Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG
Theorie und Praxis

19. Jahrgang, Heft 3 – Dezember 2010

Editorial 3

Schwerpunkt

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung – Beiträge von TA und Energiesystemanalyse

A. Grunwald, W.-R. Poganietz: Einführung in den Schwerpunkt 4

E. Umbach: Das Jahrhundert der Energie 12

E.U. von Weizsäcker: Energieangebotspolitik war gestern 17

D. Möst, P. Jochem, W. Fichtner: Dezentralisierung der Energieversorgung. Herausforderungen an die Systemanalyse und -steuerung 22

V. Stelzer, J. Kopfmüller, A. Quintero, S. Simon: Nachhaltige Energieversorgung in Megacities. Das Beispiel Santiago de Chile 30

W. Fischer, J.-F. Hake, W. Kuckshinrichs, O. Schenk, D. Schumann: Carbon Capture and Storage – Politische und gesellschaftliche Positionen in Deutschland 38

S. Ziemann, M. Weil, L. Schebek: Energietechnologien der Zukunft. Die Problematik der Rohstoffverfügbarkeit am Beispiel von Lithium 46

T. Fleischer, M. Weil: E-Mobilität und Energiespeicher im Blickfeld der Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse – Erste Analysen und zukünftige Forschungsaufgaben 56

D. Thrän, L. Leible, S. Simon, S. Pütz, St. Kälber, Chr. Geiss, Chr. Schillings: Bioenergie und nachhaltige Landnutzung 65

TA-Projekte

Y. Scholz: Perspektiven einer zu 100 Prozent regenerativen Stromversorgung in Deutschland bis 2050 75

N. Bach, L. Horvath: Der Einfluss neuer Technologien auf die Privatsphäre 80

O. Hurtig, L. Leible, G. Kappler, St. Kälber: Die Automobilindustrie auf neuen Wegen? Eine vergleichende Einordnung innovativer Kraftstoff- und Antriebskonzepte der deutschen Automobilindustrie seit der ersten Ölkrise 1973 84

Fortsetzung Seite 2

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses

Diskussionsforum	*P. Hocke, R. Barth, A. Grunwald, B. Kallenbach-Herbert, S. Kuppler, O. Renn, M. Reuß*: Schlüsselentscheidungen und -maßnahmen für einen gehaltvollen Dialogprozess	91
	D. Appel, J. Kreusch: Anmerkungen zum Beitrag „Schlüsselentscheidungen und -maßnahmen für einen gehaltvollen Dialogprozess“	98
Rezensionen	*M. Voß*: Gesunde Gene. Die mediale Diskussion um die Gentherapie und *S. Rödder*: Wahrhaft sichtbar. Humangenomforscher in der Öffentlichkeit. (Doppelrezension von Chr. Hauser)	100
	G. de Haan, G. Kamp, A. Lerch, L. Martignon, G. Müller-Christ, H. Nutzinger: Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen (Rezension von J. Kopfmüller)	104
	U. Riehm, Chr. Coenen, R. Linder, C. Blümel: Bürgerbeteiligung durch E-Petitionen – Analysen von Kontinuität und Wandel im Petitionswesen (Rezension von T. Escher)	108
Tagungsberichte	100 Jahre Deutsche Gesellschaft für Soziologie – Selbstreflexionen eines Fachs und aktuelle Perspektiven der Transnationalisierung (Frankfurt a. M., 11.–15. Oktober 2010) (von L. Nierling, S. Pfersdorf, A. Schleisiek)	110
	TA-Methoden in der Lehre: Transfer – Simulation – Integration (Karlsruhe, 1.–2. Juli 2010) (von M. Herrgen)	114
	Neue Begriffe oder alte wissenssoziologische Perspektiven? (Darmstadt, 15.–16. Juni 2010) (von S. Pfersdorf)	116
	„Kultur” als Herausforderung für Nachhaltigkeitsforschung (Berlin, 9.–12. Juni 2010) (von B. Muraca, V. Holz)	120
	Perspektiven der sozialwissenschaftlichen Technik- und Innovationsforschung (Stuttgart, 8.–9. Juli 2010) (von U. Dolata, J. Hampel, F. Schrape, St. Schulz)	124
TA-Nachrichten	Gotthard Bechmann ist in Ruhestand gegangen	129
	Helmut Krauch, Nestor der Systemforschung in Deutschland, ist tot	129
TA-Programm	Ethische und gesellschaftliche Aspekte von Technik. Ein Förderprogramm der „Netherlands Organisation for Scientific Research“ (von A. Grunwald)	131
ITAS-News		133
TAB-News		139
STOA-News		143
Netzwerk TA		147
Veranstaltungen		149

EDITORIAL

Die „Herausforderung der losen Fäden“ ist das Thema dieses Editorials. Wer heute über Energiepolitik und den Einsatz fortgeschrittener Energietechnologien und der mit ihnen verknüpften Infrastruktur sowie der über sie getragenen Energiesysteme nachdenkt, müsste mit der Metapher vom nicht ganz sorgfältig gewobenen Textilgewebe und seinen losen Fäden viel anfangen können. Zahlreiche Fragen zur Optimierung vorhandener Techniken für die Energieerzeugung sind schon länger gestellt. Insbesondere Fragen zur konzeptionellen Einbindung und Ausrichtung dieser Energietechnologien, Fragen nach der häufig von diesen geforderten Flexibilität und auch der kalkulierbaren Nutzung durch Energiekonsumenten in Wirtschaft und Haushalten gleichen den losen Fäden eines Gewebes – losen Fäden, die kaum noch jemandem auffallen, da das Gewebe schon seit langer Zeit so aussieht und alle sich daran gewöhnt haben.

Natürlich kümmern wir uns um das Gewebe der Energienetze. Das versprechen alle schon lange: die Forschung ebenso wie Industrie, Politik und Verbraucher. Aber gilt dieses Versprechen? Wird es auch gehalten? Klaus Töpfer, der frühere deutsche Umweltminister und Exekutivdirektor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, hat vor wenigen Wochen in einem Kommentar darauf hingewiesen, dass schon das eine oder andere „Ehrenwort“ gegeben wurde, sich in jedem Fall aufs Beste um Nachhaltigkeit (und damit auch um Energie) zu kümmern. Ob diese Ehrenworte eingelöst wurden, daran sind doch gelinde Zweifel angesagt. Nur weil es viele freundliche Positionierungen zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele in den Medien, im gesellschaftlichen Small Talk und den Hochglanzbroschüren der Wirtschaft gibt, können diese nicht als „empirischer Geltungsgrund“ für bereits Geleistetes (z. B. auf dem Feld der nachhaltigen Energieversorgung) betrachtet werden. Ist die Stromgewinnung aus Kohle nachhaltig, weil mein Land CO_2 verpressen kann? Oder hat die Herstellung von Nuklearstrom Klimavorteile ohne sozial- und umweltrelevante Nebenfolgen?

Teile der öffentlichen und leider auch der wissenschaftlichen Debatte sorgen bei der Beantwortung dieser Fragen für mehr Verwirrung als für Aufklärung in der Sache. Die Strategien der amerikanischen Kohleindustrie und ihrer Lobby sind dafür ein legendäres Beispiel und im eigenen Land wäre auch das eine oder andere zu finden. Ein produktiver Stopp zur gezielten Aufnahme der losen Fäden der Diskussion, die in jedem Fall auch systematisch und problemorientiert erfolgen muss, wäre Erfolg versprechend.

Die dabei zu beachtende Entwicklung fortgeschrittener Technologien und ihrer Potenziale ist dabei sicher die eine Seite. Aber zahlreiche Notwendigkeiten bestünden auf der anderen Seite, z. B. bei der Optimierung und effizienten Vernetzung von „Energiesystemen“, die entweder bereits vorhanden sind oder sich in der Entwicklung befinden. Die Energiesystemanalyse kann gerade wegen ihrer systematischen Vorgehensweise und ihrer Orientierung an Indikatoren bei der Entwicklung von Konzepten sowie bei Instrumenten, Pfaden und Knoten wichtige Beiträge leisten, um Energiesysteme nachhaltig auszurichten. Wenn es darum geht, die „Haftung“ für den Einsatz von Energietechniken von der „Risikoübernahme“ durch spätere Generationen nicht zu entkoppeln und damit die Kurzfristigkeit vieler Maßnahmen zu einem Übergangsphänomen zu machen, können ihre Ergebnisse hilfreich sein. Die Energiesystemanalyse kann wissensbasiert Wege und Maßnahmen stützen, die die häufig zu beobachtenden Ehrenwörter auf eine andere (bessere?) Grundlage stellen. Die dabei zu formulierenden problemorientierten Maßnahmen und aktuell notwendigen Festlegungen auf nächste Schritte und Zwischenziele werden sicher nicht „politikfrei“ diskutiert werden können. Aber jeder Aspekt kollektiv verbindlicher Entscheidung wird systematisch entwickelte Argumente und harte Faktoren benötigen. Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse können wenigstens punktuell einschlägiges Wissen einbringen und damit ein argumentatives Niveau befördern, unterhalb dessen aktuelle Entscheidungen nicht getroffen werden sollten. Die Zeit der Ehrenwörter müsste bei diesem Thema vorbei sein und ein Teil der losen Enden der bekannten Fäden des Gewebes könnte besser verknüpft werden.

(Peter Hocke-Bergler)

SCHWERPUNKT

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung – Beiträge von TA und Energiesystemanalyse

Einführung in den Schwerpunkt

von Armin Grunwald und Witold-Roger Poganietz, ITAS

Seit einigen Jahren steht „Energie“ wieder in der ersten Reihe der öffentlich, politisch und wissenschaftlich diskutierten Themen. So wurde das Jahr 2010, angeregt und koordiniert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, in Deutschland als „Jahr der Energie“ begangen und durch vielfältige Aktivitäten mit Leben erfüllt. Das vorliegende Heft möchte sich in diese Aktionen einreihen und, dem Auftrag unserer Zeitschrift entsprechend, auf die speziellen Möglichkeiten der Technikfolgenabschätzung (TA) und Energiesystemanalyse eingehen, um so zur Bewältigung der anstehenden Herausforderungen beizutragen.

1 Motivation und Zielsetzung

Sämtliche menschliche Aktivitäten sind mit dem Einsatz von Energie verbunden. Die Verfügbarkeit von Energie und Energiedienstleistungen stellt für ein menschenwürdiges Leben, für die Funktions- und Existenzfähigkeit sowie für die Entwicklung einer Gesellschaft eine ähnlich grundlegende Voraussetzung dar wie die Verfügbarkeit von Trinkwasser und Nahrungsmitteln. In besonderem Maße gilt dies für die Produktions- und Konsummuster moderner Industriestaaten.

Der Energiesektor ist jedoch mit erheblichen Problemen und Herausforderungen konfrontiert: Zunächst ist der Zugang zu und die Nutzung von Energierohstoffen global gesehen sehr ungleich verteilt. Rund ein Viertel der Menschheit – vorwiegend in den ärmsten Staaten – hat keinen Zugang zu elektrischer Energie. Gleichzeitig können die mit der Bereitstellung von Energiedienstleistungen verbundenen Gewinnungs-, Wandlungs-, Nutzungs- und Entsorgungsprozesse erhebliche und zum Teil sehr langfristig wirksame Gefährdungen der natürlichen Lebensgrundlagen, der menschlichen Gesundheit und der wirtschaftlichen Entwicklungsfähigkeit z. B. durch Schadstoffemissionen oder Klimaveränderungen bewirken. Des Weiteren ist die Erschöpfung volkswirtschaftlich wesentlicher Energieträger absehbar – v. a. bei Erdöl. Insbesondere in den Industriestaaten wird die zukünftig wohl zunehmende Abhängigkeit von Erdöl- und Erdgaslieferungen aus häufig politisch instabilen Regionen und die daraus resultierenden Versorgungs- und Preisrisiken als problematisch angesehen. Angesichts des fortschreitenden globalen Bevölkerungswachstums, der zunehmenden Ressourcenbedarfe zur Sicherung der wirtschaftlichen Entwicklungserfordernisse der ärmeren Staaten sowie des starken Anstiegs des Energieverbrauchs in Ländern wie China und Indien wird der globale Energieverbrauch weiter steigen und werden sich damit die genannten Probleme weiter verschärfen, wenn nicht gegengesteuert wird.

Diese Problematik ist seit einigen Jahren – nach langer Zeit der Verdrängung – wieder in das allgemeine politische und gesellschaftliche Bewusstsein gelangt. Eine Fülle von Aktivitäten zur zukünftigen Energiepolitik, zum Bedarf an Energieforschung, zu nachhaltigen oder konsistenten Energieszenarien und zu Strategien, die heterogenen Anforderungen an Klima- und Umweltverträglichkeit, Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit, Sozialverträglichkeit und Zugangsgerechtigkeit simultan zu befriedigen, kennzeichnet die letzten Jahre. Gemeinsam ist allen daraus erwachsenen strategischen Programmen die Forderung nach einer systemischen Betrachtungsweise, nach frühzeitiger Technikfolgenabschätzung und nach sorgfältiger Berücksichtigung der Schnittstellen zur Gesellschaft.

Vor diesem Hintergrund sollen in diesem Schwerpunkt Beiträge von Technikfolgenabschätzung (TA) und Energiesystemanalyse[1] zu einer nachhaltigen Energieversorgung in den Blick genommen werden. Die systemischen Verflechtungen innerhalb des Systems der Energiebereitstellung, -umwandlung, -transport, -speicherung und -nutzung, die Verbindungen zu gesellschaftlichen Bereichen wie Mobilität und die Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz sind ein erster Grund, Technologie- und Innovationsentwicklung im Energiebereich systemanalytisch und durch prospektive Verfahren der Technikbewertung zu unterstützen. Ein zweiter Grund sind die oben genannten heterogenen und teils divergierenden Ansprüche an eine nachhaltige Energieversorgung, die Beurteilungen und Optimierungen auf der Ebene des Energiesystems und nicht einzelner Technologien erfordern. Ein dritter Grund ist die langfristige Festlegung, die mit Entscheidungen im Energiebereich vielfach verbunden ist – ob nun durch Investitionen in Kraftwerke und in Infrastrukturen oder auch im Hinblick auf gesellschaftliche „Kulturen" im Umgang mit Energie.

Angesichts der thematischen und methodischen Fülle der Energiesystemanalyse kann in diesem Schwerpunkt kein Anspruch auf Vollständigkeit oder auch nur Repräsentativität erhoben werden. Das Ziel ist vielmehr, anlässlich des Jahres der Energie exemplarisch aufzuzeigen, mit welchen thematischen und methodischen Herausforderungen und auf welchen Betrachtungsebenen Technikfolgenabschätzung und Energiesystemanalyse Beiträge zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten können.

2 Energiebezogene TA und Energiesystemanalyse

Eine adäquate Versorgung mit nutzbarer Energie bildet eine wesentliche Basis für die Realisierung eines angemessenen Lebensstandards. Unter Berücksichtigung der heutigen und zukünftig zu erwartenden Randbedingungen (wie z. B. weltweit zunehmender Bevölkerung, stark zunehmenden Bedarfs an Energieressourcen insbes. in den beiden weltweit bevölkerungsstärksten Staaten China und Indien) kann das Problem der bedarfsgerechten Versorgung mit nutzbarer Energie nicht nur aus technischer und ökonomischer Sicht gelöst werden. Vielmehr müssen weitergehende, bspw. gesellschaftliche, Sichtweisen beachtet werden, um nachhaltige Energiesysteme generieren zu können.

Die Energiesystemanalyse zielt in ihrer Forschung auf die Entwicklung von Konzepten, Energiesysteme[2] nachhaltig zu gestalten sowie Instrumente und Wege zu identifizieren, nachhaltige Energiesysteme zu realisieren (s. Möst, Fichtner 2009; Kleemann 2002).

Diese übergreifenden Zielsetzungen bedeuten, dass sich die Energiesystemanalyse weniger auf die technische Funktionsfähigkeit von Energietechnologien fokussiert, auch wenn diese als konstituierende Elemente von Energiesystemen anzusehen sind. Die technische Funktionsfähigkeit wird i. Allg. als notwendige Nebenbedingung für die Analyse angenommen. Dies schließt aber nicht aus, dass auf Basis von Analyseergebnisse Änderungen im Design der Technik oder bei der Nutzung von bestimmten Inputs vorgeschlagen werden, um diese nachhaltiger zu gestalten.

Im Vordergrund der Analysen stehen die Wechselbeziehungen zwischen Energietechnologien und natürlicher Umwelt, Wirtschaft oder Gesellschaft. In der wissenschaftlichen Praxis erfolgen dazu selbstverständlich Fokussierungen und Konkretisierungen. Beispielsweise geht es nicht allgemein um die Interdependenz zwischen Technik und Ökologie, sondern um Teilthemen wie etwa Treibhausgase. Ebenso wenig werden allgemein die gesellschaftlichen Implikationen bestimmter Energiekonzepte untersucht, sondern Teilaspekte wie Mobilität oder Akzeptanz bestimmter Technologien ins Zentrum der Analysen gestellt.

Zur Erreichung der übergeordneten Ziele muss die Energiesystemanalyse in einem ersten Analyseschritt ein adäquates Verständnis der Funktionsweise des untersuchten Energiesystems im Spannungsfeld mit korrespondierenden Systemen wie bspw. der natürlichen Umwelt erreichen. Die Kenntnis der Funktionsweisen ist notwendig, um darauf aufbauend eine rationale Entscheidungsbasis für eine gezielte Beeinflussung der Beziehungen innerhalb des

Energiesystems als auch zu anderen Systemen einschließlich problemlösungsgerechter Instrumente sowie für eine nachhaltige Ausgestaltung der jeweiligen Energiesysteme zur Verfügung stellen zu können.[3] Entsprechend der zu untersuchenden Frage- und Problemstellung adressiert die Energiesystemanalyse unterschiedliche Entscheidungs- und Handlungsebenen: Dese reichen von Entscheidungsunterstützung auf der Ebene einzelner Energietechnologien (z. B. im Betrieb) bis hin zu Empfehlungen zur Förderung oder Nichtförderung bestimmter Technologien oder Technologiecluster auf gesamtwirtschaftlicher Ebene.

Konkretisiert man die Zielsetzung der Energiesystemanalyse, so geht es letztendlich darum, für unterschiedliche Entscheidungs- und Handlungsebenen Konzepte zu entwickeln, in Abhängigkeit von

a) „technischen Entwicklungen in der Energietechnik selbst, aber auch in den „enabling technologies“ wie Materialforschung, Nanotechnologie etc.,
b) gesellschaftlichen Faktoren wie demografischer Wandel, aufholende Entwicklung von Teilen der „Dritten Welt“, Forderung nach nachhaltiger Entwicklung (in Zusammenarbeit mit anderen Forschungsbereichen),
c) den natürlichen Randbedingungen wie Erschöpfung der fossilen Energieträger und Klimawandel und
d) den Innovationsbedingungen, d. h. den fördernden und hemmenden Faktoren für eine Umsetzung technischer Innovationen in den Märkten sowie politischen und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen.“ (Grunwald 2009)

Die Relevanz der einzelnen Randbedingungen variiert in Abhängigkeit von der gewählten Entscheidungs- und Handlungsebene und damit vom zu untersuchenden Energiesystem. Letzteres wiederum hängt in einem problemorientierten Verständnis von Energiesystemanalyse von der Aufgabenstellung und deren Kontexten ab. Welche Fragen sollen letztendlich beantwortet werden, für welche Akteure mit welcher Problemwahrnehmung und welchen Handlungsmöglichkeiten sind sie gedacht, in welchem technischen, ökonomischen oder politischen Kontext sollen die gewünschten Antworten der Energiesystemanalyse zur Problemlösung beitragen etc.[4]

Die Entscheidungs- und Handlungsebene und damit der Analyseraum werden somit i. Allg. durch von außen angetragenen Anforderungen bestimmt. Diese Anforderungen und damit die unterschiedlichen Ebenen lassen sich mit Hilfe von vier Strukturierungselementen charakterisieren:

- Definieren des technischen Systems
- Definieren von korrespondierenden Systemen
- Definieren des geographischen Raums
- Definieren des Zeithorizontes

Das *technische System* wird durch die Auswahl der energierelevanten Anlagen und Einrichtungen definiert und umschreibt damit das Energiesystem im engeren Sinne. Die (technischen) Systemgrenze wird durch den gewählten Lebensweg des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes bestimmt; dabei kann es sich um eine oder mehrere Energietechnologien handeln. Der in Betracht zu ziehende Lebensweg umfasst je nach Entscheidungs- und Handlungsebene die Gewinnung von primären Energieträgern, die Energieumwandlung, -speicherung, -transport und/oder -nutzung. Beispielsweise kann das relevante Energiesystem eine bestimmte Energietechnologie, z. B. Lithium-Ionen Batterie, in einer spezifischen Phase, z. B. Energienutzung, umfassen. In der Ökobilanzierung als eine Möglichkeit der Analyse der Wirkungen von technischen Systemen auf die natürliche Umwelt wird i. Allg. angestrebt, den kompletten Lebenszyklus einer Technologie zu analysieren („cradle to grave“; Baumann, Tillman 2004). Die gesamtwirtschaftlichen Energiesystemmodelle erfassen i. Allg. „alle“, zumindest eine Vielzahl von Energietechnologien idealerweise über den gesamten Lebenszyklus (Möst, Fichtner 2009).

Traditionell werden technische Systeme durch die Auswahl der relevanten Energietechnologien definiert. Die Verbesserung etablierter Technologien aber auch die Entwicklung neuer Energietechnologien führte zu einem erhöhten Einsatz von sog. strategischen Metallen im Anlagenbau, so dass dieser Aspekt bei der Bestimmung der Systemgrenzen an Bedeutung zunimmt.[5]

Das Strukturierungselement *korrespondierende Systeme* erfasst Systeme, die zum Energiesystem in einer (einseitigen oder interdependenten) Beziehung stehen; dies kann die natürliche Umwelt, die Ökonomie oder auch die Gesellschaft im Allgemeinen sein. Je nach Entscheidungs- und Handlungsebene wird die Wechselbeziehung zwischen dem Energiesystem und einem oder mehreren korrespondierenden Systemen untersucht. So kann Bioenergie nicht nur aus dem Blickwinkel der technischen Machbarkeit betrachtet werden. Der Beitrag von Thrän et al. (in diesem Heft) verdeutlicht die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Wechselbeziehungen von Bioenergie zur natürlichen Umwelt, zur Ökonomie und auch zur gesellschaftlichen Präferenz der Landnutzung, um ein nachhaltiges Energiesystem zu realisieren. Ebenso wird die CCS-Technologie als eine technische Möglichkeit, den Ausstoß an Kohlenstoffdioxid durch Kohlekraftwerke zu mindern, auch unter dem Aspekt der Akzeptanz durch die Gesellschaft und deren Wahrnehmung in der Politik analysiert (s. Fischer et al. in diesem Heft). Andere Beispiele für die Notwendigkeit die Relevanz von gesellschaftlichen Strukturen und Traditionen bei der Entwicklung von Energietechnologien oder auch Weiterentwicklung von gesamtwirtschaftlichen Energiesystemen zu nachhaltigen Strukturen zumindest zu prüfen, zeigen die Beiträge von Fleischer, Weil sowie Kopfmüller, Stelzer (beide in diesem Heft). Ziemann et al. (in diesem Heft) wiederum fokussieren auf die natürliche Umwelt als ein wesentliches korrespondierendes System.

Mit der Definition des zu untersuchenden Systems ist i. Allg. auch eine geographische Festlegung notwendig. Die konkrete Ausprägung des technischen Systems sowie der korrespondierenden Systeme wird durch den geographischen Raum geprägt, in dem diese agieren. Da einige Energietechnologien weltweit standardisiert sein mögen, so können sich die Wechselbeziehungen zwischen dem Energiesystem und den anderen Systemen in Abhängigkeit von dem jeweiligen Raum unterscheiden. So weisen ökonomische Systeme weltweit divergierende Funktionsweisen auf, wenn diese marktwirtschaftlich organisiert sind (Rheinkapitalismus vs. anglo-amerikanischer Kapitalismus); analoges gilt auch für die natürlichen Umwelt als auch für Gesellschaften.

Grundsätzlich gibt es keine Beschränkung bei der Auswahl der geographischen Grenze: So gibt es Untersuchungen die sich auf eine spezifische Region beschränken (s. Kopfmüller, Stelzer in diesem Heft). Andere Studien berücksichtigen den nationalen Rahmen (s. Fischer et al. oder auch Thrän et al. in diesem Heft) oder globale Kontexte (s. Ziemann et al. in diesem Heft.).

Das letzte Strukturierungselement „Zeithorizont“ bestimmt für die Entscheidung- und Handlungsebene den zeitlichen Analysehorizont. Dieser kann sich von stündlicher (s. Möst et al.), jährlicher (s. Ziemann et al.) oder mehrjähriger Betrachtung (s. Kopfmüller, Stelzer) erstrecken (alles Beiträge in diesem Heft). In bestimmten Problemkontexten wird häufig auf eine explizite Periodeneinteilung verzichtet. In der Ökobilanzierung als Beispiel für eine techniknahe Systemanalyse wird i. Allg. (implizit) die Fiktion des steady-states genutzt; d. h. es wird angenommen, dass sich die Wechselbeziehungen innerhalb des Energiesystems als auch zur natürlichen Umwelt im Zeitablauf nicht grundsätzlich ändern (Baumann, Tillman 2004).

Mit der durch die Charakterisierung einhergehende Verortung der Entscheidungs- und Handlungsebene erfolgt vielfach eine – wenn auch implizite – Auswahl der möglichen Methoden und Instrumente zur Lösung der anstehenden Aufgaben. In den Beiträgen des Schwerpunktheftes werden die Vielfalt der möglichen Methoden und Instrumente verdeutlicht (s. insbes. Fischer et al., Fleischer, Weil sowie Ziemann et al. alle in diesem Heft). eine erste Systematisierung erfolgt z. B. durch Möst, Fichtner 2009, wobei hier der Schwerpunkt auf die modellgestützten Analysen liegt. Die in diesem Schwerpunktheft ausgewählten Beiträge können allerdings nur punktuell die möglichen Variationen des oben charakterisierten Analyseraums abdecken.

3 Überblick über die Beiträge

Eingeführt wird das Schwerpunktheft durch zwei forschungspolitisch-programmatisch ausgerichtete Beiträge. *Eberhard Umbach*, Vizepräsident

der Helmholtz-Gemeinschaft und Präsident des Karlsruher Institut für Technologie, thematisiert in seinem Beitrag – ausgehend vom laufenden Wissenschaftsjahr der Energie – auf die Herausforderungen an Politik, Wissenschaft und auch Gesellschaft die sich aus der Umgestaltung des nationalen Energiesystems hin zu einer erneuerbaren Energieträgerbasis. *Ernst Ulrich von Weizsäcker* stellt die gängige Forderung in Frage, dass Energie möglichst preiswert verfügbar sein müsse. Daran schließen sich drei Beiträge an, die das Management von Energiesystemen in unterschiedlichen Kontexten (Gesellschaft, Umwelt und/oder Ökonomie) und Aggregationsebenen in den Fokus der Betrachtungen stellen.

In den nächsten Jahren wird ein Anstieg des Anteils der Elektrizitätsbereitstellung aus dezentralen Anlagen, im Wesentlichen auf Basis erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung erwartet. *Möst et al.* diskutieren die damit verbundenen Herausforderungen an das Management des Energiesystems und mögliche Anforderungen an die Energiesystemanalyse, auf diese Situation zu reagieren.

Während typischerweise die nachhaltige Ausgestaltung gesamtwirtschaftliche Energiesysteme diskutiert werden, erfolgt durch *Stelzer et al.* ein Perspektivwechsel. Die Autoren untersuchen die Frage nach einem nachhaltigen Energiesystem für eine Megacity. Megacities sind auf Grund ihrer hohen Konzentration von Bevölkerung und Wirtschaftskraft Zentren starker Energienachfrage.

„Carbon Capture and Storage“ (CCS) werden durch die Europäische Union eine wichtige Rolle in einem CO_2-armen Energiesystem zugewiesen. Demgegenüber zeichnet sich in Deutschland eine veränderte Einschätzung ab. *Fischer et al.* analysieren in ihren Beitrag die geänderte Einschätzung in der nationalen Politik im Kontext von Wahrnehmungen von CCS durch die Gesellschaft. Die weiteren drei Beiträge sind im Kontext der prospektiven Technikbewertung zu sehen.

E-Mobilität und damit elektrischen Energiespeichern wird häufig eine verheißungsvolle Zukunft versprochen. *Fleischer und Weil* zeigen in ihrem Beitrag auf, dass viele Fragen ihrer konkreten technischen Ausgestaltung, der Kontexte, in denen sie eingebettet sind, sowie der Potenziale und Folgen ihrer verbreiteten Anwendung noch unzureichend beantwortet sind.

Schlüsseltechnologien spielen eine entscheidende Rolle für die Zukunft der weltweiten Energieversorgung, doch ist ihr erfolgreicher Einsatz an die Verwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe, insbesondere der Metalle gebunden. Viele dieser Metalle könnten jedoch in Zukunft nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. *Ziemann et al.* zeigen in ihrem Beitrag die Potenziale eines Stoffstrommodells am Beispiel Lithiums zur Analyse der Verfügbarkeit von relevanten Metallen in der Energietechnologie auf.

Bioenergie ist der wichtigste erneuerbare Energieträger und soll künftig weiter ausgebaut werden. Dies kann nur nachhaltig erfolgen, wenn die mit der Bioenergie verbundenen Landnutzungsfragen umfassend berücksichtigt werden. Nachhaltigkeitsindikatoren stellen dafür einen Ausgangspunkt dar, müssen jedoch die Anforderungen vor Ort umfassend berücksichtigen. *Thrän et al.* diskutieren die Folgen für Forschung und Politik: Eine nachhaltige Landnutzung erfordert die Bereitstellung und Nutzung von räumlich aufgelösten Informationen, Analysen und Steuerungsinstrumenten – sowohl für die Landnutzung als auch für die Energieplanung.

4 Institutioneller Kontext

Zwei institutionelle Kontexte haben die Auswahl der Beiträge mit geprägt. Zum einen ist in diesem Jahr das Helmholtz-Programm „Technologie, Innovation und Gesellschaft“ angelaufen, das einen thematischen Schwerpunkt im Bereich der Energiesystemanalyse aufweist. Zum anderen besteht am Karlsruher Institut für Technologien (KIT) seit über zwei Jahren das KIT-Zentrum „Energie“, in dem – neben vielen technischen Entwicklungen – auch die Energiesystemanalyse einen wichtigen Platz einnimmt.

4.1 Das Helmholtz-Programm „Technologie, Innovation und Gesellschaft“

Aufgabe der Helmholtz-Gemeinschaft ist es, Lösungsbeiträge zu großen und drängenden

Fragen der Gesellschaft zu liefern. Naturwissenschaftlich-technische Exzellenz ist hierfür *notwendige* Erfolgsbedingung, in vielen Fällen aber keine *hinreichende* Bedingung. Denn darüber, ob und welche Technologien Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher Probleme leisten, entscheiden auch *nicht-technische* Aspekte wie politische und ökonomische Rahmenbedingungen, Akzeptanz in der Bevölkerung oder ethische Fragen. Dem ganzheitlichen Ansatz der Helmholtz-Gemeinschaft entspricht es, auch diese nicht-technischen Aspekte systematisch und umfassend zu erforschen. Im Programm „Technologien, Innovation und Gesellschaft" werden entsprechende Forschungsarbeiten aus Innovations- und Risikoforschung, Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse sowie Nachhaltigkeitsforschung durchgeführt und schwerpunktmäßig auf Themen aus den Bereichen „Schlüsseltechnologien" und „Energie" fokussiert. Ziel des Programms ist, zu verantwortlichen und zielgerichteten Innovationsprozessen beizutragen, und dabei insbesondere mit systemanalytischen Mitteln Wege zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu entwickeln. Die Forschung ist auf folgende Fragestellungen ausgerichtet:

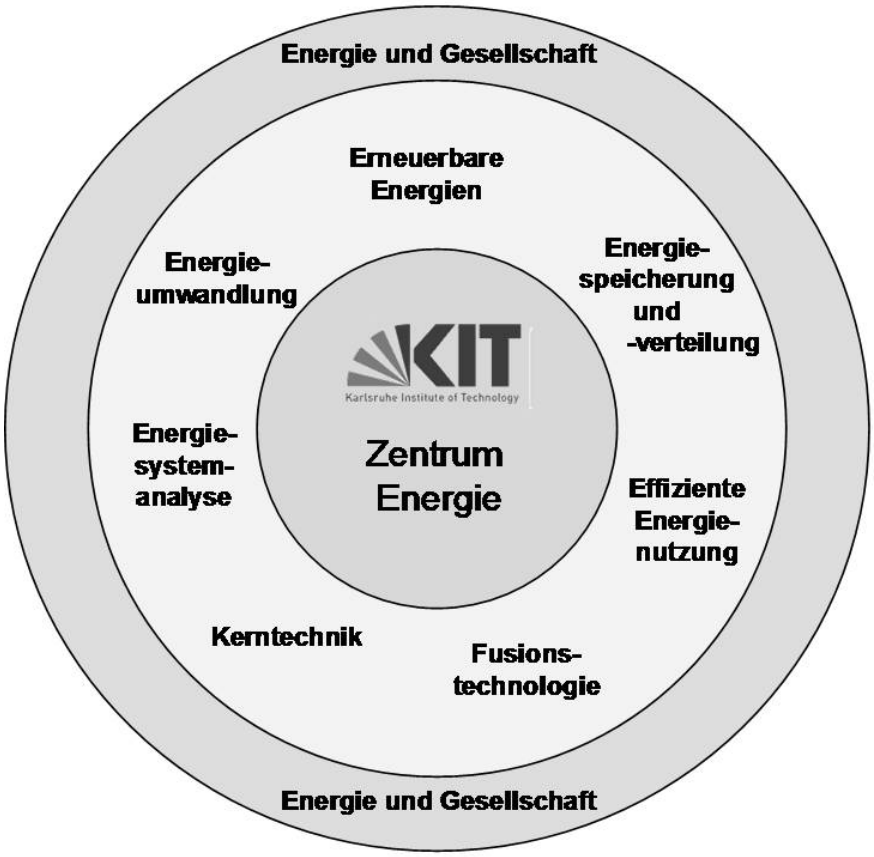
1. *Gesellschaftliche Erwartungen an Wissenschaft und Technik*: Hier befasst sich das Programm mit der Rolle wissenschaftlichen Wissens und seiner Unsicherheiten in gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen, mit der Operationalisierung des Leitbilds „nachhaltiger Entwicklung" sowie mit dem Verhältnis von Wissenschaft und Medien.
2. *Schlüsseltechnologien und Innovationsprozesse*: Zu aktuellen Entwicklungen aus Nanotechnologie, Informations- und Kommunikationstechnik sowie den Neurowissenschaften werden Untersuchungen zu Innovationspotenzialen, Innovationspfaden und zu möglichen Risiken durchgeführt.
3. *Transformation von Energiesystemen*: Die Umsteuerung auf ein nachhaltigeres Energiesystem ist ein hoch komplexer Vorgang. Auf der Basis von Energiesystemmodellen und mittels MCDA-Techniken[6] werden Maßnahmen und Strategien einschließlich der Einführung innovativer Techniken untersucht und unter Nachhaltigkeitsaspekten bewertet.
4. *Erneuerbare Energieträger*: In diesem Thema befasst sich das Programm mit dem gesamten Spektrum erneuerbarer Energieträger, angefangen mit der Ressourcensituation und den entsprechenden Potenzialen, mit den erforderlichen Konversionstechnologien sowie mit der Integration in das Energiebereitstellungssystem.
5. *Rationelle Energieumwandlung und -nutzung*: Energieeffizienz in der gesamten Kette der Energieprozesse von der Gewinnung von Primärenergieträgern über Umwandlung, Speicherung, Verteilung und Nutzung ist entscheidend für mehr Nachhaltigkeit. In diesem Thema werden ausgewählte Fragen aus Kraftwerkstechnik und der Nutzung untersucht.

4.2 Energiesystemanalyse im KIT-Zentrum Energie

Das KIT-Zentrum Energie (http://www.forschung.kit.edu/147.php) stellt sich den aktuellen Herausforderungen im Energiebereich durch Forschung und darauf aufbauende Beratung in der gesamten Bandbreite der relevanten Energiearten für industrielle, mobile und individuelle Anwendungen. Der Forschung kommt die Aufgabe zu, konsequent und vorurteilsfrei an allen Potenzialen zur Energiebereitstellung und -nutzung zu arbeiten und der Gesellschaft entsprechende Lösungen anzubieten. Das KIT-Zentrum Energie nutzt dabei alle verfügbaren wissenschaftlichen Kompetenzen, sowohl im technisch-naturwissenschaftlichen Feld wie auch in den Wirtschafts-, Geistes- und Sozialwissenschaften sowie der Rechtswissenschaft. Zahlreiche technische Kompetenzen, die für die Energieforschung genutzt werden, finden sich in anwendungsbezogenen Disziplinen wie dem Maschinenbau, der Kraftwerkstechnik, der Kraftstoffentwicklung, der Materialforschung, der Produktionstechnik, dem Bauingenieurwesen und der Architektur, in den IuK-Technologien aber auch in der physikalischen und chemischen Grundlagenforschung.

Diese teils von den Zielsetzungen, den betrachteten Feldern und den benötigten Kompe-

Abb. 1: Topics des KIT-Zentrums Energie



Quelle: Grunwald 2009

tenzen teils sehr unterschiedlichen Forschungsrichtungen wurden nach Forschungsthemen (*Topics*) eingeteilt (vgl. Abb. 1).

Im KIT-Zentrum Energie werden über die Forschung zu spezifischen Technologien und einzelnen Technologiefeldern hinaus auch Fragestellungen auf der Ebene von Gesamtsystemen bearbeitet. Die Fragestellungen im Topic Energiesystemanalyse umfassen übergreifende Systemaspekte aller Stufen der Energiekaskade, d. h. beispielsweise

- Betrachtung des Energiesystems als Ganzes und seiner Wechselwirkungen mit anderen Bereichen (z. B. Verkehr, Bauwirtschaft, Industrie/Rohstoffwirtschaft),
- Entwicklung von Modellen zur Abbildung von Energiesystemen und deren Koppelung an mesoskalige Modelle wie auch an makroökonomische Modelle,
- Untersuchung der Wechselwirkungen des Energiesystems mit technologischen und gesellschaftlichen „Megatrends“,
- Ausweitung der Bewertungsmethoden, um z. B. zusätzliche Sektoren wie Verkehr und Industrie in Hinblick auf die CO_2-Minderungsziele, auf die Minderung anderer Treibhausgase und die Schadstoffreduzierung einbeziehen zu können,
- Analyse und Bewertung intelligenter Konzepte zum Nachfragemanagement und ihrer Auswirkungen auf Systemstabilität, Versorgungssicherheit und Preise für Energieträger,
- Systemuntersuchungen und Nachhaltigkeitsbewertungen von einzelnen Technologien durch Life Cycle Assessment und Prozesskettenanalysen,
- Untersuchungen zu Ressourceneffizienz und Materialverfügbarkeit und

- Entwicklung konsistenter „Energiezukünfte“ unter Gesamtsystemaspekten.

5 Schlussbemerkung

Die Lösung der großen Herausforderungen im Energiebereich bedarf notwendigerweise vieler technischer Entwicklungsarbeiten, um neue Technologien effizient und wirtschaftlich verfügbar zu machen. Die Beiträge dieser Entwicklungen zu einer nachhaltigen Energieversorgung, mögliche Wechselwirkungen von Synergien bis zu Konkurrenzen, aber auch mögliche nicht intendierte Effekte, lassen sich jedoch nur auf übergeordneten Systemebenen analysieren und bewerten. Energiesystemanalyse und energiebezogene Technikfolgenabschätzung sind in diesem Kontext verstärkt gefragt, sowohl was die Breite ihrer Anwendungen als auch die methodische Weiterentwicklung betrifft. In diesem Heft geben wir einen Überblick anhand nach verschiedenen Kriterien ausgewählter Beispiele – nicht mehr, aber auch nicht weniger.

Anmerkungen

1) Im Folgenden wird nicht zwischen (energiebezogener) Technikfolgenabschätzung und Energiesystemanalyse unterschieden. Wenn im Folgenden von Energiesystemanalyse gesprochen wird, so ist immer auch die energiebezogene Technikfolgenabschätzung gemeint. Die Grenzen zwischen beiden Wissenschaftsdisziplinen sind im vorliegenden Kontext nicht eindeutig bestimmbar, wie auch dies durch die Beiträge in diesem Schwerpunktheft ersichtlich wird (s. Fleischer, Weil in diesem Heft).
2) Der Begriff des Energiesystems wird sehr unterschiedlich verstanden und in der Literatur genutzt. Wir verstehen unter Energiesystem ganz allgemein ein System, das die technischen Anlagen und Einrichtungen zur Gewinnung von primären Energieträgern, zur Energieumwandlung, -speicherung, -transport und/oder -nutzung umfasst (vgl. Kleemann 2002; Möst et al. in diesem Heft).
3) Siehe dazu auch Kleemann 2002.
4) Vgl. Decker, Ladikas 2004 für Technikfolgenabschätzung generell.
5) Siehe auch die Beiträge von Ziemann et al. und Fleischer, Weil in diesem Heft.
6) MCDA steht für „Multi-Criteria Decision Analysis“.

Literatur

Baumann H.; Tillman A.M., 2004: The Hitch Hikers‘s Guide to LCA. An Orientation in Life Cycle Assessment Methodology and Application. Lund

Decker, M.; Ladikas, M. (Hg.), 2004**:** Bridges Between Science, Society and Policy. Technology Assessment – Methods and Impacts. Berlin

Grunwald, A., 2009: Energiesystemanalyse im KIT-Zentrum Energie. In: In: Möst, D.; Fichtner, W.; Grunwald, A. (Hg.): Energiesystemanalyse. Karlsruhe

Kleemann, M., 2002: Modellgestützte Energiesystemanalyse zur Unterstützung umwelt- und energiepolitischer Entscheidungen. In: Rebhahn, E. (Hg.): Energiehandbuch – Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Berlin

Möst, D.; Fichtner, W., 2009: Einführung zur Energiesystemanalyse. In: Möst, D.; Fichtner, W.; Grunwald, A. (Hg.): Energiesystemanalyse. Karlsruhe

Kontakt

Dr. Witold-Roger Poganietz
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Campus Nord
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 81 80
E-Mail: witold-roger.poganietz@kit.edu

« »

Das Jahrhundert der Energie

von Eberhard Umbach, KIT

Wenn wir die Energie- und Klimaprobleme der Zukunft in den Griff bekommen wollen, müssen wir unser Energiesystem schnell und weitestgehend umbauen. Die Politik hat höchst ehrgeizige Ziele verordnet. Sind diese richtig und erreichbar, oder schätzen wir die Notwendigkeiten und Möglichkeiten falsch ein? In jedem Fall werden wir enorme Anstrengungen in Forschung und Entwicklung stecken müssen, wobei die sozioökonomische Begleitforschung und speziell die Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung eine zunehmende Bedeutung gewinnen werden. Sicher ist auch, dass das Wissenschaftsjahr der Energie nur ein Auftakt sein konnte, ein Tor zum Eintritt in das Jahrhundert der Energie, denn solange werden wir uns diesem Thema mit größter Kraft widmen müssen.

1 Das Jahr der Energie

Das Jahr 2010, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung zum Wissenschaftsjahr der Energie ausgerufen, hat erfreulich viel Bewegung in die deutsche Energie- und Forschungspolitik gebracht. Das lag natürlich weniger an dieser Proklamation, sondern v. a. daran, dass sich die Erkenntnis durchzusetzen beginnt, dass für die Energieversorgung der Zukunft wesentlich mehr getan werden muss. Das Jahr der Energie mit seinen zahlreichen Veranstaltungen[1] hat dennoch viel bewirkt: Es hat das Augenmerk der interessierten Öffentlichkeit stärker auf diesen brennend wichtigen Themenbereich gelenkt. Vor allem hat es zu einem breit angelegten öffentlichen Diskurs und Informationsaustausch geführt und viele junge Menschen erreicht. Das ist sehr wichtig, denn die nächste Generation war der Hauptadressat, weil ihn das Thema Energie in Zukunft noch viel mehr beschäftigen wird. Das Jahr der Energie ist also ein voller Erfolg. Wir können uns demzufolge zufrieden zurücklehnen, das Jahr ausklingen lassen und zum nächsten Themenjahr, dem Jahr der Gesundheit, übergehen. Mitnichten!

Das Jahr der Energie mag zwar offiziell zu Ende gehen, das Jahrhundert der Energie hat aber gerade erst begonnen! Denn wir werden uns dem Thema Energie in den nächsten Jahrzehnten noch viel intensiver widmen und es andauernd ins Zentrum unserer Aufmerksamkeit und unserer Aktivitäten rücken müssen. Falls wir das versäumen, werden wir die großen *nationalen und globalen Herausforderungen* nicht meistern können, die sich in den letzten Jahren ins öffentliche Bewusstsein gedrängt haben:

- Der Klimawandel hat gerade erst begonnen, sein Ausmaß und seine Auswirkungen werden wir erst im Laufe der nächsten Jahrzehnte vermehrt zu spüren bekommen. Das wird uns und alle anderen Nationen zunehmend zum Handeln zwingen.
- Die Ressourcenknappheit, z. B. die zurückgehenden Erdgas- und Ölreserven und verknappte Rohstoffe (z. B. Seltene Erden), wird bereits in wenigen Jahrzehnten zu gravierenden Versorgungslücken und entsprechenden Preissteigerungen führen.
- Die Umweltprobleme lassen sich nicht nur an der unseligen Diskussion über die Endlagerung des radioaktiven Abfalls festmachen. Auch die Überlegungen, dass wir zum Beispiel 300 neue Speicherseen und 3.500 km neue Hochspannungsleitungen allein in Deutschland brauchen, lassen die bevorstehenden gesellschaftlichen Auseinandersetzungen erahnen - Stuttgart 21 lässt grüßen!
- Und schließlich zeigt die beginnende Diskussion über die stark steigenden Strompreise in Deutschland, dass man nun auch hier Schmerzgrenzen erreicht hat. Dabei werden die knapper werdenden Ressourcen, die bevorstehenden gigantischen Investitionen in neue Kraftwerke, Leitungs- und Speichersysteme und die derzeit überexponentiell ansteigenden Subventionen zur Markteinführung Erneuerbarer Energien die Preise beschleunigt nach oben schießen lassen.

Diesen Problemen müssen wir uns stellen – im eigenen nationalen Interesse als Industrienation und in der internationalen Verantwortung als Technologie- und Erfindernation mit hohem Verantwortungsbewusstsein. Die Lösung dieser Probleme wird uns sicher 50, wahrscheinlich eher 100 Jahre mit zunehmender Dringlichkeit

beschäftigen. Deshalb sollten wir ab sofort das *Jahrhundert der Energie* ausrufen und unsere Prioritäten darauf ausrichten!

2 Das Energiekonzept der Bundesregierung

Die *Politik* scheint das Ausmaß der Probleme erkannt zu haben, denn sie reagiert mit Maßnahmen und konkreten Zielvorgaben, die an Ehrgeiz kaum zu überbieten sind, obschon nicht einmal sicher ist, dass sie ausreichen. Wenn man die im jüngst verabschiedeten Energiekonzept anvisierten Ziele der Bundesregierung im Einzelnen analysiert – die Opposition hat andere, aber nicht minder ehrgeizige Ziele –, wird man feststellen, dass sie eigentlich unerreichbar sind, zumindest wenn man die üblichen Geschwindigkeiten und Kosten von Veränderungsprozessen zu Grunde legt. Selten sind politische Zielvorstellungen über einen so langen Zeitraum (40 Jahre!) und in derart vielen Einzelheiten so konkret quantitativ festgelegt worden. Ob das in diesem Maße sinnvoll ist, darüber lässt sich streiten. Sinnvoll ist auf jeden Fall, dass wir uns sehr ambitionierte Klimaschutz- und Energiesparziele vornehmen und dass wir den notwendigen Umbau unseres Energiesystems sehr zügig in Angriff nehmen. Notwendig ist außerdem, dass wir uns sofort und in zunehmendem Maße darüber Gedanken machen, was wir für die Umsetzung noch alles zu leisten haben, denn die Zeit drängt.

Was hat sich die Regierung vorgenommen? Zum Beispiel eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 % (bezogen auf das Jahr 1990). Im Jahr 2050 dürfen wir uns also nur noch 20 % der Emissionen des Jahres 1990 leisten. Ist das zu schaffen? Etwa 15 % CO_2-Reduktion haben wir in den ersten 18 Jahren bereits erreicht, v. a. weil die Industrie im Osten Deutschlands in den ersten Jahren nach der Wende zum großen Teil abgeschaltet wurde (= 8 % Reduktion). Seit 1994 nehmen die Emissionen nur um etwa 0,5 % pro Jahr ab. Hochgerechnet auf das Jahr 2050 hieße das noch 64 % Treibhausgase (statt 20 %) relativ zum Jahr 1990. Das Ziel würde also weit verfehlt. Das Tempo der Reduktionen muss also immens gesteigert werden, wenn wir das 20-Prozent-Ziel erreichen wollen.

Ein anderes Ziel der Bundesregierung ist die Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 50 % bis 2050 bezogen auf den Verbrauch von heute. Eine leichte Reduktion im Bereich weniger Zehntel Prozent ist in den letzten Jahren in der Tat zu spüren, jedoch müsste diese Rate mindestens verdreifacht werden, um das ehrgeizige Sparziel zu erreichen. Der Stromverbrauch nimmt in den letzten Jahren hingegen zu (um etwa 2 % pro Jahr). Laut Energiekonzept der Bundesregierung sollte der Stromverbrauch jedoch um 0,7 % pro Jahr abnehmen, damit wir das Sparziel von 75 % bezogen auf heute im Jahr 2050 erreichen. Der Trend im Stromverbrauch muss also dringend umgekehrt werden.

Und schließlich sollen der etwa 10%ige Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch von heute im Jahr 2050 auf 60 % steigen und ihr Anteil an der Stromerzeugung von 16 % auf 80 % im selben Zeitraum. Das bedeutet nichts weniger als eine vollständige Umstellung unseres Energieversorgungssystems von im Wesentlichen fossilen Primärenergieträgern (heute 75 %) auf überwiegend zeitlich fluktuierende, von Sonne und Wind abhängige Energiequellen. Abgesehen von den enormen Herausforderungen, die eine solche Umstellung mit sich bringt, stellen sich eine Reihe von Fragen, die bisher keineswegs beantwortet sind:

- Schaffen wir es, in relativ kurzer Zeit die erforderlichen Stromnetze aufzubauen, um Strom von den Küsten oder von Nordafrika z. B. nach Süddeutschland zu transportieren?
- Können wir Energiespeichersysteme entwickeln, die die nötigen Kapazitäten aufweisen und noch dazu energieeffizient, umweltfreundlich, ressourcenschonend und für die Bevölkerung akzeptabel sind?
- Ist das Ganze für die Verbraucher auch noch bezahlbar, oder schwächen wir unsere Industriebetriebe durch hohe Energiekosten derart, dass sie auswandern oder die Segel streichen müssen?
- Das schließt z. B. die konkrete Frage ein, wie viele Arbeitsplätze bei einem bestimmten Strompreis in Deutschland vernichtet werden im Vergleich zu jenen, die durch den Ausbau Erneuerbarer Energien neu entstehen, wenn der Strompreis z. B. durch Subventionen zur

Einführung erneuerbarer Energien noch deutlich weiter steigt.

- Sind die Energieszenarien auch dann noch realistisch, wenn man den Energieaufwand zum Auf- bzw. Umbau des *gesamten* Energiesystems einberechnet, wenn man also die energetische Amortisation des Gesamtsystems berücksichtigt? Es genügt für solche Szenarien nämlich nicht, beispielsweise nur die Energieamortisationszeit der Photovoltaik-Zellen einzusetzen, sondern man muss natürlich auch die entsprechenden Amortisationszeiten der Energiespeicher und aller anderen systemischen, zum Einsatz der Photovoltaik erforderlichen Komponenten dazu addieren, um einen echten Vergleich zu haben. Ob bei dem geplanten rapiden Ausbau der Erneuerbaren Energien mit einem entsprechend hohem Energieaufwand dann allerdings die geplanten Reduktionen in den nächsten Jahrzehnten noch zu realisieren sind, darf zumindest bezweifelt werden.

Keine dieser Fragen ist derzeit zufriedenstellend zu beantworten – v. a. dann nicht, wenn man sie im Kontext mit den komplexen systemischen Zusammenhängen sieht. Die Sache wird noch wesentlich diffiziler, wenn die enormen Einsparziele in die Betrachtung einbezogen werden, denn diese resultieren ebenfalls in enorm ehrgeizigen Veränderungen. Diese beginnen mit weitgreifenden Veränderungen im Verbraucher- und Konsumverhalten, die wir uns vielleicht im Einzelnen, sicher aber noch nicht in ihrer Gesamtheit vorstellen können. Die Veränderungen betreffen auch die beabsichtigten Einsparmaßnahmen bei der Wärme- und Kälteversorgung, die beispielweise im Gebäudebereich bisher bei weitem (noch) nicht verfügbare Bau- und Kapitalkapazitäten erfordern. Auch die Industrie wird sehr wesentliche Einsparbeiträge liefern müssen, wobei ihr das nicht nur wegen der erforderlichen hohen Investitionskosten und der damit verbundenen Schwächung im Wettbewerb schwer fallen, sondern auch technisch zunehmende Probleme bereiten wird, denn die „einfachen“ Einsparmöglichkeiten sind bereits umgesetzt. Weiterhin wird es enorme Veränderungen im Individualverkehr geben (Stichwort Elektromobilität) einschließlich der Veränderungen in den entsprechenden Industriezweigen und im Versorgungssystem (Strom oder Wasserstoff statt Benzin und Diesel). Und schließlich werden wir an den Umbau unserer Lebensräume v. a. in den Ballungszentren gehen müssen, denn das Einsparpotenzial durch wesentlich effizientere Verkehrssysteme, Effizienzoptimierte Versorgungssysteme und veränderte Lebensgewohnheiten ist immens.

Neben diesen eher lokal ausgerichteten Zielen und Fragen stellen sich noch ganz andere, weitreichendere Fragen, die im Kontext beantwortet werden müssen: Können wir uns in Deutschland einen Alleingang leisten, oder müssen wir nicht vielmehr die europäischen Partner davon überzeugen, einen ähnlichen Weg zu gehen? Und, wenn wir letzteres bejahen, können wir uns auf einen gemeinsamen (besten) europäischen Weg einigen? Und schließlich stellt sich v. a. bezüglich des Klimawandels und der Ressourcen- bzw. Umweltproblematik die Frage, ob ein gemeinsamer europäischer Weg ausreicht oder ob nicht vielmehr die größten Energieverbraucher und Umwelt-/Klimasünder USA, China, Indien, usw. schnellstens ins Einsparboot geholt werden müssen, weil sonst unsere enormen deutschen Anstrengungen ins Leere laufen?

3 Die vier Gruppen von Akteuren

An wen richten sich diese Fragen vor allem? Welche Beiträge sind von ausschlaggebender Bedeutung? Wer muss sich v. a. engagieren, wenn der Umbau gelingen soll und wenn die Ziele auch nur annähernd erreicht werden sollen? Vier Gruppen von Akteuren lassen sich ausmachen, die alle von zentraler Bedeutung sind:

1. Allen voran ist die *Forschung* gefordert, denn ohne entsprechende technologische Neu- und Weiterentwicklungen werden alle Ziele mit schlafwandlerischer Sicherheit verfehlt. Hierbei handelt es sich nicht nur um ein paar Verbesserungen hier und dort, sondern wir müssen einige Probleme grundsätzlicher Natur durch vollständig neue Ansätze lösen. Das heißt im Klartext, dass wir eine Menge neuer Konzepte, neuer Ideen, neuer Materialien und neuer technologischer Lösungen benötigen, dass also die Grundlagenforschung in wesentlich größerem Stil als bisher herange-

zogen und ausgebaut werden muss. Hier sind die Universitäten und die außeruniversitäre Forschung gefordert, wobei der Forschung in mit öffentlichen Mitteln geförderten Großforschungseinrichtungen wegen der vorhandenen technischen und personellen Infrastruktur eine besondere Bedeutung zukommt. Die bisherigen Konzepte der Bundesregierung unterschätzen massiv die Bedeutung der Grundlagenforschung zur Erreichung ihrer Fernziele. Hier muss dringend nachgebessert werden.

Als Beispiele für dringenden Forschungsbedarf sind zu nennen:

- stationäre und mobile Energiespeicher;
- CO_2-Einfang und -Speicherung (die Verbrennung fossiler Energieträger wird in außereuropäischen Ländern in den nächsten Jahrzehnten eher zu- als abnehmen);
- Entwicklung der Biomassenutzung aus Reststoffen (z. B. Holz, Stroh, Algen) durch völlig neue Konzepte; Entwicklung der tiefen Geothermie als Wärme- und Stromquelle;
- Steigerung der Effizienz bei jeglichen Energieumwandlungs- und Energienutzungsprozessen, die ein manchmal ungeahntes Einsparpotenzial besitzen;
- Entwicklung der Kernfusion als weitgehend CO_2-neutrale, möglicherweise entscheidende Stromerzeugungsalternative der Zukunft.

Die Liste ließe sich fortsetzen. Wenn man über den deutschen Tellerrand hinausschaut, kann man auch noch den möglichen Um- und Ausbau der Stromversorgung aus Kernspaltung hinzuzählen, der derzeit zwar nicht in Deutschland, aber in vielen anderen Ländern als echte ökologische und ökonomische Alternative angesehen wird („Generation IV“).

2. Die Industrie und die Energieversorgungsunternehmen müssen ganz entscheidende Beiträge leisten. Dies geht aus vielen, weiter oben gemachten Bemerkungen direkt oder indirekt hervor. Davon betroffen sind unzählige Einsparmaßnahmen ebenso wie grundsätzlich neue Entwicklungen, die mit sehr viel mehr Kraft und Enthusiasmus vorangetrieben werden müssen. Dabei gilt es selbstverständlich, die Kosten im Griff zu behalten, die immensen Investitionssummen für Neuentwicklungen und für den Umbau der Produkte und Produktionslinien aufzutreiben und bei allem die Wettbewerbsfähigkeit auf den internationalen Märkten aufrecht zu erhalten.
3. Bei allen genannten Punkten und Fragen kommt der *Politik* eine zentrale Bedeutung zu. Energiepolitik ist Forschungs-, Wirtschafts- und Finanzpolitik ebenso wie Verkehrs-, Außen- und Handelspolitik. Die Politik setzt die Rahmenbedingungen, die zum Erfolg führen können, hat aber auch die große „Chance“, durch Fehler alles zu verderben. Dies kann etwa durch eine unzureichende Forschungspolitik, durch eine unsensible Steuerpolitik, durch falsche Subventionspolitik (z. B. zu frühe oder zu späte Unterstützung von Markteinführungen) oder durch mangelnde europäische Rahmenbedingungen geschehen. Hochproblematisch ist auch eine fehlgeleitete politische Diskussion, die unter Ausklammerung wichtiger Fakten und Einschätzungen durch ideologisch und parteipolitisch geprägte Argumentationen falsche Erwartungen weckt, die unzureichende (weil unvollständige) Aufklärung betreibt und gar zu falschen Weichenstellungen mit unabsehbaren Folgen führt.
4. Der vierten Gruppe ist in der Vergangenheit zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Es ist die noch relativ kleine Gruppe derjenigen, die sich mit der *sozioökonomischen Begleitforschung* beschäftigen sowie *Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung* betreiben. Ihre Bedeutung ist deshalb so ungeheuer groß, weil die Energie- und Klimathemen sehr komplex sind, weil die bisher unterschätzte Betrachtung und Optimierung des Gesamtenergiesystems wesentlich wichtiger ist als die Arbeit an den Einzelkomponenten und weil komplexe Systeme einer eingehenderen Analyse bedürfen, als dies von den Fachleuten zu einzelnen Technologieaspekten geleistet werden kann. Ganz entscheidend ist allerdings, wie sich letztlich die Menschen verhalten. Sie sind es, die als Verbraucher, als Konsumenten und als Teil einer von Technologie und Sachzwängen geprägten Lebenswelt, als wirtschaftliche oder politische Mitspieler und als Teil von Märkten und politischen Gemeinschaften entscheiden-

de Weichen stellen und Impulse geben. Wenn wir nicht wesentlich mehr wissenschaftlich fundierte „Aufklärung“ bekommen und wenn unsere Blicke in die verschiedenen Zukünfte nicht wesentlich besser geschärft werden, werden wir Weichen falsch stellen und uns zu frühzeitig auf Irrwege festlegen. Allerdings müssen wir uns immer kritisch damit auseinander setzen, was uns die Visionäre dieser Gruppe an Zukunftsszenarien vorsetzen, denn diese sind nicht nur besonders schwierig zu ermitteln, sondern sind auch besonders anfällig für Interessen-geprägte Annahmen und ideologische Randbedingungen.

4 Aus der Geschichte lernen!

Zum Schluss ist noch eine ganz wichtige Bemerkung zu machen. Wir Menschen neigen seit der Entwicklung zum Homo Sapiens zur Hybris. Wir überschätzen regelmäßig unsere Fähigkeiten, v. a. wenn es um Fragen des Weitblicks und der Folgenabschätzung geht. Das führt in aller Regelmäßigkeit dazu, dass wir uns einbilden, wir wüssten genau, welches das richtige Ziel und welches der richtige Weg dorthin ist. Ein Blick in die Geschichte lehrt uns, dass der Weg in die Gegenwart von solchen Fehleinschätzungen geradezu gepflastert war. Im Bereich der Energie müssen wir uns nur an die Euphorie zu Beginn der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts erinnern, die zum Beispiel die Kernenergie als künftige Hauptstromquelle für Deutschland sah oder das Erdöl (Slogan „Öl für uns alle“) und später das Erdgas zum wichtigsten Energieträger der Zukunft ausrief. Im Bereich von Umwelt und Klima sollten uns die Beispiele Aralsee und die „Kornkammer“ des amerikanischen Mittelwestens zu denken geben, die einst euphorisch als menschliche Meisterleistungen gefeiert wurden, heute als Paradebeispiele für katastrophale Fehleinschätzungen zu gelten haben.

Was lernen wir daraus für unsere Energie- und Klimadebatte? Wir sollten v. a. daraus lernen, dass unsere heutigen Ideen und Vorstellungen grottenfalsch sein können. Das betrifft die politischen Vorstellungen und Weichenstellungen genauso wie die Szenarien, die die Wissenschaft ermittelt und der Gesellschaft als Alternativen anpreist. Das Problem wird besonders virulent, wenn ideologisch oder wirtschaftlich geprägte Wunschvorstellungen den Blick für Realitäten oder Alternativen verstellen, oder wenn mit Angst- oder Versprechungsszenarien Politik gemacht wird und Entscheidungen präjudiziert werden. Wir sollten uns eingestehen, dass wir nicht wissen können, wie die wissenschaftlichen, wirtschaftlichen, ökologischen und klimatischen Randbedingungen in 20, 50 oder gar 100 Jahren aussehen. Und deshalb sollten wir den Blick für Alternativen nicht verlieren, diese parallel verfolgen und frühzeitige Festlegungen vermeiden. Wir müssen versuchen, aus der Geschichte zu lernen und klüger zu handeln als unsere Vorgänger, indem wir uns endlich eingestehen, dass wir die Zukunft nicht kennen und uns deshalb alle Wege offen halten. Das betrifft die Energiepolitik und die Energieforschungspolitik und natürlich in besonderem Maße auch die Systemanalyse und sozioökonomische Begleitforschung. Und das betrifft die deutsche Rolle im globalen Kontext.

Schade, dass wir das Ergebnis unsere Bemühungen, der Erfolge und Irrungen, nicht mehr erleben werden, wenn das Jahrhundert der Energie abgelaufen ist.

Anmerkung

1) Siehe dazu die Website des Wissenschaftsjahres 2010, das unter dem Titel „Die Zukunft der Energie“ steht: http://www.zukunft-der-energie.de.

Kontakt

Prof. Dr. Eberhard Umbach
Präsident
Karlsruher Institut für Technologie
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 20 00
E-Mail: eberhard.umbach@kit.edu

« »

Energieangebotspolitik war gestern

von Ernst Ulrich von Weizsäcker, Emmendingen

1 Bislang: Energieangebotspolitik

Seit Jahrtausenden war das Auffinden und Nutzen von Energie eine der wichtigsten Voraussetzungen für menschliches Überleben und später für das wirtschaftliche Wachstum. Soweit es so etwas wie Energiepolitik gab, war diese seit alters her Energieangebotspolitik. Man „erschloss“ neue Quellen durch Abholzen, durch Wind- und Wassermühlen, später durch Kohleabbau, Öl- und Gaspumpen, Nutzung der Atomkernspaltung und den Ausbau der erneuerbaren Energiequellen. Die Zunahme des wirtschaftlich messbaren Wohlstands war und blieb eng verknüpft mit dem Energieverbrauch.

In ebenso selbstverständlicher wie naiver Verlängerung dieser Politik dreht sich die heutige Energiediskussion in der Hauptsache um die Bereitstellung von immer mehr Energie. Man diagnostiziert immer neue „Lücken“ in der Bedarfsdeckung. Der politische Streit geht fast ausschließlich um die Frage, welche Energieangebote ökologisch und ökonomisch am günstigsten sind. Im Rahmen dieses Streits schälen sich aus der heutigen Energiediskussion in Deutschland die folgenden vier Strategien heraus:

1. neue Kohlekraftwerke bauen und das dabei entstehende CO_2 um des Klimaschutzes willen zu großen Teilen abfangen und unter der Erde vergraben („Carbon Capture and Storage“, CCS (s. Beitrag Fischer et al. in diesem Schwerpunkt);
2. die Laufzeiten der Atomkraftwerke deutlich verlängern, oft in der nicht ausgesprochenen Hoffnung, später auch neue zu bauen;
3. viel Energie importieren;
4. ein äußert forcierter Ausbau der erneuerbaren Energien.

Jede dieser Strategien ist mit erheblichen Problemen verbunden, die eine intensive Beschäftigung rechtfertigen. Dies ist hier aber nicht meine Absicht.

2 Das Energiekonzept der Bundesregierung vom September 2010

Das Ende September 2010 von der Bundesregierung beschlossene Energiekonzept kombiniert die erste, zweite und vierte Strategie und versucht (vernünftigerweise), den Energieimport zu reduzieren. Bis 2050 sollen 60 Prozent des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien bestritten werden, wobei v. a. der Windenergie an Land und auf See große Erweiterungspotenziale zugemessen werden. Insbesondere in diesem Zusammenhang enthält das Energiekonzept auch die Absicht eines massiven Ausbaus der Stromnetze. Das macht allerdings nur Sinn, wenn diese Netze in der Hauptsache als raum- und umweltschonende Hochspannungs-Gleichstromübertragung geplant werden.

Auch die Energieeffizienz bekommt breiten Raum und wird als „Schlüsselfrage“ bezeichnet. Große Bedeutung hat dabei der Gebäudebereich, aber auch die Industrie soll ihre Effizienzpotenziale „ausschöpfen“.

In der öffentlichen Diskussion und Kritik am Energiekonzept steht v. a. die Laufzeitverlängerung der vorhandenen Kernkraftwerke. Hier ist in der Tat zu kritisieren, dass kleine Energieversorger besonders auf der Ebene der Stadtwerke, die sich eigenverantwortlich um die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie gekümmert haben und die ehrgeizige Effizienzmaßnahmen ergriffen oder geplant haben, durch das Billigangebot von Strom aus abgeschriebenen Kernkraftwerken stark behindert, teilweise in ihrer Existenz gefährdet werden.

Was mir jedoch insgesamt viel zu konventionell erscheint, ist das (stillschweigende) Festhalten an der Idee, dass Energie möglichst billig angeboten werden müsse. So als ob die derzeitigen Preise von fünf Eurocent pro Kilowattstunde an der Leipziger Strombörse nicht schon ein Tiefschlag für ehrgeizigen Klimaschutz und Ressourcenschonung wären! Die Billig-Mentalität kommt auch in Sätzen wie diesem zum Ausdruck: „Um die erheblichen Potenziale zur Energie- und Stromeinsparung zu heben, sind

viele Maßnahmen erforderlich, die langfristig die Energiekosten für Wirtschaft, Kommunen und Verbraucher senken …“ (BMWi 2010, S. 13) Und hierfür soll nun wieder ein Fonds eingerichtet werden, der die zu ergreifenden Maßnahmen subventioniert. Der Fortschritt besteht lediglich darin, dass wenigstens nicht mehr der Mehrverbrauch subventioniert werden soll.

3 Ökologische Preispolitik

Die durch die oben skizzierten vier Strategien charakterisierte konventionelle Politik wird auch dann in große Schwierigkeiten geraten, wenn die vier Strategien in ein optimiertes Mischungsverhältnis gebracht werden, wie das die Absicht des Energiekonzepts der Bundesregierung ist. Die öffentlich diskutierten Strategien der Opposition sind in dieser Hinsicht kaum besser, weil sie wie die Regierung dem Traum nachhängen, Energie dürfe, ja solle billig angeboten werden. Und dann kommt der Zusatztraum, dieses sei mit einem noch ehrgeizigeren Ausbau der erneuerbaren Energien auch erreichbar.

Ich stelle dieser wogenden Streitdiskussion eine prinzipielle Alternative entgegen. Diese beruht

- auf der Analyse, dass die Effizienzpotenziale überhaupt nicht statisch sind und „ausgeschöpft“ werden können, sondern dass sie vielmehr dynamisch sind und nahezu unbegrenzt erweitert werden können;
- auf der Überlegung, dass die Energieproduktivität sehr analog zur Arbeitsproduktivität im Gleichklang mit der Verteuerung der Energie mittelfristig um einen Faktor fünf, langfristig um einen Faktor 20 steigen könnte; dieses ist der Kerninhalt des neuen Buches „Faktor Fünf“ (von Weizsäcker et al. 2010);
- auf der dann allerdings trivialen Feststellung, dass eine derart dramatische Erhöhung der Energieproduktivität ceteris paribus die heutigen Streitfragen über Klimaschutz und Kernenergie oder auch über Schäden durch Biosprit schlicht zum Verschwinden bringen würde.

Die Kernthese ist im zweiten Punkt versteckt: Die Energie müsste „im Gleichklang“ mit steigender Energieproduktivität laufend verteuert werden. Die immer ehrgeizigere Nutzung der Effizienzpotenziale würde also gerade nicht zu Kostenreduktionen beim Energieeinkauf führen, wohl aber zu gewaltigen Wohlfahrtsgewinnen an völlig anderen Stellen. Diese anderen Stellen sind nicht nur die Vermeidung großer Umweltkatastrophen und der Abhängigkeit von immer riskanteren Ölquellen, sondern auch eine steile, stetige Modernisierung mit einer anzunehmenden deutlichen Verbesserung der Beschäftigungslage. Die Verminderung der CO_2-Intensität und der Energieintensität von Gebäuden, Industrie, Landwirtschaft und Verkehr geht ja einher mit einer Steigerung der Informationsintensität und einer durchgreifenden System-Modernisierung, wie dies in Teil I des genannten Buches „Faktor Fünf“ ausgeführt wird.

Die Zentrierung der Energiepolitik bei der Erhöhung der Energieproduktivität widerspricht natürlich auch der im nationalen und v. a. internationalen Raum wie ein Gesetz gehandelten Grundannahme eines immer weiter wachsenden Energiebedarfs. Diese Grundannahme entspricht zwar der historischen Erfahrung, weil selbst in reichen Ländern der Energieverbrauch (ich vermeide hier bewusst das Wort Energiebedarf) bis in jüngste Zeit unaufhörlich gewachsen ist. Wenn man jedoch näher hinschaut, sieht man, dass die großen Energieverbrauchsschübe in Zeiten sehr niedriger Energiepreise entstanden. Und niedrige Preise sind ja kein Naturgesetz.

4 Die technische Seite

Faktor Fünf besteht zu zwei Dritteln aus (laienverständlichen) technischen Ausführungen des australischen Ko-Autorenteams über Einsparpotenziale in den Sektoren, die man gemeinhin für energetisch unverbesserlich hält: Schwerindustrie, Landwirtschaft und Verkehr. Nur eines der vier Sektorenkapitel beschreibt einen Bereich, der auch in der deutschen Diskussion als sehr aussichtsreich für die Verbesserung der Energieeffizienz gilt: die Gebäude. Daneben bietet das Buch über eine Website analoge Untersuchungen für Gaststätten, Supermärkte, Informationstechnik und Papierwirtschaft an. Die durchgängige Botschaft ist: Ein Faktor Fünf in der Verbesse-

rung der Energieeffizienz ohne Leistungsverzicht ist technisch gesehen allemal drin.

Bei Gebäuden steht das von Wolfgang Feist in Darmstadt entwickelte „Passivhaus“ mit erstklassiger Isolierung und Wärmerückgewinnung mit Einsparungen von etwa 90 Prozent der Heizenergie im Vordergrund. Und inzwischen liegt das Hauptgewicht auf der Altbausanierung, wo immer noch 85 Prozent Effizienz gewonnen werden kann. Alles in allem ein mächtiges Beschäftigungsprogramm für Handwerk und Industrie. In China (Guangzhou) wurde 2010 der erste klimaneutrale Wolkenkratzer eingeweiht; auch dieser wird in Faktor Fünf porträtiert. Das Buch ist 2010 auch auf Chinesisch erschienen, weil ja China die weltweit wichtigste Baustelle für Energieeffizienz ist.

Für die Schwerindustrie werden beispielhaft Stahl und Zement behandelt. In beiden Fällen ist eine Verfünffachung der Energieeffizienz gegenüber dem heutigen chinesischen Standard machbar; 50 Prozent der Weltzementproduktion ist schließlich in China. Beim Zement geht es v. a. um den systematischen Einsatz von Geopolymeren als Ausgangsmaterial, das sind z. B. Flugasche, Hüttensand, Vulkanasche oder abbaubares Kaolin. Das erlaubt eine dramatische Absenkung der Reaktionstemperatur. In einigen Fällen geht es sogar bei Zimmertemperatur, was schon die alten Römer wussten, die ihr „opus cementitium“ für den Bau des Kolosseums oder der Trierer Porta Nigra einsetzten. Auch die Wiederverwendung von Beton aus Straßen, Mauern und Gebäuden senkt den Energiebedarf. Beim Stahl steht natürlich der Elektrostahl im Vordergrund, der in Deutschland die Siemens-Martin-Öfen längst abgelöst hat, aber wiederum in China noch die Ausnahme ist. Und in diesem Zusammenhang geht es (wie erst recht bei Nichteisenmetallen) um die systematische Erhöhung der Recyclingrate. Aber auch Endformguss, Wärmerückgewinnung, CCS und erneuerbare Energien können die Klimaverträglichkeit von Stahl verbessern.

Die Landwirtschaft war vor 200 Jahren zusammen mit den Forsten die Hauptenergiequelle aller Länder. Heute ist sie einer der größten Energieverbraucher. In die Herstellung einer Kalorie Rindfleisch werden heute bis zu 20 Kalorien Fremdenergie investiert, vom Futter aus Übersee über die Düngemittel, für Stallenergie und allerlei Landmaschinen und am Ende Schlachthof, Kühlkette und jede Menge LKW-Fahrten. Auch hier kann an allen Ecken und Enden logistisch oder technisch Energie gespart werden. Veränderte Ernährungsgewohnheiten können ebenfalls große Energie- und Treibhausgas-Einsparungen mit sich bringen.

Der Verkehrssektor gilt bei Klimaschützern oft als hoffnungsloser Fall. Das muss nicht so bleiben. Die Ausweitung des Straßengüterverkehrs war eine Folge der Just-in-time-Logistik, die in dieser Form auf billigen Tonnenkilometern basierte. Und der stetig anschwellende PKW-Verkehr ging ebenfalls, angefeuert durch preiswerten Sprit, Hand in Hand mit der Zersiedlung der Landschaft. Der Ausbau des Schienennetzes und die Technologie des Umschlags zwischen Schiene und Straße waren jahrzehntelang Stiefkinder der Infrastruktur-Investitionen, und zwar weltweit, immer unter der stillschweigenden Annahme, dass die jeweiligen Marktpreise für Öl langfristig zu halten seien. Stattdessen waren, vom Leithammel Amerika ausgehend, Flug- und Straßenverkehr die Lieblingskinder privater und öffentlicher Investitionen. Faktor Fünf zeigt, dass Kombinationen von Effizienz bei Einzelfahrzeugen, Infrastruktur, Logistik und Verhaltensänderungen (z. B. Telearbeit) die nötigen Effizienzverbesserungen ermöglichen.

5 Die politische Seite

Die Transformation in Richtung eines Faktors Fünf mag langfristig auch vom Markt in Gang gesetzt werden. Jedoch ist der Markt in der Vergangenheit stets mit dem „Rebound-Effekt“ verbunden gewesen: Alle Effizienzgewinne sind von zusätzlichem Konsum „aufgefressen“, also überkompensiert worden. Das lag wohl hauptsächlich daran, dass die Effizienzfortschritte, wie sie seit der Mitte der 1970er Jahre weltweit erzielt worden sind, auch dazu beigetragen haben, dass die Ölnachfrage etwa ab 1982 hinter dem steigenden Ölangebot zurückblieb und ein dramatischer Preisverfall stattfand, welcher seinerseits dann den Verbrauch wieder rasant ankurbelte.

Die Märkte sind nicht geeignet, eine dauerhaft nachhaltige Entwicklung der Technologie

und des Verhaltens herbeizuführen. Die öffentliche Hand, und damit die Politik, muss diesen Prozess steuern. Mit Abstand am wichtigsten scheint mir eine Politik, bei welcher man die Energiepreise aktiv staatlich beeinflusst im Sinne einer systematischen Anhebung. Wenn also auf den Märkten die Preise purzeln, würde der Staat aktiv gegensteuern (und dabei als angenehmen Nebeneffekt unverhoffte Steuereinnahmen erhalten). Teil des Schemas sollte es aber auch sein, auf dem Markt entstehende Preisspitzen zu korrigieren, diesmal nach unten. Das Ziel ist ein für Investoren und Verbraucher verlässlicher Preispfad, der zu langfristigen Effizienzinvestitionen im Kapitalstock, also Technologie, Infrastruktur, Fabriken und Gebäuden ermutigt.

Vorbild ist, wie bereits betont, die dynamische Entwicklung der Arbeitsproduktivität, die ja im Laufe der Industriellen Revolution seit etwa 180 Jahren um den Faktor 20 zugenommen hat, mit der Tendenz zur Beschleunigung. Doch diese Steigerung ist, wie man weiß, mit einer praktisch gleichgroßen Steigerung der Bruttolohnkosten einhergegangen. Bruttolöhne und Arbeitsproduktivität haben sich als Paar gegenseitig hoch geschaukelt. Für die Erhöhung der Löhne bedurfte es allerdings keines Staatseingriffs, weil die Arbeitnehmer sie in immer neuen Auseinandersetzungen erkämpft hatten. Kilowattstunden und Ölfässer kämpfen jedoch nicht um höhere Bezahlung. Im Laufe der letzten 200 Jahre haben die Primärrohstoff- und Energiekosten laufend abgenommen, von kurzzeitigen Preisspitzen wie 1973 und 2007 einmal abgesehen[1]. Aus der Dynamik mit der Arbeitsproduktivität kann man versuchsweise schlussfolgern, dass man ohne Schaden für die Wirtschaft auch die Energie- und Materialpreise in dem Maße anheben dürfte, wie die Effizienz im Vorjahr zugenommen hat; das Kalenderjahr ist ja etwa die zeitliche Schrittgröße von Tarifverhandlungen.

Ein solcher politisch festzulegender Pfad hätte das Potenzial, zu einer laufenden Beschleunigung der Produktivitätsentwicklung zu führen. Denn Investoren und Entwicklungsabteilungen der Firmen haben ja großes Interesse an der Antizipation künftiger Geschehnisse. Ich sehe technisch keinerlei Grund, warum nicht auf Dauer ein Faktor 20 erreichbar sein soll.

Es gibt immer noch ein Problem der Sozialpolitik und der Strukturpolitik. Technische Effizienzverbesserungen kommen tendenziell bei den wohlhabenden Schichten und bei den modernen Branchen früher an als bei sozial schwachen Familien und bei althergebrachten Branchen. Härten kann man dann mit klassischen Mitteln der Sozial- und Strukturpolitik abfedern. Man darf nur nicht so weit gehen, den Ausbau energetisch ineffizienter Produktion oder unnötigen Konsums zu subventionieren.

Wenn es politisch gelingt, einen solchen Preispfad festzulegen, dann machen auch ordnungsrechtliche Begleitmaßnahmen Sinn, wie Gebäude-, Fahrzeug- und Maschinen-Effizienzstandards. Eingebettet in den Preispfad sind sie nämlich nicht mehr in Gefahr, einfach den Rebound-Effekt zu verstärken.

Die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft sollte durch eine ökologische Preispolitik gestärkt und nicht etwa geschwächt werden. Anders als bei den in unangenehmer Erinnerung gebliebenen Hochpreisphasen der späten 1970er Jahre sowie des jetzt zu Ende gehenden Jahrzehnts flösse ja nicht Volksvermögen in Multimilliardenhöhe in die Ölförderländer ab. Und die Energieeffizienz wird ohnehin mehr und mehr zu einem der wichtigsten Wettbewerbsfaktoren.

6 Technische Einwände, die keine sind

Gegen die hier geäußerte optimistische Perspektive einer langfristigen Erhöhung der Ressourcenproduktivität kommen immer wieder Einwände aus Technik und Naturwissenschaft. So argumentiert die energieintensive Industrie im politischen Raum stets damit, dass ihre Einzelprozesse eine weitere Steigerung der Energieproduktivität gar nicht mehr zulassen, weil sie bereits am „thermodynamischen Anschlagpunkt“ sind. So ist natürlich das Schmelzen von Aluminium aus Bauxit ständig energetisch optimiert worden, mit immer geringeren Effizienzgewinnen, weil man an physikalische Grenzen stößt, die man mit noch so schmerzhaften Preisstrafen nicht überwinden kann. Ähnliches gilt von der Chloralkalielektrolyse oder der Herstellung von Portlandzement.

Die Antwort darauf sollte aber nicht der verbilligte Bezug von Energie sein. Man muss differenziert antworten. Bei Aluminium etwa ginge es um eine weitere Steigerung des Recyclings, um die Verlagerung der Primärschmelze in Länder mit natürlichen billigen Energiequellen und die Substitution des Metalls durch funktional ähnliche Stoffe wie Hartholz oder gewichtsreduzierte Eisengitterstäbe. Beim Zement wird gern behauptet, dass die Alternativen zum Ausgangsstoff Kalkstein (der die hohen Temperaturen benötigt), längst ausgeschöpft seien, was aber nicht zutrifft (Achternbosch et al. i. E.). Bei der Chloralkalielektrolyse ist die wichtigste Antwort die Substitution von PVC durch Polyethylen. Und bei vielen für Hochtechnologie benötigten Metallen liegen die heutigen Recyclingraten unterhalb von einem Prozent (Graedel et al. 2011/i. E.). Hier sind also noch gewaltige Verbesserungen erreichbar, sobald diese rentabel erscheinen. Gewiss ist in manchen Bereichen eine internationale Koordinierung der Politik wünschenswert, um bloße geographische Wanderungen der Industrie zu vermeiden. Aber ein gewisses Maß der internationalen Arbeitsteilung nach Gesichtspunkten von Bevölkerungsdichte, technischen Potenzialen und geologischen Bedingungen ist nicht vermeidbar und auch nicht schädlich. Eine Deindustrialisierung nach dem mit Recht beklagten Modell von Großbritannien ist mit dieser Aussage in keiner Weise impliziert. Japan, Südkorea und sogar China haben sich auf den Weg gemacht, die Industrien und Technologien des frühen 20. Jahrhunderts auszulagern – um ihrer internen Wohlstandsentwicklung willen.

Mit einer zunehmenden Informationsintensität der Wertschöpfung und dem Auftauchen von eleganten Nanotechnologien scheint die Welt ganz unabhängig von den Klimabesorgnissen auf einen Pfad eingeschwenkt zu sein, der die Energieproduktivität steigen lässt. Substitution von knapp gewordenen oder zu aufwändig gewordenen Grundstoffen war seit alters her ein Merkmal des Strukturwandels und nicht etwa etwas Anstößiges. Auch die Infrastruktur und die täglichen Gewohnheiten haben sich immer wieder neu ausgerichtet. Diese normale Entwicklung in der richtigen Richtung, aber sozialverträglich zu beschleunigen, ist ein legitimes Ziel der Politik. In einem Hochtechnologieland wie Deutschland sind Naturwissenschaft und Technik in besonderem Maße gefordert, diese Entwicklung kreativ zu begleiten und nicht etwa durch Verweise auf angebliche technische Barrieren zu behindern.

Anmerkung

1) Vgl. Abbildung 9.1 in Faktor Fünf, basierend auf Zahlen des Bank Credit Analyst.

Literatur

Achternbosch, M.; Kupsch, Chr.; Nieke, E.; Sardemann, G., i. E.: Gegenwärtige und zukünftige Chancen der globalen Zementindustrie zur Reduktion ihrer CO_2-Emissionen. In: GAIA 2011, i. E.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2010: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin

Graedel, Th. et al., 2011/i. E.: Recycling Rates of Metals. A Status Report. UNEP-DTIE, Paris

von Weizsäcker, E.U.; Hargroves, K. et al., 2010: Faktor Fünf. Die Formel zum nachhaltigen Wachstum. München

Kontakt

Prof. Dr. Dr. h.c. Ernst Ulrich von Weizsäcker
Co-Chair, International Panel for Sustainable Resource Management
Postfach 15 47, 79305 Emmendingen
Fax: +49 (0) 76 41 / 9 54 22 17
E-Mail: ernst@weizsaecker.de

« »

Dezentralisierung der Energieversorgung

Herausforderungen an die Systemanalyse und -steuerung

von Dominik Möst, TU Dresden, sowie Patrick Jochem und Wolf Fichtner, IIP/KIT

Der Anteil der Elektrizitätsbereitstellung aus dezentralen Anlagen, im Wesentlichen auf Basis erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung, wird in den kommenden Jahren erheblich ansteigen. Bis zum Jahr 2050 könnte der Beitrag der erneuerbaren Energien an der Elektrizitätserzeugung bis zu 100 Prozent betragen. Die damit verbundene Dezentralisierung der Energieversorgung stellt neue Herausforderungen u. a. an den Betrieb des Systems. An dieser Stelle setzt die Energiesystemanalyse an, die die Auswirkungen der zu erwartenden Entwicklungen auf das Energiesystem abschätzt. In diesem Beitrag wird im ersten Abschnitt auf die zu erwartenden Entwicklungen im Energiemarkt und die damit verbundenen Herausforderungen eingegangen, um dann im zweiten Abschnitt die Auswirkungen auf die Energiesystemanalyse abzuleiten.

1 Einleitung

Eine zuverlässige und wirtschaftliche Energieversorgung ist von großer Bedeutung für die Entwicklung von heutigen Industriegesellschaften. Politische Entscheidungsträger haben insofern großes Interesse, die Entwicklungen auf Energiemärkten zu kontrollieren, und üben durch Auferlegung rechtlicher Rahmenbedingungen politischen Einfluss auf die Branche aus.[1] Während dieser politische Einfluss in der Vergangenheit in erster Linie national war, wird dieser in Europa heutzutage zunehmend durch die Organe der Europäischen Union ausgeübt. Durch diesen Einfluss haben sich die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen in den vergangenen Jahren stark verändert. Insbesondere die Liberalisierung der europäischen Energiemärkte hat hierbei eine zentrale Rolle gespielt. Aber auch für die kommenden Dekaden werden weitere tiefgreifende Veränderungen erwartet. Dies wird u. a. durch die internationalen Verpflichtungen zur Treibhausgasemissionsreduktion begründet. Die Europäische Union verpflichtete sich, Treibhausgasemissionen bis 2020 um mindestens 20 %, ggf. sogar um 30 % (sofern vergleichbare Reduktionen in anderen Ländern angestrebt werden) gegenüber dem Basisjahr 1990 zu reduzieren. Ferner soll der Endenergiebedarf bis 2020 zu mindestens 20 % aus Erneuerbaren Energien gedeckt werden. Die Bundesregierung hat sich darüber hinaus das Ziel gesetzt, bis 2020 den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung auf mindestens 35 % zu erhöhen und den Anteil der Strombereitstellung aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf etwa 25 % zu verdoppeln. Anhand dieser Zahlen ist ersichtlich, dass die Elektrizitätsbereitstellung aus dezentralen Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung in den kommenden Jahren bedeutende Anteile erreichen wird.

Neben diesen Zielen im Energiesektor hat sich die Europäische Union auch ehrgeizige Ziele im Verkehrssektor gesetzt, um in diesem Sektor dem Trend des CO_2-Emissionsanstiegs in den letzten Dekaden entgegenzuwirken. Eine Maßnahme hierbei ist die Förderung der Elektromobilität. Diese erlaubt zwar keine emissionslose Mobilität, ermöglicht aber eine erhebliche Emissionssenkung im Personenstraßenverkehr. Lokal können lediglich stark gesenkte Lärmemissionen und ggf. wenige Partikel gemessen werden. Die Gesamtemissionen sind beim elektrischen Fahren stark von der Elektrizitätserzeugung abhängig und somit faktisch in den Energieerzeugungssektor verschoben. Elektrisches Fahren führt demnach zu einer größeren Nachfrage nach Elektrizität und stellt somit eine weitere Herausforderung an das Energiesystem. Aber es könnte in Zukunft in einem stark dezentralisierten Energiesystem auch einen Beitrag zu einem zuverlässigeren System leisten – falls die Fahrzeuge vorübergehend als Energiespeicher zur Verfügung stünden.

Diese zu erwartende Dezentralisierung der Energieversorgung macht eine verlässliche Elektrizitätsbereitstellung immer komplexer und damit die Energiesystemanalyse, die die Auswirkungen der zu erwartenden Entwicklungen auf das Energiesystem abschätzt, unerlässlich. Die Energiesystemanalyse soll helfen, Entscheidungen in

Energiepolitik und Energieforschung im Hinblick auf Technologien und Infrastrukturen für Energiebereitstellung und Energieumwandlung wissensbasiert und systematisch zu unterstützen. In diesem Beitrag wird deshalb im ersten Abschnitt auf die zukünftigen Entwicklungen und die Herausforderungen im Energiemarkt eingegangen, um dann im zweiten Abschnitt die Auswirkungen auf die Energiesystemanalyse abzuleiten.[2]

2 Herausforderungen und Unsicherheiten in der Energieversorgung

2.1 Dezentralisierung der Energieversorgung

2.1.1 Entwicklung von erneuerbaren Energien

Sowohl auf der EU-Ebene als auch auf nationaler Ebene sind konkrete Ziele und Maßnahmen vereinbart worden, um einen weiteren Ausbau erneuerbarer Energien voranzutreiben. In der Direktive 2009/28/EC werden Ausbauziele für erneuerbare Energien bezogen auf den Gesamtenergiebedarf (nicht nur Elektrizität) für das Jahr 2020 definiert. Deutschland soll hiernach seinen Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen am Bruttoendenergieverbrauch von 5,8 % im Jahr 2005 auf 18 % im Jahr 2020 erhöhen. Auf nationaler Ebene ist 2010 von der Bundesregierung das Energiekonzept vorgelegt worden, in dem die europäischen Rahmenbeschlüsse bezüglich des Ausbaus Erneuerbarer Energien, der Energieeffizienz und des Klimaschutzes aufgegriffen bzw. teilweise sogar übertroffen werden. Danach ist eine Erhöhung des Anteils auf 30 % bis 2030, 45 % bis 2040 und 60 % bis 2050 im Energiekonzept des Jahres 2010 der Bundesregierung angestrebt. Dabei ist der Wärmesektor von entscheidender Bedeutung, da mehr als die Hälfte der gesamten Endenergie, die in Deutschland genutzt wird, für die Wärmebereitstellung benötigt wird (BMWi 2010). Der Elektrizitätssektor soll aufgrund der verfügbaren Potenziale überproportional zum EU-Ziel für erneuerbare Energien beitragen. Im Jahr 2020 soll der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 35 % ausmachen. Anschließend soll der Anteil auf 50 % bis 2030 und 80 % in 2050 gesteigert werden. Hieraus ist ersichtlich, dass verschiedene Technologien auf Basis erneuerbarer Energien zur Erreichung der Ziele herangezogen werden müssen. Zudem entstehen durch den fluktuierenden Charakter der Wind- und PV-Einspeisung besondere Herausforderungen für das Energiesystem. Die zunehmenden Anteile aus fluktuierenden Quellen werden das künftige Energiesystem entscheidend determinieren. Dies betrifft sowohl den Speicherbedarf von elektrischer Energie und die Verdrängung von Grundlastkraftwerken als auch den Ausbau der Übertragungs- und ggf. auch der Verteilungsnetze.

Für den Elektrizitätssektor wird für Deutschland im Jahr 2020 mit einem Beitrag zur Stromerzeugung von Offshore-Windenergieanlagen von ca. 34 TWh gerechnet (BMU 2009). Bei einer angenommenen Volllaststundenzahl von 3.500 h für Offshore-Windenergieanlagen entspräche dies einer installierten Leistung von ca. 10 GW. Im Gegensatz zu anderen Studien wird von einem langsameren Offshore-Windenergieausbau ausgegangen, der sich heute bereits so abzeichnet. Der Beitrag von Onshore-Windenergieanlagen liegt bei ca. 54 TWh im Jahr 2020 (BMU 2009), woraus sich eine installierte Leistung von 29 GW bei einer angenommen Volllaststundenzahl von 1.900 h ergibt. Bei der Photovoltaik, welche insbesondere im Gegensatz zur Offshore-Windenergie, in der Regel eine dezentrale Technologie ist, wird von einer Stromerzeugung von ca. 15,5 TWh bis zum Jahr 2020 ausgegangen (BMU 2009). Die installierte Kapazität entspräche unter der Annahme von 1.100 Volllaststunden ca. 14 GW, wobei diese Zahl als zu niedrig einzustufen ist, da diese Kapazität voraussichtlich bereits im Jahr 2011 erreicht werden wird.[3] Auch andere Studien sehen ähnliche Ausbauraten bei den erneuerbaren Energien vor, so dass zukünftig mit einem hohen Anteil fluktuierender Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien zu rechnen ist. Eine Zählstatistik der 1h-Variationen der Windenergieeinspeisung kann die Größenordnung der Fluktuationen verdeutlichen. Es überwiegen zwar diejenigen Ereignisse, in denen die Variationen der Einspeisung zwischen einer Stunde und der nächsten im Bereich von null bis zehn Prozent der installierten Leistung liegen, den-

noch treten bei Offshore-Windenergieanlagen auch Schwankungen von über 20 Prozent der installierten Leistung auf (Genoese et al. 2009). Bei einer installierten Windenergieleistung von ca. 39 GW in 2020 könnten die Fluktuationen dann bereits schon ca. 8 GW pro Stunde betragen und wären somit von großer Bedeutung für einen zuverlässigen Betrieb des Energiesystems. Hierzu müssen geeignete Maßnahmen umgesetzt und entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden, um derartige Situationen im Netzbetrieb sicher zu beherrschen. Bessere Vorhersagen der fluktuierenden Einspeisung, eine kurzfristige flexible Anpassung der Erzeugungseinheiten (auch der planbaren erneuerbaren Kapazitäten) und die Steuerung der Nachfrageseite sind deshalb zentrale Anforderungen in einem zukünftigen Energiesystem und damit auch für die Energiesystemanalyse. Darüber hinaus besteht die Hoffnung, dass durch die großflächige Vernetzung der erneuerbaren Energien (bspw. durch eine Hochspannungsgleichstromübertragung) extreme Fluktuationen durch natürliche, weiträumige Ausgleichseffekte verringert werden können. Auch hier kann die Energiesystemanalyse helfen, mit entsprechend fortentwickelten Modellen die Auswirkungen einer großflächigen Vernetzung auf das Energiesystem abzuschätzen.

2.1.2 Der europäische Energiemarkt und Netzengpässe im Übertragungsnetz

Ziel der Liberalisierung war es, die staatlichen Monopole in der Energieversorgung durch wettbewerbliche, offene, integrierte und effiziente Energiemärkte zu ersetzen. Vor allem sollte ein freier und wettbewerbsorientierter europäischer Binnenmarkt geschaffen werden. Mit der Liberalisierung und der Einführung des Wettbewerbs stieg der grenzüberschreitende Stromaustausch kontinuierlich an und Übertragungskapazitäten zwischen verschiedenen Ländern werden nun häufig an ihrem Kapazitätslimit betrieben (z. B. Schweiz nach Italien, Frankreich nach Italien, s. Haubrich et al. 2002). Auch auf nationaler Ebene kommt es inzwischen zu Netzengpässen, zukünftig wird sich diese Situation voraussichtlich noch erheblich verschlimmern, da – wie im vorherigen Abschnitt beschrieben – die Kapazität von erneuerbaren (fluktuierenden) Energien aufgrund der gezielten Förderung weiterhin stark ansteigen wird. Die geografische Verteilung der erneuerbaren Anlagen ist aufgrund der regional unterschiedlichen Verfügbarkeit der erneuerbaren Quellen sehr heterogen. Da die Einspeisung aus erneuerbaren Energien in das Übertragungsnetz häufig weit von den Verbrauchern (v. a. bedingt durch den wachsenden Anteil von Windenergie) entfernt ist, gibt es einen erheblichen Einfluss auf den Lastfluss in den nationalen Übertragungsnetzen. Aufgrund des Trends zu einem zunehmenden Nord-Süd-Gefälle der installierten Windenergieanlagen sowie der Tatsache, dass das Transportnetz ursprünglich nicht für hohe Transite ausgelegt worden ist, werden in Deutschland zukünftig vermehrt Engpässe vornehmlich in Nord-Süd-Richtung auftreten.[4] Um diesen Engpässen im Übertragungsnetz entgegenzuwirken, können drei Strategien verfolgt werden. Zum einen kann versucht werden die Last geografisch zu verlagern. Dies ist allerdings mit einer Umsiedlung von Industriestandorten oder der Bevölkerung nur schwierig zu realisieren. Jedoch könnten immerhin langfristig lokale Preisnachlässe die Standortwahl energieintensiver Industrien beeinflussen. Kurzfristig könnte eine zeitliche Nachfragesteuerung der Elektrizitätskunden zeitlich begrenzter Engpässe entgegenwirken. Zweitens können auch auf der Angebotsseite Anreize gegeben werden, Erzeugungskapazitäten langfristig in der Engpassregion anzusiedeln. Als dritte Option kann der Netzausbau verstärkt werden, um die Übertragungskapazität massiv zu erhöhen. Marktorientierte Preisgestaltungskonzepte für die Übertragungsnetze können hier ggf. die richtigen Anreize setzen und werden an Bedeutung gewinnen (Europäische Kommission 2004a). Allerdings stellt sich die Frage, welche Auswirkungen sich durch solche Marktgestaltungen auf das Energiesystem ergeben. In diesem Zusammenhang kann die Energiesystemanalyse helfen, die Auswirkungen von den unterschiedlichen Entwicklungen systematisch und wissensbasiert zu untersuchen, um damit Entscheidungsträgern eine quantitative Unterstützung zu geben.

2.1.3 Energieeffizienz, die Integration von Endkunden und Elektromobilität

Neben den erneuerbaren Energien und den Netzen gibt es insbesondere noch drei weitere Themen, die den Elektrizitätsmarkt in den nächsten Dekaden verändern werden. Neben dem durch die Medien stark verbreiteten Thema der Elektromobilität ist im Hinblick einer wirtschaftlichen Klimagasreduktion insbesondere die Energieeffizienz ein wichtiger Bestandteil des künftigen Energiesystems. Hierzu kann eine stärkere Anbindung von Endverbrauchern an die Elektrizitätsmärkte einen entscheidenden Beitrag leisten. Im April 2006 hat die Europäische Kommission die Richtlinie 2006/32/EG (Europäische Kommission 2006) über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen veröffentlicht, in der „die Effizienz der Endenergienutzung in den Mitgliedsstaaten … [gesteigert werden soll und zwar durch die] Festlegung der erforderlichen Richtziele sowie der erforderlichen Mechanismen, Anreize und institutionellen, finanziellen und rechtlichen Rahmenbedingungen zur Beseitigung vorhandener Markthindernisse und -mängel, die der effizienten Endenergienutzung entgegenstehen [sowie der] Schaffung der Voraussetzungen für die Entwicklung und Förderung eines Marktes für Energiedienstleistungen (…)“. Im neunten Jahr nach Verabschiedung der Richtlinie ist der Energieeinsparrichtwert von 9 Prozent zu erreichen. Energieaudits, intelligente Verbrauchmesssysteme, informative Abrechnungen und energieeffiziente Tarife sind ausdrücklich als Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels genannt. In Kombination mit zeitlich variierenden Strompreisen sollen diese Maßnahmen die Integration der gegenwärtig eher passiven Endkunden in den Strommarkt integrieren und die damit verbundene bisher unelastische Nachfrage flexibilisieren. D. h. die Nachfrage soll in gewissen Bandbreiten durch zeitabhängige Preissignale und der Möglichkeit des Endkunden darauf zu reagieren, gezielt gesteuert werden. Hierbei spielen insbesondere die im Haushalt steuerbaren Technologien eine wichtige Rolle. Insbesondere in der Wärmebereitstellung werden große Potenziale zur Energieeffizienz und zur Lastverlagerung gesehen, bspw. durch gezieltes Schalten von Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK). Insbesondere KWK-Anlagen sollen zukünftig laut dem Integrierten Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung weiter an Bedeutung gewinnen, da der Anteil der KWK-Stromerzeugung bis zum Jahr 2020 auf 25 Prozent verdoppelt werden soll (BMU 2007).

Als wesentliche Maßnahme zur Erreichung des Ziels wurde das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz novelliert, welches Netzbetreiber verpflichtet, KWK-Anlagen anzuschließen, den erzeugten Strom abzunehmen und zu vergüten. Bisher wird KWK-Strom größtenteils in Anlagen ab einer Leistung größer als ein MW erzeugt, insbesondere in der Industrie oder in der Wärmeversorgung mit Wärmenetzen (Roon, Steck 2009). Allerdings gewinnen Anlagen mit kleinerer Leistung, sog. Mikro-KWK-Anlagen, zunehmend für die Hausenergieversorgung an Bedeutung und tragen damit ebenso zu einer weiteren Dezentralisierung der Energieversorgung bei. Die Obergrenze für die elektrische Leistung der Mikro-KWK-Anlagen ist unterschiedlich definiert und wird vom Europäischen Parlament bei 50 kW_{el} gezogen (Europäische Kommission 2004b). Ein Grund für den gegenwärtig noch geringen Anteil von Mikro-KWK-Anlagen liegt in den hohen Kapitalkosten im Vergleich zu konventionellen Heizkesseln. Das von Lichtblick[5] angekündigte Konzept versucht diese Hürde durch eine niedrigere Investition bei gleichzeitiger Gewährung eines Wärmepreises unterhalb der Wärmeerzeugungskosten mit einem Erdgas-Brennwertkessel zu überwinden. Dafür liegen das Fahrplanmanagement und die Vermarktung des erzeugten Stroms in der Verantwortung von Lichtblick. Lichtblick schätzt die Installation auf 100.000 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 19 kW_{el} Damit würde die Gesamtleistung der Anlagen ca. 1,9 GW betragen und in der Größenordnung von ein bis zwei Großkraftwerken liegen. Die Umsetzung allein dieses Konzepts könnte somit wesentlich zu einer gesteuerten dezentralen Einspeisung beitragen. Allerdings ist anzumerken, dass die Einspeisung elektrischer Energie nur in einer gewissen Bandbreite möglich ist, da Restriktionen durch die Wärmenutzung zu berücksichtigen sind.

Während Mikro-KWK-Anlagen insbesondere an windarmen Wintertagen bereits eine geeignete Ergänzung zu regenerativer Energie-

erzeugung sind und somit zu einer Entlastung der bisherigen Kraftwerksstruktur führen, ist der Einfluss der Elektromobilität auf die Energiewirtschaft erst bei höheren Penetrationen relevant für das Energiesystem. Eine geringe Anzahl an Fahrzeugen auf dem Markt hat nur sehr geringe Einflüsse – wohingegen hohe Penetrationsraten von (theoretisch) bis zu 40 Mio. Pkw in Deutschland die Elektrizitätsnachfrage um ca. 20 Prozent steigern würden. Problematisch wäre hierbei insbesondere die Auswirkung auf die „Tagesganglinie“: Gerade in den Abendstunden, in denen bereits heute die Netze am stärksten ausgelastet sind, würden die meisten Fahrzeuge geladen und somit zumindest lokal Netze überlastet werden.

Um dies zu verhindern, können die Fahrzeuge zeitlich versetzt geladen werden (kontrolliert unidirektionales Laden) und damit neben dem Entlasten der Netze in den Abendstunden zu einem wirtschaftlicheren Betrieb nicht voll ausgelasteter Grundlastkraftwerke beitragen. Ein weiterer Schritt wäre beim Ladevorgang des Fahrzeugs auch ein Rückspeisen zuzulassen (kontrolliert bidirektionales Laden, oder auch vehicle-to-grid, kurz V2G). Diese Alternative ist insbesondere bei einem hohen Windenergieanteil am Markt eine geeignete Variante, um mit einer großen Anzahl an Fahrzeugen unvorhergesehene Windeinspeiseschwankungen abzufedern. Die Rentabilität dieser Speichertechnologie ist jedoch noch weitgehend unklar. Bisher sind Pumpspeicherkraftwerke (zumindest in entsprechend geeigneten Regionen) die wesentlich günstigere Alternative.

Die von der Politik bis 2020 geforderte eine Million Elektrofahrzeuge für die deutsche Pkw-Flotte, worunter sowohl Hybride (d. h. Pkw mit Verbrennungsmotor und unterstützendem Elektromotor) als auch reine Elektrofahrzeuge fallen, führen jedenfalls aus heutiger Sicht zu *keinen gravierenden Änderungen in der deutschen Energiewirtschaft*. Lediglich bei einer lokalen Häufung von Elektrofahrzeugen – bspw. in einem Straßenzug – könnte im Verteilnetz eine Engpasssituation erreicht werden. Da aber Investitionen in die künftige Kraftwerksstruktur in der Regel die kommenden Dekaden beeinflusst, ist die Berücksichtigung dieser Entwicklung auch im nationalen Kontext unabdingbar.

2.2 Weitere Herausforderungen

Neben den oben genannten zu erwartenden Entwicklungen hin zu einem dezentraleren Energiesystem spielen weitere Herausforderungen eine wichtige Rolle, die bei der Ausgestaltung der Energiesysteme und damit auch bei der Energiesystemanalyse zu berücksichtigen sind:

Energieversorgungssicherheit

Versorgungssicherheit beinhaltet alle Elemente der Wertschöpfungskette: die Bereitstellung von Primärenergieträgern sowie die Umwandlung, Übertragung und Verteilung von Energie. Während eine sichere Umwandlung, Übertragung und Verteilung von Energie abhängig von einem adäquaten Produktionssystem (ausreichend freie Kapazitäten, die die notwendigen technischen Eigenschaften erfüllen) ist, hängt eine sichere Versorgung mit Primärenergie vom Energiemix und damit von der Diversifizierung und der Importabhängigkeit der verschiedenen Primärenergieträgern ab.

Das Wachstum des EU-Primärenergiebedarfs wird im Grünbuch der Europäischen Kommission (2000) von 1998 bis 2030 auf 11 Prozent geschätzt, wobei eine Erhöhung der Energie-Abhängigkeit von 49 Prozent auf 71 Prozent im selben Zeitraum erwartet wird. Vor diesem Hintergrund spielen Primärenergieträger, die zur Versorgungssicherheit beitragen und in der Europäischen Union auch ausreichend vorhanden sind, wie bspw. erneuerbare Energien und heimische Kohle, zukünftig eine wichtige Rolle.

Klimaschutz

Der Energiesektor trägt zu 27 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen in der EU bei. Aus verschiedenen Gründen ist dieser Sektor von besonderer Bedeutung für die Umsetzung wirksamer Maßnahmen zur Emissionsminderung. Erstens lassen sich Emissionsminderungen innerhalb des Energiesektors relativ günstig im Vergleich zu anderen klimarelevanten Sektoren realisieren.[6] Darüber hinaus erleichtert die Struktur des Sektors, mit einer relativ kleinen Anzahl von großen Emittenten, die Überwa-

chung von Emissionen. Klimaschutzbemühungen und Emissionsreduktionspfade sind für die Entwicklung des Energiesystems von wesentlicher Bedeutung. Die quantitativen Methoden der Energiesystemanalyse sind deshalb wichtige Entscheidungshilfen bei der Gestaltung der Emissionshandelssysteme.

Gesellschaftliche Akzeptanz

Der Erfolg technischer Innovationen hängt in der Regel nicht nur von deren naturwissenschaftlich-technischer Exzellenz ab, sondern auch davon, dass sich diese im Wettbewerb durchsetzen können und dabei die gesellschaftlichen Kontexte der jeweiligen Herausforderungen adäquat erfasst und eingeschätzt wurden. Dies betrifft z. B. ökonomische Verhältnisse, politische und rechtliche Rahmenbedingungen, ethische Aspekte oder die öffentliche Problemwahrnehmung und Fragen der Technikakzeptanz (s. hierzu auch Grunwald 2005). Gerade der Energiebereich bietet vielfältiges Anschauungsmaterial für die Relevanz derartiger gesellschaftlicher Einflüsse.

Die Energiesystemanalyse und Technikfolgenabschätzung nimmt zum einen technische Entwicklungen und deren Potenziale auf und gibt Rückmeldung zur Weiterentwicklung des Technologieportfolios. Zum anderen bündelt sie technische Fragen auf der Systemebene und betrachtet die Schnittstellen zu gesellschaftlichen Fragen von Energietechnologien und -systemen, um deren Innovationspotenzial beurteilen zu können (s. auch Grunwald et al. 2008).

3 Herausforderungen für die Systemanalyse

Die Energiesystemanalyse soll helfen, Entscheidungen in Energiepolitik und Energieforschung im Hinblick auf Technologien und Infrastrukturen für Energiebereitstellung und Energieumwandlung wissensbasiert und systematisch zu unterstützen. Unter dem Energiesystem kann das globale, das europäische, ein nationales, das eines Stadtteils, eines Industriestandorts oder eines Hauses verstanden sein. Je nach Fragestellung sind unterschiedlichste Faktoren und Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Besonders wichtig erscheint die Erarbeitung in sich konsistenter Energieversorgungsstrategien (meist für Nationen), teilweise auch „Energiezukünfte“ genannt. Dabei ist die Abstimmung der verschiedenen Technologien auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite von zentraler Bedeutung. Veränderungen an einer Stelle des Energiesystems ziehen zwangsläufig Veränderungen an anderer Stelle nach sich, die bei der Erarbeitung einer in sich konsistenten Energieträgerstrategie berücksichtigt werden müssen. So wird die oben aufgezeigte Dezentralisierung mit einer fluktuierenden Einspeisung einhergehen, insbesondere bedingt durch den Ausbau erneuerbare Energien, welcher zu einem steigenden Bedarf an schnell regelbaren Kraftwerken und/oder Speichern führen wird. Die Energiesystemanalyse kann dabei aufzeigen, welchen Beitrag verschiedene Technologien zum Ausgleich der Schwankungen leisten können und welche ökonomischen Implikationen sich daraus ergeben.

Die Herausforderung ist die adäquate Abbildung der verschiedenen Energietechnologien bei Kenntnis ihrer techno-ökonomischen Charakteristika, insbesondere unter Abschätzung des technischen Fortschritts in den nächsten Jahren.[7]Methodisch müssen hierzu zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Modelle eingesetzt werden, die eine Analyse des Energiesystems auf stündlicher Basis erlauben und möglichst einen Betrachtungshorizont von 30 bis 50 Jahren abdecken. Da allerdings über einen solchen Zeitraum eine hohe zeitliche Auflösung in der Regel nicht zielführend ist und in der Regel die entsprechenden Modelle nicht in akzeptabler Rechenzeit gelöst werden können, werden Modelle mit unterschiedlicher zeitlicher Auflösung und unterschiedlichen Planungshorizonten eingesetzt und miteinander gekoppelt.[8] Zukünftig werden vermutlich aufgrund der Weiterentwicklungen in der Informatik und bei der Hardware integrierte Modelle an Bedeutung gewinnen. Daneben wird die Energiesystemanalyse zukünftig auch die Verteilungsnetze stärker berücksichtigen müssen, da zunehmend auch mit Netzrückwirkungen aufgrund von KWK-Anlagen und Photovoltaik zu rechnen ist. Bisher wurden die Stromnetze, insbesondere die Niederspannungsnetze, in der Energiesystemanalyse nur sehr vereinfacht berücksichtigt.

Zunehmend wichtiger werden zudem gesellschaftliche Fragen und die gesellschaftliche Diskussion im Zusammenhang mit dem Energiesystem. Der Erfolg technischer Innovationen hängt ganz wesentlich von der gesellschaftlichen Technikakzeptanz ab[9]. Die Energiesystemanalyse und Technikfolgenabschätzung kann vor diesem Hintergrund Schnittstellen nach zwei Seiten leisten. Zum einem nehmen sie die technischen Entwicklungen und deren Potenziale in ihre Modelle auf und geben Rückmeldung zur Weiterentwicklung des Technologieportfolios. Zum anderen bündeln sie technische Fragen auf der Systemebene und betrachten die Schnittstelle zu gesellschaftlichen Fragen von Energietechnologien und -systemen, um deren Innovationspotenzial beurteilen zu können. Diese Aufgabe ist einerseits erkenntnisorientiert, und führt zu handlungs- und entscheidungsrelevantem Wissen für Gesellschafts-, Politik- und Wirtschaftsberatung, wie bspw. für die Energie- und Wettbewerbspolitik. Dabei geht es sowohl um das Wissen über die Folgen von technischen Entwicklungen für die Gesellschaft (z. B. in Bezug auf Chancen und Risiken von Technologien) als auch um den technischen Entwicklungsbedarf, der sich aus gesellschaftlichen Anforderungen (bspw. Forderung einer nachhaltigen Entwicklung) und Problemen (bspw. langfristige Sicherung der Energieversorgung) ergibt. Herausforderung ist hierbei, auch entsprechende Entwicklungen abzuschätzen – wie bspw. der weitere Ausbau erneuerbarer Energien, der maßgeblich durch die politische Förderung (und die gesellschaftliche Akzeptanz) determiniert ist. Energiesystemanalyse und Technikfolgenabschätzung können helfen, Fakten zu einer gesellschaftlichen Diskussion beizusteuern, um damit die Diskussion zu versachlichen.[10]

Die Energiesystemanalyse und Technikfolgenabschätzung leistet somit eine Hilfestellung, um heutige Entscheidungen auf rationaler Basis zu treffen und um die heutige Vorstellung von der Zukunft strukturiert und wissensbasiert abzubilden. In der Energiesystemanalyse ist der Anwender gezwungen, sich mit den Rahmenbedingungen und Parametern systematisch auseinanderzusetzen und diese transparent und nachvollziehbar darzustellen. Dabei müssen selbstredend die Entwicklungen zu einem dezentraleren Energiesystem berücksichtigt werden. Die Energiesystemanalyse ist somit eine quantitative Denkhilfe sowie eine Übung zur Informationsgewinnung und hilft damit Entscheidungen auf gut informierter Basis zu treffen.

Anmerkungen

1) Siehe z. B. Percebois 2009.
2) Zur Einführung in die Energiesystemanalyse wird auf Möst et al. (2008) verwiesen.
3) Die Photovoltaikentwicklung in Deutschland wird in vielen Studien unterschätzt, da insbesondere in den letzten beiden Jahre (2009 und 2010) extreme Zuwächse bei der installierten Kapazität zu verzeichnen waren.
4) Siehe z. B. Dena 2005.
5) Die Lichtblick AG ist ein privat finanziertes deutsches Energieversorgungsunternehmen mit ca. 580.000 Privat- und Gewerbekunden und bezeichnet sich als Marktführer für Ökostrom (s. http://www.lichtblick.de).
6) Vergleich z. B. IPTS 2000 und Mantzos et al. 2003.
7) Siehe hierzu auch Wietschel et al. 2009.
8) Siehe z. B. Rosen et al. 2007 und Möst et al. 2010.
9) Siehe hierzu auch TaTuP-Schwerpunkt „Technikakzeptanz als Gegenstand wissenschaftlicher und politischer Diskussion“ in TATuP 14/3 (2005); http://www.itas.fzk.de/tatup/053/inhalt.htm.
10) Vgl. auch Möst et al. 2008.

Literatur

BKWK – Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung, 2005: Fakten zur Kraft-Wärme-Kopplung. Berlin

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2009: Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2007: Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung – IEKP

BMWI – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2010: Energiestatistiken: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen; http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/energiedaten.html (download 5.10.10)

Dena – Deutsche Energie-Agentur, 2005: Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020. Endbericht

Europäische Kommission, 2000: Green Paper – Towards a European Strategy For the Security of Energy supply – COM(2000), 29.11.2000. Brüssel

Europäische Kommission, 2004a: Analysis of Cross-border Congestion Management Methods for the EU Internal Electricity Market. European Commission Directorate-General Energy and Transport. Brüssel

Europäische Kommission, 2004b: Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG. Brüssel

Europäische Kommission, 2006: Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates, Brüssel

Genoese, F.; Klobasa, M.; Wietschel, M., 2009: Zukünftige Entwicklung von erneuerbaren Energien in Deutschland und Anforderungen an das Energiesystem. In: Umweltwirtschaftsforum 4 (2009), S. 307–312

Grunwald, A., 2005: Zur Rolle von Akzeptanz und Akzeptabilität von Technik bei der Bewältigung von Technikkonflikten. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 14/3 (2005), S. 54–60

Grunwald, A.; Möst, D.; Fichtner, W., 2008: Energiesystemanalyse im KIT Zentrum Energie. In: Möst, D.; Fichtner, W.; Grunwald, A.: Energiesystemanalyse. Karlsruhe

Haubrich, H.-J.; Fritz, W.; Zimmer, C. et al., 2002: Grenzüberschreitende Übertragungskapazitäten und Engpässe im europäischen Stromnetz. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 52/4 (2002), S. 232–237

IPTS – Institute for Prospective Technological Studies, 2000: Preliminary Analysis of the Implementation of an EU-wide Permit Trading Scheme on CO2 Emissions Abatement Costs: Results from the POLES model, Paper. Sevilla

Mantzos, L.; Capros, P.; Kouvaritakis, N.; Zeka-Paschou, M., 2003: European Energy and Transport Trends to 2030. Report produced for DG Transport and Energy. Athen

Möst, D.; Fichtner, W., 2008: Einführung zur Energiesystemanalyse. In: Möst, D.; Fichtner, W.; Grunwald, A. (Hg.): Energiesystemanalyse. Karlsruhe, S. 11–31

Möst, D.; Fichtner, W., 2010: Renewable Energy Sources in European Energy Supply and Interactions with Emission Trading, In: Energy Policy 38/6 (2010), S. 2898-2910

Möst, D.; Fichtner, W.; Grunwald, A. (Hg.), 2008: Energiesystemanalyse. Karlsruhe; http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000011891 (download 6.12.10)

Percebois, J., 2009: Französische Energiepolitik: Von der Unabhängigkeit zur Interdependenz. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 5 (2009), S. 62–67

Roon, S. von; Steck, M., 2009: Dezentrale Bereitstellung von Strom und Wärme mit Mikro-KWK-Anlagen – Effizienzvorteile, Techniken, Potenziale und das Konzept des virtuellen Kraftwerks. In: uwf – Umweltwirtschaftsforum 17/4 (2009), S. 313–319

Rosen, J.; Tietze-Stockinger, I.; Rentz, O., 2007: Model-based Analysis of Effects from Large-scale Wind Power Production. In: Energy 32/4 (2007). ECOS 05. 18th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation, and Environmental Impact of Energy Systems – ECOS 05, April 2007, S. 575–583, DOI: 10.1016/j.energy.2006.06.022

Wietschel, M.; Dötsch, C.; Herkel, S. et al. (Hg.), 2010: Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung. Karlsruhe (ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale)

Kontakt

Prof. Dr. Dominik Möst
TU Dresden
Lehrstuhl für Energiewirtschaft
Münchner Platz 3, 01062 Dresden
Internet: http://www.ee2.biz

« »

Nachhaltige Energieversorgung in Megacities

Das Beispiel Santiago de Chile

von Volker Stelzer, Jürgen Kopfmüller und Adriana Quintero, ITAS, sowie Sonja Simon, DLR

Megacities beeinflussen insbesondere auf Grund ihrer hohen und dynamisch wachsenden Konzentration von Bevölkerung und Wirtschaftskraft den globalen Wandel (Borsdorf, Coy 2009; Kraas, Nitschke 2006) und sind entsprechend Zentren starker Energienachfrage. Dies bedeutet, dass ihre Versorgung mit genügend Energie besondere Ansprüche stellt, dass dort aber auch Maßnahmen für eine nachhaltigere Energieversorgung ein besonderes Wirkungspotenzial besitzen. Im Rahmen des von der Helmholtz-Gemeinschaft finanziell unterstützten deutsch-chilenischen Verbundprojekts „Risk Habitat Megacity" wurden für die Metropolregion Santiago de Chile eine Bestandsaufnahme der Energiesituation anhand ausgewählter Indikatoren durchgeführt, explorative Szenarien analysiert und auf dieser Basis Empfehlungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit im Energiesystem erarbeitet.

1 Einleitung

Die gegenwärtige Form der Versorgung moderner Gesellschaften mit Energie impliziert häufig die Übernutzung knapper nicht-erneuerbarer Ressourcen und Umweltschädigungen. Sie findet damit zu Lasten heutiger wie auch zukünftiger Generationen statt und ist insoweit nicht nachhaltig. Mit rund zwei Prozent der globalen Landfläche und über 50 % der Weltbevölkerung sind Städte für rund zwei Drittel des globalen Energieverbrauchs und knapp 75 % der Treibhausgas-Emissionen verantwortlich (IEA 2008). Es liegt daher nahe, bei der Suche nach Lösungen für eine nachhaltigere Energieversorgung Städte verstärkt in den Blick zu nehmen. Megacities stellen hierbei aufgrund ihrer Größe und ihrer hohen Konzentration an Kapital und Wirtschaftsleistung eine besondere Herausforderung dar.

In Santiago de Chile leben mit derzeit 6,5 Mio. Einwohnern rund 40 % der Bevölkerung des Landes, und beinahe 50 % der nationalen Wirtschaftsleistung sind hier konzentriert. Damit kommt der Stadt eine herausragende Bedeutung für die Entwicklung Chiles zu und sie stellt darüber hinaus einen wichtigen wirtschaftlichen und politischen Knoten im Netzwerk Lateinamerikas dar.

2 Methodisches Vorgehen

Das deutsch-chilenische Verbundprojekt „Risk Habitat Megacity" (RHM) hatte zum Ziel, Strategien und Maßnahmen für eine nachhaltigere Entwicklung der Metropolregion Santiago de Chile (MRS) zu erarbeiten (Kopfmüller et al. 2009). Innerhalb der Laufzeit des Projektes (2006 bis 2010) wurden u. a. auch Strategien und Maßnahmen für das Energiesystem entwickelt, die in diesem Beitrag vorgestellt werden. Die Nachhaltigkeitsanalyse der Energiesituation erfolgte in fünf Schritten.

Als Grundlage für diese Betrachtungen wurde zunächst eine Bestandsaufnahme der Beschaffenheit des Energiesystems auf der Basis von statistischen Daten und Experteninterviews durchgeführt. In einem zweiten Schritt wurden zur Bewertung der Nachhaltigkeitssituation Indikatoren ausgewählt und Zielwerte für diese ermittelt. Basis hierfür war die Auswertung einschlägiger nationaler und internationaler Literatur sowie das „Integrative Konzept Nachhaltiger Entwicklung" der Helmholtz-Gemeinschaft mit seinen substanziellen und instrumentellen Nachhaltigkeitsregeln (Kopfmüller et al. 2001), die auf den Energiesektor der MRS angewendet wurden.

Der dritte Schritt bestand in der Erarbeitung von explorativen Szenarien. Basierend auf einer Auswertung der wichtigsten internationalen Szenarienstudien wurden Rahmenszenarien für den Energiebereich der MRS erarbeitet. Es wurden drei alternative globale Entwicklungsoptionen bis 2030 entworfen – Business-as-usual (BAU), Corporate Identity (CR) und Market Individualism (MI) – und für die spezifischen Gegebenheiten in Chile bzw. der MRS übersetzt (detailliertere Erläuterungen hierzu s. u.). Sie bildeten den Rahmen für die Analyse der künftigen Entwicklung des Energiesystems. Für einen Teil der Nachhaltigkeitsindikatoren war es möglich, ihre Entwicklung in den einzelnen Szenarien mit dem Computermodel MESAP/Planet („Modular Energy System Analysis and Planning Environ-

ment/Planning Network") zu modellieren, das am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt für die Analyse von Energiesysteme genutzt wird (Krewitt et al. 2009) und mit welchem bereits nationale chilenische Energieszenarien erstellt wurden (Greenpeace et al. 2009). Andere konnten nur qualitativ beschrieben werden.

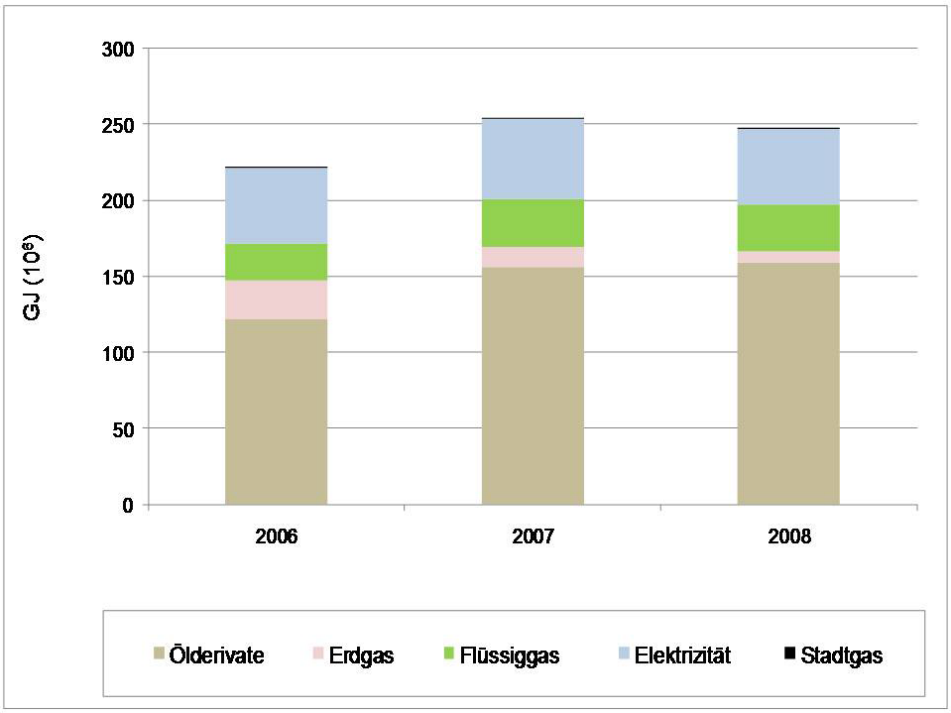
Der vierte Schritt bestand in der Bewertung der Szenarienergebnisse an Hand der Indikatoren und Zielwerte, der Feststellung von Zielabweichungen (mit Hilfe der distance-to-target-Methode) und der Identifizierung der jeweils drängendsten Nachhaltigkeitsdefizite. Auf der Grundlage der Bewertungsergebnisse wurden Vorschläge für Strategien und Maßnahmen zur Verringerung der festgestellten Probleme erarbeitet.

Energieversorgung in SantiaDas Energiesystem in Chile ist gekennzeichnet durch einen hohen Privatisierungsgrad und eine hohe ökonomische Konzentration der Energiedienstleister, die durch die nationale Energiekommission (CNE) und das neu geschaffene Energieministerium kontrolliert werden. Der Energieverbrauch der MRS entspricht dem einer Großstadt eines Schwellenlandes, d. h. er ist geprägt von starkem Wachstum und einer starken Abhängigkeit von fossilen Energierohstoffen (s. Abb. 1). Diese werden nahezu vollständig aus dem Ausland importiert.

Den höchsten Anteil am gesamten Endenergieverbrauch im Jahre 2008 von 248 PJ hatte der Verkehr mit rund 40 % gefolgt von der Industrie mit 25 %, den Haushalten mit 20 % und Handel und Dienstleitungen mit 15 %. Das Stromversorgungssystem ist in Chile in vier voneinander unabhängige Netze unterteilt, wobei die MRS vom größten Netz „Sistema Interconectado Central" (SIC) versorgt wird. Die Region kann sich zu 25 % selbst mit Strom versorgen, wobei 50 % des in der MRS produzierten Stroms aus Wasserkraft entsteht.

Der Stromverbrauch pro Kopf stellt sich in den einzelnen Stadtteilen von Santiago sehr unterschiedlich dar. Während in Las Condes und Vitacura – den Kommunen mit den durchschnittlich höchsten Haushaltseinkommen – 2.500 bis 3.000 kWh pro Kopf und Jahr verbraucht werden, sind es in den „ärmeren" Kommunen Cero Navia, Lo Prado und San Ramon nur gut 500

Abb. 1: Energieverbrauch der Metropolregion Santiago de Chile



Quellen: CNE 2008a; SEC 2006; SEC 2007; SEC 2008

kWh (Vargas 2008). Den größten Anteil am Stromverbrauch in der MRS hat mit 30 % die Industrie, gefolgt von den Haushalten mit 26 % sowie Handel und Gewerbe mit 22 %. Der Bergbau macht 7 %, die Landwirtschaft 2 % und die sonstigen Sektoren 13 % aus.

3 Auswahl der Indikatoren

Zunächst wurde eine Analyse der internationalen Literatur zum Thema Energieindikatoren durchgeführt.[1] Auf dieser Basis wurde ein umfassender Satz von 44 Indikatoren erstellt. Daraus wurden 16 „Kern-Nachhaltigkeitsindikatoren" ausgewählt; dies geschah v. a. mit Blick auf eine angemessene Abbildung der Nachhaltigkeitsregeln des Integrativen Konzepts. Schließlich wurden primär anhand der Kriterien (a) Möglichkeit, Zielwerte für die Indikatoren festzulegen und (b) Verfügbarkeit von Daten die folgenden acht Indikatoren für die Bewertung der Ist-Situation und der künftigen Entwicklung ausgewählt:

1. Anteil der Haushalte im ländlichen Teil der MRS ohne Zugang zu Strom,
2. Dauer der Unterbrechung der Stromversorgung in der MRS,
3. Endenergienutzung pro Kopf in der MRS,
4. Energieintensität in Chile,
5. Anteil des aus nicht konventionellen erneuerbaren Energien erzeugten Stroms an der Stromproduktion im SIC-Netz,
6. Energiebedingte CO_2-Emissionen in der MRS,
7. Anteil des Endenergieverbrauchs, der auf der Nutzung in die MRS importierter Energieressourcen basiert.
8. Grad der ökonomischen Konzentration im Energiebereich in der MRS.

Für einige der Indikatoren wurden Werte für die nationale oder regionale Ebene erhoben, da für die MRS keine ausreichenden Daten verfügbar waren. Für alle Indikatoren wurden Zielwerte auf der Grundlage von existierenden lokalen, regionalen oder nationalen Werten festgelegt oder in den Fällen, wo dies nicht möglich war, auf der Grundlage wissenschaftlicher Expertise vorgeschlagen.

4 Santiago 2030

Die Steuerung von Großstädten wie Santiago de Chile stellt eine erhebliche Herausforderung dar – zum einen bedingt durch ihre Größe und Komplexität, zum anderen, weil sie von verschiedenen nationalen und internationalen Faktoren abhängig sind. Zur Abschätzung, wie sich die Nachhaltigkeitssituation des Energiebereichs in Santiago in Zukunft entwickeln wird, wurde die Szenariomethodik angewendet. Es wurden drei globale explorative Rahmenszenarien entlang verschiedener, gesellschaftliche Entwicklung treibender Faktoren wie ökonomische Entwicklung, institutioneller Rahmen/Governance, Demographie, technologische Entwicklung, soziales Wertesystem, Klimawandel oder Bildung erarbeitet (Barton et al. 2009a). Dies geschah auf der Grundlage einer Auswertung der wichtigsten vorliegenden internationalen Szenarienstudien – etwa von Global Scenario Group (2002), Shell (2005), IPCC (2007), UNEP (2007) oder U.S. National Intelligence Council (2008). Die drei Rahmenszenarien wurden dann unter Nutzung von Expertenwissen und vorhandener Literatur für die spezifischen Bedingungen Chiles und der MRS übersetzt.[2] Die Grund-„Philosophien" der drei Szenarien sind nach Barton, Kopfmüller (2009) die folgenden drei:

Business-as-usual (BAU): Hier wird die bestehende starke Marktorientierung in Politik und Gesellschaft fortgeführt. Sie wird weiterhin teilweise abgefedert durch soziale Sicherungsmechanismen für die Ärmsten. Primäres Ziel ist die Auslöschung von extremer Armut, erst danach geht es um Gerechtigkeitsfragen. Die Begrenztheiten des bestehenden politischen Systems und der sozioökonomischen Machtstrukturen bleiben jedoch bestehen. Es wird daher weiterhin eine zweigeteilte Sozioökonomie existieren, in der Klassen- und Statuskategorien einen starken Einfluss auf soziale Organisation und ökonomische Verteilung haben.

Market Individualism (MI): In diesem Szenario werden die individuelle Wahl- und Handlungsfreiheit zur wesentlichen Entwicklungsgrundlage. Die Zielsetzung einer weitgehenden Eigenverantwortung und des individuellen Rechts auf rationale Entscheidungen zum eigenen Nutzen lässt den Markt zum dominanten Mechanismus für alle ge-

sellschaftlichen Aktivitäten werden. Die weitgehende Reduzierung der Rolle des Staates auf die Bereiche Sicherheit und Schutz der Eigentumsrechte reduziert auch Marktverzerrungen. Regulierung dient v. a. der schnelleren Marktanpassung und der Erleichterung des Marktzugangs für Produzenten und Konsumenten. Da die Individuen über Märkte entsprechend ihrer individuellen Präferenzen agieren, finden alle Veränderungen von sozialen Strukturen eher über diesen Weg und weniger durch staatliche Eingriffe statt. Ressourcen und Dienstleistungen werden erzeugt und verteilt gemäß Angebot und Nachfrage mit dem Preis als Knappheitsregulationsmechanismus.

Corporate Identity (CR): Hier wird ein Wandel der regionalen sozioökonomischen und sozioökologischen Bedingungen angenommen. Umverteilungsmaßnahmen wird eine erhebliche Bedeutung zukommen im Umgang mit strukturellen Verteilungsdefiziten und mit Marktversagen in bestimmten Bereichen von Wirtschaft und Dienstleistungen. Basis hierfür ist die Ethik der Chancengleichheit in der regionalen Entwicklung. Soziale und ökologische Gerechtigkeit werden zu einem zentralen Ziel staatlicher Regulierungen. Dementsprechend verlieren traditionelle Eliten allmählich an Macht und Wohlstand wird weniger ungleich verteilt. Die Anwendung von Technik wird stärker an sozialen Werten sowie an Umwelt- und Ressourcenschutzzielen orientiert.

Entsprechend dieser Szenariengrundausrichtungen wurden in den drei Varianten für die genannten Treiber und die sie konkretisierenden Faktoren auf der Basis von Expertenwissen und der Ergebnisse mehrerer Stakeholder-Workshops Annahmen darüber erarbeitet, wie sich diese bis 2030 verändern werden. Für einen Teil der Treiber, die quantitativen Variablen, wurden konkrete Zahlenwerte bis 2030 angenommen (Barton et al. 2009b).

All dies bildete den Rahmen, der in einem nächsten Schritt in spezifische Szenarien für den Energiebereich übersetzt wurde. Hierzu wurden die möglichen Zusammenhänge zwischen Treibern bzw. quantitativen Variablen (z. B. Bevölkerungs- oder Wirtschaftsentwicklung) und z. B. dem Energieverbrauch für die drei Szenarien abgeschätzt (Stelzer et al. 2009). Diese Energieszenarien sowie die Vorschläge für die Nachhaltigkeitsindikatoren und Zielwerte wurden in einem Workshop mit Stakeholdern vor Ort diskutiert. Die Ergebnisse dieses Prozesses sind in die endgültige Ausgestaltung der Energieszenarien eingeflossen. Ausgewählte Parameter dieser Energieszenarien sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Im Rahmen dieser Energieszenarien wurde die künftige Entwicklung der Indikatoren abgeschätzt und bewertet, was z. T. gestützt auf das Modell MESAP/PlaNet erfolgte. Dieses Modell berechnet Energie- und Emissionsbilanzen für Energiereferenzsysteme.

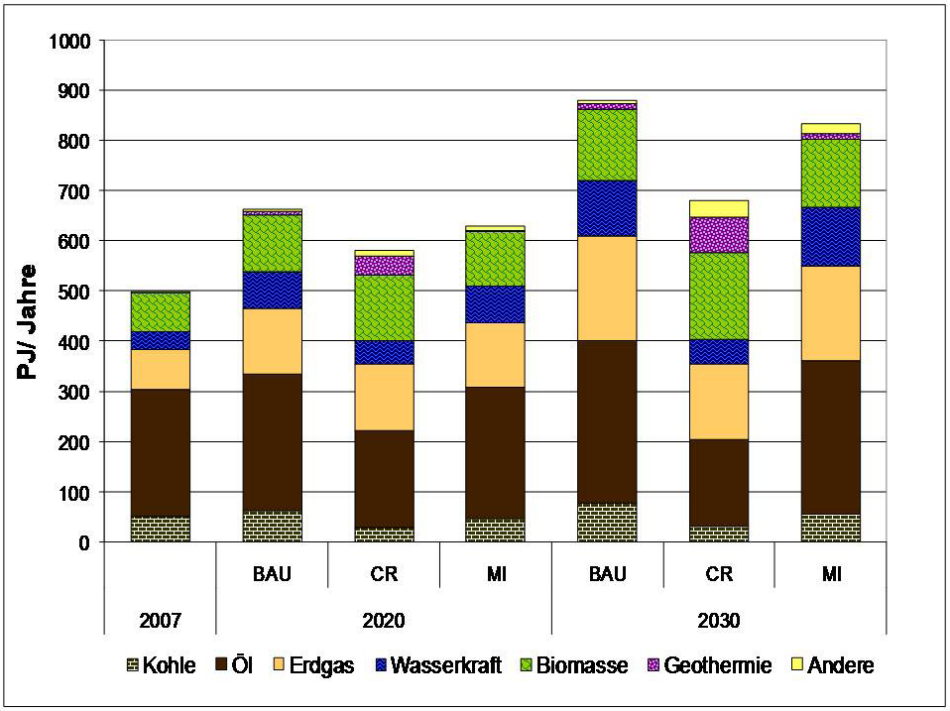
Die Szenarienergebnisse zeigten z. B., dass sich beim MI- und beim BAU-Szenario ähnliche Werte beim Primärenergieverbrauch, bei den CO_2-Emissionen und beim Energieträger-Mix einstellen. Wasserkraft bleibt in allen drei Szenarien die tragende Säule der Stromversorgung. In CR wird der Energieverbrauch deutlich weniger steigen als in den anderen Szenarien und nicht konventionelle erneuerbare Energien werden

Tab. 1: Ausprägung von ausgewählten Energieparametern in den Energieszenarien 2030

Bereich	*BAU*	*CR*	*MI*
Rolle der Wasserkraft	Realisierung der Groß-Anlage HidroAysen	Fokus auf kleine Wasserkraftanlagen	Realisierung der Groß-Anlage HidroAysen
Rolle der nicht-konventionellen erneuerbaren Energieträger	Implementierung der beschlossenen Zielwerte (5 % für 2010 / 10 % für 2024)	Starke Zunahme von Kraft-Wärme-Kopplung, Wind, Solar, Geothermie, Biomasse	Verstärkter Zuwachs bei der Stromerzeugung durch Wind und Solarkollektoren
Rolle fossiler Brennstoffe	Weitere Investitionen in Kohlekraftwerke	Gas als Backup für erneuerbare Energien	Weitere Investitionen in Kohlekraftwerke
Transportsektor: Anteil der Elektroantriebe am Pkw-Bestand	6 %	10 %	10 %

Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 2: Primärenergieverbrauch in der Metropolregion Santiago de Chile nach Energiequellen



Quelle: Eigene Darstellung nach Simon et al. 2011/i. E.

hier mit rund 35% deutlich mehr zur Stromproduktion beitragen (Abb. 2).

5 Nachhaltigkeitsbewertung

Die Nachhaltigkeitsanalyse des Ist-Zustandes und der Szenarienentwicklung der Indikatoren zeigt ein heterogenes Bild. In einigen Fällen sind die Entwicklungen positiv, in anderen ist noch eine große Abweichung von den Zielwerten zu konstatieren. An dieser Stelle kann exemplarisch nur auf den Indikator „Anteil des Endenergieverbrauchs, der auf der Nutzung in die MRS importierter Energieressourcen basiert“ eingegangen werden.

Eines der für Chile (wie auch die MRS) zu konstatierenden Nachhaltigkeitsdefizite liegt in der hohen Abhängigkeit von Energierohstoffimporten, da sie das Land verwundbar macht gegenüber Lieferausfällen. Seit vielen Jahren importiert Chile mehr als zwei Drittel der verbrauchten Energieressourcen. Die Importquote auf Primärenergiebasis stieg von 50 % im Jahr 1990 auf heute über 70 % (CNE 2008a). Die Ursachen hierfür sind sowohl die steigende Energienachfrage als auch die geringen Vorkommen an konventionellen Energieträgern in Chile.

Besonders stark hat in der Vergangenheit der Import von Erdgas aus Argentinien zugenommen. In den Jahren 2006/2007 hat Argentinien den Erdgasexport nach Chile – unter Verletzung vertraglicher Vereinbarungen – dramatisch reduziert, was zu ernsten Problemen für Chiles Industrie und auch für private Haushalte führte. Daraufhin wurde Gas weitgehend durch Diesel und Kohle ersetzt, was zwischen 2005 und 2007 zu einer Verdreifachung der Dieselimporte führte. Auch der Import von Öl und Kohle ist in diesem Zeitraum signifikant gestiegen. Bis 2010 sind in Chile rund 1 Mrd. US-Dollar in zwei große Überseehäfen (Quintero und Mejillones) mit einer Kapazität von ca. 16 Mio. m^3 Flüssiggas (LNG) pro Tag investiert worden, um die Gaslieferausfälle aus Argentinien so schnell wie möglich zu kompensieren.

Um künftig weniger von riskanten Lieferungen, aber auch von den Schwankungen auf den Energierohstoffmärkten abhängig zu sein, wäre eine Reduzierung der Energieimportabhängigkeit auf unter 50 % anzustreben. Unter den bestehenden Rahmenbedingungen wird sie sich allerdings weiter erhöhen, z. B. aufgrund der

zunehmenden Installation von kohlebefeuerten thermischen Kraftwerken, die in den nächsten Jahren in Betrieb gehen werden bzw. geplant sind (IEA 2009a; IEA 2009b). Die CNE sagt einen Anteil solcher Kraftwerke von 26 % an der Elektrizitätsversorgung für 2020 voraus.

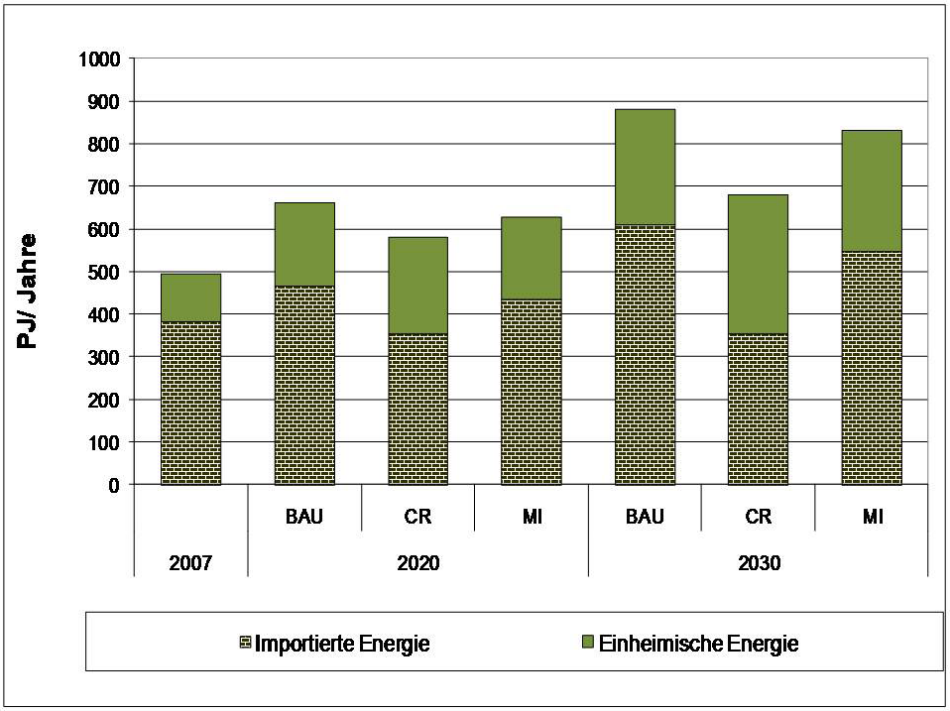
Die Szenarienergebnisse zeigen, dass hier unterschiedliche Entwicklungen möglich sind. Im BAU und im MI-Szenario wird die Importabhängigkeit zwar prozentual verringert, es erhöht sich jedoch die absolute Menge importierter Energierohstoffe. Nur in CR würde sich sowohl eine absolute als auch eine relative Abnahme ergeben. Dies resultiert sowohl aus der hier deutlich geringeren Zunahme der Energienachfrage, aber auch aus dem verstärkten Einsatz heimischer erneuerbarer Energien (s. Abb. 3). In diesem Szenario könnten 50 % Importabhängigkeit erreicht werden.

6 Politik für ein nachhaltigeres Energiesystem

Chile hat in den letzten Jahren einige energiepolitische Schritte in Richtung einer nachhaltigeren Energieversorgung unternommen. So ist auf nationaler Ebene ein eigenständiges Energieministerium geschaffen worden, es ist ein Programm für Energieeffizienz ins Leben gerufen worden und die für die MRS zuständige Regionalregierung arbeitet an einem Energieplan für die Metropolregion, der im März 2011 vorgelegt werden soll. In einer dem CR-Szenario entsprechenden Zukunft wäre es möglich – wie etwa beim Indikator Importabhängigkeit – einige der Nachhaltigkeitszielwerte für die ausgewählten Indikatoren zu erreichen. In einer dem BAU- oder MI-Szenario entsprechenden Welt sähe dies jedoch anders aus. Unter Vorsorgegesichtspunkten wäre es demnach in jedem Fall notwendig, weitere Maßnahmen zu ergreifen.

Eine wichtige Maßnahme dabei wäre, anstatt Kohlekraftwerken Gaskraftwerke zu installieren, die flexibler regelbar und damit besser geeignet sind, eine kontinuierliche Energieversorgung in Verbindung mit Kraftwerken zu gewährleisten, die auf von klimatischen Bedingungen abhängigen erneuerbaren Energieträgern basieren. Desweiteren sollten bestehende Aktivitäten, mit denen das von der CNE für Chile formulierte Ziel einer 20%igen Effizienzsteigerung bis 2020 erreicht werden könnte, ausgebaut werden (CNE 2008b).

Abb. 3: Abhängigkeit der Metropolregion Santiago de Chile von Energieimporten aus dem Ausland



Quelle: Eigene Darstellung nach Simon et al. 2011/i. E.

Weiterhin wäre es von großer Bedeutung, dass Chile sein immenses Potenzial an regenerativen Energien noch stärker nutzt. Zu diesen vorhandenen regenerativen Energien gehören

- Wasserkraft (in den Anden),
- Biomasse (in den Forstgebieten des Südens, in den Agrarlandschaften der Zentralregion und im Abfall der Metropolregion),
- Windkraft (im Süden),
- Solarenergie (im Norden),
- Meeresenergie (im Westen) sowie
- das allgemein vorhandene Geothermiepotenzial.

Dabei sollte mit der Suche nach und Analyse von solchen Potenzialen in der RMS begonnen werden, da die Risiken transportbedingter Leitungsverluste mit zunehmender Entfernung der Energiequelle steigen. Relativ einfach zu realisieren wäre etwa eine auf einer „Befliegung" der MRS basierende Auswertung der Nutzbarkeit bestehender Dachflächen für die Produktion von Solarenergie, wie dies z. B. in Osnabrück derzeit durchgeführt wird (FH Osnabrück/Stadt Osnabrück 2010).

Zur Realisierung der notwenigen Ziele einer Steigerung der Energieeffizienz und der Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energie an der Energieerzeugung sind neben den technischen Maßnahmen die Setzung geeignet politischer Rahmenbedingungen erforderlich, die bislang in Chile und der MRS noch kaum existieren. Zu nennen sind hier insbesondere die Einführung entsprechender Steuern und Abgaben auf den Verbrauch von fossilen Energieträgern sowie der erleichterte oder vorrangige Stromnetzzugang für erneuerbare Energien.

Anmerkungen

1) Hierzu wurden v. a. folgende Studien herangezogen: UN-CSD (2007), United Nations Secretary-General (2007), Southeast False Creek Steering Committee (2005), CEPAL (2007), OECD (2007), Atkinson et al. (2004), Berman, Phillips (2000), Böhnke (2001), Hacking (2005), Shookner (2002), Van der Maesen, Walker (2006), Arancon Sanchez (2009).
2) Zu dieser Literatur gehörten z. B. Galetovic 2006; Paz, Larraín 2004 sowie Larraín et al. 2003a und dies. 2003b.

Literatur

Arancon, S., 2009: Grounding Sustainable Development in Urban Planning: A Framework of Sustainability Indicators for the Metropolitan Region of Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica, Santiago de Chile. Master Thesis

Atkinson, A.; Marlier, E.; Nolan, B., 2004: Indicators and Targets for Social Inclusion in the European Union. In: Journal of Common Market Studies 42/1 (2004), S. 47–75

Barton, J.; Kopfmüller, J., 2009, unveröffentlicht: Storylines of Framework Scenarios. Santiago de Chile

Barton, J.; Kopfmüller, J., Stelzer, V., 2009b, unveröffentlicht: Quantitative Variables and Values for 2010-2030. Santiago de Chile

Barton, J.; Kopfmüller, J.; Stelzer, V. et al., 2009a, unveröffentlicht: List of Driving Factors and Key Words. Santiago de Chile

Berman, Y.; Phillips, D., 2000: Indicators of Social Quality and Social Exclusion at National and Community Level. In: Social Indicators Research, 50/3 (2000), S. 329–350

Böhnke, P., 2001: Nothing Left to Lose? Poverty and Social Exclusion in Comparison. Empirical Evidence on Germany. Veröffentlichungen der Abteilung Sozialstruktur und Sozialberichterstattung des Forschungsschwerpunktes Sozialer Wandel, Institutionen und Vermittlungsprozesse des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung. Berlin

Borsdorf, A.; Coy, M., 2009: Megacities and Global Change: Case Studies from Latin America. In: DIE ERDE, 149/4 (2009), S. 341–354

CEPAL – United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean, 2007: Risk, Habitat and Megacities. Latin Amercian Metropolitan Panorama. Draft. Santiago de Chile

Chamy, R.; Vivanco E., 2007: Identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de Biogás. Santiago de Chile, Comisión Nacional de Energía (CNE), Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Ecofys GmbH

CNE – National Energy Commission, 2008a: National Balance of Energy of 1999, 2001, 2003, 2005 and 2007. Primary energy balance; http://www.cne.cl/cnewww/opencms/06_Estadisticas/Balances_Energ.html (download 13.6.10)

CNE – National Energy Commission, 2008b: Transformando la crisis energética en una oportunidad. Santiago de Chile, Comisión Nacional de Energía (CNE)

FH Osnabrück; Stadt Osnabrück, 2010: SunArea – Dachflächen für Photovoltaik in Osnabrück; http://geodaten.osnabrueck.de/website/Sun_Area/viewer.htm (download 3.12.10)

Galetovic. A. (Hg.), 2006: Dónde estamos y hacia dónde vamos. Santiago de Chile

Global Scenario Group, 2002: Great Transition. The Promise and Lure of the Times Ahead. Studie der Global Scenario Group als Kooperation zwischen Stockholm Environment Institute (SEI) und Tellus Institute Boston. Boston; http://www.tellus.org/seib/publications/Great_Transitions.pdf (download 3.12.10)

Greenpeace International, EREC – European Renewable Energy Council, DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, ecofys – Beratungsunternehmen für erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Klimaschutzstrategien, 2009: Energy [R]evolution – A Sustainable Chile Energy Outlook. Amsterdam(EREC)

Hacking, S., 2005: European Network Indicators of Social Quality – ENIQ – Social Quality. The British National Report. University of Sheffield. Department of Sociological Studies

IEA – International Energy Agency, 2008: World Energy Outlook 2008. Paris

IEA – International Energy Agency, 2009a: Energy Balance of Non-OECD Countries (2009 edition). IEA energy statistics (Beyond 20/20). Paris

IEA – International Energy Agency, 2009b: Chile Energy Policy Review 2009. Paris.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007: Fourth Assessment Report [Metz, B.; Davidson, O.R.; Bosch, P.R.; Dave, R.; Meyer, L.A. (Hg.)]. Cambridge

Kopfmüller, J.; Brandl, V.; Jörissen, J. et al., 2001: Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. Berlin

Kopfmüller, J.; Lehn, H.; Nuissl, H. et al., 2009: Sustainable Development of Megacities: An Integrative Research Approach for the Case of Santiago Metropolitan Region. In: DIE ERDE, 140/4 (2009), S. 417–448

Kraas, F.; Nitschke, U., 2006: Megastädte als Motoren globalen Wandels. Neue Herausforderungen weltweiter Urbanisierung. In: Internationale Politik 61/6 (2006), S. 18–28

Krewitt, W.; Teske, S.; Simon, S. et al., 2009: Energy [R]evolution 2008 – A Sustainable World Energy Perspective. In: Energy Policy 37/12 (2009), S. 5764–5775

Larraín, S.; Karím P., Aedo, M.P., 2003a: Chile Sustentable – Propuesta Ciudadana para el Cambio. Santiago de Chile; http://www.chilesustentable.net/nweb_portal/site/propuesta/introCS.pdf (download 10.3.09)

Larraín, S.; Palacios, K.; Paz Aedo, M., 2003b: Chile Sustentable: Propuesta Ciudadana para el Cambio. Programa Chile Sustentable. Santiago de ChileBeide „Chile sustentable"-Studien sind einsehbar unter: http://www.chilesustentable.net/; „libros y publicationes"; „alternativas"

OECD – Organisation for Economic Development and Co-Operation, 2007: Key Environmental Indicators 2007. Paris

Paz Aedo, M.; Larrain, S., 2004: Alternativas a la Globalización en Chile. Experiencias y propuestas para otro Chile posible. Programa Chile Sustentable. Santiago de Chile

SEC – Superintendent's Office of Electricity and Fuels, 2006: Statistical Report of Production, Import and Sale of Crude Oil, Natural Gas and Derivatives of 2006

SEC – Superintendent's Office of Electricity and Fuels, 2007: Statistical Report of Production, Import and Sale of Crude Oil, Natural Gas and Derivatives of 2007

SEC – Superintendent's Office of Electricity and Fuels, 2008: Statistical Report of Production, Import and Sale of Crude Oil, Natural Gas and Derivatives of 2008

Shell, 2005: Shell Global Scenarios to 2025. The Future Business Environment: Trends, Trade-Offs and Choices. Den Haag. Kurzfassung unter http://www.shell.com/home/content/aboutshell-en/our_strategy/shell_global_scenarios/ceo_introduction/scenarios_2025_introduction_ceo_30102006.html (download 3.12.10)

Shookner, M., 2002: An Inclusion Lens. Workbook for Looking at Social and Economic Exclusion and Inclusion. Atlantic Regional Office, Population and Public Health Branch. Halifax

Simon, S.; Stelzer, V.; Vargas, L. et al., 2011/i. E.: Energy Systems. In: Heinrichs, D., Krellenberg, K., Hansjürgens, B., Martinez, F. (Hg.): Risk Habitat Megacity: The Case of Santiago de Chile. Berlin

Southeast False Creek Steering Committee, 2005: Sustainability Indicators, Goals, Targets for South East False Creek Adopted by the Vancouver City Council

Stelzer, V.; Vargas, L.; Parades, G. et al., 2009, unveröffentlicht: Escenarios energeticos. Taller 'Sistema de Energía en Santiago 2030'

UN-CSD – United Nations Commission on Sustainable Development, 2007: CSD Indicators of Sustainable Development – 3rd Edition

UNEP – United Nations Environmental Programme, 2007: GEO4. Evironment for Development. Valletta (Malta); http://www.grid.unep.ch/activities/assessment/geo/geo4.php (download 3.12.10)

United Nations Secretary-General, 2007: Millennium Development Goals. New York; http://www.un.org/millenniumgoals/index.html (download 26.9.07)

United States National Intelligence Council, 2008: Global Trends 2025: A Transformed World. Washington, D.C.

Van der Maesen, L., Walker, A., 2006: Indicators of Social Quality: Outcomes of the European Scientific Network. In: European Journal of Social Quality 5/1-2 (2006), S. 8–24

Vargas, L., 2008: Field of Application Energy System. Presentation at the First Status Conference of the Risk Habitat Megacity Project. Santiago de Chile

Kontakt

Dr. Volker Stelzer
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 34 74
E-Mail: volker.stelzer@kit.edu

« »

Carbon Capture and Storage – Politische und gesellschaftliche Positionen in Deutschland

von Wolfgang Fischer, Jürgen-Friedrich Hake, Wilhelm Kuckshinrichs, Olga Schenk und Diana Schumann, FZ Jülich

Die Europäische Union weist „Carbon Capture and Storage“ (CCS) eine wichtige Rolle in einem CO_2-armen Energiesystem zu. Sie forciert Forschung und Entwicklung, die Bereitstellung von Finanzmitteln für Demonstrationskraftwerke und hat die CCS-Richtlinie verabschiedet. In Deutschland wird sie voraussichtlich so umgesetzt, dass bis 2017 nur Demonstrationsprojekte für Speicherung zulässig sind. Möglicherweise zeichnet sich eine veränderte Einschätzung der Rolle von CCS für die deutsche Energiepolitik ab: CCS für fossile Kraftwerke steht nicht mehr im Vordergrund, sondern der Einsatz für Industrieprozesse, um die dann anfallende geringere Menge von CO_2 als Wertstoff zu nutzen. Transportinfrastruktur, Speicherung und Akzeptanzprobleme könnten an Bedeutung verlieren. Jedoch wäre das eine Abkehr von dem bisherigen Konzept, CCS als nationale Klimaschutzoption für die Energiewirtschaft zu sehen.

1 Warum gibt es und was ist CCS?

Die Reduktion von Treibhausgasemissionen, die Verbesserung der Energieeffizienz und der Ausbau der Erneuerbaren Energien zählen zu den ambitionierten Zielen der Energie- und Klimapolitik der Europäischen Union und Deutschlands. Technologien zur Abscheidung von Kohlendioxid (CO_2) mit anschließendem Transport und Speicherung in geologischen Formationen („Carbon Capture and Storage“, CCS) zielen auf die Vermeidung der Emission von CO_2 in die Atmosphäre.

CCS-Technologien, so Szenarien der Internationalen Energieagentur (IEA), kommt bei weltweiten Klimaschutzstrategien eine besondere Bedeutung zu (IEA 2008). In einem Business-as-usual-Szenario rechnet die IEA mit einer Verdopplung der globalen CO_2-Emissionen bis 2050 auf etwa 62 Mrd. t CO_2. In einem Minderungsszenario stellt sie Optionen für eine Reduktion auf ca. 14 Mrd. t CO_2 vor. Die Stromerzeugung leistet hier den größten Beitrag und CCS ist dabei

die Einzelmaßnahme mit dem größten Reduktionsbeitrag. Die Szenarien zeigen, dass mit zunehmenden Minderungszielen CCS an Attraktivität gewinnt – eine Sicht, die nicht von allen Experten geteilt wird (Praetorius, Stechow 2009).

Technologien zur CO_2-Abscheidung sind z. B. bei der Erdgasreinigung oder der Förderung von Erdgas und Erdöl (Enhanced Gas/Oil Recovery), aber auch für die Nutzung von CO_2 in der Nahrungsmittelindustrie oder der chemischen Industrie seit Jahren etabliert. Neu ist die Betrachtung der CO_2-Abscheidung als Option für den Klimaschutz und ihr großtechnischer Einsatz insbesondere im Bereich fossil befeuerter Kraftwerke, aber auch in einigen Industrien (z. B. Zement, Stahl, Chemie), wo sie zur Verringerung prozessbedingter CO_2-Emissionen genutzt werden können. Der großtechnische Einsatz ist mit vielen technischen Neuerungen verbunden (z. B. Energie- und Stoffflussmanagement, Einbindung in den Kraftwerksprozess, Optimierung von Dampfentnahmen) und befindet sich derzeit in der Entwicklungs- und Demonstrationsphase. Neu ist auch, dass das abgeschiedene CO_2 im Rahmen des Klimaschutzes sicher und dauerhaft gespeichert werden soll. Speicheroptionen sind v. a. geologische Formationen wie saline Aquifere und entleerte Gas- bzw. Ölfelder. Die Einpressung von CO_2 in die Tiefsee ist durch das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks völkerrechtlich untersagt, die Einbringung unter den Meeresboden jedoch zulässig. Auch der Aufbau eines großen Transportnetzes ist eine Herausforderung, die technisch geleistet werden kann (Gale, Davison 2004), für die aber politisch-regulative Unsicherheiten hinsichtlich des Baus neuer Pipelines, insbesondere auch grenzübergreifende, bestehen (Roggenkamp, Woerdmann 2009).

Die derzeit diskutierten Technologien zur Abscheidung von CO_2 können in Prozessfamilien eingeteilt werden:

- „Pre-Combustion“: Vor der Stromerzeugung wird durch eine vorgeschaltete Kohlevergasung das CO_2 abgetrennt.
- „Oxyfuel“: Der fossile Brennstoff wird mit reinem Sauerstoff verbrannt, so dass neben Wasserdampf ein konzentrierter CO_2-Strom entsteht.
- „Post-Combustion“: Nach der herkömmlichen Verbrennung wird CO_2 aus dem Rauchgas gewaschen, ein Verfahren, das prinzipiell an bestehende Kraftwerke angeschlossen werden kann.

Die Favorisierung einer dieser Prozessfamilien ist derzeit nicht in Sicht. Alle Technologien sind sehr kapitalintensiv und benötigen viel Energie, so dass Einbußen des Kraftwerkswirkungsgrads von bis zu 14 Prozentpunkten erwartet werden. Da alle Technologien noch erhebliche Effizienzpotenziale aufweisen, wird mittel- bis langfristig mit Wirkungsgradeinbußen von acht bis zehn Prozentpunkten und mit sinkenden Investitionskosten gerechnet. Darüber hinaus sind langfristig weitere Effizienzsteigerungen durch neue Trennprozesse denkbar. Derzeit wird auch keine Speicheroption international klar favorisiert. Sie werden alle hinsichtlich der geologischen Voraussetzungen, der Umweltauswirkungen, der Gesundheitsrisiken sowie der Kosten untersucht (Kuckshinrichs et al. 2010).

Zunehmend gerät das Potenzial von CO_2 als Wertstoff in den Blick, insbesondere für die chemische Industrie. Allerdings kann eine solche Nutzung von CO_2 nur einen geringen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Denn, verglichen mit den energiebedingten CO_2-Emissionen, werden nur kleine Mengen für einen begrenzten Zeitraum fixiert. Zudem kommt es bei vielen Produkten nur zu einer Nettovermeidung von CO_2, wenn die Energie zur Herstellung der Produkte aus nicht-fossilen Energien stammt (Kuckshinrichs et al. 2010).

Um einen zukünftigen Einsatz von CCS zu ermöglichen, müssen nicht nur die Marktreife der Technologien sowie der Aufbau und Betrieb einer Infrastruktur für Transport und unterirdische Lagerung von CO_2 gewährleistet sein, sondern auch ein Rechtsrahmen für CCS und die politische sowie gesellschaftliche Akzeptanz dieser Technologien. Der Fokus des Beitrags liegt auf diesen beiden Bedingungen.

2 CCS in der Europäischen Union

Die EU verfolgt international und innerhalb der Union eine aktive CCS-Politik, um ihre energie-, wirtschafts- und klimapolitischen Ziele in Über-

einstimmung zu bringen (vgl. Schenk 2011/i. E.). Sie hat sich verpflichtet, bis 2015 den Bau von bis zu 12 Demonstrationsanlagen zu fördern, hat einen Rechtsrahmen für CO_2-Speicherung geschaffen und Instrumente entwickelt, um, ergänzend zu nationalen Förderprogrammen, die CCS-Forschung und -Entwicklung sowie Demonstrationsvorhaben finanziell zu unterstützen und so eine technologische Führungsrolle einzunehmen.

Eine zentrale Bedeutung nimmt die CCS-Richtlinie zur geologischen Speicherung von CO_2 ein, mit der die EU den weltweit ersten Rechtsrahmen für die dauerhafte Speicherung von CO_2 und für einheitliche Umweltschutz- und Sicherheitsstandards geschaffen hat (European Commission 2009). Die Richtlinie legt v. a. die Rahmenbedingungen, Kriterien und das Verfahren für die Auswahl, Genehmigung, Schließung, Überwachung und den Betrieb der CO_2-Speicherstätten fest. Sie bestimmt auch das Vorgehen im Fall einer Leckage, definiert das Verfahren bei der Schließung sowie Übertragung der Verantwortung für die Speicherstätte an die zuständige nationale Behörde und definiert die Grundlagen für den Zugang Dritter zum Transportnetz und zu Speicherstätten. Die Richtlinie führt als Ergänzung einer EU-Richtlinie über Großfeuerungsanlagen den „capture-ready"-Ansatz ein: Neue fossile Kraftwerke ab 300 MW sollen so ausgelegt werden, dass sie mit CO_2-Abscheidungsanlagen nachrüstbar sind. Nicht durchgesetzt hat sich die Auffassung, neue Kraftwerke nur noch mit CCS-Technologie zuzulassen.

Die rasche Entwicklung und Verabschiedung der CCS-Richtlinie zeigt, wie wichtig der Gemeinschaft das Ziel ist, CCS bis 2020 zur Marktreife zu bringen. Dabei sind zwei Stichtage von Bedeutung:

- Am 25.6.2011 läuft die Frist für die Implementierung der CCS-Direktive in die nationale Gesetzgebung ab, danach müssen die Mitgliedsstaaten mit einem Vertragsverletzungsverfahren rechnen.
- Bis zum 31.12.2015 müssen die Demonstrationsprojekte voll einsatzfähig sein, um aus dem Europäischen Energieprogramm zur Konjunkturbelebung (EEPR) und dem EU-Emissionshandel (NER300) EU-Fördermittel erhalten zu können.

Daher ist die zügige nationale Umsetzung der CCS-Richtlinie nicht nur europarechtlich geboten, sondern auch notwendig, falls sichergestellt werden soll, dass sich nationale Projekte für die EU-Förderung qualifizieren können.

Die öffentliche EU-Forschungsförderung reicht zurück bis in das Dritte EU-Rahmenprogramm für Forschung und Technologieentwicklung (RP 1990-94) und steigt seitdem: Von 16 Mio. EUR im RP5 (1998-2002) auf 70 Mio. EUR im RP6 (2003-06), und eine weitere Steigerung im RP7 (2007-13) ist zu erwarten. Schon im ersten Aufruf des RP7 werden 18 CCS-Projekte mit ca. 64 Mio. EUR gefördert.[1] In der EU hat sich die Position durchgesetzt, großtechnische Demonstrationsvorhaben sowohl auf der europäischen als auch auf der nationalen Ebene zu unterstützen. Dafür wurden, als Reaktion auf Forderungen der Industrie nach erhöhter öffentlicher Finanzierung, Mechanismen entwickelt: Das EEPR fördert sechs CCS-Demonstrationsprojekte mit einem Gesamtbudget von ca. eine Mrd. Euro. In Deutschland wird durch dieses Programm die Demonstrationsanlage von Vattenfall in Jänschwalde bezuschusst. Weiterhin stellt die EU rund 300 Mio. Emissionsrechte aus dem New Entrants' Reserve (NER) des EU-Emissionshandels zur Verfügung. Die Auswahl der Projekte erfolgt in einem zweistufigen Verfahren. Zuerst sammeln und prüfen die Mitgliedsstaaten die Projektanträge, die sie dann bis zum 31.12.2010 bei der Europäischen Investitionsbank einreichen können. Die EU-Kommission entscheidet bis zum 31.12.2011 über die endgültige Projektauswahl.

3 CCS in Deutschland

CCS ist in den politischen Grundsatzdokumenten zur Klima- und Energiepolitik sowie zur Forschungspolitik (5. Energieforschungsprogramm 2005-10)[2] verankert. Im Zusammenhang mit der nationalen Umsetzung der Europäischen 20-20-20-Strategie[3] stellte die Bundesregierung 2007 das Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP)[4] vor. Es definiert CCS als eine Option zur Emissionsreduktion bei Kohlekraftwerken und entwickelt ein Maßnahmenpaket, das die Förderung von FuE über die gesamte Technologielinie, die Erprobung von zwei bis drei CCS-Kraftwerken und die Ausarbeitung eines

Rechtsrahmens umfasst. Das neue Energiekonzept der Bundesregierung vom September 2010[5] könnte aber auf eine veränderte Haltung gegenüber CCS hindeuten: An erster Stelle wird CCS als eine Option für energieintensive Industrien mit hohen prozessbedingten Emissionen und erst danach für fossile Kraftwerke genannt. Zudem findet sich CCS nicht unter den Schwerpunkten des für 2011 geplanten 6. Energieforschungsprogramms, so dass es offen bleibt, ob das 6. Programm, wie das noch im vorherigen Programm der Fall war, CCS als einen Förderschwerpunkt berücksichtigen wird (Schenk 2011/i. E.).

Die Zuständigkeit für CCS ist über drei Bundesministerien verteilt: Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bildung und Forschung (BMBF) sowie Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Bei FuE ist das BMWi zuständig für *Kraftwerkstechnik, CO_2-Abscheidung und -Transport*, zu dem auch das Programm „COORETEC“ gehört (s. http://www.cooretec.de). Deren Aktivitäten umfassen Projektförderung, Informationsaustausch zwischen Bundes- und Landespolitik, Industrie und Forschung sowie Beratung des BMWi durch einen Beirat, dem Vertreter von Bund, Ländern, Wissenschaft sowie Industrie angehören. Von 2004 bis 2008 wurden 239 Projekte bewilligt; die öffentliche COORETEC-Finanzierung betrug 129 Mio. Euro, der Industrieanteil belief sich auf weitere ca. 104 Mio. Euro. Für die *CO_2-Speicherung* dagegen ist das BMBF zuständig: Das FuE-Programm „GEOTECHNOLOGIEN“ hat Technologien zur Speicherung von CO_2 als einen Schwerpunkt (http://www.geotechnologien.de). Zwischen 2005 und 2011 wurden 21 Projekte gefördert, die meist Grundlagenforschung zuzuschlagen sind. Das Fördervolumen des BMBF beträgt 18 Mio. Euro, der Anteil der Industrie beläuft sich auf weitere sechs Mio. Euro. Beispiele für CCS-Pilotanlagen in Deutschland sind einige Post-Combustion-Projekte von E.ON, die Anlage zur CO_2-Wäsche von RWE in Niederaußem, die Oxyfuel-Pilotanlage am Kraftwerk Schwarze Pumpe in Spremberg (Vattenfall) sowie CO2SINK in Ketzin, Brandenburg.[6] Die geplanten Demonstrationsanlagen und CO_2-Speicherungsprojekte fasst Tabelle 1 zusammen. Ferner sind deutsche Unternehmen an Projekten im Ausland beteiligt.[7]

Für die Umsetzung der EU-Richtlinie in nationales Recht sind das BMWi und das BMU federführend. Jedoch scheiterte der erste Gesetzentwurf im Sommer 2009 u. a. am Widerstand einzelner Landesregierungen. Eine wichtige Rolle spielt dabei Schleswig-Holstein, das mit massiven lokalen Protesten wegen eines geplanten Speicherprojekts von RWE Power im nördlichen

Tab. 1: Demonstrationsanlagen in Deutschland

Projekt	*Technologie*	*Projektstatus, Laufzeit*	*Projektpartner*	*Anteil öffentlicher Finanzierung*	*Budget*
RWE IGCC-CCS Kraftwerk Hürth, NRW	CO_2-Abscheidung, Transport, Speicherung	Ausgesetzt u. a. wegen fehlender Akzeptanz und Nichtberücksichtigung in EEPR	-		2 Mrd. EUR
Vattenfall Oxyfuel and Post-Combustion-Demonstrationsprojekt Jänschwalde, BB	CO_2-Abscheidung, Oxyfuel und Post-Combustion, Transport, Speicherung	In Planung seit 2008, in Betrieb voraussichtlich ab 2015	-	180 Mio. EUR EU Förderung aus EEPR	1,6 Mrd. EUR
CLEAN Altmark, ST	CO_2-Speicherung mit CO_2 Nutzung zur Steigerung der Entleerungsraten bei Erdgasförderung	In Betrieb, 2008-2011	Verbundkoordination GeoForschungsZentrum Potsdam und 15 weitere Institutionen	15 Mio. EUR BMBF über GEOTECHNOLOGIEN	-

Quelle: Eigene Darstellung; Stand Mitte 2010

Schleswig-Holstein konfrontiert war. Die Gegner der Projekts verwiesen auf das Risiko einer CO_2-Freisetzung, sahen den Tourismus gefährdet und fürchteten um das Image des Landes als Standort für Windkraft (Uken 2009). Geologische Speicherformationen finden sich v. a. in der Norddeutschen Tiefebene, d. h. in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Hingegen fehlen sie u. a. in Nordrhein-Westfalen, wo fossile Kraftwerke konzentriert sind. In ihrer Position zu CCS bilden jedoch die Länder, die über CO_2-Speicherkapazitäten verfügen, keine geschlossene Front; auch sind die Positionen der Landesregierungen nicht einfach nach Parteizugehörigkeit ihrer jeweiligen Regierungen zu ordnen. So unterstützt die Landesregierung Brandenburgs (SPD und LINKE) mit Blick auf das Lausitzer Braunkohlerevier die Nutzung der CCS-Technologien und beabsichtigt, dort die gesamte CCS-Technologielinie zu realisieren. Allerdings gibt es dort auch auf regionaler und kommunaler Ebene Widerstände, die sich nicht nach Parteimitgliedschaft, sondern nach der lokalen Betroffenheit durch CCS-Projekte organisieren.[8] Während der Bundesratsdebatte zum ersten CCS-Gesetzesentwurf[9] forderte die Mehrheit der Länder mit potenziellen Speicherstätten, ungeachtet der Besonderheiten in ihrer Einstellung zu CCS, die Implementierung einer Speicherabgabe in Anlehnung an die Förderabgabe im Bergrecht.

Der 2010 überarbeitete CCS-Gesetzesentwurf[10] versucht auf Befürchtungen hinsichtlich der Risiken der Technologie einzugehen und erfüllt die Forderungen der Speicherländer nach finanziellem Ausgleich. Der Betreiber eines Speichers muss betroffenen Gemeinden einen Ausgleich in Höhe von zwei Prozent des durchschnittlichen Wertes der jährlich eingesparten EU-Emissionsberechtigungen zahlen. Abweichend vom ersten, gescheiterten Entwurf sieht der neue Gesetzesentwurf nun vor, nur Erprobungs- und Demonstrationsprojekte zuzulassen und sie zeitlich zu beschränken: Die Anträge auf CO_2-Speicherung müssen bis Ende 2015 gestellt werden, wobei die maximale jährliche Speichermenge von CO_2 drei Mio. Tonnen pro Speicher und acht Mio. Tonnen bundesweit nicht übersteigen darf. Ob die Länder Speicherprojekte zulassen müssen oder sie faktisch untersagen können („opt out"), ist noch zwischen dem Bund und insbesondere Schleswig-Holstein und Niedersachsen strittig. Die Evaluierung der Erfahrungen mit dem Gesetz wird 2017 erfolgen. Dann soll entschieden werden, ob die Technologie für den kommerziellen Einsatz geeignet ist. Der aktuelle Gesetzesentwurf, der auch weiterhin Kritik auf sich zieht, muss noch die gesetzgeberischen Hürden des Bundestages und v. a. des Bundesrates nehmen, um in Kraft zu treten. Diese politischen Unsicherheiten und der enge Zeitrahmen für Erprobung und Evaluierung erschweren Investitionsentscheidungen.

4 Positionen politischer und gesellschaftlicher Akteure zu CCS

In Deutschland gibt es unterschiedliche Vorstellungen über die Notwendigkeit des Einsatzes von CCS, und darin spiegeln sich Differenzen über den künftigen Energiemix und speziell über die Zukunft der (einheimischen) Braun- und (vorwiegend importierten) Steinkohle in Deutschland wider.

Die politischen Parteien haben seit 2005 ihre Positionen zu CCS auf Bundesebene in Anlehnung an ihre Haltung zur weiteren Nutzung der Kohle festgelegt (Praetorius, Stechow 2009). In den Wahlprogrammen zur Bundestagswahl 2009 bekannten sich CDU/CSU, FDP und SPD grundsätzlich zur Entwicklung und Nutzung von CCS als entscheidende Technologie für eine künftige Kohlenutzung, während Bündnis90/Die Grünen und Die Linke CCS und die Kohlenutzung insgesamt ablehnten. Diese Positionen bestimmten auch die Haltung zu dem gescheiterten CCS-Gesetz im Sommer 2009. Sie sind nicht immer mit den Positionen in Übereinstimmung, die die jeweiligen Parteien in den Bundesländern (und vor Ort) vertreten. Seitdem haben sich die Positionen einiger Parteien auf Bundesebene leicht verändert, wie sich aus einer Bundestagsdebatte vom 8.7.2010[11] schließen lässt. Bündnis 90/Die Grünen will weiterhin keine Mittel für CCS-Kraftwerksprojekte bereitstellen, stehen nun aber einer Unterstützung der CCS-Forschung für Vermeidung und Verringerung prozessbedingter Emissionen von Industrieanlagen aufgeschlossener gegenüber.

Bei der Bestimmung des hauptsächlichen Anwendungsbereichs der CCS-Technologien nähert sich die SPD dieser Position an: Während CCS bislang v. a. auf Kohlekraftwerke bezogen wurde, werden nun die prozessbedingten Emissionen als Hauptaufgabe für CCS betrachtet. Zudem gewinnt der Einsatz von CCS bei mit Biomasse befeuerten Kraftwerken an Bedeutung. Trotzdem plädiert die SPD für öffentliche Unterstützung von CCS-Kohleverstromungsprojekten, da sie ein wesentlicher Bestandteil der Technologieerprobung sind. Während die Linke zuvor für ein CCS-Forschungsgesetz plädierte, lehnt sie nun jegliche staatliche Unterstützung für CCS sowie dessen Erprobung und Einsatz in Deutschland ab – obwohl sie in der brandenburgischen Koalition eine andere Position stützt. CDU/CSU und FDP unterstützen prinzipiell den Einsatz von CCS bei der Kohleverstromung wegen der Bedeutung der heimischen Kohle für Versorgungssicherheit und der so möglichen Wahrung der technologischen Führerschaft im Kraftwerksbereich sowie zur Bekämpfung des Klimawandels im Rahmen einer internationalen Strategie zum Klimaschutz – was aber Parteifreunde nicht davon abhält, die Speicherung von CO_2 in ihrem Bundesland abzulehnen. Das gerade verabschiedete Energiekonzept der Bundesregierung hinterlässt jedoch Zweifel, ob diese prinzipiell positive Orientierung noch so ungebrochen ist.

Auch große deutsche Umweltschutzorganisationen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Einstellung zu CCS (Fischedick et al. 2008): Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) sowie Greenpeace lehnen diese Technologie ab. Hingegen hält der deutsche „World Wide Fund for Nature“ den Einsatz von CCS auch in Deutschland für zumindest zeitweise nötig, und Germanwatch betrachtet Kohle mit CCS als eine mögliche Übergangstechnologie. Eine Zwischenposition nimmt der Naturschutzbund Deutschland ein: Für ihn ist es unwahrscheinlich, dass CCS in Deutschland einen entscheidenden Beitrag zur CO_2-Minderung leistet, aber aus globaler Perspektive wäre es unklug, frühzeitig auf die Option zu verzichten.

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, ein Zusammenschluss von vier energiewirtschaftlichen Verbänden, befürwortet die CCS-Entwicklung und eine rasche Umsetzung der CCS-Richtlinie, während der hinsichtlich CCS skeptischere Bundesverband Erneuerbare Energien darauf drängt, dass Nutzungskonkurrenzen zwischen CO_2-Speicherung, Geothermie und Druckluftspeichern nicht zuungunsten der beiden letzten Nutzungsformen gelöst werden. Der Bundesverband der Industrie sieht CCS als eine klimafreundliche Innovation, die Kohle auch künftig zu einer Säule des Energiemix machen könnte. Auch der Deutsche Gewerkschaftsbund, der Unverständnis über die Verzögerung der CCS-Gesetzgebung äußert, steht CCS positiv gegenüber.

Da die stabile gesellschaftliche Akzeptanz der CCS-Technologien eine wichtige Voraussetzung für ihre großindustrielle Erprobung und ihren zukünftigen kommerziellen Einsatz ist, spielt neben der Haltung organisierter gesellschaftlicher Akteure die Akzeptanz der Bevölkerung generell und v. a. dort eine wichtige Rolle, wo eine CCS-Infrastruktur aufgebaut werden soll. Wesentliche Voraussetzung für Akzeptanz sind Bekanntheit und Wissen über die Technologien.

5 Bekanntheit, Wissen und Pseudo-Meinungen über CCS

Da über die Akzeptanz dieser Technologien in der deutschen Bevölkerung bisher nur wenige empirische Ergebnisse vorliegen, wurden Ende 2009 drei repräsentative Bevölkerungsbefragungen zu den Themen Umwelt, Energiequellen und CCS durchgeführt (Schumann 2010). Erstmals fanden dabei parallel zu einer bundesweiten Befragung zwei regionale Befragungen statt: in der „Rheinschiene“, die eine Region repräsentiert, in der ein CCS-Demonstrationskraftwerk geplant war (Hürth), und im „Nördlichen Schleswig-Holstein“, um eine Region abzubilden, in der es potenzielle Speicherstätten gibt.

Die Ergebnisse der Befragungen verdeutlichen, dass CCS in der Bevölkerung nicht mehr unbekannt ist. Rund 43 Prozent aller Befragten in „Deutschland*“[12] haben schon von CCS gehört (vgl. Tab. 2). In der Region „Nördliches Schleswig-Holstein“ gab sogar über die Hälfte der Befragten an, schon von CCS gehört zu haben. Dies verdeutlicht, dass die öffentlichen Proteste und der Widerstand der Landesregierung gegen die Speicherung von CO_2 im Nördlichen

Schleswig-Holstein u. a. dazu geführt haben, dass dort die Bekanntheit zumindest des Begriffs „CO_2-Abscheidung und -Speicherung“ deutlich höher ist als in der Region Rheinschiene und in Deutschland*.

Die Tatsache, dass Bürgerinnen und Bürger diesen Begriff schon einmal gehört haben, bedeutet jedoch nicht, dass sie auch wissen, worum es sich dabei handelt. Nur 9,2 Prozent aller Befragten in Deutschland* gab an, dass sie „einiges oder vieles“ über CCS wissen. Hingegen waren es in der Region „Nördliches Schleswig-Holstein“ fast doppelt so viele Befragte und in der Region Rheinschiene waren es 12,4 Prozent. Allerdings wussten von den Befragten in Deutschland*, die angaben, dass sie „einiges oder vieles“ wissen, nur 58 Prozent, dass CCS einen Beitrag zur Begrenzung der globalen Erwärmung leisten kann. Im Nördlichen Schleswig-Holstein waren es 65,2 Prozent und in der Region Rheinschiene 71 Prozent.

Obwohl nur ein geringer Anteil der Befragten wusste, welche Probleme durch CCS-Technologien reduziert werden können, lehnte ein hoher Anteil der Befragten ihren Einsatz spontan ab (Schumann et al. 2010). Dabei war die spontane Ablehnung mit 51,8 Prozent im Nördlichen Schleswig-Holstein am größten und in Deutschland* mit 37 Prozent am niedrigsten. In der Rheinschiene entsprach sie mit 41,8 Prozent dem Gesamtdurchschnitt. Nach dem Erhalt von knappen Informationen zu den drei Prozessschritten Abscheidung, Transport und Speicherung stieg die Ablehnung der CCS-Technologien bei allen Befragten um rund 4 Prozentpunkte (Schumann et al. 2010).

Diese Ergebnisse veranschaulichen, dass Laien Meinungen zu einem Thema entwickeln können, die in der Forschung zur Meinungsbildung als „Pseudo-Meinungen“ bezeichnet werden, weil sie sich weder auf fundierte Kenntnisse noch auf eine eigenständige Beurteilung eines Tatbestands gründen (de Best-Waldhober et al. 2009). Sie sind daher vorwiegend instabil, sodass die Bereitstellung von Informationen leicht zu einer Veränderung führen kann – inwieweit es sich hierbei um eine dauerhafte Änderung handelt und in welche Richtung diese gehen wird, kann jedoch noch nicht zuverlässig abgeschätzt werden.

Daher ist es notwendig, in Kommunikationsprozesse einzutreten, die es ermöglichen, eigenständige und wohlüberlegte Meinungen zu CCS entwickeln zu können. Dabei sollten regionale und zielgruppenspezifische Unterschiede berücksichtigt, unterschiedliche Bewertungen der drei CCS-Prozessschritte beachtet, Fehleinschätzungen von CCS thematisiert, CCS in den Kontext von Kohlenutzung und Energieversorgung eingebettet sowie vertrauenswürdige Informationsquellen einbezogen werden.

6 Auf dem Weg zu einer Neuorientierung der deutschen CCS-Politik?

Um CCS als Option für den globalen Klimaschutz zu etablieren, ist es notwendig, einen gesetzlichen

Tab. 2: Bekanntheit von CCS nach Regionen

		Nein, noch nie gehört	*Ja, schon gehört, weiß aber nichts oder kaum etwas darüber*	*Ja, schon gehört und weiß einiges oder vieles darüber*	*Gesamt*
Rheinschiene	Anzahl	291	147	62	500
	%	58,2 %	29,4 %	12,4 %	100,0 %
Nördliches Schleswig-Holstein	Anzahl	237	174	89	500
	%	47,4 %	34,8 %	17,8 %	100,0 %
Deutschland*	Anzahl	545	255	81	881
	%	61,9 %	28,9 %	9,2 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	1073	576	232	1881
	%	57,0 %	30,6 %	12,3 %	100,0 %

„Deutschland*“ = Deutschland ohne Rheinschiene und Nördliches Schleswig-Holstein

Quelle: Schumann et al. 2010, S. 54

Rahmen für CCS zu schaffen, den Aufbau von Demonstrationsanlagen zu fördern, Voraussetzungen für eine CCS-Infrastruktur zu schaffen und FuE fortzuführen. Die EU, die CCS eine wichtige Rolle bei einem CO_2-armen Energiesystem zuweist, nimmt weltweit bei der Entwicklung von CCS einen Spitzenplatz ein: Sie forciert FuE, stellt Gelder für Demonstrationskraftwerke bereit und hat mit der CCS-Richtlinie das rechtliche Rahmenwerk speziell für die Deponierung von CO_2 geschaffen. In Deutschland sind die Gesetzgeber dabei, die Richtlinie so umzusetzen, dass sie vorerst nur Demonstrationsprojekte zulässt. Wie es dann weitergeht, soll 2017 entschieden werden.

Möglicherweise zeichnet sich mit der energiepolitischen Strategie der Bundesregierung, die den erneuerbaren Energien den Vorrang gibt und für eine längere Übergangszeit die Kernkraft nutzen will, eine veränderte Einschätzung der Rolle von CCS ab: CCS für fossile Kraftwerke steht nicht mehr im Vordergrund, was implizit zumindest die langfristige Kohlenutzung in Deutschland infrage stellt. Hingegen scheint die industriepolitische Bedeutung von CCS an Gewicht zu gewinnen: CCS könnte für prozessbedingte Emissionen wichtiger Industrien eingesetzt und das CO_2 als Wertstoff genutzt werden. Speicherung, eine aufwändige Transportinfrastruktur via Pipeline und Akzeptanzprobleme könnten an Bedeutung verlieren. Freilich wäre das für die deutsche Politik eine Abkehr von dem bisherigen Konzept, CCS als nationale Klimaschutzoption für die Energiewirtschaft zu sehen. International wird jedoch, angesichts des steigenden Einsatzes fossiler Energieträger in den nächsten Dekaden, CCS ein wichtiger Baustein in einem Portfolio von Technologien für den Klimaschutz sein. Wenn deutsche Unternehmen CCS-Technologien für einen globalen Markt entwickeln sollen, müssen die gesellschaftlichen und rechtlichen Voraussetzungen dafür geschaffen werden.

Anmerkungen

1) Eigene Berechnung nach http://ec.europa.eu/research/energy/eu/projects/index_en.cfm#results (download 21.9.10).
2) http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energieforschung,did=220074.html (download 21.9.10).
3) Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen um 20 %, Steigerung der Anteils der erneuerbaren Energien auf 20 %, Erhöhung der Energieeffizienz um 20 % jeweils bis 2020.
4) http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/energie,did=254042.html (download 21.9.10).
5) Neun Punkte für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung (Entwurf), http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/energie,did=357356.html (download 21.9.10)
6) Ketzin wird vom GeoForschungsZentrum Potsdam zusammen mit weiteren Einrichtungen betreut.
7) Überblick: Scottish Carbon Capture & Storage, http://www.geos.ed.ac.uk/sccs/storage/storageSitesFree.html (download 21.9.10).
8) Vgl. z. B. die Position des CDU-Bundestagsabgeordneten von Marwitz: „Widerstand gegen CCS in Brandenburg kann nicht länger ignoriert werden“; http://www.von-der-marwitz-mdb.de/index.php?ka=1&ska=4&idn=26 (download 21.9.10).
9) Text des Entwurfs: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/gesetzentwurf_ccs.pdf (download 21.9.10).
10) Gesetz zur Demonstration und Anwendung von Technologien zur Abscheidung, zum Transport und zur dauerhaftem Speicherung von Kohlendioxid. Referentenentwurf, Bearbeitungsstand vom 23.7.2010; Text unter http://oliver-krischer.eu/fileadmin/user_upload/gruene_btf_krischer/2010/Referentenentwurf_CCS_Gesetz.pdf (download 21.9.10).
11) http://www.bundestag.de/dokumente/protokolle/plenarprotokolle/17055.pdf (download 21.9.10).
12) „Deutschland*“ meint hier Deutschland ohne Rheinschiene und Nördliches Schleswig-Holstein.

Literatur

De Best-Waldhober, M.; Daamen, D.; Faaij, A., 2009: Informed and Uninformed Public Opinions on CO_2 Capture and Storage Technologies in the Netherlands. In: International Journal of Greenhouse Gas Control 3/3 (2009), S. 322–332

European Commission, 2009: Directive 2009/31/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide. Brussels; http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:EN:PDF (download 21.9.10)

Fischedick, M.; Pietzner, K.; Kuckshinrichs, W., 2008: Gesellschaftliche Akzeptanz von CO_2-Abscheidung

und -Speicherung in Deutschland. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 58/11 (2008), S. 20–23

Gale, J.; Davison, J., 2004: Transmission of CO_2 – Safety and Economic Considerations. Energy 29 (2004), S. 1319–1328

IEA – International Energy Agency, 2008: Energy Technology Perspectives. Scenarios & Strategies to 2050. Paris

Kuckshinrichs, W.; Markewitz, P.; Linssen, J. et al., 2010: Weltweite Innovationen bei der Entwicklung von CCS-Technologien und Möglichkeiten der Nutzung und des Recyclings von CO_2. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Energie & Umwelt, Band 60. Jülich

Praetorius, B.; von Stechow, C.V., 2009: Electricity Gap versus Climate Change: Electricity Politics and the Potential Role of CCS in Germany. In: Meadowcroft, J. et al. (Hg.): Catching the Carbon: The Politics and Policy of Carbon Capture and Storage. Cheltenham, S. 125–157

Roggenkamp, M.M.; Woerdman, E., 2009: Looking Beyond the Legal Uncertainties of CCS. In: Roggenkamp, M.M.; Woerdman, E. (Hg.): Legal Design of Carbon Capture and Storage. Antwerp-Oxford-Portland, S. 347–360

Schenk, O., 2011/i. E.: Influence of international technology-oriented agreements on CCS policy formulation in the EU, Schriften des Verlags im Forschungszentrum Jülich. Jülich (in Vorbereitung)

Schumann, D., 2010: Erhebung des Einflusses der CCS-Kommunikation auf die breite Öffentlichkeit sowie auf lokaler Ebene („CCS-Kommunikation"). Abschlussbericht. STE Research Report 09/2010, Forschungszentrum Jülich

Schumann, D.; Pietzner, K.; Esken, A., 2010: Umwelt, Energiequellen und CCS: Regionale Unterschiede und Veränderungen von Einstellungen der deutschen Bevölkerung. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 60/5 (2010), S. 52–56

Uken, M., 2009: Der neue Endlager-Streit. In: ZEIT ONLINE, 25.6.2009; http://www.zeit.de/online/2009/26/ccs-protest (download 21.9.10)

Kontakt

MA Wolfgang Fischer
Forschungszentrum Jülich
Institut für Energieforschung, Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE)
52425 Jülich
Tel.: +49 (0) 24 61 / 61 - 52 04
Fax: +49 (0) 24 61 / 61 - 25 40
E-Mail wo.fischer@fz-juelich.de

« »

Energietechnologien der Zukunft

Die Problematik der Rohstoffverfügbarkeit am Beispiel von Lithium

von Saskia Ziemann, Marcel Weil und Liselotte Schebek, ITAS

Schlüsseltechnologien spielen eine entscheidende Rolle für die Zukunft der weltweiten Energieversorgung, doch ist ihr erfolgreicher Einsatz an die Verwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe, insbesondere verschiedener Metalle gebunden. Viele dieser Metalle könnten jedoch in Zukunft nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, was wiederum negative Folgen für die betroffenen Technologien nach sich ziehen würde. Um dies zu verhindern, müssen die derzeitigen Bedingungen für Angebot und Nachfrage bestimmter Metalle sowie deren potenzielle Entwicklung genauer untersucht werden. Welchen Beitrag die Erstellung eines Stoffstrommodells dabei leisten kann, wird hier am Beispiel von Lithium gezeigt.

1 Energietechnologien und Rohstoffe

Die Gesellschaft steht bei der zukünftigen Energieversorgung aufgrund des Klimawandels vor einer großen Herausforderung. Von den Energietechnologien der Zukunft wird nicht nur für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen, sondern auch für die Sicherung der weltweiten Energieversorgung und den Übergang zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft ein entscheidender Beitrag erwartet. Dazu sind unterschiedliche Technologien vorhanden, z. B. in den Bereichen erneuerbare Energien, Energiespeicher, Energiewandler, fossil basierte Energieerzeugung, Energieeffizienz, Netzinfrastrukturen, Kohlendioxid-Reduktion, Kraftstoffe, Antriebssysteme im Verkehr, nukleare Energieerzeugung.[1] Doch die Entwicklung neuer Technologien sowie die Weiterentwicklung bestehender Technologien und deren erfolgreicher Einsatz sind gerade im Energiebereich mit einer hohen Abhängigkeit von bestimmten Rohstoffen verbunden. Dies sind neben den viel beachteten fossilen Energieträgern v. a.die metallischen Rohstoffe, welche zunehmend in den Blickpunkt des Interesses rücken.[2] Metalle sind

für viele technische Anwendungen derzeit unverzichtbar, weil bestimmte Funktionalitäten der Produkte nur durch ihren Einsatz erreicht werden können. Dadurch sind Befürchtungen entstanden, dass eine Einschränkung der Verfügbarkeit dieser Rohstoffe zu einem entscheidenden Hemmnis für die Entwicklung und Verbreitung vieler Technologien werden kann (Anderson 2001). Solche Rohstoffe mit ihrer enormen Bedeutung für wichtige Technologien und einem durch verschiedene Faktoren bedingten potenziell hohem Versorgungsrisiko werden auch als kritisch oder strategisch[3] bezeichnet (Ziemann et al. 2010a). Viele Energietechnologien der Zukunft sind in ihrer Funktionalität auf solche strategischen Metalle angewiesen, Beispiele hierfür zeigt Tabelle 1.

Die ausreichende Verfügbarkeit metallischer Rohstoffe wird folglich entscheidenden Einfluss auf die Fortentwicklung und Nutzung der Energietechnologien haben. Aus diesem Grund stellt die Sicherung der Rohstoffversorgung in Verbindung mit dem sparsamen Umgang von Ressourcen sowohl unter Nachhaltigkeits- als auch unter Wirtschaftlichkeitsaspekten eine große Herausforderung für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft dar und erfuhr in der jüngeren Vergangenheit mehr und mehr Aufmerksamkeit (RWI 2007; BDI 2007; Handke 2008; Angerer et al. 2009; Teipel 2010).

Auch in diesem Beitrag wird die Problematik der Rohstoffverfügbarkeit strategischer Metalle thematisiert, allerdings stehen hier Energietechnologien wie elektrochemische Energiespeicher im Fokus. Als Beispiel dient Lithium, dessen ausreichende Verfügbarkeit aufgrund der weltweiten Entwicklungen im Bereich Elektromobilität und dem dadurch verstärkten Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien kontrovers diskutiert wurde (Tahil 2008; Evans 2008). Die zukünftige Lithiumverfügbarkeit wird von unterschiedlichen Einflussgrößen bestimmt, dabei können bedeutende Einflussfaktoren für die Entwicklung von Angebot und Nachfrage sowie wichtige Bereiche zur Ressourceneinsparung mithilfe eines Stoffstrommodells identifiziert werden.

2 Verfügbarkeit der Metalle

In den letzten Jahren hat es eine ganze Reihe von Verteuerungen und Verknappungen auf den Weltmärkten für mineralische Rohstoffe gegeben, was neben der zunehmenden Metallnachfra-

Tab. 1: Verschiedene Energietechnologien der Zukunft und „ihre“ strategischen Metalle

Energietechnologie	*Sb*	*Cr*	*Ga*	*Ge*	*In*	*Co*	*Li*	*Mn*	*PGM*	*REE*	*Ag*	*Ta*	*Te*	*V*	*Sn*
Photovoltaik	■		■	■	■				■		■		■		■
Solarthermie											■				
Wasserkraft		■													
Windenergie		■								■					
Bioenergie/Biokraftstoffe						■									
Elektrochemische Energiespeicher						■	■	■						■	
Brennstoffzellen									■	■					
Elektromotoren						■				■					
Hochleistungskraftwerke		■				■	■			■					
CCS		■				■				■					
Supraleiter										■					
Thermoelektrik	■			■							■		■		
Kernfusion							■								

Sb = Antimon; Cr = Chrom; Ga = Gallium; Ge = Germanium; In = Indium; Co = Cobalt; Li = Lithium; Mn = Mangan; PGM = Platingruppenmetalle (Platin, Palladium, Iridium, Osmium, Ruthenium); REE = Seltene Erden Elemente (Rare Earth Elements); Ag = Silber; Ta = Tantal; Te = Tellur; V = Vanadium; Sn = Zinn; CCS = Carbon Capture and Storage

Quelle: Eigene Darstellung

ge v. a. auf ein verhältnismäßig knappes Angebot zurückzuführen ist. Die Ursache dafür liegt aber primär nicht in der beginnenden Erschöpfung der geologischen Rohstoffvorkommen, sondern vielmehr an den ungleichen Produktions- und Nachfragebedingungen für viele, insbesondere strategische Metalle. Ihre Verfügbarkeit hängt demnach weniger von den bekannten Reserven und Ressourcen in den jeweiligen geologischen Lagerstätten ab als vom Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage. Wenn die Nachfrage eines Metalls größer ist als dessen Angebot, steigt der Rohstoffpreis. Diese Unausgewogenheit – oft auch als relative Knappheit bezeichnet – kann verschiedene Ursachen haben:

- *Neben- und Koppelproduktion*: Viele strategische Metalle fallen als Neben- oder Koppelprodukt bei der Gewinnung von Hauptmetallen an, wodurch eine Erhöhung des primären Rohstoffangebots nur stark eingeschränkt möglich ist (Craig et al. 2001).
- *Regionale Konzentration der Produktion*: Bei vielen Metallen gibt es nur wenige Länder, die den Großteil der Produktion erbringen. Bei Lieferausfällen (z. B. durch staatliche Regulierungen) würde das Angebot u. U. erheblich sinken (BDI 2007; BGR 2005).
- *Unternehmerische Konzentration der Produktion*: Bei vielen metallischen Rohstoffen verfügen einzelne Förderunternehmen über bedeutende Marktanteile und damit Marktmacht, die sie für Angebotsreduzierungen und Preissteigerungen nutzen können (BDI 2007).
- *Eingeschränktes Recycling*: Dissipative Anwendungen[4], geringe Materialgehalte in den Produkten sowie schlechte Logistik oder niedrige Rohstoffpreise schränken das Recycling und damit das sekundäre Rohstoffangebot ein (Handke 2008).

Für alle strategischen Metalle aus Tabelle 1 treffen mindestens zwei dieser Faktoren zu und verstärken damit nicht nur das Risiko für die Einschränkung der Rohstoffverfügbarkeit, sondern bergen auch eine Gefahr für die zukünftige Entwicklung der jeweiligen Energietechnologien.

Die zukünftige Verfügbarkeit eines metallischen Rohstoffs ist abhängig sowohl vom primären und sekundären Angebot des Metalls aus Lagerstätten und vom Recycling als auch von der Entwicklung der Nachfrage auf den Märkten für die wichtigen Anwendungen und Produkte. Um all diese Vorgänge besser zu verstehen, ist es unerlässlich, sich einen genaueren Einblick in die bedeutenden Einflussgrößen für die Nachfrage und die wesentlichen Bedingungen des zukünftigen Angebots zu verschaffen. Um ein solch komplexes System zu untersuchen, kann die Stoffstromanalyse einen wichtigen Anfangspunkt bilden. Ein Stoffstrommodell für ein bestimmtes Metall ermöglicht die Darstellung der Materialflüsse durch die einzelnen Prozesse sowie in die Umwelt und erlaubt damit, die Bewegung des Stoffes in diesem System nachzuvollziehen.

3 Grundlagen der Stoffstromanalyse

Die Stoffstromanalyse (material flow analysis – MFA) ist eine naturwissenschaftliche Methode zur systematischen Untersuchung und Bewertung von Stoffströmen und möglichen Lagerbildungen innerhalb eines zeitlich und räumlich definierten Systems (Baccini, Bader 1996; Brunner, Rechberger 2004).

Stoffströme fließen physisch von der Ressourcenentnahme über die Grundstoff- und Weiterverarbeitung bis hin zu Gütern und Anwendungen, die benutzt und dann ggf. wiederverwertet oder verwertet und schließlich zur Entsorgung abgeben werden. Folglich werden in der Stoffstromanalyse die Herkunft, die Entstehung, die Umwandlungsprozesse und die Entsorgungswege eines Stoffes erfasst, was wiederum die Verknüpfung der jeweiligen Quellen, Pfade sowie zwischengelagerten und endgültigen Senken von Stoffströmen ermöglicht (Brunner, Rechberger 2004).

Eine Stoffstromanalyse läuft in vier wesentlichen Schritten ab (Baccini, Bader 1996; Brunner, Rechberger 2004; Baccini, Brunner 1991):

1. Definition des Systems,
2. Erfassung der Materialflüsse,
3. Berechnung der Materialflüsse,
4. Schematische Darstellung und Interpretation der Ergebnisse.

Das Ziel einer Stoffstromanalyse ist, die Bewegung eines Stoffes durch ein definiertes System

quantitativ und qualitativ zu beschreiben, um zu erkennen, welche anthropogenen Stoffströme und Umweltbelastungen als Folge bestimmter menschlicher Aktivitäten wie beispielsweise die Nachfrage nach bestimmten Gütern ausgelöst werden. In diesem Zusammenhang erlaubt sie sogar, entstehende Abfälle und Emissionen zu ihren jeweiligen Quellen zurückzuverfolgen und dissipative Verluste der betrachteten Stoffe zu ermitteln. Sie kann folglich als Methode zur Früherkennung von Ressourcenbedürfnissen und Umweltbelastungen in anthropogenen Systemen eingesetzt werden und erlaubt mittels Szenarien detaillierte Ausführungen zu deren künftigen Entwicklungsmöglichkeiten (Baccini, Bader 1996). Aufgrund dieser Eigenschaften ist die Stoffstromanalyse ein wichtiges Instrument zur Entscheidungsunterstützung im Ressourcen-, Abfall- und Umweltmanagement (Brunner, Rechberger 2004) und stellt damit auch ein nützliches Werkzeug der Politikberatung dar.

4 Entwicklung des Stoffstrommodells für Lithium

Das entwickelte Stoffstrommodell soll sowohl die Verbindung zwischen Angebot und Nachfrage von Lithium als auch dessen Materialflüsse in die Umwelt aufzeigen.

4.1 Definition des Systems

Die Stoffstromanalyse für Lithium wurde für das Jahr 2007 im anthropogenen System des globalen Lithiumkreislaufs durchgeführt. Um die wichtigen Prozesse, Güter, Stoffe und Lager zu identifizieren, wurden die vier Lebensabschnitte Gewinnung/Produktion, Herstellung von Produkten, Nutzung und Entsorgung betrachtet.

4.2 Bestimmung der Materialflüsse

4.2.1 Produktion/Gewinnung

Die Hauptquelle für die Lithiumgewinnung sind heutzutage die Salzseen (engl. „brines“). Die lithiumhaltige Sole wird aus dem Salzsee herausgepumpt und in mehreren Verdunstungsbecken mithilfe der einfallenden Sonnenstrahlung zu konzentrierter lithiumhaltiger Lauge eingedampft, bevor die weitere Aufbereitung in Fabriken stattfindet. Dort entsteht nach Zusatz von Soda Lithiumcarbonatpulver (Seidel et al. 2005). Neben den Salzseen gibt es die Pegmatite, welche die wichtigsten Lithiummineralien Spodumen, Lepidolith und Petalit enthalten. Die Lithiumgewinnung aus Pegmatiten beinhaltet Konzentratbildung durch Schaumaufbereitung, hydrometallurgische Extraktion (saurer oder alkalischer Prozess) und schließlich Abscheidung mittels Soda aus der wässrigen Lösung (Averill, Olson 1978). Bei diesen Prozessen entstehen in erster Linie Lithiumcarbonat und Lithiummineralkonzentrate, welche dann weiter verarbeitet werden können zu Lithiumhydroxid, Butyllithium, Lithiummetall, Lithiumchlorid und weiteren Lithiumverbindungen.

Daten zur Lithiumproduktion werden entweder von einigen nationalen Institutionen wie dem United States Geological Survey (USGS 2009) und der Raw Materials Group (RMG 2009), von manchen Lithiumproduzenten wie Sociedad Quimica y Minera de Chile (SQM 2007) und Talison Lithium (Miller 2008) oder von Consultants wie Roskill Information Services (Roskill 2006) zur Verfügung gestellt. Im Allgemeinen sind diese Produktionsdaten Mengenschätzungen für die aus den Rohstoffen erzeugten Mineralkonzentrate und Lithiumverbindungen. Verwendet wurden die länder- und minenspezifischen Daten der Raw Materials Group, auf deren Basis die jeweiligen Lithiumproduktionsmengen mithilfe zusätzlicher Informationen aus dem Minerals Yearbook des United States Geological Survey den entsprechenden Quellen zugeordnet werden konnten (RMG 2009; USGS 2008).

4.2.2 Herstellung von Produkten

Die unterschiedlichen Lithiumverbindungen werden für die Herstellung diverser Produkte und Anwendungen benötigt (vgl. Tab. 2). So dient Lithiumcarbonat nicht nur als Flussmittel für Glasuren oder als Schmelzzusatz in der Aluminiumherstellung, sondern vorwiegend zur Erzeugung von Lithiummetalloxiden für die positive Elektrode in Lithium-Ionen-Akkumulatoren. Lithiumhydroxid ist Ausgangsmaterial für Lithiumschmierfette, die

z. B. für Fahrzeuge benötigt werden. Lithiummineralkonzentrate werden zur Schmelzpunkterniedrigung in der Glasindustrie benötigt. Lithiummetall findet Verwendung als Anodenmaterial in Lithiumbatterien, als Bestandteil in Magnesium- und Aluminiumlegierungen sowie in Arzneimitteln zur Behandlung psychischer Erkrankungen. Lithiumchlorid und -bromid werden als Trockenmittel z. B. in Klimaanlagen eingesetzt.

Tab. 2: Lithiumverbindungen und ihre Verwendung

Lithiumverbindungen	*Produkte*
Lithiumcarbonat	Batterien, Keramik, Polymere, Aluminiumherstellung
Lithiummineralkonzentrate	Glas
Lithiumhydroxid	Schmiermittel
Butyllithium	Synthesekautschuk, Pharmazeutika
Lithiummetall	Batterien, Pharmazeutika, organ. Chemikalien, Legierungen
Lithiumchlorid	Klimaanlagen
Lithiumbromid	Klimaanlagen

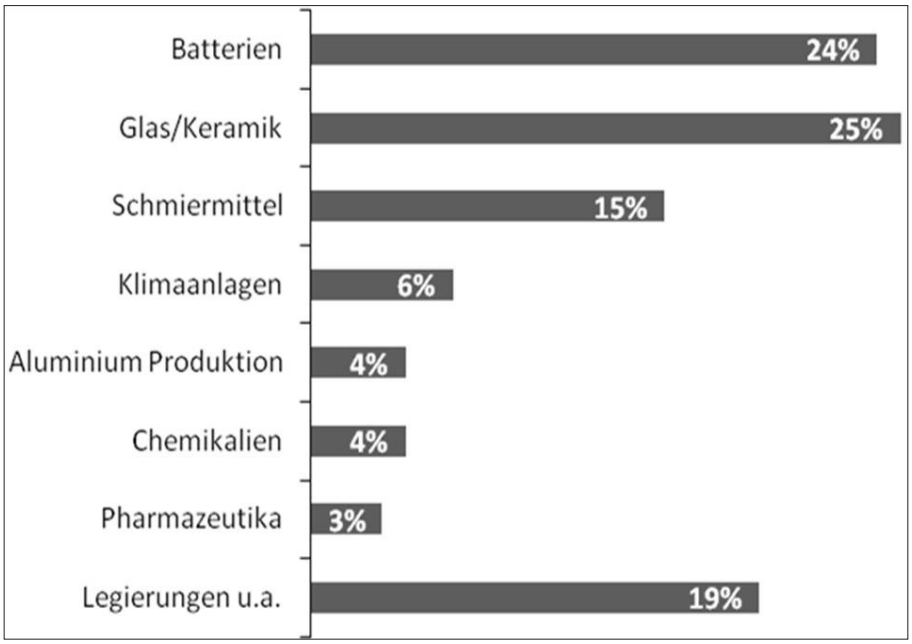
Quelle: Eigene Darstellung (nach Ebensperger et al. 2005; Garrett 2004)

4.2.3 Nutzung

Aufgrund der großen Anzahl verschiedener lithiumhaltiger Produkte ist es praktisch unmöglich, einzelne Produkte als Materialflüsse darzustellen. Zahlen zum Lithiumverbrauch sind lediglich für die einzelnen Verbrauchssektoren verfügbar. Als Daten wurden der weltweite Lithiumverbrauch von 21.620 Tonnen für das Jahr 2007 sowie die prozentuale Aufteilung auf die Nutzungssektoren von Miller (2008) verwendet (Abb. 1).

In der Nutzungsphase kann zwischen dissipativen und nicht dissipativen Lithiumanwendungen unterschieden werden. Bei dissipativen Lithiumanwendungen gelangt das enthaltene Lithium bereits während der Nutzungsphase in die Umwelt, es ist dadurch nach nur einmaligem Gebrauch praktisch „verloren“ und kann nicht wiederverwendet werden. Zu den dissipativen Lithiumprodukten gehören z. B. Pharmazeutika, Schmiermittel, Poolchemikalien und Pigmente. Im Gegensatz dazu sind nicht dissipative Lithiumanwendungen grundsätzlich recyclingfähig und gelangen am Ende der Nutzungsphase zur Entsorgung. Das in diesen Produkten enthaltene Lithium ist demnach „nicht verloren“ und potenziell rückholbar und kann generell auch wie-

Abb. 1: Verbrauch von Lithium



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Miller 2008

derverwendet werden. Als Beispiele für solche recyclingfähigen Lithiumprodukte lassen sich Batterien, Legierungen, Glas und Keramik oder Trockenmittel in Klimaanlagen nennen. Da die Zahlen in den verschiedenen Nutzungssektoren unspezifisch bezüglich der einzelnen Lithiumprodukte bleiben, ist nur eine grobe Abschätzung der Materialströme von der Nutzungsphase zur Entsorgung oder in die Umwelt basierend auf diesen Zahlen möglich.

4.2.4 Entsorgung

Die Recyclingmöglichkeiten für Lithiumprodukte im Prozess Entsorgung sind unterschiedlich dahingehend, ob eine Rückgewinnung des Metalls erfolgen kann oder ob lediglich ein Recycling der lithiumhaltigen Produkte stattfindet ohne eigentliche Metallrückgewinnung (Ziemann et al. 2010b). Eine Lithiumrückgewinnung ist bislang nur beim Recycling von Lithiumbatterien und Lithium-Ionen-Akkumulatoren möglich. Dabei entsteht sekundäres Lithium, das wieder der Produktion zugeführt werden könnte (USGS 2009). Bisher konzentrieren sich die bestehenden Recyclingprozesse für Akkumulatoren (z. B. pyrometallurgische Prozesse) vorwiegend auf die Kathodenmaterialien Kobalt und Nickel und ermöglichen bisher keine Lithiumrückgewinnung (Dewulf et al. 2010). Vielmehr landet das Lithium bei diesem Prozess in der Schlacke und kann nur noch in anderen Nutzungen wie z. B. der Betonherstellung verwendet werden (Tytgat et al. 2008). Dies deutet darauf hin, dass die Lithiumrückgewinnung bisher nicht ökonomisch ist. Die Gründe dafür liegen im geringen Lithiumgehalt der Batterien (ungefähr fünf bis sieben Prozent in Lithium-Ionen-Akkus) als auch im bislang noch niedrigen Rohstoffpreis. Der Materialfluss vom Lithiumrecycling zurück zur Produktion gilt somit als unerheblich.

Für die anderen Nutzungssektoren wie z. B. Glas und Keramik oder Klimaanlagen kommt bislang nur ein Produktrecycling infrage, welches teilweise bereits durchgeführt wird (z. B. bei Glas). Die dadurch entstehenden lithiumhaltigen Recyclingprodukte könnten wieder den jeweiligen Herstellungsprozessen zugeführt werden. Zur Quantifizierung dieser Stoffströme sind jedoch keine Daten verfügbar.

4.3 Berechnung der Materialflüsse

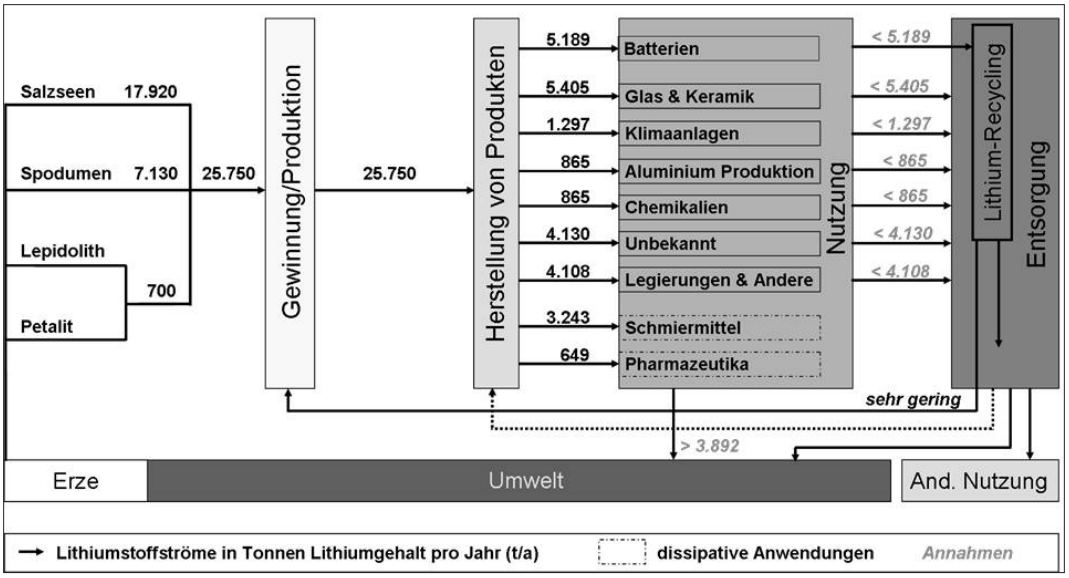
Da eine Stoffstromanalyse grundsätzlich auf den physikalischen Gesetzen der Massen- und Energieerhaltung basiert, erfolgte für alle vier Prozesse ein Abgleich der Input- und Outputströme.

4.4 Schematische Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

Das entwickelte Stoffstrommodell von Lithium (Abb. 2) stellt den Lithiumfluss von den Erzen (aus der Umwelt) durch die einzelnen Prozesse bis zurück in die Umwelt auf globaler Ebene dar. Informationen zu den einzelnen Lithium-Stoffströmen sind spärlich und es treten einige Datenlücken auf, welche soweit möglich durch direkte Informationen entweder von Organisationen (wie z. B. Raw Materials Group) oder Unternehmen geschlossen wurden. Da außerdem die Zahlen für einige Prozesse in unterschiedlichen Quellen variieren, war es notwendig, die Gründe für diese teilweise signifikanten Ungleichheiten nachzuvollziehen und verlässliche Zahlen zu verwenden. Für einzelne Prozesse war es zudem erforderlich, vorhandene Daten durch Annahmen und Massenbilanzen der Input- und Outputströme zu ergänzen. Die Darstellung der Lithiumstoffströme im Modell lässt eine Ungleichheit zwischen der Lithiumproduktion von 25.750 t/a und einem Verbrauch von nur 21.620 t/a erkennen. Für diese verbleibende Menge von 4.130 t/a Lithium wurde der Sektor „Unbekannt“ eingeführt (Abb. 2). Die identifizierte Abweichung ist nicht die Folge der Verwendung verschiedener Datenquellen. Vergleichbare Differenzen können auch in anderen Publikationen wie z. B. Roskill (2006) und USGS (2008) festgestellt werden. Eine plausible Erklärung für diese Differenz kann eine nicht berücksichtigte Anwendung (in der Nutzungsphase) sein oder sie deutet auf wachsende Lithiumlager hin (als mögliche strategische Vorratshaltung).

Von der Nutzungsphase gibt es Flüsse direkt in die Umwelt, welche das Lithium aus

Abb. 2: Stoffstrommodell für Lithium (Stand 2007)



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von: RMG 2009; Miller 2008; USGS 2008

den dissipativen Anwendungen Pharmazeutika und Schmiermittel in der Menge von 3.892 t/a mindestens enthalten. Da die Sammlung von End-of-Life-Produkten selten vollständig erfolgen kann (z. B. bei Handys), ist die jeweilige Lithiummenge, welche die Entsorgung erreicht, immer ein bisschen geringer als die, welche in die Produkte hineingeht. Die verschiedenen Materialströme aus dem Prozess Entsorgung lassen sich aufgrund fehlender Daten lediglich qualitativ darstellen.

5 Die Rohstoffverfügbarkeit von Lithium

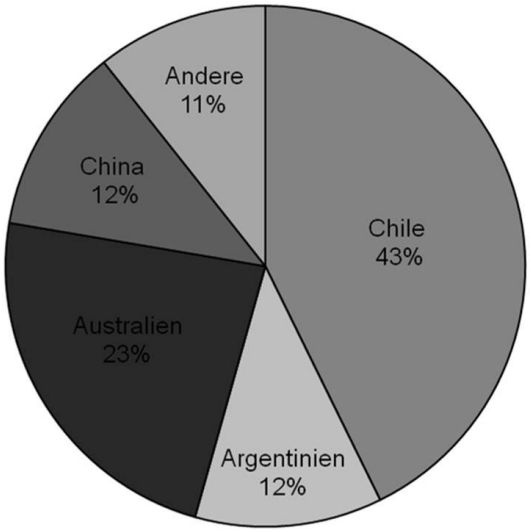
Hinsichtlich der geologischen Vorkommen ist Lithium in ausreichender Menge verfügbar. Konservativ geschätzt betragen die Reserven 4,1 Mio. t und die Ressourcen 13,8 Mio. t (USGS 2009). Optimistische Schätzungen gehen von rund 20 Mio. t für die Reserven (Evans 2008) und bis zu 64 Mio. t für die Ressourcen (Yaksic, Tilton 2009) aus. Eine baldige Erschöpfung der Lithiumvorkommen ist damit auszuschließen. Dies wird auch in Weil et al. (2009) dargestellt: Selbst bei einer hohen Marktdurchdringung der Elektroautos ab 2015 würden die konservativ geschätzten Reserven bis zum Jahr 2060 reichen und die optimistisch geschätzten wären nicht vor 2130 aufgebraucht, obwohl Recycling in diesen Szenarien aufgrund der gegenwärtigen Praxis noch keine Rolle spielt.

Allerdings besteht dennoch ein Risiko für die Einschränkung der Lithiumverfügbarkeit aufgrund der momentanen Bedingungen für die primäre Rohstoffproduktion.

So ist das Lithium, welches aus den Salzseen in Südamerika gewonnen wird, nur ein Koppelprodukt bei der mengenmäßig deutlich wichtigeren Erzeugung von Kali- und Magnesiumsalzen. Auch bei der Gewinnung aus Pegmatiten galt das Hauptaugenmerk beim Abbau größtenteils den Tantalmineralien, die oftmals gemeinsam mit Lithiummineralen vorkommen. Eine zukünftige Ausweitung der Lithiumgewinnung aus diesen Quellen ist folglich auch von der Marktentwicklung für die mengenmäßig bedeutsameren Hauptprodukte abhängig.

Hinzu kommt eine starke regionale Konzentration der Lithiumproduktion. Mehr als 75 Prozent der Jahresproduktion von 2007 wurden von Chile, Australien und Argentinien erbracht, wobei allein 55 Prozent der Gesamtproduktion aus den beiden südamerikanischen Ländern stammt (vgl. Abb. 3).

Abb. 3: Verteilung der globalen Lithiumproduktion 2007



Quelle: RMG 2009

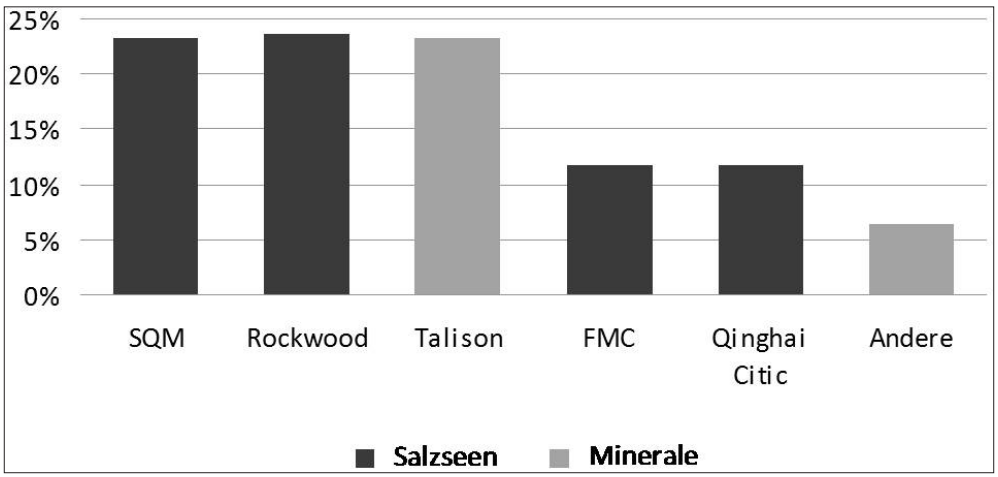
Zusätzlich ist eine entsprechende unternehmerische Konzentration bei der Lithiumproduktion zu verzeichnen; drei Unternehmen (SQM, Rockwood, Talison) dominieren mit einem Anteil von 70 Prozent der jährlichen Produktionsmenge den Markt (vgl. Abb. 4).

Darüber hinaus ist das Lithium-Recycling bisher stark eingeschränkt. Anhand des Modells lassen sich dissipative und nicht oder nur wenig dissipative Anwendungen voneinander unterscheiden. Daraus ergibt sich ein gutes Bild des Recyclingpotenzials. Das Lithium in dissipativen Anwendungen kann nicht zurück gewonnen werden, eine Vermeidung der dissipativen Verluste durch diese Anwendungen ist ebenfalls nicht möglich. Doch auch bei den recyclingfähigen Produkten gibt es Unterschiede. Beim Batterierecycling wird bisher so gut wie kein Lithium zurück gewonnen (vgl. Kap. 4.2.4). Tatsächlich kann aber nur durch das Batterierecycling (Materialebene) primäres Lithium in großem Umfang in der Zukunft ersetzt werden, auch wenn noch nicht bekannt ist, ob die Qualität des sekundären Lithiums für die Wiederverwendung in Hightech-Anwendungen ausreicht. Prinzipiell kann auch ein Recycling auf der Produktebene den Bedarf an primärem Lithium für die Herstellung neuer Produkte reduzieren (wie z. B. der Einsatz von Recyclingglas in der Glasherstellung). Jedoch gibt es in anderen Nutzungssektoren (wie z. B. Keramik oder Chemikalien) viele verschiedene Produkte, deren Trennung zum Erhalt qualitativ hochwertiger Recyclingprodukte schwierig sein kann. Somit bleibt der Beitrag des Produktrecyclings zur Einsparung von primärem Lithium weitgehend unklar.

6 Schlussfolgerung

Um die Entwicklung, Einführung und Durchsetzung bedeutender rohstoffabhängiger Energietechnologien wie den elektrochemischen Energie-

Abb. 4: Anteile der produzierenden Unternehmen an der Lithiumproduktion (2007)



Quelle: RMG 2009

speichern weiterhin zu ermöglichen, ist die mittel – bis langfristige Verfügbarkeit der benötigten Rohstoffe genauer zu untersuchen. Auf der Grundlage verlässlicher und möglichst transparenter Informationen können dann forschungsstrategische Entscheidungen in Technologieentwicklungsprozessen wissensbasiert getroffen werden.

Am Beispiel von Lithium wurde gezeigt, wodurch trotz ausreichender geologischer Vorkommen ein potenzielles Verfügbarkeitsrisiko bestehen kann. Dies wird auch durch andere Studien in diesem Bereich bestätigt (ZSW 2010; NRC 2007). Daran wird deutlich, dass grundsätzlich das Wissen über die strategischen Metalle und die komplexen Zusammenhänge in ihren jeweiligen Rohstoffkreisläufen zu erweitern ist. Hierzu kann die Stoffstromanalyse einen wichtigen Beitrag leisten.

Die Auswirkungen einer Verfügbarkeitseinschränkung sind sowohl von der Bedeutsamkeit der Metalle in den einzelnen Schlüsseltechnologien als auch von den Möglichkeiten zur Ressourceneinsparung und zur Substitution abhängig. Deshalb ist es entscheidend, primäre Rohstoffe einzusparen, um die zukünftige Verfügbarkeit eines Rohstoffs zu verbessern und die Risiken einer Verfügbarkeitseinschränkung zu minimieren. Anhand eines solchen Stoffstrommodells, wie es hier für Lithium vorgestellt wurde, können die globalen Stoffströme vieler strategischer Metalle sichtbar gemacht und so auch die Einflussfaktoren auf die zukünftige Verfügbarkeit abgeleitet werden. Hierbei lassen sich das Recyclingpotenzial des jeweiligen Metalls darstellen und durch die Unterscheidung verschiedener Dissipationsgrade der Anwendungen auch Sektoren feststellen, in denen Recyclingaktivitäten verstärkt werden sollten. Darüber hinaus erlaubt das Modell die Identifizierung verschiedener Bereiche zur Effizienzsteigerung der Rohstoffnutzung und zur Reduzierung des primären Rohstoffeinsatzes, wodurch entsprechende Empfehlungen abgeleitet werden können.

Das Modell ermöglicht bisher nicht die Darstellung der Lagerveränderungen in der Nutzungsphase. Um diese Lagerbildung bzw. die mögliche Lithiumakkumulation in der Anthroposphäre wiederzugeben, ist eine dynamische Modellierung des Lithiumstoffstroms erforderlich. Anhand der Lagerbildung in der Nutzungsphase lässt sich dann in Abhängigkeit von den verfügbaren Recyclingtechnologien die potenzielle Menge des recycelten und wieder verwertbaren Lithiums abschätzen. Darüber hinaus ermöglicht eine solche Dynamisierung des Stoffstrommodells langfristige Szenarienanalysen über die zukünftige Entwicklung der Nachfrage und des Recyclingpotenzials (Müller et al. 2004).

Anmerkungen

1) Vgl. BMBF 2006 und Wietschel et al. 2010.
2) Siehe zu diesem Thema auch Angerers Beitrag zu „Hightech-Metalle für Zukunftstechnologien“. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 19/1 (2010), S. 32–39
3) Neben „kritisch“ und „strategisch“ gibt es im Kontext der Rohstoffverfügbarkeit noch weitere Bezeichnungen für Metalle, Minerale oder Rohstoffe wie „selten“, „knapp“ oder „vulnerabel“ (Ziemann et al. 2010a).
4) In dissipativen Anwendungen wird ein Metall während der Nutzung so fein verteilt und verstreut, dass es praktisch nicht mehr recycelt werden kann (Ziemann et al. 2010b).

Literatur

Anderson, B.A., 2001: Material Constraints on Technology Evolution. The Case of Scarce Metals and Emerging Energy Technologies. Göteborg

Angerer, G.; Erdmann, L.; Marscheider-Weidemann, F. et al., 2009: Rohstoffe für Zukunftstechnologien. Der Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage. Stuttgart

Averill, W.A.; Olson, D.L., 1978: A Review of Extractive Processes for Lithium from Ores and Brines. In: Penner, S.S. (Hg.): Lithium: Needs and Resources. Oxford, S. 305–313

Baccini, P.; Bader, H.P., 1996: Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung. Heidelberg

Baccini, P.; Brunner, P.H., 1991: Metabolism of the Anthroposphere. Berlin

BDI Energie und Rohstoffe, 2007: Rohstoffsicherheit. Anforderungen an Industrie und Politik. Ergebnisbericht der BDI-Präsidialgruppe „Internationale Rohstofffragen“. Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., Berlin

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2005: Kurzbericht zur Konzentration in der Weltbergbauproduktion. Hannover

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2006: Die Hightech-Strategie für Deutschland. Bonn, Berlin

Brunner, P.H.; Rechberger, H., 2004: Practical Handbook of Material Flow Analysis. Boca Raton, Fla., USA

Craig, J.R.; Vaughan, D.J.; Skinner, B.J., 2001: Resources of the Earth. Origin, Use and Environmental Impact. New Jersey

Dewulf, J.; van der Vorst, G.; Denturck, K. et al., 2010: Recycling Rechargeable Lithium Ion Batteries. Critical Analysis of Natural Resource Savings. In: Resources Conservation and Recycling 54 (2010), S. 229–234

Ebensperger, A.; Maxwell, P.; Moscoso, C., 2005: The Lithium Industry. Its Recent Evolution and Future Prospects. In: Resources Policy 30 (2006), S. 218–231

Evans, R.K., 2008: An Abundance of Lithium; http://worldlithium.com (download 12.2.09)

Garrett, D.E., 2004: Handbook of Lithium and Natural Calcium Chloride. Their Deposits, Processing, Uses and Properties. Amsterdam

Handke, V., 2008: Materialeffizienz und Ressourcenschonung am Beispiel von strategischen Metallen. Initiative für Nachhaltige Entwicklung e.V., Berlin.

Miller, D., 2008: Outlook for the Lithium Industry. Industrial Minerals. Toronto

Müller, D.B.; Bader, H.-P.; Baccini, P., 2004: Long-term Coordination of Timber Production and Consumption Using a Dynamic Material and Energy Flow Analysis. In: Journal of Industrial Ecology 8 (2004), S. 65–87

NRC – National Research Council of the National Academies, 2007: Minerals, Critical Minerals and the U.S. Economy. Washington, DC

RMG – Raw Materials Group, 2009: Personal Communication. Solna, Schweden

Roskill – Roskill Information Services, 2006: The Economics of Lithium. London

Seidel, A.; Kirk, R.E.; Othmer, D.F., 2005: [Li - Me]. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology Vol. 15., 5th ed., Hoboken

SQM – Sociedad Quimica y Minera de Chile, 2007: Annual Report 2007. Santiago, Chile

Tahil, W., 2008: The Trouble with Lithium 2. Under the Microscope. Meridian International Research; http://www.meridian-int-res.com (download 12.2.09)

Teipel, U. (Hg.), 2010: Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Stuttgart

Tytgat, J.; Lopez, I.; van Damme, G., 2008: End of Life Management and Recycling of Rechargeable Lithium Ion, Lithium-Polymer and Nickel Metal Hydride Batteries. An Industrial Award-wining Comprehensive Solution. Umicore; http://www.batteryrecycling.umicore.com (download 11.12.09)

USGS – United States Geological Survey, 2008: Minerals Yearbook. Lithium. Reston, VA, USA

USGS – United States Geological Survey, 2009: Mineral Commodity Summaries. Reston, VA, USA

Weil, M.; Ziemann, S.; Schebek, L., 2009: Lithium, a Strategic Metal for Emerging Technologies – Scarce or Abundant? R'09 Twin World Congress: Resource Management and Technology for Material and Energy Efficiency. Davos, Schweiz, 15.–16.09.2009

Wietschel, M.; Arens, M.; Dötsch, C. et al. (Hg.), 2010: Energietechnologien der Zukunft – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung. Stuttgart

Yaksic, A.; Tilton, J.E., 2009: Using the Cumulative Availability Curve to Assess the Threat of Mineral Depletion. The Case of Lithium. In: Resources Policy 34 (4), S. 185–194

Ziemann, S.; Schippl, J.; Grunwald, A.; Schebek, L., 2010a: Verfügbarkeit knapper metallischer Rohstoffe und innovative Möglichkeiten zu ihrer Substitution. In: Teipel, U. (Hg.): Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Stuttgart, S. 83–96

Ziemann, S.; Weil, M.; Schebek, L., 2010b: Dissipative Application of Lithium – Lost for the Future? 4th International Seminar on Society & Materials (SAM4). Nancy

ZSW – Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, 2010: Lithium – begehrter Rohstoff der Zukunft. Eine Verfügbarkeitsanalyse. Ulm

Kontakt

Dipl.-Geoökol. Saskia Ziemann
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Campus Nord
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 81 78
E-Mail: saskia.ziemann@kit.edu

« »

E-Mobilität und Energiespeicher im Blickfeld der Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

Erste Analysen und zukünftige Forschungsaufgaben

von Torsten Fleischer und Marcel Weil, ITAS

Elektrische Energiespeicher, besonders solche für den Einsatz in Elektrofahrzeugen, sind in den Fokus der forschungspolitischen und öffentlichen Diskussion gerückt. Dabei zeigt sich, dass viele Fragen ihrer konkreten technischen Ausgestaltung, der Kontexte, in denen sie eingebettet sind, sowie der Potenziale und Folgen ihrer verbreiteten Anwendung noch unzureichend beantwortet sind. Einige davon werden im Beitrag aufgegriffen und Vorschläge für zukünftige Aufgabenstellungen der Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse unterbreitet.

1 Hintergrund

Erklärtes Ziel der Bundesregierung ist es, die durch den Verbrauch fossiler Energieträger entstehenden Umweltbelastungen, insbesondere die CO_2-Emissionen, zu minimieren. Ansätze dafür bestehen unter anderem. in der verstärkten Produktion von elektrischer Energie durch alternative Energiequellen (z. B. Windkraft, Photovoltaik), aber auch in der Nutzung elektrischer Energie im Mobilitätssektor.

Hinsichtlich einer kontinuierlichen und verlässlichen Energieversorgung birgt die wachsende Einspeisung von regenerativen Energiequellen neue Herausforderungen. Diese liegen v. a. begründet in der stark fluktuierenden Energieeinspeisung solcher Quellen, in starker Abhängigkeit von Wind bzw. Sonnenstrahlung sowie deren begrenzter Vorhersagbarkeit. Deshalb wird zukünftig mit dem Zubau weiterer Windparks bzw. Photovoltaikanlagen auch der Bedarf an neuen Versorgungsnetzstrukturen, aber auch an leistungsfähigen stationären Energiespeichern (und damit mehr Flexibilität im Lastmanagement) deutlich zunehmen.

Ein weiterer in der Zukunft stark wachsender Bereich für die Anwendung von elektrochemischen Speichern ist die Elektromobilität. Deren Förderung wird von der Bundesregierung in den letzten Jahren mit großem Aufwand vorangetrieben. Motive für diese Anstrengungen sind neben den oben genannten Umweltschutzzielen eine angestrebte Diversifizierung der (bisher erdölbasierten) Endenergieträgerstruktur im Straßenverkehr, die Reduktion von Verkehrslärm und Beiträge zu einer nachhaltigen Entwicklung, aber auch wirtschaftspolitische Interessen und industriepolitische Aspekte. Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 mindestens eine Million und bis 2030 sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf die deutschen Straßen zu bringen. Dazu sind umfangreiche Aktivitäten gestartet worden, unter anderem ein Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität (Bundesregierung 2009), ein nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (BMVBS 2006) sowie ein 500-Millionen-Euro-Förderprogramm im Rahmen des Konjunkturpaketes II (BMWi 2009).

Trotz dieser zunächst auf technische Aspekte fokussierten Aktivitäten sowie weiterer langjähriger Forschungs- und Entwicklungserfahrungen in Deutschland, die weit ins letzte Jahrhundert zurückreichen, steht die Elektromobilität vor einer Reihe von noch zu lösenden Problemen. Diese sind teilweise wissenschaftlich-technischer Natur, viele von ihnen gehen aber über rein technische Aufgaben weit hinaus und bleiben dennoch zugleich eng mit ihnen verbunden. Eine rechtzeitige und kreative Auseinandersetzung mit ihnen kann helfen, Innovationsbarrieren eher zu erkennen und sozial robustere Lösungen zu identifizieren, die Elektrofahrzeugen zu mehr werden lassen als ein Nischenprodukt. Zur Beantwortung dieser Fragen können auch Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung Beiträge leisten. Einige davon sollen im Folgenden vorgestellt werden.

2 Konzepte für Elektrofahrzeuge

Eine zentrale Fragestellung ist die nach dem „basic design“ zukünftiger Elektrofahrzeuge. Hier finden sich heute sehr unterschiedliche Vorstellungen[1], die unter anderem durch sozioökonomische Faktoren wie Nutzergewohn-

heiten und -erwartungen, Mobilitätsverhalten und diesbezügliche zukünftige Veränderungen sowie Zahlungsbereitschaften, aber auch durch technische Faktoren wie Anforderungen an die Betriebs- und Systemsicherheit beeinflusst werden. Viele konzeptionelle Überlegungen gehen heute vom dominanten Entwurfsparadigma des fünfsitzigen, urlaubstauglichen Familienfahrzeugs mit mindestens 500 km Reichweite aus – mit entsprechenden Auswirkungen auf Fahrzeuggewicht, Speichergröße und damit auch Fahrzeugkosten insgesamt. Von Interesse wird darum sein, inwieweit andere, den technischen und ökonomischen Limitationen elektrisch angetriebener Fahrzeuge eher Rechnung tragende Fahrzeugdesigns neben die klassischen Konzepte treten und diese gegebenenfalls substituieren werden. So kann man durchaus fragen, ob angesichts der von den meisten Fahrzeugen heute durchschnittlichen täglich zurückgelegten Distanzen im zweistelligen Kilometerbereich eine Speicherauslegung auf mehrere hundert Kilometer Reichweite eine „vernünftige" Option ist, oder ob sich für den vergleichsweise seltenen Fall langer Fahrstrecken akzeptable Add-on-Lösungen vorstellen lassen und welche diese sein könnten. Aus analytischer Sicht wäre zunächst zu klären, mit welchem Untersuchungsdesign Fragestellungen dieser Art valide erfasst werden könnten, bevor ihnen eine stärker entwicklungsleitende Funktion zukommen kann.

Damit einher geht die v. a. für systemanalytische Untersuchungen und Szenarioentwicklungen wichtige Frage nach dem erwarteten Diffusionsverlauf von Elektrofahrzeugen. Wer werden die ersten Nutzer („early adopters") von Elektrofahrzeugen sein? Wer sind die Zielgruppen dieser Produkte? Flottenbetreiber? Kleinhaushalte im urbanen Bereich? Mehrkindfamilien auf dem Lande? Wie können daraus belastbare Annahmen für die Struktur der zukünftigen Flotte an Elektrofahrzeugen und seiner zeitlichen Entwicklung gewonnen werden? Da die Ergebnisse solcher Überlegungen von präformierender Wirkung für Folgenszenarien aller Art sind, kommt ihnen selbst wie auch ihrer systematischen Reflexion eine besondere Rolle in der wissenschaftlich-technischen und der durch Wissenschaft beratenen politischen Diskussion zu.

Antworten auf diese Fragen sind nicht nur von akademischem und forschungspolitischem Interesse, sondern haben bei einer Reihe von Themen unmittelbar praktische Relevanz. Eine betrifft die nach dem Layout der zukünftigen Ladeinfrastruktur von Elektrofahrzeugen. Die gegenwärtige „Philosophie" scheint das Laden von Fahrzeugen an der „Steckdose" – in der eigenen Garage oder auf dem eigenen Stellplatz – in den Vordergrund zu stellen. Aus dieser Setzung entsteht eine Reihe von Konsequenzen. Einerseits ist diese Situation nur bei einer bestimmten Zahl von Haushalten gegeben. Andere, urbanere Strukturen mit „Laternenparkern" oder regelmäßig wechselnden Stellplätzen werden hierdurch zunächst nicht bedient. Dies kann durchaus als Innovationsbarriere wirken, da dadurch großen Teilen von sozialen Gruppen der Zugang zur Elektromobilität aufgrund von Infrastrukturmängeln erschwert wird. Geht man zugleich, wie oft postuliert, davon aus, dass Elektrofahrzeuge v. a. im urbanen Bereich die stärksten Potenziale für eine Marktdiffusion haben, da hier Lärmarmut und lokale Emissionsfreiheit besonders zum Tragen kommen, gewinnt diese Problematik noch an Bedeutung.

Eine weitere Folge dieser Setzung betrifft die Analyse von Netzkapazitäten bzw. die Planung von eventuell notwendigen Netzausbauten. In vergleichsweise dünn besiedelten, von Ein- und Zweifamilienhäusern geprägten Wohngebieten – der typischen „Garagengegend" – stellen sich Fragen nach Netzengpässen und deren Ausbaumöglichkeiten aus technischer und ökonomischer Perspektive ganz anders als in hoch verdichteten urbanen Räumen. Auch sind flexibel nutzbare Lade- und Abrechnungstechniken bei wechselnden Nutzern ganz anders zu diskutieren als bei einem Haushalt zuordenbaren Ladestationen.

Ebenfalls mit der Frage nach dem technischen Fahrzeugdesign verbunden ist die Wahl der geeigneten Kombination von Antriebskonzept und Speichersystem. Grundsätzlich müssen für mobile Anwendungen Energiespeichermedien entwickelt werden mit hohen Energie- und Leistungsdichten, einer langen Lebensdauer (kalendarische Lebenszeit, Zyklen-Lebenszeit; s. Böse 2009) sowie einer hohen thermischen

Stabilität. Es stehen schon heute zahlreiche Materialsysteme (einschließlich ihrer Varianten) für Speicher zur Verfügung, die diese Kriterien in unterschiedlicher Güte erfüllen. Einige Materialsysteme werden im folgenden Kapitel benannt, eine ausführlichere vergleichende Darstellung findet sich in Oertel (2008). Zugleich sind bei den Automobilen mit Mikrohybrid, Mildhybrid, Vollhybrid, Plug-in-Hybrid und reinen Elektroautos unterschiedliche Antriebstypen in der Diskussion, die jeweils eine sehr unterschiedliche Performance von dem elektrischen Energiespeicher verlangen. Darüber hinaus hängt der Erfolg der entwickelten Energiespeicher nicht zuletzt von ihren Kosten sowie weiteren Systemanforderungen, etwa im Hinblick auf Betriebssicherheit und Schadensverhalten, ab. Die Entscheidung für ein bestimmtes Speichersystem ist mithin ein komplexes Auswahlproblem, dass in einem dynamischen technischen, ökonomischen und sozialen Umfeld zu lösen ist. Einen ersten Einblick in diesen Prozess soll das nachstehende Kapitel bieten.

3 Technologischer Vergleich von elektrochemischen Speichersystemen

Elektrochemische Speichersystem eröffnen die Möglichkeit, dass die bisher voneinander getrennten elektrische Energienetzwerke und Transportnetzwerke miteinander interagieren, wenn nicht sogar zukünftig teilweise miteinander verschmelzen. Beispielsweise können Elektrofahrzeuge durch die Erzeugung regenerativer (aber auch konventioneller) Energie angetrieben werden, oder für das Lastmanagement überschüssige regenerativ (oder konventionell) erzeugte Energie zwischenspeichern (soweit eine Netzanbindung besteht). Ferner können auch stationäre elektrisch Energiespeicher für die Schnellladung der elektrischen Energiespeicher in Elektrofahrzeuge herangezogen werden.

In den zusammenwachsenden Energie- und Transportnetzwerke gibt es zahlreiche unterschiedliche stationäre und mobile Anwendungen für Energiespeicher. Von großem Interesse ist dabei die Frage, welches der am Markt befindlichen elektrochemischen Speichern den Kundenerwartungen in einzelnen Anwendungsgebieten am ehesten gerecht werden kann, bringen diese Systeme doch jeweils deutlich unterschiedliche Performance hinsichtlich der Indikatoren Leistungs- und Energiedichte, Kosten, Sicherheit, Temperaturverhalten sowie Lebensdauer mit sich. Hinsichtlich dieser sechs Kriterien wurde in einer am ITAS durchgeführten Sondierungsstudie der Versuch unternommen folgende elf unterschiedliche elektrochemische Energiespeicher vergleichend qualitativ zu bewerten:

- Blei-Akkumulator
- Nickel-Cadmium Akkumulator
- Nickel-Metallhydrid Akkumulator
- Natrium-Nickelchlorid Akkumulator
- Natrium-Schwefel Akkumulator
- Vanadium-Redox-Flow Akkumulator
- Lithium-Ionen Akkumulator
- Lithium-Eisen-Phosphat Akkumulator
- Lithium-Mangan-Oxid Akkumulator
- Lithium-Polymer
- Doppelschichtkondensatoren (Supercap)

In Einzelanalysen wurden alle elf Energiespeicher auf Systemebene hinsichtlich der sechs Einzelkriterien qualitativ bewertet. Dabei erhält der beste Wert eines Einzelkriteriums (z. B. Energiedichte) die Punktzahl 6, der schlechteste Wert die Punktzahl 0,5 zugewiesen. Den Wertebereichen dazwischen werden in 0,5 Schritten die Punktzahlen (in der Regel) linear zugeordnet (vgl. Frankenberg 2010).

Soweit keine spezifische Anwendung im Focus der Betrachtungen ist, können für einen ersten Analysenschritt die erreichten Punktzahlen bei den einzelnen Kriterien ohne Gewichtung (d. h. Gleichgewichtung) addiert werden (vgl. Abb. 1).

Soweit ein spezifischer Anwendungsbereich betrachtet ist, wurden die Punktzahlen der Einzelkriterien mit einem Gewichtungsprofil (vgl. Abb. 2) multipliziert und die Einzelergebnisse zu einer Gesamtpunktzahl addiert (vgl. Abb. 3). Hierfür wurden acht stationäre und mobile Anwendungen exemplarische Gewichtungsprofile (vgl. Abb. 2) erstellt. Diese wurden mit Entwicklern von elektrochemischen Speichern innerhalb und außerhalb des KIT diskutiert und entsprechend angepasst. Die entwickelten Gewichtungsprofile sind als vorläufiges

Zwischenergebnis zu betrachten und müssen für weitere Vertiefungsarbeiten im Bezug auf die möglichen Anwendungsgebiete in einem breiteren Akteurskontext diskutiert werden.

In Abbildung 1 ist das Ergebnis des Vergleichs bei Gleichgewichtung dargestellt und zeigt deutlich die Stärken und Schwächen der einzelnen Batteriesysteme. Beispielsweise nimmt der Doppelschichtkondensator (auch Supercap genannt) trotz seiner deutlichen Nachteile bei den Systemkosten und der Energiedichte insgesamt eine Spitzenposition ein.

Neben den Supercaps gehören die Natrium-Schwefel-, Vanadium-Redox-Flow-, Natrium-Nickelchlorid-, Lithium-Eisen-Phosphat- und insbesondere Lithium-Mangan-Akkumulatoren zu einer sehr aussichtsreichen Spitzengruppe.

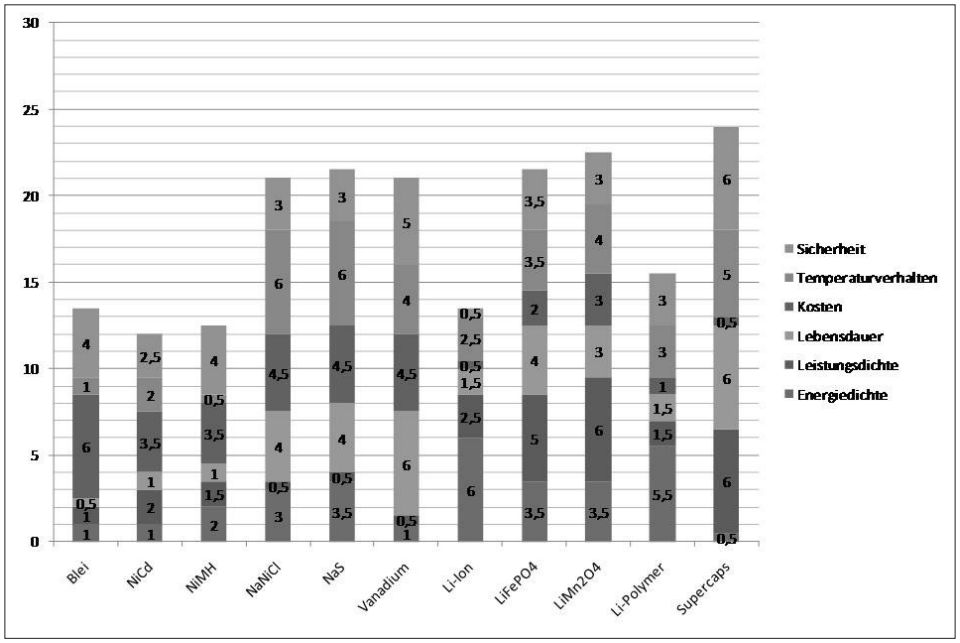
Zweifellos ist das Ergebnis eines spezifischen Vergleichs entscheidend davon abhängig, welche Bedeutung z. B. die Akteure in Entscheidungsprozessen den einzelnen Kriterien für bestimmte Anwendungsgebieten einräumen. Über eine unterschiedliche Gewichtung der Kriterien kann man einer fallspezifischen Bedeutung Ausdruck verleihen.

Im Bereich der Elektromobilität werden jeweils unterschiedliche Anforderungen an elektrochemische Speicher in Hybridfahrzeugen, Plug-In-Hybridfahrzeugen und reinen Elektrofahrzeugen gestellt. Beispielsweise ist die Energiedichte der elektrochemischen Speicher bei reinen Elektrofahrzeugen sehr bedeutsam. Im Gegensatz dazu ist diese bei Hybridfahrzeugen weniger wichtig, dafür ist die Leistungsdichte von größerer Bedeutung.

Als Konsequenz dieser Überlegungen zeigen die Untersuchungen, dass für den Bereich der Hybridfahrzeuge mit Abstand die Supercaps, Lithium-Eisen-Phosphat- und insbesondere Lithium-Mangan-Akkumulatoren besonders aussichtsreich erscheinen. Dies mag überraschen, insbesondere da die für Hybridfahrzeuge aktuell am meisten eingesetzten Nickel-Metallhydrid Akkumulatoren (beispielsweise im Toyota Prius) nur den drittletzten Platz in dieser Untersuchung belegten.

Für reine Elektrofahrzeuge gibt es kein so klares Ergebnis (Abb. 3). Eine breitere Gruppe an aussichtreichen alternativen Speichertechnologien umfasst Natrium-Schwefel, Natrium-Nic-

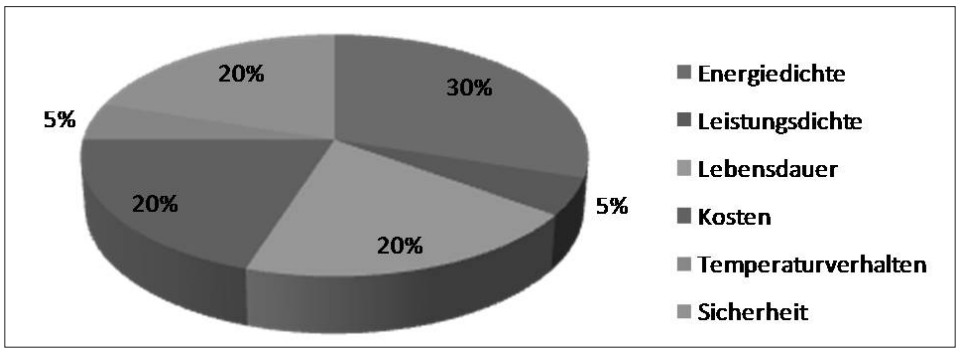
Abb. 1: Vergleich der untersuchten elektrochemischen Energiespeicher im Fall einer Gleichgewichtung der Kriterien*



*= Die Y-Achse ist eine dimensionslose Punkteskala, vorteilhafte Energiespeicher weisen hohe Punkzahlen auf.

Quelle: Frankenberg 2010

Abb. 2: Gewichtungsprofil der Kriterien für den Anwendungsbereich Elektrofahrzeuge



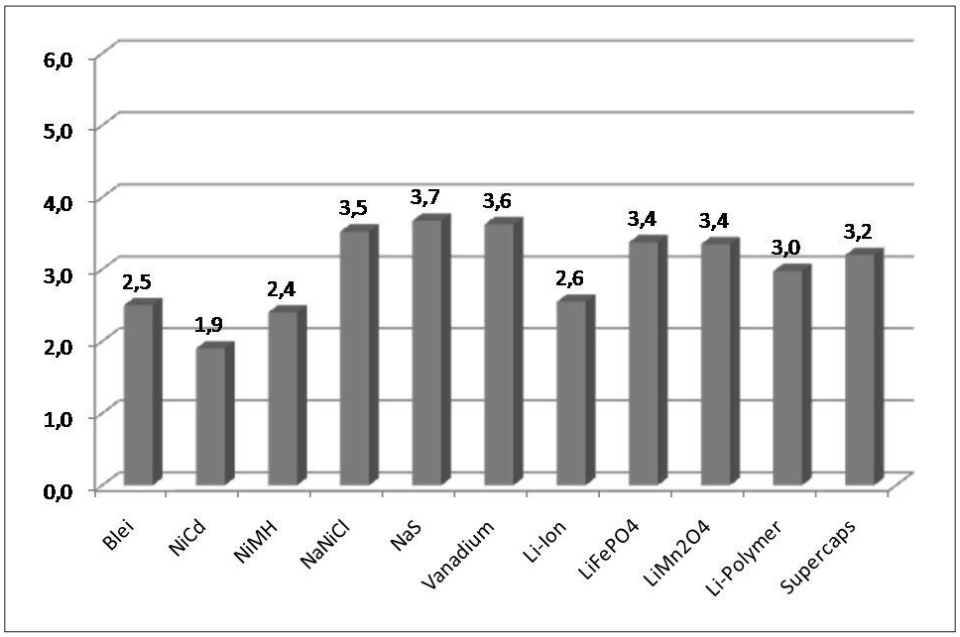
Quelle: Frankenberg 2010

kelchlorid-, Lithium-Ion-, Lithium-Polymer-, Lithium-Eisen-Phosphat- und nicht zuletzt Lithium-Mangan-Akkumulatoren.

Es zeigt sich also, dass im Bereich der mobilen Anwendung von elektrochemischen Speichern kein einheitliches Bild bei der multikriteriellen Bewertung zu erwarten ist, sich keine verwendungsunabhängig eindeutig zu präferierende Variante abzeichnet. Dies kann auch als Hinweis darauf interpretiert werden, bei zukünftigen Forschungs- und Innovationsstrategien auf nationaler Ebene mehrere technologische Optionen im Blick zu behalten und nicht zu früh Entwicklungsaktivitäten zu fokussieren.

Diese Schlussfolgerung wird noch deutlicher, wenn man mit dem gleichen Instrumentarium einmal stationäre Anwendungen von Energiespeichern in den Blick nimmt. So konnten im Systemvergleich bei Techniken für die Sicherstellung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung v. a. Lithium-Eisen-Phosphat- und Lithium-Mangan-Akkumulatoren überzeugen, während für einen Lastenausgleich innerhalb von Stromnetzen gegenwärtig Natrium-Schwe-

Abb. 3: Vergleich der Speichertechnologien*



* = Die Y-Achse ist eine dimensionslosePunkteskala, vorteilhafte Energiespeichertechnologien weisen hohe Punkzahlen auf.

Quelle: Eigene Darstellung, auf der Basis von Frankenberg 2010

fel-, Vanadium-Redox-Flow- und Natrium-Nickelchlorid-Akkumulatoren besonders vorteilhaft erscheinen.

Solche Überlegungen können natürlich nur eine Momentaufnahme darstellen. Welche Speichertechnologie sich in der Zukunft in den vorgestellten Anwendungsgebieten tatsächlich als geeignet erweisen wird, ist wesentlich abhängig von dem erreichbaren Technologiefortschritt: Zu arbeiten ist hier an einer höheren Leistungsfähigkeit (bei geringem Gewicht), an einer höherer Lebensdauer (kalendarisch, Be-/Entladezyklen, Temperatur) und nicht zuletzt an geringeren Kosten. Aktuell wird auch die Kombination einzelner Speichertechnologien intensiv diskutiert und entwickelt, was aus Sicht der Untersuchungsergebnisse nur unterstützt werden kann.

Weiter muss darauf hingewiesen werden, dass bei den oben vorgestellten multikriteriellen Bewertungen Umweltaspekte wie Recyclingfähigkeit (Weil 2010), Ressourcenverfügbarkeit (Weil et al. 2009) oder ökologische Gesamtperformance bisher nicht eingeflossen sind. Ebenso muss geklärt werden, wo Nanomaterialien in den elektrochemischen Speichern am Ende ihres Lebenszyklus verbleiben. Hierfür wäre unter anderem für alle Speichertypen im Anwendungskontext eine Lebenszyklusanalyse zu erstellen, um die Umweltverträglichkeit bewerten zu können. Dies sollte – in Übereinstimmung mit den obigen Überlegungen – nicht nur für das klassische Entwurfsparadigma für Fahrzeuge erfolgen, sondern auch den Vergleich zwischen unterschiedlichen Fahrzeugkonzeptionen ermöglichen.

Viele Hoffnungen auf eine Verbesserung der technischen und ökonomischen Parameter von Energiespeichern ruhen auf der Nutzung von Erkenntnissen der Nanowissenschaften, dem Einsatz von Nanomaterialien oder Nanotechnologie. Sowohl für mobile oder stationäre Anwendungen sollen sie helfen, die bisherigen Limitationen der bekannten elektrochemischen Systeme zu überwinden. Das betrifft dabei sowohl die aktiven Elemente wie Anode und Kathode, als auch die passiven Elemente wie Membranen (z. B. Separator).

Auch daraus können neue Fragestellungen für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse abgeleitet werden. Die eingesetzten Nanomaterialien oder auf Nanotechnologie basierten Produkte haben zunächst v. a. beabsichtigte Wirkungen, etwa die Verbesserung der technischen Performance oder eine Reduktion der Systemkosten. Mit ihnen können aber auch neue unbeabsichtigte Folgen verbunden sein. So wird beispielsweise diskutiert, ob und bei welchen Materialen durch den Übergang in die Nanoskaligkeit neue Eigenschaften auftreten, die möglicherweise mit Umwelt- und Gesundheitsrisiken verbunden sind. Auch ist bisher weitgehend unbeantwortet, in welchem Verhältnis die Mehraufwendungen in der Herstellung solcher Materialien und Systeme (und ggf. auch bei ihrer Entsorgung) zur erwarteten technischen Leistungsverbesserung stehen. Solche Fragen werden – gemessen am Fördervolumen – in der Regel deutlich weniger intensiv untersucht und Ergebnisse diesbezüglicher Untersuchungen nur sehr eingeschränkt während der Entwicklungsphase berücksichtigt (Van den Bossche et al. 2006; Weil 2009). Dabei ist für eine rechtzeitige Diskussion dieser Probleme zu plädieren, könnten sie sich doch durchaus als Umsetzungshemmnisse erweisen.

4 Elektrofahrzeuge im System der Energieversorgung

Angesichts der gegenwärtig vorherrschenden und sehr wahrscheinlich noch für längere Zeit bestehenden bleibenden Struktur der Elektrizitätsversorgung kann davon ausgegangen werden, dass bei einem starken Wachstum der Elektromobilität Verkehrsnetze (mit Elektromobilität) und Energienetze zukünftig sehr stark interagieren werden. Welche neuen Anforderungen sich daraus für elektrochemische Speicher ergeben ist derzeit unklar.

Ein Thema, das dabei schon eine gewisse forschungspolitische und öffentliche Aufmerksamkeit erlangt hat, sind neue Interaktionen zwischen Elektrizitätsversorgern und Verbrauchern, die sich im Zuge einer stärkeren Marktdurchdringung von Elektromobilität herausbilden können. Dominik Möst und Kollegen diskutieren in ihrem Beitrag in diesem Heft ausführlich energiewirtschaftliche Fragen und Konsequenzen, die im Zusammenhang mit dieser Entwick-

lung stehen (Möst et al. 2010). Sie nehmen dabei auch kurz Bezug auf das gegenwärtig intensiv diskutierte Konzept der (temporären) Nutzung von in Fahrzeugen integrierten Speichern als Betriebsmittel der Elektrizitätsversorgung, etwa zur Netzstabilisierung oder zum Ausgleich von Diskrepanzen zwischen Energienachfrage und Energieangebot. Dies ist auf den ersten Blick faszinierend, ließen sich damit doch zugleich Probleme der Netzintegration größerer Mengen fluktuierender regenerativer Energiequellen mindern und möglicherweise die ökonomischen Herausforderungen bei der Markteinführung von Elektrofahrzeugen reduzieren.

Aus Sicht der Technikfolgenabschätzung muss festgestellt werden, dass bei diesen Betrachtungen v. a. soziale und institutionelle Faktoren bisher nicht ausreichend untersucht und verstanden worden sind. So kann zum Beispiel nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass Fahrzeugeigentümer überhaupt dazu bereit sind, ihr System einem weitgehend anonymen Dritten zur Nutzung zu überlassen. Unter welchen Umständen sie es wären, und ob v. a. die in diesem Zusammenhang oft angeführten finanzielle Anreize überhaupt darstellbar sind, die dies für die Eigentümer attraktiv machen, ist offen. Schließlich ist eine Traktionsbatterie auf absehbare Zeit eine sehr teure Komponente im Fahrzeug, die durch Nutzung altert. Lässt sich dieser Wertverlust durch die Nutzung infolge einer zeitweiligen Netzeinbindung zugunsten des Elektrizitätsversorgers für den Kunden quantifizieren und ausreichend kompensieren? Wäre es möglicherweise eine auch aufgrund dieser Herausforderungen günstigere Strategie, Traktionsbatterien nicht mit fest mit dem Fahrzeug zu verbinden und in das Eigentum des Fahrzeugbesitzers übergehen zu lassen, sondern sie als wechselbare Komponente, die vom Elektrizitätsversorger vermietet wird, auszulegen? Es wäre zu diskutieren, inwiefern sich letztere Strategie nicht auch als potenzieller Lösungsansatz für „Nachtanken unterwegs“ einfacher umsetzen ließe als Ansätze, die auf das Schnellladen von Fahrzeugen setzen.

Ein zweites ungeklärtes Problem betrifft die Steuerung der Restkapazität des Speichersystems, das in die stationäre Elektrizitätsversorgung eingebunden wird. Kulturell sind Personenfahrzeuge auch Mobilitätsoptionen auf Vorrat. Die Möglichkeit, jederzeit und spontan mobil sein zu können, ist ein wichtiger Kaufanreiz für Individualverkehrsmittel. Inwieweit wird diese Option durch den (zeitweisen) Zugriff des Energieversorgers auf die Batterie beeinträchtigt – und sei es auch nur subjektiv – und wie kann dem durch intelligente Regelkonzepte zumindest teilweise begegnet werden? Zudem wäre zu beantworten, wer bei Nichteinhalten von entsprechenden Abreden zur Nutzung einer Traktionsbatterie oder gar im Schadensfall haftet.

5 Nutzerperspektiven und -erwartungen

Den Erwartungen und den Verhaltensweisen der zukünftigen Nutzer kommt für eine breite Durchsetzung der Elektromobilität eine entscheidende Rolle zu. Es liegt inzwischen eine ganze Zahl von aktuellen Studien vor, die sich einzelner damit verbundener Fragestellungen annehmen. Eine vergleichende Durchsicht dieser Arbeiten zeigt ein uneinheitliches und teilweise widersprüchlich anmutendes Bild. Beispielsweise nähert sich bei der Untersuchung von Zahlungsbereitschaften und Voraussetzungen für Kaufentscheidungen eine Gruppe von Studien aus dominant ökonomischer Perspektive und evaluiert v. a. das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Der potenzielle Markterfolg von Elektrofahrzeugen wird hier eher kritisch gesehen, Hemmnisse v. a. in den höheren Anschaffungskosten und der geringen Reichweite gefunden. Manche Autoren fordern daher auch staatliche Subventionen für die Unterstützung der Marktdiffusion von Elektrofahrzeugen (z. B. ARIS 2010; Arnold et al. 2010), zumindest in der Frühphase. Andere Studien (z. B. RBSC 2010; Yetano Roche et 2009) geben an, in der Bevölkerung eine große Bereitschaft, finanzielle Einbußen zu Gunsten einer saubereren und zukunftsträchtigen Mobilität in Kauf zu nehmen, gezeigt zu haben.

Diese Widersprüchlichkeit, die hier nur als Beispiel für weitere uneinheitliche Befunde dienen soll, ist sicher in Teilen methodischen Schwächen und mutigen Interpretationen geschuldet. Die bisher vorliegenden Aussagen sind

oft aus repräsentativen CATI[2]-Befragungen gewonnen, deren Design kaum dazu geeignet sind, kompliziertere Entscheidungskalküle zu eruieren. Es wäre Aufgabe der sozialwissenschaftlichen Technikforschung und der TA, in größerer Tiefe Fragen nachzugehen, was genau (und nicht nur im Bezug auf Kosten und Verbrauch) die Bürger an einem Auto schätzen, welche Eigenschaften (auch im Bezug auf Komfort, Design, etc. und nicht nur im Bezug auf Reichweite) sie sich von einem neuen Auto wünschen, für welche von ihnen als wichtig bewertete Eigenschaften sie welche Abzüge bei anderen Features in Kauf nehmen würden, welche Werte sie mit welcher Art von Mobilität verbinden usw. und wie sich Elektromobile hier im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen positionieren. Diese – und andere in diesem Kontext wichtige – Fragen sind sicher nicht immer neu, und von Instituten der Marktforschung auch schon ausführlich untersucht. Insgesamt muss das für die öffentliche Forschung zugängliche Wissen zu diesem Themenfeld aber immer noch als vergleichsweise dürftig bezeichnet werden. Das wird zur Herausforderung insbesondere dann, wenn daraus Resultate für die Beratung politischer Entscheidungsprozesse gewonnen werden sollen.

6 Ausblick

Realisierungsbedingungen und Folgen von Elektromobilität sind ein interessantes und – angesichts der Rolle des Individualverkehrs für die Gesellschaft insgesamt und der damit verbundenen Folgen – wichtