie, um den beschleunigten Klimawandel im Notfall ingenieurwissenschaftlich zu mildern oder zu bekämpfen.
<i>SRM</i>	<i>Solar Radiation Management</i>	CE durch Beeinflussung der kurzwelligen Strahlungsbilanz der Erdatmosphäre a) durch Abschattung mittels Folien und Spiegeln im All oder b) durch eine Veränderung der Albedo der Erde
<i>CDR</i>	<i>Carbon Dioxide Removal</i>	CE-Konzept mit dem Ziel, CO ₂ als Ursache für den Klimawandel langfristig aus der Atmosphäre zu entfernen. Letztendlich geht es dabei um eine Modifikation der langwelligen Strahlungsbilanz bzw. deren Rückgängigmachung.
<i>CCS</i>	<i>Carbon Capture and Storage</i>	Abscheiden von CO ₂ direkt aus dem Abgasstrom mit dem Ziel es möglichst dauerhaft unterirdisch zu speichern. Erste Vorschläge sahen eine Lagerung auf dem Meeresgrund vor. CCS zählt zu den CDR-Konzepten.
<i>IPCC</i>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	Der „Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen“ fasst in regelmäßigen Abständen den Wissensstand der Klimaforschung zusammen. Der letzte ausführliche Bericht (AR4) erschien 2007
<i>UNFCCC</i>	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>	Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen; in Kraft getreten am 21. März 1994
<i>KP</i>	<i>Kyoto Protokoll</i>	Protokoll zur Klimarahmenkonvention, in dem zum ersten Mal verbindliche Reduktionsverpflichtungen für die Industrieländer (außer den USA) festgelegt wurden. Das 1997 in Kyoto ausgehandelte und 2005 in Kraft getretene Protokoll läuft im Jahr 2012 aus.
<i>CDM</i>	<i>Clean Development Mechanism</i>	Einer der projektbezogenen Mechanismen des KP, der die nachhaltige Entwicklung in den Entwicklungs- und Schwellenländern fördern soll und es den Industrieländern erlaubt, sich in solchen Projekten erzielte Emissionsreduktionen gutschreiben zu lassen
<i>JI</i>	<i>Joint Implementation</i>	Ein weiterer der projektbezogenen Mechanismen des KP zur gemeinsamen Umsetzung von Projekten in den Industrieländern
<i>a</i>	<i>Albedo</i>	Maß für das Rückstrahlvermögen von Oberflächen (a=0 bei voller Absorption; a=1 bei voller Reflektion) Die kurzwellige Albedo bezieht sich auf die Sonneneinstrahlung und erreicht bei Schnee und Wolken einen Wert von a=0,9, während Wasser und Wald mit Albedowerten bis 0,05 dunkel erscheinen.
	<i>Tipping Points</i>	Beim Überschreiten der sog. „Kipp-Punkte“ wechselt das Klima unaufhaltsam in einen anderen stabilen Zustand. Der Übergang ist möglicherweise mit abrupten, drastischen Klimaänderungen verknüpft und der resultierende Klimazustand könnte es in manchen Regionen recht ungemütlich werden lassen.

Quelle: Eigene Zusammenstellung / GS

ring-Ansätze miteinander vergleicht. Darin wird zwar, gerade wenn es um aktuelle Arbeiten geht, auf Quellen im Westen verwiesen, aber u. a. auch an den Vorschlag des russischen Raumfahrt-pioniers Ziolkovski aus den 1920er Jahren erinnert, im All reflektierende Objekte zu stationieren, um die Erde vor der Sonnenstrahlung abzuschirmen. In der im Westen quasi „Geoengineering-freien Phase“ in den 1980ern hinterließ der Auftritt von Budyko 1988 auf dem Weltkongress „Climate and Development“ in Hamburg ein zwiespältiges Echo, als er vor der Limitierung des Einsatzes fossiler Brennstoffe („carbon fuels“) warnte und betonte, dass es doch möglich sei, aktiv auf das Klima einzuwirken, falls es notwendig werden sollte, die globale Erwärmung zu stoppen (Budyko, Sedunov 1988).

Anmerkungen

- 1) Siehe dazu Dehs 2005, S. 262.
- 2) Schon 1924 hatte der deutsche Meereskundler Gerhard Schott von der „Torheit von Vorschlägen (...) zur Verbesserung des Klimas“ gesprochen und nannte als Beispiele die Absicht, „die Belle-Isle-Straße zu sperren, um dem eisführenden Labradorstrom den Zugang zum Golf von St. Lorenz zu verwehren“ oder im Falle Wladiwostoks „die kalte Strömung, die an der Westseite des Japanischen Meeres zieht, von dem Eintritte in den Hafen abzuhalten“ (Schott 1924, S. 151).
- 3) Von Athelstan F. Spilhaus stammt auch das oben angeführte Zitat über die vom Hunger bedrohten Farmer.
- 4) Die Tabelle wurde nicht ins Deutsche übertragen, da es dem Autor um den Tenor der englischen Formulierung geht (*die Redaktion*).

Literatur

- Borisov, P.M.*, 1969: Can We Control the Arctic Climate? In: Bulletin of the Atomic Scientists 25/3 1969, S. 43–48
- Budyko, M.I.; Sedunov, Yu.S.*, 1988: Anthropogenic Climatic Changes. Prepared for the World Congress Climate and Development, 7.–10. November 1988, Congress Centrum Hamburg
- Byers, H.R.*, 1974: History of Weather Modification. In: Hess, W.N. (ed.): Weather and Climate Modification. New York
- Canavan, G.H.*, 1994: Space Sensors for Global Change. Presented at the American Association for the Advancement of Science Annual Meeting San Francisco, California. 19–23 February 1994, Los Alamos National Laboratory
- Dehs, V.*, 2005: Jules Verne. Eine kritische Biographie. Artemis und Winkler. Düsseldorf
- Dyson, F.J.*, 1976: Can We Control the Carbon Dioxide in the Atmosphere? In: Energy 2 (1976), S. 287–291
- Fleming, J.R.*, 1998: Historical Perspectives on Climate Change. New York
- Fleming, J.R.*, 2004: Fixing the Weather and Climate: Military and Civilian Schemes for Cloud Seeding and Climate Engineering. In: Rosner, L. (ed.): The Technological Fix. How people use technology to create and solve problems. New York, S. 175–200
- Fleming, J.R.*, 2006: The pathological history of weather and climate modification: Three cycles of promise and hype. In: Historical Studies in the Physical and Biological Sciences 37/1 (2006), S. 3–25
- Fleming, J.R.*, 2007: The Climate Engineers. In: Wilson Quarterly 31/2 (2007), S. 46–60
- Fletcher, J.O.*, 1969: Managing Climatic Resources. The RAND Corporation. Santa Monica, CA, USA
- Flohn, H.*, 1970: Produzieren wir unser eigenes Klima? In: Meteorologische Rundschau 21/6 (1970), S. 161–164
- Izrael, Yu.A.; Ryaboshapko, A.G.; Petrov, N.N.*, 2009: Comparative Analysis of Geo-engineering Approaches to Climate Stabilization. In: Russian Meteorology and Hydrology 34/6 (2009), S. 335–347
- Keith, D.W.*, 2000: Geoengineering the Climate: History and Prospect. In: Annual Review of Energy and the Environment 25 (2000), S. 245–284
- MacDonald, G.J.F.*, 1969: Wie man die Welt zerstören kann. In: Calder, N. (Hg.): Eskalation der neuen Waffen. München, S. 189–210
- Marçot, J.-L.*, 2004: Appel d’imaginaire: La mer intérieure africaine 1869–1887. <http://jeanlouis.marcot.free.fr/meresume.htm> (download 9.7.10)
- Marchetti, C.*, 1977: On Geoengineering and the CO₂ Problem. In: Climatic Change 1/1 (1977), S. 59–68
- Marmer, H.A.*, 1929: The Gulf Stream and Its Problems. In: Geographical Review 19/3 (1929), S. 457–478
- NAS – National Academy of Sciences*, 1977: Energy and Climate: Studies in Geophysics. Washington, DC
- NAS – National Academy of Sciences*, 1992: Policy Implications of Greenhouse Warming: Mitigation, Adaptation, and the Science Base. Washington, DC
- Nordhaus, W.D.*, 1975: Can We Control Carbon Dioxide? IIASA Working Paper WP-75-63

PSAC – President's Science Advisory Committee, 1965: Restoring the Quality of Our Environment. Washington, DC

Pfister, Chr., 1999: Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496–1995). Bern

Rusin N.P.; Flit, L.A., 1964: Man Versus Climate. U.S. Department of Commerce, Office of Technical Services, Joint Publications Research Service, Washington, DC

Sardemann, G., 1997: Beeinflussung des globalen Klimas durch den Menschen: Historische Entwicklung und Stand des Wissens zum anthropogenen Treibhauseffekt. In: Kopfmüller, J.; Coenen, R. (Hg.): Risiko Klima. Der Treibhauseffekt als Herausforderung für Wissenschaft und Politik. Frankfurt, S. 27–73 (Veröffentlichungen des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Bd. 4)

Schott, G., 1924: Physische Meereskunde. Berlin

Thompson, G.A., 1912: A Plan for Converting the Sahara Desert into a Sea. In: Scientific American August 10, S. 114–125

van Laak, D., 1999: Weiße Elefanten. Anspruch und Scheitern technischer Großprojekte im 20. Jahrhundert. Stuttgart

von Neumann, J., 1955: Can We Survive Technology? In: Fortune, June, S. 106–108, S. 151–152

Weart, S., 2009: The Discovery of Global Warming. Juli 2009 Version. <http://www.aip.org/history/climate/> (download 9.7.10)

Wigley, T.M.L., 2006: A Combined Mitigation/Geoengineering Approach to Climate Stabilization. In: Science 314 (2006), S. 452–454

Zworykin, V.K., 1945: Outline of Weather Proposal, October 1945. Princeton, NJ: RCA Laboratories, 12 p. + appendices. In: History of Meteorology 4 (2008), S. 57–78

Kontakt

Dipl.-Meteorologe Gerhard Sardemann
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 27 34
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
E-Mail: gerhard.sardemann@kit.edu

« »

Climate Engineering zwischen Klimapolitik und Völkerrecht Status quo und Perspektiven

von Thilo Wiertz und David Reichwein, Universität Heidelberg

In den letzten Jahrzehnten haben sich eine Reihe von Prinzipien in der internationalen Umwelt- und Klimapolitik etabliert. Anhand existierender Mechanismen und völkerrechtlicher Verträge diskutiert der Beitrag, welche Implikationen diese für den Umgang mit Climate Engineering haben. Die Techniken könnten insofern zur Bewährungsprobe für die derzeitige Klimapolitik werden, als ihr Einsatz keinen internationalen Konsens erfordert. Zentral für die politische Diskussion von Climate Engineering wird daher der Aspekt der intertemporalen und geographischen Risikoverteilung sein. Ob und inwieweit das Völkerrecht Einsatz und Erforschung von Climate Engineering betrifft, hängt wesentlich von der Interpretation bestehender Verträge ab.

1 Einleitung

Die technologische Möglichkeit einer globalen Klimamanipulation wirft die Frage auf, wie über einen Einsatz von Climate Engineering entschieden werden sollte. Dabei geht es um mehr als den „richtigen“ Zielwert einer globalen Oberflächentemperatur, wie es naturwissenschaftliche Betrachtungen bisweilen nahelegen: Climate Engineering bewegt sich in einem Spannungsfeld von Risiken, die dem Klimawandel einerseits und einer gezielten Klimaveränderung andererseits zugeschrieben werden. Angesichts räumlich differenzierter Auswirkungen und der Kontextualität von Wertmaßstäben sind so sehr unterschiedliche Vorstellungen davon möglich, wann und in welchem Maße technische Eingriffe in das globale Klimasystem sinnvoll oder gar notwendig sind. Die politische Herausforderung ist es also zu klären, in welchen institutionellen Zuständigkeitsbereichen eine Entscheidung über Climate Engineering verortet wird und welchen moralischen Rechtfertigungen sie folgt. Bislang existieren zwar kaum internationale Rahmenbedingungen, die sich explizit mit Climate En-

gineering befassen. In den letzten Jahrzehnten haben sich jedoch eine Reihe von Mechanismen und Prinzipien in der internationalen Klimapolitik und im Umweltvölkerrecht etabliert, denen als diskussionsleitende Logiken im Diskurs um Climate Engineering insofern Relevanz beizumessen ist, als sie Aussagen über Verantwortung und Zuständigkeiten für grenzüberschreitende Umweltveränderungen treffen. Die folgende Betrachtung soll daher diskutieren, inwiefern bisherige Prinzipien der Klimapolitik mit Climate Engineering in Einklang zu bringen sind, und wo Climate Engineering diese in Frage stellt.

2 Eine Herausforderung für die konsensorientierte Klimapolitik

Mit der Anerkennung eines anthropogenen und globalen Klimawandels stellt sich für die Politik die Herausforderung, die Zuständigkeiten und Verantwortungen für grenzüberschreitende Umweltveränderungen zu ordnen. Die Konferenz der *Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung* im Jahr 1992 und die dort verabschiedete Klimarahmenkonvention (United Nations 1992c) sind hierfür insofern wegweisend, als sie die *gemeinsame aber unterschiedliche Verantwortung* der Länder als zentrales Prinzip der Klimapolitik hervorheben. Aus der Erkenntnis, dass in einer Welt globalisierter Umweltschäden gemeinschaftliches Handeln notwendig ist, entsteht ein Regime, das sich auf Expertenbewertungen über den Zustand der Erde sowie auf konsensbasierte Entscheidungen unter der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto-Protokoll stützt.

Die Motivation für eine technologische Klimamamanipulation ergibt sich aus den Gefahren des Klimawandels, die insbesondere dann zu erwarten sind, wenn *Tipping Points*, also kritische Punkte im Klimasystem überschritten werden (The Royal Society 2009). Im Anschluss an die Mechanismen derzeitiger Klimapolitik könnte eine Entscheidung über den Einsatz von Climate Engineering gegen einen „gefährlichen Klimawandel“ auf Grundlage einer Experteneinschätzung, beispielsweise durch das IPCC, und einer internationalen Einigung getroffen werden. Das Konsensprinzip der Klimapolitik, ohne das wirksame Emissionsreduktionen nicht umzusetzen sind, wird durch Climate Engi-

neering jedoch in Frage gestellt: Sollten sich einige der Techniken als so kostengünstig erweisen, dass ihre Implementierung durch einzelne Staaten (oder gar nicht-staatliche Akteure) möglich wird, setzt eine Veränderung des *Status quo* keine Einigung mehr voraus (vgl. Virgoe 2009).

Die Grenzziehung zwischen akzeptablen und gefährlichen bzw. katastrophalen Klimaveränderungen ist nicht anhand objektiver Maßstäbe zu bestimmen, sondern wird in Anbetracht der räumlich differenzierten Auswirkungen einer globalen Erwärmung und von Climate Engineering notwendigerweise kontrovers ausfallen. Climate Engineering, insbesondere „Solar Radiation Management“ (SRM), verringert nicht nur die Gefahren des Klimawandels, sondern impliziert eine geographische und soziale *Umverteilung* der Risiken von Umweltveränderungen durch die Techniken einerseits und steigende Treibhausgaskonzentrationen andererseits. Wann eine Intervention in das Klimasystem als vorteilhaft oder notwendig erscheint, hängt also maßgeblich von den betrachteten Skalen und der Gewichtung der technischen und klimatischen Risiken ab. Zu Konflikten könnte es insbesondere dann kommen, wenn klimatische Veränderungen – ob durch Climate Engineering oder eine unkontrollierte globale Erwärmung – als Problem *nationaler* Sicherheit interpretiert werden. Der Verweis auf nationale Sicherheitsinteressen könnte für Staaten schließlich die diskursive Legitimation bieten, sich über bestehende internationale Normen und Verträge hinwegzusetzen. Ein Szenario, in dem einzelne Staaten oder eine „Koalition der Willigen“ Climate Engineering ohne Abstimmung mit der internationalen Gemeinschaft einsetzen, ist dann denkbar, wenn angesichts realer oder erwarteter Schäden durch den Klimawandel der Druck auf Entscheidungsträger in einigen Ländern wächst (Virgoe 2009).

Die Frage nach verantwortlichem Handeln angesichts der Möglichkeit technologischer Interventionen im Klimasystem stellt sich also insofern neu, als konsensbasierte Politik nicht mehr notwendig aus den zur Verfügung stehenden Strategien folgt. Staaten könnten im eigenen Interesse oder unter Verweis auf ein globales Allgemeinwohl zu Climate Engineering greifen. Damit wird zwar auch die Entscheidungsfindung erleichtert, wenn nicht alle potenziell betroffenen Akteure „am sel-

ben Strang" ziehen müssen. Jedoch wirft ein solches Szenario erneut die Frage nach Gerechtigkeit in der Klimapolitik auf: Sollten „Großemittenten“ die Technologie als Ausweg aus den Verhandlungen um verbindliche (und ökonomisch unbequeme) Emissionsreduktionen sehen, würde Climate Engineering zum Idealbild einer neo-kolonialen Umweltpolitik, in dem einige mächtige Staaten über das globale Klima befinden. Die Gerechtigkeitsfrage stellt sich auch in zeitlicher Dimension, wenn Climate Engineering einen Risikotransfer auf künftige Generationen mit sich bringt.

3 Climate Engineering als Teil einer nachhaltigen Klimastrategie?

Das Prinzip der *Nachhaltigkeit* bzw. einer *nachhaltigen Entwicklung* ist ein Schlüsselement internationaler Verträge zu Umwelt- und Klimapolitik. Ziel des Prinzips ist eine Entwicklung, welche die Bedürfnisbefriedigung künftiger Generationen nicht einschränkt – so hält es der Brundtland-Bericht von 1987 fest (WCED 1987). Die Klimarahmenkonvention bezieht nachhaltige Entwicklung vor allem auf fortgesetztes ökonomisches Wachstum, auch um den Entwicklungsinteressen der Entwicklungs- und Schwellenländer Ausdruck zu verleihen (United Nations 1992c). „Grüne Technologien“, insbesondere im Bereich der Erneuerbaren Energien, werden dabei zum Vehikel einer Politik, die einen weltweit steigenden Energiebedarf mit den Zielen des Klimaschutzes in Einklang bringen muss – technologischer Fortschritt und Technologietransfer bieten für die Klimapolitik den Schlüssel zu „nachhaltigem Wachstum“.

Kann Climate Engineering im Sinne der Klimarahmenkonvention Teil einer nachhaltigen Klimastrategie sein, also auch eine Alternative zu Emissionsreduktionen? Der „Clean Development Mechanism“ (CDM) des Kyoto-Protokolls verknüpft den Marktgedanken des Emissionshandels mit den Zielen nachhaltigen Wachstums in Staaten des globalen Südens. Industrienationen können durch Projekte in diesen Staaten ihren Reduktionsverpflichtungen nachkommen und gleichzeitig einen Beitrag zu deren Entwicklung leisten. Der Mechanismus basiert auf einem Kompensationsprinzip: Der CO₂-Ausstoß in eini-

gen Ländern lässt sich durch „negative“ Emissionen anderswo wettmachen. Der gleiche Gedanke liegt Climate Engineering-Techniken zu Grunde, die Kohlendioxid aus der Umgebungsluft binden sollen („Carbon Dioxide Removal“, CDR).

Das *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice* (SBSTA) unter der Klimarahmenkonvention beschäftigt sich seit längerem mit der Frage, ob eine Kohlenstoffsequestrierung an Emissionsquellen (CCS) als CDM-Maßnahme anzuerkennen sei. Kritiker wenden ein, dass dies den notwendigen Übergang zu regenerativen Energiesystemen weiter aufschieben würde. Zu einer Einigung kam es bislang nicht, insbesondere, da die Gewährleistung der „MRV-Kriterien“ (Measurable, Reportable, Verifiable) nicht gegeben ist (Watanabe et al. 2007). Sollten diese Probleme gelöst werden, wäre der Weg auch offen für solche Climate Engineering-Verfahren, die in einem analogen Verfahren CO₂ aus der Umgebungsluft abscheiden und geologischen Lagerstätten zuführen. Es bleibt jedoch ungewiss, wann eine Speicherung als dauerhaft und sicher gelten kann. Inwieweit die Technik dem Nachhaltigkeitsprinzip entspricht, ist daher fragwürdig. Auch der Vergleich zur „Endlagerung“ radioaktiver Abfälle liegt nahe.

In keinem Fall eine Alternative zu Emissionsreduktionen sind SRM-Techniken: Die Risiken einer globalen Erwärmung würden bestenfalls hinausgezögert. Würde ein Einsatz von ansteigenden Treibhausgaskonzentrationen begleitet, müsste er kontinuierlich aufrechterhalten und *intensiviert* werden, um einen zunehmenden Treibhauseffekt zu kompensieren. Für die jeweiligen politischen Träger des Eingriffs ergäbe sich ein erheblicher Kosten- und Koordinationsaufwand, besonders dann, wenn unerwünschte Nebeneffekte der Verfahren erst nach einigen Jahren offenbar werden und Kompensationsforderungen nach sich ziehen. Das Problem einer zunehmenden Versauerung der Ozeane bliebe bestehen.

Climate Engineering als (vorübergehende) Alternative zu Emissionsreduktionen ist damit, neben einer geographischen Neuverteilung möglicher Umweltschäden, auch ein Risikotransfer auf künftige Generationen und erscheint als Widerspruch zum Nachhaltigkeitsprinzip. Trotzdem wird die Technologie nicht nur als Katastrophen-

maßnahme erwägt, sondern auch als Übergangslösung, um den Umbau (westlicher) Wirtschaftssysteme hinauszuzögern (Lane et al. 2009). Eine solche Darstellung beruht auf der Annahme, dass zukünftige Generationen die Herausforderungen des Klimawandels *besser*, d. h. kostengünstiger bewältigen können. Das Argument scheint dann vereinbar mit einer „kosteneffizienten“ nachhaltigen Entwicklung im Sinne der Klimarahmenkonvention – jedoch nur unter dem Postulat technologischen Fortschritts.

4 Ein Markt für Klimaretter?

Um Klimaschutzmaßnahmen dort zu realisieren, wo sie am günstigsten umzusetzen sind, haben sich marktbasierte Steuerungsmechanismen als Grundlage der internationalen Klimapolitik durchgesetzt. Neben dem Clean Development Mechanism (CDM) ermöglicht das Kyoto-Protokoll auch gemeinsame Projekte der Industrienationen (Joint Implementation, JI) und einen internationalen Emissionsrechtehandel. Damit werden starke finanzielle Anreize für privatwirtschaftliches Engagement gegen den Klimawandel gesetzt. Sollten CDR-Verfahren unter den projektbasierten Instrumenten des Kyoto-Protokolls anerkannt werden, würde dies den Weg für einen breiten Einsatz eröffnen.

Trotz unklarer Rahmenbedingungen über die kommerzielle Verwertbarkeit von CDR haben sich einige Unternehmen gegründet, die auf eine langfristige Anerkennung unter den marktbasierenden Mechanismen der Klimapolitik spekulieren und auch eigene Forschung betreiben (Bronson et al. 2009). Während die Involvierung privater Akteure in Erforschung und Entwicklung von Climate Engineering zusätzliche Finanzmittel bereitstellen könnte, argumentieren Kritiker, dass dies eine systematische Unterbewertung der Risiken zur Folge hätte. Privates Engagement bei der globalen Klimamanipulation gilt es aus dieser Sicht zu unterbinden. Während einige Wissenschaftler bereits über Patente verfügen, beispielsweise im Bereich „Carbon Air Capture“, haben sich die *ETC Group* und *Oxford Geoengineering* für eine prinzipielle Nicht-Patentierbarkeit der Techniken ausgesprochen (Bronson et al. 2009, <http://www.oxfordgeoengineering.org>).

Marktbasierte Mechanismen für SRM, beispielsweise in Form von „Strahlungskrediten“ wie sie am Rande der Diskussion auftauchten (Gaskill 2004), sind angesichts der komplexen Auswirkungen der Techniken kaum denkbar. Für einige CDR-Verfahren wäre der Weg offen, sollten Probleme der Mess- und Überprüfbarkeit einer CO₂-Speicherung geklärt werden (s. o.). Doch die Marktorientierung derzeitiger Klimapolitik stößt auch auf Widerstand. Kritiker argumentieren, sie sei der Versuch westlicher Industrienationen, sich von der historischen Verantwortung für die globale Erwärmung „freizukaufen“. Sie verschärfe die ökonomischen Gegensätze zwischen Nord und Süd, anstatt sie zu beseitigen (Bumpus, Liverman 2008). Unter diesem Gesichtspunkt erscheint Climate Engineering als ein zweifelhaftes Versprechen westlicher Wissenschaftler, das zum Spielball ökonomischer Interessenspolitik werden könnte. Durch vermeintlich kostengünstiges Climate Engineering würden dann Umweltrisiken in Länder des globalen Südens „exportiert“, ohne die Rolle globaler Wirtschaftsverhältnisse als ursächlich für den Klimawandel zu reflektieren.

5 Die Politik der Unsicherheit und die Grenzen des Vorsorgeprinzips

Sowohl für die Erforschung von Climate Engineering als auch für die Klimawissenschaften gilt, dass Befunde über zukünftige Auswirkungen mit Unsicherheiten behaftet sind. Um trotz dieser Unsicherheiten handlungsfähig zu bleiben, berufen sich internationale Verträge auf das „*Precautionary Principle*“, also ein Vorbeuge- oder Vorsorgeprinzip (Martin 1997). Kritiker von Climate Engineering sehen in einer Feldforschung oder Implementierung der Techniken unbekannte Gefahren für Umwelt und Menschen und lehnen diese unter Verweis auf das Vorsorgeprinzip ab (Bronson et al. 2009). Ob das Prinzip jedoch gegen technische Interventionen spricht, ist einerseits abhängig von der verwendeten Definition, andererseits von der Bewertung der möglichen Gefahren durch Klimawandel und Climate Engineering.

Inhalt und Verbindlichkeit des Prinzips sind aufgrund der Inkonsistenz seiner Anwendung umstritten (Bodansky 2008, S. 601). Mehrheitlich wird die völkerrechtliche Verbindlichkeit inzwi-

schen allerdings angenommen (Trouwborst 2007). Die Kernaussagen sind in Grundsatz 15 der Rio-Deklaration festgehalten. Danach darf ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit kein Grund dafür sein, „kostenwirksame Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltverschlechterungen aufzuschieben“, wenn schwerwiegende oder bleibende Schäden drohen (United Nations 1992b). Eine Übertragung des Vorsorgeprinzips auf **Climate Engineering sieht sich jedoch mit einer doppelten Unsicherheit konfrontiert**: Climate Engineering adressiert schließlich die möglicherweise „schwerwiegenden“ Auswirkungen des Klimawandels und birgt gleichermaßen neue Risiken für Mensch und Umwelt.

Eine eindeutige Entscheidung unter dem Vorsorgeprinzip ist nur dann möglich, wenn ein Vergleich der jeweiligen potenziellen Schäden unter Berücksichtigung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeiten machbar ist. Gerade dies ist jedoch in Anbetracht der Unsicherheiten in den Klimawissenschaften fraglich. Zu klären ist daher, wem die Beweislast zukommt: Einige Autoren argumentieren, dass das Vorsorgeprinzip eine Beweislastverschiebung dergestalt impliziert, dass Befürworter von **Climate Engineering die Unbedenklichkeit nachweisen müssten** (Bodansky 1996). Der Ansicht, dass das Vorsorgegebot zu einer Beweislastverschiebung führen kann, hat der Internationale Gerichtshof in Den Haag sich allerdings nicht angeschlossen (IGH, Urteil vom 20.4.10, Argentinien vs. Uruguay, Rn. 164). Das kann bedeuten, dass die Bedrohung von schwerwiegenden oder irreversiblen Schäden durch Climate Engineering von Gegnern dieser Techniken nachgewiesen werden müssten.

Aus politischer Sicht ist zu fragen, auf welche Legitimität sich eine regionale Umverteilung von Risiken stützt, sollte eine *globale* Abwägung im politischen Diskurs zu Gunsten von Climate Engineering ausfallen. Eine Kompensation ist nur bedingt möglich, da eine kausale Zuordnung von Schadensfällen zu **Climate Engineering, beispielsweise durch Extremwetterereignisse, im komplexen Klimasystem kaum möglich sein wird.**

Ob das Vorsorgeprinzip grundsätzlich gegen eine Anwendung von **Climate Engineering** spricht, hängt auch mit dem ihm zu Grunde liegenden Unsicherheitsbegriff zusammen. Die

Europäische Kommission sieht in ihrer Interpretation des Prinzips Unsicherheit als einen vorübergehenden Mangel an Wissen. Politische Entscheidungen können sich jedoch an den verfügbaren, wenn auch begrenzten, wissenschaftlichen Erkenntnissen orientieren (Todt, Lujan 2008). Hingegen sehen einige Umweltschutzorganisationen Unsicherheit als eine der Technologie inhärente Eigenschaft, so dass jenseits eines gewissen Grads an Komplexität die gesellschaftliche Kontrollierbarkeit grundsätzlich in Frage zu stellen ist und eine „Auslese“ der Technik erforderlich ist (Todt, Lujan 2008). Während erstere Position politische Entscheidungen durch eine Ausweitung wissenschaftlicher Forschung und Beratung zu verbessern sucht, sieht Letztere hierin keine ausreichende Kontrolle. Vielmehr müsse dann unter breiter gesellschaftlicher Beteiligung über Erforschung und Einsatz der Technik entschieden werden.

Ob eine rein wissenschaftliche Bewertung der Risiken von Climate Engineering ausreichend ist, oder ob bereits über die Erforschung unter breiter gesellschaftlicher Beteiligung entschieden werden sollte, ist also wesentlich abhängig von dem zu Grunde gelegten Risikokonzept. Ein „Expertenkodex“ wurde von der Royal Society in die Debatte gebracht und im Frühjahr 2010 auf einer Konferenz im kalifornischen Asilomar diskutiert (The Climate Response Fund 2010; siehe auch Oeschles in diesem Schwerpunkt). Die ETC-Group fordert hingegen eine internationale Konvention zur Evaluierung neuer technischer Verfahren, an der die globale Zivilgesellschaft aktiv beteiligt sein sollte (Bronson et al. 2009).

6 Climate Engineering unter bestehenden völkerrechtlichen Verträgen

Stehen zusätzlich bestehende internationale Verträge einer Erforschung bzw. einem Einsatz der unterschiedlichen Techniken entgegen? Da bisher kein völkerrechtlicher Vertrag explizit auf Climate Engineering ausgerichtet ist (Bodansky 1996), gilt es zu untersuchen, inwiefern Climate Engineering-Verfahren in den Anwendungsbe-
reich bestehender rechtlicher Rahmenbedingungen fallen und welche Rechtsfolgen sich hieraus ergeben. Dabei ist zwischen den unterschiedli-

chen Techniken, insbesondere zwischen SRM und CDR zu differenzieren.

MacCracken führt die ENMOD-Konvention (United Nations 1976) als ein Beispiel für einen Vertrag an, der möglicherweise auf SRM zu beziehen ist (MacCracken 2006). Jedoch verpflichten sich die unterzeichnenden Vertragsparteien der Konvention lediglich, umweltverändernde Techniken nicht zu militärischen Zwecken oder in sonstiger feindlicher Absicht gegenüber einem anderen Vertragsstaat zu nutzen (Virgoe 2009). Laut Artikel 3 des Übereinkommens steht der Vertrag der Nutzung umweltverändernder Techniken für friedliche Zwecke nicht im Weg, sondern lässt allgemein anerkannte Grundsätze und die geltenden Vorschriften des Völkerrechts unberührt (Zedalis 2010).

Vor dem Hintergrund, dass durch den Einsatz von Schwefelaerosolen ein signifikanter Abbau der Ozonschicht droht (Heckendorn et al. 2009), könnte das Wiener Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht (United Nations 1985) sowie dessen Montrealer Protokoll den Einsatz von SRM-Techniken begrenzen (United Nations 1987). Die Vertragsparteien verpflichten sich geeignete Maßnahmen zu treffen, um die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor schädlichen Auswirkungen anthropogener Veränderungen der Ozonschicht zu schützen. Aus rechtlicher Sicht ausschlaggebend ist, ob „erhebliche abträgliche“ Auswirkungen zu erwarten sind, wie es das Übereinkommen formuliert. Zwar lassen sich diese aus wissenschaftlicher Sicht durchaus annehmen. Im Sinne der Wiener Vertragsrechtskonvention sind aber nicht allein der Wortlaut eines Vertragstextes, sondern auch Systematik und Telos für die Auslegung der Vertragsbestimmungen von Bedeutung. Wenn das Ziel von Climate Engineering also ist, die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu verringern, ließe sich die Anwendbarkeit des Übereinkommens in Frage stellen (Zedalis 2010).

Das Montrealer Protokoll verpflichtet die Vertragsstaaten – in Ergänzung zum Wiener Übereinkommen – zu konkreten Reduktionszielen für verschiedene Stoffe. Aus völkerrechtlicher Perspektive ist das Protokoll insofern bemerkenswert, da es für einige Entscheidungen nur einer Zweidrittel-Mehrheit der Vertragsparteien bedarf, entgegen dem im Völkerrecht überwiegenden

Konsensprinzip. Dies gilt auch für die Aufnahme neuer Stoffe. Verbindlich würde eine solche Änderung jedoch nur für jene Staaten, die diese daraufhin ratifizieren. In der Vergangenheit wurden dem Protokoll, dem 196 Staaten angehören, wiederholt neue Substanzen hinzugefügt. Prinzipiell ist dies also auch für Schwefel denkbar, sollten Studien über einen signifikanten Ozonabbau durch SRM bestätigt werden (ähnlich Virgoe 2009).

Auch das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (United Nations 1979), das in den 1970er Jahren in Reaktion auf zunehmende Luftverschmutzung und sauren Regen geschlossen wurde, hat in seiner derzeitigen Form keine direkten rechtlichen Auswirkungen auf Climate Engineering. Die weite Definition von Luftverunreinigung bezieht sich ebenfalls auf eine „abträgliche Wirkung“, die für Climate Engineering nicht eindeutig zu entscheiden ist (s. o.). Zu dem Übereinkommen existiert ein Protokoll, das sich explizit mit einer Reduktion von Schwefelemissionen befasst (United Nations 1994). In dessen Präambel wird die Verhinderung einer Versauerung hervorgehoben. Ob diese jedoch durch SRM mit Schwefelaerosolen zu befürchten ist, bezweifeln einige Autoren (Kravitz et al. 2009).

Im Frühjahr 2009 löste ein deutsch-indisches Experiment zur Eisendüngung im Südatlantik eine Kontroverse um die Regulierung solcher Unternehmungen aus. Sowohl unter der London Dumping Convention (United Nations 1972) zum Schutz der Meere vor Verunreinigungen als auch unter der Biodiversitätskonvention (United Nations 1992a) wurde Ozeandüngung daraufhin behandelt. Die Ergebnisse fasst eine Resolution der Generalversammlung der Vereinten Nationen zusammen: Während die wissenschaftliche Forschung vor dem Hintergrund der Forschungsfreiheit prinzipiell erlaubt bleibt – hierin folgt sie der UN Seerechtskonvention – gilt dies nicht für den Einsatz einer Ozeandüngung zur CO₂-Sequestrierung. Die im Konsens angenommene – wenn auch rechtlich unverbindliche – Resolution formuliert, dass eine Ozeandüngung jenseits „legitimer wissenschaftlicher Interessen“ nicht erlaubt sein sollte (Res. A/RES/63/11). Lediglich kleinräumige Experimente in Küstengewässern, die für eine Ozeandüngung jedoch wenig geeig-

net sind, hält sie für vertretbar. Die bisherigen politischen Entscheidungen zu einer Eisendüngung machen also eine großräumige Ausweitung der Forschung zu Ozeandüngung oder einen Einsatz in absehbarer Zukunft unwahrscheinlich.

7 Rechtliche Grenzen für globale Umweltbeeinträchtigungen

Doch nicht nur bestehende Verträge gilt es zu berücksichtigen. Für *Climate Engineering* relevant ist auch das Verbot grenzüberschreitender Umweltbeeinträchtigungen als ein verbindlicher Grundsatz des Völkergewohnheitsrechts (Vitzthum, Bothe 2007). Demnach ist es Staaten untersagt, auf ihren Territorien Aktivitäten nachzugehen oder zuzulassen, von denen signifikante grenzüberschreitende Umweltbeeinträchtigungen ausgehen könnten (Beyerlin 2000; Bodansky 2008). Grenzüberschreitend heißt in dem Fall, dass das Hoheitsgebiet eines anderen Staates betroffen ist; eine geographische Nachbarschaft ist hingegen nicht Voraussetzung. Für die Anwendbarkeit muss darüber hinaus ein Kausalzusammenhang bestehen (Vitzthum, Bothe 2007): Diesen nachzuweisen erscheint für direkte Schäden durch großräumige Stoffeinträge (Eisen oder Schwefel) möglich, kaum jedoch für Veränderungen im komplexen Klimasystem. Im Hinblick auf Letztere könnten Staaten also nur bedingt für ihr Handeln verantwortlich gemacht werden.

Angesichts der großen Schwierigkeiten, kausale Prozesse nachzuweisen, spielt der Gedanke der internationalen Kooperation eine immer größere Rolle im Umweltvölkerrecht (Shaw 2008). Daher statuiert das dem Umweltvölkerrecht zugrundeliegende Prinzip der Prävention auch prozedurale kooperative Pflichten, um grenzüberschreitenden Umweltbeeinträchtigungen frühzeitig zu begegnen. Grundsatz 19 der Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung stellt inzwischen völkergewohnheitsrechtlich verbindliche Notifikations- und Konsultationspflichten gegenüber potenziell betroffenen Staaten über Tätigkeiten auf, die schwerwiegende grenzüberschreitende schädliche Auswirkungen auf die Umwelt haben können. Dies bestätigte jüngst der Internationale Gerichtshof in einem Urteil (20.4.10, Argentinien vs. Uruguay). Zudem sind nach dem völker-

gewohnheitsrechtlich anerkannten Prinzip 17 der Rio-Erklärung nationale Umweltverträglichkeitsprüfungen durchzuführen. Diese völkerrechtlichen Pflichten zeigen, dass auch ein potenziell unilateral agierender Staat Informations- und Konsultationspflichten nachkommen müsste angesichts der möglichen Gefahren und Nebenwirkungen, die von *Climate Engineering* nach derzeitiger Einschätzung ausgehen.

8 Fazit

Die Debatte um *Climate Engineering* wird weit komplizierter, wenn man gegenüber der rein technischen Umsetzbarkeit die politischen und völkerrechtlichen Herausforderungen und Konsequenzen heraushebt, die sich aus den Techniken ergeben. Wie die Diskussion zeigt, lassen sich zwar wenige der bisher bestehenden völkerrechtlichen Regeln direkt auf *Climate Engineering* übertragen. Jedoch wird deutlich, dass Staaten angesichts grenzüberschreitender Umweltveränderungen vielfach zu kooperativem Verhalten tendieren – und hinsichtlich transnationaler Umweltbeeinträchtigungen auch dazu verpflichtet sind. Einerseits kann *Climate Engineering* dem entgegenstehen, wenn die Notwendigkeit einer Kooperation nicht mehr gegeben erscheint, andererseits kann die Bereitschaft zu gemeinschaftlichem Handeln in Umweltfragen auch als Perspektive für eine mögliche internationale Regulierung von *Climate Engineering* gesehen werden. Für die konkreten Rechtsfolgen, die das Umweltvölkerrecht hinsichtlich *Climate Engineering* auferlegt, wird schließlich ausschlaggebend sein, wie das *Precautionary Principle* oder der Begriff der abträglichen Wirkung im Hinblick auf technische Klimaveränderungen ausgelegt werden.

Zentraler Gegenstand der Diskussionen um *Climate Engineering* ist die Frage von Verantwortung und Gerechtigkeit. Die internationale Klimapolitik ist immer wieder Gegenstand von Kritik, die sich gegen das politische Übergewicht der großen Industrienationen richtet. Sie stellt ein auf globaler Ebene bis dato beispielloses Forum bereit, in dem Staatsvertreter der ganzen Welt unter dem kritischen Blick von Nichtregierungsorganisationen um eine wirksame Klimapolitik ringen – bislang jedoch ohne messbaren

Erfolg. Die Prinzipien einer konsensorientierten internationalen Politik stehen dann zur Disposition, wenn die Diskussion um technologische Klimaveränderungen zum Spielball nationaler und ökonomischer Interessen wird. Problematisch ist dies insofern, als die meisten Techniken eine geographische Umverteilung klimatischer Risiken einerseits implizieren und einen Risikotransfer auf künftige Generationen andererseits, sollten sie als Alternative zu Emissionsreduktionen eingesetzt werden. Eine politische Regulierung von Climate Engineering muss sich also vor allem fragen, wie sie den gesellschaftlichen Umgang mit der Technologie zu ordnen vermag, ohne den Anspruch auf mehr globale Partizipation und Gerechtigkeit zu verwerfen.

Literatur

- Beyerlin, U., 2000: Umweltvölkerrecht. München
- Bodansky, D., 1996: May We Engineer the Climate? In: *Climatic Change* 33/3 (1996), S. 309–321
- Bodansky, D. (ed.), 2008: *The Oxford Handbook of International Environmental Law*. Oxford
- Bronson, D.; Mooney, P.; Wetter, K.J., 2009: Retooling the Planet? Climate Chaos in Geoengineering Age. A report prepared by ETC Group. Swedish Society for Nature Conservation
- Bumpus, A.G.; Liverman, D.M., 2008: Accumulation by Decarbonization and the Governance of Carbon Offsets. In: *Economic Geography* 84/2 (2008), S. 127–155
- Gaskill, A., 2004: Summary of Meeting with U.S. DOE to Discuss Options to Prevent Abrupt and Long-Term Climate Change; <http://www.see.ed.ac.uk/~shs/Climate%20change/Geo-politics/Gaskill%20DOE.pdf> (download 21.7.10)
- Heckendorn, P.; Weisenstein, D.; Fueglistaler, S. et al., 2009: The Impact of Geoengineering Aerosols on Stratospheric Temperature and Ozone. In: *Environmental Research Letters* 4/4 (2009), 045108, S. 1–12; doi: 10.1088/1748-9326/4/4/045108
- Kravitz, B.; Robock, A.; Oman, L. et al., 2009: Sulfuric Acid Deposition from Stratospheric Geoengineering with Sulfate Aerosols. In: *Journal of Geophysical Research* 114 (2009), D14109, doi:10.1029/2009JD011918
- Lane, L.; Bickel, J.E.; Galiana, I. et al., 2009: Copenhagen Consensus on Climate: Advice for Policymakers. Copenhagen
- MacCracken, M., 2006: Geoengineering: Worthy of Cautious Evaluation? In: *Climatic Change* 77/3 (2006), S. 235–243
- Martin, P.H., 1997: If You Don't Know How to Fix It, Please Stop Breaking It! The Precautionary Principle and Climate Change. In: *Foundations of Science* 2 (1997), S. 263–292
- Shaw, M.N., 2008: *International Law*. Cambridge
- The Climate Response Fund*, 2010: Unprecedented International Conference Focuses on Social and Ecological Ramifications of Climate Intervention. Press Release; <http://www.climateresponsefund.org> (download 20.7.10)
- The Royal Society*, 2009: Science, Governance and Uncertainty. London
- Todt, O.; Lujan, J.L., 2008: A New Social Contract for Technology? On the Policy Dynamics of Uncertainty. In: *Journal of Risk Research* 11/4 (2008), S. 509–523
- Trouwborst, A., 2007: The Precautionary Principle in General International Law: Combating the Babylonian Confusion. In: *RECIEL* 16/2 (2007), S. 185–195
- United Nations, 1972: Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter. In: *United Nations Treaty Series* 1046 (1972), S. 120
- United Nations, 1976: Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques. In: *United Nations Treaty Series* 1108 (1976), S. 151
- United Nations, 1979: Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. In: *United Nations Treaty Series* 1302 (1979), S. 217
- United Nations, 1985: Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer. In: *United Nations Treaty Series* 513 (1985), S. 293
- United Nations, 1987: Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. In: *United Nations Treaty Series* 1522 (1987), S. 3
- United Nations, 1992a: Convention on Biological Diversity. In: *United Nations Treaty Series* 1760 (1992), S. 142
- United Nations, 1992b: Rio Declaration on Environment and Development. Report of the United Nations Conference on Environment and Development, A/CONF.151/26
- United Nations, 1992c: United Nations Framework Convention on Climate Change. In: *United Nations Treaty Series* 1771 (1992), S. 107
- United Nations, 1994: Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on Further Reduction of Sulphur Emissions. In: *United Nations Treaty Series* 2030 (1994), S. 122

Virgoe, J., 2009: International Governance of a Possible Geoengineering Intervention to Combat Climate Change. In: Climatic Change 95/1 (2009), S. 103–119

Vitzthum, W.; Bothe, M. (eds.), 2007: Völkerrecht. De Gruyter-Lehrbuch. Berlin

Watanabe, R.; Duckat, R. et al., 2007: Carbon Capture and Storage under the Clean Development Mechanism. JIKO Policy Paper 4/2007, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy

WCED – World Commission on Environment and Development, 1987: Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. United Nations Environment Programme, UNEP/GC/14/13

Zedalis, R.J., 2010: Climate Change and the National Academy of Sciences' Idea of Geoengineering: One American Academic's Perspective on First Considering the Text of Existing International Agreements. In: European Energy and Environmental Law Review 19/1 (2010), S. 18–32

Kontakt

Thilo Wiertz, Dipl. Geograph
Geographisches Institut
Universität Heidelberg
Berliner Str. 48, 69120 Heidelberg
Tel.: +49 (0) 62 21 / 54 - 45 49
E-Mail: thilo.wiertz@geog.uni-heidelberg.de

« »

Hinweis

Siehe in diesem Zusammenhang auch die Besprechung des Sammelbandes von B. Launder und M. Thompson („Geo-Engineering Climate Change“) im Rezensionsteil dieses Heftes.

Aerosolbasierte Methoden des Climate Engineering

Eine Bewertung

von Thomas Leisner, Karlsruher Institut für Technologie, und Stefan Müller-Klieser, Universität Heidelberg

In diesem Beitrag wird ein kurzer Überblick über das atmosphärische Aerosolsystem gegeben, soweit dies zum Verständnis der aerosolbasierten Methoden der künstlichen Klimabeeinflussung nötig ist. Hieraus werden dann die zwei derzeit am meisten diskutierten Möglichkeiten, eine künstliche Abkühlung des Erdklimas herbeizuführen, abgeleitet. Dies sind die Ausbringung von Aerosolpartikeln in der Stratosphäre sowie die Erhöhung der Wolkenhelligkeit in der Troposphäre mithilfe von künstlichen Kondensationskeimen. Zu diesen beiden Vorschlägen wird der Stand der Diskussion über die Machbarkeit sowie mögliche Nebenwirkungen zusammengefasst. Daraus abgeleitet wird verallgemeinernd besprochen, welche wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Probleme mit einer künstlichen Klimakontrolle verbunden sind. Abschließend wird erläutert, warum und wie nach unserer Meinung das Climate Engineering trotz der damit verbundenen Probleme und Bedenken mit hoher Dringlichkeit erforscht werden sollte.¹

1 Einleitung

Macht über die natürlichen Kräfte von Wetter und Klima zu erlangen, zählt zu den urzeitlichen Träumen der Menschheit, die entsprechende Fähigkeit wurde allerdings nur Gottheiten oder deren Günstlingen zugestanden. Mit der Entdeckung und Beherrschung der nuklearen Kräfte schien dieser Traum in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts erstmals in erreichbare Nähe zu kommen. Visionen einer menschengestalteten Umwelt aus den 40er und 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts beinhalteten dabei nicht nur die Kontrolle über das Klima, sondern strebten eine Umgestaltung des Erdsystems zum Nutzen seiner menschlichen Bewohner an (siehe dazu den Beitrag von Sardemann in dieser Ausgabe). Frühe Versuche dieses Geoengineering endeten aber meist in ei-

nem ökonomischen und ökologischen Desaster, wofür die Verwandlung des Aral-Sees in eine Steppenlandschaft nur das prominenteste Beispiel ist. Aufgrund dieser schlechten Erfahrungen und auch aufgrund der engen Beziehung des Geoengineering zu militärischen Fragestellungen war Forschung zu einer absichtlichen Klimamodifikation für die meisten Geowissenschaftler ein Tabu.

Die bis heute anhaltende Zurückhaltung der Geowissenschaften beginnt sich langsam zu ändern, seit es mehr und mehr klar wird, dass die Menschheit dabei ist, durch ihre schiere Zahl und Aktivität den Energiehaushalt der Atmosphäre unumkehrbar zu verändern. Der Nobelpreisträger Paul Crutzen prägte den Begriff des Anthropozäns für diese beginnende Phase der menschlichen Dominanz aller Kompartimente der Geosphäre (Crutzen 2002). Er war es auch, der eine absichtliche künstliche Beeinflussung des Klimasystems im Jahre 2006 wieder auf die Agenda der Klima- und Geoforschung brachte, in dem er sie als mögliche „Ultima Ratio“ beschrieb, falls alle Anstrengungen der Eindämmung des Klimawandels scheitern sollten (Crutzen 2006). Seitdem steigt die Anzahl der entsprechenden Arbeiten in der wissenschaftlichen Literatur stark an, das Thema ist demnach auf der Agenda nicht nur der naturwissenschaftlichen Forschung angekommen.

Die Maßnahmen zur Klimakontrolle über Climate Engineering (CE) lassen sich in zwei sehr unterschiedliche Klassen einteilen. Einerseits kann man das anthropogen emittierte Kohlendioxid – und möglicherweise andere Klimagase – künstlich wieder aus der Atmosphäre entfernen („Carbon Dioxide Removal“, CDR); andererseits wird vorgeschlagen, den Anteil der direkt in den Weltraum zurückreflektierten Sonnenstrahlung (die „Albedo“) durch technische Maßnahmen zu erhöhen („Solar Radiation Management“, SRM). Unter letzteren Vorschlägen spielt eine Modifikation des natürlichen Aerosolsystems in der Troposphäre oder der Stratosphäre eine zentrale Rolle.

Eine ähnliche, aber im Detail doch abweichende Klassifikation der CE-Vorschläge unterscheidet zwischen solchen Verfahren, welche einen „großen Hebel“ zur Klimabeeinflussung verwenden, d. h. die eine Änderung der Erdtemperatur durch eine geeignete Manipulation des Klimasystems mit vergleichsweise geringem Aufwand

zu erreichen suchen, und jenen Maßnahmen, welche durch großtechnische Maßnahmen „Tonne für Tonne“ die Emission der Klimagase rückgängig machen wollen (Keith 2000; Royal Society 2009). Zu den Verfahren mit großem Hebel gehören die meisten SRM-Maßnahmen aber auch der CDR-Vorschlag, Kohlendioxid durch eine Düngung der Weltmeere aus der Atmosphäre zu entfernen und als Carbonat in die Tiefsee zu „exportieren“. Diese Maßnahmen haben gemeinsam, dass sie aufgrund des großen Hebels billig sein können, potentiell schnell wirken, aber große Nebenwirkungen befürchten lassen, wohingegen die zweite Klasse als „langsam, eher nebenwirkungsarm und teuer“ charakterisiert werden kann (Keith 2009). Auch wenn einige dieser Attribute kritisiert werden können (und in diesem Beitrag auch kritisiert werden), ist diese Einteilung doch hilfreich bei der Bewertung der CE-Maßnahmen hinsichtlich ihrer ökologischen Folgen und ihrer gesellschaftlichen Akzeptanz. Es ist zu beachten, dass SRM-Maßnahmen zwar auf kurzer Zeitskala wirksam werden können, die Dauer ihres Einsatzes aber an die Lebensdauer des CO₂ in der Atmosphäre gebunden ist, welche mehrere tausend Jahre beträgt. Ein früherer Abbruch dieser Maßnahmen hätte einen abrupten Klimawandel zur Folge, an welchen eine Anpassung nicht mehr möglich wäre. CDR Maßnahmen hingegen müssten über einen sehr langen Zeitraum (viele Jahrzehnte) aufgebaut werden, ihr Einsatz könnte allerdings beendet werden, sobald die CO₂-Konzentration wieder auf ein akzeptables Niveau gesenkt ist. Entsprechende Anstrengungen vorausgesetzt, könnte dies „bereits“ nach einigen hundert Jahren erreicht sein. Damit scheint eine konzertierte Anwendung beider Maßnahmen geeignet, zunächst kurzfristig das Klima zu stabilisieren und dann auf einer mittleren Zeitskala die Ursache des Klimawandels zu beseitigen. In diesem Sinne wären die SRM-Maßnahmen eine Übergangstechnologie.

Da die wichtigsten SRM-Maßnahmen über eine Manipulation des atmosphärischen Aerosols funktionieren, soll hier zunächst eine Einführung in dieses Feld erfolgen, bevor die zwei wichtigsten SRM-Maßnahmen detaillierter besprochen werden. Anhand der dort gefundenen Erkenntnisse wird abschließend der Einsatz und die For-

schung in diesem Gebiet aus der Sicht des Naturwissenschaftlers bewertet.

2 Aerosole und Klima

Die Temperatur der Erdoberfläche ergibt sich aus dem Gleichgewicht zwischen eingestrahelter Energie der Sonne im sichtbaren und nahen infraroten und der Abstrahlung der Erde im infraroten Spektralbereich. Für eine Erde ohne Atmosphäre ergäbe sich so eine mittlere Jahrestemperatur von ca. -15°C . Die Atmosphäre transmittiert das eingestrahelte Sonnenlicht, hält aber einen Teil der Wärmeabstrahlung der Erdoberfläche zurück. Durch diesen natürlichen „Treibhauseffekt“ liegt die mittlere Temperatur der Erdoberfläche derzeit bei ca. $+15^{\circ}\text{C}$. Die wichtigsten Treibhausgase sind das Kohlendioxid und der Wasserdampf. Aufgrund der weitgehend mit flüssigem Wasser bedeckten Erdoberfläche, spielt letzterer eine Sonderrolle, da seine Konzentration nicht durch Emissionen und Senken beschrieben wird, sondern fast ausschließlich eine Funktion der Temperatur selbst ist. Darüber hinaus kann der Wasserdampf in kälteren Regionen der Atmosphäre kondensieren und Wolken bilden, die ihrerseits die Sonneneinstrahlung abschirmen, aber auch die Wärmeabstrahlung der Erde behindern. Durch diese Rückkopplungsmechanismen hat der Wasserdampf ein großes Potential, um den Treibhauseffekt der anderen Klimagase zu modifizieren und zu verstärken.

Aerosolpartikel – das sind die festen Schwebstoffe in der Atmosphäre – tragen zur Trübung der Atmosphäre durch die Streuung von Sonnenlicht bei und erhöhen so die Erdalbedo. Neben diesem direkten Klimaeffekt, dienen sie jedoch auch als Kondensationskeime für die Wolkenbildung. Da die Rückstreuungsfähigkeit der Wolken bei vorgegebenem Gesamtwassergehalt stark von der Anzahl der kondensierten Tröpfchen abhängt, haben die Aerosole, auch auf diesem indirekten Weg über die Wolkeneigenschaften, einen starken Einfluss auf den Strahlungshaushalt der Atmosphäre.

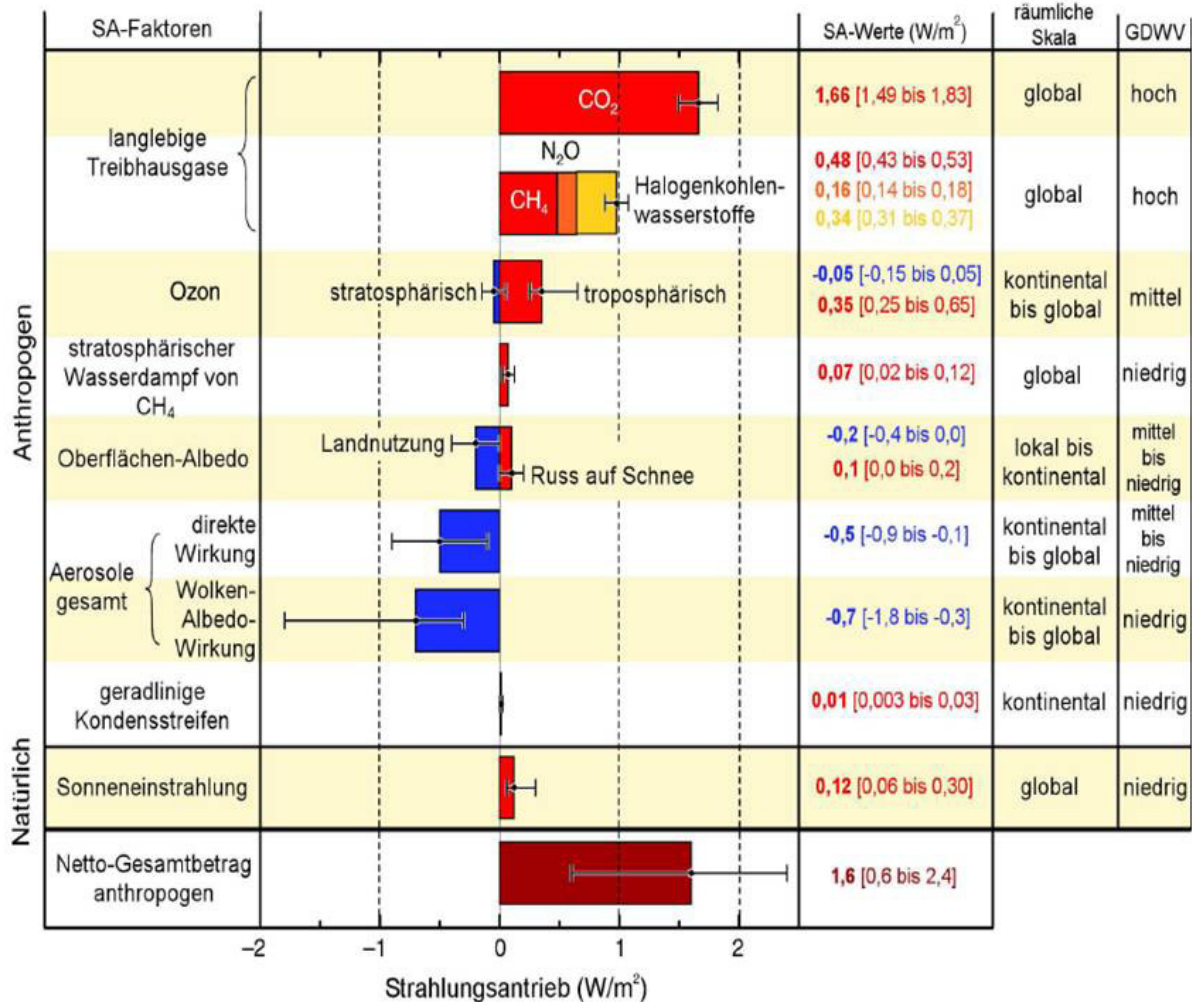
In Abbildung 1 (nächste Seite) werden die wichtigsten anthropogenen Einflussfaktoren auf das Klima quantifiziert und der natürlichen Variabilität gegenübergestellt. Neben den gut durchmischten, langlebigen Treibhausgasen (die obersten beiden Balken in Abb. 1) fallen die beiden

relativ großen abkühlenden Beiträge durch den direkten und indirekten Klimaantrieb der Aerosole (der sechste und siebte Balken) ins Auge. Der „große Hebel“, den die Aerosole im Klimasystem ausüben, zeigt sich besonders deutlich, wenn man ihre vergleichsweise geringe Konzentration berücksichtigt. Ein Klimaantrieb von ähnlicher Größenordnung wie durch CO_2 wird durch eine Massenkonzentration von Aerosolen erzeugt, die etwa einen Faktor 10.000 geringer ist. Auch wenn in diesem Vergleich die deutlich geringere Lebensdauer der Aerosole im Vergleich zu CO_2 nicht berücksichtigt wurde, so illustriert Abbildung 1 jedoch klar, warum Eingriffe in das Aerosolsystem die aussichtsreichsten Kandidaten für ein Climate Engineering durch SRM sind. Mit vergleichsweise geringem Aufwand kann ein großer kühlender Effekt verbunden sein. Es lohnt sich jedoch, auch einen Blick auf die Fehlerbalken der Abbildung 1, sowie auf die rechte Spalte zu werfen, die Klimawirksamkeit der Aerosolprozesse ist wesentlich unsicherer als die der klassischen Treibhausgase.

3 Aerosolbasiertes Climate Engineering

Aerosolbasiertes Climate Engineering begegnet der erhöhten Absorption der langwelligen Wärmestrahlung durch Treibhausgase mit einer Verminderung der kurzwelligen solaren Einstrahlung. Es stehen dabei zwei Möglichkeiten der gezielten Beeinflussung des atmosphärischen Aerosolsystems im Mittelpunkt des Interesses, die in etwa auch den beiden Beiträgen der Aerosole in Abbildung 1 entsprechen. Es wird zum einen vorgeschlagen, durch die künstliche Erzeugung von Aerosolpartikeln in der Stratosphäre direkt die Albedo, das heißt das Rückstreuvermögen der Erde zu erhöhen. Eine erhöhte Albedo hat immer eine Abkühlung des Klimas zur Folge, da das zurückreflektierte Sonnenlicht nicht mehr zur Erderwärmung beiträgt. Partikel mit einem Radius von ca. $0,5\ \mu\text{m}$ können in der Stratosphäre eine lange Lebensdauer von einigen Jahren erreichen und verbinden dies mit einer hohen massenspezifischen Rückstreuungsfähigkeit. Zum anderen will man die Albedo von niedrig liegenden Meereswolken durch die Versprühung von Seesalz-Aerosolen indirekt beeinflussen.

Abb. 1: Quantifizierung der wichtigsten Einflussfaktoren auf das Klima
(global gemittelter Strahlungsantrieb (SA) im Jahr 2005 gegenüber 1750)*



* Der global gemittelte Strahlungsantrieb (SA) im Jahr 2005 gegenüber 1750 (beste Schätzwerte und 5-95 % Unsicherheitsbereiche) für CO₂, CH₄, N₂O und andere wichtige Faktoren und Mechanismen, zusammen mit der typischen geographischen Ausdehnung (räumliche Skala) des Antriebs und einer Beurteilung des Grades des wissenschaftlichen Verständnisses (GDWV). Aerosole aus explosiven Vulkanausbrüchen führen zu einer zusätzlichen episodischen Abkühlungsphase für ein paar Jahre nach einer Eruption. Die Bandbreite geradliniger Kondensstreifen schließt keine anderen möglichen Effekte der Luftfahrt auf die Bewölkung mit ein.

Quelle: BMBF 2007, S. 4

Die Klimawirksamkeit stratosphärischer Aerosole kann in der Natur beobachtet werden. Der Vulkan Pinatubo auf den Philippinen brachte mit seinem Ausbruch im Jahre 1991 eine geschätzte Menge von 14 bis 20 Mio. t Schwefeldioxid in die Stratosphäre (Stenchikov et al. 1998). Das Schwefeldioxid reagiert mit Hydroxylradikalen und Wasser zur Schwefelsäure (H₂SO₄), welche zusammen mit Wasser zu feinen Partikeln kon-

densiert. Die so entstehenden Schwefelsäureaerosole verweilen bis zu zwei Jahre in der Stratosphäre und verteilen sich innerhalb von drei Wochen über die gesamte Hemisphäre zwischen Äquator und den mittleren Breiten. Der spektral integrierte Transmissionskoeffizient der Atmosphäre fiel beim Ausbruch des Pinatubos von ca. 0,93 auf 0,79 ab. Diese Verminderung der solaren Einstrahlung spiegelte sich in einer für ca. 3 Jahre

um ein halbes Grad Celsius geringeren, global gemittelten Bodentemperatur wider (Robock 2000).

Wollte man diesen natürlichen Effekt künstlich herbeiführen, so müsste Schwefel dabei in Form von H_2S oder SO_2 in die Stratosphäre transportiert werden, um dort Schwefelsäureaerosole zu bilden. Dies wäre einerseits durch die Nutzung aktueller Technologien, wie z. B. Flugzeuge, Wetterballons oder Artilleriegeschütze möglich, andererseits wäre es möglich neue Technologien zu entwickeln, die diese Aufgabe effizienter bewältigen könnten. Die bisherigen Abschätzungen zu den Kosten der Ausbringung belaufen sich z. B. bei der Nutzung von Tankflugzeugen auf wenige Milliarden Dollar/Jahr. Diese Kosten hängen jedoch stark von der Höhe der Ausbringung ab (Robock et al. 2009).

Weniger diskutiert werden Techniken, Schwefelspezies auf Bodenhöhe zu emittieren, die den Transport durch die Troposphäre ohne Oxidation überstehen. Es wäre z. B. vorstellbar, den natürlichen Transport von Schwefel in die Stratosphäre über das biogene Carbonylsulfid zu verstärken. Zu dieser Option fehlen detaillierte Untersuchungen, vermutlich auch deshalb, weil Unsicherheiten in den zugrundeliegenden Prozessen bestehen (Chin, Davis 1995; Barkley et al. 2008).

Neben den Schwefelaerosolen ist es auch vorstellbar, andere künstlich hergestellten Partikel in die Stratosphäre auszubringen, die mit erwünschten optischen und mikrophysikalischen Eigenschaften ausgestattet sind (Teller et al. 1997). Bisher wurde jedoch noch kein Vorschlag für die Möglichkeit einer Produktion dieser Nanopartikel in großer Stückzahl erbracht.

Der zweite Vorschlag zur Modifikation der Wolkenalbedo in den unteren Atmosphärenschichten stammt von John Latham (1990). Twomey entdeckte, dass eine Erhöhung der Aerosolkonzentrationen in Wolken dazu führt, dass sich das zur Verfügung stehende Wasser auf mehr Tröpfchen verteilt. Die Gesamtoberfläche der Streuzentren wird erhöht und mehr Sonneneinstrahlung kann reflektiert werden, die Wolken erscheinen weißer (Twomey 1977). Dieser Effekt soll nun durch die Ausbringung von Seesalz-Aerosolpartikeln künstlich verstärkt werden.

Besonders geeignet hierfür sind tief liegende, ozeanische Stratocumulus-Wolken, die ca.

ein Viertel der Meeresoberfläche bedecken und typischerweise eine relative geringe Anzahldichte von Wolkentropfen von unter 150 pro Kubikzentimeter besitzen. Diese entstehen hauptsächlich durch Kondensation von Wasserdampf an natürlichen Seesalz-Partikeln, welche durch Winde über den Meeren entstehen. Um eine Kühlwirkung auf das Klima zu erzielen, die einer Verdopplung der CO_2 -Konzentration entspricht, müsste sie durch den Einsatz von künstlichen Aerosol-Emittlern so angehoben werden, dass in den Wolken Partikelkonzentration von ca. 400 pro Kubikzentimeter für die Kondensation von Tröpfchen bereit stehen. Nach dem Vorschlag der Proponenten des Verfahrens würde dies bedeuten, dass beispielsweise eine Flotte von 1.500 Schiffen, die Seesalzaerosole emittieren, aufgebaut werden müsste die jeweils 20 l Salzwasser pro Sekunde versprühen (Rasch et al. 2008).

Eine Sprühtechnik, die den dort gestellten Anforderungen genügt, steht derzeit allerdings nicht zur Verfügung. Beim Einsatz von aktuell zur Verfügung stehender Technik wäre unter anderem der Energieaufwand der Schiffe prohibitiv groß. Des Weiteren zeigen globale Klimamodelle, die die Funktion der Aerosole im Detail beinhalten, dass eine komplexe Wechselwirkung zwischen natürlichen und künstlich erzeugten Seesalz-Aerosolen in den Wolken stattfindet. Die Konzentration der Partikel wird zwar stark erhöht, sie stehen aber nicht für die Kondensation von Wolkentropfen zur Verfügung, da sie den Sättigungsdampfdruck so erniedrigen, dass in 20 % der Fälle insgesamt sogar weniger Aerosolpartikel für die Bildung von Wolkentropfen bereit stehen (Korhonen et al. 2010). Als untere Grenze wird vermutet, dass die Sprütrate mindestens fünfmal höher sein müsste, als ursprünglich angenommen (Rasch et al. 2008).

Über diese speziellen technischen Probleme hinaus sind allen Methoden des SRM die folgenden generellen Probleme bzw. Nebenwirkungen gemeinsam:

1. Eine Kompensation der Treibhausgasbedingten Erderwärmung wird durch SRM höchstens im räumlichen und zeitlichen Mittel erreicht, da die Abstrahlung von Wärme jederzeit und überall – mit nur geringer Variabilität – stattfindet, während die solare Einstrahlung stark von der geographischen Breite und der Jah-

reszeit abhängt. In den Polarwintern beispielsweise fällt die Sonneneinstrahlung auf nahezu Null, während dennoch in beträchtlichem Maße Wärme abgestrahlt wird. Trotz dieses zeitlichen und räumlichen Ungleichgewichtes des Energieflusses bestätigen numerische Klimamodelle die Möglichkeit einer weitgehenden Kompensation der Erderwärmung durch SRM. Dies ist der schnellen räumlichen Umverteilung der Wärme durch die globale atmosphärische Zirkulation zu verdanken, welche sich den neuen Antrieben anpasst. Durch diese Änderung der Zirkulation ist jedoch auch eine Änderung in der räumlichen Verteilung der Wind- und Niederschlagszonen zu erwarten, die derzeit noch nicht ausreichend quantifiziert werden kann. Diese Unsicherheit wird für aerosolbasierte Methoden noch größer, wenn zusätzlich deren wichtige Rolle im Wasserkreislauf berücksichtigt wird. Aerosole wirken hier nicht nur als Kondensationskeime für die Wolkenbildung, sondern sie tragen als Eiskeime wesentlich zur Entstehung des Niederschlags bei. Eine Klimabeeinflussung durch Aerosole ohne gleichzeitige Beeinflussung des Niederschlags ist daher kaum vorstellbar. (Hegerl, Solomon 2009; Jones et al. 2009).

2. SRM reduziert nicht die Konzentration der Treibhausgase und damit nicht deren sonstige Nebenwirkungen. So würde beispielsweise in einer SRM-gekühlten Welt die Versauerung der Meere durch CO_2 weiter stattfinden (Orr et al. 2005).
3. SRM-Maßnahmen müssten sehr langfristig durchgehalten werden. Eine Aufgabe oder ein Versagen der SRM Methode nach einigen Jahrzehnten hätte einen rapiden Klimawandel zur Folge, der keine Zeit für eine Anpassung der Ökosysteme und der Gesellschaft lässt (Brovkin et al. 2009).

Neben diesen generellen Nachteilen gibt es für jede konkret vorgeschlagene Methode des SRM eine Vielzahl von technischen und atmosphärenphysikalischen Detailproblemen, die bislang nicht ausreichend untersucht sind. Das reicht von Vorgängen der Koagulation und Sedimentation, die mit einer Ausbringung der Aerosolpartikel in hoher Konzentration und Menge einhergehen, über unbeabsichtigte chemische Vorgänge an der

Oberfläche der Partikel bis hin zu ungewollten Rückwirkungen auf die Wolkenbildung (Rasch et al. 2008; Heckendorn et al. 2009; Korhonen et al. 2010). Diese Probleme werden in den Klimamodellen, die die Wirksamkeit von SRM belegen sollen, derzeit nur unzureichend oder überhaupt nicht behandelt. Konzeptionell sind die vorgeschlagenen SRM-Methoden oft bestechend einfach, es zeigt sich aber bei näherer Betrachtungsweise häufig, dass der Teufel im Detail liegt. Eine nähere Beschäftigung mit den einzelnen Methoden würde unter Umständen zeigen, dass zur Kompensation der auftretenden technischen Probleme ein hoher Aufwand erforderlich ist, der die vermeintlich niedrigen Kosten eines globalen SRM als Wunschtraum entlarvt.

4 Bewertung

Die Befürworter des **Climate Engineering** versprechen, eine wesentlich günstigere Alternative zum teuren Aufbau einer CO_2 -freien Energieversorgung anbieten zu können. Es gibt jedoch gewichtige Gründe, die gegen einen großangelegten menschlichen Eingriff ins Erdklima sprechen.

Der Aufbau eines funktionierenden Climate Engineering wäre eine extreme Herausforderung an die Kooperation der gesamten Menschheit, sich auf ein wünschenswertes Klima zu einigen, obwohl es dabei Gewinner und Verlierer geben würde. Die Kosten der technischen Umsetzung müssten ebenso verteilt werden wie die vermuteten oder nachgewiesenen Lasten der Nebenwirkungen. Dieses System müsste stabil über viele Jahrhunderte funktionieren, je länger es bereits installiert ist, desto verheerender wären die Folgen eines Ausfalls. Aber selbst wenn die technischen Probleme überwunden und die Lasten der Nebenwirkungen der Klimamanipulation durch internationale Vereinbarungen auf die Weltgemeinschaft gerecht verteilt wären, würde Climate Engineering zu einer **faktischen Aufgabe** des Verursacherprinzips führen. Im Gegensatz zu anderen, mit Risiken behafteten großtechnischen Unterfangen, wäre in einem künstlichen Klima die kausale Rückführung eines Versagens oder einer Havarie auf eine technische Maßnahme nicht mehr möglich. Die Verantwortung für eine Naturkatastrophe wie einen extremen Sturm

oder eine große Überflutung könnte weder einer bestimmten **Climate Engineering Maßnahme** zugeschrieben werden, noch könnte solch eine Verantwortung wirksam bestritten werden. Derartige Ereignisse könnten demnach zum Auslöser internationaler Spannungen werden, oder vorhandene verstärken. Dies gilt umso mehr, als es nicht a priori ausgeschlossen ist, dass das **Climate Engineering** tatsächlich zu aggressiven Maßnahmen missbraucht werden könnte.

Die oben aufgeführten Argumente lassen eine Lösung des Klimaproblems durch **Climate Engineering** eher **problematisch** erscheinen. Dennoch wird es schwer möglich sein, **Climate Engineering** durch ein **Moratorium** einfach zu verbieten. Die vorgeschlagenen Maßnahmen wären teilweise für einzelne mittelgroße Staaten oder sogar für vermögende Individuen umsetzbar. Im Falle einer fortschreitenden Klimaveränderung oder nach größeren meteorologischen Naturkatastrophen könnte der Ruf nach den scheinbar einfachen, billigen und schnell wirkenden **Climate Engineering** Maßnahmen so laut werden, dass eine pauschale Ablehnung nicht mehr aufrecht zu erhalten ist. Besonders für einen solchen Fall ist es wichtig, dass die Kosten sowie Nebenwirkungen und Konsequenzen des **Climate Engineering** bereits im Detail erforscht sind, um zu einer begründbaren Entscheidung zu gelangen. Ohne eine vorausgehende umfassende Analyse könnte man zu der Auffassung kommen, mit **Climate Engineering** liege ein Werkzeug bereit, um im Bedarfsfall einen gefährlichen Klimawandel zu begrenzen. Dieses Gefühl der Sicherheit kann die Anstrengungen für eine Vermeidung des Klimawandels dämpfen und uns in der Zukunft mit weniger Optionen ausgestattet finden. Daher erscheint eine transdisziplinäre Forschung zum **Climate Engineering** nach dem Vorsorgeprinzip geboten. Sie hinterfragt, ob **Climate Engineering** in Zukunft technologisch umsetzbar wäre, welche Kosten entstünden und welche meteorologischen, politischen oder gesellschaftlichen Nebenwirkungen zu erwarten wären.

Anmerkung

- 1) Die Autoren danken Herrn Prof. Ulrich Platt und den weiteren Mitgliedern des Projekts „The Glo-

bal Governance of Climate Engineering“ des Marsilius-Kollegs der Universität Heidelberg für viele stimulierende Diskussionen.

Literatur

- Barkley, M.P.; Palmer, P. I.; Boone, C. D. et al., 2008: Global Distributions of Carbonyl Sulfide in the Upper Troposphere and Stratosphere. In: *Geophysical Research Letters* 35 (2008), L14810
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2007: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC, WMO/UNEP). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Übersetzung des BMBF
- Brovkin, V.; Petoukhov, V.; Claussen, M. et al., 2009: Geoengineering Climate by Stratospheric Sulphur Injections: Earth System Vulnerability to Technological Failure. In: *Climatic Change* 92 (2009), S. 243–259
- Chin, M.; Davis, D.D., 1995: A Reanalysis of Carbonyl Sulfide as a Source of Stratospheric Background Sulfur Aerosol. In: *Journal of Geophysical Research* 100 (1995), S. 8993–9005
- Crutzen, P.J., 2002: Geology of Mankind. In: *Nature* 415 (2002), S. 23
- Crutzen, P.J., 2006: Albedo Enhancements by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma? In: *Climatic Change* 77 (2006), S. 211–219
- Heckendorn, P.; Weisenstein, D.; Fueglistaler, S. et al., 2009: The Impact of Geoengineering Aerosols on Stratospheric Temperature and Ozone. In: *Environmental Research Letters* 4/4 (2009), 045108, S. 1–12; doi: 10.1088/1748-9326/4/4/045108
- Hegerl, G.C.; Solomon, S., 2009: Risks of Climate Engineering. In: *Science* 325 (2009), S. 955–956
- Jones, A.; Haywood, J.; Boucher, O., 2009: Climate Impacts of Geoengineering Marine Stratocumulus Clouds. In: *Journal of Geophysical Research* 114 (2009), D10106
- Keith, D.W., 2000: Geoengineering the Climate: History and Prospect. In: *Annual Review of Energy and the Environment* 25 (2000), S. 245–284
- Keith, D.W., 2009: Engineering the Planet. In: Schneider, S.H.; Rosencranz, A.; Mastrandrea, M.D. ; Kuntz-Duriseti, K. (Hg.): *Climate Change Science and Policy*, S. 494–502
- Korhonen, H.; Carslaw, K. S.; Romakkaniemi, S., 2010: Enhancement of Marine Cloud Albedo via Controlled Sea Spray Injections: A Global Model Study of the Influence of Emission Rates, Microphysics and Transport. In: *Atmospheric Chemistry and Physics* 10 (2010), S. 4133–4143

Latham, J., 1990: Control of Global Warming? In: *Nature* 347 (1990), S. 339–340

Orr, J.C.; Fabry, V.J.; Aumont, O. et al., 2005: Anthropogenic Ocean Acidification over the Twenty-first Century and its Impact on Calcifying Organisms. In: *Nature* 437 (2005), S. 681–686

Rasch, P.J.; Crutzen, P.J.; Coleman, D.B., 2008: Exploring the Geoengineering of Climate using Stratospheric Sulfate Aerosols: The Role of Particle Size. In: *Geophysical Research Letters* 35 (2008), L02809

Rasch, P.J.; Tilmes, S.; Turco, R.P. et al., 2008: An Overview of Geoengineering of Climate using Stratospheric Sulfate Aerosols. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 366 (2008), S. 4007–4037

Robock, A.: 2000: Volcanic Eruptions and Climate. In: *Reviews of Geophysics* 38 (2000), S. 191–219

Robock, A.; Marquardt, A.; Kravitz, B.; Stenchikov, G., 2009: Benefits, Risks, and Costs of Stratospheric Geoengineering. In: *Geophysical Research Letters* 36 (2009), L19703

Royal Society, 2009: Geoengineering the Climate: Science, Governance and Uncertainty. RS Policy Document 10/09. London

Stenchikov, G.L.; Kirchner, I.; Robock, A. et al., 1998, Radiative Forcing from the 1991 Mount Pinatubo Volcanic Eruption. In: *Journal of Geophysical Research* 103 (1998), S. 13.837–13.857

Teller, E.; Wood, L.; Hyde, R., 1997: Global Warming and Ice Ages: I. Prospects For Physics-Based Modulation Of Global Change. 22nd International Seminar on Planetary Emergencies, Erice (Sicily), Italy, August 20–23, 1997; <http://chemtrails911.com/docs/scatteringEdTellerwithnotes.pdf> (download 22.7.10)

Twomey, S., 1977: The Influence of Pollution on the Shortwave Albedo of Clouds. In: *Journal of the Atmospheric Sciences* 34 (1977), S. 1149–1152

Kontakt

Prof. Dr. Thomas Leisner
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 65
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 43 32
E-Mail: thomas.leisner@kit.edu

« »

Argumente für und wider „Climate Engineering“

Versuch einer Kartierung

von Konrad Ott, Universität Greifswald

Der Beitrag stellt einen ersten Versuch dar, eine Kartierung der Argumente für und wider einen großmaßstäblichen technischen Eingriff in das Klimasystem der Erde vorzunehmen, um dadurch den Folgen des Treibhauseffektes entgegen zu wirken. Eine solche Kartierung ist eine Voraussetzung für einen globalen Diskurs, der angesichts der vielen Risiken und Unsicherheiten dringend geboten ist. Fokussiert wird eine bestimmte Option im Spektrum des Klima-Engineering, nämlich die Option, die obere Atmosphäre mit Sulfataerosolen anzureichern. Im Anschluss an die Darstellung der wesentlichen Argumente wird eine vorläufige Urteilsbildung versucht.¹

1 Einführung

Die Debatte um „Climate Engineering“ (CE) nimmt Fahrt auf. Vor kurzem wurde in Asilomar (Kanada) eine Konferenz abgehalten. Deutsche Universitäten bieten Sommerkurse an. Medien greifen das Thema auf. In Deutschland hat sich eine Verantwortungsinitiative aus Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen gebildet, die bislang zu mehreren DFG-Rundgesprächen und zu einer Forschungsstrategie geführt hat, an der auch Philosophen und Ethiker mitwirken werden.

Wenn ich Studenten, Kollegen, Nachbarn und Bekannte über die neue Climate-Engineering-Debatte informiere, ernte ich immer ähnliche intuitive Reaktionen. Sie reichen von der Verwunderung darüber, dass „so etwas überhaupt diskutiert wird“ über eine politisch gefärbte Empörung darüber, dass ausgerechnet in den USA, die mit guten Gründen als klimapolitischer „Schurkenstaat“ bezeichnet werden können, diese Option favorisiert wird, bis hin zu fassungslosem Entsetzen über die Anmaßungen der Machbarkeit. Die hierzulande verbreiteten Intuitionen sprechen insofern die klare Sprache von Nein-Stellungnahmen. Ethisch betrachtet, sind moralische Intuitionen so etwas wie die Rohmaterialien praktischer Diskurse, die gewiss keine Sicherheit

verbürgen, aber auch nicht als belanglos abgetan werden können. Dies sehen auch Befürworter von CE-Forschung ähnlich: „It is a healthy sign that a common first response to geoengineering is revulsive.“ (Keith et al. 2010, S. 427)

In naturwissenschaftlichen Kreisen werden immer ein Wissensdefizit und ein Forschungsdesiderat geltend gemacht. Ein moralisches oder politisches Urteil zu CE muss allerdings auf einer belastbaren wissenschaftlichen Informationsbasis über Möglichkeiten, Konsequenzen und, nicht zuletzt, Risiken von CE beruhen. Insofern sind Forschungsaktivitäten zu begrüßen. Allerdings wird auch unter Naturwissenschaftlern mehrheitlich anerkannt, dass großmaßstäbliche Feldversuche etwa mit Sulfatinjektionen in der Stratosphäre nicht durch das Prinzip der Forschungsfreiheit abgedeckt sind, da es sich um Handlungen in und an der Realität handelt. Der Habitus vieler deutscher Naturwissenschaftler ist generell eher vorsichtsorientiert. Auch die Deklaration, die am Ende der Asilomar-Konferenz verabschiedet wurde, betont die Prinzipien von Verantwortung, Transparenz und Partizipation (Committee 2010).

In ökonomischen und sozialwissenschaftlichen Kreisen neigt man dazu, CE-Optionen anhand der gängigen Entscheidungsschemata zu beurteilen, also anhand (1) von Kosten-Nutzen-Analysen oder (2) anhand einer „Rational-Choice“-Theorie in Verbindung mit einer Portfolio-Konzeption aller Möglichkeiten, den Klimawandel und seine Auswirkungen zu begrenzen. Im Bericht der Royal Society werden „harte“ von „weichen“ Kriterien der Bewertung unterschieden (Royal Society 2009). Hierzu habe ich an anderem Ort gefordert, den vermeintlich weichen ethischen Kriterien größere Bedeutung beizumessen (Ott 2010, S. 61). Die Unterscheidung zwischen sog. harten technischen und ökonomischen und sog. weichen ethischen Kriterien ist keineswegs selbstverständlich und sollte den Diskurs nicht präjudizieren. Die CE-Optionen dürfen auch nicht stillschweigend dahingehend bewertet werden, ob sie besser in den Rahmen des Konzepts namens „science“ passen. Dies wäre ein Szientismus, der wissenschaftsethisch zwar längst widerlegt ist (Ott 1997), aber immer noch wirksam zu sein scheint.

Es ist insofern keineswegs klar, welche Entscheidungsschemata zur Beurteilung heran-

gezogen werden sollten (und welche nicht). Es geht also zunächst nicht um die Details einzelner Schemata (wie die Wahl der Diskontrate oder die Monetarisierung ökologischer Schäden), sondern um die Wahl der geeigneten Schemata selbst. Mit Immanuel Kant kann man derartige grundsätzliche Fragen mit Hilfe der Unterscheidung von Verstand und Vernunft näher fassen: Der Verstand entwickelt vielfältige Maximen des Handelns und Schemata der Beurteilung, während die Vernunft diese Maximen und Schemata kritisch reflektieren können muss. Unterbleibt solche Reflexion, können die Leistungen des Verstandes ethisch in die Irre führen. Eine Möglichkeit besteht darin, die verschiedenen Schemata der Technikethik und der Technikfolgenabschätzung (Grunwald 2002; Ott 2005) auf CE zu beziehen. CE wäre ein Musterbeispiel für den Einsatz von TA-Konzepten, darunter auch solchen, die partizipative Elemente fordern (Skorupinski, Ott 2000).

Die Charakteristika des jeweiligen Problems sollten bei der Auswahl der Schemata eine gewichtige Rolle spielen dürfen. Armin Grunwald (2010) hat nun darauf aufmerksam gemacht, dass einige CE-Optionen Charakteristika aufweisen, die ein besonders hohes Maß an Vorsicht rechtfertigen: dazu gehören z. B. globale Skalierung, mögliche Irreversibilität, unabsehbare Nebenwirkungen, Risikotransfer in die Zukunft. CE ist aufgrund dieser Merkmale ein Musterbeispiel für „post normal science“: Entscheidungen von enormer Tragweite müssen auf einer unsicheren Wissensbasis moralisch und politisch verantwortet werden. Es handelt sich bei einigen CE-Optionen um den Risikotypus, für den Hans Jonas (1979) seine Heuristik der Furcht und das Primat der Unheilsprognose entwickelt hat. Nun können wir die Verantwortungsethik von Jonas nicht einfach in Gänze übernehmen; vielmehr müsste es darum gehen, die CE-Optionen in einer Verbindung aus Diskurs- und Verantwortungsethik zu thematisieren, wie sie u. a. Karl Otto Apel und Dietrich Böhler für die Epoche der ökologischen Krise vorgeschlagen haben (siehe Apel 1990, S. 17–22). Entscheidend für die Beurteilung sind letztlich natürlich Argumente, aber das Wissen darum, wie hoch der Einsatz ist, führt zu einem geschärften Verantwortungsbewusstsein nicht zuletzt bei der Prüfung der vorgebrachten Argu-

mente. Eine kritische Prüfung darf auch ideologiekritische und diskurssoziologische Aspekte umfassen, so wenn gefragt wird, wer bestimmte CE-Optionen offensiv propagiert.

Die Schemata des technischen und ökonomischen Verstandes müssen daher durch ein diskursethisches Schema ersetzt werden. Dieses muss in der Wirklichkeit des Diskurses selbst seine Überlegenheit unter Beweis stellen. Ein solcher Denkraum wird im ersten Teil dieses Aufsatzes skizziert. Im zweiten Teil werden Argumentationsmuster versammelt, die für und gegen eine bestimmte Einsatzvariante von CE sprechen. Im dritten Teil wird dann eine vorläufige Stellungnahme gewagt.

2 Diskursanalytischer Denkraum

Ein analytisches Schema von einzelnen Komponenten von CE-Optionen umfasst eine Reihe von Unterscheidungen. Die erste Unterscheidung verortet CE in der übergreifenden Problematik des Klimawandels. Maßnahmen, den Klimawandel und seine Folgen zu begrenzen, unterscheiden sich in die Triade von a) Emissionsvermeidung (*mitigation*), b) Anpassung an den Klimawandel (*adaptation*) und c) *climate engineering* (CE). Diese Dreiecksbeziehung verlangt es, die einzelnen Teilrelationen zu bestimmen. Hierzu werden häufig Vokabeln wie „komplementär“, „einander nicht ausschließend“, „unterstützend“ verwendet. Allerdings ist eine statische Betrachtung dieser Teilrelationen unzureichend. Es kommt vielmehr entscheidend darauf an, die politische Dynamik dieses Beziehungsgefüges zu konzipieren. So könnte CE *verbaliter* als allenfalls kurzfristige Ergänzung zu *mitigation* bestimmt werden, während CE sich *realiter* zur Alternative entwickelt. Die Bestimmung der Teilrelationen ist relevant, wenn es darum geht, Bedingungen zu formulieren, unter denen CE erlaubt sein könnte.

Die zweite Unterscheidung differenziert zwischen Typen des CE. Hier hat sich die Unterscheidung zwischen Carbon Dioxide Removal (CDR) und Solar Radiation Management (SRM) eingebürgert. Beide Typen lassen sich weiter nach Unterformen differenzieren. Alle Subtypen von CE können bereits jetzt in ihren Grundzügen charakterisiert werden. Wir kennen gleichsam

das Grundprofil der CE-Typen, wenngleich sicherlich nicht alle Details. Als Beschreibungsfolien bieten sich Machbarkeit, Wirksamkeit, d. h. Effektivität („Klimapotenzial“), Forschungsprofil, Risiken, Ungewissheiten, involviertes Akteursnetzwerk und dergleichen an. Beschreibungen sollen (möglichst wertfrei) verdeutlichen, womit wir es jeweils zu tun haben. Ausgehend hiervon sollten Wissensdefizite und Forschungsfragen identifiziert werden.

CDR stehe ich in Forschung und Anwendung aufgeschlossen gegenüber. Einzelne Formen wie etwa Aufforstung, Moorschutz, Schutz des Kohlenstoffs in Böden etc. weisen viele Querverbindungen zu kluger Anpassung sowie zum Schutz und der nachhaltigen Nutzung biologischer Vielfalt auf. Forschungen zu derartigen ökologischen und naturschutzaffinen CDR-Optionen sollten verstärkt gefördert werden (siehe dazu Achterbosch et al. in diesem Heft). Wie kann und soll ein globales und naturschutzaffines CDR-Management konzipiert und realisiert werden, das zugleich die Resilienz der Böden, Wälder, Moore etc. stärkt und große temporäre C-Speicher anlegt? Langfristig könnten Verbindungen aus nachhaltiger Biomassenutzung und CCS interessant sein, um so die CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre zu verringern. Auch die Querverbindungen aus Anpassung und CDR verdienen eine deutlich verbesserte Forschungsförderung. Vornehmlich die DFG sollte eine solche transdisziplinäre Umwelt-, Naturschutz- und Klimaforschung verstärkt fördern.

Es ist bezeichnend, dass CDR zwar immer genannt, aber nur selten propagiert wird. Zumeist wird gesagt, CDR wirke zwar positiv, aber leider (zu) langsam. Das ist richtig, zeigt aber, dass eine Kombination aus strikter Vermeidung, kluger und gerechter Anpassung sowie ergänzenden, naturschutzorientierten CDR-Maßnahmen eine kohärente, konsistente und klimaethisch attraktive globale Strategie darstellt (Ott 2009), deren Zeitfenster sich noch keineswegs geschlossen hat. Was SRM-Protagonisten von naturschutzaffinen CDR-Maßnahmen halten, geht aus folgendem Zitat hervor: „Most people probably don't think of planting trees as geoengineering. I doubt whether most of you would have come if this program were on afforestation.“ (Schelling 1996,

S. 305) Der Ausdruck „program“ bezieht sich auf die Tagung, auf der Schelling seine Vorschläge zu (unilateralem) SRM unterbreitete. Bezeichnend ist dies, weil Schelling offenbar an einen Hintergrundkonsens appellieren konnte, dass es bei CE letztlich um SRM gehe.

SRM kann differenziert werden nach a) welt-raumgestützten Reflektoren, b) technischer Erzeugung von Wolken und c) Einbringen großer Mengen von Sulfaten in die Stratosphäre. Es dürfte weitgehend Konsens bestehen, dass die Beschreibungen der Sulfat-Option ein Eigenschaftsprofil ergeben, aufgrund dessen man die These vertreten kann, dass diese Option die eigentliche ethische Versuchung darstellt (Royal Society 2009; Ott 2010; Leisner, Müller-Klieser in diesem Heft). Das Einbringen von Sulfaten in die obere Atmosphäre verspricht eine schnelle Wirkung auf die Erdtemperatur, ist technologisch machbar, verursacht vergleichsweise geringe direkte Kosten der Einbringung und ist unilateral durchführbar. Somit kann man affirmativ geltend machen, es handele sich um eine effektive, effiziente und machbare Lösung, die von allen großen Staaten entschlossen durchgeführt werden könnte. Im Folgenden wird daher diese Option fokussiert.

Die dritte Unterscheidung betrifft das Verhältnis von Forschung und Einsatz. Hier ist zwischen theoretischer Forschung (Modellierung), Experimenten unter Laborbedingungen, Freilandversuchen und dem wirklichen Einsatz etwa der Sulfat-Option zu unterscheiden. Besonders umstritten sind großmaßstäbliche Feldversuche mit Sulfaten in der Atmosphäre. Solche Versuche erscheinen aber erforderlich, wenn man belastbare Aussagen über die Klimawirksamkeit treffen möchte. Feldversuche, die einen messbaren Nachweis auf das Klima haben sollen, müssten so großmaßstäblich sein, dass es sich im Grunde bereits um den Einsatz der betreffenden Technologie handelte (Blackstock, Long 2010, S. 527). Direkte Eingriffe mit realen Konsequenzen stehen jedoch unter wissenschaftsethischen Prinzipien wie dem einer wohlinformierten Zustimmung der hiervon Betroffenen. So wäre es vielleicht durch das Prinzip der territorialen Souveränität gedeckt, wenn USA, Russland und Kanada beschließen, einen begrenzten Feldversuch mit Sulfaten über, sagen wir, Alaska, Jakutien oder Manitoba durch-

zuführen, wenn andere Nationen hiervon nicht betroffen wären. Ein entsprechender Feldversuch in tropischen Gebieten hingegen bedürfte der Zustimmung der dortigen Staaten.

Eine vierte Unterscheidung bezieht sich auf den epistemischen Hintergrund des CE-Diskurses. Mindestens ebenso wichtig wie die Frage nach der naturwissenschaftlichen Basis (Theorien, Modelle, Experimente) ist auch die Frage, welche sozialwissenschaftlichen Annahmen herangezogen werden, um die politische Dimension von CE zu beleuchten. Hierbei ist an Theorien internationaler Beziehungen (Neorealismus versus Institutionalismus), Spiel- und Entscheidungstheorie, Governance-Theorien etc. zu denken. Derartige Theorieangebote sind niemals wertfrei, da sie häufig über den involvierten Rationalitätsbegriff mit normativen Fragen in Verbindung stehen. Es handelt sich um performative Theorien, die politische Wirklichkeiten nicht einfach abbilden, sondern vielmehr diese beeinflussen und prägen. Auch sind die Konzepte, mittels derer Risiken abgeschätzt werden sollen, niemals wertfrei (Skorupinski, Ott 2000). Die ethischen Wertungen werden in einigen Risikotheorien durch das Konzept der subjektiven Erwartungswerte verdeckt.

Vor dem Hintergrund dieser Unterscheidungen geht es also darum, einer problematischen Handlungsoption (Sulfateinbringung in die obere Atmosphäre) mit Gründen einen deontischen Operator (verboten, geboten, erlaubt) zuzuordnen, diese Zuordnung dann an Bedingungen zu knüpfen, hinsichtlich der Unterscheidung von Recht und Moral zu differenzieren usw. Um dies ethisch verantwortlich tun zu können, müssen zunächst die einschlägigen Argumente betrachtet werden.

3 Argumentationsmuster Pro und Contra

In einem ersten Schritt müssen substantielle Pro- und Contra-Gründe gesammelt und geprüft werden. Die Prüfung umfasst eine interne Analyse der jeweiligen Voraussetzungen und eine Zuordnung einzelner Argumente zueinander. Die bloße Anzahl der Gründe ist natürlich unwesentlich, deren Güte bzw. Gewicht ist entscheidend. Freilich haben Gründe kein messbares spezifisches Gewicht wie materielle Stoffe. Güte und Gewicht von Gründen stellen sich eher während des

Diskurses sukzessive heraus. Da der CE-Diskurs noch in den ersten Anfängen steht, kann über das Gewicht einzelner Gründe hier nicht endgültig befunden werden. Allenfalls kann man zuletzt einige vorläufige Einschätzungen zu Güte und Gewicht einzelner Gründe anbieten. Zunächst geht es um eine Sichtung im Überblick, die noch stärker als es im Folgenden geschieht, auf die Unterscheidung von Feldversuchen und Einsatz bezogen werden müsste.

3.1 Die zentralen Argumente der Befürworter

Auf der Seite der Befürworter finden sich im Wesentlichen folgende Argumente:

- „*Arming-the-Future*“-Argument. Dieses Argument besagt, dass wir moralisch verpflichtet sind, sämtliche Optionen zu erforschen, um zukünftigen Generationen eine optimale Entscheidungsgrundlage zu bereiten. Es bezieht sich primär auf Forschungen bis hin zu Feldversuchen, nicht auf den Einsatz. Dieses Argument kann mit weiteren Argumenten gestützt werden, die besagen, dass man sich für Notsituationen vorbereiten und auch über „*ultima-ratio*“-Optionen verfügen können sollte.¹
- „*Lesser-Evil*“-Argument. Es besagt, dass der Einsatz der Sulfat-Option im Vergleich zu einem durch Vermeidung (*mitigation*) ungebremsten Klimawandel das kleinere Übel sein dürfte. Die implizite Ethik des Arguments liegt in der Übelabwägung.
- „*Efficiency*“-Argument. Das Efficiency-Argument besagt, dass die direkten und die (schwer abschätzbaren) indirekten Kosten des Einsatzes der Sulfat-Option geringer sind als die Kosten von Vermeidung und Anpassung, so dass es eine Verschwendung von volkswirtschaftlichen Ressourcen wäre, Vermeidung und Anpassung prioritär zu behandeln. Das Argument beruht auf der neoklassischen Ökonomik.
- „*Easiness*“-Argument. Dieses Argument besagt, dass es politisch und kulturell leichter ist, die Sulfat-Option durchzuführen als Menschen und Industrien zur Vermeidung von Emissionen zu bewegen. Durch SRM vermeide man unliebsame Eingriffe in Lebensstile,

Gewohnheiten und ökonomische Besitzstände. SRM lässt sich in Ländern wie vor allen den USA politisch leichter „verkaufen“ als eine Umstellung auf emissionsarme Produktion und Konsumption. Dadurch werde SRM für viele Politiker faktisch attraktiv.

- „*Innovation*“-Argument. Das Innovation-Argument besagt, dass durch CE technologischer Fortschritt stimuliert werde, was zu Patenten, neuen Verfahren etc. führe und attraktive Geschäftsfelder und Jobs schaffen würde. Eine SRM-Industrie würde Teil eines industriellen Komplexes, in dem hohe Renditen auf investiertes Kapital winkten.
- „*Do-it-alone*“-Argument. Es besagt, dass Vermeidung die dauerhafte Kooperation vieler Nationen bedarf, während die Sulfat-Option von einem Staat oder einer kleinen Gruppe von der Richtigkeit ihres Handelns überzeugter und entschlossener Staaten zum Wohle der gesamten Menschheit durchgeführt werden kann. Befürworter dieses Argumentes meinen, da der Einsatz von SRM völkerrechtlich nicht reguliert ist, könne er bis auf weiteres als legal gelten. Ob dieses Argument wirklich ein pro- oder nicht vielmehr ein contra-Argument ist, steht nicht fest.

Diese pro-Argumente verdienen Beachtung, da sie die eingangs erwähnten Intuitionen konterkarieren. Es ist fair zu sagen, dass diese Argumente vor allem in den USA vertreten werden. Daher treten sie gleichsam im Gewande von (burschikosen) Mentalitäten auf, die manche Europäer schätzen, andere hingegen nicht. Es fragt sich daher, ob es sich um universalisierbare Gründe handelt. Um dies herauszufinden, müsste die SRM-Debatte globalisiert werden, was bislang nicht der Fall ist. Vielfach scheint in den USA der Glaube vorzuherrschen, alles, was sich nach westlichen Standards als „top science“ qualifizieren lasse, sei das weltweit höchste und verlässlichste Wissen überhaupt. Es könnte sich hierbei um einen epistemischen Imperialismus handeln, der innerhalb des US-Wissenschaftssystems gar nicht mehr als problematisch empfunden wird. Einige der genannten Gründe, nämlich das Easiness-, Innovation- und Do-it-alone-Argument scheinen eher *partikularistischer* Natur zu sein: Nicht für alle lockt dieses Innovationspotenzial, nicht alle Nationen könnten

allein handeln und nicht alle Bürger aller Nationen verfügen über so viel Wohlstand wie im Easiness-Argument unterstellt wird.

3.2 Die kritischen Einwände

Auf der Contra-Seite lassen sich im Wesentlichen folgende Gründe versammeln:

- „*Risk-Transfer*“-Argument. Das Argument besagt, dass die Risiken heutigen Handelns, die dadurch entstehen, dass ein von hohen Emissionen geprägtes Wirtschaftsmodell unverändert beibehalten werden soll, auf elementar unfaire Weise auf zukünftige Generationen abgewälzt werden. Die Voraussetzungen des Arguments liegen in Annahmen, die sich auf vermutliche Unfairness und auf Rechte zukünftiger Generationen beziehen.
- „*Termination-Problem*“-Argument. Es besagt, dass dann, wenn die Sulfat-Option zum Einsatz gelangt, in der Zukunft eine dilemmatische Situation auftreten könnte. Falls die Nebenfolgen der Sulfat-Einbringungen (etwa auf Niederschläge, Fotosyntheseleistungen, sauren Regen) sich als unannehmbar erweisen würden und die Konzentration der Treibhausgase in der Zwischenzeit weiter angestiegen wären, weil viele Akteure auf das Gelingen der Sulfat-Einbringung vertraut (gehofft, gewettet) hatten, stünden zukünftige Generationen vor dem Dilemma, entweder mit diesen unannehmbaren Nebenwirkungen zu leben oder einen rapiden Klimawandel durch das Einstellen der Sulfat-Einbringung herbeizuführen. Zwar könnte man dann immer noch über das kleinere Übel beider Lemmata diskutieren, aber selbst das kleinere Übel wäre enorm. Die Prämisse des Arguments lautet, dass man andere Personen nicht vor Dilemmata stellen sollte und dass nur Zyniker meinen, in Dilemmata zeige sich die wahre moralische Freiheit.
- „*Informed-Consent*“-Argument. Dieses Argument besagt, dass Handlungen mit globalen und langfristigen Auswirkungen nur dann legitim sind, wenn eine breite und wohlinformierte Zustimmung der Betroffenen vorliegt. Es überträgt ein Argument, das in der Medizinethik weithin anerkannt wird, auf die CE-Debatte (Morrow 2010). Das Argument definiert eine erfüllbare Legitimitätsbedingung, die faktisch einer hohen Hürde gleichkommt. Daher lehnen es Befürworter der Sulfat-Option meist ab.
- „*Moral-Hazard*“-Argument. Das Argument besagt, dass allein die Aussicht auf SRM viele Akteure dazu bewegen wird, weiterhin viel CO₂ zu emittieren. Warum soll man sich den Mühen der Vermeidung noch unterziehen, wenn SRM als Lösung winkt? Das Moral-Hazard-Argument befürchtet die Unterminierung von Vermeidungsanstrengungen durch den SRM-Hype, wodurch die Voraussetzung der SRM-Befürworter, Vermeidungsstrategien seien zum Scheitern verurteilt, zu einer *self-fulfilling prophecy* werde.
- „*Undermining-Better-Options*“-Argument. Dieses Argument besagt, dass speziell die Sulfat-Option die Chancen für Vermeidung und Anpassung verbaut. Es kann mit dem Moral-Hazard-Argument verbunden werden. So könnten viele Investitionsentscheidungen in sparsame Techniken und regenerative Energien verhindert werden. SRM würgt gleichsam die Diffusion fortschrittlicher Technologien ab und unterstützt überkommene Industriestrukturen (Kohle, Öl, Automobilindustrie, Agrobusiness u. a. m.).
- „*Political-Economy*“-Argument. Das Argument besagt, dass SRM den militärisch-industriellen Komplex und die klimapolitisch reaktionärsten Industriebranchen einer bestimmten Variante von Kapitalismus stärkt, die aus vielen Gründen abzulehnen ist. Das Argument weist darauf hin, in welchen Kreisen SRM favorisiert wird. SRM gilt dem Political-Economy-Argument gemäß als eine Option für eine Post-Obama-Situation, in der ein Präsident auf Geheiß einiger Industrien einmal mehr Entschlossenheit und Stärke zeigen muss. Das Argument ist freilich, wie alle derartigen Argumente, voraussetzungsvoll, muss aber nicht deshalb falsch sein. Das Political-Economy-Argument kann u. a. durch eine Akteursnetzwerkanalyse gestützt werden, derer wir zur besseren Kontextualisierung von einzelnen Argumenten dringend bedürfen. Hier liegt insofern auch ein Forschungsdesiderat.

- „Hybris“-Argument. Dieses manchmal auch „Playing-God“ genannte Argument besagt, dass SRM in der Tradition einer Reihe von großtechnischen Eingriffen steht, die eine Art von Maßlosigkeit und Vermessenheit darstellen, die sich (irgendwann) rächen werden. Der Mensch schwingt sich durch SRM zur Rolle eines „Weltingenieurs“ auf, die ihm nicht zusteht. Hier bieten sich Analogien zu Converging Technologies und zu Synthetischer Biologie an (Boldt et al. 2009). Diese, wie auch SRM, zeigten, dass alle Versuche, der intrinsischen Maßlosigkeit technologischen Denkens durch Technikethik entgegenzuwirken, letztlich oberflächlich blieben. Man könnte hier sogar auf die Technikphilosophie von Martin Heidegger zurückgreifen und SRM als Musterbeispiel dafür nehmen, wie das „Ge-Stell“ wirkt bzw., um mit Heidegger zu sprechen, das Technische selbst kausal wirksam wird. Es ist allerdings in der Ethik nicht klar, wann man auf archaische Moralbegriffe wie Hybris, Frevel und Verblendung zurückgreifen darf. Hans Jonas (1979) konnte ein solches Vokabular aufgrund seines biblischen Hintergrundes ungleich leichter verwenden als dies säkularen Ethiktheorien möglich ist (wie Utilitarismus oder Kontraktualismus). Diskursethiker müssten innerhalb des CE-Diskurses reflexiv erörtern, ob und wenn ja, unter welchen Bedingungen, dieses Vokabular angemessen sein könnte.
- „Loss-of-Intangible“-Argument. Dieses Argument bezieht sich vor allem auf den Umstand, dass die Einbringung von Sulfaten die Farbe des Himmels verändert und dass sich das Himmelsblau aufhellt. Es geht darum, diesen Verlust zu bewerten. Einige würden es als Angelegenheit ästhetischer Präferenzen betrachten. Aber ist das die rechte Art der Betrachtung?

Sicherlich ist dies alles zunächst nur eine oberflächliche Ansammlung von Argumenten, die zur Beantwortung der Frage herangezogen werden können, ob, und wenn ja, unter welchen Bedingungen entweder großmaßstäbliche Feldversuche mit oder die Einbringung von Sulfaten in der Stratosphäre zulässig sein könnten. Vollständigkeit wird nicht beansprucht; vielmehr ist damit zu rechnen, dass in Zukunft noch weitere Argu-

mente vorgebracht werden. Wichtig dabei ist, dass die genannten Gründe auf Voraussetzungen beruhen, die derzeit keineswegs transparent sind. Eine Präsuppositionsanalyse, d. h. eine Explikation aller Voraussetzungen der skizzierten Argumente ist also noch ein Desiderat. Auch die Beziehungen der Argumente zueinander sind nicht befriedigend geklärt. Dies aber ist (noch) nicht schlimm, da SRM weder in Bezug auf Feldversuche noch in Bezug auf einen Dauereinsatz akut ist und selbst SRM-Befürworter meinen, dass ein rasches Handeln, das vollendete Tatsachen schüffe, nicht ratsam sei. Der Diskurs beginnt insofern noch zur rechten Zeit.

4 Auch die Pro-Argumente könnten sich wandeln. Vorläufige Stellungnahme

Man kann Argumente nicht *als* Argumente verstehen, ohne zu ihnen Stellung zu nehmen. Das gilt auch unter dem Vorbehalt der Vorläufigkeit der Stellungnahme. Bis auf weiteres sehe ich auf der Pro-Seite allein das **Arming-the-Future-Argument** als Argument von Gewicht. Es legitimiert nur modelltheoretische Forschung und Forschungen unter Laborbedingungen. Diese Forschungen sollten betrieben werden; die Grenze liegt bei großmaßstäblichen Feldversuchen. Zu diskutieren wäre, ob kleinmaßstäbliche Versuche zulässig wären (wenige Quadratmeilen, wenige Tonnen). Man kann gegen kleinmaßstäbliche Versuche natürlich „*slippery-slope*“-Argumente anführen. Hier wäre zu fragen, ob eine Selbstverpflichtung der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft die *slippery-slope*-Befürchtungen entkräften könnte. Sicherlich wären dann maßstäbliche Festlegungen zu treffen, die weder logisch noch wissenschaftlich abgeleitet werden können.

Was das Lesser-Evil-Argument anbetrifft, so ist es trivial, dass von zwei unvermeidbaren Übeln immer das kleinere zu wählen ist. Weniger trivial ist es, sich zu fragen, was getan werden müsste, wenn eines von beiden Übeln noch vermieden werden kann, sich also die Situation der Übelabwägung in der Zukunft nicht notwendigerweise stellen muss. Ob das Lesser-Evil-Argument auch noch zutrifft, wenn eine Reihe von Strategien miteinander verglichen wird, *mitigation*, *adaptation*, naturschutzkonformes CDR und SRM zu

kombinieren, ist unklar. Die Vertreter des Lesser-Evil-Arguments sind in der Bringschuld, das Argument genauer zu explizieren. Es scheint auf der Voraussetzung zu beruhen, dass die internationale Klimapolitik zum Scheitern verurteilt ist (s. u.).

Das Efficiency-Argument gewinnt an Stärke, wenn lediglich die Einsatzkosten der Sulfat-Option mit den Vermeidungskosten von Emissionen verglichen werden. Betrachtet man die (sehr groben) Kosten-Nutzen-Analysen einiger CE-Protagonisten wie Lee Lane vom *American Enterprise Institute* (Lane, Bickel 2009), so trifft man auf sämtliche Probleme von Kosten-Nutzen-Analysen. So werden indirekte Kosten der Sulfateinbringung auf Niederschläge, Ernte, Ökosysteme usw. von Lane und Bickel als monetär schwer bezifferbar angesehen. Der Umstand, dass die indirekten Kosten schwer eindeutig monetarisierbar sind, wird von Lane den Kritikern der Sulfat-Option als mangelnde Wissenschaftlichkeit angekreidet („ill defined“). Am Ende darf man diese Kosten offenbar vernachlässigen. Das wäre ein Fehlschluss, da dann das, was nicht monetär beziffert werden kann, letztlich doch beziffert wird: nämlich mit null Dollar. Eine kritische Reflexion auf Kosten-Nutzen-Analysen, mittels derer der ökonomisch optimale Klimapfad berechnet werden sollte, wurde mehrfach durchgeführt (etwa Schröder et al. 2002, Kap. 3). Es fragt sich daher wissenssoziologisch, aus welchen Gründen den Kosten-Nutzen-Analysen ungeachtet aller Einwände immer noch eine derartige Bedeutung zuerkannt wird.²

Das Easiness-Argument wäre ethisch nur von Belang, wenn ernsthaft Unzumutbarkeiten hinsichtlich *mitigation* geltend gemacht werden könnten. Andernfalls bezieht es sich nur auf fehlende Motivation, das zu tun, was auch nach Ansicht der meisten SRM-Befürworter das Bessere wäre. Dieses Argument supponiert einige stille Prämissen aus einer ökonomischen Theorie demokratischer Wahlen, in denen Wahlentscheidungen als Tausch von Stimmen gegen kurzfristige ökonomische Vorteile modelliert werden.

Ob das Do-it-alone-Argument überhaupt ein Pro-Argument ist, ist mehr als fraglich, denn die Möglichkeit von Alleingängen technisch hochgerüsteter Nationen ist kein Legitimationsgrund. Hier könnte die reale Möglichkeit unila-

teralen Handelns in Verbindungen mit den Legitimitätsproblemen eines solchen Handelns auch dazu führen, das Argument von der Pro- auf die Contra-Seite zu rücken. Zu dieser Verschiebung des Do-it-alone-Argumentes neige ich auch angesichts der umwerfend zynischen Begründung von Schelling (1996, S. 305), unilaterales Handeln werde ein kompliziertes Vermeidungsproblem in ein leicht lösbares Verteilungsproblem bezüglich der anfallenden SRM-Kosten verwandeln.

Die meisten Pro-Argumente beruhen auf der Prämisse, dass Vermeidungsstrategien zwar wünschenswerter sein mögen als SRM, dass aber Erfolge nicht zu erwarten sind. Diese Voraussetzung extrapoliert das Scheitern der bisherigen Bemühungen in die Zukunft und nimmt es als ein Fa(k)tum hin. Diese Voraussetzung scheint auf den ersten Blick eine Prognose zu sein, die sich bewahrheiten kann oder nicht. Es könnte sich aber hierbei auch um eine Strategie handeln, darauf hinzuwirken, dass SRM irgendwann als das kleinere Übel geltend gemacht werden kann. Es könnte natürlich auch sein, dass die SRM-Optionen überwiegend als so riskant empfunden werden, dass die Staaten in Zukunft die Anstrengungen zur Emissionsvermeidung verstärken werden, um SRM vermeiden zu können. Auch sind die Möglichkeiten eines neuen Multilateralismus längst nicht ausgelotet (WBGU 2010) und selbst die USA beginnen, Klimapolitik zu betreiben.

Wenn man einige Prämissen der Zukunftsverantwortung akzeptiert (Ott 2004) und eine pauschale Diskontierung zukünftiger Ereignisse ablehnt (Ott 2003), dann sind auf der Gegenseite Risk-Transfer-, Termination-Problem- und Moral-Hazard-Argument von besonderem Gewicht. Wir sind demnach verpflichtet, zukünftige Generationen nicht ohne Not in mögliche Dilemmata von globalem Ausmaß zu bringen. Die Sulfat-Option ist ohne eine klare „Exit“-Strategie nicht verantwortbar (Royal Society 2009). Hier zeigen sich auf Seiten der Befürworter Unstimmigkeiten. Während die einen behaupten, die Sulfat-Option sei nur zeitlich befristet erlaubt, räumen andere ein, diese Lösung wäre dauerhaft, sofern ihr Einsatz dazu führen werde, dass Vermeidungsbemühungen reduziert oder eingestellt würden. *Mitigation* ist ohnehin schwierig, wird aber bei der Realisierung von SRM tendenziell sinnlos. Ge-

nau dann entsteht ein Szenario äußersten Risikos: „A world with both rising CO₂ concentrations and geoengineered climate stabilization is comparable to an unstable equilibrium held in balance by two opposing forces that grow as a function of time.“ (Matthews, Caldeira 2007, S. 9952) Eine solche Welt zu hinterlassen, ist meinen moralischen Überzeugungen zufolge unverantwortlich.

Auch das Moral-Hazard- und das Informed-Consent-Argument erscheinen vom Grundsatz her schwer bestreitbar. Das **Informed-Consent-Argument** schließt die Legitimität von unilateralen Aktionen oder von Aktionen einer „coalition of the willing“ aus. Die UN sind das geeignete Forum für CE-Debatten. Hier darf ich ein persönliches Erlebnis einflechten: Auf einer Podiumsdiskussion vor der „Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik“ versuchte Lee Lane mir gegenüber das **Informed-Consent-Argument** zu **entkräften**, indem er sagte, seiner „cynical perspective“ (wörtlich) zufolge würde die Anerkennung des Arguments nur bedeuten, dass sich die Länder des Südens ihre Zustimmung zu SRM teuer würden abkaufen lassen. Diese präsumtive Entkräftung des Informed-Consent-Prinzips beruht somit auf einer dezidiert zynischen Perspektive, in der die Einwände aus den Ländern des Südens gar nicht mehr als solche angehört und berücksichtigt werden müssen, sondern nur noch als Versuche interpretiert werden, den Preis der Zustimmung in die Höhe zu treiben. Ich sehe aber nicht, wie die Einnahme einer zynischen Perspektive das Informed-Consent-Argument sollte widerlegen können.

Das Loss-of-Intangible-Argument bedeutet mir viel. Das Blau des Himmels erscheint mir als ein Aspekt der Lebenswelt, der uns dadurch in seiner Schönheit und in seinem Glanze bewusst wird, dass wir seiner durch technisches Handeln verlustig gehen könnten. Über die Lebenswelt dürfen Naturwissenschaftler und Berufspolitiker nicht verfügen. Es wäre sachwidrig, dieses Problem der Farbe des Himmels als eine Angelegenheit ästhetischer Präferenzen zu behandeln. Auch hier sind die Stimmen anderer Völker gefragt, weil über die menschheitliche Bedeutung der „lieblichen Bläue“ des Äthers (Hölderlin) nicht in Ökonomie-Departments befunden werden darf. Die Tatsache, dass wir durch Smog die Farben des Himmels über einzelnen urbanen Re-

gionen verändern, ist kein Grund, die Farbe des Himmels generell verändern zu dürfen.

5 Fazit und Positionierung

Die gegenwärtig verfügbaren diskursiven Konstellationen ernst nehmend, halte ich dafür, dass auf der Contra-Seite weitaus mehr Argumente von Gewicht stehen. Die Befürworter verfügen derzeit über wenig gute Gründe. Ob Befürworter eine Kosten-Nutzen-Analyse ernsthaft als Entscheidungsgrundlage vorlegen werden, bleibt abzuwarten. Die Pro-Gründe gewinnen aber dann an Gewicht, wenn Vermeidungsstrategien auch zukünftig scheiterten. Daraus ergibt sich für die Befürworter von SRM die mögliche Strategie, ihre Position zu stärken, indem sie Erfolge von *mitigation* aktiv ver- oder behindern. Es stellt sich daher sogar die Frage, ob Akteursnetzwerke, die gegen Vermeidung politisch agieren, nicht *ipso facto* jegliches moralische Recht verwirken, SRM zu betreiben. Das Scheitern des Klimagipfels von Kopenhagen ist allerdings zweifellos Wasser auf die Mühlen der SRM-Befürworter. Klimapolitisch besonders fatal wäre es, wenn sich die geheimen Koalitionäre gegen anspruchsvolle *mitigation*-Strategien, nämlich die USA und China, zu einer SRM-Koalition verbündeten, was angesichts der chinesischen Tradition der technischen Manipulation des Wetters kulturell denkbar erscheint.

Zuletzt möchte ich mein persönliches Bekenntnis nicht verleugnen, das auch mit dem Hybris-Argument zu tun hat. Edward Teller, der „Vater“ der Wasserstoffbombe und Strategie der nuklearen Abschreckung, hat in seinen letzten Lebensjahren Berechnungen zu SRM angestellt. Teller und Mitautoren vertreten folgende Position zur Klimapolitik: „...active management of the radiative forcing of the temperature profiles of the Earth's atmosphere and oceans by the Sun is an obvious gambit. Indeed, it's likely the most overall practical approach to this particular issue“ (Teller et al. 2002, S. 1). In diesem Artikel werden die Grundzüge der Sulfat-Option dargelegt; insofern ist diese Option Tellers Vermächtnis. Erinnern wir uns auch daran, dass Hans Jonas (1979, S. 76) gemahnt hat, bei Risiken von globaler Bedeutung der Unheilsprophetie mehr Gehör zu geben als den Versicherungen der Heilspropheten,

alles werde gut ausgehen. Es wäre angesichts der SRM-Wagnisse besser, mit Hans Jonas zu fürchten als mit Edward Teller zu hoffen.

Anmerkungen

- 1) Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen geringfügig überarbeiteten Text, der in ähnlicher Form im Jahrbuch Ökologie 2011 erscheinen wird.
- 2) Eine gründliche Analyse des Arming-the-Future-Arguments findet sich bei Gardiner 2010.
- 3) Das Political-Economy-Argument bietet hier eine Antwort: Die Neoklassik eignet sich als Legitimationswissenschaft für die Interessen der Kapitalakkumulation in spät-fordistischen, energieintensiven Volkswirtschaften.

Literatur

- Apel, K.-O.*, 1990: Diskurs und Verantwortung. Frankfurt a. M.
- Blackstock, J.; Long, L.*, 2010: The Politics of Geoengineering. In: *Science* 327 (2010), S. 527
- Boldt, J.; Müller, O.; Maio, G.*, 2009: Synthetische Biologie. Bern
- Committee – Asilomar Conference's Scientific Organizing Committee*, 2010: Statement, 26. March 2010
- Gardiner, S.M.*, 2010 (i. E.) Is „Arming the Future“ with Geoengineering Really the Lesser Evil. In: Gardiner, S.; Caney, S.; Jamieson, D.; Shue, H. (Hg.): *Climate Ethics*. Oxford
- Grunwald, A.*, 2002: Technikfolgenabschätzung – Eine Einführung. Berlin
- Grunwald, A.*, 2010: Der Einsatz steigt. In: *Politische Ökologie* 120 (2010), S. 37–39
- Jonas, H.*, 1979: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation, Frankfurt a. M.
- Keith, D.W.; Parson, E.; Morgan, G.*, 2010: Research on Global Sun Block Needed Now. In: *Nature* 463 (2010), S. 426–427
- Lane, L.; Bickel, J.*, 2009: Solar Radiation Management and Rethinking the Goals of COP-15. In: Lane, L.; Bickel, E.; Galiana, I.; Green, C. (Hg.): *Copenhagen Consensus on Climate: Advice for Policymakers*. Copenhagen, S. 15–21
- Matthews, H.; Caldeira, K.*, 2007 Transient Climate-carbon Simulations of Planetary Geoengineering. In: *PNAS* 104/24 (2007), S. 9949–9954
- Morrow, D.*, 2010: Ethical Principles for Trials of Climate Intervention Technologies. Paper presented

at the Asilomar Conference on Climate Intervention Technologies, March 23, 2010

Ott, K., 1997: Ipso Facto. Zur ethischen Rekonstruktion normativer Implikate wissenschaftlicher Praxis. Frankfurt a. M.

Ott, K., 2003: Reflections on Discounting: Some Philosophical Remarks. In: *International Journal of Sustainable Development*, Special Issue 6 (2003), S. 7–24

Ott, K., 2004: Essential Components of Future Ethics. In: Döring, R.; Rühs, M. (Hg.): *Ökonomische Rationalität und praktische Vernunft*. Würzburg, S. 83–108

Ott, K., 2005: Technikethik. In: Nida-Rümelin, J. (Hg.): *Angewandte Ethik*. Stuttgart, S. 568–647

Ott, K., 2009: Grundzüge der Klimaethik. In: Architektenkammer Nordrhein-Westfalen (Hg.): *Natur und gebaute Umwelt*. Düsseldorf, S. 57–64

Ott, K., 2010: Die letzte Versuchung. In: *Internationale Politik* 65 (2010), S. 58–69

Royal Society, 2009: *Geoengineering the Climate*. London

Schelling, T., 1996: The Economic Diplomacy of Geoengineering. In: *Climatic Change* 33 (1996), S. 303–307

Schröder, M. et al., 2002: Klimavorhersage und Klimavorsorge. Berlin

Skorupinski, B.; Ott, K., 2000: Technikfolgenabschätzung und Ethik. Zürich

Teller, E.; Hyde, R.; Wood, L., 2002: Active Climate Stabilization: Practical Physics-based Approaches to Prevention of Climate Change. Lawrence Livermore National Laboratory, April 18, 2002

WBGU – Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, 2010: *Klimapolitik nach Kopenhagen*. Berlin

Kontakt

Prof. Konrad Ott
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Botanisches Institut
Grimmer Straße 88, 17487 Greifswald
Tel. +49 (0) 38 34 - 86 41 21
E-Mail: ott@uni-greifswald.de

« »

Weitere Diskussion erforderlich!

Bericht von der „Asilomar International Conference on Climate Intervention Technologies“

von **Andreas Oeschies**, IFM-GEOMAR

Ende März 2010 trafen sich über 150 Wissenschaftler im Asilomar-Konferenzzentrum an der kalifornischen Pazifikküste, um mögliche Richtlinien zur Erforschung von **Climate-Engineering-Methoden** zu sondieren. Initiatorin der Konferenz war Margaret Leinen vom **Climate Response Fund**, einer privaten Stiftung, die das Ziel verfolgt, Forschung zur Abmilderung zukünftiger Klimaänderungen zu fördern. Die Veranstaltung war angelehnt an eine Vorgängerkonferenz am selben Ort vor 35 Jahren, in der Wissenschaftler weitreichende Richtlinien zur verantwortungsvollen Erforschung der damals gerade entdeckten Möglichkeiten gezielter Eingriffe in den genetischen Code vereinbarten, noch bevor staatliche oder zwischenstaatliche Institutionen geeignete Kontrollmechanismen etabliert hatten.

Die Frage, ob dieses Ziel auch auf die diesjährige Asilomar-Konferenz („Asilomar International Conference on Climate Intervention Technologies“) zu übertragen sei, führte bereits im Vorfeld zu einigen Diskussionen, wobei es auch um mögliche Interessenkonflikte von Organisatoren und Teilnehmern ging. Darf eine Handvoll Wissenschaftler über die Kriterien zur Kontrolle der eigenen Forschung entscheiden, wenn doch mögliche Effekte und Nebenwirkungen von **Climate-Engineering-Experimenten** jeden Menschen auf der Erde betreffen können? Aus praktischen Gründen verständlich, jedoch zunächst nicht unbedingt vertrauensbildend war, dass die Organisatoren sowohl die Namen der Sponsoren als auch der vom Organisationskomitee bestätigten Teilnehmer erst sehr spät bekanntgaben.

Dabei war es den Organisatoren gelungen, ein breit aufgestelltes und die internationale Forschung sehr gut repräsentierendes Teilnehmerfeld von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, Sozial-, Politik- und Wirtschaftswissenschaftlern sowie Ethikern und Philosophen zusammenzubekommen. Der Teilnehmerkreis umfasste auch Vertreter von **Non-Governmental-Organisatio-**

nen und der Presse – u. a. eine kanadische Filmcrew, die einen Dokumentarfilm über die Konferenz drehte. Die große Mehrheit der Teilnehmer kam aus den USA und, mit einigem Abstand, Großbritannien. Aus Deutschland angereist waren zwei Teilnehmer, Entwicklungsländer waren nicht direkt vertreten. Auffallend war, dass man bei vielen der Teilnehmer aufgrund von Firmenbeteiligungen oder Patentrechten eigene kommerzielle Interessen nicht ausschließen konnte. Hier drängte sich der Verdacht auf, dass mit dem Versuch einer freiwilligen Selbstkontrolle eine möglicherweise weiterreichende Einschränkung der Forschung durch staatliche Institutionen verhindert werden sollte.

Die ersten beiden Tage der Konferenz waren gefüllt mit Übersichtsvorträgen, die Vor- und Nachteile verschiedener **Climate-Engineering-Methoden** und Implikationen für die Entwicklung von **Governance-Strukturen** sehr ausgewogen darstellten. Anschließend wurde in „Breakout“-Gruppen versucht, Richtlinien für die Erforschung einzelner Methoden zu entwickeln.¹ Hier gab es sehr lebhaft und kontroverse Diskussionen, in denen die Beiträge von der Forderung nach einem möglichst schnellen und nicht durch einschränkende Richtlinien zu behindernden Einstieg in großskalige Feldexperimente bis zum Ruf nach einem sofortigen Moratorium solcher Experimente reichten. Unterstützt von den professionell agierenden Diskussionsleitern und einem Team sehr aufgeweckter und unbefangener Studenten als Berichterstatter gelang es dennoch allen Gruppen, ein mehrheitsfähiges Bild wichtiger Elemente von Regulierungsmechanismen zusammenzustellen.

Die Ergebnisse der verschiedenen Einzelgruppen wurden am letzten Nachmittag der Konferenz im Plenum vorgestellt. Auch wenn keine Gruppe eine Patentlösung für ein Regelwerk für eine verantwortungsvolle Erforschung von **Climate Engineering** gefunden hatte, waren die Ergebnisse eindeutig: Alle Gruppen sprachen sich für ein sehr umsichtiges Vorgehen der weiteren Forschung aus, die letztlich unter öffentlicher Kontrolle stattfinden müsse. „Seid sehr vorsichtig!“ Das war dann auch ein zentrales Motiv des abschließenden Abendvortrags von Rob Socolow (Princeton University), in dem er eine Liste der

schlimmsten Climate-Engineering-Alpträume vorstellte, die er die Woche über von den Konferenzteilnehmern gesammelt hatte. Diese reichten von einem Fehlschlag eines großen Feldexperiments mit unkontrollierbaren Nebenwirkungen bis hin zu einem „zu guten“ Funktionieren einer Climate-Engineering-Methode, was einzelne Akteure dazu verleiten könnte, kurzfristig und lokal optimale Klimabedingungen schaffen zu wollen (nicht zu kalte Winter, nicht zu warme Sommer, hier ein etwas stärkerer Monsun, dort ein etwas schwächerer...).

Das hochgesteckte Ziel der Organisatoren, einen Vorschlag für ein Regelwerk oder zumindest einen Verhaltenskodex zu entwickeln, wurde nicht erreicht. Ein Abschlusskommuniqué mit dem Hinweis auf die Notwendigkeit solcher Regeln und die Forderung nach weiteren Anstrengungen wurde in der letzten Nacht vom wissenschaftlichen Organisationskomitee verfasst und den übrigen Konferenzteilnehmern zur Unterzeichnung angeboten. Weitere Diskussionen auf nationaler und internationaler Ebene werden erforderlich sein, um zu einer befriedigenden Kontrolle von Climate-Engineering-Forschung zu gelangen. Das Asilomar-Treffen war dafür nur ein erster Schritt. Weitere Informationen zum Ablauf der Konferenz sind unter <http://www.climateresponsefund.org/> einsehbar.

Anmerkung

- 1) „Breakout“-Gruppen sind zeitgleich stattfindende Arbeitsgruppen, die anschließend ihre Ergebnisse ins Plenum der Konferenz einbringen.

Kontakt

Prof. Andreas Oschlies
Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der
Universität Kiel (IFM-GEOMAR)
Düsternbrooker Weg 20, 24105 Kiel
Tel.: +49 (0) 4 31 / 6 00 19 36
E-Mail: aoschlies@ifm-geomar.de
Internet: <http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=3314&L=1>

« »

Climate Engineering Light Natürliche Prozesse der CO₂-Speicherung

von Christine Rösch, Matthias Achternbosch, Jens Schippl und Gerhard Sarde-
mann, ITAS

Nach dem gescheiterten Klimagipfel in Kopenhagen werden Climate-Engineering-Maßnahmen zunehmend als ultima ratio zum Schutz des Klimas diskutiert. Dabei stehen großskalige Strategien wie die Verteilung von Aerosolen in der Stratosphäre im Vordergrund. In diesem Beitrag liegt der Schwerpunkt auf weniger risikoreichen, regionalen Ansätzen, die auf eine langfristige Bindung von Kohlenstoff abzielen, z. T. aber auch in den Strahlungshaushalt eingreifen können. Abschätzungen über den Umfang und Zeit-horizont des CO₂-Speichervermögens der dargestellten bio- und geotechnologischen Verfahren sind mit Unsicherheiten behaftet. Diese lassen sich jedoch durch Fortschritte in Forschung und Entwicklung verringern. Die ausgewählten Ansätze wirken sich nicht nur positiv auf das Klima aus, sondern tragen teilweise auch zur Erreichung anderer gesellschaftspolitisch relevanter Ziele (z. B. dem Erhalt der Biodiversität) bei. Diese Multifunktionalität sollte bei Klimaschutzmaßnahmen stärker berücksichtigt und angestrebt werden.

1 Einleitung

Die ungebrochene Erhöhung der globalen CO₂-Konzentration durch die anthropogen verursachte Freisetzung von derzeit 32 Mrd. Tonnen CO₂ – davon ca. 900 Mio. Tonnen in Deutschland – erhöht den politischen Handlungsdruck. Nach dem gescheiterten Klimagipfel in Kopenhagen werden immer häufiger Climate-Engineering-Maßnahmen als ultima ratio zum Schutz des Klimas diskutiert. Der Begriff „Climate Engineering“ (CE) steht für futuristische Mega-Konzepte wie die Installation gigantischer Sonnensegel zur Beschattung der Erde oder an die Eisendüngung großer Ozeanflächen zur Intensivierung der CO₂-Aufnahme. Es handelt sich hierbei um Maßnah-

men mit dem „großen Hebel“ (Leisner, Müller-Klieser in diesem Heft).

In der Öffentlichkeit, vor allem in Europa, stößt CE auf große Skepsis und fehlende gesellschaftliche Akzeptanz. Vielfach werden die Vorschläge als Versuch gewertet, von einschneidenden Klimaschutzprogrammen und Verhaltensänderungen abzulenken. Das Hauptargument gegen CE sind jedoch die Unsicherheiten über global und regional sehr unterschiedlich ausfallende Effekte sowie nicht vorhersehbare und nicht intendierte Folgen.

In diesem Kontext besteht Interesse an CE-Konzepten, die sich an natürlichen Prozessen der CO₂-Bindung orientieren und diese verstärken oder in technischen Anlagen kopieren wollen. Es wird davon ausgegangen, dass sie mit weniger unbekannten und unerwünschten Nebenfolgen verbunden sind und sich einfacher steuern und umsetzen lassen (siehe dazu Ott in diesem Heft). Aus diesem Grund bezeichnen die Autoren diese Maßnahmen als „Light-Version“ zur Lösung des CO₂-Problems. Im folgenden Beitrag werden einige dieser Strategien dargestellt und offene Forschungsfragen identifiziert.¹ Behandelt werden in diesem Kontext folgende Konzepte:

- „climate farming“ durch Erhalt und Ausdehnung der Wald- und Moorflächen sowie regionale Änderungen der Flächennutzung,
- biologische Sequestrierung (Umwandlung von Biomasse in Biokohle) und
- mineralische Sequestrierung.

Die Auswahl strebt keine Vollständigkeit an, sondern soll sowohl bekannte Verfahren als auch bio- und geotechnologische Lösungsansätze aufzeigen, die sich noch im Stadium der Forschung und Entwicklung befinden.

2 Climate Farming

Climate Farming hat zum Ziel, durch land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen biologische Kohlenstoffspeicher aufzubauen. Pflanzen nehmen über die Photosynthese CO₂ aus der Atmosphäre auf und nutzen den Kohlenstoff zum Aufbau organischer Verbindungen. Der Anstieg des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre kann die Biomasse-

produktion erhöhen, da die heutige CO₂-Konzentration für die meisten Kulturpflanzen suboptimal ist. Regional können allerdings begrenzte Wasser- und Nährstoffverfügbarkeiten eine Nutzung des höheren CO₂-Angebots zur Ertragssteigerung verhindern. Landwirtschaftliche Kulturpflanzen verfügen meist über keine nennenswerte Speicherwirkung, da sie in der Regel jährlich geerntet werden und die Biomasse als Nahrungs- oder Futtermittel genutzt wird. Dabei wird das gebundene CO₂ zeitnah zur Fixierung wieder freigesetzt. Über die Substitution fossiler Energieträger und Rohstoffe durch nachwachsende Rohstoffe besteht die Möglichkeit, den Ausstoß an CO₂ zu verringern. Auf diese CO₂-Vermeidungsstrategie soll hier aber nicht weiter eingegangen werden. Nachfolgend wird der Fokus auf Wälder und Moore gelegt, weil diese terrestrischen Ökosysteme über nachhaltigere und flächenspezifisch deutlich größere Speicherkapazitäten verfügen. Es sei aber darauf hingewiesen, dass landwirtschaftliche Böden mit hohem Humusgehalt in größerem Umfang Kohlenstoff enthalten und Maßnahmen wie der Umbruch von Grünland klimarelevant sind. Strategien zum Erhalt und zur Steigerung des Humusgehalts in landwirtschaftlichen Böden dienen deshalb auch dem Klimaschutz. Gleichzeitig tragen sie zur Erreichung anderer Nachhaltigkeitsziele wie dem Bodenschutz bei.

2.1 Erhalt und Ausdehnung der Wald- und Moorflächen

Die Wälder der Erde bedecken über vier Mrd. Hektar (entspricht 31 Prozent der Landfläche) und stellen große Kohlenstoffvorräte dar. Dieser enorme Waldspeicher wird jedoch stetig verkleinert. Weltweit gingen in den letzten zehn Jahren rd. 13 Mio. Hektar, vor allem in Brasilien und Indonesien, durch Umwandlung in Agrarflächen verloren (FAO 2010). Der Erhalt und die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern, insbesondere von tropischen Regenwäldern gehören zu den weitreichendsten, schnellsten und billigsten Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Nach Schätzung der FAO (2010) speichern die Wälder weltweit 289 Mrd. Tonnen Kohlenstoff allein in ihrer Biomasse. Dieser

Kohlenstoffspeicher wurde von 2005 bis 2010 meist durch Brandrodungen um 500 bis 650 Mio. Tonnen verringert (FAO 2010; Lippelt 2010).

Durch Aufforstung degenerierter Standorte und marginaler landwirtschaftlicher Flächen kann der Kohlenstoffspeicher Wald jedoch ausgebaut werden. Aufforstungsmaßnahmen in verschiedenen Ländern konnten den globalen Netto-Waldverlust auf 5,2 Mio. Hektar pro Jahr im Zeitraum 2000 bis 2010 verringern (FAO 2010). Dies geschah vor allem in China, wo die Waldfläche in den letzten Jahren allein um vier Mio. Hektar jährlich ausgedehnt wurde, sowie in Europa und in Nordamerika. Die Ausdehnung der Waldfläche in den genannten Ländern ist jedoch weniger auf Klimaschutzanreize als vielmehr auf den steigenden Bedarf an Holz als Rohstoff und Energieträger sowie in Europa auch auf fehlende Nutzungsalternativen für Ackerflächen und Grünlandstandorte zurückzuführen. Nach Angaben der Naturschutzorganisation „Global Partnership on Forest Restoration“ könnten weltweit der Atmosphäre bis 2030 durch Aufforstung insgesamt 70 Mrd. Tonnen CO₂ entzogen werden.

Aber nicht allein die reine Waldflächenbilanz ist bei der Diskussion um Kohlenstoff in Wäldern entscheidend, sondern auch der Anteil natürlicher Urwälder. Im Vergleich zu Wirtschaftswäldern speichern diese entscheidend mehr Kohlenstoff und nehmen trotz ihres Alters noch immer Kohlenstoff auf. Schnellwachsende Holzplantagen stellen aufgrund kurzer Umtriebszeiten nur temporäre Kohlenstoffspeicher dar. Demzufolge kann eine Plantagenaufforstung nach der Rodung von Urwald nicht als ausgeglichen in Bezug auf die Kohlenstoffbilanz angesehen werden. Der Erfolg von Maßnahmen zur nachhaltigen Erhöhung des biologisch gebundenen Kohlenstoffs hängt von der globalen Langfrist-Bilanz zwischen Waldverlusten und Aufforstungen ab. Durch Änderungen in der Bewirtschaftung von Wäldern, vor allem hinsichtlich der Ernteintervalle und der nachgelagerten Holzbearbeitung und -nutzung, kann die Festlegung von Kohlenstoff erhöht werden (Nunery, Keeton 2010).

Auch bei globalem Nettozuwachs an Waldfläche durch Aufforstung bislang nicht bewaldeter Landflächen wird – über lange Zeiträume gesehen – dieser zusätzliche Kohlenstoffspeicher

wieder aufgelöst, wenn Bäume gefällt und genutzt werden oder diese absterben und mikrobiell zersetzt werden. Dies gilt auch für Maßnahmen zur Steigerung des Baumwachstums, durch die das Treibhausgasproblem in die Zukunft verlagert wird, was auch als „buying time“ bezeichnet wird (Körner 2009).

Eine hohe Biodiversität einer Waldfläche kann die Bedeutung des Waldes als Kohlenstoffspeicher direkt und indirekt beeinflussen. Direkt durch ihren Einfluss auf die Höhe, Umsetzungsrate und Dauerhaftigkeit des Kohlenstoffvorrates und indirekt durch ihren Einfluss auf den Schutzstatus, den die Gesellschaft dieser Fläche zuordnet (Diaz et al. 2009). Das Nachhaltigkeitsziel Biodiversität sollte deshalb bei Maßnahmen zur Nutzung von Wald als Kohlenstoffspeicher stärker berücksichtigt werden.

Neben den Wäldern wirken auch Moore als terrestrische CO₂-Speicher, da sie einen besonders hohen Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff aufweisen. In wachsenden Mooren werden aufgrund der dauerhaften Wassersättigung des Substrats die Reste der abgestorbenen Pflanzen langsamer abgebaut als neues Pflanzenmaterial produziert wird. Diese häufen sich langfristig zu dicken Schichten Torf auf. Weltweit binden die noch torfbildenden Moore jährlich 150–250 Mio. Tonnen CO₂ in neu gebildete Torfe. Es wird geschätzt, dass in den Mooren, die weltweit nur ca. drei Prozent der Landfläche bedecken, etwa doppelt so viel Kohlenstoff gespeichert ist wie in Wäldern, deren Flächenanteil 31 Prozent beträgt (FAO 2010). Auch in Deutschland sind wachende, torfakkumulierende Moore selten geworden. Etwa 99 % aller Moore Deutschlands (ca. 1,5 Mio. ha oder 4,2 % der Landesfläche) sind „tot“, d. h. entwässert und abgebaut, oder werden land- und forstwirtschaftlich genutzt. Durch den Schutz bestehender Moore vor Entwässerung und Nutzung als Siedlungsland, Brennstoff oder Bodenverbesserungsmittel kann ihr Kohlenstoffvorrat erhalten werden. Die Wiedervernässung von degradierten Mooren stellt insgesamt eine kostengünstige Maßnahme zur dauerhaften CO₂-Bindung dar.

In Bezug auf die Bilanzierung der Kohlenstoffspeicherung durch terrestrische Ökosysteme bestehen große Unsicherheiten. Hier bedarf es wissenschaftlicher Forschung. Auch die Proble-

matik zunehmender Flächennutzungskonkurrenzen durch Maßnahmen zum Erhalt und Ausdehnung von Landnutzungen zur Speicherung von Kohlenstoff ist wenig untersucht. Forschungsbedarf besteht auch hinsichtlich der Maßnahmen zur Wald- und Moorbewirtschaftung, die auf CO₂-Speicherung optimiert und an die Vulnerabilität der Wald- und Moorökosysteme gegenüber den Folgen des Klimawandels angepasst sind. Weiterhin sind Umsetzungsstrategien und Förderinstrumente zur Realisierung der Speicherpotenziale von Wäldern und Mooren zu entwickeln.

2.2 Regionale Änderung der Flächennutzung

Der Temperaturanstieg infolge des Klimawandels kann durch eine Modifikation der Flächennutzung auf regionaler Ebene auch durch Eingriffe in den Strahlungshaushalt begrenzt werden. Es handelt sich hier also um ein regionales SRM (Solar Radiation Management). Durch den weiträumigen Anbau geeigneter Kulturpflanzen könnte die Oberflächenalbedo so gesteigert werden, dass nach Modellrechnungen im Sommer eine Abkühlung um ca. 1° C in den mittleren nördlichen Breiten möglich wird (Ridgwell et al. 2009). Die Nutzung dieses „Leaf Albedo Bio-Geoengineering“ könnte durch gentechnische Veränderung der Kulturpflanzen noch verstärkt werden. Da der Albedoeffekt regional und zeitlich begrenzt ist, sollte diese Strategie durch andere regional wirksame Maßnahmen des Climate Engineering ergänzt werden, die nicht in Konkurrenz zu Landnutzungsänderungen zur Speicherung von Kohlenstoff stehen.

Grundsätzlich bietet sich in diesem Zusammenhang an, die Albedo von Siedlungsgebieten beispielsweise durch das „Weißen“ baulicher Infrastruktur zu erhöhen (Hamwey 2007). Auch spezifische Bebauungsstrukturen können zu solchen Effekten führen. So hat man festgestellt, dass die großflächige Errichtung von Gewächshäusern durch Reflektion der Sonneneinstrahlung die Erwärmung der Erdoberfläche verlangsamt und zu einem lokalen Abkühlungseffekt führt. Dieser auch als „Greenhouses Geo-Engineering“ bezeichnete Effekt ist in der südspanischen Pro-

vinz Almeria beobachtet worden.² Dort stehen in einem semiariden Gebiet auf 26.000 Hektar Gewächshäuser (Campra et al. 2008).

Regionale Veränderungen des Klimas durch Landnutzungsänderungen sind schon seit langem bekannt (Fleming 1998, S. 21 ff.) und bei der Analyse langjähriger Klimareihen zu berücksichtigen (städtische Wärmeinseln vs. landwirtschaftlich genutzte Regionen). Sie wurden aber zu großen Teilen als unbeabsichtigt, nicht steuerbar und unvermeidlich hingenommen. Inzwischen besteht jedoch der Wunsch, das Klima lokal so zu beeinflussen, dass durch Treibhausgasemissionen verursachte Klimaänderungen zumindest teilweise kompensiert werden. Pielke et al. (2002) schätzt die Klimaänderungen, die durch Landnutzung verursacht wurden, als ähnlich hoch wie die durch Treibhausgasemissionen bedingten Effekte.

So haben z. B. Bewässerungsmaßnahmen einen kühlenden Effekt („Cool Farming“). Nach Kueppers et al. (2007) beeinflusst die Bewässerung das regionale Klima auf verschiedenen Wegen. Zum einen wird die Bodenfarbe dunkler und die Pflanzenproduktivität erhöht, wodurch die Albedo des Bodens verringert, während die Albedo des Pflanzenbestandes erhöht wird. Zum anderen wird mehr Wasser über Transpiration und Evaporation verdunstet und über den Einfluss auf die lokale Bewölkung, Niederschläge und Temperatur werden die regionalen Zirkulationssysteme verändert.³ Dieses sogenannte „Irrigation Climate Engineering“ ist im Wesentlichen das Ziel des Global-Cooling-Projekts.⁴

Zu den Vorteilen des regionalen Climate Engineering gehören positive regionale Nebeneffekte, wie z. B. die Verringerung der Vulnerabilität der Landnutzung (v. a. der Landwirtschaft) gegenüber Trockenheit. Der Einsatz erprobter und kostengünstiger sowie einfach umzusetzender Verfahren und Techniken sowie der rasche Effekt auf die Klimaerwärmung und ihre Folgen rechtfertigen den Einsatz regionaler Maßnahmen, ohne dass es internationaler Vereinbarungen bedarf. Allerdings befindet man sich hier in einem Grenzbereich zwischen Klimaschutzmaßnahme und Anpassung (Adaptation).

3 Umwandlung von Biomasse in Biokohle

Eine dauerhafte Speicherung des biogen gebundenen Kohlenstoffs erfordert eine Umwandlung von Biomasse in einen kohleähnlichen Zustand („Biokohle“). Technisch möglich ist dies durch Erhitzen von organischem Material in einer sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Umgebung bei niedrigen Temperaturen und unter Druck (Lehmann et al. 2006). Bei diesem Prozess der hydrothermalen Karbonisierung (HTC) wird die Biomasse teilweise unter Verwendung von Katalysatoren zersetzt („pyrolysiert“) und es entstehen poröse Braunkohle-Kügelchen mit einem hohem Kohlenstoffanteil (90 bis 99 Prozent) sowie gasförmige und flüssige Produkte (Röthlein 2006). Der Biomasseverkohlung wird wegen der stabilen Lagerung und der hohen Flexibilität bezüglich der Ausgangsbiomasse ein grundsätzlich großes Potenzial zur Reduktion des atmosphärischen CO_2 -Gehalts zugeschrieben (Royal Society 2009). Mit dem als „wässrige Verkohlung“ bezeichneten HTC-Verfahren lassen sich auch feuchte Ausgangsstoffe in Kohle umwandeln, ohne sie vorher trocknen zu müssen. In Forschungsprojekten wird deshalb die Eignung verschiedener feuchter Biomassen (z. B. Klärschlämme, Mikroalgen) untersucht (Charisius 2010; anonym 2010).

Der Einsatz von Mikroalgen als Substrat hätte verschiedene Vorteile: Zum einen könnten bei der Kultivierung von Mikroalgen CO_2 -haltige Abgase aus Kraftwerken oder Industrieprozessen (wie denen in Kraft-, Zement-, Kalk- oder Papierwerken) direkt genutzt und so das Algenwachstum beschleunigt werden. Zum zweiten konkurriert die Biomasseerzeugung mit Mikroalgen nicht um fruchtbare Flächen, da sie keine Ansprüche an die Bodenqualität stellt und auch auf versiegelten Flächen oder in Salz- und Abwasser kultiviert werden kann. Des Weiteren können Mikroalgen im Vergleich zu traditionellen Biomasseproduzenten höhere flächenspezifische Erträge produzieren; dies betrifft vor allem die Öl- und Eiweißgehalte (Tredici 2010). Die Kultivierung in Photobioreaktoren bedarf jedoch aufgrund des hohen Energiebedarfs für das Durchmischen und Kühlen der Algensuspension sowie für die Algenernte noch deutlicher Fort-

schritte (Rösch et al. 2009). Ebenso müssen die Anlagen- und Betriebskosten deutlich gesenkt werden, wenn eine Kommerzialisierung der Mikroalgenproduktion gelingen soll. Zudem sollte erforscht werden, ob sekundäre Nährstoffquellen (wie z. B. kommunale Abwässer) zur Deckung des Stickstoff- und Phosphatbedarfs der Algen genutzt werden können.

Versuche zeigen, dass Mikroalgen unter moderaten Reaktionsbedingungen in einer energieeffizienten Wiese in ein kohleähnliches Algenprodukt überführt werden können, das die Qualität einer bituminösen Kohle besitzt (Heilmann et al. 2010). Der geringe Trockenmassegehalt einer Algensuspension (10 % Trockensubstanz) ist – im Gegensatz zu anderen Verfahren der Energiegewinnung aus Algen, die höhere TS-Gehalte erfordern und zu deren Erreichung ein hoher Energieaufwand benötigt wird – ideal für den HTC-Prozess.

Erste Lebenszyklusanalysen der Biokohleherstellung zeigen, dass einige der Methoden das Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung haben und zudem Energie und einen hervorragenden Dünger liefern können (Gaunt, Lehmann 2008). Allerdings ist umstritten, ob die Biokohleherstellung vorteilhafter ist als die Substitution von CO_2 -intensiven fossilen Energieträgern durch Bioenergie (Royal Society 2009, S. 12). Auch muss die großtechnische Anwendbarkeit der Verfahren nachgewiesen werden und gezeigt werden, welche Stabilität die Biokohle in verschiedenen Klimazonen und Bodenarten langfristig hat (Reijnders 2009). Des Weiteren sollte erforscht werden, unter welchen Rahmenbedingungen Biokohle die Aufnahmefähigkeit des Bodens für Nährstoffe und Wasser verbessern und die Ertragsfähigkeit des Bodens nachhaltig erhöhen kann.

4 Mineralische Sequestrierung

Eine Option zur dauerhaften CO_2 -Sequestrierung bietet die mineralische Bindung – ein Verfahren, bei dem in einer chemischen Reaktion CO_2 in anorganische Karbonate umgewandelt wird. Bei der mineralischen Bindung werden natürliche Prozesse der Gesteinsverwitterung nachgeahmt,

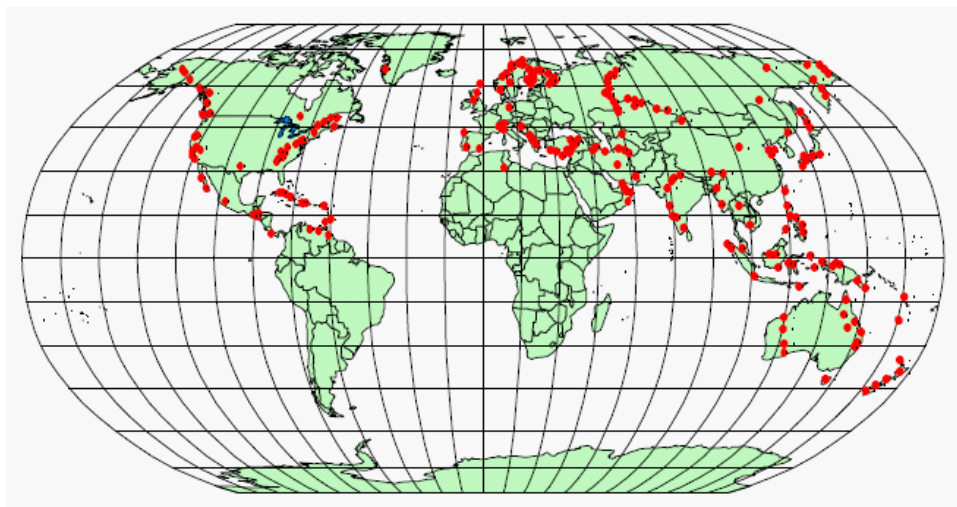
die in der Frühzeit der Erdgeschichte eine wichtige Rolle bei der Reduktion von CO_2 aus der Atmosphäre gespielt haben. Als Produkte dieser Verwitterung entstehen Carbonate bestimmter Metalle, die über geologische Zeiträume stabil sind. Diese Methode zur CO_2 -Speicherung wurde 1990 erstmals durch Seifritz vorgeschlagen (Seifritz 1990). Im Los Alamos National Laboratory wurden hierzu erste umfangreiche Untersuchungen durchgeführt (Lackner et al. 1995).

Ziel der mineralischen Sequestrierung ist es, natürliche Metalloxide in stabile und damit lagerfähige Carbonat-Produkte umzuwandeln. Von besonderem Interesse sind hierbei die Metalle Calcium und Magnesium, die in der Erdkruste weit verbreitet sind, jedoch selten in der Natur als binäre Oxide (CaO bzw. MgO) vorkommen. Da sie häufig in silikatischen Mineralien gebunden sind, werden eine Reihe bestimmter silikatischer Mineralien als potenzielle Ausgangsstoffe für die mineralische Sequestrierung behandelt. Dabei werden Magnesiumsilikate bevorzugt; dies geschieht nicht nur, weil sie reaktiver sind, sondern weil sie auch höhere Metalloxidgehalte als Calciumsilikate aufweisen und pro Tonne Mineral deutlich mehr CO_2 binden. Die im oberen Erdmantel am häufigsten vorkommenden Magnesiumsilikate und gesteinsbildenden Minerale sind die Olivine ($(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$). Olivin ist Hauptbestandteil im

grünen Peridotit, das in Mitteleuropa allerdings selten vorkommt. Die Forschung zur mineralischen Sequestrierung konzentriert sich auf die häufig vorkommenden Serpentine ($(\text{Mg,Fe,Ni})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$), die durch Verwitterung von Peridotiten entstanden sind. Die weltweit bekannten Peridotit- und Serpentin-Lagerstätten sind in Abbildung 1 dargestellt. Es wird deutlich, dass diese Mineralien am häufigsten in Regionen mit ultramafischen vulkanischen Gesteinen zu finden sind. In einigen hoch industrialisierten Regionen wie in den USA liegt es in großen Mengen vor.

Die chemisch und mineralogisch heterogene Zusammensetzung der Magnesiumsilikate und ihre Begleitung durch andere Mineralien haben zur Folge, dass der nutzbare Magnesiumgehalt und die Reaktivität für eine Carbonisierung sehr unterschiedlich sein können. Die Reaktionen⁵ der Olivine bzw. Serpentine mit CO_2 verlaufen exotherm, d. h. der Prozess läuft ohne Energiezufuhr ab, benötigt aber lange Reaktionszeiten von einigen hunderttausenden Jahren. Die wissenschaftliche und technische Herausforderung für die mineralische Sequestrierung besteht darin, einen niederenergetischen und ökonomisch sinnvollen Weg zu finden, die Carbonisierung relativ schnell verlaufen zu lassen. In den letzten 15 Jahren wurden große Anstrengungen unternommen, die mineralische Sequestrierung voranzubringen.

Abb. 1: Bekannte Peridotit- und Serpentin-Lagerstätten



Quelle: Lackner et al. 1997, S. 21

Insbesondere im Los Alamos National Laboratory (Lackner et al. 1997), im Albany Research Center des U.S. Department of Energy (Gerde-mann et al. 2007), in Finnland (Zevenhoven, Kohlmann 2001) und in den Niederlanden (Huijgen et al. 2006) wurden umfangreiche Untersuchungen dazu durchgeführt.

Ein Schlüsselschritt besteht in der Aktivierung der Magnesiumsilikate für deren anschließende Reaktion mit überkritischem CO₂ in gasdicht verschließbaren Druckbehältern (Autoklaven) bei Temperaturen unter 200 °C und unter Drücken zwischen 30 und 200 bar. Hierfür kommen mechanische, thermische und chemische Vorbehandlungsverfahren zum Einsatz (Gerde-mann et al. 2007; Teir et al. 2009; Chen et al. 2006).

Die sich in Bezug auf die Reaktionsgeschwindigkeit bisher als effektiv erwiesenen Verfahren haben einen Energiebedarf von 1,1 GJ/t CO₂ (Gerde-mann et al. 2007; Huijgen, Comans 2006). Darüber hinaus ist der energetische Aufwand für das Abtrennen und Verflüssigen des CO₂ aus den Kraftwerken oder Industrieanlagen (rd. 200 kWh/t CO₂ nach Bossel 2007) als Voraussetzung für die mineralische Sequestrierung zu berücksichtigen. Eine umfassende Energie- und CO₂-Bilanz für das Verfahren der mineralischen Sequestrierung einschließlich Transport fehlt noch. Es wird jedoch geschätzt, dass der Energieverbrauch für die Sequestrierung mehr als 30 Prozent der Energieerzeugung eines Kraftwerks in Anspruch nimmt. Des Weiteren bedarf es einer Bewertung des Verfahrens anhand von Nachhaltigkeitskriterien. Besondere Bedeutung dürfte dabei dem Abbau der Mineralien und der Lagerung der Produkte zukommen, da diese Prozessschritte mit erheblichen Eingriffen in die Landschaft verbunden sind.

Die Umsetzung des Verfahrens vom Labormaßstab auf großtechnische Verhältnisse stellt eine Herausforderung dar. Dies betrifft insbesondere den Transport der großen Mengen an Mineralien und die hierfür erforderliche Infrastruktur und Logistik sowie die Rückverbringung in geologische Strukturen, da die Produktmenge größer ist als die am „Bergwerk“ entnommene Substratmenge.⁶ Einen Ansatz zur Lösung des Entsorgungsproblems hat das Startup-Unternehmen Novacem entwickelt: Über ein Sequestrierungs-Verfahren soll ein

zementäres Bindemittel hergestellt werden, so ihr Konzept. Ein anderes Konzept sieht vor, den Autoklavenprozess so zu konzipieren, dass statt der schwerlöslichen mineralischen Carbonate lösliche Hydrogencarbonate erzeugt werden, die man ins Meer leiten könnte (Lackner 2002; Royal Society 2009). Dies hätte den Vorteil, dass pro Silikat-Molekül zwei Moleküle CO₂ im Meerwasser gebunden wären. Die dadurch erhöhte Hydrogencarbonat-Konzentration des Meerwassers könnte dazu beitragen, der Versauerung des Meerwassers entgegenzuwirken. Inwieweit dies für die Biogeologie (z. B. Plankton, Muscheln, Korallen) von Vorteil sein könnte, ist ungewiss (Royal Society 2009). Allerdings reagieren calcium-anreichernde Organismen wie Muscheln, Seeigel oder Korallen sehr sensibel auf Änderungen der Aragonit-Sättigung des Meereswassers (Matthews et al. 2009; Feely et al. 2004; Orr et al. 2005).

5 Resümee

Die vorgestellten Strategien für ein „Climate Engineering light“ unterscheiden sich von den großtechnischen Mega-Konzepten dadurch, dass sie natürliche bio- und geologische Prozesse zur dauerhaften CO₂-Bindung bzw. Änderung des Strahlenhaushalts nutzen oder sich an ihnen orientieren. Die Maßnahmen haben i.d.R. einen regionalen Zuschnitt, und ihre Folgen für Mensch und Umwelt scheinen relativ gut abschätzbar. Die CO₂-Speicherung durch Bäume ist anerkannt und erste Maßnahmen zum Schutz der Tropenwälder (z. B. in der deutschen Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung 2009)⁷ wurden ergriffen. Allerdings reichen diese nicht aus, um den Kohlenstoffvorrat in den Wäldern zu sichern und das Potenzial von Bäumen als CO₂-Senke zu nutzen. Hier besteht Handlungs-, aber auch Forschungsbedarf zur Klärung noch offener Fragen bei der Kohlenstoffbilanzierung sowie der Bewertung zusätzlichen Nutzens der Maßnahmen für Mensch und Umwelt. Die Strategien der bio- und geologischen Sequestrierung stehen noch am Anfang der Entwicklung. Hier besteht in vielen Bereichen noch FuE-Bedarf. Potenzialabschätzungen hinsichtlich des Beitrags dieses Verfahrens zur der CO₂-Speicherung und der

damit verbundenen Kosten sind nicht verfügbar oder mit großen Unsicherheiten behaftet.

Auch wenn bisher keine Aussagen über die Potenziale der Verfahren möglich sind, dürften die einzelnen Ansätze schätzungsweise nur einen begrenzten Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Im Vergleich zu den großtechnischen Vorschlägen zur CO₂-Speicherung zeichnen sich die regionalen Ansätze dadurch aus, dass sie kleinskalig und gut steuerbar sind. Weil sie im Allgemeinen gesellschaftspolitisch akzeptiert sind, sind sie auch relativ schnell zu implementieren. Des Weiteren leisten sie nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern bieten teilweise weitere ökologische oder ökonomische Vorteile:

- Erhaltene Wälder und Moore sowie aufgeforstete Flächen können zum Erhalt der Biodiversität und Boden- und Wasserschutz beitragen.
- Biokohle kann die Bodenqualität verbessern und die Flächenerträge steigern.
- Die mineralische Sequestrierung kann bei der Herstellung zementärer Bindemittel eingesetzt werden.

Diese zusätzlichen Nutzenaspekte sollten stärker Eingang finden in die Bewertung der Verfahren zum Klimaschutz, denn sie können helfen, die Kosten der CO₂-Speicherung zu verringern und die Akzeptanz zu erhöhen. Das sollte bei der strategischen Ausrichtung der FuE-Politik und von Fördermaßnahmen zum Klimaschutz zukünftig stärker berücksichtigt werden.

Anmerkungen

- 1) Diese Darstellung der Strategien und die Identifikation komplementärer Forschungsfragen basieren auf Forschungsergebnissen, die im BMBF-Projekt „Roadmap Umwelttechnologien 2020“ erarbeitet wurden (Schippl et al. 2009; Schippl, Rösch 2010).
- 2) Siehe zum Greenhouses Geo-Engineering http://issuu.com/reflectiveplanet/docs/greenhouse_geo-engineering.
- 3) Die Evaporation ist ein meteorologischer Begriff, der die Verdunstung von Wasser auf unbewachsenem und in diesem Sinn freiem Land oder Wasserflächen bezeichnet.

- 4) Zum Global-Cooling-Projekt siehe <http://www.theglobalcoolingproject.com/>
- 5) Für Olivine gilt folgende Reaktion- und Wärmetönung: $1/2 \text{ Mg}_2\text{SiO}_4 + \text{CO}_2 = \text{MgCO}_3 + 1/2 \text{ SiO}_2$ -95 kJ/mol, für Serpentine entsprechend: $1/3 \text{ Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + \text{CO}_2 = \text{MgCO}_3 + 2/3 \text{ SiO}_2 + 2/3 \text{ H}_2\text{O}$ -64 kJ/mol.
- 6) Ein Beispiel: Ein Kraftwerk mit einer Leistung von 1 GW benötigt zur CO₂-Abscheidung jährlich 15 Mio. t Olivin und erzeugt daraus 22 Mio. t „Produkte“.
- 7) Der komplette Name lautet „Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen“ (BGBl. I 3182).

Literatur

anonym, 2010: Grüne Kohle aus feuchter Biomasse. Magazin innovation & energie. Publikation der EnergieAgentur. NRW, S.10

Bossel, U., 2007: Der Weg in eine nachhaltig gestaltete Energiezukunft, Perspektiven einer nachhaltigen Energiewirtschaft. Arbeitskreis nachhaltige Energiewirtschaft, 9. bis 11. Mai 2007, Saig (Schwarzwald); http://www.koord.hs-mannheim.de/AK-NEW/Vortrag_Bossel.pdf (download 13.7.10)

Campra, P.; Garcia, M.; Canton, Y.; Palacios-Orueta, A., 2008: Surface Temperature Cooling Trends and Negative Radiative Forcing Due to Land Use Change Toward Greenhouse Farming in Southeastern Spain. In: Journal of Geophysical Research 113 (2008), D18109, doi: 10.1029/2008JD009912

Charisius, H., 2010: Für eine Handvoll Kohlenstoff. In: Technology Review Januar 2010, S. 38–42

Chen, Z.Y.; O'Connor, W.K.; Gerdemann, S.J., 2006: Chemistry of Aqueous Mineral Carbonation for Carbon Sequestration and Explanation of Experimental Results. In: Environmental Progress 25/2 (2006), S. 161–166

Diaz, S.; Hector, A.; Wardle, D.A., 2009: Biodiversity in Forest Carbon Sequestration Initiatives: Not Just a Side Benefit. In: Current Opinion in Environmental Sustainability 1/1 (2009), S. 55–60

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (Hg.), 2010: Global Forest Resources Assessment 2010. <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/> (download 14.7.10)

Feely, R.A.; Sabine, C.L.; Lee, K. et al., 2004: Impact of Anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ System in the Oceans. In: Science 305 (2004), S. 362–366

- Fleming, J.R.*, 1998: Historical Perspectives on Climate Change. Oxford
- Gaunt, J.; Lehmann, J.*, 2008: Energy Balance and Emissions Associated with Biochar Sequestration and Pyrolysis Bioenergy Production. In: Environmental Science and Technology 42 (2008), S. 4152–4158
- Gerdemann, S.J.; O'Connor, W.K.; Dahlin, D.C. et al.*, 2007: Ex Situ Aqueous Mineral Carbonation. In: Environmental Science & Technology 41 (2007), S. 2587–2593
- Hamwey, R.M.*, 2007: Active Amplification of the Terrestrial Albedo to Mitigate Climate Change: An Exploratory Study. In: Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 12 (2007), S. 419–439; http://issuu.com/reflectiveplanet/docs/greenhouse_geoen-gineering (download 22.7.10)
- Heilmann, S.M.; Ted Davis, H.; Jader, L.R. et al.*, 2010: Hydrothermal Carbonization of Microalgae. In: Biomass and Bioenergy 34/6 (2010), S. 875–882
- Huijgen, W.; Comans, R.*, 2006: Carbon Dioxide Sequestration by Mineral Carbonation. Literature review update 2003–2004, Energy Research Centre of the Netherlands, ECN-C--05-022; <http://www.ecn.nl/publicaties/default.aspx?nr=ECN-C--05-022> (download 13.7.10)
- Huijgen, W.J.J.; Ruijg, G.J.; Comans, R.N.J.; Witkamp G.J.*, 2006: Energy Consumption and Net CO₂ Sequestration of Aqueous Mineral Carbonation. In: Industrial & Engineering Chemistry Research 45 (2006), S. 9184–9194
- Körner, Chr.*, 2009: Biologische Kohlenstoffsinken: Umsatz und Kapital nicht verwechseln! In: GAIA 4 (2009) Schwerpunkt: CCS (Teil 2), S. 288–293
- Kueppers, L.M.; Snyder, M.A.; Sloan, L.C.*, 2007: Irrigation Cooling Effect: Regional Climate Forcing by Land-use Change. In: Geophysical Research Letters 34 (2007), L03703, doi:10.1029/2006GL028679; <http://www.theglobalcoolingproject.com/> (download 22.7.10)
- Lackner, K.S.*, 2002: Carbonate Chemistry for Sequestration Fossil Carbon. In: Annual Review of Environment and Resources 27 (2002), S. 193–232
- Lackner, K.S.; Butt, D.P. Wendt, C.H. et al.*, 1997: Carbon Dioxide Disposal in Mineral Form Keeping Coal Competitive. Los Alamos National Laboratory, LA-UR-97-2094, November 1997
- Lackner, K.S.; Wendt, C.H.; Butt, D.P. et al.*, 1995: Carbon Dioxide Disposal in Carbonate Minerals. In: Energy 20 (1995), S. 1153–1170
- Lehmann, J.; Gaunt, J.; Rondon, M.*, 2006: Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystems – A Review. In: Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 11 (2006), S. 403–427
- Lippelt, J.*, 2010: Kurz zum Klima: Klimakiller Abholzung? In: ifo Schnelldienst 63/01 (2010), S. 44–46
- Matthews, H.D.; Cao, L.; Caldeira, K.*, 2009: Sensitivity of Ocean Acidification to Geoengineered Climate Stabilization, In: Geophysical Research Letters 36 (2009), L10706, doi: 10.1029/2009GL037488
- Nunery, J.S.; Keeton, W.S.*, 2010: Forest Carbon Storage in the Northeastern United States: Net Effects of Harvesting Frequency, Post-harvest Retention, and Wood Products. In: Forest Ecology and Management 259/8 (2010), S. 1363–1375
- Orr, J.C.; Fabry, V.J.; Aumont, O. et al.*, 2005: Anthropogenic Ocean Acidification over the Twentyfirst Century and its Impact on Calcifying Organisms. In: Nature 437 (2005), S. 681–686
- Pielke, R.A.; Marland, G.; Betts, R.A. et al.*, 2002: The Influence of Land-use Change and Landscape Dynamics on the Climate System: Relevance to Climate-change Policy Beyond the Radiative Effect of Greenhouse Gases. In: Philosophical Transactions of the Royal Society 360 (2002), S. 1–15
- Reijnders, L.*, 2009: Are Forestation, Bio-char and Landfilled Biomass Adequate Offsets for the Climate Effects of Burning Fossil Fuels? In: Energy Policy 37/8 (2009), S. 2839–2841
- Ridgwell, A.; Singarayer, J.S.; Hetherington, A.M.; Valdes, P.J.*, 2009: Tackling Regional Climate Change By Leaf Albedo Bio-geoengineering. In: Current Biology 19 (2009), S. 146–150
- Rösch, Chr.; Skarka, J.; Patyk, A.*, 2009: Microalgae – Opportunities and Challenges of an Innovative Energy Source. In: Congress Center Hamburg (CCH) (Hg.): From Research to Industry and Markets. Proceedings zur 17th European Biomass Conference and Exhibition, 29.6.–3.7.2009. Hamburg: Congress Center 2009, 7 Seiten
- Röthlein, B.*, 2006: Zauberkohle aus dem Dampfkochtopf. In: Wissenschaftsmagazin MaxPlanckForschung 2 (2006), S. 20–26
- Royal Society*, 2009: Geoengineering the Climate. Science, Governance and Uncertainty. London; <http://royalsociety.org/Geoengineering-the-climate/> (download 13.7.10), S. 2839–2841

Schippl, J.; Grunwald, A.; Hartlieb, N. et al., 2009: Roadmap Umwelttechnologien 2020. In: Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7519, Karlsruhe

Schippl, J.; Rösch, Chr., 2010: Optionen und Technologien zur Verwertung und Speicherung von CO₂. Potentiale und Forschungsbedarf. Vertiefungsstudie im Rahmen des Projekts Roadmap Umwelttechnologien 2020. Karlsruhe

Seifritz, W., 1990: Der Treibhauseffekt. Technische Maßnahmen zur CO₂-Entsorgung. München

Teir, S.; Eloneva, S.; Fogelholm, C.; Zevenhoven, R., 2009: Fixation of Carbon Dioxide by Producing Hydromagnesite from Serpentine. In: Applied Energy 86 (2009), S. 214–218

Tredici, M.R., 2010: Photobiology of microalgae mass cultures: understanding the tools for the next green revolution. In: Biofuels 1/1 (2010), S. 143–162

Zevenhoven, R.; Kohlmann, J., 2001: CO₂ Sequestration by Magnesium Silicate Mineral Sequestration in Finland. Second Nordic Minisymposium on Carbon Dioxide Capture and Storage, Göteborg, October 26, 2001; <http://www.entek.chalmers.se/~anly/symp/symp2001.html> (download 13.7.10)

Kontakt

Dr. Christine Rösch
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 – 27 04
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 – 48 06
E-Mail: christine.roesch@kit.edu



Informationen zum ITAS

Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie erarbeitet und vermittelt Wissen über die Folgen menschlichen Handelns und ihre Bewertung in Bezug auf die Entwicklung und den Einsatz von neuen Technologien. Alternative Handlungs- und Gestaltungsoptionen werden entworfen und bewertet. ITAS unterstützt dadurch Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und die Öffentlichkeit, Zukunftsentscheidungen auf der Basis des besten verfügbaren Wissens und rationaler Bewertungen zu treffen. Zu diesem Zweck wendet ITAS Methoden der Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse an und entwickelt diese weiter. Untersuchungsgegenstände sind in der Regel übergreifende systemische Zusammenhänge von gesellschaftlichen Wandlungsprozessen und Entwicklungen in Wissenschaft, Technik und Umwelt. Das Institut erarbeitet sein Wissen vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Probleme und Diskurse sowie anstehender Entscheidungen über Technik. Relevante gesellschaftliche Akteure werden in den Forschungs- und Vermittlungsprozess einbezogen. Außerdem greift das ITAS die Problematik der Bewertung von Technik und Technikfolgen mit wissenschaftlichen Mitteln auf. Die Forschungsarbeiten des Instituts haben grundsätzlich einen prospektiven Anteil. Es geht – im Sinne der Vorsorgeforschung – um Vorausschau der Folgen menschlichen Handelns, sowohl als Vorausschau soziotechnischer Entwicklungen (Foresight) als auch als Abschätzung künftiger Folgen heutiger Entscheidungen. Als Richtschnur gilt, dass die Forschungsergebnisse in unterschiedlichen, alternativen Handlungs- und Gestaltungsoptionen gebündelt und in Bezug auf ihre Folgen und Implikationen rational bewertet werden. Das Internetangebot des Instituts finden Sie unter <http://www.itas.fzk.de>.

TA-PROJEKTE

Kritische Abschätzung der CO₂-Lagerkapazitäten in Deutschland

Ein Beitrag für den öffentlichen Diskurs um CCS als Klimaschutzoption

von Samuel Höller und Peter Viebahn,
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

In der kürzlich veröffentlichten „RECCS-plus-Studie“ wurde die im Jahr 2007 erstmals erfolgte integrative Bewertung von CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage) für Deutschland aktualisiert. Neben der vergleichenden Bewertung von CCS und erneuerbaren Energien wurde auf der Basis einer umfassenden Literaturanalyse eine kritische Bewertung des Potenzials für CO₂-Lagerstätten im Untergrund vorgelegt. Die abgeschätzte untere Grenze von 5 Mrd. t CO₂ entspricht einer Einlagerung der Emissionen aus allen großen Punktquellen kalkulatorisch von etwa zwölf Jahren. Aufgrund der in die Abschätzung eingehenden vielfältigen Annahmen bestehen nach wie vor große Unsicherheiten. Dennoch zeigt sich, dass die bisher vorliegenden Abschätzungen in der Tendenz weit überhöht zu sein scheinen. Vor diesem Hintergrund ist die Schätzung einer unteren Grenze sinnvoll, um Industrie und Politik perspektivische Möglichkeiten für eine langfristig aufzubauende Infrastruktur aufzuzeigen.

1 Hintergrund

Mit der RECCS-Studie wurde Anfang 2007 für Deutschland die weltweit erste umfassende, integrierte Bewertung der CCS-Technologie (CO₂-Abtrennung und Lagerung) im Vergleich mit erneuerbaren Energien vorgelegt (Viebahn et al. 2007). In der kürzlich veröffentlichten RECCS-plus-Studie wurde dieser Vergleich aktualisiert und erweitert (Viebahn et al. 2010). Als Resümee wurden sechs Aspekte hervorgehoben, die als Bestimmungsfaktoren für eine mögliche Einführung von CCS in Deutschland angesehen werden. Neben dem Zeitpunkt der großtechnischen Ver-

fügbarekeit der gesamten Technologiekette, dem kraftwerksseitig zur Verfügung stehenden Potenzial an abgeschiedenem CO₂, den Kosten von CCS im Vergleich zu erneuerbaren Energien, der Umweltverträglichkeit von CCS und den rechtlichen Voraussetzungen ist insbesondere das Potenzial an möglichen CO₂-Lagerstätten der bisher unsicherste Aspekt in der gesamten Bewertung. Gerade der letzte Schritt in der CCS-Kette ist jedoch essenziell, um Industrie und Politik perspektivische Möglichkeiten für eine langfristig aufzubauende Infrastruktur aufzeigen zu können.

2 Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Ein Schwerpunkt der vorgelegten Studie war daher die Betrachtung der Lagerkapazitäten, die für CO₂ aus Deutschland in Frage kommen könnten. Zielsetzung der Analyse war es, sowohl für Deutschland als auch für benachbarte Länder

- bereits vorliegende Kapazitätsabschätzungen hinsichtlich ihres Vorgehens und ihrer Annahmen systematisch zu analysieren und miteinander zu vergleichen und
- eine vorsichtige, konservative Abschätzung für die effektive Kapazität im Sinne einer unteren Grenze vorzulegen.

Voraussetzung für die Ablagerung von CO₂ im Untergrund sind Strukturen mit einem geeigneten Porenanteil und einer guten Durchlässigkeit, damit das Gas injiziert werden und sich im Untergrund ausbreiten kann. Diese Voraussetzungen sind in Deutschland in tiefen salzhaltigen Grundwasserleitern (salinen Aquiferen) und in ausgeförderten Erdgasfeldern erfüllt, die Sandsteinschichten in einer Tiefe von 800 bis 2.500 m aufweisen und sich überwiegend auf die Norddeutsche Tiefebene und die Nordsee beschränken. Diese Ablagerungsschichten müssen nach oben zur Erdoberfläche mit einer undurchlässigen Deckschicht abgeschlossen sein, damit das Gas in den geologischen Formationen verbleibt. Aus Sicherheitsgründen wird die Ablagerung auf sog. geologische Fallen beschränkt (May et al. 2005). Fallen sind unterirdische Strukturen, die einem umgedrehten Eimer ähneln. Das injizierte CO₂ verbleibt in den ersten Jahrzehnten im flüssigen Zustand und sammelt sich als Phase in der

Struktur unter der Deckschicht an. Erst langfristig löst sich das Treibhausgas im Porenwasser und kann bei Sättigung mineralisch ausfällen.

Bei der Berechnung des Ablagerungspotenzials wird methodisch zwischen einem „top-down“- und einem „bottom-up“-Ansatz unterschieden. Beim „top-down“-Ansatz (oder auch „volumetrischen Konzept“) wird von einem Gesamtvolumen der Ablagerungsstätten ausgegangen, das nach verschiedenen Kriterien wie ausreichendem Porengehalt, Dichte von CO_2 , Anteil an Fallenstrukturen u. a. eingeschränkt wird. Diese Daten werden aus Punktmessungen gewonnen bzw. abgeschätzt und auf das gesamte Gebiet verallgemeinert. Das so ermittelte „theoretische Potenzial“ wird durch Anwendung eines Effizienzfaktors, der die mögliche Wasserverdrängung und Kompressibilität des Gesteins berücksichtigt, zu einem „effektiven Potenzial“ verringert. Bei der „bottom-up“-Methode werden einzelne Strukturen detailliert betrachtet und deren Kapazitäten zu einem gesamten Ablagerungspotenzial aufaddiert. Während für Aquifere aufgrund mangelnder Daten meist das (relativ unsichere) volumetrische Konzept genutzt wird, werden Kohlenwasserstofffelder in der Regel mittels des „bottom-up“-Ansatzes betrachtet. Das folgende Kapitel gibt die Ergebnisse für die betrachteten salinen Aquifere (onshore und offshore) und Erdgasfelder wieder.

3 Abschätzung der Ablagerungskapazitäten in Deutschland

3.1 Aquifere onshore

Zur Abschätzung der Lagerungskapazitäten in Aquiferen unter deutschem Festland wurden vier existierende Studien vergleichend analysiert, die alle den top-down-Ansatz verfolgen (s. Tab. 1). Die in die jeweilige Berechnung eingehenden Werte für den Anteil der Poren und Fallen im Untergrund variieren nicht besonders stark. Für die ebenfalls notwendige CO_2 -Dichte werden Werte zwischen 600 und 700 kg/m^3 verwendet, was jedoch nur Schwankungen zwischen 14 und 17 % verursacht. Essenziell ist dagegen der Effizienzfaktor, der sich je nach Studie zwischen 0,01 und 40 % bewegt und somit die Resultate um den Faktor 400 beeinflusst.

Die Variation dieses Faktors ist primär auf folgende Annahme zurückzuführen: Befindet sich die Struktur, in die das CO_2 eingelagert wird, in einem offenen System, ist also verbunden mit einem großen Aquifer, oder ist das System geschlossen? Vor allem van der Meer und Egberts (2008) nehmen an, dass jeder Aquifer als geschlossenes System zu betrachten ist und das Formationswasser durch das einströmende CO_2 deshalb nicht aus dem System herausgedrängt werden kann. Da die salinen Aquifere salzwassergesättigte Sandsteinschichten sind, kann demnach nur durch Kompression der vorhandenen Substanzen (Wasser und Gestein) und durch erhöhten Druck im System Platz für CO_2 geschaffen werden.

Dies ist jedoch nur bis zu einem bestimmten Druckanstieg möglich – darüber hinaus besteht die Gefahr, dass z. B. die Deckschicht beschädigt und das CO_2 wieder freigesetzt wird. Der Effizienzfaktor für geschlossene Systeme setzt sich daher aus diesen beiden Komponenten zusammen und ergibt Werte im Bereich von 0,01 bis 1 %, bezogen auf den gesamten betroffenen Aquifer (s. auch Ehlig-Economides und Economides 2010). Von anderen Autoren angenommene, höhere Werte von bis zu 40 % ergeben sich im Allgemeinen daraus, dass von offenen Systemen ausgegangen wird, so dass ein großer Anteil des Porenwassers aus der Fallenstruktur in den angrenzenden Aquifer verdrängt werden kann.

In der RECCS-plus-Studie wird dem ersten, konservativen Ansatz gefolgt, da genaue Erkenntnisse über die Art der Systeme fehlen und aus Sicherheitsgründen die Verdrängung von Wasser aus einer Struktur verhindert werden sollte. Verwendet wird im Basisfall ein Effizienzfaktor von 0,1 % mit einer Schwankungsbreite zwischen 0,045 und 1 %. Diese Effizienzfaktoren wurden aus Kompressibilitätswerten und maximal möglichen Druckanstiegen im Untergrund berechnet (Dose 2008; Ehlig-Economides und Economides 2010; van der Meer 2009; Zhou et al. 2008). Im Basisfall werden eine Gesamtkompressibilität von $10^{-3}/\text{MPa}$ und ein Druckanstieg von 10 MPa veranschlagt, wie es von diesen Autoren als realistisch angesehen wird.

Zur Berechnung der gesamten Kapazität werden weiterhin eine durchschnittliche Porosi-

tät von 20 % und eine CO₂-Dichte von 600 kg/m³ angenommen. Für das Basisvolumen wird von 140.000 km² deutscher Aquiferfläche mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 50 m ausgegangen, angelehnt an Berechnungen von May et al. (2005). Die Auswahl dieser Werte liefert eine CO₂-Lagerungskapazität in onshore Aquiferen von 0,840 Mrd. t CO₂ im Basisfall und 0,378 Mrd. t bzw. 8,4 Mrd. t in den Sensitivitätsanalysen.

3.2 Aquifere offshore

Die erste detaillierte Abschätzung der Ablagerungskapazität der deutschen Nordsee wurde im GeoCapacity-Bericht (Vangkilde-Pedersen et al. 2009b) veröffentlicht, in dem die Autoren nach dem bottom-up-Verfahren vorgehen und geeignete Aquiferstrukturen identifizieren. Da die dort vorgenommene konservative Abschätzung hinsichtlich der in der RECCS-plus Studie angelegten Kriterien realistisch erscheint, wurde darauf verzichtet, eine eigene Abschätzung vorzunehmen. Stattdessen wurde die dort abgeschätzte Kapazität von 2,9 Mrd. t CO₂ (Spannbreite von 1,88 bis 4,5 Mrd. t CO₂) als konservativ übernommen.

3.3 Erdgasfelder

In Aquiferen war der essenzielle Unterschied zwischen den Abschätzungen der Effizienzfaktor. Auch bei Erdgasfeldern sollte im Sinne einer konservativen Abschätzung die Effizienz berücksichtigt werden, die sich hier jedoch darüber definiert, wie viel des geförderten Erdgases durch CO₂ ersetzt werden kann. Vorliegende Ka-

pazitätsberechnungen für Deutschland (Tab. 1) gehen von einem hundertprozentigen Austausch aus. Mehrere Autoren (u. a. Holloway et al. 2006; IEAGHG 2009) sehen diese Annahme jedoch als zu optimistisch an und argumentieren, dass eher Werte von 65 %, 75 % oder 90 % zutreffend seien. Deshalb wurde für die eigene konservative Abschätzung als Basiswert ein Effizienzfaktor von 75 % verwendet und für die obere Variante auf 90 % erhöht. Gegenüber vorliegenden Abschätzungen (2,2–2,8 Mrd. t CO₂) reduziert sich die Ablagerungskapazität der eigenen Abschätzung damit auf 1,62 Mrd. (Effizienz 75 %) bzw. 1,94 Mrd. t CO₂ (Effizienz 90 %).

3.4 Gesamtkapazität für Deutschland

Zusammengefasst summiert sich die konservative Basisabschätzung auf eine Ablagerungskapazität von etwa 5 Mrd. t CO₂ (s. Tab. 1 und Abb. 1). Die beschriebenen Varianten ergeben rund 4 bzw. 15 Mrd. t CO₂. Die Basisabschätzung stellt eine wesentlich geringere Kapazität im Vergleich zu früheren Studien dar, die zwischen 17 und 44 Mrd. t CO₂ ermittelt haben. Der Grund ist, wie oben beschrieben, insbesondere die Annahme über offene oder geschlossene Systeme und damit einen entsprechenden Effizienzfaktor bei den Aquiferen.

Geht man davon aus, dass alle Emissionen aus großen deutschen Punktquellen (>1 Mio. t CO₂/a aus Kraftwerken und Industrie) abgetrennt und gelagert werden sollen, würde die Basiskapazität von 5 Mrd. t CO₂ kalkulatorisch für etwa 12 Jahre reichen (bei CO₂-Emissionen von 388 Mio. t CO₂ im Jahr 2007, einem Energiemehraufwand

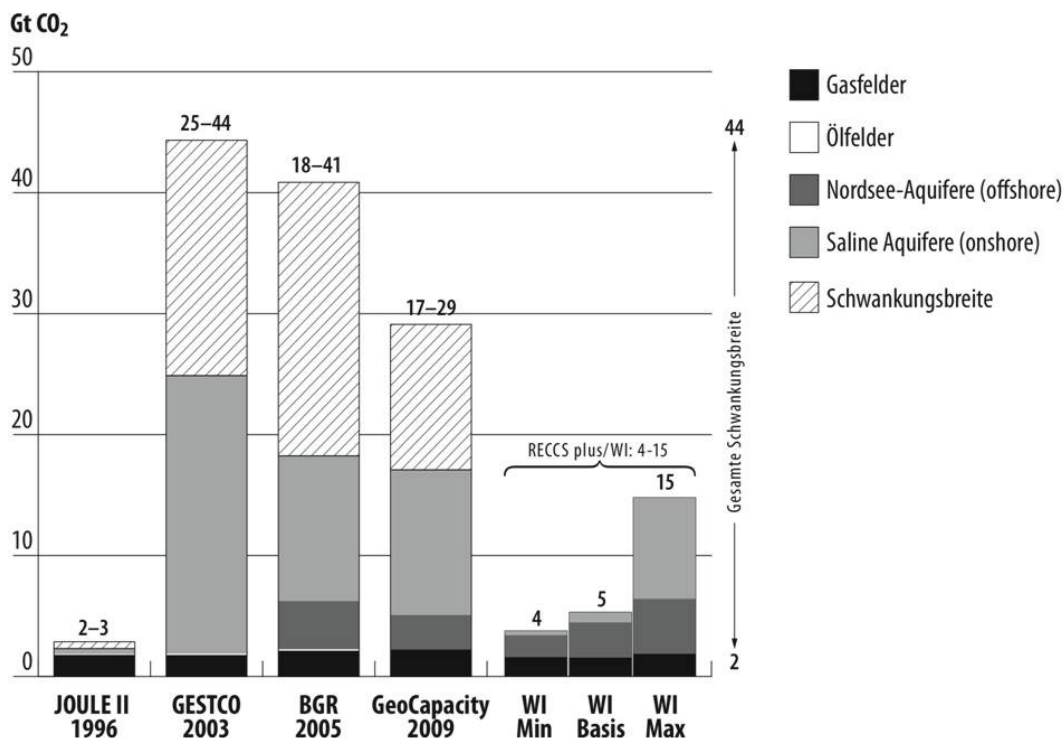
Tab. 1: CO₂-Ablagerungskapazitäten für Deutschland in verschiedenen Formationen (in Gt CO₂)

Formation	JOULE II	GESTCO	BGR	GeoCapacity	Eigene Abschätzung	
	1996	2004	2005	2009	Basiswert	Varianten
Saline Aquifere onshore	0,47	23–42	12–28	12	0,84	0,38 / 8,40
Nordsee Aquifere	?	?	4–10	2,9	2,90	1,88 / 4,50
Gasfelder	2,34	2,23	2,75	2,81	1,62	1,62 / 1,94
Ölfelder	0,06	0,10	0,11	marginal	vernachlässigbar	
Gesamt	≈ 3	25–44	19–41	≈ 17	≈ 5	≈ 4 / ≈ 15

* Eigene Abschätzung: Onshore Aquifere: Effizienzfaktor bezogen auf das Aquifervolumen 0,1 % (Basiswert), 0,045 und 1 % (Varianten); Nordsee Aquifere: Ergebnisse aus GeoCapacity übernommen

JOULE II: van der Straaten et al. 1996; GESTCO: Christensen und Holloway 2004; BGR: Gerling 2008; May 2009; May et al. 2005; GeoCapacity [konservativ]: (Vangkilde-Pedersen et al. 2009a)

Quelle: Eigene Darstellung (nach Viebahn et al. 2010)

Abb. 1: Schätzungen für CO₂-Ablagerungskapazitäten in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung (Viebahn et al. 2010)

für die CCS-Technologiekette von etwa 30 % und einer CO₂-Abscheiderate von 90 % müssten jährlich 454 Mio. t CO₂ endgelagert werden). Geht man von einem „realistischen“ Szenario aus, das in der RECCS-plus-Studie gerechnet wurde, so ergeben sich für den Kraftwerkssektor (ohne Industrie) bis zum Jahr 2050 in der Summe 1,2 Mrd. t abgetrenntes CO₂, das auch im Falle der unteren, konservativen Kapazitätsabschätzung (4 Mrd. t CO₂) ausreichend verbraucht werden könnte. Berücksichtigt werden muss generell jedoch, dass alle vorgelegten Kapazitätsabschätzungen das „effektive“ Potenzial betrachten – dieses könnte sich aufgrund von Akzeptanzproblemen, einem „source-sink-matching“ von CO₂-Quellen und Senken oder auch aufgrund politischer Festlegungen weiter reduzieren (und wird dann als „passende“ Kapazität bezeichnet).

4 Ausblick Europa

Da alle betrachteten Abschätzungen große Unsicherheiten aufweisen und auch nur die „effek-

tive“, nicht die „passende“ Kapazität darstellen, könnte sich die Notwendigkeit ergeben, deutsches CO₂ zukünftig zu exportieren. Die Rechtsgrundlage hierfür wurde durch die CCS-Richtlinie der EU geschaffen. In der RECCS-plus-Studie wurden daher auch vorliegende Studien für die für Deutschland in Frage kommenden möglichen „CO₂-Importländer“ analysiert. Im Gegensatz zu Deutschland wurden hier keine eigene Analyse durchgeführt, sondern die konservativen Szenarien der jeweiligen Studien übernommen.

Danach ergibt sich in den Niederlanden, Frankreich, Dänemark, dem Vereinigten Königreich, Norwegen und Polen eine effektive Ablagerungskapazität von 44 Mrd. t CO₂ (s. Tab. 2). Den mit 48 % größten Anteil weist Norwegen mit 21 Mrd. t CO₂ auf, gefolgt vom Vereinigten Königreich mit 15 Mrd. t CO₂ (34 %). In beiden Ländern sind diese Kapazitäten ausschließlich in der Nordsee zu finden. Die anderen betrachteten Länder haben nur geringe Potenziale zur Verfügung. Die so ermittelten konservativen Potenziale würden ausreichen, die kumulierten CO₂-Emissionen der nächsten 40 Jahre aus allen großen

Tab. 2: Übersicht der konservativen Kapazitätsabschätzungen zur CO₂-Ablagerung anderer EU-Staaten im Vergleich mit den Emissionen aus großen Punktquellen

	Einheit	Niederlande	Frankreich	Dänemark	UK ^b	Norwegen ^b	Polen	Summe		
								Ausland	Deutschland	Gesamt
Emissionen ^a	Mt/a	92	131	28	258	28	188	725	465	1.190
Emissionen in 40 Jahren	Gt	3,7	5,2	1,1	10,3	1,1	7,5	28,9	18,6	47,6
Konservative Ablagerungskapazität	Gt	3	1	1	15	21	3	44	5	49
Rest	Gt	-0,7	-4,2	-0,1	4,7	19,9	-4,5	15,1	-13,6	1,4

a = Emissionen aus großen Punktquellen von Kraftwerken und Industrie (>0,1 Mt CO₂/a)

b = nur offshore

Quelle: Eigene Darstellung (Viebahn et al. 2010)

Punktquellen der analysierten Länder (47,6 Mrd. t CO₂) ablagern zu können. Die Mengenunterschiede zwischen Quellen und Senken zeigen jedoch, dass hierfür eine umfangreiche Transport-Infrastruktur aufgebaut werden müsste.

5 Schlussfolgerungen und Forschungsbedarf

Die vorgestellten Ergebnisse geben eine erste Größenordnung der potenziellen Lagerstätten für CO₂ aus Deutschland an. Allerdings sind diese aufgrund der sehr allgemeinen Annahmen mit großen Unsicherheiten behaftet. Das von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zurzeit in Entwicklung befindliche „Speicherkataster“ ist ein erster Schritt in Richtung größerer Genauigkeit. Allerdings muss für eine wirklich verlässliche Aussage jede potenzielle Ablagerungsstätte einzeln geologisch analysiert und getestet werden.

Andererseits hat die integrative Bewertung innerhalb der RECCS-plus-Studie gezeigt, dass CCS im Kraftwerkssektor für Deutschland zum Erreichen der Klimaziele nicht unbedingt benötigt wird und – durch die aus ökonomischen und verfahrenstechnischen Gründen notwendige Kopplung an Grundlastkraftwerke – in einen Konflikt mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien gelangen könnte. Dagegen könnte die Anwendung von CCS in großen Industrieanlagen zur Abtrennung prozessbedingter Emissio-

nen ein weit wichtigeres Feld darstellen, da dort viele Prozesse nicht wie im Stromsektor auf erneuerbare Energien umgestellt werden können. Auch die Energieerzeugung durch Biomasse mit nachgeschalteter CO₂-Abtrennung wäre denkbar, um langfristig das Treibhausgas der Atmosphäre zu entziehen („negative Emissionen“). Da die Anwendung und das Potenzial von CCS in diesen Bereichen noch erforscht werden müssen, die Lagerungskapazität jedoch beschränkt ist, bedarf es einer Diskussion, potenzielle Lagerstätten für möglicherweise wirklich relevante Anwendungen vorzuhalten und nicht kurzfristig mit CO₂ aus Kraftwerken zu verfüllen.

Ein häufiges Argument der Industrievertreter und Wirtschaftspolitiker lautet, dass die CCS-Technologie einen großen Exportmarkt erschließen würde. Dabei wird angenommen, dass aufstrebende Nationen wie China oder Indien, die massiv auf den Ausbau der Kohleenergie setzen, signifikante CO₂-Reduktion eben nur mit dieser Technologie bewerkstelligen können. Ob CCS in China, Indien und Südafrika tatsächlich relevant werden könnte und wie das Ablagerungspotenzial dieser Länder bewertet werden muss, ist Inhalt eines weiteren Forschungsprojekts des Wuppertal Instituts (WI 2010).

Literatur

Christensen, N.P.; Holloway, S., 2004: GESTCO – Geological Storage of CO₂ from Combustion of Fossil Fuel (Summary Report). Brüssel

Dose, T., 2008: A Consistent Approach to CO₂ Storage Capacity Estimation for Deep Saline Formations. In: DGMK/ÖGEW-Frühjahrstagungsbericht 1/7 (2008), S. 1–11

Ehlig-Economides, C.; Economides, M.J., 2010: Sequestering Carbon Dioxide in a Closed Underground Volume. In: Journal of Petroleum Science and Engineering 70/1–2 (2010), S. 123–130. doi: 10.1016/j.petrol.2009.11.002

Gerling, J.P., 2008: Geologische CO₂-Speicherung als Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung. Bergbau 10 (2008), S. 472–475

Holloway, S.; Vincent, C.; Bentham, M.; Kirk, K., 2006: Top-down and Bottom-up Estimates of CO₂ Storage Capacity in the UK Sector of the Southern North Sea Basin. In: Environmental Geosciences 13/2 (2006), S. 71–84; doi: 10.1306/eg.11080505015

IEAGHG – IEA Greenhouse Gas R&D Programme, 2009: CO₂ Storage in Depleted Gas Fields. Technical study Nr. 2009/01

May, F., 2009: Aquifer Storage: An Option for Emission Reduction in Germany. Hannover BGR

May, F.; Müller, C.; Bernstone, C., 2005: How Much CO₂ Can be Stored in Deep Saline Aquifers in Germany? In: VGB PowerTech 85/6 (2005), S. 32–37

van der Meer, L.G.H., 2009: TNO – National Geological Survey of the Netherlands

van der Meer, L.G.H.; Egberts, P., 2008: A General Method for Calculating Subsurface CO₂ Storage Capacity. Paper for presentation at the 2008 Offshore Technology Conference in Houston, Texas, U.S.A., OTC 19309

van der Straaten, R.; Elewaut, E.; Koelewijn, D. et al., 1996: Inventory of the CO₂ Storage Capacity of the European Union and Norway. In Final report of the Joule II project No. CT92-0031: The Underground Disposal of Carbon Dioxide. Nottingham

Vangkilde-Pedersen, T.; Neele, F.; Wojcicki, A. et al., 2009a: GeoCapacity (Endbericht Nr. D 42). Denmark

Vangkilde-Pedersen, T.; Neele, F.; Wojcicki, A. et al., 2009b: Storage Capacity (Technical Report D16 WP2 Nr. SES6-518318). EU GeoCapacity. GEUS

Viebahn, P.; Fishedick, M.; Nitsch, J., 2007: CO₂-Abtrennung und Speicherung in Deutschland. Kosten, Ökobilanzen und Szenarien im Rahmen einer integrativen Bewertung. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 16/3 (2007). Karlsruhe, S. 70–77

Viebahn, P.; Dietrich, L.; Esken, A. et al., 2010: RECCS plus – Regenerative Energien (RE) im Vergleich mit CO₂-Abtrennung und -Ablagerung (CCS). Update und Erweiterung der RECCS-Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Reaktorsicherheit und Naturschutz. Wuppertal

WI – Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, 2010: CCS global – die globalen Perspektiven von Carbon Capture and Storage Technologies (CCS) in Schwellenländern. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU; http://www.wupperinst.org/de/projekte/proj/index.html?projekt_id=292&bid=136

Zhou, Q.; Birkholzer, J.T.; Tsang, C.; Rutqvist, J., 2008: A Method for Quick Assessment of CO₂ Storage Capacity in Closed and Semi-closed Saline Formations. In: International Journal of Greenhouse Gas Control 2/4 (2008), S. 626–639

Kontakt

Dr. Peter Viebahn
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
GmbH
Postfach 10 04 80, 42004 Wuppertal
Tel.: +49 (0) 2 02 / 24 92 - 3 06
Fax: +49 (0) 2 02 / 24 92 - 1 98
E-Mail: Peter.Viebahn@wupperinst.org
Internet: <http://www.wupperinst.org/CCS/>

« »

Mobil mit Biomasse

Techno-ökonomischer Vergleich des Einsatzes von Strom, SNG und Fischer-Tropsch-Kraftstoff aus Biomasse im Pkw-Bereich

von Oliver Hurtig und Ludwig Leible, ITAS

Der Einsatz von erneuerbaren Energien im Mobilitätssektor ist mit hohen Erwartungen verknüpft. Im vorgestellten Dissertationsprojekt werden Strom, SNG (Substitute Natural Gas, Ersatz für Erdgas) und Fischer-Tropsch(FT)-Kraftstoff aus Biomasse als Sekundärenergieträger zum Antrieb eines Pkw verglichen. Aufbauend auf laufenden und abgeschlossenen Projekten des ITAS zum Thema Bioenergie werden die Prozessketten vom Anbau der Biomasse bis zum Antrieb des Pkw (des Rads) untersucht (die sog. „well-to-wheel-Analyse“, WTW)¹ und zusätzlich Antriebskonzepten gegenübergestellt, die fossile Primärenergieträger einsetzen. Der Schwerpunkt der systemanalytischen Untersuchung liegt beim Einsatz der biogenen, regenerativen Energieträger im Pkw. Mit diesem Vorhaben soll ein Beitrag zur Beantwortung der Frage geleistet werden, über welchen Sekundärenergieträger und welches Antriebskonzept der Einsatz von Biomasse am sinnvollsten für die Mobilität im Pkw-Bereich umgesetzt werden kann.

1 Hintergrund

Der Verkehr verursacht in Deutschland mit über 14 Prozent der Treibhausgasemissionen² und mehr als einem Drittel der Feinstaub-Emissionen einen erheblichen Anteil der anthropogenen Umweltbelastungen (BMU 2009; Umweltbundesamt 2009). Eine weitere Verschärfung der Grenzwerte vermindert zwar den Ausstoß von Schadstoffen und Treibhausgasen pro Fahrzeugkilometer. Steigt gleichzeitig aber das Verkehrsaufkommen, so ist von keiner bzw. nur von einer geringen Reduzierung der Gesamtemissionen auszugehen.

Darüber hinaus ist Erdöl als Basis konventioneller Kraftstoffe ein endlicher Rohstoff, von dessen Import Deutschland in starkem Maße abhängig ist. Spätestens seit der ersten Ölkrise 1973 sehen sich Wissenschaft und Automobilindustrie

daher veranlasst, nach alternativen Kraftstoffen und Antriebskonzepten zu suchen (Europäische Union 2009; Hurtig et al. 2010).

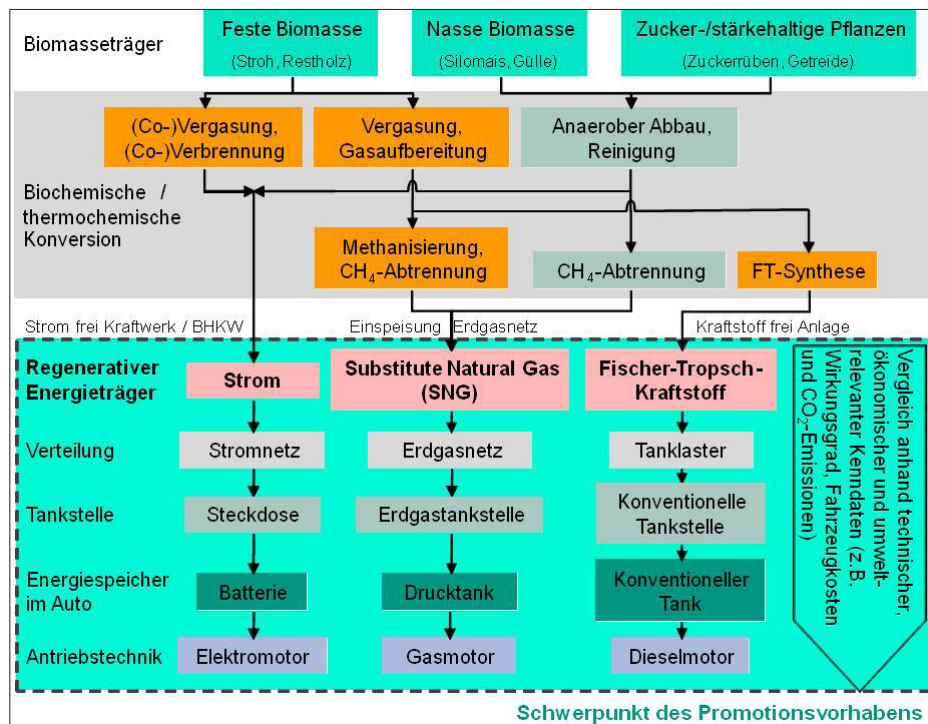
Bei den Analysen und Bewertungen zu alternativen Kraftstoff- und Antriebskonzepten wird in den letzten Jahren zunehmend eine ganzheitliche Betrachtungsweise verfolgt. Durch Gegenüberstellung der wesentlichen technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Kennwerte soll so eine Gesamtbewertung der verschiedenen Alternativen ermöglicht werden. Auf der ökonomischen Seite beinhaltet dies beispielsweise eine Bestimmung der Gesamtkosten über den gesamten Herstellungs- und Nutzungsprozess des Pkw. Auf der Umweltseite ist zur Analyse und Bewertung der Umweltauswirkungen insbesondere der Schadstoff- und Treibhausgasausstoß sowie der Ressourcenverbrauch über die gesamte Kette – von der Primärenergiequelle bis zur Nutzung des Sekundärenergieträgers im Fahrzeug – zu untersuchen. Zusätzlich sollten auch die Herstellung und Entsorgung des Pkw in die Untersuchungen mit einbezogen werden.

Im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse können so beispielsweise Kosten zur Vermeidung von treibhausrelevanten Emissionen – die sog. Treibhausgasvermeidungskosten – abgeleitet werden. Mit Blick auf die Nutzung von Biomasse im Mobilitätssektor lässt sich hieran bemessen und bewerten, welche Kraftstoff- und Antriebsalternativen am effizientesten zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor beitragen können.

2 Ziele

ITAS hat bisher in seinen Studien verschiedene Varianten der Bereitstellung von Wärme, Strom und FT-Kraftstoff aus Biomasse analysiert (Leible, Kälber, Kappler 2007; Leible, Kälber, Kappler et al. 2007; Leible, Kälber, Nieke 2006). Aktuell wird die Bereitstellung von SNG über Biogas und thermochemisch erzeugtem Gas und seine Verwendung zur Produktion von Wärme, Strom und Kraftstoff untersucht. Diese systemanalytischen Arbeiten wurden bzw. werden von ITAS mit der Zielsetzung durchgeführt, die energetische Nutzung von Biomasse in ihr technisches, ökonomisches und umweltrelevantes Umfeld

Abb. 1: Untersuchte Pfade zur Nutzung von Biomasse im Pkw-Antrieb



Quelle: Eigene Darstellung

einzuordnen und zu bewerten. Der Frage, wie die energetische Biomassenutzung am sinnvollsten im Mobilitätssektor umgesetzt werden kann, wurde hierbei noch nicht detailliert nachgegangen. An dieser Stelle soll das im Folgenden vorgestellte Dissertationsvorhaben ansetzen.

In enger Verzahnung mit den am ITAS durchgeführten Studien wird anhand von technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Aspekten ein Vergleich der aus Biomasse bereitgestellten Sekundärenergieträger Strom, SNG und FT-Kraftstoff zur Nutzung im Pkw-Antrieb erstellt. Zur besseren Einordnung dieses Vergleichs werden die biogenen Sekundärenergieträger darüber hinaus mit der entsprechenden fossilen Referenz verglichen: Strom aus Biomasse wird mit Strom aus fossilen Rohstoffen verglichen, SNG mit Erdgas und FT-Kraftstoff mit Diesel.

Das Dissertationsvorhaben von Oliver Hurtig soll somit letztendlich auch einen Beitrag zur Beantwortung der Fragestellung leisten, wie die zukünftige Mobilität nachhaltiger gestaltet werden kann.

3 Forschungsansatz

Um einen Vergleich der ausgewählten Sekundärenergieträger Strom, SNG und FT-Kraftstoff – jeweils aus Biomasse – beim Pkw-Antrieb durchführen zu können, werden alle in Abbildung 1 schematisch dargestellten Prozesse untersucht; hierbei liegt der Schwerpunkt auf der Nutzungsphase des Sekundärenergieträgers beim Pkw-Antrieb. Dabei orientiert sich die systemanalytische Herangehensweise am „well-to-wheel“ (WTW)-Ansatz³. Um jeden Prozess realitätsnah beschreiben zu können, werden Kennzahlen abgeleitet und mit Angaben aus verschiedenen Literaturquellen verglichen und bewertet.

In einem ersten Schritt müssen jedoch zunächst alle Rahmenbedingungen festgelegt werden, die für eine solche systemanalytische Untersuchung maßgeblich sind.

Durch die Ermittlung und Zugrundelegung des typischen Fahrverhaltens werden die Anforderungen (z. B. Reichweite) an die zu untersuchenden Pkw festgelegt und anhand dieser die für einen Vergleich interessanten Fahrzeuge

ausgewählt. Anschließend werden diese Pkw in ihrer Herstellungs- und Betriebsphase hinsichtlich ihrer technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Merkmale beschrieben. In ihrer Betriebsphase wird zuerst der Betrieb mit fossilen Kraftstoffen (Erdgas, Diesel und Strom aus dem deutschen Strommix) untersucht, um dann die Unterschiede im Betrieb mit biogenen Kraftstoffen (SNG, FT-Kraftstoff, Strom aus Biomasse) herauszuarbeiten. Für die Bereitstellung der Kraftstoffe aus Biomasse wird auf Ergebnisse aus Projekten von ITAS zurückgegriffen.

Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wird darauf geachtet, dass die Pkw einen ähnlichen Einsatzbereich haben und dass sie schon als Prototyp verfügbar sind. Beim Vergleich von Pkw aus der Serienfertigung und Prototypen muss berücksichtigt werden, dass sich hierbei die Belastbarkeit der Datenbasis stark unterscheidet.

Soweit möglich, werden – neben der Betriebsphase – bei der Analyse und Bewertung darüber hinaus alle wichtigen Stoffströme, Emissionen und Energieströme berücksichtigt, die mit der Herstellung und Entsorgung des Fahrzeugs zusammenhängen. Insbesondere soll untersucht werden, inwieweit die Herstellung und Entsorgung der Pkw Auswirkung auf die Gesamtbilanz eines Fahrzeugs haben – auch unter ökonomischer Sicht. Ziel ist eine differenziertere abschließende Bewertung als dies mit der ausschließlichen Bewertung der Betriebsphase des Fahrzeugs möglich ist. Der Blick auf die Herstellungsphase legt den Schwerpunkt darauf, Unterschiede im Antriebsstrang zwischen den untersuchten Fahrzeugen herauszuarbeiten. Der Antriebsstrang besteht in diesem Fall aus dem Energiespeicher im Auto und der Antriebstechnik (s. Abb. 1).

Beim Vergleich der verschiedenen Antriebstechnologien muss berücksichtigt werden, wie schnell sich neue Technologien durchsetzen und Kostendegressionen sowie technische Verbesserungen durch Lern- und Stückzahleneffekte erreicht werden können. Mit Blick auf diese Effekte sind entsprechende Szenarienannahmen zu treffen. Nur so kann eine solide Abschätzung insbesondere der Kosten erreicht werden.

Ein wesentlicher Bestandteil des Promotionsvorhabens liegt in der Entwicklung eines EDV-gestützten Modells, um die Datenhaltung

und -vernetzung sowie die Vergleichbarkeit und Flexibilität der durchgeführten Analysen sicherzustellen. Damit soll gewährleistet werden, dass zum Beispiel neuere Entwicklungen, Preisänderungen oder neue Fahrzeugtypen leicht in einen Gesamtvergleich eingebaut werden können. Dieses EDV-Modell nutzt die ermittelten Kenndaten der Pkw und der gesamten Prozesskette sowie die anpassbaren Parameter – wie z. B. die gefahrenen Kilometer pro Jahr –, um beispielsweise die Mobilitätskosten oder die Minderungskosten für treibhausrelevante Emissionen zu berechnen.

4 Ausblick

Diese systemanalytische Untersuchung wird wesentliche Ergebnisse liefern, die eine Einordnung und Beantwortung der Frage erlauben, über welche Sekundärenergieträger (Strom, SNG, FT-Kraftstoff) und Antriebskonzepte die Biomasse am sinnvollsten einen Beitrag zur Aufrechterhaltung der Mobilität leisten kann. Die Kosten pro Personenkilometer oder die damit verbundenen CO₂-Minderungskosten werden für diese Einordnung und Bewertung von besonderer Bedeutung sein. Nicht zuletzt ergeben sich hieraus Schlussfolgerungen und Empfehlungen nicht nur für weitere Forschungsvorhaben, sondern auch für die Politik, die die eingangs erwähnten, hohen Erwartungen an erneuerbare Energien im Mobilitätssektor formuliert.

Anmerkung

- 1) Vgl. EUCAR, CONCAWE, JRC 2008.
- 2) Unter Treibhausgasen werden alle Gase zusammengefasst, die zur Temperaturerhöhung des Klimas beitragen. Die Angaben erfolgen in CO₂-Äquivalenten unter Berücksichtigung der spezifischen Treibhauswirksamkeit der Gase – gemessen am CO₂.
- 3) Bei diesem Ansatz werden alle Prozessschritte von der Förderung des Primärenergieträgers bzw. des Anbaus der Biomasse bis zum Antrieb des Rads untersucht. Dieser Ansatz wird z. B. in Leible et al. (2006) näher beschrieben.

Literatur

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2009: Erneuerbare Energien in Zah-

len. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Bonn; http://www.erneuerbare-energien.de/files/erneuerbare_energien/downloads/application/pdf/broschuere_ee_zahlen_bf.pdf (download 27.11.09)

EUCAR – European Council for Automotive R&D; CONCAWE – The oil companies' European association for environment, health and safety in refining and distribution; JRC – Institute for Environment and Sustainability of the EU Commission's Joint Research Centre, 2008: JEC Well-to-Wheels study Version 3; <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW.html> (download 28.8.09)

Europäische Union, 2009: Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:DE:PDF> (download 3.2.10)

Hurtig, O.; Leible, L.; Kappler, G.; Kälber, S., 2010: Innovative Kraftstoff- und Antriebskonzepte von BMW, Daimler und VW seit der 1. Ölkrise 1973. Karlsruhe

Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G., 2007: BTL/Synthetische Kraftstoffe – Technik, Wirtschaftlichkeit und Zukunftsfähigkeit. In: Bio- und Sekundärrohstoffverwertung. Witzenhausen

Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G. et al., 2007: Kraftstoff, Strom und Wärme aus Stroh und Waldrestholz: eine systematische Untersuchung. Karlsruhe, Forschungszentrum Karlsruhe; <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA7170.pdf> (download 9.2.10)

Leible, L.; Kälber, S.; Nieke, E., 2006: Schwerpunkt Biogene Kraftstoffe – Kraftstoffe der Zukunft? Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 15/1 (2006), S. 4–72

UBA – Umweltbundesamt, 2009: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2007; <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3727.pdf> (download 28.4.10)

Kontakt

Dipl.-Ing. Oliver Hurtig
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 68 75
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 60 45
E-Mail: oliver.hurtig@kit.edu



Forschung im Bereich der Entwicklung Neuer Materialien

Das Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Profilbildung und Technologietransfer – das Projekt InnoMat

von Rainer Bräutigam, ITAS

In einer explorativ angelegten Studie zum Wissens- und Technologietransfer aus öffentlich finanzierter Forschung in die industrielle Anwendung im Bereich „Neue Materialien“ wurden neun unterschiedliche Transferprojekte über einen Zeitraum von drei Jahren begleitet und das Transferhandeln dieser Projekte wurde detailliert analysiert. Der vorliegende Bericht beschreibt die methodische Vorgehensweise in dieser inzwischen abgeschlossenen Studie und gibt einen kleinen Einblick in die dabei erzielten Ergebnisse.

1 Ausgangslage

Die Entwicklung von neuen Materialien sowie von Technologien für deren Produktion und Verarbeitung ist Grundlage der allgemeinen Technikentwicklung, da neue Materialien ein wesentlicher Bestandteil hochinnovativer Technikfelder sind. Viele Erfolge in einer Reihe von Schlüsseltechnologien wären ohne den Einsatz neuer Materialien nicht denkbar. Nur ein Teil der Neuentwicklungen in der Materialforschung kann jedoch wirtschaftlich erfolgreich eingesetzt werden. Dies ist im Regelfall dann möglich, wenn durch die Materialinnovation neue Produkte ermöglicht und durch diese wiederum neue Märkte erschlossen werden können. Viele neue Funktionswerkstoffe, die nur in geringen Mengen benötigt werden, finden dagegen oft keinen Hersteller, da die Aufwendungen für ihre Entwicklung einerseits hoch sind und die beim Hersteller stattfindende Wertschöpfung andererseits zu gering ist.

Da die Entwicklung neuer Werkstoffe und deren Überführung in marktfähige Produkte in einem Prozess erfolgt, dessen Erfolg wesentlich von der Qualität der Zusammenarbeit von Materialforschung, Materialherstellung und diesbezüglicher Verfahrenstechnik sowie dem Endan-

wender und seiner Fertigungstechnik geprägt ist, eröffnen sich eine Reihe von Forschungsfragen, die auch die Transferkompetenz staatlich finanzierter Forschung berühren. Bei den Forschern aus der Materialforschung selbst wächst der Bedarf, sich kompetent und erfolgreich innerhalb der verschiedenen Optionen des Technologietransfers zu bewegen und dabei die eigenen Chancen und Nachteile reflektieren zu können.

Betrachtet man den aktuellen Stand der Forschung zur Analyse dieser Innovations- und Transferprozesse, so ist festzustellen, dass kaum empirische Studien vorliegen, die auf der Ebene konkreten Forschungs- und Entwicklung (F&E)-Handelns ansetzen und die Ergebnisse dieser Analysen mit Erkenntnissen der Wissenssoziologie, Innovationsforschung und Technikfolgenabschätzung verknüpfen. In dem von der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds geförderten Projekt „Wissens- und Technologietransfer in der Materialforschung – Merkmale und Bedingungen erfolgreicher Produktinnovation (InnoMat)“ (Laufzeit 1.4.2006 bis 31.12.2009) wurde daher eine empirische Analyse des Wissens- und Technologietransfers (WTT) aus staatlich finanzierten Forschungseinrichtungen in die industrielle Anwendung am Beispiel von neun Materialforschungsprojekten aus drei Typen von Forschungsorganisationen (Fraunhofer-Instituten, Technischen Universitäten sowie der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren) durchgeführt. Dabei wurden kontextspezifische Transfermuster ermittelt, deren Chancen und Risiken untersucht, und daran anschließend Empfehlungen zur Optimierung dieses Transferhandelns erarbeitet.

2 Methodischer Ansatz

Transferprozesse in der Materialforschung zeichnen sich durch hohe Komplexität, die Beteiligung unterschiedlichster Akteure und lange Laufzeiten aus. Dies erfordert den qualifizierten Einsatz speziell ausgewählter und darauf abgestimmter Erhebungsverfahren. In InnoMat wurden daher systemanalytische Fragestellungen mit etablierten sozialwissenschaftlichen Instrumenten kombiniert. Das Forschungsdesign war

explorativ und dialogisch ausgerichtet. Sowohl Materialforschungsteams als auch potenzielle Anwender wurden früh in die Durchführung der Studie eingebunden. Zu den eingesetzten Forschungsverfahren gehörten u. a. Leitfaden-Interviews, teilnehmende Beobachtungen, Workshops gemeinsam mit den Forschungspartnern und den Materialforschern, Dokumentenanalyse und Telefoninterviews sowie themenzentrierte Experten-Interviews.

Konkret wurden während der Laufzeit des Projektes in drei Interviewwellen jeweils neun Interviews durchgeführt. Diese Interviews wurden aufgezeichnet, transkribiert und anschließend ausgewertet. Zusätzlich wurden zahlreiche Experteninterviews sowohl mit Vertretern der Materialforschungsprojekte als auch mit Vertretern von der industriellen Anwenderseite durchgeführt. Im Rahmen eines dialogischen Forschungsprozesses wurden auf drei Workshops, die gemeinsam mit den Forschungspartnern sowie den Vertretern der einzelnen Materialforschungsprojekte veranstaltet wurden, die Vorgehensweise im Projekt sowie die bis zum Zeitpunkt der jeweiligen Veranstaltung erzielten Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse dieser Diskussionen flossen dann wieder in die wissenschaftlichen Auswertungen ein.

3 Beteiligte Forschergruppen

Das Projekt InnoMat wurde unter Federführung des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie (KIT) gemeinsam mit folgenden Forschungspartnern durchgeführt:

- Deutsche Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer,
- Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung in Karlsruhe,
- Forschungsstelle Internationales Management und Innovation der Universität Stuttgart-Hohenheim.

Das Transferhandeln folgender Projekte wurde während der Laufzeit von InnoMat untersucht und analysiert:

Projekte der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V.:

- „Optimierte industrielle Fertigung von Faserverbundstrukturen mit modularer innovativer Mikrowellentechnik“
Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik, Karlsruhe
- „Herstellung von keramischen Faserverbundwerkstoffen zur Anwendung als Reibbeläge für Hochleistungsaufzüge“
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Stuttgart, Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung
- „Entwicklung von metallischen Interkonnectorwerkstoffen sowie von Keramiken für Hochtemperatur-Brennstoffzellen“
Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung (IEF1)

Projekte aus Fraunhofer-Instituten:

- „Entwicklung von Schäumen aus thermoplastischen Polymeren“
Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, Karlsruhe
- „Entwicklung von Aktuator-Systemen auf der Basis von Kohlenstoff-Nano-Tubes“
Fraunhofer Institut für Silicatforschung, Würzburg
- „Nano-Keramiken“
Fraunhofer Institut für keramische Technologien und Sinterwerkstoffe, Dresden

Projekte aus Technischen Universitäten:

- „Erschließung von Anwendungsfeldern für Materialien mit Formgedächtnis (NiTiNol) in der Medizin“
Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen
- „Antimikrobielle Ausrüstung von Polymeren durch silberhaltige Füllstoffe“
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Werkstoffwissenschaften – Lehrstuhl für Polymerwerkstoffe
- „Strukturoptimierungsstrategien durch Kombination von Verfahren und Werkstoffen am Beispiel von Faserverbundwerkstoffen“
Technische Universität Clausthal-Zellerfeld, Institut für Polymer -Werkstoff- und Kunststoff-Technik, Clausthal-Zellerfeld

Wie die aufgeführte Darstellung der am Projekt beteiligten Institutionen zeigt, wurde mit InnoMat ein multidisziplinäres Vorhaben realisiert, bei dem das Forschungsteam auch multidisziplinär zusammengesetzt war. Beteiligt waren Forscher aus den Bereichen Sozialwissenschaften und Soziologie, Betriebswirtschaft und Ökonomie, Politikwissenschaften sowie Naturwissenschaften. Bei der Auswertung der empirischen Ergebnisse wurden die verschiedenen disziplinären Wissensbestände integriert. Die erarbeiteten Empfehlungen spiegeln ebenso diese multidisziplinäre Perspektive wider.

4 Ergebnisse

Im Rahmen des InnoMat-Forschungsprozesses wurden anhand der Auswertung der geführten Interviews und Expertengespräche, der gemeinsam mit den Vertretern der Materialforschungsprojekte veranstalteten Workshops, der Auswertung von für das Thema relevanter Literatur sowie dem Wissen der beteiligten Forschungspartner Empfehlungen für unterschiedliche Aspekte des Wissens- und Technologietransfers erarbeitet. Einige dieser Empfehlungen werden im Folgenden wiedergegeben.

Empfehlungen für Forscherteams

Die Anreizstrukturen in der öffentlichen Forschung setzen Wissens- und Technologietransfer nicht in den Mittelpunkt der eingeforderten Leistung. Zentrale Kriterien sind die Einwerbung von Projektmitteln, Ausbildungsleistungen oder wissenschaftliche Profilbildung (etwa durch Publikationen und Promotionen). WTT-Projekte sind in ihrem Design und ihren Zielen diesen Kriterien oft nachgeordnet.

Daraus und aus weiteren Anforderungen (WTT als Evaluationskriterium) resultiert die Anforderung an die Materialforschungsteams, WTT-Aktivitäten professionell zu managen und langfristig zu planen, aber auch, sich frühzeitig über die individuellen Ziele jedes Akteurs auszutauschen und auf gemeinsame Ziele zu verständigen. Oben genannte Rahmenbedingungen stehen dem aber häufig im Weg. Daraus resultiert ein spezifisches Spannungsfeld, in dem Ent-

scheider auf Seiten der Materialforschungsteams strategisch vorgehen müssen.

Empfehlungen für die Forschungspolitik

Neue Werkstoffe sind ein sektorübergreifendes Forschungs- und Innovationsfeld. Der Innovationsprozess neuer Werkstoffe baut auf technologischem Wissen aus vielen unterschiedlichen Disziplinen auf. Daraus resultieren die Bedeutung der interdisziplinären Zusammenarbeit und des Managements von interdisziplinär zusammengesetzten Teams sowie die stärkere Integration von ökonomischen Fragestellungen in die Ausbildung von Werkstoffwissenschaftlern. Darüber hinaus könnte die Zusammenarbeit von verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen durch zukünftige Förderprogramme und für ausgewählte Problemstellungen der Materialforschung explizit erwünscht bzw. honoriert werden.

Empfehlungen für Forschungseinrichtungen

Forscherteams verfolgen oft längerfristige Entwicklungslinien, die sie mit aktuellen Projektkonstellationen und -gelegenheiten abgleichen. Diese wechselseitige Anpassung wird durch individuelle Präferenzen wie auch institutionelle Erwartungen mitgestaltet. In vielen Einrichtungen laufen mehrere thematisch nahestehende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben parallel. Diese z. T. nur wenig aufeinander bezogenen, aber durch die Schlüsselpersonen der Materialforschungsteams und deren Kompetenzen verknüpften Projekte versprechen einerseits thematische Synergien, hinreichende Flexibilität bei dem Aufgreifen neuer Herausforderungen und den Erhalt eines erfahrenen Projektkernteam. Andererseits erscheinen sie immer wieder auch als zu wenig aufeinander abgestimmt und erfordern so mindestens deren regelmäßige Überprüfung durch die Schlüsselpersonen und Leitungsebene der jeweiligen Materialforschungsgruppe.

Die inhärente Dynamik von WTT, die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung zwangsläufig miteinander verknüpft, hat Konsequenzen für die Wissensbestände, die in derartigen Vorhaben zum Einsatz kommen: Der

Transfer von Wissen führt zur partiellen wissenschaftlichen „Entwertung“ dieses Wissens des jeweiligen Forschungsteams, da anwendungsrelevantes Wissen zum jeweiligen Transferprodukt an Dritte weitergereicht werden muss und damit zu (halb-)öffentlichem Wissen wird. Um den Verlust dieser vormals exklusiven Wissensbestände bei den Materialforschern zu kompensieren, benötigt die Akquise neuer Transfervorhaben wiederum „neues“ Wissen, für dessen Aufbau Ressourcen (insbes. Zeit und Personalmittel) freigemacht werden müssen. Die Forscher müssen daher in Transfervorhaben auch immer versuchen, neues Wissen zu generieren. Allerdings werden diese Möglichkeiten durch eine zu restriktive Projekt- und Transferorientierung der Forschungspraxis stark eingeschränkt.

Empfehlungen für das Innovationsmanagement

Für die nachhaltige Durchsetzung von Werkstoff-Innovationen sollte ein integrierter, sich selbst verstärkender Zyklus der Innovation verfolgt und in Gang gesetzt werden. Darunter ist einerseits zu verstehen, dass der gesamte Zyklus der Werkstoff-Innovation schon in frühen Phasen auf die erfolgreiche Durchsetzung in breiten Marktsegmenten ausgerichtet wird. Andererseits muss der Zyklus der Innovation durch dauerhafte Reinvestitionen von erzielten Erträgen in die Weiterentwicklung des Werkstoffes aufrechterhalten werden. Ein grundsätzliches Problem in der Werkstoff-Innovation tritt jedoch schon in der Planungsphase auf. Langfristige Pläne, die lediglich auf die erfolgreiche Erstanwendung in einer Marktnische ausgerichtet sind, könnten wichtige Merkmale für eine spätere Massenanwendung vernachlässigen. Die Vernachlässigung dieser Merkmale ist ein Faktor, der als Ursache der oft problematischen Umsetzung von neuen Werkstoffen in umsatzstarke Anwendungen anzusehen ist.

Förderung des Transfers von marktbezogenem Wissen in Werkstoff-Innovationsprojekten

Bei Werkstoff-Innovationsprojekten zwischen Forschungseinrichtungen und Industriefirmen muss Wert auf einen wechselseitigen Wissens-

austausch mit hoher Transparenz gelegt werden. Nur dann ist die Interaktion zwischen öffentlicher Forschung und der Industrie auf mittel- und langfristige Sicht tragfähig.

In der Zusammenarbeit mit Industriepartnern wird durch die Forscher oft die Intransparenz unternehmerischer Entscheidungsabläufe – sowohl im Hinblick auf die Übernahme ihrer Forschungsergebnisse als auch auf die mit der Materialentwicklung verbundenen Produktstrategien – beklagt. Dies führt nicht selten zu einer gewissen Resignation bei den Forschern: Einerseits wird erwartet, dass man „umsetzbare“ Materialentwicklungen verfolgt – eine Aufgabe, der sich viele Materialforscher explizit auch gerne stellen, da Werte wie „gesellschaftlicher Nutzen“ und „Stärkung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Standortes“ für sie einen hohen Stellenwert besitzen. Andererseits fühlen sie sich in einer ungleichen Partnerschaft eher auf eine Dienstleistungsfunktion reduziert, da sie weder an Umsetzungsentscheidungen beteiligt sind noch diese ihnen gegenüber adäquat kommuniziert werden. Ein Schritt zu einer Lösung dieser Frage könnte eine größere Transparenz sowie ein offener Austausch über die jeweiligen Ziele und Erwartungen jeder Seite sein.

Industriefirmen, die in einem Werkstoff-Innovationsprojekt gemeinsam mit einer öffentlichen Forschungseinrichtung oder einer Universität arbeiten, sollten daher den Transfer von marktbezogenem Wissen in die Forschungseinrichtung auch als eigene Verpflichtung wahrnehmen. Natürlich bewegen sich Unternehmen an diesem Punkt in einem Spannungsfeld. Marktbezogenes Wissen ist nicht selten die Basis für Wettbewerbsvorteile und die Weitergabe dieses Wissens an einen Forschungspartner birgt die Gefahr des unkontrollierten Wissensabflusses. Dennoch sollten Unternehmen marktbezogenes Wissen an ihre Forschungspartner weitergeben, da diese hierdurch ein besseres Verständnis für die Bedürfnisse und Gesetzmäßigkeiten der Märkte entwickeln können und in die Lage versetzt werden, ihr Forschungsprogramm besser auf die Märkte auszurichten. Ein Unternehmen, das marktbezogenes Wissen an die Einrichtung weitergibt, kann durch eine langfristige und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit diesem For-

schungspartner von dessen verbessertem Verständnis für die wirtschaftlichen Anforderungen an Werkstoff-Innovationen profitieren. Andererseits müssen Forscher lernen, ihr Wissensportfolio nach solchem Wissen zu unterscheiden, das im öffentlichen Raum entstand und publizierbar ist und nach solchem, das vertraulich und exklusiv zu behandeln ist. Die Industrieseite glaubt häufig, dass dieses Bewusstsein und Handeln heute in deutschen Forschungslaboren noch nicht selbstverständlich ist; sie befürchtet – sicher nicht immer zu Unrecht – einen sehr laschen Umgang mit vertraulichen Informationen aus den Unternehmen. Das ist ein starkes Hemmnis für die Ausweitung der so dringend benötigten engeren Industrie-Wissenschafts-Kooperation.

5 Ausblick

Eine ausführliche Darstellung des Projektdesigns, der methodischen Vorgehensweise sowie der erzielten Ergebnisse findet sich in der im Springer-Verlag voraussichtlich Ende des Jahres erscheinenden Buchpublikation von Klaus-Rainer Bräutigam und Alexander Gerybadze (Herausgeber) mit dem Titel „Wissens- und Technologietransfer als Innovationstreiber“.

Kontakt

Dipl.-Phys. Klaus-Rainer Bräutigam
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 73
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
E-Mail: Bräutigam@kit.edu

« »

TA-KONZEPTE UND -METHODEN

The effects of collective action initiated by TA experts in concrete technological fields are only in a small number of cases a topic of systematic research. In this context Rinie van Est's and Bart Walhout's essay is very instructive. For a period of more than eight years it shows the attempts and patterns of integrating science and important societal actors in a complex discourse on the issue of nanotechnology in one national case. The stepwise approach used by the Rathenau Institute gives an idea, how complex and tricky professional preparations for a debate with the general public can be and on which type of "re-constructions" of activities analytical research can be based on.

(PHB for the editorial team)

Waiting for Nano – Very Actively

A Long-term View on the Role of the Rathenau Institute in Stimulating the Dutch Debate on Nanotechnology

by Rinie van Est and Bart Walhout, Rathenau Institute, The Netherlands

This article describes the Rathenau Institute's long-term programmatic effort to study the societal meaning of nanotechnology and stimulate political and public debate about it. Three (interconnected) strands within the Dutch debate on nanotechnology since 2003 are distinguished. First, discussions about the safety of nanoparticles for the environment and human beings. Secondly, discussions on broader social and ethical issues related to nanotechnologies. To what extent does the Dutch debate pay attention to such broader issues? Thirdly, we will look at the debate in the Netherlands on whether and how to engage a broader set of people into the societal debate on nanotechnology.

In describing these three strands of debate we pay attention to the activities of the Rathenau Institute, whose aim it is to stimulate political and public

discussions about the social aspects of science and technology. The article shows that the activities of the Rathenau Institute are contingent with e.g. changes in the policy process, the political debate and the way NGOs are involved in the debate. This article therefore starts with some key moments in the Dutch political debate on nanotechnology so far. It ends with reflecting on how the Rathenau Institute has tried to stimulate this debate.

1 Milestones in the Dutch Debate on Nanotechnology

Bill Joy's "Why the future doesn't need us" in *Wired* in April 2000 formed an important starting point for the social debate on nanotechnology in the United States. This pamphlet pointed at the future dangers of robotics, gene technology and nanotechnology (runaway nanobots or Grey Goo). In June 2003 the *21st Century Nanotechnology R&D Act* was introduced in the United States, which demanded *inter alia* research into the social and ethical aspects of nanotechnology. In the same month this debate reached Europe, when the European Green Party together with the ETC group (2003), set up a conference in the European Parliament to examine social and ethical issues raised by nanotechnology.

For the Rathenau Institute this event signalled that nanotechnology had reached the political arena. Since the Dutch public debate on nanotechnology at that time was merely non-existent, the Institute decided to speed up its TA activities in this field. A few months later the government commissioned the Royal Netherlands Academy of Sciences (KNAW) to set up a committee to look at the opportunities and risks of nanotechnology. In April 2004 the Rathenau Institute published "How to value the small..." (van Est et al. 2004), which provided a first overview of applications of nanotechnology and related social issues. Together with the Dutch Parliament the Institute organized a public meeting "Small technology – Big consequences" in October 2004 (van Est, Van Keulen 2004). Two months before the KNAW (2004) had published its advisory report "How great can small be?". The tone of this report was much in line with the internationally very influential report "Nanoscience and nano-

technologies: opportunities and uncertainties” of the Royal Society and Royal Academy of Engineering (July 2004). It asked for research on risks and wider public engagement.

After various rounds of parliamentary discussions, the government announced in November 2005 that it would develop an integral vision on nanotechnology. An interdepartmental working group (ION) was established to prepare such a vision. ION consisted of various working groups on e.g. nanorisks, the ethical and legal aspects of nanotechnology, and public dialogue. A year later the Cabinet’s vision on Nanotechnology was published. The vision “From something small to something great” pleaded for reserving a part of the nanotechnology research budget for toxicity research and announced plans for a national dialogue on nanotechnology. The final Action Plan Nanotechnology was published in July 2008. As part of this plan, an independent Committee for organizing a national dialogue was set up in March 2009. This dialogue started in September 2009 and will run to the end of 2010.

2 Risks of Nanoparticles

In the Netherlands - like elsewhere in the world – health and environmental safety is seen as the most pressing nano-issue. From a policy perspective two phases can be distinguished: an agenda setting phase (2003–2006) and a policy development phase (2007–now).

2.1 Putting Nanorisk on the Agenda: 2003–2006

In Spring 2003 the Canadian action group ETC Group (2003) put the risk issue on the international public agenda with the slogan “Size matters!”, claiming that nano-sized materials needed special regulatory attention. To check the state of affairs in the Netherlands, the Rathenau Institute held a quick round of phone calls, which showed that the risks of nanoparticles were on the policy agenda of neither the Ministry of Health, Environment nor Social Affairs. The Dutch branch of Greenpeace and Environmental Defence Fund (*Vereniging Milieudefensie*) were not even aware

of the term “nanotechnology”. Some researchers at the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) wanted to study the safety of nanomaterials, but lacked funding because the issue was not yet on the policy agenda. To overcome this deadlock and strengthen awareness the Rathenau Institute did a short study and organised a workshop “Chances and risks of nanoparticles” in February 2004. This was the first time ever the community of nanoscientists in the Netherlands were confronted with societal and policy actors.

This workshop, the KNAW’s plea for a rigorous risk policy, and the public meeting in Parliament in October 2004, raised enough awareness among policy makers to commission RIVM and the Health Council to prepare various inventory studies on risk issues. The Health Council (2006) published its advice in spring 2006. As a direct follow-up, the Rathenau Institute set up a workshop to comment on this advice and to discuss what should be the first steps in the governmental policy plan. The results were presented to the members of ION, who used it for preparing the Cabinet’s vision (2006). A letter to parliament was sent also, but at that time politicians did not directly pick up the issue. The risk issue, however, was put clearly on the policy agenda, and policy makers were challenged to dig deeper into this issue.

2.2 Debating and Developing Nano-risk Policies: 2007–now

Also the Dutch Food and Consumer Products Safety Authority (VWA) picked up the nanorisk issue. Besides expert involvement, the VWA wanted to engage a broader set of social actors to develop their policy. Since they had little experience with such participatory processes the VWA contacted the Rathenau Institute. At the time the Institute studied the risks of nanotechnology in food products, because it expected that nanofood safety might be the first focus of public controversy.¹ Both organizations teamed up to set up a “Nanofood safety” workshop in February 2007, which revealed some serious barriers to set up effective risk policies. For example regulatory science and oversight kept circling around the lack of definitions and data about products on the market with nanoparticles. Consequently activities to actively

tackle these problems were constantly postponed. In 2008 some policy actions were taken to address some of the bottlenecks. For example, the Ministry of Environment initiated a stakeholder discussion platform. Moreover, the government commissioned RIVM and RIKILT Institute of Food Safety to map the nanoproducts already on the Dutch market. A central scientific information platform (KIR-nano) was also set up as part of RIVM.

In these years, the Rathenau Institute also tried to mobilise awareness among MPs. Nanotechnology was part of the parliamentary agenda in the annual debates about innovation. In 2007 in particular, statements in the press by the labour union and some environmental organizations were instrumental in putting the risk issue more firmly on the political agenda. The Rathenau Institute added to that by writing an opinion article in a well known Dutch newspaper on the same day as the parliamentary debates in 2007 and 2008 were planned. These opinion articles enabled close contacts with some MPs, who got seriously involved in the nanodebate. When in 2009 the employer organisations and unions came up with a joint advice on nanomaterials and worker safety, a separate parliamentary debate about nanotechnology was initiated. The Rathenau Institute facilitated a parliamentary hearing on June 3, 2009 about the chances and risks of nanoparticles to prepare for this debate.

3 Exploring Broader Social and Ethical Issues

The Rathenau study “To value the small...” showed that nanotechnology as an enabling technology plays a role in many application fields and touches upon many social issues ranging from privacy to the ethics of war (van Est 2004 et al.). Relatively new issues included human enhancement, the (im) possibility of self-reproducing nanobots, and the borders between living and non-living material. These latter issues are connected with the concept of NBIC convergence. At the end of 2001, the designers of the American *National Nanotechnology Initiative* (NNI) had introduced this term at the NSF workshop *Converging technologies for improving human performance* (Roco, Bainbridge 2002). This framed nanotechnology as enabling

progress not only in the field of materials, but also within information technology, biotechnology and brain sciences. Moreover, nanotechnology became directly linked to the controversial objective of human enhancement. The NSF workshop has served as a starting point for expert studies and discussion on new emerging technologies and its social implications around the globe.

Over the years nanotechnology and NBIC convergence have served as search lights which enabled the Rathenau Institute to see all kinds of ‘new’ trends within science and technology. Examples of research fields or visions that fit the notion of NBIC convergence are: synthetic biology, ambient intelligence, molecular medicine, robotics, man-machine interaction. NBIC convergence also embodies huge bio-engineering ambitions as it delivers provoking prospects on human enhancement, creating synthetic life and making smart artefacts. Over the last years the Rathenau Institute has explored many of these themes by means of a range of projects and activities. NBIC convergence as heuristic concept thus has been influential in defining our own agenda. Since 2004, one of the main aims of the Rathenau Institute is to explore the social meaning of this “new technology wave” and put them on the radar of politicians, policy makers and a broader audience, both on the international and national level.

3.1 International Exploration of the New Technology Wave: 2003–now

On the European level, our director, Jan Staman, was part of the High Level Expert Group (HLEG) “Foresighting the new technology wave” (Nordmann 2004), which the European Commission had set up in reaction to the NSF workshop to explore the implications of NBIC convergence for Europe’s R&D policy. The HLEG expected that converging technologies will change the “traditional boundaries between the self, nature and social environment” (Nordmann 2004, p. 31) and thus will lead to a wide range of social and ethical debates. In addition the Rathenau Institute has done various TA studies for the European Parliament. In 2006 we studied NBIC convergence from a historic, public debate and technological perspective by order of the European Parliament (van Est et al.

2006). RFID is a key technology within the ambient intelligence vision. In 2007 we published the report “RFID and identity management in everyday life” (Van ’t Hof 2007) for the European Parliament. Together with TAB, the Rathenau Institute did a study on human enhancement and organized a workshop around this theme in the autumn of 2009 (Coenen et al. 2009). Recently, the European Parliament commissioned the Rathenau Institute to study the social and policy impacts of new engineering trends embedded in the concept of NBIC convergence (van Est et al. 2010).

Besides working for the European Commission and Parliament, the Rathenau Institute has also been active in other international networks. At the end of 2004, together with TNO and IPTS in Seville, the Rathenau Institute set up the workshop “Ambient Intelligence: In the service of Man?” during the EUSAI 2004 conference in Eindhoven (Markopoulou et al. 2004). In 2006 a workshop session on the ethics of persuasive technology during the First International Conference on Persuasive Technology for Human Well-Being was organized (IJsselstein et al. 2006). At the end of 2006, the Rathenau Institute published “Constructing Life” (De Vriend 2006). In May 2006 we had made contacts with the burgeoning synthetic biology community during the “Synthetic Biology 2.0” conference in Berkeley. A year later in June our study “Constructing Life” was presented and widely distributed at the “Synthetic Biology 3.0” conference in Zurich. At that conference a plenary session was set up also to discuss various social and ethical issues. In the field of human enhancement, we cooperated with the British Embassy and Parliamentary Office of Science and Technology to publish “Reshaping the human condition” (Zonneveld et al. 2008). In the same year, the essay “Future man – No future man” was written (van Est et al. 2008).

3.2 Stimulating National Awareness about the New Technology Wave: 2007–now

In 2004 the Rathenau Institute felt that the time was not ready to put the concept of NBIC convergence centre stage. At that moment the debate was only slowly growing around the term nanotechnology. Over the last few years, however, the

Rathenau Institute is emphasizing the importance of NBIC convergence. In particular it has tried to give NBIC convergence a clear position within the nanodebate, in order to create awareness about its broad technological impact and to uncover the broader social and ethical issues related to nanotechnology. Especially the debate on synthetic biology, as a key exemplar of convergence, has been instrumental in communicating this. In 2007 we updated the study “Constructing Life” in Dutch (De Vriend et al. 2007), informed the Parliament about the policy implications for the Dutch situation through a Message to Parliament (van Est et al. 2007), and published an opinion article in a well-known national newspaper. These activities triggered the attention of some MPs and led to more than a dozen parliamentary questions, which put synthetic biology firmly on the political agenda.

Besides, the Rathenau Institute has set up studies and debates about ambient intelligence and human enhancement. In 2007 a study was published about the potential influence of the ambient intelligence vision on healthcare (Schurman et al. 2007). As early as November 2003 a large public festival about human enhancement was organized. In the meantime, policy makers have become interested in this sensitive issue. For example, in May 2010 the Ministry of Justice together with the Rathenau Institute set up a large public conference on human enhancement, half a year after a smaller meeting with high-level civil servants had been organized.

To unlock NBIC convergence for a large audience we published the book “*Life as a construction kit: Exploring the ethics of the new technology wave*” (Swierstra et al. 2009). The book describes various fields of development that the Rathenau Institute has paid attention to over the last few years, notably synthetic biology, ambient intelligence, molecular medicine, and brain-machine interaction. The book was presented at the starting conference of the national dialogue on nanotechnology in September 2009. One central message was that a public dialogue on nanotechnology actually is a debate about a whole new wave of technologies. A second one was that converging technologies represent a radical expansion of the building or engineering logic of non-living nature

in the direction of living nature. For the first time in history the organic world appears to become mouldable in the sense that it can be controlled, designed and built. In fact, “Life as a construction kit” echoed the HLEG which commented that the agenda underlying NBIC is the total constructability of humanity and nature. The book received a lot of media attention and also led to a parliamentary question about whether the public dialogue on nanotechnology also includes discussing NBIC convergence. Moreover, policy makers are gradually picking up the NBIC convergence frame.

4 Discussing Nanotechnologies

At the beginning of this century, concerns about the science-society relationship and calls for public dialogue became part of the mainstream policy discourse in Europe. To avoid nanotechnology from becoming ‘the next GM’ terms like “upstream public participation” entered the European discourse. Based on its experience with participatory TA, the Rathenau Institute took a more sober, step by step approach towards stimulating public engagement on nanotechnology. It was also realized that it was (and is) far from clear how a meaningful debate about such a broad development as nanotechnology should look like. This section describes various Rathenau activities to involve experts, NGOs and the wider public and its constant search (via study and trial and error) for ways to achieve the engagement of these various social actors.

4.1 Involving Policy Makers and Social Scientists: 2003–2004

In 2004 the Rathenau Institute started with the most tangible issue, safety aspects of nanomaterials. The workshop started the formation of a network of nanoscientists (who were setting a big public-private consortium called NanoNed), stakeholders and social scientists. Based on the April scoping paper “To value the very small...” various workshops on different application areas were organized. In October 2004 these network activities resulted in a public meeting in the Dutch parliament. A central question in the par-

liamentary hearing was how to proceed with the nanodebate. In April 2004 the scoping paper had come up with a “sober view on nanotechnology as a tool in the societal debate”, which consisted of seven conditions for dialogue and governance. It was recommended to hold the debates on nanotechnology as part of current technological trends and social debates, and to keep in mind that this will lead to both new and old issues. The Rathenau Institute recommended to “work swiftly towards a widely supported public agenda”. To achieve this it was thought to be important to split up the debate by application area.

4.2 Involving NGOs not Self-evident: 2005–2006

This last recommendation found wide support during the public meeting. It was thought that talking about specific application areas would motivate societal organisations to become involved in the nanodebate. Based on this public engagement hypothesis the Rathenau Institute initiated further research into several specific application areas and its social aspects. This exercise, however, did not succeed in more engagement. We experienced that just a few innovation networks had developed. As a result the expected impact of nanotechnology was surrounded by many uncertainties, and societal actors were not yet aware or interested in these developments. Only the involvement of NGOs on the risk issue was growing. As a result the Rathenau Institute felt forced to investigate the conditions for involving other stakeholders in the debate about nanotechnology. This question had become relevant from a political point of view since the Cabinet’s Vision on Nanotechnology in November 2006 had announced plans to organize a national nanodialogue. Nobody in the Netherlands, however, had a clear idea on how this should be done.

4.3 Towards a National Nanodialogue (2007–now)

The Rathenau Institute believed it was crucial to get a clear picture of the state of the debate in order to address the design question. As a first step a workshop with societal organisations was set up

to ask them how they wanted to be involved in the nanodebate. These NGOs had regularly been confronted with topics like the safety of genetic modification or chemical substances and tough struggles with industry. It was concluded that, in particular, small NGOs lacked the capacity to become involved in such a new and complex development like nanotechnology. Next the Rathenau Institute studied the involvement of (inter)national NGOs in the field of nanotechnology, the results of research into public perceptions, and how the Dutch expert debate on nano had evolved since 2004. Based on these insights the Rathenau Institute drew up ten recommendations for governmental action in stimulating the nanodebate (Hanssen et al. 2008). The study was published at the time the government was preparing its Action Plan on Nanotechnology. A key recommendation of the Rathenau Institute – a clear distinction between the debate about risk policy and the exploration of emerging social and ethical issues – was implemented by the government. For the risk issue a stakeholder platform was set up, while social and ethical issues are now under discussion in a national dialogue organised by an independent commission (see <http://www.nanopodium.nl>).

The national dialogue took off in September 2009 and will run until the end of 2010. As told above, the Rathenau Institute presented the book “Life as a construction kit” at the kick-off meeting to indicate that the debate should be about the social impact of a new technology wave. The organising commission made important choices corresponding to the ten recommendations of the Rathenau Institute. Most important is that the agenda is open to the interests of stakeholders. Stakeholders and other organisations have been asked to submit their own proposals and organise the dialogue activities themselves. During the first phase of the nanodialogue the focus is on informing a wider audience. Most of the activities at this stage are facilitated by debating centres, educational publishers and social scientists. So although the bottom-up approach should enable small NGOs to participate, just a few NGOs are involved up till now. The Rathenau Institute has also anticipated the fact that the social debate on nanotechnology is gradually moving towards a larger audience. Because of this a magazine is published and a spe-

cial website is created, which now play a role in various activities in the national dialogue.

5 Actively Waiting for the Nanodebate

This article shows that the Rathenau Institute’s activities to stimulate (the above three strands within) the nanodebate depends heavily on the condition of the debate itself. Paraphrasing Giddens’s (1984) one might speak of the *duality of the debate*, in the sense that the state of debate both constrains and enables debate. The Rathenau Institute acknowledges that each of its activities to stimulate the debate is performed within a pre-existing social context, including the state of the (inter)national debate, the policy process and the parliamentary debate, and the extent to which social scientists, NGOs and citizens are informed and actively engaged. That context offers ample opportunities to influence the debate, but to seize these opportunities one has to be very aware of and informed about the relevant context. The art of stimulating the debate is not to force people to engage, but to tempt them to get involved based on their own interests and curiousness.

To deal with the duality of the nanodebate, the Rathenau Institute pursues an active waiting strategy, which consists of three connected elements: anticipating the debate, constant interaction with the context, timely intervention. Anticipating the debate demands an institutional ambition to operate at the forefront of the debate, and an organizational culture that aims to be visionary and allows picking up issues at considerable arm’s length of the current policy and political agenda. Constant interaction with the relevant context implies that the project team needs to be well tuned in and stay tuned in the various relevant networks. As exemplified by the study “Ten lessons for a nanodialogue” (Hanssen et al. 2008), the context itself is an object of constant research. The project strategy and activities have to move along with the changing context. To do this one needs to be very reflexive on the current context and debate. Moreover, one should always try to think about and anticipate the next step within the debate. This brings us to the third element: intervening in the debate. If an intervention is too much out of line of the current debate and people’s priorities, there

is a high probability that it will have a low impact. This principle seems to be at odds with the ambition to be at the international forefront of the debate. For two reasons this does not have to be the case. First of all, it is all right to push ahead the debate in various ways outside the political arena, by organizing a festival, a play, or writing opinion articles. Moreover, different contexts and networks provide for ample opportunity to develop your input in other debating contexts. For example, with respect to NBIC convergence we felt it was not expedient to stress the notion of NBIC convergence at the early start of the Dutch nanodebate. The international context still provided ample room for discussing, studying and elaborating the social meaning of NBIC convergence, which enabled the Rathenau Institute to prepare for the right moments to bring in the notion of NBIC convergence in the Dutch debate.

Note

- 1) In particular we had been triggered by a comment made by the American Organic Consumers Group during a hearing on nanotechnology of the US FDA (Food and Drug Administration) at the end of 2006. The *New York Times* reported that the American Organic Consumers Group referred to the risks of genetic modification as “peanuts” compared to the risks of nanotechnology (Feder 2006).

References

- Coenen, C.; Schuijff, M.; Smits, M.; Hennen, L., 2008: Shifting Boundaries, Changing Concepts, and the Governance of Human Enhancement. Brussels: European Parliament, STOA
- De Vriend, H., 2006: *Constructing life: Early Social Reflections on the Emerging Field of Synthetic Biology*. The Hague
- De Vriend, H.; van Est, R.; Walhout, B., 2007: *Leven maken: Maatschappelijke reflectie op de opkomst van synthetische biologie*. The Hague
- Feder, B., 2006: Engineering food at the level of molecules. *New York Times* October 10, 2006
- Giddens, A., 1984: *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. Berkeley
- Gingrich, N., 2001: The age of transitions. In: Roco, M.; Bainbridge, W.S. (eds.): *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. NSET Workshop Report, Arlington, pp. 23–27
- Hanssen, L.; Walhout, B.; van Est, R., 2008: *Ten Lessons for a Nanodialogue: The Dutch Debate About Nanotechnology thus Far*. The Hague
- IJsselstein, W.; de Kort, Y.; Midden, C. et al. (eds.), 2006: *Persuasive Technology: First International Conference on Persuasive Technology for Human Well-being, PERSUASIVE 2006* Eindhoven, The Netherlands, May 2006, Proceedings. Berlin
- Joy, B., 2000: Why the Future Doesn't Need Us. In: *Wired* 8.04 (2000); http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html (download 26.7.10)
- KNAW Werkgroep gevolgen nanotechnologie, 2004: *Hoe groot kan klein zijn? Enkele kanttekeningen bij onderzoek op nanometerschaal en mogelijke gevolgen van nanotechnologie*. Amsterdam
- Markopoulos, P.; Eggen, B.; Aarts, E.; Crowley, J.L. (eds.), 2004: *Ambient Intelligence: Second European Symposium, EUSAI 2004* Eindhoven, The Netherlands, November 2004, Proceedings. Berlin
- Nordmann, A., 2004: *Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies*. Brussels: European Commission, High Level Expert Group “Foresighting the new technology wave”
- Roco, M.; Bainbridge, W.S. (eds.), 2002: *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Sciences*. Arlington, Virginia
- Royal Society & Royal Academy of Engineering, 2004: *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*. RS Policy document 19/04
- Schuurman, J.G.; Moelart, F.; Krom, A.; Walhout, B. (eds.), 2007: *Ambient Intelligence: Toekomst van de zorg of zorg van de toekomst?* Den Haag
- Swierstra, T.; Boenink, M.; Walhout, B.; van Est, R. (eds.), 2009: *Leven als bouw pakket: Ethisch verkenen van een nieuwe technologische golf*. Kampen
- van Est, R.; Malsch, I.; Rip, A., 2004: *Om het kleine te waarderen... Een schets van nanotechnologie: publiek debat, toepassingsgebieden en maatschappelijke aandachtspunten*. Den Haag
- van Est, R.; van Keulen, I., 2004: *Small Technology – Big Consequences: Building up the Dutch Debate on Nanotechnology from the Bottom*. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 13/3 (2004), pp. 72–79
- van Est, R.; Enzing, C.; van Lieshout, M.; Versleijen, A., 2006: *Welcome to the 21st Century: Heaven, Hell or Down to Earth? A Historical, Public Debate and Technological Perspective on the Convergence of Na-*

notechnology, Biotechnology, Information Technology and the Cognitive Sciences. Brussels

van Est, R.; de Vriend, H.; Walhout, B., 2007: Constructing Life: The World of Synthetic Biology. The Hague

van Est, R.; Klaassen, P.; Schuijff, M.; Smits, M., 2008: Future Man – No Future Man: Connecting the Cultural, Political and Technological Dots of Human Enhancement. The Hague

van Est, R.; van Keulen, I.; Geesink, I.; Schuijff, M., 2010: Making Perfect Life: Bio-engineering (in) the 21st Century. Brussels

van 't Hof, C., 2007: RFID and Identity Management in Everyday Life. Brussels

Zonneveld, L.; Dijstelbloem, H.; Ringoir, D. (eds.), 2008: Reshaping the Human Condition: Exploring Human Enhancement. The Hague: Rathenau Institute in cooperation with the Science and Innovation Network of the British Embassy and the Parliamentary Office of Science & Technology (POST)

Contact

Dr. ir. Rinie van Est

Email: q.vanest@rathenau.nl

Ir. Bart Walhout

Email: b.walhout@rathenau.nl

Rathenau Institute

P.O. Box 9 53 66

2509 CJ The Hague, The Netherlands

Phone.: +31 - 70 / 3 42 - 15 42

Fax: + 31 - 70 / 3 63 - 34 88

Internet: <http://www.rathenau.nl>

« »

Technikfolgenabschätzung 2.0

von Michael Nentwich, ITA Wien

Mit einem Überblick zur aktuellen, eher bescheidenen Präsenz der TA-Community im sog. Web 2.0 beginnt dieser empirisch angelegte Beitrag. „Facebook“, „Wikipedia“, Blogs und „Twitter“ sind dabei die Formate, in denen sich diese Spuren der TA-Web 2.0-Präsenz finden. Der Autor schließt mit dem Plädoyer an die TA-Praxis, das Web 2.0 nicht sich selbst zu überlassen, da es in zunehmendem Maße das öffentliche Bild von TA mitprägt.¹

1 Einleitung

Während sich Cyberscience (Nentwich 2003, auch E-Science) als Forschungsfeld in den letzten Jahren nicht nur in der STS-Community, sondern auch in der TA etabliert hat, gibt es noch wenig Forschung zum engeren Thema Wissenschaft und Web 2.0. Eine gewisse Ausnahme stellt das Verbundprojekt „Interactive Science“ (finanziert durch die VW-Stiftung)² dar, in dessen Rahmen Recherchen und erste Analysen durchgeführt wurden. Thematisch zentrierten sich diese Arbeiten auf die virtuelle 3D-Welt *Second Life*, in der man sich mit Hilfe von Avataren z. B. in Konferenzräumen treffen kann (König, Nentwich 2008), auf die Online-Enzyklopädie *Wikipedia* mit unzähligen freiwilligen, auch wissenschaftlichen AutorInnen (König, Nentwich 2009) und auf den Microblogging-Dienst *Twitter*, bei dem Kurzmeldungen ins Internet an die eigenen „AbonentInnen“ verschickt werden (Herwig et al. 2009). Auch wenn die Suchmaschine *Google* nur am Rande dem Web 2.0 zuzuordnen ist, untersuchten wir sie und einigen Anwendungen im Umfeld, nämlich *Google Books* und *Google Scholar*, bei denen ja ebenfalls die NutzerInnen in gewisser Weise aktiv mitwirken, etwa durch Linksetzung (König, Nentwich 2010). Aktuell untersucht das ITA in Wien das Thema „Soziale Netzwerke und die Wissenschaft“. Der folgende Beitrag nimmt seinen Ausgang bei Zwischenergebnissen dieses

Projekts (Nentwich 2009) und überträgt diese auf das empirische Feld der TA.

2 Die Ausgangspunkte

2.1 Der Status Quo: TA 1.0

TA ist selbstredend seit Langem im „traditionellen Internet“ (oder Web 1.0) vertreten: So sind die allermeisten TA-Einrichtungen, inklusive den Netzwerken *NTA* und *EPTA* (European Parliamentary Technology Assessment), und viele TA-PraktikerInnen mit einer Homepage präsent, siehe dazu diverse TA-Linksammlungen³. Es gibt die Mailingliste des *NTA* und einige TA-spezifische Newsletter, viele Berichte etc. sind online verfügbar, vieles davon frei zugänglich, also open access. Auch TA-Zeitschriften wie z. B. *Poesis & Praxis* oder die *TATuP* sind online. In der Kommunikation ist (neben dem nach wie vor stark genutzten Telefon) E-Mail Standard, aber die *Skype*-Nutzung steigt.

2.2 Web 2.0 als Trend

Der Begriff Web 2.0 bezeichnete ursprünglich ein neues Softwaremodell (Stichworte „web services“ und „outsourcing“) und davon abgeleitet ein ökonomisches Modell, das letztlich darauf hinausläuft, dass Software quasi ständig im „Beta-Stadium“ verbleibt und durch aktive NutzerInnen und deren Feedback laufend verbessert wird. Das Web wird als „Plattform“ (und nicht mehr bloß als großer Datenspeicher) verstanden – nicht mehr nur der „content“, sondern teilweise auch die Software selbst liegen aus Nutzersicht nicht mehr auf dem lokalen Rechner. Durch die neue Softwarearchitektur wird es ermöglicht, in bislang nie dagewesenem Ausmaß nicht nur Inhalte von verschiedenen Punkten des Netzes zu kombinieren, sondern darüber hinaus auch Software(-module). Software und/oder Inhalte verschmelzen in gewisser Weise und werden zu sog. „mash-ups“ rekombiniert, also Internetseiten, bei denen die verschiedenen Teile (Graphiken, Texte, Datenbankinhalte, Software,

interaktive Elemente etc.) aus unterschiedlichen Quellen stammen.

Die im hiesigen Zusammenhang wesentlichste Charakteristik betrifft die „Architektur des Mitmachens“. Damit ist gemeint, dass sowohl auf die technische Seite des Programmierens als auch die inhaltliche Seite, das Einspeisen von Informationen durch NutzerInnen, dezentral geleistet wird. Bruns (2008) spricht hier von „produsage“. Im Zusammenhang mit dem Erstellen neuer Softwaremodule im Web 2.0 spricht man vom „crowdsourcing“ (oder Schwarmauslagerung), bei dem die Entwicklungsarbeit auf unentgeltlich arbeitende Freizeit-ProgrammiererInnen im Internet ausgelagert wird. Doch auch die solcherart entstandenen Produkte sind darauf angelegt, dass nicht zentral gewartete Inhalte zur Verfügung gestellt werden, sondern auch die Inhalte von den NutzerInnen selbst geschaffen und weiterentwickelt werden. Man spricht in diesem Zusammenhang von „user generated content“. Statt die Angebote nur passiv zu konsumieren, profitieren die Web 2.0-Angebote davon, dass die NutzerInnen die bereit gestellten Tools (inter-)aktiv nutzen und selbst mitgestalten.

3 TA 2.0?

TA findet sich mittlerweile, zwar zögerlich, wie gleich zu zeigen sein wird, aber immerhin auch im Web 2.0.

3.1 Facebook und TA

Diese bekannteste und größte Soziale-Netzwerk-Plattform wird bei Weitem nicht nur privat genutzt. Einige TA-PraktikerInnen sind „im Facebook“, nutzen es teils privat, teils beruflich, teils nur, um sozusagen Präsenz zu zeigen.

Es gibt auch „Gruppen“ und „Fan-Seiten“, die mit TA zu tun haben. Neben einer Gruppe „Débat Public BIODIV“, die sich u. a. auch mit dem Begriff TA beschreibt, wurden insbesondere solche für *EPTA* sowie die beiden TA-Einrichtungen *OPE CST* und *TAB* eingerichtet (letztere heißt übrigens „Technikfolgen-Abschätzung“, ist aber zur *TAB*-Homepage verlinkt). Überras-

schenderweise werden diese drei allerdings im Wesentlichen von einem Japaner betrieben, der sich für TA, insbesondere partizipative und parlamentarische TA interessiert, aber mit der eigentlichen TA-Community nichts zu tun hat. Daher sind diese Seiten auch inhaltlich uneindeutig. Die Seiten sind v. a. gespeist aus automatisierten Feeds aus vorwiegend französischen und japanischen Quellen und alles andere als offizielle institutionelle Seiten. Sie haben jeweils zig bis mehrere Hundert Mitglieder oder Fans, darunter auch einige TA-PraktikerInnen (wie z. B. auch eine Bundestagsabgeordnete), aber hauptsächlich sind es nicht-beitragende „Interessierte“. Derzeit läuft im Rahmen von *EPTA* eine Initiative, um eine gewisse Kontrolle über die *EPTA*-Facebookseiten zu erlangen.

3.1 Professionelle Soziale-Netzwerk-Plattformen und TA

Während *Facebook* praktisch für alle Zwecke nutzbar ist, ist *ResearchGATE* die größte, der auf die Wissenschaft spezialisierten Sozialen-Netzwerke-Plattformen mit aktuell 400.000 Mitgliedern weltweit. Etliche TA-PraktikerInnen haben ein Profil. Es gibt eine offene Gruppe „TA“, gegründet von Antonio Moniz (Portugal), die eher inaktiv ist und hauptsächlich „an TA Interessierte“ aus der ganzen Welt versammelt (195 Mitglieder, Stand 23.6.10) und die TA-Community (noch) nicht abbildet – was auch die geringe Aktivität miterklären könnte. Daneben wurden seit 2009 neben wenigen thematischen Gruppen (z. B. zu e-Participation) auch zwei kleinere, geschlossene Gruppen für spezielle NTA-Aktivitäten gegründet (IuK, Wikipedia). Insgesamt ist ein geringes Aktivitätsniveau in *ResearchGATE* allgemein und den genannten TA-Foren zu verzeichnen.

In der mit *ResearchGATE* vergleichbaren Plattform *Academia.edu* gibt es unter den aktuell rund 180.000 Mitgliedern einige wenige TA-PraktikerInnen und ein paar Institute (z. B. Rathenau, ITA, ITAS): Insgesamt sind es derzeit gerade einmal 41 Personen, die TA als ihr „Interesse“ angeben haben und fünf TA-Institute.

Auch in den „digitalen Visitenkartenverzeichnissen“ LinkedIn und Xing sind ein paar TA-PraktikerInnen präsent, aber auch hier gibt es nur punktuelle Aktivitäten.

3.2 Das „EPTA-Ning-Netzwerk“

Für die interne Vernetzung der TA-PraktikerInnen von *EPTA*-Mitgliedsorganisationen, für deren inhaltlichem Austausch bei gemeinsamen Themen und für die Vereinfachung grenzüberschreitender organisatorischer Aufgaben wurde 2008 von Tore Tennøe (*NBT* – Norwegian Board of Technology) ein Netzwerk auf der Plattform *Ning* ins Leben gerufen. Dieses hat freilich in den ersten eineinhalb Jahren wenig Aktivität entfaltet und es wird seit Mai 2010 der Versuch einer Wiederbelebung unternommen. Es handelt sich um eine geschlossene Plattform mit aktuell 75 Mitgliedern aus *EPTA*-Einrichtungen (Tendenz leicht steigend). Neben einigen thematischen Gruppen (z. B. Smart Grids, Nano, Privacy) gibt es auch organisatorische (Öffentlichkeitsarbeit, ESOF, Wikipedia) – alles jedoch bislang mit geringer Aktivität (viel „lurking“, also passives „Dabeisein“).

3.3 TA in Wikipedia

TA ist in allen Sprachversionen von *Wikipedia* kaum präsent. In der englischen Version gibt es eigentlich nur einen kurzen Hauptartikel „TA“, der stark überarbeitungsbedürftig ist. Eine (informelle) *EPTA*-Arbeitsgruppe dazu wurde im Mai 2010 gegründet. In der deutschsprachigen *Wikipedia* gibt es zwar einen längeren Hauptartikel, der aber ebenfalls überarbeitungsbedürftig ist. Weiter sind etliche TA-Institutionen, TA-PraktikerInnen und TA-nahe Konzepte vertreten. Insgesamt ist das Bild, das TA in Wikipedia bietet, äußerst lückenhaft. Aus diesem Grund hat sich 2008 eine (formelle) *NTA*-Arbeitsgruppe dazu gebildet, die seit Juni 2010 erste Aktivitäten zur Koordination eines dezentralen Inputs entfaltet.⁴

3.4 (Micro-)Blogging und TA

Obwohl Blogging weltweit stark verbreitet ist, steckt es in Hinblick auf TA-Themen noch in den Kinderschuhen, gibt es doch nur vereinzelte Blogposts mit direktem TA-Bezug. So konnte bislang nur ein Blog mit „TA“ im Titel ausfindig gemacht werden: der private (deutschsprachige) Blog „social technology assessment initiative“ (socialtechinitiative.wordpress.com). Selbst auf technorati.com, der bekanntesten Blogging-Suchmaschine, auf network.nature.com/blogs und Researchblogging.org findet sich nichts Einschlägiges. Hingegen gibt es den einen oder anderen einzelnen Blogpost zu TA-Themen (etwa auf ScienceBlogs.de).

Auf der Microblogging-Plattform *Twitter* werden ca. fünf bis 15 Tweets pro Tag mit den Begriffen „technology“ und „assessment“ verschickt. Zumeist handelt es sich dabei jedoch um „Health Technology Assessment“ (HTA) oder um Jobangebote, etwa bei UN-Organisationen. Zuletzt gab es ein paar Tweets zur Frage der Wiedereinrichtung des US-amerikanischen OTA (Office of Technology Assessment). Ein paar TA-PraktikerInnen twittern (auch der Autor), insgesamt ist aber bislang wenig berufliche Nutzung zu verzeichnen. Auch einige TA-Einrichtungen twittern (z. B. *NBT*, *ITA*, *Rathenau*), wobei vor allem Veranstaltungsankündigungen etc. verbreitet werden. Auch für diese Web-2.0-Plattform muss eine insgesamt eher geringe Aktivität festgestellt werden. Eine *Twitter*-Sammelliste für TA folgt aktuell gerade elf Accounts⁵.

3.5 Social Bookmarking, Open Peer Review et al.

Es mag einzelne TA-PraktikerInnen geben, die social bookmarking betreiben (also sog. „Soziale Lesezeichen“ setzen, die im Internet ein gemeinschaftliches Indexieren ermöglichen); insgesamt wird es über die üblichen Plattformen aber äußerst wenig für TA genutzt: Auf delicious.com sind aktuell lediglich 177 Bookmarks mit „technology_assessment“, 12 mit „Technikfolgen“ und 42 mit „Technikfolgenabschätzung“ gekenn-

zeichnet. Bei zotero.org gibt es, soweit erkennbar, keine Gruppen zu TA.

Auch „open peer review“, also das offene Begutachtungssystem (Nentwich, König 2010), wird bislang bei keiner TA-relevanten Zeitschrift genutzt.

Zum Abschluss seien noch zwei vermischte Fundstücke erwähnt: Es gibt ein kommerzielles Portal technikfolgenabschätzung.de mit gemischtem Blog-Feed, gespeist durch die Google-Blogsuche, und mit halbwegs TA-einschlägigen Videos und Publikationen. Der Verein „Organisierte Querdenker für langfristige Technologiefolgenabschätzung“ (oqlt.de) ist mit Webseite und Mailingliste präsent.

4 Kurzanalyse und Ausblick

Dieser kurze Überblick über die Präsenz von TA im Web 2.0 macht eindeutig klar: Die TA-Community macht beim sog. „Mitmach-Web“ kaum mit. Bislang ist es eher ein „Steckenpferd“ einiger weniger „Cyberentrepreneurs“ (Nentwich 2003, 175ff.). Es gibt eine Reihe von Gründen, die gegen eine verstärkte Nutzung des Web 2.0 in der Wissenschaft im Allgemeinen und in der TA-Community im Besonderen sprechen: Neben der noch verbreiteten Unkenntnis über diese neuen Instrumente und der damit einhergehenden, sich dynamisch entwickelnden Informations- und Kommunikationskultur steht individueller Zeitmangel an vorderster Front ebenso wie die teils berechtigte Furcht vor Informationsüberflutung durch zusätzliche Informationskanäle.

Urheberrechtliche und Qualitätsbedenken spielen ebenso eine Rolle wie Unklarheiten bezüglich Autorschaften. Weiter gibt es eigentlich kein formelles Anreizsystem zur aktiven Nutzung des Web 2.0; im Gegenteil lautet auch für viele TA-ForscherInnen die Devise „Publish or Perish“ bzw. steht die Beendigung der laufenden Projekte konstant im Vordergrund. Schließlich scheint der potenzielle Nutzen für viele noch unklar (s. dazu Nentwich 2009).

Auf der anderen Seite gäbe es doch einige Chancen, die aus dem Potenzial des Web 2.0 für die TA-Community entstehen, die offensichtlichsten sind: Erstens könnte das Web 2.0 die Vernet-

zung der TA-PraktikerInnen fördern, um über institutionelle Grenzen hinweg zusammenzuarbeiten, voneinander zu profitieren und Redundanzen zu vermeiden. Zweitens, „open peer review oder commentary“ (Nentwich 2005; Nentwich, König 2010) könnte zur Neuorganisation und, wenn geschickt angewendet, möglicherweise auch zur Verbesserung der Qualitätssicherung führen. Und schließlich ist nicht zu übersehen, dass das Web 2.0 ein besonderes, neues und sich dynamisch entwickelndes „Schaufenster“ für TA-Aktivitäten darstellen könnte (Nentwich 2010). Dementsprechend bestehen in der internationalen TA-Community Pläne, auch das Web 2.0 zu nutzen, etwa im Rahmen eines *NTA*-DFG-Antrags und des *PACITA*-Netzwerks ab 2011.

Das Web 2.0 fordert die TA nach Auffassung des Autors heraus: Einige der obigen Beispiele (etwa die inoffiziellen *EPTA*-Seiten auf *Facebook*, die aus TA-Sicht mangelhaften Artikel in *Wikipedia* usw.) machen deutlich, dass sich TA 2.0 auch ohne unser Zutun entwickelt. Die Frage ist nur: Wie, wenn die eigentlichen ExpertenInnen nicht beteiligt sind? Gleichzeitig ist offensichtlich, dass sich das Internet dynamisch weiterentwickelt und die höchst erfolgreichen Web 2.0-Plattformen das Weltbild einer wachsenden Anzahl von Menschen prägen. Mit anderen Worten: Auch wenn jemand etwas über TA wissen will, ruft er nicht zuerst bei einer TA-Praktikerin an, sondern googelt. Unter den allerersten Suchergebnissen wird sich der mangelhafte Wikipedia-Artikel zur TA finden.⁶

Daraus lässt sich meines Erachtens der Vorschlag ableiten: „Let’s (re)claim Web 2.0 for TA!“ Das bedeutet nicht notwendigerweise, dass die TA-PraktikerInnen es alle auch aktiv nutzen müssen, wenngleich das Potenzial durchaus viel versprechend ist. Es ist vielmehr eine Aufforderung, diesen immer wichtiger werdenden Kommunikationskanal der Informationsgesellschaft nicht zu übersehen, sondern für die Zwecke der TA (insbesondere ihrer Sichtbarkeit) selbst aktiv mitzugestalten – oder zumindest als neuen Kanal für die Öffentlichkeitsarbeit zu begreifen.

Es sei an dieser Stelle nicht unterschlagen, dass dies keineswegs eine leichte Aufgabe ist. Nicht nur müsste man sich, wenn man erfolgreich sein will, neue Kulturtechniken aneignen,

sondern darüber hinaus bereit sein, sich auf das sich ständig weiterentwickelnde Umfeld einzulassen, um gleichsam nicht den Anschluss zu verlieren. Nicht einfach, aber aus meiner Sicht lohnend.

Literatur

Bruns, A., 2008: Blogs, Wikipedia, Second Life, and Beyond: From Production to Produsage (Digital Formations), New York

Herwig, J.; Kittenberger, A.; Nentwich, M.; Schmir-mund, J., 2009: Twitter und die Wissenschaft. Steckbrief 4 im Rahmen des Projekts „Interactive Science“. ITA-Report Nr. a52-4, Institut für Technikfolgen-Abschätzung ITA, Wien; <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2a52-4.pdf> (download 23.6.10)

König, R.; Nentwich, M., 2008: Wissenschaft in „Second Life“. Steckbrief I im Rahmen des Projekts Interactive Science. ITA-Report Nr. a52-1, Institut für Technikfolgen-Abschätzung ITA, Wien; <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2a52-1.pdf> (download 23.6.10)

König, R.; Nentwich, M., 2009: Wissenschaft in Wikipedia und anderen Wikimedia-Projekten. Steckbrief 2 im Rahmen des Projekts Interactive Science. ITA-Reports Nr. a52-2, Institut für Technikfolgen-Abschätzung ITA, Wien; <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2a52-2.pdf> (download 23.6.10)

König, R.; Nentwich, M., 2010: Google, Google Scholar und Google Books in der Wissenschaft. Steckbrief 3 im Rahmen des Projekts Interactive Science. ITA-Report Nr. a52-4, Institut für Technikfolgen-Abschätzung ITA, Wien; <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2a52-4.pdf> (download 23.6.10)

Nentwich, M., 2003: Cyberscience: Research in the Age of the Internet, Vienna: Austrian Academy of Sciences Press; <http://hw.oeaw.ac.at/3188-7> (download 23.6.10)

Nentwich, M., 2005: Quality Control in Academic Publishing: Challenges in the Age of Cyberscience. In: Poiesis & Praxis 3/3(2005), S. 181–198; <http://www.springerlink.com/content/lrvglva690af624u/fulltext.pdf> (download 23.6.10)

Nentwich, M., 2009: Cyberscience 2.0 oder 1.2? Das Web 2.0 und die Zukunft der Wissenschaft. ITA manu:script Nr. ITA-09-02, Institut für Technikfolgen-Abschätzung ITA, Wien; http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_09_02.pdf (download 23.6.10)

Nentwich, M., 2010 (i. E.): Neue Fenster im Elfenbeinturm? Wissenschaftskommunikation und Web

2.0. In: Bieber, C.; Drechsel, B.; Lang, A. (Hg.): Kulturen im Konflikt. Sammelband zum 60. Geburtstag von Claus Leggewie. Bielefeld

Nentwich, M.; König, R., 2010: Peer Review 2.0: Herausforderungen und Chancen der wissenschaftlichen Qualitätskontrolle im Zeitalter der Cyber-Wissenschaft. In: Gasteiner, M.; Haber, P. (Hg.): Digitale Arbeitstechniken für die Geistes- und Kulturwissenschaften, Wien, S. 143–163

Anmerkungen

- 1) Dieser Text ist die überarbeitete Fassung eines Vortrags, der am ITAS in Karlsruhe anlässlich des 50. Geburtstags von Armin Grunwald gehalten wurde, dem hiermit noch einmal sehr herzlich gratuliert sei.
- 2) Siehe dazu <http://wissenschaftskommunikation.info>.
- 3) Z. B. die WWW Virtual Library for Technology Assessment <http://www.oeaw.ac.at/ita/www.htm>.
- 4) Dies geschieht im Rahmen eines sog. Wiki-Projekts zur TA, siehe: http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:WikiProjekt_Technikfolgenabsch%C3%A4tzung.
- 5) Siehe: <http://twitter.com/Technikfolgen/technologyassessment>.
- 6) Die Sichtbarkeit bei *Google* (also die Position in der Trefferliste) ist übrigens nicht nur ein zentrales Thema bei kommerziellen Firmen, sondern wird unter dem Stichwort „Academic Search Engine Optimization“ (ASEO) auch in Wissenschaft und Forschung bereits zum Thema (s. dazu König, Nentwich 2010).

Kontakt

PD Dr. Michael Nentwich
 Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) der
 Österreichischen Akademie der Wissenschaften
 Strohgassee 45/5, 1030 Wien, Österreich
 Tel.: +43 (1) 5 15 81 - 65 83
 Fax: +43 (1) 7 10 98 83
 E-Mail: mnent@oeaw.ac.at
 Internet: <http://www.oeaw.ac.at/ita>

ITAS-Newsletter

Mit dem online verfügbaren ITAS-Newsletter informiert das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) über Projekte, neue Publikationen, Personalien und kommende Veranstaltungen des Instituts. Der Newsletter bündelt und komprimiert für einen Zeitraum von etwa vier bis sechs Wochen die Neuigkeiten, die zuvor sukzessive im Internetangebot des Instituts angezeigt wurden. Vom Online-Newsletter führen Links direkt zu den ausführlicheren Informationen auf dem ITAS-Server. Damit erhält der interessierte Nutzer über das sich laufend erweiternde Serverangebot ein zeitnahes Informationsangebot. Für den Vertrieb des ITAS-Newsletters wird ein Dienst des Deutschen Forschungsnetzes verwendet. Anmeldungen sind möglich unter <http://www.itas.fzk.de/deu/itasnewsletter/itasnewsletter.htm>. Bei Fragen und auftretenden technischen Problemen schicken Sie bitte eine E-Mail an itas-newsletter-request@listserv.dfn.de.

« »

TA-INSTITUTION

Limits of Past Practices and Possible Future Institutionalization of TA in Japan

by Hideaki Shiroyama, Graduate School of Public Policy, The University of Tokyo

Even though Technology Assessment (TA) has not been institutionalized in Japan, there have been many TA practices since the idea of TA was introduced from the US in the late 1960's. This article analyzes the nature and limits of those TA practices; then, the current discussion about the TA and the possible future institutionalization of TA in Japan is introduced. This article is based on the project "Innovation and Institutionalization of Technology Assessment in Japan: Dealing with Nanotechnologies" (2007–2011) sponsored by the Research Institute for Science and Technology for Society (RISTEX).

1 Past Practices of TA in Japan

1.1 Early Experiments

In November 1969, a mission from the Japan Techno-Economics Society (JATES) visited the US and brought back a novel term TA. After the mission came back, the Eight-Members Committee established in 1970 placed TA on the agenda, explaining that the reconsideration of the development of science and technology was a top priority to solve urgent problems such as global environmental issues (Yoshizawa 2009).

The Planning Bureau of the Science and Technology Agency (STA) began to research on TA in 1970 and mentioned about TA in 1970 White Paper published in April 1971. The 1973 Science and Technology White Paper stated, "TA (...) seeks to examine and evaluate technology from many aspects beforehand, including its benefits and undesirable impacts, the technological as well as economic potential, and the socie-

ty's viewpoint." This text clearly indicates wider social impacts TA will focus.

In addition to abstract discussion, the Planning Bureau established in April 1971 an expert committee and started case studies of TA to develop methodologies of TA. Concrete areas chosen were pesticide, high-rise building and computer aided intelligence. For example, TA on pesticide has broader focus on various social aspects. But this was the case study for the development of the methodology, and experimental feedback to the decision making or the agenda setting on agriculture was not undertaken.

The STA also experimented TA methods in the policy areas under the STA jurisdiction in 1973. But the Planning Bureau was fearful of the resistance from bureaus in charge of specific areas such as nuclear policy and space policy. So the five bureaus in the STA independently conducted self assessment TA in 1973 to perform accountability for the individual bureaus' own projects from narrow focus. One member of the Planning Bureau admits that there was no serious mood in the bureau because of the missing link between TA exercises and policymaking.

As those in the bureau realized the limitation of such sectional TA activities, an official once lobbied for the establishment of a parliamentary TA organization like the US Office of Technology Assessment (OTA). The official lobbied some Diet members during 1977-78, but these members had never in mind that the Diet undertakes TA activities.

The Ministry of International Trade and Industry (MITI) also launched an in-house TA study group in May 1971 and started with a TA case study. At the same time, a MITI's Advisory Committee for Industrial Structure reported that "it is necessary to place TA in the total system in the industrial policy". In March 1973, MITI informed that they would conduct TA on as many as possible R&D projects. MITI had a will to use TA in the administration of R&D projects. One of the interesting attempts was the TA related to the Sunshine Project. But as no feedback mechanism was established at that time, the TA report, which was interesting as an analysis, was not used effectively.

1.2 New Attempts of Participatory TA since 2000

In Japan around the year 2000, public concern over food safety arose as a variety of issues associated with food emerged. The handling of BSE, in particular, incurred public distrust of governments. At that time, participatory TA, such as the consensus conference developed by Denmark, drew interest as a tool for improving communication. Using Danish practice as a model, consensus conferences were held for GM foods at national and local levels in Japan (Shiroyama et al. 2010).

At the national level, the “Society for Techno-innovation in Agriculture, Forestry, and Fisheries” (STAFF) under the “Ministry of Agriculture, Forest and Fishery” (MAFF) held the consensus conference on GM crops in 2000. This was conducted by STAFF under the project of “Research Responding to the Citizen’s Proposal.” The purpose was to obtain people’s concerns and suggestions through the consensus conference and promote the necessary research. The final result was presented to the MAFF and the Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW). Following the inputs, the monitoring research program of GM crops was introduced in 2001.

But compared to the wideness of perspectives presented in the final report including benefits, environmental impacts, health impacts, industrial structure and international relations, the scope of social impacts which can be dealt with under the institutional framework was very limited.

Another interesting case of participatory TA on GM is the consensus conference by the Hokkaido Government. With the proposed review of the ordinance regarding GM in Hokkaido (an ordinance preventing cross-cultivation (involving the growing of GM crops in open environment)), the purpose of the consensus conference was to gain an understanding of the general public opinion and reflect the discussion on the topic in the review process.

2 Reasons for the Lack of Institutionalization

As the cases above show, even though there were many individual attempts of TA practices, those

were never institutionalized in Japan. There seem to be several reasons for that.

First reason is the weak interests of Diet members. When a STA official lobbied the Diet members for the establishment of parliamentary TA organization in 1970’s, they did not have interests in TA. The situation changed in the 1990’s. In June 1994, the Science and Technology and Policy Association was set up involving around 150 bipartisan Diet members. The association attempted to submit a bill for the establishment of a parliamentary TA organization in 1995 and 1997. But after several meetings, the association finally dissolved in 2002 without the legislation of a parliamentary TA (Yoshizawa 2009). The bipartisan group played a very important role for the establishment of Science and Technology Basic Law in 1995. But the importance of parliamentary TA seemed to be lower compared to the importance of Science and Technology Basic Law in the bargain between politicians and bureaucrats.

Second reason is the methodological problem. Japanese early TA activities in 1970’s were based on the engineering concept of “total system”, which is to be represented as a single explicit, self-contained entity encompassing a variety of actors’ values (Yoshizawa 2009). But because of its orientation toward quantification and integration of values based on one dimension, it is likely that some issues are dismissed or intentionally left out of consideration, and it overlooks the possibility of different ways of perceiving issues. This narrow focus on strict scientific methodological orientation results in the uselessness in of the actual policy context which requires the consideration of wider social contexts.

Third reason is the lack of feedback mechanism. One of the important issues emerged from various TA practices in Japan is the issue of “appropriate distance”, that is the issue of to what degree the conclusions of the TA should be linked to policy making. In the case of the STAFF consensus conference, the MAFF, who was taking a risk by funding a study with no clear outcome known in advance, wanted to avoid incidences of policies being restricted by the results of the conference. The Hokkaido consensus conference had the possibility of having an influence in the policy making process. But, there can be a pos-

sibility that range of social impacts would be narrowed down because of the direct link to policy making (Shiroyama et al. 2010).

3 Current Discussion and Possible Future Institutionalization of TA in Japan

After the change of administration which took power in September 2009, science and technology policy, together with global warming policy, are among the priority areas; and TA re-emerged on policy agenda.

Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) has emphasized the importance of guidelines to "promote efforts for attaining wide-ranging citizen consensus based on technology assessment when making policy decisions" in "Moving toward a Comprehensive Science and Technology Strategy Looking at Japan in the Medium and Long Term (Interim Report): Important Policies following the Third Term Science and Technology Basic Plan" (December 25, 2009). Also, the "New Growth Strategy (Basic Policies)" (December 30, 2009) clearly expresses a posture of support for strategic problem-solving innovations such as measures to counter Japan's low birth rate and aging population and to curb global warming using science and technology innovation. For such strategic problem-solving innovations, TA can be a tool.

It seems to be necessary to establish specialized bodies for TA appropriate to Japan's political and social conditions. These kinds of TA agencies and activities will maintain a certain distance from the actual formulation of strategy for problem-solving innovations, but they can contribute to the process by making connections between technology and society where they had previously been seen as separate.

There seem to be four possible future scenarios for TA institutionalization in Japan. It is important to notice that those multiple schemas may coexist.

3.1 Institutionalization of a TA Body at the Government Level

If an institution is to be established in a body of the Japanese government, options can be broadly

divided into establishment either within the Diet or within an administrative agency. As part of amendments to the Diet Law, the establishment of a TA body in Japan could be considered along with measures to strengthen the research function of the legislature. Unlike the 1990s, when a bill to establish a parliamentary bureau was considered, currently understanding and interest in TA is increasing along with interest in the Diet Library's function as a knowledge base of society. And the present situation seems to offer an opportunity for change because there is interest in strengthening the role of politicians against the role of bureaucrats after the change of administration in September 2009. The US and West European countries offer many examples of bipartisan management of TA. In Japan as well, the Science and Technology Basic Act and the Act on Strengthening Research and Development Capabilities were promoted across party lines, and the strengthening of a bipartisan base for investigative capabilities in the field of science and technology policy is both necessary and possible.

If such an institution is created within a national-level administrative agency, the Cabinet Office may be seen as the most appropriate location. However, a substantial degree of autonomy from the direct formulation of strategy is necessary. To attain a high level of institutional autonomy, it would also be possible to establish a "special organization" under the jurisdiction of the Cabinet Office, similar to the present-day Science Council of Japan. TA carried out in such a way could be used as a basis for the establishment of overall policy strategy by the National Strategy Bureau and the Science and Technology Strategy Headquarter now discussed in government.

3.2 Establishment of a Framework for Funding TA Activities

Institutionalization would be achieved through government creation of a Cabinet-level framework to fund TA activities, across ministerial jurisdictions, which would ensure a variety of viewpoints. Then the implementation of these activities can be entrusted to different bodies. Because TA should be a routine activity, it would also be essential to use evaluation criteria for funds allocation that

are different from those used for research and development, which place importance on newness. This institutionalization is similar to the method of providing funds equaling a fixed percentage of research and development costs for research into ethical, legal, and social implications (ELSI), as with the United States' "21st Century Nanotechnology Research and Development Act". Autonomous institutions, such as the Science Council of Japan, universities, research centers, and NPOs are considered possible organizations for implementing such TA programs. The existence of organizations practicing diverse TA would be useful in presenting a wide range of viewpoints to the public through a variety of channels.

3.3 Institutionalization through the Initiatives of Individual Research and Development Organizations

Institutionalization through the bottom up initiatives of public and private research centers engaged in technological development is also possible. In this case, TA would be conducted in a form not necessarily relying on direct government financing. On the other hand, in these kinds of voluntary TA activities on the part of private organizations and technological development bodies, it is necessary to secure a degree of independence, which is needed to ensure a breadth of perspective that includes the interests of the general public. It is important to secure the autonomy of TA activities through such means as securing a fixed amount of funding from public agencies and acquiring diversified funding sources.

3.4 International Institutionalization

The institutionalization of TA can be carried out at the international as well as domestic level in Japan. For example, as the relative importance of research and development activities in China and the Asian region as a whole increases, the establishment of an Asian TA center as one part of building an Asian research region would be important in terms of Japan taking a leadership position in research and development activities.

References

- Shiroyama, H.; G. Yoshizawa, G.; M. Matsuo, M.; R. Hatanaka, R.*, 2010: Activities without Institutionalization: Limits and Lessons of TA (Technology Assessment) and TA like Activities in Japan. In: *Shakai-gijutsu* 7 (2010), pp. 199–210 (in Japanese)
- Yoshizawa, G.*, 2009: Technology Assessment in Japan: Reconstruction of the Concepts and History. In: *Shakaigijutsu* 6 (2009), pp. 42–57 (in Japanese)

Contact

Prof. Dr. Hideaki Shiroyama
Graduate School of Public Policy
The University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 1130033, Japan
Tel: +81 - 3 - 58 41 - 31 31
Email: siroyama@j.u-tokyo.ac.jp

« »

DISKUSSIONSFORUM

Politik oder Markt: Wer soll über die Nutzung der Grünen Gentechnik entscheiden?

Anmerkungen zum Beitrag von Christoph Willers in TATuP

von Rolf Meyer, ITAS

Unter dem Titel „Akzeptanz ist nicht gleich Akzeptanz“ hat sich Christoph Willers, ausgehend von seiner Dissertation „Marketing in Widerstandsmärkten“, in der TATuP vom Mai 2009 mit der Akzeptanz der Grünen Gentechnik in Deutschland auseinandergesetzt (Willers 2007, ders. 2009). Seine zentrale These ist, dass vor dem Hintergrund negativer Ergebnisse aus Akzeptanzumfragen ein Angebot gentechnisch veränderter Lebensmittel vermieden und damit Verbrauchern die Wahlfreiheit genommen wird, sich für den Kauf von gentechnisch veränderten Lebensmitteln zu entscheiden. Seine Argumentation lädt an verschiedenen Stellen zu Anmerkungen und auch Widerspruch ein.

1 Risiken überbetont und Nutzen verschwiegen?

Ausgangspunkt von Willers Argumentation ist, dass die Zukunftsvisionen der Grünen Gentechnik vielversprechend sind: „Öffentliche Kontroversen und gesellschaftlicher Widerstand verhindern ein Ausschöpfen sowohl der wissenschaftlichen als auch der ökonomischen Potenziale.“ (Willers 2009, S. 91) Diese positive Zukunftsvorstellung, die im Beitrag nicht hinterfragt wird, ist aber mittlerweile gesellschaftlich umstritten. Nicht mehr alleine die Risiken bestimmen die Diskussion um die Grüne Gentechnik, sondern auch der Nutzen wird kontrovers diskutiert und beispielsweise von Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) kritisch betrachtet (Friends of the Earth 2007, 2008; Helmrich, Grundke 2006; Sprenger 2008; Then, Lorch 2009).

Weiter heißt es bei Willers: „Bei der Kommunikation zu gentechnisch veränderten Produkten unterblieb die Präsentation von Problemlösungsinnovationen jedoch vielfach bzw. wurde nicht deutlich herausgestellt.“ (Willers 2009, S.

92) Dies ist nun schwer nachvollziehbar, denn die Gentechnikbefürworter aus Industrie und Forschung haben sich redlich bemüht, die Vorteile der Grünen Gentechnik darzustellen, bis zum Versprechen, das Problem des weltweiten Hungers zu lösen.

Wenn man genauer hinschaut, geht es nicht um den „Nutzen“ der Grünen Gentechnik an sich, sondern um die Verteilung dieses Nutzens entlang der Wertschöpfungskette (Saatguthersteller, Landwirte, Käufer der Ernte, Verarbeiter, Nahrungsmittelhandel, Konsumenten), wobei Nutzen im Sinne ökonomischer Gewinne aus gentechnisch veränderten Pflanzen zu verstehen ist. Die Ergebnisse wissenschaftlicher Studien hierzu sind uneinheitlich (Boysen et al. 2008). Kritiker der Grünen Gentechnik sehen als eindeutigen Gewinner nur die Saatgutkonzerne, während für die weiteren Marktteilnehmer der Nahrungsmittelkette zusätzliche Kosten durch Trennung, Rückverfolgbarkeit, Prüfung auf Vermischungen und Kennzeichnung entstünden (Then, Lorch 2009, S. 48f.).

In gewisser Weise wird die Frage der Nutzenverteilung auch bei Willers angesprochen, wenn er zugesteht, dass die verfügbaren gentechnisch veränderten Lebensmittel keinen Mehrwert für den Endkonsumenten – d. h. den Käufern im Supermarkt – bieten (Willers 2009, S. 93). Aber seine Argumentation ist widersprüchlich, denn an anderer Stelle wird ausgeführt: „Die Lebensmittelwirtschaft steht dabei vor einem Dilemma. Sie richtet sich nach den Ansprüchen der Marktpartner und vermeidet bislang jedes Risiko (v. a. Absatz- und Umsatzeinbußen, Imageschäden), das mit einem Angebot (kennzeichnungspflichtiger) gentechnisch veränderter Lebensmittel verbunden ist. Dies hat zur Folge, dass mögliche Vorteile nicht kommuniziert werden können („Phantomprodukte“) ...“ (Willers 2009, S. 91) Wo keine Vorteile sind, können diese auch nicht kommuniziert werden. Und die Lebensmittelwirtschaft steht auch nicht vor einem Dilemma, sondern verhält sich eher rational, wenn sie ein Lebensmittelangebot meidet, dass gesellschaftlich so umstritten ist.

Willers fordert, dass die Endkonsumenten verstärkt in die strategischen Überlegungen für eine Akzeptanzsteigerung einbezogen werden

müssen (Willers 2009, S. 93). Völlig unklar bleibt aber, wer der Adressat für die vorgeschlagenen Akzeptanzsteigerungsmaßnahmen ist. Für Gentechnikunternehmen wie Monsanto oder BASF macht die Aussage Sinn, ist aber für diese sicherlich keine Neuigkeit. Bei Unternehmen aus Nahrungsmittelverarbeitung und -handel bleibt unverständlich, warum sie sich um eine Akzeptanzsteigerung bemühen sollten. Für sie muss die Kommunikation eines Verbraucher-nutzens im Mittelpunkt stehen, der aber bei den verfügbaren gentechnisch veränderten Pflanzen nicht vorhanden ist. Damit wird deutlich, dass sich nur aus einer Analyse möglicher Nutzenaspekte ableiten lässt, wer Interesse und Möglichkeiten hat, auf die Akzeptanzsituation der Grünen Gentechnik einzuwirken.

In den letzten Jahren hat sich die Nutzenfrage auch in der Diskussion um die europäische Regulierung der Grünen Gentechnik niedergeschlagen. Der Umweltministerrat hat in seiner Sitzung am 4. Dezember 2008 die Bewertung sozio-ökonomischer Nutzen und Risiken bei der Zulassung von gentechnisch veränderten Pflanzen zur Diskussion gestellt. Die Mitgliedsstaaten sollen der Kommission Informationen und Einschätzungen zur Verfügung stellen, auf deren Basis die Kommission bis Juni 2010 einen Bericht vorlegen soll (EU Environment Council 2008). Damit ist zu erwarten, dass Fragen des Nutzens (und der Nutzenverteilung) auch in den nächsten Jahren eine wichtige Rolle spielen werden. Als Zwischenfazit bleibt festzuhalten, dass der Nutzenaspekt in der Debatte um die Grüne Gentechnik von Willers unterschätzt wird.

2 Akzeptanz von Verbrauchern und Bürgern: Was ist entscheidend?

Willers unterscheidet zwischen „consumer acceptance“ (Verbraucherakzeptanz) und „public acceptance“ (öffentlicher bzw. sozialer Akzeptanz) (Willers 2009, S. 91f.). Die Akzeptanz der Verbraucher und die Akzeptanz der Bevölkerung sind in der wissenschaftlichen Analyse in der Tat zu unterscheiden. Verbraucherakzeptanz schlägt sich in Kaufentscheidungen nieder (soweit gentechnisch veränderte und nicht-gentechnisch veränderte Lebensmittel angeboten werden) oder drückt sich in Kaufabsichten aus (z. B. in Be-

fragungen) und ist wesentlich von individuellen Nutzen-Risiko-Abwägungen geprägt. Akzeptanz der Bevölkerung beinhaltet dagegen die Haltung von Bürgern als politische Subjekte, die durch andere Aspekte wie langfristige Wirkungen, involvierte Machtstrukturen oder Werthaltungen mit geprägt wird (Bütschi et al. 2009, S. 11).

Bei dieser analytischen Unterscheidung darf aber nicht vergessen werden, dass zwischen den beiden Formen der Akzeptanz Wechselwirkungen bestehen: Einerseits beeinflusst eine skeptische Verbraucherhaltung politische Diskussionen und Entscheidungen, und Verbraucher sind zugleich immer auch Bürger. Andererseits übt der politische Diskurs Wirkung auf das Verbraucherverhalten (bzw. Verhaltensabsicht der Verbraucher) aus (Meyer, Boysen 2009, S. 71). Willers argumentiert weiter, das mangelnde Produktangebot führe dazu, dass Verbraucherbefragungen zu gentechnisch veränderten Lebensmitteln v. a. die Rolle des Bürgers und nicht die des Verbrauchers erfassen (Willers 2009, S. 94). Was hier scheinbar als Problem formuliert wird, ist aber keins, denn die Befragungsergebnisse werden durchweg in der gesellschaftlichen und politischen Diskussion als politische Meinungsäußerungen – also als Ausdruck der sozialen Akzeptanz – registriert und verwendet.

Zwar weist Willers richtig darauf hin, dass zwischen „sozialer Akzeptanz“ und „Bereitschaft zum Kauf“ unterschieden werden muss (Willers 2009, S. 94), also die Akzeptanzergebnisse aus Verbraucherbefragungen nicht mit einem entsprechenden Verhalten beim Kauf bzw. im negativen Fall Nicht-Kauf gleichgesetzt werden kann. Aber dies ändert nichts daran, dass es sich bei der Grünen Gentechnik in erster Linie um einen gesellschaftlichen Konflikt über die Verteilung von Risiken und Nutzen handelt. Dies verweist darauf, dass es hier entscheidend auf die gewählte Perspektive ankommt: Aus der engen Sicht des Marketings kommt es auf das Kaufverhalten der Verbraucher an; im breiten Blickwinkel umfassenderer Analysen z. B. der Technikfolgenabschätzung hingegen müssen die gesellschaftlichen Konflikte und politischen Probleme in den Fokus genommen werden.

Einstellung und Akzeptanz zum Einsatz der Gentechnik im Agrar- und Lebensmittelsektor

hat Willers in seiner Arbeit (Willers 2007) mittels Clusteranalyse über die vielfältigen Einstellungsdimensionen ermittelt. Im Ergebnis werden fünf Verbrauchersegmente identifiziert: Ablehner (16 Prozent), Misstrauisch-Ängstliche (30 Prozent), Desinteressierte (18 Prozent), Aufgeschlossen-Ängstliche (20 Prozent) und Befürworter (16 Prozent). In seinem TATuP-Beitrag wird herausgestellt, dass folglich nur rund ein Sechstel der Bevölkerung überzeugte Ablehner seien (Willers 2009, S. 95), was für die Chancen einer Marketing-Strategie von Relevanz sein könne. Die ermittelten Verbrauchersegmente (Oder sind es nicht eher Segmente politischer bzw. sozialer Einstellung?) können aber auch genau umgekehrt gelesen werden, dass nur rund ein Sechstel der Bevölkerung Befürworter sind. Dies entspräche der Lesart in politischen Auseinandersetzungen. Damit wird deutlich, dass es neben der Vorgehensweise bei Akzeptanzermittlungen auch sehr auf die Interpretation und Kontextualisierung der Ergebnisse ankommt.

Direkt anschließend wird von Willers argumentiert, dass das öffentliche Meinungsbild von einer Gruppe beherrscht werde, die aus Sicht des Marketings nicht zur Zielgruppe gentechnisch veränderter Lebensmittel gehöre (Willers 2009, S. 95). Hier geraten dem Autor nun selbst Akzeptanz der Verbraucher und öffentliche Akzeptanz durcheinander. Wenn Akzeptanzuntersuchungen hauptsächlich die Einstellung des Bürgers und nicht die des Verbrauchers erfassen, wie von Willers selbst festgestellt und hier bekräftigt, dann ist nicht die enge Marketing-Perspektive relevant. Vielmehr ist es folgerichtig, dass die öffentliche Wahrnehmung durch die soziale Akzeptanz geprägt wird.

Schließlich greift vermutlich auch die Annahme von Willers zu kurz, dass das Angebot von gentechnisch veränderten Lebensmitteln vor dem Hintergrund der Akzeptanzumfragen (Quick-and-dirty-Umfragen) von der Lebensmittelwirtschaft vermieden wird (Willers 2009, S. 96). Vielmehr ist davon auszugehen, dass die kritische und teilweise emotional aufgeladene gesellschaftliche Diskussion sowie das Protestpotenzial gentechnik-kritischer NGOs den Lebensmittelhandel davon abhalten, gentechnisch veränderte Lebensmittel zu listen.

Insgesamt lässt sich eine grundsätzliche Wahrnehmungs- und Bewertungsdifferenz beschreiben:

- Die eine Sichtweise ist (implizit auch von Willers vertreten), dass gentechnisch veränderte Lebensmittel Produkte wie jedes andere (Lebensmittel-)Produkt sind, die dem Marktgeschehen und den individuellen Kaufentscheidungen unter persönlichen Nutzen-Risiko-Abwägungen unterliegen sollten.
- Die andere Sichtweise ist, dass gentechnisch veränderte Lebensmittel eine besondere Produktgruppe sind, die eine gesetzlich geregelte Zulassung der Ausgangsprodukte mit Prüfung der Gesundheits- und Umweltverträglichkeit erforderlich machen sowie außerdem sozioökonomische Folgewirkungen haben und die Handlungsfreiheit Dritter (z. B. von Öko-Landwirten) beeinträchtigen können.

Nur bei der ersten Einschätzung, also einem Produkt wie jedes andere, kann man unbekümmert Marketing-Anstrengungen unternehmen, gezielt auf die Gruppe der Interessierten bzw. Befürworter. Unter Berücksichtigung der zweiten Sichtweise werden die Vermarktung und das Marketing von gentechnisch veränderten Lebensmitteln unausweichlich zu einer Unternehmung, die in den gesellschaftlichen und politischen Arenen umstritten ist.

Damit kann auch das Argument Willers eingeordnet werden, das fehlende Angebot von gentechnisch veränderten Lebensmitteln würde die Wahlfreiheit der Verbraucher beschränken (Willers 2009, S. 96) – eine interessante Umkehrung des Arguments vieler Gentechnikkritiker. Wenn gentechnisch veränderte Lebensmittel ein Alltagsprodukt wären, über das alleine die persönlichen Vorlieben der Verbraucher entscheiden, dann wäre dieses Argument einleuchtend. Genau entgegengesetzt ist dagegen die Argumentation der Gentechnikkritiker, die bei der kommerziellen Einführung und Vermarktung von gentechnisch veränderten Pflanzen und Lebensmitteln erwarten, dass es aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften (wie z. B. Auskreuzung, Verunreinigungen in der Lebensmittelkette) zwangsläufig zu Vermischungen kommt und in der Folge die Wahlfreiheit nicht gewährleistet werden kann.

3 Zivilisationskritik oder Kritik industrieller Landwirtschaft?

Nach Willers Einschätzung handelt es sich bei der Wahrnehmung der Grünen Gentechnik nicht um eine spezielle Kritik an dieser, sondern um eine allgemeine Zivilisationskritik (Willers 2009, S. 95). Die Kontroverse um die Grüne Gentechnik habe sich zu einem Stellvertreterkonflikt gegenüber dem schnellen Fortschritt entwickelt, gleichsam als moralisches Schutzschild gegen technische Veränderungen (Willers 2007, S. 162). Wenn dem so wäre, ist zunächst einzuwenden, dass sich dann schwer erklären lässt, wieso nicht genauso die Rote Gentechnik, also die medizinische Anwendungen der Gentechnik abgelehnt wird.

Entgegen Willers Auffassung wird im Folgenden die These vertreten, dass die Kritik an der Grünen Gentechnik ganz wesentlich Teil der gesellschaftlichen Auseinandersetzungen um Vergangenheit und Zukunft von Landwirtschaft und Nahrungsmittelerzeugung darstellt. Um den Kontext zu verdeutlichen, zunächst ein kurzer, skizzenhafter Blick zurück: Die Einführung von Ackerbau und Viehzucht im Neolithikum führte zum „Common Human Pattern“, was auch als bäuerliche Landwirtschaft bezeichnet werden kann (Zwart 2009, S. 508). Die große Mehrheit der Bevölkerung lebte in ländlichen Gebieten und dörflichen Gemeinschaften, und war direkt mit der Produktion von Lebensmitteln beschäftigt. Die bäuerliche Landwirtschaft prägte entscheidend Landschaften, und die Nahrungsmittelversorgung erfolgte in der Regel in engen räumlichen Bezügen (Mazoyer, Roudart 2006). Über Jahrtausende hatte diese Form der Nahrungsmittelproduktion – trotz aller Veränderungen und Weiterentwicklungen – eine große Beständigkeit, so dass sie als „natürlich“ angesehen wurde (Zwart 2009, S. 513).

Mit der industriellen Revolution und der Verwissenschaftlichung von Landwirtschaft und Lebensmittelherstellung wurden entscheidende Veränderungen eingeleitet: Die Mehrheit der Bevölkerung ist nicht mehr in der Landwirtschaft beschäftigt und lebt in den industriellen Zentren und Städten, so dass sich Lebensmittelerzeugung und -verbrauch trennten. Die Verbraucher beziehen ihre Lebensmittel in der Regel von industri-

ellen Herstellern und neue Nahrungsmittel werden auf wissenschaftlicher Basis entwickelt.

Aber das Bild bäuerlicher Landwirtschaft lebt weiter und bildet einen wichtigen Bezugsrahmen. Nicht zufällig nimmt die Lebensmittelwerbung immer wieder Bezug darauf. Die Propagierung saisonaler Lebensmittel steht ebenfalls in dieser Tradition. Aus der Perspektive des „Common Human Pattern“ sind die traditionellen Formen von Pflanzenzüchtung (Selektion, Kreuzung, Hybride) „natürlich“, und bäuerliche Landwirtschaft führt zu „natürlichen“ Lebensmitteln. Gentechnisch veränderte Pflanzen, im Labor erzeugt und Gentransfer über Artgrenzen hinweg beinhaltend, fallen nicht unter dieses Verständnis von „natürlich“. Ein ganz anderes Verständnis haben hier Biotechnologen und manche anderen Wissenschaftler: Wissenschaftliche Erkenntnisse der Natur (bzw. Naturgesetze) und ihre (technische) Anwendung führen zu gentechnisch veränderten Pflanzen, und dies steht ohne qualitativen Bruch in der langen Linie von Pflanzenzüchtung und Veränderung von Natur durch den Menschen.

Bäuerliche Landwirtschaft ist aber nicht nur Vergangenheit und eine Erinnerung daran, sondern auch heute noch von erheblicher Relevanz. Dazu einige kurze Hinweise:

- Ökologische Landwirtschaft verzichtet auf wesentliche Bausteine der „Grünen Revolution“, und zwar auf synthetische Dünger und chemische Pflanzenschutzmittel. Die Nutzung von gentechnisch veränderten Pflanzen ist verboten. Anbaufläche und Nachfrage von Öko-Lebensmitteln haben in den letzten Jahren deutlich zugenommen.
- Trotz Globalisierung spielt die Regionalität von Lebensmitteln eine zunehmend wichtige Rolle in der Diskussion, und die regionale Nahrungsmittelproduktion und -vermarktung wird mit zahlreichen staatlichen Programmen und Initiativen gefördert (ausführlich Sauter, Meyer 2004).
- Die Hälfte der Weltbevölkerung lebt weiterhin in ländlichen Gebieten und die große Mehrheit der Landwirte weltweit sind Kleinbauern, die nach wie vor eine bäuerliche Landwirtschaft betreiben (Mazoyer, Roudart 2006; Meyer 2009).

Dies alles könnte man als Übergangsphänomene betrachten. Industrielle Landwirtschaft und Nahrungsmittelerzeugung sind aber nicht nur eine Erfolgsgeschichte, indem sie in den Industrieländern nie dagewesene Vielfalt und Überschuss an Lebensmitteln ermöglichen. Gleichzeitig werden eine Reihe von unerwünschten Folgewirkungen diskutiert: Industrielle Landwirtschaft bedroht die Kulturlandschaft, ist energieintensiv, führt zu erheblichen Umweltbelastungen und trägt spürbar zu Klimagasemissionen bei, konnte auf globaler Ebene den Hunger nicht besiegen und bewirkt bei den Verbrauchern Entfremdung und neue Unsicherheiten. Daher die strittige Diskussion, ob die industrielle Landwirtschaft ein tragfähiges Modell für die Zukunft ist. Nicht zufällig hat die Nutzenfrage in der Gentechnikdebatte so an Bedeutung gewonnen, geht es doch um die Frage, ob gentechnisch veränderte Pflanzen die negativen Seiten weiter verstärken oder nicht. Zusätzliches Indiz ist, dass in der Debatte um die Grüne Gentechnik Fragen der wirtschaftlichen Macht eine wichtige Rolle spielen und für die Unternehmen, die gentechnisch verändertes Saatgut vermarkten, erhebliche Vertrauens- und Glaubwürdigkeitsdefizite festzustellen sind. Die Wahrnehmung von Laien ist, dass Biotech-Unternehmen nicht verantwortlich genug handeln und ausschließlich an ihrem Profit interessiert sind (Lassen, Jamison 2006, S. 20f.; Meyer, Boysen 2009, S. 73f.).

Damit kann der Konflikt um Grüne Gentechnik nur verstanden werden vor dem Hintergrund der grundsätzlichen Kontroversen um bäuerliche versus industrielle Landwirtschaft bzw. um die Frage, wie eine nachhaltige Landwirtschaft und Nahrungsmittelversorgung aussehen kann und soll.

Literatur

Boysen, M.; Schulze, N.; Meyer, R.; Knapp, M., 2008: Ökonomische Bedingungen und Wirkungen für die Saatgutwirtschaft. Basisinformation Nr. 18. Diskursprojekt „Szenario-Workshops: Zukünfte der Grünen Gentechnik“; <http://www.szenario-workshops-gruene-gentechnik.de/downloads/Basisinfo%2018%20-%20Saatgutwirtschaft.pdf> (download 01.06.10)

Bütschi, D.; Gram, S.; Haugen, J.M. et al., 2009: Genetically Modified Plants and Foods – Challenges and Future Issues in Europe – Final Report. Berlin

EU Environment Council, 2008: Genetically Modified Organisms (GMOs) – Council Conclusions. Meeting on December 4, 2008. Note from General Secretariat; 16882/08. <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/08/st16/st16882.en08.pdf> (download 10.11.09)

Friends of the Earth, 2007: Who Benefits from GM Crops? An Analysis of the Global Performance of GM Crops (1996–2006). Amsterdam: Friends of the Earth International Secretariat

Friends of the Earth, 2008: Who Benefits from GM Crops? The Rise in Pesticide Use. Amsterdam: Friends of the Earth International Secretariat

Helmrich, T.; Grundke, D., 2006: „Grüne Gentechnik“ als Arbeitsplatzmotor? Genaues Hinsehen lohnt sich. Berlin: BUND

Lassen, J.; Jamison, A., 2006: Genetic Technologies Meet the Public. The Discourses of Concern. In: Science, Technology & Human Values 31/1 (2006), S. 8–28

Mazoyer, M.; Roudart, L., 2006: A History of World Agriculture from the Neolithic Age to the Current Crisis. London

Meyer, R., 2009: Agricultural Technologies for Developing Countries. Brussels: European Parliament 2009 (IP/A/STOA/FWC/2005-28/SC42)

Meyer, R.; Boysen, M., 2009: Szenarien zur Zukunft der Grünen Gentechnik – Ein Werkstattbericht. Karlsruhe

Sauter, A.; Meyer, R., 2004: Regionalität von Nahrungsmitteln in Zeiten der Globalisierung. Frankfurt a. M.

Sprenger, U., 2008: Die Heilsversprechen der Gentechnikindustrie – Ein Realitätscheck. Studie im Auftrag des BUND

Then, C.; Lorch, A., 2009: Schadensbericht Gentechnik. Berlin: Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft

Willers, C., 2007: Marketing in Widerstandsmärkten. Untersucht am Beispiel gentechnisch veränderter Lebensmittel. Köln

Willers, C., 2009: Akzeptanz ist nicht gleich Akzeptanz. Zum Akzeptanzbegriff in der Kontroverse um die Grüne Gentechnik. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 18/1 (2009), S. 91–96

Zwart, H., 2009: Biotechnology and Naturalness in the Genomics Era: Plotting a Timetable for the Biotechnology Debate. In: Journal of Agricultural and Environmental Ethics 22 (2009), S. 505–529

Kontakt

PD Dr. Rolf Meyer, ITAS im KIT
E-Mail: rolf.meyer@kit.edu

REZENSIONEN

Geoengineering: (k)ein Mittel gegen globales Fieber?

B. Launder, M. Thompson (eds.): Geo-Engineering Climate Change: Environmental Necessity or Pandora's Box? Cambridge: Cambridge University Press, 2010, 332 S., ISBN 978-0521-1980-35, € 100,99

Rezension von Thilo Wiertz, Universität Heidelberg

Wer bislang in die Datenbanken wissenschaftlicher Bibliotheken den Begriff „Geoengineering“ eintippte, wurde enttäuscht. In der jungen Diskussion um technologische Interventionen in das globale Klima fehlt es an Buchpublikationen, die einen systematischen Einblick in die Thematik bieten. Dies ist nicht verwunderlich, angesichts der Tatsache, dass die zunehmende Zahl der Beiträge in Fachzeitschriften und Medien derzeit weit mehr Fragen aufwirft, als Antworten produziert. „Geo-Engineering Climate Change“, herausgegeben von den Ingenieur- und Naturwissenschaftlern Brian Launder und Michael Thompson, ist die erste Anthologie, die sich laut Klappentext einer „detaillierten und kritischen Bestandsaufnahme“ der unterschiedlichen Interventionsstrategien annimmt.

Wer die Debatte bis dato verfolgt hat, dem fällt auf, dass lediglich zwei der insgesamt dreizehn Beiträge neu sind; das Buch ist eine Neuauflage des Themenhefts der „Philosophical Transactions of the Royal Society A“ aus dem Jahr 2008 (vol. 366, no. 1882). Das schmälert jedoch nicht die Qualität der Beiträge, die einen fundierten Überblick über die verschiedenen Geoengineering-Technologien geben. Der Untertitel des Buchs „Environmental Necessity or Pandora's Box?“ gibt zwei Fragen vor, die unterschiedlich prominent in den Beiträgen behandelt werden: Wann ist Geoengineering notwendig, inwieweit sind die Technologien beherrschbar?

1 Von Tipping Points und planetaren Gesundheitsrisiken

Der ersten Frage geht Teil Eins des Buches („Setting Scene“) nach. Stephen Schneider beginnt mit einer übersichtlichen und aufschlussreichen Darstellung historischer und aktueller Diskussionsbeiträge zu Geoengineering. Schneider, der bereits seit den 1970er Jahren an den sporadisch aufkommenden Debatten beteiligt ist, stellt auch seine persönliche Ambivalenz gegenüber Geoengineering heraus. Das häufig anzutreffende Argument, die Gesellschaft werde ohnehin nicht in Emissionsreduktionen investieren und Geoengineering wäre daher unausweichlich, weist er als vorschnell zurück. Gleichmaßen hält er es jedoch auch für ein „politisch dubioses Projekt“, Konsummuster angesichts steigender Temperaturen in kürzester Zeit zu verändern.

Anhaltspunkte dafür, ob und wann Geoengineering eine Maßnahme gegen die Folgen des Klimawandels werden könnte, geben Kevin Anderson und Alice Bows. Angesichts der Emissionsentwicklungen von 2000 bis 2008 zeigen sie, dass Zweifel gegenüber den Bekundungen der Klimapolitik angebracht sind, die globale Erwärmung auf zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Während der Wert den Autoren als ambitioniertes Vorhaben für Mitigationsmaßnahmen nach wie vor tragbar erscheint, halten sie ihn für „gefährlich“ und „irreführend“ als Grundlage für die Adaptionspolitik – und, so mag der Leser schließen, für die Diskussion um Geoengineering. Eine Temperaturveränderung von vier Grad im globalen Mittel sei demnach angemessener – ein Wert, der jenseits dessen liegt, was allgemein mit einer gefährlichen Störung des Klimasystems in Verbindung gebracht wird. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit irreversibler und sprunghafter Umweltveränderungen, wenn *Tipping Points*, also kritische Wendepunkte im Klimasystem, überschritten werden. Um Geoengineering als pro-aktive Strategie gegen *Tipping Points* einsetzen zu können, sind wissenschaftliche Prognosen Voraussetzung. Michael Thompson und Jan Sieber suchen daher nach statistischen Anzeigern für bevorstehende *Bifurkationen*, Verzweigungen in nichtlinearen Systemen, an denen Übergänge zu qualitativ veränderten Zuständen erfolgen.

Eine andere Perspektive auf Geoengineering eröffnet James Lovelock. Der Begründer der GAIA-Hypothese, derzufolge die Erde als ein selbstregulierender Organismus zu verstehen sei, sucht nach „geophysiologisch“ verträglichen Strategien gegen eine globale Erwärmung. Die Überlegungen zu Rückkopplungen und Stabilitätszuständen im Erdsystem, die Lovelock wesentlich in den 1960er Jahren entwickelte, sind bemerkenswert. Jedoch ist für den Leser nicht immer offensichtlich, worauf der Autor seine starken und bisweilen esoterisch anmutenden Thesen stützt, wenn er die „planetaren Gesundheitsrisiken“ (S. 90) anmahnt. Man müsse, so Lovelock, im Geiste der Medizin des 19. Jahrhunderts auch erwägen „nichts zu tun“ und „den Lauf der Natur“ hinzunehmen (S. 91).

2 Systemtherapie und Schmerzlinderung

Den ersten Teil des Buches beschließt Paul Breeze mit einem Plädoyer für die Abscheidung von CO₂ bei der Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen. Angesichts der nach wie vor steigenden Bedeutung von Kohle für die globale Energieversorgung sei dies unumgänglich. Breeze markiert damit den Übergang zu den technologischen zweiten und dritten Abschnitten des Buches. Die Reihenfolge der Beiträge orientiert sich an zunehmenden Unsicherheiten und Risiken. David Keith, Kenton Heidel und Robert Cherry erörtern in ihrem Beitrag unterschiedliche Verfahren, Kohlendioxid auf physikalisch-chemischem Weg der Umgebungsluft zu entziehen. Die Autoren geben sich optimistisch, was die technologische Umsetzbarkeit „auf industrieller Maßstabsebene“ (S. 124) betrifft – und bieten als Beispiel ein von David Keith mitentwickeltes Verfahren an. Unberücksichtigt lassen sie die Frage nach der Speicherung des sequestrierten CO₂, eine wesentliche politische Hürde für die kommerzielle Nutzung von *Carbon Capture and Storage* an Emissionsquellen. Umgehen ließe sich dieses Problem, wenn „klimaneutrale Kohlenwasserstoffe“ eine Alternative zu Strom und Wasserstoff als Grundlage zukünftiger Transportsysteme darstellten. Kohlendioxid könnte, so Frank Zeman und David Keith, unter dem Einsatz erneuerbarer Energien oder Atomkraft zu Treibstoff recycelt werden, ein Umbau der Verkehrsinfrastruktur entfielen damit.

Vorschläge für eine biologische Kohlenstoffsequestrierung in Ozeanen sind angesichts der Auswirkungen auf marine Ökosysteme kontrovers diskutiert worden. Erfreulich ist daher, dass Richard Lampitt et al. den möglichen Nebeneffekten einen eigenen und ausführlichen Abschnitt in ihrem Beitrag zu „ocean fertilization“ einräumen. Fragestellung und Design für künftige Experimente einer Ozean-Eisendüngung geben Victor Smetacek und Wajih Naqvi vor. Von der Relevanz solcher Forschung für den Kampf gegen die globale Erwärmung sind die Autoren überzeugt und merken an, „dass wir es uns nicht leisten können“ (S. 199), das Potenzial solcher Technologien nicht zu untersuchen. Gleichmaßen äußern sie sich skeptisch gegenüber der prinzipiellen Nachweisbarkeit (und damit Handelbarkeit auf Emissionsmärkten) einer so erzielten Kohlenstoffreduktion in der Atmosphäre. Ein Experiment im südlichen Polarmeer, das ein Jahr nach Erscheinen ihres Artikels in den *Philosophical Transactions* unter der Leitung der Autoren durchgeführt wurde, war im Hinblick auf eine Kohlenstoffsequestrierung wenig erfolgreich (für einige Krebsarten hingegen ein Festmahl; vgl. AWI 2009). Das Experiment löste eine kontrovers geführte öffentliche und politische Diskussion um Rahmenbedingungen für Geoengineering im Allgemeinen und Ozeandüngung im Besonderen aus, die im Buch leider keine Beachtung findet.

Eine Veränderung der planetaren Albedo ist Gegenstand des dritten Teils des Buches und markiert sicher jene Form des Geoengineerings, die mit den größten Unwägbarkeiten und Konfliktpotenzialen behaftet ist. John Latham und Stephen Salter präsentieren ihren Vorschlag, mit einer unbemannten Segelflotte Meereswolken zu „impfen“ und so dichter und weißer zu machen. Vielerlei ungelöste technische Fragen haften dem Projekt an, denen die Autoren insgesamt jedoch optimistisch gegenüberstehen. Phil Rasch et al. bieten einen ausführlichen Überblick über Vorschläge, mit stratosphärischen Schwefelaerosolen das Klima zu kühlen. Prinzipiell, so schließen sie, ließen sich damit zumindest einige Effekte erhöhter CO₂-Konzentrationen ausgleichen.

Neben einer möglichen Beeinträchtigung der Ozonschicht bleibt für alle Methoden der Albedo-Veränderung jedoch die Frage nach den regionalen

Auswirkungen: Ein „kalter Wickel“ um die Erde – sei er aus Wolken oder stratosphärischen Aerosolen – wird räumlich heterogene Effekte produzieren, die sich mit derzeitigen Klimasimulationen nur unbefriedigend genau prognostizieren lassen. Ein Experiment im globalen Computermodell unternehmen im Schlussbeitrag Ken Caldeira und Lowell Wood. In dieser Form des *virtuellen Geoengineering* sehen die Autoren eine Chance, mehr über das Verhältnis der Risiken von Geoengineering und Klimawandel zu erfahren.

3 Ein Blick auf Pandoras Büchse

In diesem kurzen Überblick über das Buch zeichnet sich durchaus ein roter Faden ab: Geoengineering könnte dann zu einer bedenkenswerten Strategie werden, wenn steigende Emissionen und steigende Temperaturen drastische Klimaveränderungen wahrscheinlicher werden lassen. Während eine Kohlenstoffsequestrierung als Ergänzung zu Mitigationsmaßnahmen dem nur vorbeugen kann, wäre eine globale Albedoveränderung eine letzte Maßnahme gegen eine drohende Klimakrise. Das Buch macht deutlich, dass die Unsicherheiten über Umsetzbarkeit der Technologien und mögliche Nebeneffekte derzeit keinerlei Anlass bieten, Geoengineering als eine Lösung gegen den Klimawandel zu erachten. Bereits in seiner Einleitung prüft Stephen Schneider die Beiträge auf die gebotene Skepsis. Die obligatorischen Verweise auf potenzielle Risiken und Nebenwirkungen von Geoengineering finden sich in fast allen Beiträgen.

Bereichernd wäre ein Beitrag zu den ethischen und politischen Fragen gewesen, die sich aus der Argumentationslinie des Buches ergeben: Wie kann über die Grenze zwischen akzeptablen und katastrophalen Klimaveränderungen entschieden werden? Wie geht man mit den regional unterschiedlichen Folgen der globalen Erwärmung bzw. technologischer Eingriffe um? Bis auf den Aufsatz von Schneider bleiben die anderen Beiträge zumeist bei einer technischen und globalen Betrachtung des Problems stehen. Das Versprechen einer „umfassenden Referenz“ und „essenziellen Lektüre für Forscher und Politiker in Kopenhagen und darüber hinaus“ (Klappentext) löst das Buch damit nur bedingt ein. Für alle, die sich für die technischen Fragen von

Geoengineering interessieren, bietet es hingegen eine ausführliche Darstellung auf hohem Niveau.

In der griechischen Mythologie schickt Zeus Pandora mitsamt ihrer Büchse auf die Erde, um sich für den Diebstahl des Feuers aus den Händen der Götter zu rächen. Epimetheus, der *nachher Bedenkende*, kann der schönen Pandora nicht widerstehen – entgegen der Mahnungen seines Bruders Prometheus. Das Öffnen der Büchse bringt vor allem Unheil, aber auch Hoffnung über die Welt. Derzeit versucht sich die Wissenschaft an einem vorsichtigen Blick auf die Büchse, nicht ohne vor ihrem Inhalt zu warnen. Die Frage für Geoengineering wird jedoch sein, ob die Politik den Beipackzettel liest und verführerischen Versprechungen über eine kurzfristige Linderung widersteht.

Literatur

AWI – Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, 2009: Polarsternexpedition Lohafex gibt neue Einblicke in die Planktonökologie. Pressemitteilung vom 23.3.2009; <http://idw-online.de/pages/de/news306652> (download 15.5.10)

Hinweis:

Vom Autor dieser Rezension findet sich im Schwerpunkt dieses Heftes ein Beitrag, den er zusammen mit David Reichwein verfasste (Climate Engineering zwischen Klimapolitik und Völkerrecht: Status quo und Perspektiven). (*die Redaktion*)

« »

Ist Global Governance demokratisch legitimierbar?

B. Bürgler: Demokratische Legitimität in der internationalen Umweltpolitik. Wiesbaden: VS Verlag, 2009, 217 S., ISBN 978-3531166308, € 34,90

Rezension von Andreas Rechkemmer, Global Risk Forum Davos

Der Band „Demokratische Legitimität in der internationalen Umweltpolitik“ von Beatrice Bürgler ist eine am Institut für internationale Beziehungen der Universität Zürich entstandene und

2008 eingereichte Dissertation. Der Autorin geht es darin zuvorderst darum, einen genuinen Beitrag zur Global-Governance-Forschung zu leisten und hierbei der – ebenso spannenden wie hochrelevanten – Frage nach der Möglichkeit einer demokratischen Legitimierung derselben auf den Grund zu gehen. Dieser Umstand ist dem Buchtitel zwar so nicht zu entnehmen, erschließt sich dem aufmerksamen Leser aber bereits zu Beginn der Lektüre.

1 Governance und Entstaatlichung

Dass internationale Umweltpolitik nicht notwendigerweise *Global Governance* bedeutet, sollte eigentlich selbstverständlich sein. Bedauerlicherweise gibt es in der deutschen Sprache aber keine vernünftige Entsprechung zum Anglizismus *Global-Governance* („Regieren jenseits des Staates“ ist recht sperrig und vermag auch nicht die gesamte Breite des **Global-Governance-Begriffs** abzudecken), so dass hier Missverständnisse immer wieder vorkommen. Insofern wäre eine begrifflich-semanticische Klärung dieses Sachverhalts am Anfang des Buchs durchaus hilfreich gewesen.

Die Autorin spricht also von Politik und meint doch *Governance*, jenes komplexe und interdependente Netz von unterschiedlichen Akteuren, Institutionen, Normen und Prozessen. Politik im klassischen Sinn gehört freilich zu diesem Netzwerk, letzteres erschöpft sich jedoch nicht darin. Ausgangsthese der Autorin ist, dass sich gerade das Feld internationaler Umweltpolitik (also etwa die multilateralen Verhandlungen zum Klimaschutz und zur Artenvielfalt oder aber supranationale Institutionen wie das Umweltprogramm der Vereinten Nationen) globalisierungsbedingt in einem Prozess der „Entstaatlichung“ befindet und mehr und mehr von typischen *Global-Governance*-Eigenschaften geprägt ist, etwa dem Etablieren problembezogener Regime als bevorzugte Steuerungsform multinationalen Regierens. Die Autorin folgt hierbei der in der *Global-Governance-Community* weit verbreiteten These, dass Multilateralität und Staatsversagen – oder, etwas weniger zugespitzt, doch zumindest der Zerfall nationalstaatlicher Autorität und Souveränität – gewissermaßen Hand in Hand gehen, und die Ebene internationalen Regierens wesent-

lich von einer Schwächung staatlicher Einflussnahme und Durchsetzungskraft geprägt ist.

Diese, in den 1990er Jahren angesichts einer durch den Zusammenbruch des Ostblocks und durch das Ende des Kalten Krieges und der bipolaren Weltordnung begünstigten Welle globalen Regierens ganz im Sinne des *Global-Governance-Ansatzes* beförderten Sicht auf internationale Politik, ist heute so nicht mehr uneingeschränkt vertretbar. Es verwundert, dass die Autorin gerade in einer Zeit des zunehmenden Versagens von Regimebildungsprozessen und multilateralen Regierens (insbesondere bei den Themen Umwelt und Nachhaltigkeit) diese These recht unkritisch übernimmt. Ob Klimaverhandlungen, Biodiversität oder Landverödung, Artenschutz oder Schutz tropischer Forstressourcen: Die Realität internationaler Zusammenarbeit ist derzeit durch einen Rückfall in nationalstaatlich orientiertes, auf wechselnde Machtkoalitionen ausgerichtetes und interessenbasiertes Taktieren charakterisiert.

2 Demokratische Legitimität internationalen Regierens

Diese momentane Realität in der Weltpolitik, in der staatliche Akteure nicht durch ein Weniger sondern eher ein Mehr an Prädominanz gekennzeichnet sind (übrigens auch im aktuellen kollektiven Bemühen um eine stärkere Regulierung der internationalen Finanzmärkte), tut der Lehre und Philosophie von *Global-Governance* als intellektuell attraktivem Modell internationaler Beziehungen keinerlei Abbruch. Ganz im Gegenteil: Angesichts beobachtbarer Phänomene im obigen Sinne ist es umso mehr erforderlich, den *Global-Governance-Ansatz* als **normativen Diskurs** und Leitbild für eine ethische Grundlegung des Handelns im zwischenstaatlichen Raum zu verankern. Dies ist seine Stärke. Als deskriptives Instrument mit Ist-Anspruch kann er derzeit allerdings nur verlieren. Ein Umstand, den man der Autorin gerne mitgeben möchte.

Das Hauptanliegen des hier besprochenen Bandes jedoch ist das Aufweisen der Notwendigkeit und Möglichkeit einer demokratischen Grundlegung und Legitimierung internationaler Politik unter den Bedingungen der Globalisierung, betrachtet durch die Linse des *Global-Gover-*

nance-Ansatzes und exemplarisch vorgetragen am Beispiel globaler Umweltpolitik. In der Tat stellt die Frage nach Demokratie, Legitimität und „accountability“ sowohl in den Theorien von Global Governance und vom Regieren im zwischenstaatlichen Raum als auch in der empirisch beobachtbaren Realität vieler multilateraler Verhandlungsprozesse, Politikentscheidungen und Vertragswerke ein wichtiges Problem dar und ist bislang weder theoretisch noch praktisch in auch nur annähernd befriedigender Weise gelöst. Sowohl Politologen, Soziologen und Juristen einerseits als auch Nichtregierungsorganisationen andererseits monieren seit geraumer Zeit ein fundamentales Demokratie- und Legitimitätsdefizit in der zeitgenössischen internationalen Politik. Als „loci classici“ können hier zwar die westlich-aufklärerischen Prinzipien von Gewaltenteilung, demokratischer Repräsentation und parlamentarisch legitimer Gesetzgebung herangezogen und veranschaulicht werden. In der Praxis gilt deren Etablierung und Durchsetzung jedoch als ausgesprochen schwierig.

Es ist der lohnende Verdienst der Autorin, den Diskurs über demokratische Legitimität im internationalen Regieren, speziell in der internationalen Umweltpolitik, ein gutes und wichtiges Stück weiter entwickelt zu haben, und dies nicht nur als theoretisch-normatives Konzept sondern auch als fundierte empirische Analyse. Hierbei werden zunächst einige relevante theoretische Ansätze und etablierte Hypothesen kritisch gewürdigt und zu einem Modell demokratischen Regierens rekonfiguriert. In einem zweiten Schritt arbeitet eine Analyse zu beobachtender empirischer Praktiken und Strukturen eine Reihe möglicher Bedingungen für demokratische Legitimität heraus. Die Abhandlung stellt so ein solides Stück wissenschaftlicher Arbeit dar und folgt einer klassischen und bewährten Struktur. Vor Theorie und Empirie steht die Ausleuchtung des Forschungsstands. Dabei interessiert sich die Autorin vor allem für bestehende Lücken, aus deren Kenntnis heraus sie ihr Design und ihre Forschungsfragen entwickelt. Im Theorieteil nimmt sie insbesondere zwei Ansätze unter die Lupe, einen normativen und einen analytischen, um nach der empirischen Untersuchung ihre Schlussfolgerungen und Findungen zu präsentieren.

3 Grenzen der Parlamentarisierung

Die Analyse zeigt, dass eine Parlamentarisierung internationalen Regierens nach dem Vorbild westlicher Nationalstaaten an Grenzen stößt. Die Autorin weist darauf hin, dass selbst in der EU eine volle Parlamentarisierung nicht in Sicht sei und sich daher die Frage stelle, inwieweit die Idee einer „postnationalen“ demokratischen Legitimation auf andere Weise gelingen möge. Ihr Anspruch ist es, starke normative Kriterien demokratischen Regierens jenseits des Staates zu identifizieren, um hierdurch die der Globalisierung eigenen Asymmetrie zwischen wirtschaftlicher und technologischer Integration einerseits und politisch-demokratischer Unterentwicklung andererseits (von Michael Zürn „ungleichzeitige Denationalisierung“ genannt) zu begegnen. Die Autorin folgt Benjamin Barbers Argument, wonach die zunehmende Tendenz zur Privatisierung im Unterschied zu dezentralisierenden Maßnahmen, die eine demokratische Gestaltung zulassen würden, einen Top-down-Ansatz etabliert, der Macht nicht mehr öffentlich sondern privat organisiert und dadurch per se unlegitimiert ist.

Es ist eine der Stärken dieses Buches, im Umgang mit den normativen Konzepten demokratischer Legitimierung internationaler Politik eine nahezu vollständige und stringente Zusammenschau auf engstem Raum zu liefern. Von Kommunitarismus über Verantwortungsethik bis hin zu multi-dimensionaler Demokratietheorie arbeitet die Autorin eine Fülle von faszinierenden Ansätzen in dichtgewobener Manier ab. Am Ende steht ihr Modell demokratischen Regierens jenseits des Staates, welches gerade von „Theorienpluralität“ gekennzeichnet ist, um so den spezifischen Eigenschaften internationaler Politik gerecht zu werden. Es geht ihr um einen Katalog von Kriterien, die weniger hierarchisch als vielmehr assoziativ geordnet werden, um die notwendige Flexibilität und Adaptivität je nach Politikfeld und Kontext zu gewährleisten. So sind zum Beispiel die Faktoren Partizipation, Rationalität und Kontrolle notwendige jedoch je nach Situation recht unterschiedlich zu gewichtende und zueinander ins Verhältnis zu setzende Kriterien für Legitimität.

Der empirische Teil des Buchs stützt sich auf die Arbeit der „International Regime Database“

(IRD), die unter der Federführung von Breitmeier, Young und Zürn vor allem zwischen 1997 und 2002 entstand und mit einer Hauptveröffentlichung im Jahre 2006 der Forschungsöffentlichkeit zugänglich gemacht wurde. Die hier besprochene Arbeit stellt damit eine der ersten Studien dar, die sich am Datenschatz der IRD bedienen und die darin verfolgte Methodologie für eigene Fallstudien und analytische Schlussfolgerungen nutzen. Die IRD ist die weltweit erste und umfangreichste standardisierte qualitative Analyse internationaler Regime mit großer Fallzahl. Die Autorin konnte sich so auf eine Vorarbeit von hoher Qualität und Signifikanz stützen, was folglich auch in ihrer eigenen Arbeit spürbar wird. Auch methodologisch schließt sich die Autorin der IRD an, deren wichtigste analytische Werkzeuge die „Qualitative Comparative Analysis“ (QCA) und die „Fuzzy Set Analysis“ (FS) sind. Sinn der empirischen Untersuchung ist, belastbare Aussagen zu notwendigen und hinreichenden Bedingungen für demokratische Legitimation im Bereich internationaler Umweltregime zu generieren, wobei die Fallzahl bei 56 liegt und inhaltlich vor allem die Kriterien Mitgliedschaft, Partizipation von Nichtregierungsorganisationen und Experten, Prozeduren und Kontrollmechanismen herangezogen werden.

4 Fazit

Sowohl die normativ-theoretischen Thesen als auch die Ergebnisse der empirischen Untersuchung auf Basis der IRD sind schlüssig, stringent vorgetragen und höchst interessant. Der Mehrwert dieser Studie dürfte zum einen in der Problematisierung der Thematik demokratischer Legitimität im zwischenstaatlichen Raum anhand normativer und analytisch-konzeptioneller Kriterien liegen, zum anderen sicherlich in der akribischen Aufarbeitung einschlägigen Datenmaterials zur globalen Umweltpolitik. Der Autorin gelingt es, sich dieser schwierigen Thematik ein gutes Stück zu nähern und sowohl verlässliche Kriterien zu etablieren als auch diese an einer Vielzahl von Fallbeispielen durchzudeklinieren – auch wenn, wie sie selbst sagt, ein deutliches Mehr an Forschung erforderlich ist als hier geleistet werden kann. Und so bleibt am Ende der Lektüre bei aller Zufriedenheit über die Fülle und Dichte des erbrachten Ma-

terials doch auch das Gefühl einer gewissen Ernüchterung was die Beantwortung der Gretchenfrage „Wie kriegt man internationale (Umwelt-) Politik demokratisch legitimiert?“ angeht. Eine Blaupause liefert der Band nicht. Für eine Dissertation wäre dies aber auch nicht angemessen.

« »

Tatort Klimawandel

Dem Scheitern von Kopenhagen auf der Spur

B. Pötter: Tatort Klimawandel.

Täter, Opfer und Profiteure einer globalen Revolution. München: oekom verlag, 2008, 263 S., ISBN 978-3865811219, € 19,90

Rezension von Gerhard Sardemann, ITAS

Der Autor hat für das vorliegende Buch nach eigenen Angaben zwei Jahre lang recherchiert und dabei hunderte von Interviews in aller Welt geführt. Beim ersten Durchblättern kommt einem das Buch daher auch vor wie ein Reiseführer auf der Basis der Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), die sich aufgrund ihres Volumens und vor allem Gewichts (vgl. TA-Datenbank-Nachrichten 10/3 (2001), S. 93) nicht für einen solchen Zweck eignen, aber viel Stoff dafür liefern, sich vor Ort in der Welt über das Klimaproblem zu unterhalten. Gliederung und aufgesuchte Personen und Organisationen verraten einiges an Kenntnis, sicherlich auch im Zuge der Recherchen und Gespräche gewonnen, über die wichtigsten Akteure und inhaltlichen Knackpunkte im Zusammenhang mit dem anthropogenen Klimawandel.

Das Buch ist flüssig in einem journalistischen Stil geschrieben und lässt sich aufgrund der Unterteilung in 27 abgeschlossene voneinander unabhängige Kapitel auch häppchenweise lesen, wobei man sich in der Abfolge von seinen eigenen Interessen leiten lassen kann. Leider stören Formulierungen wie die zum stellvertretenden Vorsitzenden der norwegischen Umweltschutzorganisation Bellona, der auf einer Holzbank in der Sonne interviewt wird: „Holm sitzt nicht nur auf seiner Bank, sondern auch in einer strategischen

Klemme.“ (S. 212) Manche werden dies jedoch als flotte Schreibe durchgehen lassen.

Die einzelnen Kapitel sind Tätern, Opfern und Profiteuren im Zusammenhang mit der Strafsache Klimawandel gewidmet. Am Ende eines jeden Kapitels ist in einem Kasten entweder ein „Klima-Steckbrief“ angehängt oder es werden sachdienliche Aussagen eines „Klimazeugen“ oder Gutachters zitiert. Bei Letzteren handelt es sich um kurze Zeugenaussagen zum „Tathergang“, wobei im Buch alle Parteien zu Wort kommen: Vom Umweltschützer über den Experten bis hin zum Klimaskeptiker. In der Regel werden diese Klimazeugen aber auch in den dazugehörigen Kapiteln angehört. Interessanter sind daher sicher für viele die Klima-Steckbriefe, die für einzelne Staaten aber auch Sektoren wie die Kohleindustrie, Flugzeugbranche oder Grüne Gentechnik, einen übersichtlichen Satz von Fakten enthalten, die eine gewisse Einordnung möglich machen. Geht es um Staaten, werden ihnen außer Bevölkerungszahl und Pro-Kopf-Einkommen auch klimarelevante Indices wie der Pro-Kopf-CO₂-Ausstoß oder der RCI-Faktor als Maß für die Verantwortung für den Klimaschutz zugeordnet. In den vom Stockholm Environment Institute im Auftrag der Heinrich Böll Stiftung erarbeiteten „responsibility and capacity indicator“ (RCI) fließen die bisherigen kumulierten Treibhausgas-Emissionen ein sowie die Möglichkeiten, zur Lösung des Klimaproblems beizutragen. Leider fehlen in den Steckbriefen die Jahresangaben, so dass viele Zahlen nur größenordnungsmäßig nachvollzogen werden können.

Der Täter als analytische Kategorie

Das Buch beginnt nach einem einleitenden Kapitel mit den „Tätern“, wobei der Autor diesen Begriff, wie den vom „Opfer“, nicht in erster Linie als moralische Kategorie verstanden wissen will, sondern als analytische. Ein Blick auf die Karte zu diesem Buchabschnitt zeigt, wo man die Täter finden kann: In Houston, dem Sitz von *Exxon-Mobile*, am Amazonas in Brasilien, wo der tropische Regenwald abgeholzt wird, in Los Angeles als Stadt mit der höchsten Autodichte oder in Europa, wo die Luftfahrtindustrie „gehätschelt“ wird. Man trifft auf ganz unterschiedliche Täterprofile, hier das rücksichtslos nach globaler Macht und

Profit gierende Unternehmen, dort den Staat mit seinen Subventionen für ausgewiesene Klimasünder. Dazu gesellt sich der Konsument, der nun mal gerne fliegt oder auf sein Auto nicht verzichten kann. Die Lage am Amazonas ist etwas komplexer, deshalb taucht der Bauer im Regenwald außer bei den Tätern auch bei den Opfern auf.

Bei Letzteren handelt es sich um Menschen, Klimaflüchtlinge zum Beispiel, aber auch um Pflanzen und Tiere, die mit der Geschwindigkeit des Klimawandels nicht zurechtkommen. Es geht um die Versauerung der Meere und die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die Alpen und auf Regenwälder. Die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels werden anhand der zunehmenden Ausbreitung der Zecken illustriert – um hierzu die Betroffenen und Experten zu interviewen, musste der Autor gar nicht so weit reisen. In einem relativ ausführlichen Kapitel wird der Klimawandel als ein Problem der internationalen Sicherheitspolitik dargestellt. Hierzu befragte der Autor auf der einen Seite Viehhirten in Kenia, die in einen gewalttätigen Konflikt um die Wasserstellen verwickelt sind, und verweist auf der anderen Seite auf die Unzulänglichkeit von Lösungen zum „Klimaschutz“, wie sie beispielsweise in den USA von hochrangigen Militärs angedacht wurden.

Der vorletzte Abschnitt des Buches ist den Profiteuren gewidmet, wobei dieser Begriff nicht immer negativ gemeint sein soll. Die Karte zu Beginn des Abschnitts zeigt, dass der Autor sich v. a. in den europäischen Nachbarländern umgehört hat. Zu den gewissermaßen harmlosen Profiteuren gehören Unternehmen, die die in Holland immer beliebteren schwimmenden Häuser liefern. Es gibt aber auch die Nuklearindustrie, die sich als Klimaretter präsentiert. Die skandinavischen Länder profitieren in vielfacher Hinsicht von einer Erwärmung, was am Beispiel Schwedens und seiner Waldwirtschaft dargestellt wird. Dass der drohende Klimawandel zu einem warmen Geldregen für die einschlägige Wissenschaft geführt habe, vernimmt der Rezensent mit einem weinenden und einem lachendem Auge.

Ein Ende mit sachdienlichen Hinweisen

Die letzten Kapitel des Buches sind als eine Art Zugabe zu werten. In ihnen geht es um „Heiße Spuren und falsche Fährten“. Behandelt wer-

den Themen wie „Carbon Capture and Storage“ (CCS), Emissionshandel oder Schadenersatzforderungen für die Folgen des Klimawandels. Beklagt wird ein zunehmender „Ablasshandel“, was die CO₂-Emissionen vor Ort angeht, beispielsweise durch die Anerkennung von Emissionsreduktionen aus dem Clean Development Mechanism (CDM) in den Entwicklungsländern. Wäre das Buch nicht schon 2008 erschienen, könnte man sich ein zusätzliches Kapitel mit dem Titel „Geoengineering“ durchaus vorstellen.

Das Buch endet mit einigen sachdienlichen Hinweisen, Literatur und Weblinks zum Thema Klimawandel. Trotz seines Erscheinens vor knapp zwei Jahren, funktionieren diese Links noch. Die Auswahl ist allerdings sehr begrenzt und spiegelt die Interessen des Autors wider. Beim Aufruf des Links zu den Klimarettern (<http://www.wir-klimaretter.de/>) konnte sich der Rezensent eines Schmunzelns nicht erwehren: Unter der Rubrik „Am meisten gelesen“, befand sich an erster Stelle ein Text mit dem Titel „Sex, Katastrophen und Klimawandel“, der wiederum problematisiert, wie man beim Thema Klimawandel am besten die Aufmerksamkeit der medialen Öffentlichkeit erregt. Was die aufgelistete Literatur angeht, gibt es inzwischen neuere Literatur, auch von Autoren, die in dem Buch genannt werden: so etwa vom WBGU, dem wissenschaftlichen Beirat für globale Umweltveränderungen, der einen Bericht über die Klimapolitik nach der missglückten Klimakonferenz in Kopenhagen herausgegeben hat. Es gibt auch einen neuen Al Gore und aktuell das Buch von Silke Beck mit dem Titel „Das Klimaexperiment und der IPCC“, das hervorragend zum Kapitel über Wissenschaftler als Profiteure des Klimawandels passt.

Die Literaturlage hat sich aber seit dem Erscheinen des Buches nicht wesentlich geändert, was daran liegen mag, dass man den Schock nach Kopenhagen noch nicht ganz verdaut hat. Damit erweist sich das vorliegende Buch als durchaus noch aktuell, insbesondere weil es Themen an ganz konkreten Beispielen anspricht, die auch zum Scheitern der mit so großen Erwartungen bedachten Klimakonferenz geführt haben.

« »

Beiträge zur „Allgemeinen Technologie“

G. Banse, E.-O. Reher (Hg.): Allgemeine Technologie – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. Symposium der Leibniz-Sozietät und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe, Technik und Umwelt, am 12. Oktober 2001 in Berlin. Berlin: trafo Wissenschaftsverlag, 2002, 217 S., ISBN 3-89626-386-2, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften Bd. 50

G. Banse, E.-O. Reher (Hg.): Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie. Symposium der Leibniz-Sozietät und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe am 14. Mai 2004 in Berlin. Berlin: trafo Wissenschaftsverlag, 2004, 252 S., ISBN 3-89626-516-4, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften Bd. 75

G. Banse, E.-O. Reher (Hg.): Allgemeine Technologie – verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen zur Technologie. 3. Symposium der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe am 12. Oktober 2007 in Berlin. Berlin: trafo Wissenschaftsverlag, 2008, 312 S., ISBN 3-89626-759-0, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften Bd. 99

Rezension von Klaus Krug, Hochschule Merseburg

Seit Johann Beckmann (1739–1811) den Begriff „Technologie“ in neuzeitlichem Sinne prägte, ist die Diskussion in Wissenschaft und Produktion – wenn auch mit Phasen unterschiedlicher Intensität – bis in die Gegenwart präsent. Der Begriffsinhalt ist an die Menschheitsgeschichte geknüpft und kennzeichnet die in den Produktionsweisen unterschiedlichen Mechanismen des Zusammenwirkens von Arbeitskraft, Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand. Den Herausgebern der hier

rezensierten Bände gebührt der Verdienst, die den Publikationen zugrundeliegenden Symposien konzipiert und organisiert, eigene Beiträge eingebracht und Diskussionsangebote unterbreitet zu haben. Es handelt sich insgesamt um 45 Einzelbeiträge von 27 Autoren.¹

1 Bestandsaufnahme

Der Technologiebegriff scheint für die Produktionssphäre mit den Synonymen „Verfahren“ bzw. „Prozess“ zunächst relativ überschaubar. Allerdings ergibt sich v. a. aus dieser Sphäre die ganze Komplexität des Gegenstands, die in das überkommene Wissenschaftssystem inhaltlich wie terminologisch kaum zu zwängen ist. Genau dieser Transformation widmet sich die Überzahl der Beiträge. Die Herausgeber bemerken: „In den letzten zwanzig Jahren ist [...] das Interesse an einer Allgemeinen Technologie wieder erwacht.“ Durch eine Reihe erschienener Monografien ließe sich diese Situation belegen. Allerdings, so weiter, gehörten „Natur- und Technikwissenschaftler als ‚Schöpfer‘ von Technologien nicht zu den vorrangigen Rezipienten“ (Banse, Reher in Bd. 50, S. 11). Immerhin handelt es sich aber bei den Autoren dieser Publikationen etwa je zur Hälfte um Technik- und Gesellschaftswissenschaftler, also um „Schöpfer“ und „Begleiter“ der Technologie.

Eine Vielzahl der Autoren (u. a. Gerhard Banse, Ernst-Otto Reher, Heinz Bartsch, Klaus Fuchs-Kittowski, Klaus Krug, Günter Ropohl, Martin Eberhardt) nennen Beckmanns Schriften „Anleitung zur Technologie [...]“ (1777) und „Entwurf der Allgemeinen Technologie“ (1806) explizit als die historischen Ausgangspunkte ihrer Beiträge. Dabei wird in der Regel impliziert, Beckmann habe die Methode der Gewerbebeschreibung (1777) (später „Spezielle Technologie“) vollständig durch die Methode des Vergleichs der „Handgriffe“ in den verschiedenen Gewerben („Allgemeine Technologie“) ersetzt. Im Interesse der historischen Kontinuität scheint es durchaus überdenkenswert, beide als unterschiedliche Ebenen bis in die Terminologie der Gegenwart, etwa als „System“ und „Element“ oder als „Technologisches Paradigma“ bzw.

„Scientifisches Paradigma“ zu verfolgen. Die vorliegenden Beiträge orientieren ausschließlich auf die „Allgemeine Technologie“, wobei das Attribut „allgemein“ durchaus einen Bedeutungswandel vollzogen hat.

2 Reduktion auf den technischen Teil

Der Übergang von der „handwerklichen“ zur industriellen Produktion, d. h. die Übertragung manueller Funktionen des Produzenten (Arbeitskraft) auf technische Mechanismen (Arbeitsmittel) führte zur Herausbildung von Industriezweigen und in deren Reflexion zu entsprechenden technologischen Disziplinen, als deren „Hauptabteilungen“ sich die mechanische und die chemische Technologie etablierten. In den Werken dazu war der „Handgriff“ durch den Prozess (die Operation) ersetzt und demzufolge die Technologie auf ihren technischen Teil reduziert worden.

Ihre Nestoren Karl Karmarsch (1803–1879) und der Liebig-Schüler Friedrich Knapp (1814–1904) vertraten in vollkommener Übereinstimmung die Meinung, dass dem Konzept der allgemeinen Technologie zwar der Vorzug gebühre, dass es aber an den notwendigen (natur-)wissenschaftlichen Grundlagen weitgehend fehle. Demgemäß folgen beide Werke vorwiegend dem Konzept der speziellen Technologie. Karmarsch konnte allerdings für die mechanische Technologie auf deutlich mehr anwendungsbe-reite (mathematisch-physikalische) Erkenntnisse zurückgreifen. Für die Chemie existierten um die Jahrhundertmitte weder die analytische noch die physikalische Chemie mit ihren Disziplinen der chemischen Thermodynamik und der Reaktionskinetik. Knapp sah sich angesichts der ständigen Zunahme neuer in die Produktionspraxis eingeführter chemisch-technologischer Verfahren in seinem als Lehrbuch konzipierten Werk einem Mangel an logischem Organismus gegenüber, der ihn zur Willkürlichkeit der Stoffauswahl zwingt. Karmarsch spricht dem Konzept der speziellen Technologie jedoch keineswegs die Existenzberechtigung ab und weist ihr die Aufgabe zu, den Gang des Verfahrens einschließlich der Mittel, Werkzeuge und Maschi-

nen zu erklären und somit ein lebendiges Bild vom Entstehen des Fabrikates zu gewähren.

Die allgemeine (mechanische) Technologie war in den Hauptstrom der Wissenschaftsentwicklung jener Zeit nach Differenzierung und Quantifizierung klassifizierbar, während die spezielle Technologie aufgrund der Komplexität ihres Ansatzes und der Zusammenhanglosigkeit ihrer Elemente, der Gewerbe, über eine kontemplative Darstellung nicht hinauskommen konnte und in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts als „gelehrt ausgestaffte Gewerbelehre“ regelrecht in Verruf kam. Die enormen Erkenntnisfortschritte der letzten hundert Jahre und die Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung haben dazu geführt, den Gegenstandsbereich der Wissenschaft „Technologie“ einerseits qualitativ zu erweitern (vom Element zum System, von der Prozesseinheit zum Stoffverbundsystem) und ein spezifisches Methodenarsenal zu entwickeln (vgl. Hartmann in Bd. 50, S. 103ff.; Fleischer in Bd. 75, S. 49ff.; Jacobs in Bd. 75, S. 155ff.; Hartmann, Fratzscher in Bd. 75, S. 105ff.; Ropohl in Bd. 75, S. 21ff.). Gleiches gilt auch für die noch jungen integrativen Disziplinen, z. B. die Biotechnologie, die Informations- und Kommunikationswissenschaften, die Umweltwissenschaften, die a priori eine starke Affinität zu den Geistes- und Sozialwissenschaften aufweisen (vgl. Löther in Bd. 50, S. 159ff.; Fuchs-Kittowski in Bd. 50, S. 137ff.; Fuchs-Kittowski, Bodrow in Bd. 99, S. 221ff.; Balzer in Bd. 99, S. 203ff.). Andererseits haben Methoden der Modellierung, der Simulation und der Optimierung den Bereich der (Mikro-)Prozesse erschließen lassen (vgl. Reher in Bd. 50, S. 87ff.; Fratzscher in Bd. 50, S. 207ff.). Diese Entwicklung zeigt eindeutig, dass die gelegentlich noch anzutreffende reduktionistische Bestimmung der Technikwissenschaften auf „Angewandte Naturwissenschaften“ gegenstandslos geworden ist (vgl. auch Fratzscher in Bd. 99, S. 127).

Für die untrennbar mit der materiell-technischen Seite verbundene sozial-ökonomische Seite des Produktionsprozesses entstanden durch die Maschinenarbeit völlig neue Anforderungen an die Arbeitskraft, z. B. im Hinblick auf die Arbeitsorganisation, Qualifikation, das

Leistungsverhalten etc. Die „menschliche Arbeit“ wurde zu einer abgesonderten wissenschaftlichen (technologischen) Disziplin, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts im „Taylorismus“/„Fordismus“ einen Höhepunkt erlebte. Nach Heinz Bartsch (in Bd. 50, S. 123ff.) „geht die moderne Arbeitswissenschaft von der zentralen Stellung des Menschen im Arbeitsprozess aus“ und er skizziert die aktuellen Beziehungen zwischen Technologie und Arbeitswissenschaft. In diesem Sinne geht Klaus Fuchs-Kittowski (in Bd. 50, S. 137ff.) vom Scheitern des Konzepts der Vollautomatisierung aus und bezeichnet die sinnvolle Kombination der an der Technik *und* am Menschen orientierenden Informatik als Motiv für die Entwicklung der Allgemeinen Technologie. Für den deutschsprachigen Raum, der für das 19. Jahrhundert nahezu ausschließlich reflektiert wird, kommt eine relevante Besonderheit dazu. Dem Maschinenbau/Apparatebau u. a. war der Zugang zu den deutschen Universitäten verwehrt. Sie wurden ausschließlich als Fächer an den Polytechnika/Technischen Hochschulen gelehrt.

Die Apparatebauende Industrie war trotz ständiger Expansion zunehmend nicht mehr in der Lage, insbesondere den qualitativen Anforderungen gerecht zu werden und musste sich angesichts der beschriebenen Situation selbst helfen. Der langjährige Direktor der Apparatebaufirma Heckmann, Eugen Hausbrand (1845–1922), schuf ab den 1890er Jahren die physikalisch-chemischen Grundlagen für die thermischen Prozesse wie Destillieren, Kühlen, Trocknen etc. zur Auslegung der entsprechenden Apparate, später unter angelsächsischem Einfluss als Grundoperationen (*unit operations*) bezeichnet. Hausbrand – wie Ernest Sorel in Frankreich – begann den von Knapp u. a. beklagten Mangel zur Entwicklung einer „Allgemeinen chemischen Technologie“ zu beseitigen. Geometrische Parameter der Apparate werden mit den Prozessgrößen unmittelbar verknüpft. Eine Dichotomie von „Verfahren und Sachmitteln“, wogegen sich Günter Ropohl (in Bd. 75, S. 21ff.) insbesondere in der Auseinandersetzung mit Horst Wolffgramm (in Bd. 75, S. 69ff.) überzeugend ausspricht, hat bei diesem Ansatz a priori nicht bestanden. Die schwerpunktmä-

ßige Beschäftigung mit dem Arbeitsmittel oder dem Arbeitsgegenstand, z. B. im Rahmen von Forschungsvorhaben, bleibt davon unberührt. Indessen sollte die Aussage zur „atechnologischen Position auf der Ebene der Grundoperationen“ präzisiert werden (vgl. Fratzscher in Bd. 50, S. 212).

Die Ergebnisse von Hausbrand wurden von der Apparatebauenden Industrie in starkem Umfang genutzt, fanden aber in Deutschland in den ersten Dezennien des 20. Jahrhunderts bestenfalls sehr zögerlich Eingang in die Lehrgebäude. In den USA (am MIT) erschien im Jahre 1923 das Lehrbuch „Principles of chemical engineering“, von deren Verfassern Hausbrand als „the world first process engineer“ gewürdigt wird. Die Integration zwischen Chemie und Maschinenbau war gelungen, und in den USA gab es 1925 schon 14 Lehrstühle für das „chemical engineering“. Bereits im Jahre 1908 war die eigene Standesorganisation „American institute of chemical engineering“ nach erheblichen Auseinandersetzungen mit der „American Chemical Society“ gegründet worden, und 1915 hatte Arthur D. Little (1863–1935) in einem Evaluationsbericht am MIT das Konzept der Grundoperationen begründet.

In Deutschland nahmen die Bestrebungen zur Integration zwischen dem VdCh (Verein deutscher Chemiker) und dem VDI zu, die zu einem gemeinsamen Fachausschuss führen sollten. Es kam allerdings am 30. November 1935 (!) zu einem beschämenden Eklat. Der VDI kündigte den Chemikern die Zusammenarbeit auf und behielt die Arbeitsgemeinschaft mit dem „unseligen Namen Verfahrenstechnik“ bei (s. das Zitat von Hans Rumpf bei Ropohl in Bd. 75, S. 23). Der Wortstamm „Chemie“ sollte in dem Namen keinen Niederschlag finden, obwohl die Teilnehmer an der o. g. Sitzung für den Namen „Chemieingenieurwesen“ plädiert hatten. Damit ging die Technologiebezeichnung verloren. Die Verfahrenstechnik bezeichnet sich selbst allerdings als technologieorientiertes Gebiet der Technikwissenschaften. Letztere Bezeichnung hat sich in den letzten Dezennien – gewissermaßen im Dreiklang von Natur-, Technik- und Gesellschaftswissenschaften – durchgesetzt. Ihr Verhältnis zu einer „Allgemeinen Technologie“

wäre weiterhin klärungsbedürftig. Hubert Laitko (in Bd. 50, S. 79ff.) hat u. a. auf das terminologische Dilemma hingewiesen.

3 Integrative Ansätze

Versucht man die historische Entwicklung der Technologie sowohl mit ihren Brüchen als auch in ihrer Kontinuität zu skizzieren, wird man an ein Zitat von Friedrich Engels (1820–1895) erinnert, wonach das Logische das von allen Zufälligkeiten entkleidete Historische darstellt. Auch in diesem Sinne reizvoll sind die Beiträge zum Technologieverständnis in der Akademie der Wissenschaften der DDR aus der Sicht des Wissenschaftsphilosophen Herbert Hörz (in Bd. 99, S. 259ff.) und des Verfahrenstechnikers Wolfgang Fratzscher (in Bd. 99, S. 283ff.) sowie der Beitrag von Wolfgang König (in Bd. 75, S. 185ff.) zum Verhältnis von Technikwissenschaften und Wissenschaftsakademien von den Anfängen bis zur Gegenwart.

Lothar Kolditz (in Bd. 50, S. 9) bringt die Gesamtzielstellung der Diskussionen wohl auf die kürzeste Formulierung, indem er bemerkt, die Aufgabe „ist die Suche nach den allgemeinen Prinzipien der Technologie“. Gerhard Banse (in Bd. 50, S. 26ff.) spannt dazu den für die beanspruchte Komplexität des Gegenstandes angemessenen interdisziplinären Rahmen als Realtechnik, als Mensch-Maschine-System, als soziotechnisches System und als Kulturprodukt. Herbert Hörz (in Bd. 50, S. 47ff.) befasst sich mit den Technologien zwischen Effektivität und Humanität und formuliert Humangebote, an denen sich die Technologieentwicklungen orientieren und soziale Systeme gemessen werden sollten. Gerhard Banse und Ernst-Otto Reher schlagen als ein Resümee der ersten beiden Symposien Felder für komplexe Analysen auf verschiedenen Hierarchieebenen vor (Banse, Reher in Bd. 99 S. 25ff.) und entwickeln als Übersicht gebende Metapher den „technologischen Trichter“, der geeignet ist, die komplexen Fragestellungen zu visualisieren.

Die Fülle und Vielschichtigkeit des bis dato vorliegenden Materials mag die Herausgeber bewogen haben, für den Band 99 das Leitthe-

ma „Allgemeine Technologie, verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen der Technologie“ zu wählen. Über den „Einfluss der naturalen, sozialen und humanen Dimension der Technologie“ (Banse, Reher in Bd. 99, S. 8ff.) ist sowohl der interdisziplinäre Zugang als auch die Richtung vorgegeben.

Aus der Sicht einzelner Disziplinen, Theorien, Modellierungsstrategien, spezieller Technologien und dergleichen folgen eine Reihe von Beiträgen diesem Angebot: Lutz-Günther Fleischer (S. 41ff.) aus der Sicht der Konstituierung einer allgemeinen Stofftheorie, Ernst-Otto Reher und Gerhard Banse (S. 71ff.) für die Herausbildung einer allgemeinen Prozesstechnik, Klaus Hartmann (S. 105ff.) für die Analyse und Synthese technologischer Systemmodelle, Günter Spur (S. 137ff.) für die Wechselbeziehungen von Technologie und Innovationstheorie, Dietrich Balzer (S. 203ff.) in Bezug auf die Automatisierung von Produktionsprozessen, Heinrich Parthey (S. 181ff.) für ein Drei-Ebenen-Modell einer Theorie der Technikwissenschaften, Klaus Fuchs-Kittowski und Wladimir Bodrow (S. 221ff.) für die Wechselwirkungen zwischen Meta-Ontologien und dem Arbeitsprozess und schließlich Herbert Hübner (S. 249ff.) anhand der Abhebungen aus dem chemisch-technologischen Verfahren der Calciumcarbid-Produktion in den Chemischen Werken BUNA (vgl. auch Hübner in Bd. 75, S. 175ff.). Wolfgang Fratzscher (in Bd. 99, S. 127ff.) versteht die Technologie als einen gesellschaftlichen Arbeitsprozess der differenzierten Beschäftigung mit den Bestandteilen Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand und Arbeitskraft und entwirft sowohl technikwissenschaftliche Strukturen als auch von ihnen abgeleitete soziale und humane Anforderungen.

Diese bevorzugt „naturalen“ Beiträge zeigen hinsichtlich der „sozialen“ und „humanen“ Anknüpfungen in allgemeiner Form weitgehende Übereinstimmungen. Umgekehrt sind „naturale“ Inhalte für „Technologiebegleiter“ noch als Desiderate zu vermerken. Für die Umsetzung in integrative Lehrpläne geben Gerhard Banse und Ernst-Otto Reher (in Bd. 99, S. 29) als Nebenfach-Wissen jeweils 20 Prozent an, was nach den Erfahrungen als eine angemessene Größenordnung gelten kann, wofür allerdings eine Institu-

tionalisierung bisher kaum zu erkennen ist. Herbert Hörz (in Bd. 50, S. 55) resümiert in diesem Sinne: „Die Allgemeine Technologie ist [...] ein interdisziplinäres Projekt, das auf dem Weg zur Disziplin sein kann, wenn es von engagierten Vertretern unterschiedlicher Disziplinen konsequent weiter verfolgt wird.“

Ein Resümee erscheint bei Umfang und Vielschichtigkeit des Gegenstandes wenig sinnvoll. Man kann nur hoffen, dass die geplanten weiteren Symposien ähnlich ertragreich verlaufen.

Anmerkung

- 1) Die Beiträge beschäftigen sich allerdings nahezu ausschließlich mit der Zeit ab der Industriellen Revolution Ausgang des 18. Jahrhunderts, möglicherweise ein grundsätzlicher Mangel. Auch die Einflüsse der französischen Enzyklopädisten auf Beckmann selbst und seine mögliche Verbindung zu Adam Smith finden keine Erwähnung.

« »

TAGUNGSBERICHTE

Die Ethisierung der Technik und ihre Bedeutung für die Technikfolgenabschätzung

10. Österreichische TA-Konferenz,
Österreichische Akademie der Wissenschaften

Wien, 31. Mai – 1. Juni 2010

von Katharina Mader und Georg Kamp, Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler

Bereits zum zehnten Mal richtete das Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) seine Jahrestagung aus. Zum Jubiläum lag der Schwerpunkt auf der ethischen Perspektive technischer Möglichkeiten und der Frage, ob sich in Forschung und Entwicklung eine „Ethisierung“ der Technik zeige. Aus Sicht der Veranstalter verteidigten Befürworter wie Gegner technischer Entwicklungen ihre Positionen zunehmend häufiger mit Hilfe moralischer Argumente. Die TA müsse sich daher einem ethischen Diskurs stellen. Dies betraf beispielsweise die Frage, welche ethischen Standards für neue wissenschaftlich-technische Entwicklungen wie die Synthetische Biologie oder die Nanotechnologie gelten oder ob mit zunehmender Interventionstiefe neuer Technologien neue Standards notwendig werden.

Auf der zweitägigen Konferenz mit über hundert Teilnehmenden wurde das Verhältnis zwischen Ethik und TA aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet. In den Sessions des ersten Tages wurde dies unter Überschriften wie „Ethik und TA“, „Ethik und Governance“ oder „Ethisierung als Trend?“ theoretisch und anhand konkreter Beispiele diskutiert. Am zweiten Tag wurden Auswirkungen einzelner technischer Entwicklungen und die angemessene wissenschaftliche, politische und gesellschaftliche Reaktion im Rahmen von Workshops bearbeitet. Im Einzelnen standen „Ethische Aspekte der synthetischen Biologie“, „Nano-Governance in Österreich“ so-

wie „E-Partizipation und Klimaschutz“ auf dem Programm. Ein weiterer Workshop „Wikipedia und TA“ war der Diskussion um Möglichkeiten zur angemessenen Darstellung von Stichworten und Konzepten der TA im Internet gewidmet.

Dieser Tagungsbericht stellt nur einige ausgewählte Beiträge vor. Alle Vortragsfolien der Veranstaltung finden sich zum Download auf der Homepage des ITA (<http://www.oew.ac.at/ita>).

1 Eröffnung

Im Rahmen der Eröffnungsvorträge analysierte zunächst Wolfgang van den Daele (Wissenschaftszentrum Berlin) die Rolle moralischer Argumente in politischen Konflikten um den angemessenen Umgang mit technischen Neuerungen („Moralisierung in Technikkonflikten“).

Liberalen Diskussteilnehmer lägen in Debatten, die auf Kompromisse zielen, gegenüber Vertretern moralischer Standpunkte, die ihre Überzeugungen schnell gefährdet sehen, per se im Vorteil: Daher sei – auch für Debatten in Ethik-Kommissionen und Ethikräten durchaus typisch – sehr viel eher der rationale Dissens zu erwarten als eine Annäherung im Austausch ethischer Argumente. Gerade darum aber, so van den Daele, sollten moralische Konflikte in Interessenkonflikte „rückübersetzt“ werden und vermehrt das Verhandeln an die Stelle des Austauschs moralischer Positionen treten, der nur allzu oft in Machtdiskurse verschoben würde.

Nicole C. Karafyllis (Arab Emirates University, Abu Dhabi) ging im zweiten Teil der Eröffnung auf das Verhältnis von Ethik und Technik in der arabischen Welt (Schwerpunkt Vereinigte Arabische Emirate) ein. Sie illustrierte durch aufschlussreiche Beispiele, dass unser Verständnis von TA nicht ohne Weiteres auf andere Kulturen übertragen werden sollte und forderte neben einem interdisziplinären auch einen internationalen und interkulturellen Ansatz für die weitere TA-Forschung. Dieser – so ließe sich im Sinne des Konferenztitels formulieren – sensibilisiere für die unterschiedlichen moralischen Positionen auch über die Kulturgrenzen hinweg und helfe, rationale Strategien zum angemessenen Umgang mit Konflikten auch zwischen unterschiedlichen technischen Kulturen zu entwickeln.

2 Ethik und TA

Armin Grunwald (ITAS, Karlsruhe) mahnte in seinem Vortrag „Ethische Aufklärung statt Moralisierung: Ethik in der TA“ eine begriffliche Unterscheidung zwischen „Ethisieren“ und „Moralisieren“ an. Gerade weil die Beurteilung technischer Entwicklungen nach Maßgabe vorfindlicher moralischer Kategorien von „gut“ und „böse“ sich oft als konfliktverschärfend erweise, bedürfe es eines aufklärerischen ethischen Diskurses, der sich in der professionalisierten akademischen Disziplin namens Ethik auch schon vor Jahrzehnten entwickelt habe. Insofern jedoch die in Frage stehenden Probleme nicht nur das individuelle, sondern auch und gerade das gesellschaftliche Handeln betreffen, bedürfe es eines Zusammenspiels von Ethik und TA, in dem gerade TA als eine Form der ethischen Aufklärung betrieben werde, die der Moralisierung und den daraus entstehenden gesellschaftlichen Kommunikationsstörungen und Handlungsblockaden entgegenwirke.

Weitere Beiträge in diesem Workshop versuchten, die „Ethik als Mittel zum Nachweis widersprüchlicher Erwartungen im Technikumfeld“ fruchtbar zu machen (Štefan Riegelink, ÖAW, Wien) oder die normativen Grundlagen der TA „Jenseits von Ethik“ aus der Bezugnahme auf den Nachfrager („Auftraggeber“) von Gesellschaftsberatung und die Gelingensbedingungen des Beratens zu gewinnen (Marc Dusseldorp, TAB, Berlin). In einer Detailbetrachtung eines aktuellen Beitrags zum Human Enhancement wollte schließlich Peter Wehling (Universität Augsburg) aufweisen, dass die professionalisierte Ethik, der doch sonst eher die Rolle eines „Schiedsrichters“ zukomme, zunehmend die Rolle eines „Mitspielers“ in Technisierungsprojekten einnehme. In den von Armin Grunwald entwickelten Kategorien ließe sich dieser Vorwurf wohl umformulieren in den, dass die Ethiker, wenn sie „proaktiv“ (Wehling) für eine technische Entwicklung argumentieren, eher eine Moral vertreten als Ethik betreiben.

3 Ethik und Governance

In der Session „Ethik und Governance“ ging es um die Frage, wie sich Konflikt-, Politik- und Legitimationsmuster ändern, wenn Technologien

aus ethischer Perspektive statt unter den Aspekten von Risiko und ökonomischem Nutzen thematisiert werden.

Bettina-Johanna Krings (ITAS, Karlsruhe) sprach über das allmähliche Verschwinden sozialetischer Standards aufgrund von Re-Organisation globalisierter Arbeit seit den 1990er Jahren. Der ständige Wandel von Unternehmensstrukturen und eine zunehmende Technisierung von Arbeitsprozessen hätten immer differenziertere und demzufolge immer monotonere Arbeitsprozesse zur Folge. Dadurch herrschten einerseits inzwischen meist günstigere infrastrukturelle und physische Bedingungen für Arbeitende, auf der anderen Seite führten Fusionierungen zu mangelnder Berufsidentität und bisherige Standards würden mehr und mehr in Frage gestellt. Krings forderte deshalb eine Thematisierung von ethischen Fragen der Lebens- und Arbeitsgestaltung, da der derzeitige technologische Fortschritt kaum Möglichkeiten biete, emanzipatorische Bedingungen menschlicher Existenz (z. B. nach Kant) auszuloten.

In einem weiteren Vortrag kritisierte Martin Döring (Universität Hamburg) den Begriff „obesogenic environments“ (Umgebungen, die Übergewicht und Bewegungsmangel fördern) in der Stadt- und Raumplanung, die durch gesundheitsfördernde Maßnahmen verändert werden sollen. Laut Döring komme es in wissenschaftlichen Debatten zunehmend zu einer Diskriminierung Übergewichtiger (Fettleibigkeit als Bedrohung der globalen Gesundheit und als Zeichen des gesellschaftlichen Verfalls). Er bemängelte diesbezüglich das Fehlen von Daten, woraus er ein unbegründetes Problematisieren der Fettleibigkeit bei Ernährungsphysiologen und Humanographen schlussfolgerte.

Zum Abschluss der Session stellte Michael Decker (ITAS, Karlsruhe) am Beispiel der Pflege im Gesundheitssystem die Frage, ob Roboter Menschen ersetzen könnten bzw. sollten und ob Roboter unter Umständen moralischer als Menschen „handeln“ könnten. Er verwies dabei auf den Einsatz von Robotern in ausgewählten Situationen, um menschlichen Pflegekräften mehr Ressourcen für empathische Tätigkeiten einzuräumen. Decker merkte an, Roboter ließen sich auch programmieren, sich ethisch akzeptabel zu

verhalten, in dem die Darstellung von Gefühlen „antrainiert“ wird. Decker forderte, TA müsse hier diskutieren, inwiefern das gewünscht sei.

4 Fallstudien zur Ethisierung

In dieser Session stand die Frage nach tragfähigen normativen Prinzipien für die Regulierung technischen Handelns im Vordergrund. So stellte Mathias Boysen (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin) den Versuch vor, durch ethische Expertise und Technikfolgenabschätzung Chancen und Risiken der Grünen Gentechnik zu bewerten und sah dabei, dass sich hinter dem Konflikt um den Einsatz der Gentechnik in der Pflanzenzüchtung auch Zielkonflikte darüber verbergen, welche Erwartungen Landwirtschaft und Ernährung zu erfüllen hätten.

TA und ethische Bewertungen griffen in der Bewertung der Grünen Gentechnik ineinander, wobei letztere je nach Grundüberzeugung variierten: Einem globalen, marktwirtschaftlichen Leitbild folgend, betrachte man Gentechnik als Fortschritt und Innovation, einem regionalen, ökologischen Ansatz folgend, erscheine Gentechnik als Element eines falschen Grundansatzes, der traditionell angepasste Wirtschaftskreisläufe außer Acht lasse. Boysen wies auf die Janusköpfigkeit jeden technischen Fortschritts hin, so dass jeweils eine fallweise Abwägung erforderlich sei.

5 Ethische Aspekte der Synthetischen Biologie

Einer der zur Vertiefung einzelner Themen angebotenen Workshops war der aktuellen Debatte um die Synthetische Biologie gewidmet. Joachim Boldt (Universität Freiburg) unterstrich in seinem Vortrag die ethische Relevanz dieser Forschungsrichtung, da man sich mit der Erzeugung neuartiger Organismen, also nach verbreiteter Auffassung mit der Schaffung von Leben, befasse. Die Forschenden setzten sich damit dem – auch in der politischen Debatte wiederholt erhobenen – Vorwurf aus, „Gott zu spielen“. Boldt wies darauf hin, dass nicht nur harte, kurzfristige Risiken (z. B. Bioterrorismus), sondern auch weiche, langfristige Problemstellungen (z. B.

die Frage der Würde) der umsichtigen Diskussion bedürfen. Dabei müssten sich Ethik und TA wechselseitig ergänzen. Gerade in diesem Zusammenspiel aber liege die Herausforderung.

Markus Schmidt (International Dialogue and Conflict Management, Wien) stellte noch einmal die Neuartigkeit dieser Forschungsrichtung heraus, in der Teilbereiche von Biologie und Ingenieurwissenschaften verschmelzen und präsentierte die Ergebnisse einer Studie, die das schnell wachsende Engagement öffentlicher Förderorganisationen in diesem Gebiet nachzeichnet und dokumentiert. In dem insgesamt disparaten internationalen Förderverhalten spiele die Aufmerksamkeit auf die normative Begleitforschung im sog. ELSA-Bereich (Ethical, Legal and Social Aspects) zwar eine unterschiedlich große, insgesamt aber größer werdende Rolle, so Schmidt.

Zum Abschluss dieses Workshops verglichen Helge Torgersen und Karen Kastenhofer (beide ITA, Wien) Synthetische Biologie und Systembiologie. Letztere stehe – im Gegensatz zu Ersterer – weitgehend außerhalb des Aufmerksamkeitskegels der Ethik. Dabei seien beide hinsichtlich ihrer Risiken durchaus miteinander vergleichbar. Da jedoch die Synthetische Biologie eine offensichtlichere Nutzenorientierung aufweise (z. B. Generierung neuer Medikamente), gelte die Systembiologie mit ihrem modellierenden Charakter als anwendungsferner. Das mache sie ethisch allerdings keineswegs unproblematischer.

6 Wikipedia und TA

Die Workshops am zweiten Tagungstag dienten neben der Themenvertiefung auch der praktischen Orientierung. So zeigte Christoph Breitler (Wikimedia Österreich) in seinem Beitrag „Wikipedia und Input aus Fachcommunities“ anhand des Online-Lexikons, wie TA-Forschende das Internet zur Veröffentlichung von Informationen nutzen können. Die kooperativ entwickelte Enzyklopädie „Wikipedia“ ist das derzeit größte Online-Nachschlagewerk mit mehreren tausend aktiven Benutzerinnen und Benutzern im deutschsprachigen Raum. Breitler war der Einladung der Wikipedia-Arbeitsgruppe des Netzwerks TA gefolgt, die derzeit in einem „WikiProjekt“ an einer Überarbeitung und Erweiterung

des derzeitigen Eintrags „Technikfolgenabschätzung“ im Online-Lexikon arbeitet.

Für die inhaltliche Ausgestaltung dieses Online-Angebots und für weitere Diskussionen über die Leistungsfähigkeit einer Ethik der Technik hat die TA'10-Tagung viele Anregungen geliefert, in dem sie einen interessanten und gewinnbringenden Einblick in den Stand der Ethikdebatte im Rahmen der TA bot.

« »

Eco-efficiency for Sustainability

Report on the 3rd International Conference on Eco-efficiency

**Egmond aan Zee, The Netherlands,
June 9–11, 2010**

**by Rolf Meyer and Witold-Roger Pogonietz,
ITAS**

The 3rd International Conference on Eco-Efficiency was organised by the Institute of Environmental Sciences (CML), Leiden University (Gjalt Huppes), and the Graduate School of Economics, University of Kobe (Masanobu Ishikawa). Scientists from industrial ecology and many related disciplines with a varied regional background discussed a broad range of eco-efficiency issues. Eco-efficiency was understood here as environmental intensity of production and consumption: environmental pressure per unit of value added, in the aggregate as Gross Domestic Product (GDP).

1 The Challenge: Good Life for Eight Billion People in 2050

The framing of the conference as laid down in the draft conference statement was ambitious. Starting point of the consideration is that increasing affluence and a globally still growing population creates a heavy burden on the environment. With affluence up 1.5 % per year and a growth of working population of 0.5 % per year on average for the next 40 years, an overall improvement in eco-efficiency performance of 2 %

per year will be required to just keep pressures on the environment constant. But, for major environmental stressors, substantial absolute reductions are required. This is necessary as many effects are time-delayed, like climate change and ecosystem deterioration, and many sustainability targets are missed. A balanced win-win in eco-innovation, as an equal improvement of both economic and environmental performance, would not decrease total environmental impact but might even increase it, fuelling the problem. A substantial reduction in total environmental impacts is required. Therewith, the environmental challenge is that by 2050 the pressure on the environment needs to be diminished with a factor 2 to 5 – this means the environmental stress has to be reduced by 50 to 80 %.

The task ahead gets even more demanding because the socio-economic challenge needs to be fulfilled simultaneously: A fourfold increase of Global Gross Product (GGP) will be needed to eradicate poverty, enabling all people a “good live”, having access to basic needs and more.

Meeting both environmental and socio-economic goals means that the world needs to improve eco-efficiency over 5 % per year; this is a factor of 10. This implies an unprecedented improvement in eco-efficiency. The task ahead is even more extreme than these average figures indicate. Imagine a new product-technology combination with an eco-efficiency performance 50 % better than current average environmental intensity. Such a deep improvement cannot be realized in one step. Basic innovations typically require around three decades for substantial market penetration. Even an exceptionally fast market penetration after one decade and a life cycle of twenty five years, being superseded by better technology reaching to an eco-efficiency performance of 50 % after 40 years corresponds roughly to an improvement of 3 % per year on average. That is just enough to keep pace with the environmental targets to be reached. For a performance improvement of 5 % per year on average, some activities will have to improve much more, as some other activities hardly can reach such improvement figures. Railway transport, airline transport and staple foods probably cannot improve their eco-efficiency with such

drastic figures for decades to come. So other product and technology systems will have to improve even more.

Such extreme improvements in eco-efficiency through technology improvement demand looking for other options such as shifting demand and reducing demand. First option is to consume differently. A definite contribution a consumer may give is to eat less meat and to travel less. However, spending less on one item means spending more on others, and the difference in environmental intensity between mostly considered options is not that big. Drivers for such change are cultural and as yet weak, or they would involve adapted price mechanisms, and in exceptional cases prohibition types of policies. Second, reducing consumption may help achieve overall environmental goals. Reducing consumption means spending less, means working less, and earning less. Not reducing production and income while reducing consumption means investing more, leading to higher consumption later. Consuming less is a core subject of degrowth. Life time working hours differ substantially between countries, in terms of weekly hours, holidays and effective retirement age. Using half of the labour productivity increase of around 2 % for leisure would reduce labour volume and hence consumption substantially. Over 40 years, towards 2050, we would have a rise in consumption of 50 % instead of 120 %. That means a reduction of around one-third of total consumption, as compared to autonomous development without increasing leisure time. Such (relative) degrowth may hence give a substantial contribution to achieving environmental quality, much more than any large scale technology measure. It can reduce the as yet unrealistically high requirements on eco-efficiency improvements as quantified above. By combining eco-efficiency improvement with adapted consumption patterns and with reduced growth, especially of the rich in the world, the substantial absolute environmental improvement as is required for a sustainable world should be achievable. However, an overall reduction of demand (and thus of production) is challenged by the socio-economic demands (see above).

2 Overview: Eco-innovation, Decoupling and Connecting Analysis Approaches

The conference was opened with keynote speakers from all continents covering targets and strategies, and some technical options, giving an introduction on the challenges ahead. Parallel sessions (leapfrogging examples from industry, setting policy targets, creating incentives, food for a prosperous world, innovation for sustainability, sustainability performance measured, green transport, renewable energy and energy optimization, resources in a 3R economy and industrial symbiosis, degrowth and sustainable consumption, biomass for a prosperous world, eco-innovation, measuring sustainability performance) looked into specific options for eco-efficiency improvements in core domains of sustainable development and eco-innovation. The key issues of the parallel sessions were presented to the plenary and were also used as a base for the plenary discussion on the conference statement and the questions for research therein. The discussions were closed with a presentation on “Eco-innovation in the Environment Work Programme 2011” by a representative of DG Research of the European Commission. On the last conference day, diverging approaches to sustainability analysis of technologies and products were presented and confronted in order to connect their different knowledge domains. The conference was closed by final round on the conference statement. Additionally, a number of 1000-words visions were submitted dealing with science integration on sustainability analysis.

3 Biomass and Food: Interesting Common Points Worked out

Overall, the presentations in the parallel sessions were more or less heterogeneous. This applied also for the session “Food for a Prosperous World”. Nonetheless, interesting parallels were found. Rolf Meyer (ITAS, Karlsruhe) presented different agricultural production system approaches with potential for pro-poor productivity increase and worked out that their principles have to be translated case by case into production technologies and farmer practices adapted to local situations

in his contribution “Low-input intensification in agriculture – changes for small-scale farmers in developing countries”. Ruth Freiermuth Knuchel (Agroscope Reckenholz, Switzerland) analysed the eco-efficiency of Swiss dairy and arable farms, based on data from their “Farm Accountancy Data Network – Life Cycle Assessment”. Her results show that correlation between the farming intensity and eco-efficiency is characterised by high variability and depends strongly on the performance of individual farmers. Despite the important differences in agricultural production conditions between developing countries and industrialised countries such as Switzerland, the common points are need for local adaptations in agricultural improvements and for addressing farmer’s performance, for example by benchmarking, farmer-to-farmer learning and farmer-centred, participatory research and development approaches.

4 Biomass for a Prosperous World

The focus of that parallel session was on the opportunities of mainly wood and lignocelluloses to ease the challenges as presented in the conference statement. The approaches presented were rather different: On the one hand more analytical approaches like environmental reporting (Marileena Koskela, University of Turku, Finland) or ToSIA (Tool for Sustainability Impact Assessment of Forest Wood Chains; Tommi Suominen [European Forest Institute, Finland]), on the other hand more technological options like biorefinery concepts (Lin Luo, University of Leiden, The Netherlands) or lightweight boards (W.R. Poganietz, ITAS, Karlsruhe).

The presentations revealed the ongoing challenge to use publically available information on environmental and economic performance of processes and companies and the lack of them to generate reliable findings on which the eco-efficiency of economic activities could be assessed. Beside that the discussion in the session questioned the sustainability of using wood as an energy carrier. As an alternative a cascade use of wood and woody products was promoted.

5 The Obstacles: Rebound Effects, Problem Shifting and New Drivers

Overall conclusion of the conference was that the improvement of technologies alone will most likely not be sufficient to meet the unprecedented challenge ahead. A decoupling of economic growth from environmental pressure is seen as needed, by means of developing and implementing deep eco-innovations (new technology and product-service-systems), combined with changing consumer demand and mindsets. Opportunities should be identified for influencing consumption volumes and consumption patterns and lifestyle. Analysis will be required into the impacts of, for instance, shifting from work to leisure in the most developed countries, with corresponding less income, but perhaps compensated by a higher quality of life. The environmental impacts of such a shift need to be analysed.

The Conference did not provide evidence that a 5 % eco-efficiency gain per annum would be possible, and recommended further research. These major obstacles were discussed:

- *Rebound effects*: Rebound appears on the individual level when consumers use gains from eco-efficiency (which are often environmental as well as monetary) to buy more of the same product or to buy other products or services which can possibly cause more environment stressing. On the macro-economic level, rebound effects appear when more eco-efficiency generating innovations contribute to an increase of economic growth. On average, the rebound effect could diminish the effectiveness of eco-efficiency measures by 30 to 70 %, or even more than 100 %, also called “back fire”. Research on rebound effects was considered to be among the priorities.
- *Problem shifting*: Eco-efficiency measures can initiate a shifting of environmental burdens to other places or environmental compartments. Prominent examples are biofuels which can contribute to the reduction of greenhouse gas emissions from transport in industrialized countries but at the same time provoke higher emissions through direct and indirect land use changes in developing countries, possibly over-compensating the achieved reductions.

- *New drivers*: A shift from innovation to eco-innovation requires new drivers with an explicit focus on eco-efficiency. Drivers or incentives to bring about these changes include the use of communication tools (green marketing or advertising, education, awareness raising campaigns), legislation, pricing and other governmental policies (such as on environment, labour, transport). Individual consumers should be empowered to become concerned citizens. Research on consumer behaviour was considered important, as well as research on pricing as an instrument for social change, and on specific needs and perspectives for developing countries, more in particular on their abilities to achieve eco-innovation, supported by fair technology transfer. A long-list of detailed issues for further research was approved.

« »

„Die Asse säuft ab – Gorleben was nun?“

Bericht von der „Fachtagung zum Salzstock“

Dannenberg, 16.–17. April 2010

von Sophie Kuppler, ITAS

1 Hintergrund

Welche Argumente sprechen gegen eine Nutzung des Salzstocks Gorleben für die tiefengeologische Endlagerung hochradioaktiver Abfälle? Diese Frage prägte die von der Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg organisierte „Fachtagung zum Salzstock“, für die sich ca. 200 Teilnehmer vom 16. und 17. April in Dannenberg im Wendland einfanden. Die am 2. März 1977 gegründete Bürgerinitiative ist ein Zusammenschluss von über 1.000 Atomkraftgegnern und hat einen sofortigen Ausstieg aus der Kernenergie zum Ziel.¹ Sie engagiert sich maßgeblich gegen die Ernennung des Salzstocks Gorleben als Endlager für hochradioaktive Abfälle.

Anlass, zehn Jahre nach der letzten von der Bürgerinitiative finanzierten Fachtagung Experten aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen und Organisationen zusammenzubringen, waren die öffentlichen Debatten um die mögliche Einflussnahme von Politikern auf wissenschaftliche Ergebnisse im Auswahlprozess für den Endlagerstandort und die Aufhebung des Gorleben-Moratoriums durch die Bundesregierung.² Diese und andere Ereignisse der letzten Jahre sollten von Experten analysiert und bewertet werden. Ziel der Tagung mit dem Titel „Die Asse säuft ab – Gorleben was nun?“ war, die wissenschaftliche Basis der Argumentation gegen den Salzstock Gorleben als Endlager zu erweitern. Neben geologischen Aspekten der Standorteignung spielte die Frage der Angemessenheit des Standortauswahlverfahrens eine zentrale Rolle, die sowohl aus historischer als auch ethischer Sicht diskutiert wurde. Die Vortragenden Experten waren entweder universitär oder privatwirtschaftlich tätig, oder einer bürgerschaftlichen Organisation zuzuordnen.

2 Historische Erkenntnisse über die Auswahlverfahren für Asse II und Gorleben

Der Historiker Detlev Möller belegte anhand von Zitaten aus Originalakten die frühe Festlegung von Asse II als Endlager bis zum Jahr 2000, obwohl die hohe Gefahr eines Wassereintruchs bereits bekannt gewesen sei. Selbst nach dem Entdecken von Deformationen im Gestein 1977 sei zwar die Handlungsnotwendigkeit erkannt, aber nichts getan worden. Eine Übertragbarkeit der Erfahrungen mit Asse II auf den Standort Gorleben sah Möller nur indirekt dadurch, dass Asse II die einzige Probemöglichkeit für die Endlagerung in Salz gewesen sei, auf deren Basis die Genehmigung für Gorleben erteilt werden sollte.

Matthias Edler, Atomexperte bei Greenpeace, präsentierte die Ergebnisse einer Aktenschau zum Auswahlverfahren des Standorts Gorleben. Gegenstand dieser Aktenschau waren die Studie der Kernbrennstoff-Wiederaufbereitungs-Gesellschaft (KEWA), die im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie von 1974 bis 1976 durchgeführt wurde, die Studie des Interministeriellen Arbeitskreises der niedersächsischen Landesregierung (IMAK; 08/1976–

02/1977) und des TÜV (06/1976–12/1976). Diese Studien dienten der Auswahl eines Standorts für ein nukleares Entsorgungszentrum, weshalb neben geologischen Kriterien für ein Endlager weitere, auf die Industrieanlagen des geplanten Entsorgungszentrums bezogene Kriterien eine wichtige Rolle gespielt hätten. Die TÜV-Studie hätte sogar ganz auf geologische Kriterien verzichtet. Es sei nicht mehr nachzuvollziehen, von wem und unter welchen Umständen Gorleben als weiterer Standort handschriftlich zur TÜV-Studie hinzugefügt worden sei. Edler betonte weiterhin den Zeitdruck, unter dem die Entscheidung damals gefällt worden sei, da die Lagerungskapazitäten der Energieversorgungsunternehmen knapp geworden und damit der Weiterbetrieb der Kernkraftwerke gefährdet gewesen wären. Die Dringlichkeit der Entscheidung sei in mehreren Briefen des damaligen Bundeskanzlers Helmut Schmidt an den niedersächsischen Ministerpräsidenten Ernst Albrecht betont worden.

3 Geologische Argumente gegen die Eignung von Gorleben und Anforderungen an ein Auswahlverfahren

Ulrich Schneider befasste sich in seinem Vortrag mit geologischen Fragen der Standortsicherheit, insbesondere mit der Gefahr eines unkontrollierten Wasserzuflusses in das geplante Endlager. Er wies auf die von der „Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe“ (BGR) bestätigten Scheitelstörungen hin und die damit verbundene Gefahr eines Wassereintritts und Radionuklidaustritts. Es bestehe eine fortwährende Grundwasserneubildung, was bedeute, dass Oberflächenwasser in tiefere Schichten, bis hin zum Salzspiegel, eintrete und eine Bewegung quer über den Salzstock hinweg statfinde. Ein weiteres Problem sei, dass für die Erkundung des Salzstocks der Hauptanhydrit mehrfach durchfahren werden müsse, was ein Sicherheitsrisiko darstelle. Schneider forderte, dass BfS und BGR sich widersprechende Daten zur Ausdehnung von Laugenreservoirs in ihren Publikationen klären.

Auch Dieter Ortlam ging auf den Wasserfluss über den Salzstock hinweg ein, der schon seit Ende der 1960er Jahre bekannt sei. Das Vorhandensein von Salzwasser an der Oberfläche in

der Nähe von Gorleben erklärte er mit Hilfe des DGH-Effektes (Tauchgleichgewicht). Dieser bewirke, dass durch die „Gorlebener Rinne“ Salzwasser aufsteige. Damit sei der Salzstock nicht für die Endlagerung geeignet.

Der Kulturhistoriker Ulrich Reiff berichtete über historische Kalibohrungen im Salzstock Gorleben Anfang des 20. Jahrhunderts. Die Gewerkschaft Nordenhall habe dort fünf Bohrungen vorgenommen und dabei teilweise den Salzstock verritzt. Eine Ausbeutung der Kalisalze sei nicht mehr zustande gekommen, allerdings seien bei der Verfüllung der Bohrlöcher Fehler unterlaufen, so dass z. B. teilweise noch Rohre in den Bohrlöchern steckten. Weiterhin in Betracht zu ziehen sei die Tatsache, dass im Kalibergwerk Wendland Einbrüche von Gas und Laugen auch in großen Tiefen Probleme bereitet hätten und weitere Bohrungen der Kaliwerke Teutonia in Richtung Wendland aufgrund von Laugeneinbrüchen abgebrochen worden seien. Welche Bedeutung diese Funde für die Bewertung der Eignung des Salzstocks als Endlager hätten, müsse von Geologen beurteilt werden.

Eckhard Kruse, Umweltbeauftragter der Evangelischen Landeskirche Hannover, referierte über ethische Anforderungen an die Endlagerung radioaktiver Stoffe. Im Fall der Endlagerung sei aufgrund des bereits vorhandenen Mülls nicht die Frage relevant, ob etwas ethisch (un-)bedenklich sei, sondern man müsse sich der Frage des Umgangs mit dem Falschen stellen. Die Evangelische Landeskirche Hannover fordere deshalb Beteiligung, Transparenz, standortunabhängige Kriterien und den Vergleich mehrerer Standorte und Lagermedien.

Jürgen Kreusch befasste sich in seinem Vortrag mit der Begründung der Bundesregierung für die Weitererkundung des Standorts Gorleben, wie sie der Pressemitteilung 037/10 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 17. März 2010 zu entnehmen ist. Er kam zu dem Schluss, dass die angebrachten Gründe für die Weitererkundung Gorlebens weder aus naturwissenschaftlich-technischer, noch gesellschaftlicher Sicht tragfähig seien und deshalb keine Grundlage für eine Aufhebung des Moratoriums bestünde. So sei das jetzige Verfahren nicht geeignet, um bestehende Defizite im

Auswahlverfahren zu beheben: Der internationale Peer-review-Prozess diene beispielsweise nur der Bestätigung der Eignung, nicht der Kritik. Weiterhin sei der Terminus der „Eignungshöflichkeit“ interpretationsleitend bei der Datenauswertung, so dass von ergebnisoffener Erkundung nicht gesprochen werden könne; dies ginge weiterhin nur, wenn Standortkriterien schon im Vorfeld festgelegt würden.³

4 Fazit

Die Tagungsbeiträge gaben einen guten Überblick über die in der wissenschaftlichen und politischen Debatte gegen Gorleben als Standort für ein Endlager vorgebrachten Argumente. Die vielfältigen Hintergründe der Vortragenden führten dabei zu einer Argumentation auf sehr unterschiedlichen Ebenen. In den wissenschaftlich orientierten bis hin zu rein politischen und journalistischen Vorträgen war eine Vielfalt von Argumentationen zu beobachten. Diese Vielfalt erschwerte einerseits Diskussionen, zeigte aber andererseits sehr deutlich die hohe Komplexität und weite gesellschaftliche Fassung des Problems der Endlagersuche, die durch eine rein natur- und technikwissenschaftliche Debatte nicht gelöst werden kann.

Diese Komplexität äußerte sich auch in zwei während der Tagung von Referenten und Teilnehmern mehrfach geäußerten Kritikpunkten: Erstens wurde beklagt, dass die Arbeit von „Gegen-Experten“ sowohl in der Beurteilung der geologischen Eignung des Salzstocks Gorleben als auch in der Rekonstruktion des historischen Auswahlverfahrens durch den eingeschränkten Datenzugang behindert werde. Dies erschwere eine sachgerechte Beurteilung der Fakten und damit eine Diskussion auf Augenhöhe mit den von der Bundesregierung beauftragten Experten. Diese Diskussionen seien aber erforderlich, da das Vertrauen in Staatshandeln und Behörden aufgrund der geschilderten Erkenntnisse verloren gegangen sei und Intransparenz deshalb nicht geduldet werden könne. Zweitens wurde negativ vermerkt, dass Befürworter der Erkundung in Gorleben bzw. der momentan geplanten Vorgehensweise, nicht der Einladung zur Tagung nachkamen, d. h. sich der Diskussion nicht stellten (mit Ausnahme eines

Vertreters des Bundesamtes für Strahlenschutz). Dies zeige fehlende Offenheit für Argumente.

Dieser einseitigen Besetzung der Tagung entsprechend wurden die Beiträge wenig kontrovers diskutiert. Eine differenzierte geowissenschaftliche Auseinandersetzung wäre allerdings im Rahmen der Tagung ohnehin schwer möglich gewesen, da sie nicht der Zielsetzung und Zielgruppe entsprach. Positiv ist deshalb das in der Diskussion getroffene Vorhaben zu vermerken, eine separate Diskussionsveranstaltung zwischen BfS, BGR und bei der Tagung anwesenden Geologen zu organisieren. Sollte diese Veranstaltung zustande kommen, wäre dies ein wichtiger Schritt in der Diskussion um Interpretationsrahmen und Gewichtungen von Forschungsergebnissen.

Anmerkungen

- 1) <http://www.bi-luechow-dannenberg.de/ueber-uns/geschichte> und <http://www.bi-luechow-dannenberg.de/ueber-uns/unsere-ziele>
- 2) Im Jahr 2000 wurde von der damaligen Bundesregierung die Erkundung des Salzstocks Gorleben in Vereinbarung mit den Energieversorgungsunternehmen für längstens zehn Jahre gestoppt, um in diesem Zeitraum grundsätzliche Fragen zur Endlagerung und zum Salzstock zu klären. Die zehn Jahre laufen im Sommer 2010 aus (s. auch Pressemitteilung Nr. 037/10 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit).
- 3) Zu den Themen „Atommüll in Bewegung – Die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle gibt es noch nirgendwo“ (Herman Damfeld) und „Die Asse säuft ab – ein Lehrstück für Gorleben“ (Rolf Bertram) gab es ebenso Vorträge, auf die hier nicht eingegangen wird.

« »

Wissenschaftlicher Nachhaltigkeitsdialog zwischen Polen und Deutschland

Bericht von der III. Polnisch-Deutschen Konferenz „Nachhaltige Entwicklung – von der wissenschaftlichen Forschung zur politischen Umsetzung“

Katowice, Polen, 25.–27. November 2009

von Marta Wachowiak, Deutsch-Polnisches Netzwerk Wissenschaftler für nachhaltige Entwicklung, FEST Heidelberg

1 Politischer Hintergrund

Die deutsch-polnische Nachhaltigkeitsdebatte besitzt inzwischen eine längere Geschichte. Eine erste Konferenz zum Thema fand im Jahr 2003 in Katowice statt, bevor Polen Mitglied der Europäischen Union wurde. Heute besteht eine regelmäßige wissenschaftliche Debatte über die Umsetzung der Lissabon-Strategie¹ im Hinblick auf die ökologischen, ökonomischen und sozialen Ziele zwischen den an die gleichen EU-Richtlinien gebundenen Nachbarn.

Das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung geht mit seinem Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA) und dem 4. Forum für Nachhaltigkeit 2007 in Leipzig auf die Ziele und Themen dieser Strategie ein. Ergebnis dieses Forums etwa war die „Lisbon to Leipzig Declaration – Deklaration für ein nachhaltiges und wettbewerbsfähiges Europa“, die u. a. von forschungspolitischen Vertretern Polens, Rumäniens und Tschechiens unterzeichnet wurde. In diesem Kontext sind die EU-Mitgliedsstaaten allgemein sowie die Nachbarländer Deutschland und Polen im Speziellen dazu angehalten, an der Umsetzung der Lissaboner Richtlinien mitzuwirken. Dabei stehen die drei großen Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung im Vordergrund. Die Steigerung der Innovationskraft Europas erfordert eine ausgewogene Wechselwirkung zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen – entsprechend dem integrativen Nachhaltigkeitskonzept.

Das Jahr 2009 zeigte eine positive Dynamik im bilateralen Nachhaltigkeitsdialog. Die

polnischen und deutschen Wissenschaftler hatten sich im Juni in Białystok auf der internationalen Konferenz „Voraussetzungen und Mechanismen der nachhaltigen Entwicklung“ getroffen. Danach folgte eine Konferenz im Oktober zum Thema „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ in Jelenia Góra, und zu guter Letzt im November 2009 dann die III. Polnisch-Deutsche Konferenz „Nachhaltige Entwicklung – von der wissenschaftlichen Forschung zur politischen Umsetzung“ in Katowice.² Veranstaltet wurde sie vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (Armin Grunwald, Gerhard Banse) und dem Institut für Philosophie der Schlesischen Universität Katowice (Andrzej Kiepas), diesmal in Kooperation mit dem Fraunhofer-Zentrum für Mittel- und Osteuropa in Leipzig (Thorsten Posselt) und der Oberschlesischen Handelshochschule Katowice (Ryszard Janikowski). Eingeladen waren zahlreiche Mitglieder des Deutsch-Polnischen Netzwerks „Wissenschaftler für nachhaltige Entwicklung“ (<http://www.deutsch-polnisches-netzwerk.de>), aber auch weitere internationale Gäste, unter anderem aus Österreich (Klagenfurt), der Slowakischen Republik (Banská Bystrica, Košice), der Tschechischen Republik (Vsetín) und aus Rumänien (Alba Iulia). Die Veranstaltung hatte zum Ziel, den Erfahrungsaustausch vor allem zwischen Vertretern der Forschung, der Wirtschaft und Politik aus beiden Ländern zu stärken. Gleichzeitig wurden die Kooperationsideen und Möglichkeiten einer grenzüberschreitenden Zusammenarbeit, v. a. in den Grenzregionen diskutiert.

2 Beiträge und Diskussion

Die Konferenz knüpfte einerseits an die in beiden Ländern aktuell diskutierten Themen wie Klimaschutz, nachhaltige Ressourcenschonung, Biodiversität und Energie an, andererseits wurden neue Herausforderungen hinsichtlich nachhaltiger Entwicklung diskutiert. Die drei Leitthemen der Konferenz waren deshalb:

- neue Aspekte des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung, v. a. hinsichtlich neuer politischer und institutioneller Orientierungen sowie Richtungen innovativer Lösungen,

- Erfahrungen bei der Implementierung von Strategien nachhaltiger Entwicklung, bezogen insbesondere auf Biodiversität, Energie und nachhaltige Ressourcennutzung sowie Klimaveränderungen und Klimaschutz,
- Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Eröffnet wurde die Konferenz, an der mehr als 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie zahlreiche Studierende teilnahmen, von den Rektoren der zwei beteiligten Katowicer Hochschulen Wiesław Banyś und Krzysztof Szaflarski.

Im ersten, als Einführung und Überblick angelegten Panel trugen zunächst Andrzej Kiepas und Ryszard Janikowski zum Thema Informationsgesellschaft und Kulturkapital im Bezug auf nachhaltige Entwicklung vor. Anschließend referierte Martin Knapp (ITAS) über das zivilgesellschaftliche Engagement der Bürger im Projekt „WWViews – World Wide Views on Global Warming“. Der einleitende Überblick wurde vervollständigt durch Vorträge zu Problemen eines nachhaltigen Konsums (Tadeusz Borys, Ökonomische Akademie, Wrocław) und zum Zusammenhang von „Verletzlichkeit“ der Gesellschaft und nachhaltiger Entwicklung (Andreas Metzner-Szigeth, Universität Münster).

Der zweite Tag diente der vertiefenden Diskussion des in den einführenden Überblicksreferaten Dargelegten. Dabei ging es um die institutionellen Umsetzungsinstrumente der Nachhaltigkeitsstrategien in Deutschland (Jens Boysen), die technische und regionale Foresight als ein Instrument der Nachhaltigkeitspraxis (Leszek Woźniak, Technische Hochschule Rzeszów), die Herausforderungen der nachhaltigen Entwicklung im Kontext der Globalisierung (Eugeniusz Kośmicki, Landwirtschaftsakademie Poznań) und die nachhaltige Entwicklung als „Klubgut“ (Jost Platje, Universität Opole). Berichtet wurde außerdem von der jeweiligen regionalen Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategien in Rumänien (Ildiko Tulbure), der Slowakei (Oto Hudec) und Tschechien (Jiri Trezner), dabei wurde der Fokus jeweils auf die grenzüberschreitende Zusammenarbeit gelegt. Es zeigte sich, dass bei gleicher Zielstellung und weitgehend analogen Problemlagen differente Ansätze und Vorgehensweisen bestehen.

Bei dem darauffolgenden Panel „Probleme der Implementierung von Strategien nach-

haltiger Entwicklung bezogen insbesondere auf Energie und nachhaltige Ressourcennutzung“ referierte Andrzej Graczyk (Ökonomische Akademie, Wrocław) zur nachhaltigen Energieversorgung im Sinne neuer europäischen Rechte und Renate Hübner (Universität Klagenfurt) über die versteckte, sog. „graue“ Energie.

Für viele polnische Teilnehmer war die Erhaltung der Biodiversität im östlichen Teil Polens wichtiges Thema, v. a. unter dem Aspekt der weiteren wirtschaftlichen Entwicklung (Bau von Autobahnen etc.). Bazyli Poskrobko (Białystok) verwies in Bezug auf diese Problematik auf die Rolle des Naturkapitals und seine Bedeutung für eine ausgewogene nachhaltige Entwicklung.

Der zweite Tag wurde mit einer ausführlichen Debatte über die Bedeutsamkeit von Bildung für nachhaltige Entwicklung komplettiert. Die Vereinten Nationen haben für die Jahre 2004 bis 2014 die Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ausgerufen. Vor diesem Hintergrund wurden unterschiedliche Erfahrungen dargelegt. Verena Holz (Universität Lüneburg) und Markus Will (Fachhochschule Zittau) referierten über bildungspraktische Ansätze der Nachhaltigkeit, auch im Hinblick auf die Komplexität, Perspektivität und Retinität des Konzepts in der Lehre.

Der letzte Tag widmete sich innovativen Lösungen bei dem Klimaschutz, zum Beispiel bei der Zementherstellung (Gerhard Sardemann, ITAS).

3 Fazit

Anliegen der Konferenz war, durch schon existierende, aber auch durch neu zu knüpfende Kontakte zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und Institutionen in den beteiligten Ländern zu einer besseren Nutzung der Möglichkeiten einer wissenschaftlich unterstützten politischen Umsetzung nachhaltiger Entwicklung beizutragen. Neben dem, im Rahmen der Veranstaltung selbst möglichen Wissens- und Erfahrungsaustausch, bestand die Zielsetzung v. a. darin, zum einen den Informationsaustausch zwischen beiden Ländern zum Thema nachhaltige Entwicklung und ihrer politisch-gesellschaftlichen Umsetzung zu verbessern und zum anderen, Kooperationen auf Projekt- und anderen Ebenen zu initiieren.

Wie die Klimakonferenz in Kopenhagen gezeigt hat, ist die internationale Zusammenarbeit notwendig, um dem anthropogenen Klimawandel entgegen zu wirken. Durch eine gezielte Netzwerkarbeit – auch wenn nur im kleineren bilateralen Umfang – verbessern sich die Kommunikation und der Informationsfluss zwischen den Teilnehmern. Durch den aktiven Austausch von Know-how können neue Problemfelder und Querschnittsthemen identifiziert, gemeinsame Forschungsarbeiten initiiert und eine deutlichere Botschaft nach außen formuliert werden, z. B. zu Fragen von Nachhaltiger Entwicklung und Kultur, zu grenzüberschreitenden Lösungen im Energie- und Müllbereich.

Die Vorträge und Ergebnisse aus den Diskussionen sowie der Erfahrungsaustausch zwischen Vertretern aus Deutschland, Polen und den anderen beteiligten Ländern werden einen Beitrag zur Nachhaltigkeitsdebatte leisten, der für die Verwirklichung nachhaltiger Entwicklung in unterschiedlichen Bereichen von zentraler Bedeutung ist.

Zwei Publikationen mit den Beiträgen je in deutscher und polnischer Sprache werden noch in diesem Jahr im Verlag edition sigma erscheinen.

Anmerkungen

- 1) Die Schlussfolgerungen des Vorsitzes, Europäischer Rat, 23.–24. März 2000, Lissabon finden sich unter http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_de.htm.
- 2) Vgl. zu den beiden Vorgängerkonferenzen: Banse, G.; Kiepas, A. (Hg.): Nachhaltige Entwicklung: Von der wissenschaftlichen Forschung zur politischen Umsetzung. Berlin: edition sigma 2005; Banse, G.; Kiepas, A. (Hg.): Zrównoważony rozwój: Od naukowego badania do politycznej. Berlin: edition sigma 2005 (poln.); Banse, G.; Kiepas, A. (Hg.): Nachhaltige Entwicklung in Polen und Deutschland. Landwirtschaft – Tourismus – Bildung. Berlin: edition sigma 2007; Banse, G.; Kiepas, A. (Hg.): Zrównoważony rozwój: Od naukowego badania do politycznej strategii. Rolnictwo – turystyka – edukacja. Berlin: edition sigma 2009 (poln.)

« »

Autorenhinweise

Wir bitten alle Autorinnen und Autoren, die ein Manuskript bei TATuP einreichen, die folgenden Hinweise zu beachten:

Umfang: Eine Druckseite umfasst max. 3.500 Zeichen (ohne Leerzeichen). Für den Umfang eines Beitrags ist die Rubrik, in der er erscheint, ausschlaggebend. Genauere Angaben erhalten die Autoren von der Redaktion.

Abstract: Autoren, deren Beiträge im Themenschwerpunkt des Heftes oder in den Rubriken TA-Konzepte und -Methoden und Diskussionsforum sowie TA-Projekte erscheinen, werden gebeten, ihrem Beitrag ein Abstract voranzustellen, in dem eine kurze inhaltliche Übersicht über den Beitrag gegeben wird. Die Länge dieses Abstracts sollte 780 Zeichen (ohne Leerzeichen) nicht überschreiten.

Abbildungen, Diagramme und Tabellen: Abbildungen und Tabellen sind sowohl in das eingereichte Manuskript einzufügen sowie auch getrennt von der ersten Fassung des Manuskripts einzusenden. Abbildungen und Tabellen bitte mit Überschrift und Quellenangabe versehen. Wurden sie vom Autor selbst erstellt, bitte die Formulierung „eigene Darstellung“ als Quellenangabe verwenden. *Zum Format:* Tabellen sind als *Word*-Datei, Diagramme in *Excel* und Abbildungen in *Adobe Illustrator* oder *Powerpoint* zu liefern. Sollten Sie lediglich andere Formate zur Verfügung haben, wenden Sie sich bitte frühzeitig an die Redaktion. Aus Gründen der Seitenplanung und des Layouts liegt die Entscheidung über die endgültige Größe und Platzierung der Abbildungen und Tabellen innerhalb des Beitrags bei der Redaktion.

Bibliografische Angaben: Die zitierte Literatur wird am Ende des Beitrags als Liste in alphabetischer Reihenfolge angegeben. Im Text selbst geschieht dies in runden Klammern (z. B. Bauer, Schneider 2006); bei Zitaten ist die Seitenangabe hinzuzufügen (z. B. Maurer et al. 2007, S. 34). Bei den Angaben in der Literaturliste orientieren Sie sich bitte an folgenden Beispielen:

Monografien: Bauer, A.; Schneider, B. (Hg.), 2006: Technikfolgenabschätzung und ihre gesellschaftlichen Implikationen. Berlin

Bei Aufsätzen: Maurer, C.; Bauer, A.; Schäfer, D. et al., 2006: Methodenstreit in der TA? In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 15/3 (2006), S. 33–40

Bei Internet-Quellen: Waterfield, J., 2006: From Corporation to Transnational Pluralism. London; <http://www.plugin-tot.com> (download 12.3.09)

ITAS-NEWS

Armin Grunwald in „Nationales Komitee für Global Change Forschung“ berufen

Der Leiter des ITAS, Prof. Armin Grunwald, wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft zum neuen Mitglied des „Nationalen Komitees für Global Change Forschung“ (NKGCF) berufen. Dieses Komitee war 1996 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingerichtet worden, um die deutsche Beteiligung an den großen, vom „International Council for Science“ getragenen oder mitgetragenen Programmen zu stärken. Das NKGCF ist ein Beratungsgremium der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und positioniert sich zu strategisch-wissenschaftlich wichtigen Angelegenheiten.

Die Schwerpunkte der 4. Mandatsperiode (2009 bis 2011) liegen unter anderem bei der Weiterentwicklung der vier großen Global-Change-Programme WCRP, IGBP, IHDP und DIVERSITAS, einer verstärkten Internationalisierung der Forschung zum Globalen Wandel, der Mobilisierung von intellektuellen Ressourcen auf dem Gebiet der Global-Change-Forschung in Deutschland sowie der Stärkung der Lösungs- und Anwendungsorientierung der Global-Change-Forschung unter Einbeziehung des wissenschaftlichen Diskurses zur Nachhaltigkeit.

« »

Gotthard Bechmann zum Honorarprofessor der Staatlichen Lomonossow-Universität Moskau ernannt

Die philosophische Fakultät der „Staatlichen Lomonossow-Universität Moskau“ (MSU) hat Gotthard Bechmann den Titel eines „Honorarprofessors mit vollem Lehr- und Prüfungsrecht“

verliehen. Die Auszeichnung erfolgte in Anerkennung seiner langjährigen Verdienste beim Aufbau einer stabilen Partnerschaft im Bereich Forschung und Lehre zwischen der MSU, der Akademie der Wissenschaften Moskau einerseits und dem Karlsruher Institut für Technologie und dem ITAS andererseits.

Gotthard Bechmann ist Initiator und stellvertretender Leiter des „International Research Centre for Social Consequences of Scientific and Technological Development and Innovation“ an der MSU. Ziel der dortigen Arbeiten ist es, zusammen mit ITAS und dem Institut für Philosophie des KIT die internationale interdisziplinäre Technikforschung an der MSU zu verankern.

Zusammen mit Prof. Vitaly Gorokhov (Direktor des Research Centre) und in Kooperation mit deutschen und russischen Kollegen hat Gotthard Bechmann den deutsch-russischen Master-Studiengang „Philosophie und Geschichte der europäischen Kultur“ am KIT aufgebaut. Dieser Studiengang hat 2009 seine Arbeit aufgenommen und zu einem regen Austausch von Dozenten und Studierenden zwischen der MSU und dem KIT geführt. Inzwischen haben die ersten acht Studierenden den Studiengang erfolgreich mit einem Abschluss an KIT und MSU absolviert.

Darüber hinaus ist Gotthard Bechmann Vorstandsmitglied der „Internationalen Akademie für nachhaltige Entwicklungen und Technologien“ (IANET) am KIT, deren Präsident Michael Gorbatschow ist und die sich insbesondere mit deutsch-russischen Forschungs- und Ausbildungskooperationen und technologischen Transferleistungen beschäftigt. Er ist zudem seit 2000 Mitglied der Russischen Gesellschaft für Philosophie. Neben zahlreichen Veröffentlichungen in russischen Fachzeitschriften hat er Anfang 2010 eine Publikation zur Struktur und Problemen der Wissensgesellschaft auf Russisch veröffentlicht.

« »

Fest-Symposium in Karlsruhe

Peter Janich, Karl-Friedrich Gethmann, Alfons Bora und Michael Nentwich waren die Festredner bei einem Symposium zur Technikfolgenabschätzung. Dieses fand am 21. Juni 2010 in Karlsruhe statt, um den 50. Geburtstag von Armin Grunwald zu feiern. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von ITAS und TAB hatten diesen Tag für „ihren“ Chef vorbereitet und gemeinsam mit dem KIT-Präsidiumsmitglied Dr. Peter Fritz organisiert.

« »

Neues BMBF-Projekt „SIGENET Health“

Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Projekt „SIGENET Health“ werden Konzeptions- und Vorbereitungsmaßnahmen deutscher Hochschulen zur Etablierung gemeinsamer Forschungsstrukturen mit Partnern im asiatisch-pazifischen Forschungsraum entwickelt. Für ITAS wird Peter Wiedemann mit einer Expertise zur gesundheitsbezogenen Psychologie sowie Risiko- und Risikokommunikationsforschung im Bereich neuer Technologien beteiligt sein.

« »

Personalia

Die Philosophin und Sozialwissenschaftlerin **Helena Silva Costa** ist seit dem 1. Juni 2010 als Gastwissenschaftlerin am ITAS tätig und wird sich mit ethischen und sozialen Aspekten der Nanotechnologie befassen; dazu gehören insbesondere Fragen der Risikoabschätzung und -kommunikation. Sie studierte Philosophie an der Universität Coimbra (Portugal) und steht vor dem Abschluss ihrer Promotion in Kom-

munikationswissenschaften an der Universität Paris II Panthéon-Assas. Seit 2007 arbeitet sie im Institut für Molekular- und Zellbiologie der Universität Porto (IBMC). Sie ist außerdem Mitglied des vom portugiesischen Parlament eingesetzten Nationalen Ethikrats für Lebenswissenschaften („Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida“).

Die Lebensmittelchemikerin **Dr. Jutta Jahnel** ist seit 1. Juli 2010 als wissenschaftliche Mitarbeiterin im ITAS. Sie promovierte am Bereich Wasserchemie des Engler-Bunte-Instituts im KIT und beschäftigte sich als Post-doc im Rahmen eines DFG-Projektes mit der analytischen Charakterisierung von hochmolekularen organischen Wasserinhaltsstoffen. Weiterhin war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsstelle der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches am Engler-Bunte-Institut tätig. Im Beratergremium „Umweltrelevante Altstoffe“ der Gesellschaft Deutscher Chemiker hat sie drei Jahre im Umfeld des Chemikalienrechts und der Stoffbewertung gearbeitet. Letztes Jahr leitete sie ein Labor zur Untersuchung und Beurteilung von Lebensmitteln in der Chemischen und Veterinäruntersuchungsanstalt Karlsruhe, einer Behörde im Bereich des Verbraucherschutzes. Im ITAS wird sie sich im Rahmen des STOA-Projekts „NanoSafety“ mit den handlungsorientierten regulatorischen Aspekten der Risikoabschätzung von Nanopartikeln beschäftigen.

Adriana Quintero Márquez arbeitet seit Mai 2010 im ITAS-Projekt „Klimanpassungsstrategie für die Metropolregion Santiago de Chile und regionales Lernnetzwerk in Megastädten Lateinamerikas“. Nach ihrem Studium „Chemical Engineering“ an der University of America in Bogotá (Kolumbien) spezialisierte sie sich in Master-Studien an der University of Saragossa, Spanien, sowohl auf regenerierbare Energien (Biomasse) als auch auf „Steam and Gas Turbines/Engines, Cogeneration, Thermal Power Plants, Gasification and Fluidized bed, CO₂ sequestration“. Nach einer Anstellung bei der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches des Engler-Bunte-Instituts am KIT kam Adriana Márquez im Februar 2010 zunächst als wissenschaftliche Mitarbeiterin ins ITAS-Projekt „Risk Habitat Megacity“.

Seit Juni 2010 ist **Maïke Puhe** am ITAS als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Sie studierte Angewandte Geographie, Soziologie und Volkswirtschaftslehre an der Universität Trier. Ihre Interessen liegen vorrangig auf dem Gebiet der Mobilitätsforschung und der Entwicklungszusammenarbeit. Zwischen Studium und ihrer Tätigkeit am ITAS war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Raumentwicklung und Kommunikation (Trier). Dort arbeitete sie für das Projekt „Statusanalyse kommunaler Fahrradverleihsysteme“, das vom Bundesverkehrsministerium finanziert wurde. Sie wird für das ITAS im EU-Projekt „Technology Options in Urban Transport – Changing Paradigms and Promoting Innovation Pathways“ mitarbeiten.

Laura Margarete Simon ist seit dem 15. Juni 2010 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am ITAS tätig. Sie studierte Diplom-Geographie an der Westfälischen-Wilhelms-Universität in Münster. Dabei lagen ihre Schwerpunkte in der „Orts-, Regional- und Landesentwicklung/Raumplanung“ sowie der „Hydrologie“. In ihrer Diplomarbeit befasste sie sich im Rahmen der HGF-Forschungsinitiative „Risk-Habitat-Megacity“ mit der Nachhaltigkeitsperformance des Wasser- und Sanitärsektors in Santiago de Chile. Im ITAS arbeitet sie nun im neuen Projekt „Klimaanpassungsstrategie für die Metropolregion Santiago de Chile und regionales Lernnetzwerk in Megastädten Lateinamerikas – Bereich Wasser“.

Prof. Dr. Peter Wiedemann ist seit dem 1. April 2010 Mitarbeiter im ITAS und setzt dort seine Forschungsarbeiten fort. Von 1992 bis 2009 war er Leiter der Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik am Forschungszentrum Jülich. Seine speziellen Forschungsgebiete sind Risikoabschätzung und Evidenzbewertung, der Umgang mit undeutlichen Risiken und Anwendung des Vorsorgeprinzips sowie moralische Urteile und Akzeptanzbewertung. Peter Wiedemann ist Mitglied der Arbeitsgruppe „Nicht-ionisierende Strahlung“ sowie des Krisenstabs der Strahlenschutzkommission, die das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit berät. Er leitet außerdem seit 2008 die AG Risiko-Management des COST-BM-0704-Programms in der „Euro-

pean Cooperation in Science and Technology“. Zudem lehrt er an der Universität Innsbruck. Im ITAS wird sich Wiedemann mit experimenteller TA, d. h. der Analyse von Wechselwirkungen zwischen Technik und Gesellschaft mittels experimentalpsychologischer Ansätze befassen, und diese insbesondere auf Fragen der Bewertung von Energiesystemen beziehen.

Annika Weiss ist seit dem 1. April 2010 Doktorandin am ITAS. Sie studierte Umweltschutztechnik in Stuttgart und Berlin. Ihre Diplomarbeit zur Entwicklung eines biologischen Verfahrens zur Reinigung von farbstoffbelastetem Abwasser verfasste sie an der University of Manchester. Dort war sie auch vor ihrem Eintritt am ITAS als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. In ihrem Dissertationsvorhaben wird sie die Wasserstoffproduktion mit Mikroalgen systemanalytisch untersuchen.

« »

Lehrveranstaltungen

Armin Grunwald hielt im Sommersemester 2010 am Institut für Philosophie des KIT die Vorlesung „Technik und Natur: Einführung in die Technikphilosophie“. Gegenstand der Vorlesung sind philosophische Deutungen der Technik, die mit unterschiedlichen Gegenüberstellungen wie Technik/Kultur, Technik/Kunst oder Technik/Leben arbeiten. Im Rahmen der Vorlesung wurde eine Exkursion zum Campus Nord unter dem Aspekt bionischer Technik angeboten.

Gerhard Banse hielt im Sommersemester zwei Lehrveranstaltungen: 1. am Lehrstuhl Technikphilosophie an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus die „Einführung in die Allgemeine Technologie“. In dieser Vorlesung wurden u. a. die historische Entwicklung einer verallgemeinernden technikwissenschaftlichen Vorgehensweise nachgezeichnet, unterschiedliche Technologiebegriffe mit ihren Konsequenzen für Verständnis und Gestaltung technologischer Prozesse diskutiert sowie technologische Grundvorgänge technologischer Prozesse charakterisiert. 2. am Institut für Arbeits-

lehre/Technik der Universität Potsdam die Vorlesung „Allgemeine Technologie“. Betrachtet wurden u. a. Arbeitssysteme und ihre Elemente auf unterschiedlichen Ebenen (Gesellschaft, Betrieb, Arbeitsplatz). Die Studierenden erhielten außerdem einen Überblick über die historische Entwicklung der Allgemeinen Technologie von Beckmann bis in die Gegenwart.

Gotthard Bechmann bot im Sommersemester 2010 im Studiengang Europäische Kultur und Ideengeschichte (EUKLID) an der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften im KIT das Oberseminar „Krise und Kritik der Wissenschaft (Max Weber – Martin Heidegger – Edmund Husserl)“ an.

Michael Decker bot im Sommersemester 2010 ein Oberseminar zum Thema „Technikfolgenabschätzung zur Robotik“ an. Vor dem Hintergrund, dass sich seit den ersten Erfolgen der Industrierobotik Einsatzbereiche und Leistungsfähigkeit der Robotik erweitert haben und auch „humanoide“ Roboter (u. a. am KIT) entwickelt werden, wurde mit den Studierenden eine Technikfolgenabschätzung von Service-Robotern aus multi-disziplinärer Perspektive durchgeführt. Dabei wurden Service-Roboter aus technischer, ökonomischer, ethischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Sicht analysiert, um auf der Basis dieser Analyse schließlich Handlungsempfehlungen zu entwickeln, welche Anwendungsbereiche für Service-Roboter akzeptabel oder eben nicht akzeptabel sind.

Vitaly Gorokhov leitete im Sommersemester 2010 ein Hauptseminar zu den „Hauptkonzeptionen der modernen Wissenschaftstheorie“. Neben der Entwicklung der modernen Naturwissenschaft und der Notwendigkeit ihrer Selbstreflexion hinsichtlich ihrer Entwicklung wurden Konzeptionen der modernen Naturwissenschaft in der Wissenschaftsphilosophie, der Naturforschung in der Kulturgeschichte sowie moderne Tendenzen in der Technikforschung erarbeitet.

Udo Jeske bot zusammen mit **Martina Klingele** im Sommersemester 2010 eine Blockveranstaltung an. Die Vorlesungen an der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen an der Hochschule Augsburg standen unter der Überschrift „Ökologische Bewertung von Bauprodukten“.

Oliver Parodi leitete im Rahmen der Sommeruniversität im Mai 2010 die zweitägige Veranstaltung „Erfrischend nachhaltig – Erlebnis Wasser“ (Evangelische Akademie, Bad Herrenalb). Gemeinsam mit Prof. Dr. Hansjörg Seng, IWG, und Dr. Georg Lämmelin von der Evangelischen Akademie, stand die Frage nach einer „Kultur der Nachhaltigkeit“ im Mittelpunkt. Wasser als grundlegendes Lebenselement, als globale Herausforderung für die Versorgung und als kulturgeschichtliches Symbol wurde in Vorträgen beleuchtet und in sinnlichen Inszenierungen mit Wasser erlebbar.

Helmut Lehn bot im Rahmen seines Lehrauftrags im Ethisch-Philosophischen Grundlagen-Studium am Geographischen Institut der Universität Heidelberg im Sommersemester 2010 wieder die Veranstaltung „Wasser – elementare und strategische Ressource des 21. Jahrhunderts. Nachhaltiges Ressourcenmanagement als ethische Herausforderung“ an. In Zusammenarbeit mit Thomas Sterr veranstaltete er außerdem eine viertägige wissenschaftliche Exkursion zum Thema „Wasser und Karst“.

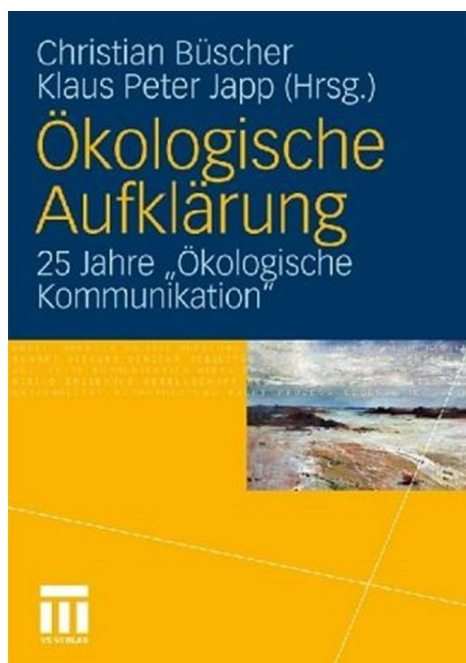
Liselotte Schebek bot im Sommersemester 2010 an TU Darmstadt, Institut IWAR, Fachgebiet Industrielle Stoffkreisläufe zwei Vorlesungen an: 1. Stoffstromanalyse und Life Cycle Assessment – Diese Vorlesung führte in systemtheoretische und modelltechnische Grundlagen der Stoffstromanalyse ein. 2. Umweltwissenschaften interdisziplinär, Umweltwissenschaften an der TUD - Diese Veranstaltung hatte zum Ziel, einen möglichst breiten und additiven Überblick über die verschiedenen eher disziplinär orientierten Forschungs- und Arbeitsfelder mit Umweltbezug an der TU Darmstadt zu geben.

Marcel Weil bot im Sommersemester 2010 eine Vorlesungseinheit und Übung zum Thema „Ökobilanzierung“ an. Diese Veranstaltung fand im Rahmen des Master-Moduls „Stoffhaushalt“ an der Bauhaus-Universität in Weimar statt.

« »

Neue Veröffentlichungen

Buchpublikation: Ökologische Aufklärung – 25 Jahre „Ökologische Kommunikation“



Die Frage, weshalb sich die Gesellschaft nur langsam auf eine ökologische Krise und damit auf eine mögliche Selbstgefährdung einstellt, ist aktueller denn je. Vor 25 Jahren hat Niklas Luhmann die Studie „Ökologische Kommunikation“ vorgelegt. Es war der systematische Versuch, die Möglichkeiten der modernen Gesellschaft, auf ökologische Probleme zu reagieren, mit Hilfe einer „Theorie der Gesellschaft“ zu bestimmen. Aus der Prämisse, dass die Gesellschaft einem Primat funktionaler Differenzierung unterliegt, folgt Luhmanns Beobachtung: Funktionssysteme können nur auf der Ebene ihrer Programme unter Einbeziehung ihres je spezifischen Codes Resonanz auf ökologische Probleme erzeugen. Die Autorinnen und Autoren dieses Bandes nehmen den 25. Jahrestag der „Ökologischen Kommunikation“ zum Anlass, Niklas Luhmanns Thesen mit Blick auf die aktuellen Entwicklungen auf ihre Plausibilität hin zu diskutieren. Die Beiträge beleuchten unter anderem die Resonanz unterschiedlicher Funktionssysteme wie der Wirtschaft, des Rechts, der Wissenschaft, Politik und Erziehung auf ökologische Probleme. Dabei ist anzunehmen, dass sich die beobachtbaren Resonanzformen in den Funktionssystemen

im Kontext von Autonomiebestrebungen bewegen, die gegenüber externen Erwartungen Indifferenz und systemintern gefilterte Entsprechungen bereithalten.

Bibliografische Angabe: Christian Büscher, Klaus Peter Japp (Hg.): Ökologische Aufklärung. 25 Jahre „Ökologische Kommunikation“. Wiesbaden: VS Verlag 2010, ISBN 978-3-531-16931-6, 311 S., 39,90 €

Buchpublikation: Wechselspiele: Kultur und Nachhaltigkeit

Gemeinsamkeiten und Differenzen, Berührungspunkte und Interdependenzen von „Kultur“ und „Nachhaltigkeit“ stehen im Erkenntnisinteresse dieses Bandes. Was bei diesem Unterfangen sichtbar wird, sind Wechselspiele. Farbzig, schillernd, dynamisch, schwer zu fassen und doch offensichtlich und wirksam zeigen sich die Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse zwischen Kultur und Nachhaltigkeit in Theorie und Praxis. Wohl nicht zuletzt wird es an dieser schwer zu greifenden Vielfalt liegen, dass die Beschäftigung mit Kultur nur zögerlich Eingang in die bereits mehrere Jahrzehnte anhaltenden Debatten um eine nachhaltige Entwicklung findet. Der vorliegende Band leistet hierfür einen Beitrag aus wissenschaftlicher Sicht, indem er das Themenfeld „Kultur und Nachhaltigkeit“ in multi- und interdisziplinärer Weise öffnet und dabei auf vorschnelle Ab- und Ausgrenzungen verzichtet. Diesem Grundsatz folgend wird die Diskussion inhaltlich im Spannungsfeld von kulturellem Erbe, Globalisierung, Bildung und technologischem Wandel geführt.

Bibliografische Angabe: Oliver Parodi, Gerhard Banse, Axel Schaffer (Hg.): Wechselspiele: Kultur und Nachhaltigkeit. Annäherungen an ein Spannungsfeld. Berlin: edition sigma 2010, Reihe: „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“, Bd. 15, ISBN 978-3-89404-585-2, 386 S., 24,90 €

Buchpublikation: Technikfolgenabschätzung. Eine Einführung – 2. Auflage erschienen

Die zweite überarbeitete und erweiterte Auflage der Einführung in die Technikfolgenabschätzung von Armin Grunwald ist aktuell bei edition sigma erschienen. Die beträchtliche Nachfrage nach

dieser bislang einzigen Einführung in die Technikfolgenabschätzung, die zunehmende Bedeutung von Technikfolgenabschätzung in der Lehre und die seit Jahren zu beobachtende positive Entwicklung der Technikfolgenabschätzung legten eine zweite Auflage nahe.

Aufgrund der dynamischen Entwicklungen im gesellschaftlichen Umfeld der Technikfolgenabschätzung und in ihren konzeptionell-theoretischen wie auch methodisch-praktischen Ansätzen konnte die zweite Auflage nicht in einem Wiederabdruck der Erstfassung bestehen. Weite Teile des Buches wurden neu konzipiert und manche Textpassagen neu geschrieben. Entwicklungen im Bereich der Theorie der Technikfolgenabschätzung, die breiter gewordenen Berührungsflächen mit Ethik einerseits und der Innovationsforschung andererseits sowie das Entstehen des Netzwerks TA sind nur einige der Neuerungen.

Der ursprüngliche problemorientierte Ansatz wurde beibehalten. Am Anfang steht eine Diagnose von Technik und Technisierung sowie deren Folgen in modernen Gesellschaften. Daran anschließend werden der gesellschaftliche Bedarf nach Technikfolgenabschätzung und konkrete Erwartungen, was ihr Problemlösungspotenzial angeht, erörtert. Die verschiedenen Ansätze der Technikfolgenabschätzung werden als unterschiedliche Antworten auf die aus ge-

sellschaftlicher oder politischer Sicht gestellten Fragen in ebenso unterschiedlichen Kontexten vorgestellt. Als Vertiefungsfelder wurden die Beiträge der Technikfolgenabschätzung in der Nachhaltigkeitsbewertung, zur Bewältigung von Technikkonflikten und zur Begleitung von Innovationsprozessen ausgewählt.

Das Ziel des Buches ist vielmehr, einen allgemeinen Überblick über die Vielfalt innerhalb der Technikfolgenabschätzung zu geben und dem Leser zu erlauben, sich in dieser Vielfalt zurechtzufinden.

Bibliografische Angabe: Armin Grunwald: Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. Berlin: edition sigma 2010, Reihe: Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 1, ISBN 978-3-89404-950-8, 346 S., 24,90 €

Sammelband zur Debatte über „Human Enhancement“ erschienen

„Die Debatte über Human Enhancement“ lautet der Titel eines aktuellen Sammelbandes, der von Christopher Coenen, Stefan Gammel, Reinhard Heil und Andreas Woyke herausgegeben wurde und soeben im transcript Verlag erschienen ist.

„Human Enhancement“, die technologische und pharmakologische Steigerung menschlicher Fähigkeiten, ist derzeit Gegenstand vielschichtiger ethischer, politischer und gesellschaftlicher Debatten. Auch das ITAS hat verschiedentlich zu diesem kontroversen Thema gearbeitet (TAB-Brief Nr. 33 vom Juni 2008; STOA-Bericht 2007-13 „Human Enhancement“ vom Mai 2009; TA-Projekt „Pharmakologische und technische Interventionen zur Leistungssteigerung“ des TAB). Dabei zeigte sich nicht zuletzt, dass hier kulturelle, historische und umfassende philosophische Aspekte eine ungewöhnlich hohe Relevanz besitzen. Der vorliegende Band behandelt daher geschichtliche Hintergründe, kulturelle Aspekte und philosophische Fragen, die in der Debatte über „Human Enhancement“ oft ausgeblendet werden. Dies gilt z. B. für die Utopiekritik Dostojewskis und für literarische Werke von D.H. Lawrence und M. Houellebecq ebenso wie für eine jüdische Sicht auf die Visionen des Transhumanismus und für Zukunftsprognosen von H.G. Wells, J.B.S. Haldane und J.D. Bernal.



Bibliografische Angabe: Christopher Coenen, Stefan Gammel, Reinhard Heil, Andreas Woyke (Hg.): Die Debatte über „Human Enhancement“. Historische, philosophische und ethische Aspekte der technologischen Verbesserung des Menschen. Bielefeld: transcript 2010, Reihe: Science Studies, ISBN 978-3-8376-1290-5, 334 S., 31,80 €

Dokumentation „Endlagersymposium Berlin 2008“ veröffentlicht

Die Dokumentation des „Internationalen Endlagersymposiums Berlin 2008“ wurde im April dieses Jahres veröffentlicht. Im Mittelpunkt der Berliner Veranstaltung standen gesellschaftliche Erwartungen an die Errichtung eines nuklearen Endlagers für wärmeentwickelnde Abfälle in Deutschland und Fragen der Langzeitsicherheit. Die Dokumentation kann über ITAS (E-Mail: monika.zimmer@kit.edu) bezogen und unter http://www.itas.fzk.de/v/endlagersymposium/Tagungsdokumentation_Symposium_final.pdf direkt herunter geladen werden.

Nach den Bemühungen des „Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte“ (AkEnd) Anfang dieses Jahrzehnts wurde unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit eine kleinere Reihe von Dialogaktivitäten eröffnet, die aktuell vom „Forum Endlager-Dialog“ (FED) weitergeführt wird (<http://www.forum-endlager-dialog.de>). Das Forum Endlager-Dialog ist eine plural zusammengesetzte Sondierungsgruppe, die Möglichkeiten einer erweiterten Öffentlichkeitsbeteiligung auslotet und dafür Empfehlungen entwickelt.

Bibliografische Angabe zur Dokumentation des Endlagersymposiums: Hocke, Peter; Arens, Georg (2010): Die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Gesellschaftliche Erwartungen und Anforderungen an die Langzeitsicherheit, Tagungsdokumentation zum „Internationalen Endlagersymposium Berlin, 30.10. bis 1.11.2008“. Karlsruhe/Berlin/Bonn, 158 S.; die gesammelten Audio-Mitschnitte des Symposiums finden sich unter: <http://www.itas.fzk.de/v/Endlagersymposium/>, die dazugehörigen Präsentationen unter http://www.bmu.de/atomenergie_ver_und_entsorgung/endlagerung/endlagersymposium/doc/42728.php.

« »

Vorstellung von zwei neuen Dissertationsprojekten

Beiträge der Mikroverfahrenstechnik zur nachhaltigen Energieversorgung – eine Systemanalyse

von Eva Zschieschang, ITAS

1 Hintergrund

Am Institut für Mikroverfahrenstechnik (IMVT) des KIT wird ein mikrostrukturierter Reaktor zur Herstellung von synthetischen Kraftstoffen aus Synthesegas entwickelt. Das angewandte chemische Verfahren zur Konversion von gasförmigen Edukten zu flüssigen Kraftstoffen (gas to liquid – GTL) ist die Fischer-Tropsch-Synthese (Myrstad 2009). Der Reaktortyp soll zur Nutzung des bei der Erdölförderung mit anfallenden Erdgases auf Ölplattformen eingesetzt werden. Dieses Erdgas wurde bisher aus Kosten-Nutzen-Gründen abgebrannt.

Die Mikroverfahrenstechnik (MVT) ist eine junge Wissenschaft. Im Unterschied zur konventionellen, großtechnischen Verfahrenstechnik finden die chemischen und physikalischen Reaktionen in Kanälen mit Abmessungen von meist unter einem Millimeter statt. Weitere Unterschiede liegen bei der Betriebs- und Prozessführung. Während die MVT mit kontinuierlichen Prozessen arbeitet, sind es bei der konventionellen Verfahrenstechnik hauptsächlich Batch-Prozesse. Die Prozessführung der MVT ist reaktionsorientiert und steht im Gegensatz zur anlagenorientierten der konventionellen Verfahrenstechnik. Für die Herstellung von mikrostrukturierten Reaktoren und Systemen werden neue Technologien eingesetzt (Hessel 2009). Unter Nachhaltigkeitsaspekten ist bislang nur wenig bekannt über den Einsatz von MVT zur Energiebereitstellung und -nutzung.

Die Entwicklung des Reaktors für Ölplattformen soll systemanalytisch begleitet werden. Anlass dafür sind aus Sicht der Anwender der Reaktoren die gestiegenen ökologischen Anforderungen an die Ölkonzerne im Zuge der Klimadebatte. Aus Sicht der Entwickler spielen strategische Gründe eine wichtige Rolle. Um auf dem Markt der Zukunft mit konventionellen Anlagen

oder Konkurrenzprodukten gleicher oder anderer Technologien konkurrieren zu können, soll das Reaktordesign nicht mehr nur nach technischen Effizienzaspekten sondern unter Nachhaltigkeitsaspekten betrachtet werden.

2 Ziele

Die Arbeit untergliedert sich in einen anwendungsbezogenen und einen methodischen Teil. Im anwendungsbezogenen Teil sollen Schwachstellen bei der Reaktorfertigung und Anwendung identifiziert und durch den Vergleich mit Konkurrenztechnologien Potenziale für neue Anwendungsfelder aufgezeigt werden. Als Ergebnis werden Aussagen zu den ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen und Potenzialen verschiedener Designs, Herstellungstechniken und Anwendungsgebiete des mikrostrukturierten Reaktortyps im Vergleich zu anderen Technologien erwartet.

Wegen der spezifischen Eigenschaften der MVT als neuer Technologie wie auch ihrer eigenen Charakteristika sollen die Methoden zur Systemanalyse umfassend auf Anwendbarkeit und Aussagekraft überprüft werden. Dies ist Aufgabe des methodischen Teils der Dissertation. Dafür ist im Vorfeld eine Klassifizierung des Begriffes der Technologien notwendig, um die verschiedene Arten und Ebenen von Technologien voneinander abzugrenzen und unterscheiden zu können. Als Ergebnis des methodischen Teils soll eine Klassifikation entworfen werden, welche die Einordnung verschiedener Technologien ermöglicht. Anhand der Zuordnung soll ein Methodenpaket für eine angepasste Nachhaltigkeitsanalyse zur Verfügung gestellt werden.

3 Forschungsansatz

Die Analysen des anwendungsorientierten Teils der Arbeit erfolgen mit produktbezogenen lebenszyklusbasierten Methoden: Life Cycle Assessment (LCA) für ökologische, Life Cycle Costing (LCC) für ökonomische und Social Life Cycle Assessment (sLCA) für soziale Aspekte (ISO 14044: 2006, Benoît 2009). Die Methoden weisen hinsichtlich ihres Entwicklungsstandes und ihrer Praktikabilität erhebliche Unterschiede

auf. Vor allem die sLCA ist zurzeit wenig etabliert, sehr aufwendig und noch Gegenstand intensiver Forschung. Darüber hinaus lassen sich Unterschiede in der Aussagekraft der einzelnen Methoden bzw. ihrer Indikatoren abhängig von der spezifischen Komplexität einer Technologie und ihrer Systemeinbindung sowie ihres Reifegrades vermuten. Die oben genannten Methoden werden im methodischen Teil der Arbeit auf ihre Anwendbarkeit bei unterschiedlichen Technologien hin untersucht.

Zunächst werden für verschiedene Fallbeispiele „GTL mit MVT“ mit unterschiedlicher Komplexität, technologiespezifische „hotspots“ qualitativ identifiziert, welche einen großen Einfluss auf das Bewertungsergebnis erwarten lassen. Daraufhin werden dem Stand der Methodenentwicklung entsprechende LCA, LCC und sLCA für die Fallbeispiele erstellt. Wesentliche Inputdaten werden gemeinsam mit IMVT generiert. Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse der einzelnen Methoden dahingehend untersucht, inwieweit die jeweiligen hotspots darin Berücksichtigung finden.

Durch den Vergleich der Analyseergebnisse des anwendungsorientierten Teils mit den unterschiedlichen Methoden und den Ergebnissen des methodischen Teils (Klassifikation, hotspots) wird eine Aussage über die Anwendbarkeit der verwendeten Methoden zur Nachhaltigkeitsuntersuchung des betrachteten Produktes/Systems getroffen. Gegebenenfalls wird eine Modifikation bzw. Erweiterung der Methodik bzw. Indikatoren angestrebt. Als zuverlässig eingestufte Ergebnisse werden in den F&E-Prozess bei IMVT eingespeist.

Die Dissertation wird von Prof. Liselotte Schebek betreut. Andreas Patyk betreut die Arbeit in der Funktion eines Principal Investigator im TIG-Programm.

Literatur

- Myrstad, R. et al.*, 2009: Fischer-Tropsch Synthesis in a Microstructured Reactor. In: *Catalysis Today* 147 (2009), S. 301–304
- Hessel, V. et al. (Hg.)*, 2009. *Micro Process Engineering*. Weinheim
- ISO 14044*: 2006. *Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen*
- Benoît, C.; Mazijn, B. (Hg.)*, 2009: *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products*. UNEP SETAC

Effekte eingesetzter deliberativer Verfahren bei der Entscheidungsfindung für ein Endlager für hochradioaktive Stoffe

von Sophie Kuppler, ITAS

1 Hintergrund

Die Frage des Umgangs mit hochradioaktiven Abfällen aus Kernkraftwerken ist noch in keinem Land, das über Kernkraftwerke zur Stromgewinnung verfügt, gelöst. In vielen Ländern, so auch in Deutschland und der Schweiz, wird die geologische Tiefenlagerung dieser Abfälle als sicherste Entsorgungsmethode angesehen. Bisher wurde allerdings weltweit noch kein solches Endlager fertig gestellt. Die technische Realisierbarkeit scheint gegeben, nicht geklärt ist aber die Frage der gesellschaftlichen Potenziale und Nebenfolgen, die mit der Endlagerung verbunden sind, und damit zusammenhängend die gesellschaftliche Realisierbarkeit eines Endlagers.

Das Scheitern der ersten Bestimmungsversuche für einen Endlagerstandort in Deutschland und der Schweiz am Widerstand der Bevölkerung lässt sich als Zeichen des Widerstands gegen den klassischen Regierungsansatz des „decide-announce-defend“ verstehen, bei dem Entscheidungen hinter geschlossenen Türen getroffen werden. Die Abhängigkeit von Situationsbeurteilungen durch Experten und die damit verbundene Notwendigkeit, den in die Entscheidungsvorbereitung involvierten Experten in einer Frage, die direkten Einfluss auf die Lebenswelt (vgl. Habermas 1981) haben kann, zu vertrauen, führt zu einer höheren Risikoeinschätzung unter den Betroffenen und einem Misstrauen gegenüber den zuständigen Behörden, dieses Risiko angemessen zu beurteilen und zu kontrollieren (Wynne 1996).

Die dadurch in beiden Ländern entstandene Blockade im Entscheidungsprozess hatte bislang unterschiedliche Auswirkungen auf die Weiterentwicklung dieses Prozesses im jeweiligen Land: Während in der Schweiz das Auswahlverfahren neu konzipiert wurde und nun mehrere Standorte unter Bürgerbeteiligung verglichen werden, wird in Deutschland weiterhin nur der Salzstock Gorleben erkundet. Mit dem AkEnd (Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstand-

orte) schlug ein erster Versuch, ein Beteiligungsverfahren zu implementieren, insofern fehl, als die Ergebnisse und Handlungsvorschläge nie umgesetzt wurden.

Weder in Deutschland noch in der Schweiz haben die Empfehlungen aus den Bürgerbeteiligungsverfahren rechtlich bindenden Status. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass sie in beiden Ländern Effekte auf die jeweilige Endlagerpolitik hatten und haben werden. Welche dies sind, ist allerdings noch unklar.

2 Ziele

Ziel dieser Arbeit ist ein Vergleich der Endlagerpolitiken Deutschlands und der Schweiz mit Fokus auf deliberative Elemente, also Formen von Bürgerbeteiligung. Es soll das Staatshandeln in der Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle aufgezeigt und die Wirkungen der eingebundenen deliberativen Elemente analysiert werden.

3 Forschungsansatz

Es wird davon ausgegangen, dass das Auswahlverfahren für ein Endlager weder im deutschen noch im Schweizer Fall allein im Kontext klassischer Entscheidungspfade des jeweiligen Landes analysiert werden kann. Ausgangspunkt für die Analyse im Promotionsprojekt sind daher die aktuelle Diskussion um Governance als Regierungsform (z. B. Stoker 1998; O'Connor, van den Hove 2001; van Kersbergen, van Waarden 2004; Schuppert 2008; Mayntz 2009) und Theorien der deliberativen Demokratie, insbesondere nach Habermas (1981) und deren Operationalisierung zur Beschreibung bestehender Partizipationsprozesse (z. B. Webler 1995). Beide Ansätze thematisieren die Einbindung nicht repräsentativ-demokratisch legitimer Akteure in politische Entscheidungsprozesse. Der Governance-Ansatz befasst sich dabei mit Formen der Entscheidungsabläufe, während die Theorien der deliberativen Demokratie sich mit der Verfahrensqualität beschäftigen. Beide Aspekte sind für diese Arbeit von Bedeutung, da sowohl Art und Zeitpunkt der Einbindung deliberativer Elemente

als auch ihre Charakteristika und Art der Durchführung konstitutiv für ihre Rolle im Auswahlprozess und damit ihre möglichen Effekte sind.

Fokus der Arbeit ist die Frage nach dem gesellschaftlichen Umgang mit komplexen Technikfolgen unter Umständen der Ungewissheit. Die möglichen Nebenfolgen der Endlagerung radioaktiver Abfälle sind zwar teilweise bekannt, ihre Relevanz wird aber nicht unbedingt von allen Akteuren gleich bewertet. Die Frage des gesellschaftlichen Umgangs mit Technikfolgen muss sich also auch mit Bewertungs- und Priorisierungsfragen auseinander setzen (z. B. Andersson et al. 2008; Schenkel et al. 2009).

Eng mit der Frage des gesellschaftlichen Umgangs verknüpft ist die Frage, ob und inwiefern deliberative Elemente zu hochwertigen Entscheidungen beitragen können, d. h. zu einer Entscheidung, die einen größtmöglichen Schutz von Mensch und Umwelt bietet und gesellschaftlich anerkannt ist. Mögliche Ansatzpunkte sind dabei Nachhaltigkeitskriterien oder der Ansatz robusten Wissens (z. B. O'Connor, van den Hove 2001; Flüeler, Scholz 2004).

Zur Einordnung der Bedeutung der möglichen Effekte deliberativer Verfahren auf die Endlagerpolitiken in Deutschland und der Schweiz werden diese vor dem Hintergrund der Frage nach der Angemessenheit der Verfahren aus der Sicht verschiedener Stakeholder und ihrem Beitrag zu einer hochwertigen Entscheidung diskutiert werden.

Die Dissertation wird von Prof. Ortwin Renn betreut. Für das ITAS betreut Peter Hocke-Bergler die Arbeit.

Literatur

- Andersson, K.; Westerlind, M.; Atherton, E. et al., 2003: Transparency and Public Participation in Radioactive Waste Management. RISCUM II Final report, SKI Report 2004:08, Stockholm
- Flüeler, T.; Scholz, R.W., 2004: Socio-technical knowledge for robust decision making in radioactive waste governance. In: Risk, Decision and Policy 9/2 (2004), S. 129–159
- Habermas, J. 1981: Theorie des kommunikativen Handelns. (Bd. 1 und 2). Frankfurt a.M.
- Mayntz, R., 2009: Über Governance. Institutionen und Prozesse politischer Regelung. Frankfurt a. M.

O'Connor, M.; van den Hove, S., 2001: Prospects for public participation on nuclear risks and policy options: innovations in governance practices for sustainable development in the European Union. In: Journal of Hazardous Materials 86 (2001), S. 77–99

Schenkel, W.; Gallego Carrera, D.; Renn, O.; Dreyer, M., 2009: Sachplan geologische Tiefenlager: Kommunikation mit der Gesellschaft. Grundlagen für die Kommunikation in den Standortregionen, Zürich

Schuppert, M., 2008: Governance – auf der Suche nach Konturen eines „anerkannt uneindeutigen Begriffs“. In: Schuppert, G. F.; Zürn, M. (Hg.): Governance in einer sich wandelnden Welt. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 41, S. 13–40

Stoker, G., 1998: Governance as theory: five propositions. In: International Social Science Journal L/155, S. 17–28

van Kersbergen, K.; van Waarden, F., 2004: 'Governance' as a bridge between disciplines: Cross-disciplinary inspiration regarding shifts in governance and problems of governability, accountability and legitimacy. In: European Journal of Political Research 43/2, S. 143–171

Webler, Th., 1995: Right Discourse in Citizen Participation. An Evaluative Yardstick. In: Renn, O.; Webler, Th.; Wiedemann, P. (Hg.): Fairness and Competence in Citizen Participation: Evaluating Models for Environmental Discourse. Dordrecht, S. 35–86

Wynne, B., 1996: May the sheep safely graze? A reflexive view of the expert-lay knowledge divide. In: Lash, S.; Szerszynski, B.; Wynne, B. (Hg.): Risk, Environment and Modernity – Towards a new ecology. London, S. 44–83

« »

Manuskripte an die Redaktion

Die Redaktion der TATuP freut sich über Themenvorschläge für TA-Projektberichte, Tagungsberichte und Buchrezensionen. Wir bitten alle Autorinnen und Autoren, die ein Manuskript einreichen, die Autorenhinweise zu Umfang, bibliografischen Angaben, Abbildungen, Tabellen etc. zu beachten. Sie finden diese Hinweise auf der letzten Seite der gedruckten Ausgabe. Bei Fragen können Sie sich auch gerne an die Redaktion wenden. E-Mail: TATuP@itas.kit.edu

TAB-NEWS

Neue Themen für das TAB

Wie bereits in der Vergangenheit hat auch zu Beginn der 17. Legislaturperiode der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung eine neue Themenfindungsrunde bei allen Ausschüssen und Fraktionen des Bundestages initiiert. Bis Anfang April 2010 gingen 67 Projektideen ein, mehr als jemals zuvor. Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) hat alle Vorschläge kommentiert, versucht, thematisch ähnliche Anfragen zu verbinden und unter Berücksichtigung weiterer Faktoren wie auch der eigenen Ressourcen den Berichterstattem für TA einen Gesamtvorschlag für eine mögliche Bearbeitung unterbreitet. In diesem Gesamtvorschlag wurden 36 Projektideen aufgegriffen und zu 12 + 6 Projektvorschlägen zusammengeführt. Die erarbeiteten Projektskizzen werden gegenwärtig inhaltlich diskutiert; voraussichtlich wird im Juni 2010 über die Beauftragung endgültig entschieden. Die 12 Projekte der ersten Staffel werden im TAB-Brief Nr. 37 kurz vorgestellt.

« »

Diesjährige Treffen im EPTA-Netzwerk

Innerhalb des Netzwerks der Europäischen Parlamentarischen Technikfolgenabschätzung gibt es auf unterschiedlichen Akteursebenen regelmäßig folgende Treffen:

- das „Director's Meeting“ der EPTA-Partnerinstitute (im Frühjahr),
- das „Council Meeting“, dem die Direktoren der EPTA-Partnerinstitute und Parlamentarier der jeweiligen Länder angehören (im Herbst),
- die „EPTA-Conference“, die der interessierten Öffentlichkeit zugänglich ist (im Herbst) sowie

- das „Practitioner's Meeting“ für Mitarbeiter der Partnerinstitute (zweijährlich im Frühjahr).

Der Vorsitz des Netzwerks wechselt jährlich unter den EPTA-Partnern. Bis auf das Practitioner's Meeting finden alle Treffen in dem Land statt, das den Vorsitz innehat. In diesem Jahr fand das Frühjahrstreffen der Direktoren in Kopenhagen und das EPTA Practitioner's Meeting in Berlin statt.

Frühjahrstreffen der Direktoren in Kopenhagen

Das diesjährige Director's Meeting fand Mitte Mai in Kopenhagen auf Einladung des Danish Board of Technology (DBT) statt.

Ein Arbeitsbereich ist die Pflege der seit Jahren anwachsenden Projektdatenbank auf der Webseite des Netzwerks (<http://www.eptanetwork.org>). Auf die in ihrer Art einzigartige internationale Datenbank zu laufenden und abgeschlossenen TA-Projekten wird kontinuierlich mehr zugegriffen. Die intensive Nutzung kann als Beleg für das Interesse und den Bedarf gewertet werden. Eine kleine Arbeitsgruppe wird die vergleichsweise schwache Darstellung der wachsenden TA-Community in der englischen Version der Internetenzyklopädie Wikipedia demnächst überarbeiten.

Zwei neue Projekte, die sich mit der TA-Landschaft in Europa befassen, wurden vorgestellt und intensiv diskutiert:

- „Technology across borders“, ein bereits laufendes Projekt des STOA, TA-Einrichtung des Europäischen Parlaments, bemüht sich um eine Bestandsaufnahme parlamentarischer TA in Europa mit dem Ziel, den Bedarf und die Möglichkeiten der Durchführung transnationaler, europaweiter TA-Studien zu eruieren.
- „Parliaments and Civil Society in Technology Assessment“ (PACITA) ist ein von EPTA-Mitgliedern (u. a. auch dem ITAS) bei der EU-Kommission beantragtes Projekt mit vier Jahren Laufzeit. Aktivitäten zur Förderung der Idee parlamentarischer TA in Europa stehen dabei im Zentrum. Hierzu sollen u. a. europaweite Trainingskurse für Wissenschaftler zu Methoden und Konzepten von TA sowie ein Austausch von Parlamentariern zu Themen der Wissenschafts- und Technologiepolitik or-

ganisiert werden. Vor allem aber sollen in ausgewählten Ländern, in denen es bisher keine institutionalisierte (parlamentarische) TA gibt, die Bedingungen und Möglichkeiten des Aufbaus von TA-Kapazitäten eruiert und mögliche Träger der Entwicklung einer nationalen TA-Infrastruktur identifiziert und unterstützt werden. Erfahrene EPTA-Mitgliedsorganisationen werden mit Partnern aus den „Nicht-TA-Ländern“ kooperieren. Allgemein wird das Projekt als hervorragende Möglichkeit der Intensivierung der europäischen Zusammenarbeit und der Identifizierung neuer Partner, insbesondere in den osteuropäischen EU-Staaten, begrüßt.

Erfreuliche Neuigkeiten gab es aus dem „Mutterland der TA“, den USA. Gäste vom Loka Institute in Amherst und vom U.S. Government Accountability Office (GAO) nahmen am diesjährigen EPTA-Direktorentreffen teil. Vom Loka Institute wurde über ein in der Entstehung begriffenes Netzwerk von TA-Institutionen in den Vereinigten Staaten berichtet. Das GAO knüpft – wenn auch nicht vom Umfang, so doch dem Geiste nach – an die Arbeiten des Office of Technology Assessment (OTA) des amerikanischen Kongresses an, das in den 1990er Jahren geschlossen wurde. Die Tatsache, somit auch in den USA wieder einen kompetenten Ansprechpartner für TA zu haben, wurde von den EPTA-Einrichtungen begrüßt, über eine assoziierte Mitgliedschaft des GAO im EPTA-Netzwerk soll beim Council Meeting im Herbst entschieden werden.

Neben den Berichten aus den Mitgliedsorganisationen gehört zur Routine des Director's Meeting auch immer die Klärung der nächsten EPTA-Präsidentschaft. Die entsprechende deutsche Bewerbung wurde allgemein begrüßt. Wenn der EPTA-Council dies im November offiziell bestätigt, wird das TAB im Jahre 2011 zum zweiten Mal nach 2000 die EPTA-Präsidentschaft übernehmen.

Das Director's Meeting klang wie gewohnt mit Besuchen nationaler FuE-Einrichtungen aus. Auf dem Programm stand ein Besuch des Risoe National Laboratory for Sustainable Energy sowie einer Anlage zur Gewinnung von Ethanol aus Biomasse. Ein (kleines) Stück der Anreise zu Risoe musste von den Teilnehmern rudern im Nachbau eines Wikingerschiffs zurückgelegt

werden. Dabei konnten zwar keinerlei Rekorde im Hochgeschwindigkeitsrudern mit Wikingerbooten gebrochen werden, einmal mehr aber zeigte sich der gute „Team Spirit“ des Netzwerks.

TAB als Ausrichter des EPTA Practitioner's Meeting 2010

Unabhängig vom jeweiligen Vorsitz wird das zweijährlich stattfindende Practitioner's Meeting von einem der EPTA-Partnerinstitute organisiert. Vor dem Hintergrund seines 20-jährigen Jubiläums hat das TAB die Organisation des Treffens für 2010 übernommen. Das Meeting fand Anfang Mai in Berlin statt. Die knapp 40 Teilnehmer kamen aus insgesamt elf Ländern bzw. Partnerorganisationen. Wie bei den vorhergehenden Meetings trafen sich langjährige Mitarbeiter und Neulinge des EPTA-Netzwerks zu einem intensiven Meinungs- und Erfahrungsaustausch. Erstmals dabei war eine Mitarbeiterin des neuen katalanischen Partnerinstituts sowie als Gast ein Mitarbeiter des U.S. Government Accountability Office (GAO). Vorstellungsrunden, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der einzelnen Partner betonten, parallele Gruppenarbeit an einer fiktiven Projektskizze sowie deren Präsentation und Diskussion, Best-Practice-Beispiele des niederländischen Rathenau Instituts (Use of residual tissue in the Netherlands), der TA-Swiss (Citizens dialogue on internet of the future) sowie des flämischen IST (ICT festival) wie auch Erfahrungen aus EPTA-Projekten (ICT and Privacy, GMO Plants and Food, World Wide Views, CIVISTI) bildeten die Programmschwerpunkte. Das Resümee aus den inzwischen abgeschlossenen EPTA-Projekten mit ihren den jeweiligen Stärken und Schwächen ist ein wichtiger Erfahrungswert, der einfließen sollte in die Planung zukünftiger internationaler TA-Projektvorschläge. Es wird deshalb auch der Leitungsebene des EPTA-Netzwerks übermittelt.

Gerahmt wurde dieser in die Zukunft gerichtete intensive fachliche Erfahrungsaustausch durch eine rückblickende Auseinandersetzung mit dem gesellschaftsstrukturellen Ursachengeflecht in Deutschland, welches den Nährboden bildete für die folgenschwere politische Entscheidung 1942 im Haus der Wannseekonferenz. Die Teilnehmer des Practitioner's Meeting nutzten

für ihre Fahrt keine Wikingerboote, sondern setzten mit vergleichsweise bescheidenen, aber vollständig muskelkraftbetriebenen Drachenbooten über. Auch hier wurde der ausgeprägte Teamgeist sichtbar und konnte aktiv ausgelebt werden.

In der Summe lieferte auch dieses Praktiker-treffen einen Beitrag zu einem tieferen Verständnis der unterschiedlichen nationalen Ansätze europäischer parlamentarische TA. Das nächste EPTA Practitioner's Meeting wird 2012 voraussichtlich in Dänemark stattfinden.

« »

Ankündigung „Euroscience Open Forum“ vom 2. bis 7. Juli in Turin

Das Euroscience Open Forum (ESOF) ist eine zweijährlich stattfindende große Wissenschaftsmesse sowie ein Informations- und Diskussionsforum für Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik sowie der interessierten Öffentlichkeit mit regelmäßig mehreren Tausend Teilnehmern. In Europa gilt sie als größte Publikumsveranstaltung zu Themen aktueller wissenschaftlich-technischer Entwicklung. Austragungsort wird, nach Stockholm (2004), München (2006) und Barcelona (2008), in diesem Jahr Turin sein.

Wie schon vor zwei Jahren werden die meisten EPTA-Einrichtungen – auch das TAB – zu der Session mit dem Thema „Inspiring future policies: how technology assessors can best stimulate the political debate“ im Rahmen des wissenschaftlichen Programms aktiv beitragen. Diese gut zweistündige Diskussionsrunde wird von STOA, dem TA-Beratungsgremium des Europäischen Parlaments, organisiert und geleitet. Die diesbezügliche Feinplanung wurde beim EPTA Director's Meeting in Kopenhagen diskutiert, und das Programm wurde verabschiedet. Erfreulich ist insbesondere, dass eine ganze Reihe von Parlamentariern aus den Mitgliedsländern ihre Teilnahme an der Veranstaltung zugesagt hat.

« »

Neue Mitarbeiter beim TAB

Dr. Claudio Caviezel ist seit April 2010 neuer Mitarbeiter des TAB. Aufgewachsen ist Herr Caviezel in der Schweiz. An der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich hat er Physik studiert. Anschließend hat er am Max-Planck-Institut für Physik in München an den Grundlagen der Teilchenphysik und Kosmologie geforscht und auf dem Gebiet der theoretischen Hochenergiephysik promoviert. Nach dieser sehr theoretischen Arbeit freut sich Claudio Caviezel darauf, sein physikalisches und technisches Wissen im TAB praxisorientierter und vielschichtiger anzuwenden. Er wird sich schwerpunktmäßig mit den Themen Energie, Ressourcen und Umwelt beschäftigen. Die Verstärkung für das TAB-Team kommt zur richtigen Zeit, werden doch vom Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung voraussichtlich mehrere neue TAB-Projekte in diesem Themenbereich zur Bearbeitung beschlossen. Sein Einstieg beim TAB ist die Mitarbeit an der laufenden TA-Studie „Technische Optionen zum Management des CO₂-Kreislaufs“.

Seit Juni 2010 verstärkt **Johanna Kniehase** das Sekretariatsteam des TAB. Zu ihren Aufgaben gehören die Unterstützung des Sekretariats im Kommunikations- und Organisationsmanagement, die Bearbeitung von TAB-Arbeitsberichten und die Pflege und Aktualisierung der Webseiten des TAB mit den dazugehörenden Datenbanken. Sie wird Aufgaben von Gaby Rastätter übernehmen, die nach elf verdienstvollen Jahren im TAB – zuerst in Bonn und dann in Berlin – im August 2010 zum ITAS nach Karlsruhe zurückkehren wird.

« »

TAB-Berichte im Bundestag

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 128 „Transgenes Saatgut in Entwicklungsländern – Erfahrungen, Herausforderungen, Perspektiven“ wurde im März 2010 abschließend beraten und zur Kenntnis genommen. Auch der Bericht Nr. 132

„Biomedizinische Innovation und klinische Forschung – Wettbewerbs- und Regulierungsfragen“ wurde mit Kenntnisnahme im März 2010 abgeschlossen. Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 133 „Blockaden bei der Etablierung neuer Schlüsseltechnologien“ wurde vom federführenden Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung am 5. Mai 2010 ohne Präsentation abgenommen. Die Veröffentlichung als Bundestagsdrucksache ist vorgesehen.

Auf Initiative des Ausschusses für Arbeit und Soziales wurde 2006 das TA-Projekt „Chancen und Perspektiven behinderungskompensierender Technologien am Arbeitsplatz“ initiiert. Nachdem es 2009 mit dem TAB-Arbeitsbericht Nr. 129 abgeschlossen wurde, hat die Arbeitsgruppe Arbeit und Soziales der Bundestagsfraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN das TAB-Projektteam am 17. Mai 2010 eingeladen, um Optionen für ihre weitere politische Befassung zu diskutieren. 2011 – zehn Jahre nach Einführung des Neunten Sozialgesetzbuches, mit dem ein behindertenpolitischer Paradigmenwechsel vollzogen werden sollte – wird eine umfangreiche Evaluation der politischen Maßnahmen erwartet. Der TAB-Bericht mit seiner Situationsbeschreibung, den sich ergebenden Schlussfolgerungen und möglichen Handlungsoptionen liefert eine gute Grundlage für die sich abzeichnende politische Befassung mit der Thematik. Es ist ein gelungenes Beispiel für eine gute zeitliche Abstimmung von wissenschaftlicher Analyse und politischer Überarbeitung.

« »

Ausgewählte TAB-Berichte jetzt auch in englischer Übersetzung

Um die internationale Sichtbarkeit der parlamentarischen Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag zu erhöhen, werden zukünftig, auf Anregung der Vorsitzenden des Bundestagsausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, Ulla Burchardt, ausgewählte Berichte des TAB auch in englischer Übersetzung publiziert.

Das TAB legt die ersten drei englischsprachigen Titel vor, die Themen umfassen, für die auch im Ausland ein besonderes Interesse erwartet werden kann. Es handelt sich dabei um

- „Development Through Electronic Networks. Information and Communication Technologies in Africa“ von Christopher Coenen und Ulrich Riehm,
- „Gene Doping. Scientific Basis – Gateways – Monitoring“ von Katrin Gerlinger, Thomas Petermann und Arnold Sauter
- „Greenhouse Gas – Bury it into Oblivion. Options and Risks of CO₂ Capture and Storage“ von Reinhard Grünwald.

Die Bücher können von der Website des TAB heruntergeladen werden. Ein Bezug gedruckter Exemplare über den Buchhandel ist momentan noch nicht möglich.

« »

Neue Veröffentlichungen

TAB-Arbeitsbericht Nr. 133: „Blockaden bei der Etablierung neuer Schlüsseltechnologien“ (Juli 2009; Autoren: Axel Thielmann, Ann Zimmermann, Stephan Gauch, Michael Nusser, Juliane Hartig, Sven Wydra, Clemens Blümel, Knud Blind) Im globalen Wettbewerb um die weltweiten Märkte ist es für die exportorientierte Volkswirtschaft Deutschlands von elementarer Bedeutung, Ergebnisse von Forschung und Entwicklung sowie innovative Ideen rasch zur Anwendung zu bringen. Auch ist eine schnelle Diffusion und Etablierung konkreter Produkte und Verfahren im Markt gegen oftmals starke Konkurrenz erforderlich. Welche Faktoren aber entscheiden über den Erfolg im Innovationswettbewerb? Und welche Möglichkeiten bestehen für Forschungs-, Bildungs- und Innovationspolitik, Blockaden zu beseitigen und günstige Rahmenbedingungen zu schaffen?

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 133 untersucht, welche fördernden und hemmenden Faktoren in Deutschland über die Umsetzung von Schlüsseltechnologien, die Schaffung deutscher Vorreitermärkte und damit über nachhaltige Exporterfolge

entscheiden. Der Untersuchungsauftrag wurde durch den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung dahingehend konkretisiert, anhand dreier Fallstudien – Nanoelektronik als Querschnittstechnologie, Windenergie als Anwendungstechnologie, MP3-Player und Mini-Beamer als Anwendungen – spezifische und übergreifende Faktoren und damit Ansatzpunkte für die politische Gestaltung des deutschen Innovationssystems zu identifizieren.

Der unter der Federführung des Fraunhofer ISI erarbeitete TAB-Innovationsreport zeigt auf, welche Blockaden auf den unterschiedlichen Ebenen Kosten, Wissen, Markt und Institutionen über die verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses hinweg von besonderer Relevanz waren bzw. sind. Zudem werden aus der Perspektive einer systemischen Innovationspolitik übergreifende Handlungsoptionen herausgearbeitet.

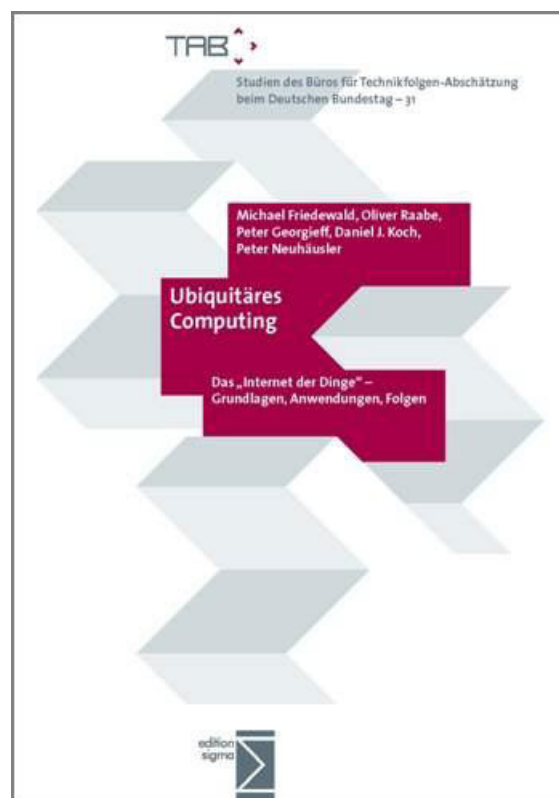
Die Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichts Nr. 133 ist unter <http://tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/berichte/ab133.html> abrufbar. Das Druckexemplar des TAB-Arbeitsberichts Nr. 133 kann beim TAB-Sekretariat (E-Mail: buero@tab-beim-bundestag.de; Fax: 030 / 28491-119) angefordert werden.

Michael Friedewald, Oliver Raabe, Daniel J. Koch, Peter Georgieff, Peter Neuhäusler: Ubiquitäres Computing. Das „Internet der Dinge“ – Grundlagen, Anwendungen, Folgen. Berlin: edition sigma 2010, Bd. 31, ISBN 9783836081313, 300 S., € 27,90

Als neuer Band in der Reihe „Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag“ bei der edition sigma ist das Buch „Ubiquitäres Computing. Das ‚Internet der Dinge‘ – Grundlagen, Anwendungen, Folgen“ erschienen. Ubiquitäres Computing, die komplexe elektronische Vernetzung von Dingen, die kommunizieren, gilt weltweit als ein erfolgversprechender Innovationspfad. Intensive FuE-Aktivitäten und politische Strategien gelten dem Ziel, praxistaugliche Technologien und Anwendungen zu befördern. Wo stehen wir augenblicklich auf dem Weg zum „Internet der Dinge“? Welche praktischen Projekte zeigen bereits jetzt das Potenzial auf, das mit der Umsetzung der Grundidee des Ubiquitären Computings ausgeschöpft werden kann? Wel-

che technischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen müssen dazu bewältigt werden und worin kann der Beitrag der Politik bestehen? Die Autoren analysieren im Lichte dieser Fragen den Status quo und die Perspektiven des Ubiquitären Computings und illustrieren ihre Befunde an Beispielen u. a. aus Handel, Logistik und Gesundheitswesen. Die faszinierende „Heinzelmännchentechnologie“ des Ubiquitären Computings muss allerdings von den Beteiligten in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik noch umfassend fit gemacht werden, sollen ihre Anwendungen tatsächlich wirtschaftlich attraktiv, sozial verträglich sowie hilfreich bei der Bewältigung gesellschaftlicher Probleme werden.

Die Buchpublikation basiert auf dem TAB-Arbeitsbericht Nr. 131: „Ubiquitäres Computing“ (Mai 2009). Die Zusammenfassung des Berichts ist unter <http://tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/berichte/ab131.html> verfügbar.



« »



Ankündigung der 4. Konferenz des Netzwerks TA

Berlin, 24.–26. November 2010

Vom 24. bis 26. November 2010 findet im Tagungszentrum „Neue Mälzerei“ in Berlin die vierte Konferenz des Netzwerks Technikfolgenabschätzung (NTA4) statt. Die diesjährige Tagung wird sich dem Thema „Der Systemblick auf Innovation – Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung“ widmen. Ziele der Konferenz sind, den prospektiven „Systemblick“ der TA zu reflektieren und Möglichkeiten und Grenzen in Technikgestaltung und Innovationspolitik zu erkennen, Anwendungsmöglichkeiten und Praxisbeispiele zu präsentieren, zu diskutieren und auszuwerten, sowie methodische und konzeptionelle Herausforderungen und Weiterentwicklungen zu erarbeiten und deren Möglichkeiten und Grenzen zu diskutieren. Zu diesem Zweck werden bei der NTA4 die beiden Typen von „Systemblick“, die in der Innovations- und Technikanalyse relevant sind, nämlich „Infrastrukturelle Innovation – Transition Management“ und „Schlüsseltechnologien – zwischen Anwendungsoffenheit und Innovation“, in zwei thematisch fokussierten Sektionen behandelt und durch eine methodologische Sektion „Systemanalyse – methodische Herausforderungen für TA“ ergänzt.

Die Konferenz wird vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) zusammen mit dem Institut für Technikfolgen-Abschätzung in Wien (ITA), dem Institut für Wissenschafts- und Technikforschung der Universität Bielefeld (IWT), dem Zentrum Technik und Gesellschaft der TU Berlin (ZTG) und dem Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung der Schweiz (TA-SWISS) veranstaltet und vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt.

Einführung ins Konferenzthema

Technikfolgenabschätzung wurde von Beginn an mit dem Systembegriff verknüpft. Systemanalytisches Denken sollte dazu beitragen, das Spektrum der Technikfolgen möglichst umfassend zu erkennen, entsprechende Bewertungen vorzunehmen, Handlungsoptionen zu entwickeln und ggf. auch Empfehlungen auszusprechen. Der Systemblick bezog und bezieht sich in der Innovations- und Technikanalyse (ITA) nicht nur auf technische, sondern auch und gerade auf sozio-technische Systeme. Sein Kern liegt in der Berücksichtigung der gesellschaftlichen (ökonomischen, politischen, sozialen, kulturellen etc.) „Einbettung“ neuer Technologien. Insofern TA seit den 1980er Jahren verstärkt im Kontext der Technikgestaltung (*shaping technology*) verortet wird – auf welchen Ebenen der Technology Governance auch immer –, hat sich der Systemblick zunehmend auf Innovationen erweitert.

In der Realisierung des Systemblicks der ITA treten (mindestens) drei spezifische grundlegende Probleme auf:

- es handelt sich um einen *prospektiven* Systemblick, in dem die bekannten Probleme der Unsicherheit prospektiven Wissens um die Breite und Komplexität der betrachteten Systeme gesteigert werden. Diese Steigerung der Unsicherheit wirft epistemologische Fragen auf und führt zu besonderen methodischen Herausforderungen an TA-Verfahren.
- es müssen wissenschaftlich-technische Entwicklungen in einem zukünftigen Nutzungskontext vorgestellt werden, was die *Kombination technischer und sozialer Systembetrachtungen* erfordert und besondere Anforderungen an die Bestimmung der Systemgrenzen richtet.
- es tritt ein charakteristisches *Spannungsfeld zwischen Umfassendheit und Detailliertheit* auf: Das systemanalytische Vorgehen zielt häufig auf quantitative Bestimmungen, welche einen hohen Detaillierungsgrad voraussetzen, der sich jedoch nur schwer für die gesamte Analyse realisieren lässt. Hier kommt es zur Herausforderung, den angemessenen Grad an Detailliertheit zu realisieren. Entscheidungen in konkreten Projekten müssen getroffen werden, welcher Detaillierungsgrad

in welcher Analyse angestrebt wird und wie die Ergebnisse dieser Detailuntersuchungen in den größeren Rahmen integriert werden.

Diese Probleme verhindern, dass der Systemblick der ITA im Sinne eines Planungsoptimismus eingesetzt werden kann. Auch wenn man mit TA-Blick zu Technikgestaltung und Innovation beiträgt, kann dies, so die These, das Problem nicht-intendierter Folgen nicht eliminieren: Die Integration systemisch denkender TA in die Technikgestaltung transformiert Unsicherheiten, beseitigt sie aber nicht prinzipiell. Vielmehr geht es darum, der "Transformation" dieser Unsicherheiten nachzuspüren und Wege zum Umgang mit ihnen aufzuzeigen.

Aufbau der Konferenz

Sektion 1: *Infrastrukturelle Innovation – Transition Management: TA in infrastrukturellen Transformationsprozessen (Energie, Elektromobilität, Wasserver- und -entsorgung, Gesundheit, Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, Transportinfrastruktur)*. In diesen „Systemen“ sind zentrale Infrastrukturen in sich gefestigt und in alle Gesellschaftsbereiche implementiert. Für Innovationen, selbst wenn sie in der „ex ante“-Analyse Erfolg versprechende und gesellschaftlich wünschenswerte Veränderungen mit sich bringen, stellen diese gefestigten Systeme hohe Umsetzungshürden dar. Beispielsweise sehen sich Elektroautos im auf Verbrennungsmotoren optimierten Individual-Verkehrssystem einer solchen Hürde gegenüber, obwohl ihnen das Potential zugeschrieben wird, zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen.

Sektion 2: *Schlüsseltechnologien – zwischen Anwendungsoffenheit und Innovation*. TA in Innovationsprozessen, die aus zunächst recht anwendungsoffenen Schlüsseltechnologien erwachsen (z. B. Nanotechnologie, Materialforschung). Hier sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden: Zum einen Schlüsseltechnologien, die in gefestigten Infrastruktursystemen „antreten“, für diese gilt das für Sektion 1 genannte, und Innovationen, die in neuen, vielleicht auch zukünftigen „Systemen“ etabliert werden sollen. Dann entsteht das Problem, dass es an Systemwissen

mangelt bzw. dieses erst durch einen methodischen Schritt (Roadmap, Szenarioanalyse, etc.) konstruiert werden muss.

Sektion 3: *Systemanalyse – methodische Herausforderungen für TA*. Die angedeuteten Spannungsfelder und Herausforderungen liegen quer zu diesen beiden grundlegend unterschiedlichen Formen des Systemblicks der TA. Damit stellen sie aber gleichzeitig methodische Herausforderungen an die TA, weil konkrete Projekte methodische Lösungen für diese Spannungsfelder erfordern. Die Möglichkeiten und Grenzen dieser Methoden, jeweils in Projektkontexten diskutiert, ist Gegenstand dieser Sektion.

Adressierte Disziplinen

In den Beiträgen zur NTA4-Konferenz - den eingeladenen Vorträgen, den eingereichten Vorträgen und den Postern - werden die in der Beschreibung der Sektionen aufgeworfenen Fragen zum einen auf der konzeptionellen Ebene und zum anderen anhand von konkreten Fallstudien behandelt werden. In diesen Fallstudien wird anhand von „good practices“ dargestellt, wie TA mit den methodischen Herausforderungen der Systemanalyse umgeht. Für eine Betrachtung im systemanalytischen Kontext bieten sich in erster Linie Informations- und Kommunikationstechnologie, Bio- und Gentechnologie, Nanotechnologie und die „Converging Technologies“, sowie **Energietechnologien**. Aus denjenigen Bereichen, die bereits auf eine hinreichende geschichtliche Erfahrung zurückblicken können, können die über die Jahre veränderten Vorgehensweisen bei der Systemanalyse hervorgehoben und reflektiert werden.

An der NTA4 teilnehmen können daher Wissenschaftler und Praktiker aus folgenden Bereichen: Technikfolgenabschätzung und angrenzende Felder wie Innovationsforschung, Systemanalyse oder Innovations- und Technikanalyse; für das Thema der Konferenz einschlägige wissenschaftliche Disziplinen (Natur- und Technikwissenschaften einerseits, Sozial- und Kulturwissenschaften andererseits); Politik und Wirtschaft; Zivilgesellschaft (z. B. Nichtregierungsorganisationen).

Postersession für Nachwuchswissenschaftler

Die Konferenz will den wissenschaftlichen Nachwuchs besonders fördern und führt deshalb eine Postersession ausschließlich mit jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern durch, die auf dem Gebiet der Technikfolgenabschätzung im Allgemeinen oder zum Thema der Konferenz arbeiten. Zu diesem Zweck werden Diplomanden, Doktoranden sowie Jungwissenschaftler (bis zu fünf Jahre nach der Promotion) Konferenzstipendien zur Finanzierung der Reise- und Übernachtungskosten gewährt.

Weitere ausführliche Informationen zur Konferenz NTA4 können auf der Konferenzhomepage <http://www.itas.fzk.de/v/nta4> abgerufen werden. Dort wird in Kürze auch ein Formular für Online-Anmeldungen zur Verfügung stehen. Darüber hinaus können ausführliche Informationen zum „Netzwerk TA“ auf <http://www.netzwerk-ta.net> eingesehen werden.

Kontakt

Prof. Dr. Michael Decker
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 30 07
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
E-Mail: michael.decker@kit.edu

Dr. Martin Knapp
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 25 13
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 67 15
E-Mail: martin.knapp@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe

« »

Innovative Konzepte für ein Fachportal Technikfolgenabschätzung

Workshop am 28. Juni 2010, Karlsruhe

Der Workshop, der von ITAS für das Netzwerk TA in Karlsruhe ausgerichtet wurde, diente dazu, das von der IuK-Gruppe des NTA entwickelte Konzept für ein Fachportal der Technikfolgenabschätzung (TA) zur Diskussion zu stellen. Durch die Beiträge nationaler Experten aus den Bereichen Fachinformation und Wissenschaftskommunikation sollten aktuelle Entwicklungen und innovative Konzepte in der Fachinformation zur Kenntnis gebracht und mit Blick auf ihre mögliche Eignung für ein TA-Portal erörtert werden.

Die Ergebnisse des Workshops werden in einen Antrag bei der DFG auf Förderung eines Fachportals TA einfließen. ITAS als federführender Antragsteller hat sich Anfang 2010 mit anderen Einrichtungen aus dem KIT zusammengetan: mit der KIT-Bibliothek und mit Instituten der angewandten Informatik, die einschlägige Erfahrungen beim Aufbau von Internet-Portalen und Web 2.0-Entwicklungen aufweisen.

Armin Grunwald, Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, betonte, dass der Zusammenschluss der Technikfolgenabschätzung im NTA die Chancen für den Austausch und die Kooperation unter den Wissenschaftlern erhöhe und ermögliche, dass sich TA als Fachgemeinschaft und leistungsfähige Wissenschaft der Öffentlichkeit besser präsentieren könne. Für beide Ziele sei eine Kommunikationsinfrastruktur auf dem neuesten Stand heutzutage eine unabdingbare Voraussetzung.

Ulrich Riehm, Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), der die IuK-Gruppe des NTA leitet, erläuterte zunächst die Besonderheiten der TA-Community, die wegen ihrer institutionellen Vielfalt, der Vielzahl beteiligter Disziplinen und dem vergleichsweise noch mangelndem Reifungsgrad – verglichen mit etablierten Wissenschaften – noch nicht ausreichend gut vernetzt sei und derzeit auch mit einer noch wenig entwickelten Struktur der Fachinformation und Fachkommunikation auskommen müsse: So gäbe es z. B. keine Review-Zeitschrift, keine thematisch einschlägigen

Datenbanken und kein Fachportal. Von der technischen Seite liege eine Herausforderung in der großen Heterogenität der bei den Mitgliedern des Netzwerks vorhandenen Systeme und Daten. Genauso wichtig wie die Lösung dieser technischen Fragen sei es aber, eine Anreizstruktur zu entwickeln, die eine dauerhafte Nutzung und Weiterentwicklung des TA-Portals sicherstellen kann. Der Schlüssel dazu liege darin, dass das Mitwirken an dem gemeinsamen Fachportal gleichzeitig auch das Webangebot jeder beteiligten Einrichtung verbessere. Das soll dadurch gelingen, dass jeder für das Portal kooperativ erzeugte Dienst auch auf der Ebene der einzelnen Einrichtung wiederverwendet werden kann – angepasst an die je konkreten Bedarfe der jeweiligen Institute.

Den Reigen der Vorträge eröffnete Karl-Wilhelm Neubauer, Leitender Direktor der Universitätsbibliothek Bielefeld i. R., einer der Pioniere bei der Einführung digitaler Bibliotheksdienstleistungen in Deutschland und immer noch ein Vordenker. Sein Vortrag war im positiven Sinne provokativ. Eine Schwachstelle der Portalentwicklung sei häufig, dass einzelne Module (Suchmaschine, Metasuche, Link Resolver, Rechteverwaltung, Liefersystem, Repositorien, diverse Social Services) individuell zusammengesteckt und dann mit großem institutionellen und finanziellen Aufwand harmonisiert werden müssten. Die Entscheidung „**make or buy**“, die **lange Zeit für das Selbermachen** getroffen wurde, könne heute anders ausfallen. Die Industrie biete heute globale Dienste (Resource Management Systeme) an, die individuell über Schnittstellen lokal angepasst werden könnten. Gedacht war dabei etwa an den von OCLC (Online Computer Library Center) koordinierten Dienst „WorldCat Local“, in dem nicht nur 190 Millionen Bibliotheksobjekte, sondern auch zunehmend die großen wissenschaftlichen Datenbankanbieter und Verlage ihre Inhalte einspeisen. Eine zweite Anregung war, die Idee des Portals bis zum Wissenschaftlerarbeitsplatz zu durchdenken. Der iGoogle-Dienst wurde als Illustration herangezogen, um zu zeigen, wie sich ein Wissenschaftler heute seinen „Desktop“ als *sein* Portal mit diversen Diensten individuell zusammen bauen kann. Portale haben demnach zwei Funktionen zu erfüllen: Als Community-Portal dienen sie der Außendarstellung und bieten einen allgemeinen

öffentlichen Zugang mit News, Zugängen zur Fachinformationen etc. Auf einer zweiten Ebene bieten sie die Infrastruktur für die wesentlichen Tätigkeiten des Wissenschaftlers.

In der Diskussion wurde deutlich, dass Portale in der Tat die Art und Weise verändern, wie Wissenschaft betrieben wird. Bezweifelt wurde, dass es für die TA-Community sinnvoll wäre, sich auf die globalen Dienste, die die Industrie bietet, schon einzulassen. Es wurde vermutet, dass dieser Ansatz für gut etablierte Disziplinen mit einer ausgebauten Fachinformations- und Publikationslandschaft, deren Output sich in den großen Systemen abbilden lässt, wesentlich besser geeignet ist als für die disperse, erst im Entstehen begriffene TA-Fachcommunity.

Michael Hohlfeld von der vascoda-Geschäftsstelle, die an der Technischen Informationsbibliothek (TIB) angesiedelt ist, stellte vascoda, das „Einstiegsportal für die wissenschaftliche Literaturrecherche“ vor. Daran sind weit über 40 wissenschaftliche Bibliotheken, Fachinformationsanbieter und wissenschaftliche Einrichtungen beteiligt. Darunter sind z. B. alle Bibliotheken, die eine Virtuelle Fachbibliothek betreiben und die zentralen Fachbibliotheken, die Fachportale unterhalten. Wegen mangelnder Nutzung sowie fehlender bibliotheks- und förderpolitischer Unterstützung wird das Portal in der jetzigen Form nicht weiterbetrieben werden. Es seien nicht technische Probleme gewesen, sondern die Eigeninteressen der Mitgliedsorganisationen seien zu unterschiedlich und die Bereitschaft zur Kooperation zu gering gewesen. Andere Beispiele zeigten dagegen, dass es funktionierende Anreizstrukturen für auf Kooperation angewiesene Vorhaben durchaus geben kann. Von den vielen Beispielen wurde „beluga“, das „Katalog 2.0-Projekt“ der Hamburger Bibliotheken besonders herausgestellt. In der Frage „**make or buy**“ optierte Hohlfeld anders als sein Vorredner stärker für das „**make**“ und **plädierte dabei für den Einsatz von Open-Source-Software**. Für ein Portal für Technikfolgenabschätzung sei die Frage nach einzubindenden Datenquellen relevant und da seien die Virtuellen Fachbibliotheken und Fachportale, die es schon gibt, ins Auge zu fassen. Die vascoda-Geschäftsstelle könne da behilflich sein.

Peter Kostädt von der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln zeichnete den Weg zu einem Bibliotheksportal für die USB Köln nach. Zu den Anregungen, die sich daraus für die Entwicklung eines Portals TA ziehen lassen, gehört sicherlich die konsequente Umsetzung einer service-orientierten Architektur. Wichtig daran ist, dass dem Benutzer eine einheitliche Oberfläche über alle Dienste geboten wird. Er oder sie kommt gar nicht mit den Eigenheiten der internen und externen Datenbanken, auf die zugegriffen wird, in Berührung.

Thomas Severiens, Universität Osnabrück, lenkte die Aufmerksamkeit wieder darauf, dass sich mit dem Web 2.0 (Twitter, Social Networks, Bibsonomy, Recommender etc.) der wissenschaftliche Prozess selbst verändert und dass deshalb Ausdrücke wie „social media“ und „social networking“ treffender seien. Sein besonderes Interesse galt Open Access (OA)-Projekten, die Web 2.0-Ansätze verwenden. Ausgehend von dem OA-Netzwerk, einem Projekt, in dem möglichst viele der 138 (Stand Januar 2010) in Deutschland vorhandenen Repositorien vernetzt werden sollen, kam er auf das darauf aufbauende Projekt DOARC (Distributed Open-Access Reference Citation Services) zu sprechen, das Nutzern des OA-Netzwerks Import und Export von Referenzen in Standardformaten wie BibTeX und EndNote bieten will sowie ein Netzwerk von Zitationsrelationen, das unter Mitarbeit der Nutzer entstehen soll. Zwei weitere interessante Dienste, die erläutert wurden, sind der Zusammenfassungsdienst „Papercore“, in dem Zusammenfassungen wissenschaftlicher Publikationen geboten werden, die selbst wieder bewertet werden können. Mit Qualitätsbewertungen arbeitet auch die Diskussionsplattform IUWIS (thematisch geht es um Urheberrecht für Bildung und Wissenschaft). Gerade die letztgenannten Beispiele sind anregend, wenngleich einem sofort Gründe einfallen, warum sie so wahrscheinlich nicht in der TA-Community funktionieren würden.

Patrick Danowski (IST Austria, Wien) fragte provokant, ob wir überhaupt noch Portale brauchen, antwortete aber dann mit einem Jein. Dienste zu integrieren und Daten zu aggregieren mache durchaus Sinn, aber man müsse sich klar sein, dass ein Portal heute keinen Alleinvertre-

tungsanspruch geltend machen könne. Deshalb müsse beim Aufbau von Portalen von Anfang an auf die Kooperation mit bestehenden Portalen und anderen Anbietern gesetzt werden. Wie andere schon vorher, betonte auch er den Wert des „ReUse“: also die Wiederverwendung von bekannten Inhalten und Diensten, aber auch das Zulassen der Wiederverwendung durch andere (über „lightweight APIs“).

Andreas Schmidt vom Forschungszentrum Informatik am KIT beschäftigte sich mit dem Nutzen von Ontologien für Fachportale. Ein möglicher Nutzen wurde am Beispiel des Projekts SOBOLEO „Social Semantic Bookmarking“ verdeutlicht, bei dem ein typischer Web 2.0-Dienst wie das „social bookmarking“ mit Ontologien verbunden wird. Wollte man es einfach sagen, würde das Tagging, also das Verschlagworten von Inhalten wie es bei vielen Web 2.0-Diensten üblich ist, verbunden mit der Entwicklung eines kontrollierten Vokabulars.

Kurzum, der Workshop informierte praxisnah über Entwicklungen in der Fachinformation und beispielhafte Dienste. Wichtig war der Hinweis, bei den Nutzern eines Portals neben der Öffentlichkeit und den TA-Einrichtungen auch stärker an den einzelnen Wissenschaftler und seine Arbeitsumgebung zu denken. Bestätigt finden wir uns in der Betonung des „ReUse“ zentraler Dienste in lokalen Kontexten. Wichtig war es auch, die Frage des „make or buy“ noch einmal neu aufzuwerfen. Die Bedeutung der frühzeitigen und vielseitigen Kooperation mit anderen Initiativen und Anbietern wurde unterstrichen, und wir freuen uns, dass der Workshop auch in dieser Hinsicht schon jetzt Früchte getragen hat.

(Knud Böhle)

« »

VERANSTALTUNGEN

Eine umfangreichere und regelmäßig aktualisierte Liste von Veranstaltungen, die für die Technikfolgenabschätzung interessant sein könnten, befindet sich auf der ITAS-Website unter „TA-Veranstaltungskalender“ (<http://www.itas.fzk.de/deu/tatup/tatup-veranstaltung.htm>).

25.–29.8.2010	Conference 35 th 4S Annual Meeting STS in Global Contexts http://www.4sonline.org/meeting	Tokyo (JP)
2.–4.9.2010	Konferenz EASST 2010 The European Association for the Study of Science and Technology http://events.unitn.it/en/easst010/about-conference	Trento (IT)
13.–17.9.2010	Summer School Beyond Knowledge Society: Scientific knowledge production, consumption and transformation International Graduate Summer School, Inter University Centre (IUC) http://www.itas.fzk.de/v/dubrovnik/ Contact: Simon Pfersdorf, email: simon.pfersdorf@kit.edu	Dubrovnik (HR)
16.–17.9.2010	Tagung Pharmakologische Leistungssteigerung – doch wozu? Human Enhancement zwischen Utopie und Trivialität Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften in Kooperation mit dem Medizinhistorischen Museum der Charité „Leben 3.0 und die Zukunft der Evolution“. Kontakt: Arnold Sauter, E-Mail: sauter@tab-beim-bundestag.de	Berlin (DE)
23.9.2010	Conference Nanotrust: Approaches to risk assessment and risk management of nanotechnologies Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Technikfolgen-Abschätzung http://nanotrust.ac.at/nano10/ Contact: tamail@oeaw.ac.at	Wien (AT)
29.9.–2.10.2010	Second Annual Conference Society for the Study of Nanoscience and Emerging Technologies (S.NET) http://www.philosophie.tu-darmstadt.de/nanobuero/snet2010/welcome.de.jsp Contact: snet2010@phil.tu-darmstadt.de	Darmstadt (DE)
7.–8.10.2010	Tagung Interdisziplinäre Forschung zwischen gesellschaftlicher Erwartung und wissenschaftlichem Geltungsanspruch Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH http://www.ea-aw.de/veranstaltungen/tagungen/herbsttagung-2010.html Kontakt: Katharina Mader, E-Mail: katharina.mader@ea-aw.de	Mainz (DE)
21.10.10–30.6.11	Fellowship Programme 2010-2011 Institute for Advanced Studies on Science, Technology and Society (IAS-STs) http://www.ifz.tugraz.at/index_en.php/article/articleview/315/1/38/ Contact: Günter Getzinger, email: info@sts.tugraz.at	Graz (AT)
27.–28.10.2010	Conference Santiago Sustentable 2030. Sustainable Urban Development in Latin American Megacities Final Conference of the “Risk Habitat Megacity” Project http://www.risk-habitat-megacity.ufz.de/	Santiago de Chile (CL)
24.–26.11.2010	Tagung NTA4 – Vierte Konferenz des „Netzwerks TA“ Der Systemblick auf Innovation – Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) http://www.itas.fzk.de/deu/news/2010/21.htm Kontakt: Martin Knapp, E-Mail: martin.knapp@kit.edu	Berlin (DE)

IMPRESSUM

Herausgeber:

Institut für Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse (ITAS)
KIT-Campus Nord
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 68 93
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
E-Mail: TATuP@itas.kit.edu
peter.hocke@kit.edu
URL: <http://www.itas.fzk.de>

Redaktion:

Dr. Peter Hocke-Bergler
Prof. Dr. Armin Grunwald
Constanze Scherz

Technische Gestaltung:
Gabriele Petermann

ISSN 1619-7623

Die Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ erscheint parallel als gedruckte und elektronische Version. Die elektronische Version findet sich unter: <http://www.itas.fzk.de/deu/tatup/inhalt.htm>

Die *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* erhalten Sie kostenlos bei der Redaktion.
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.
Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier.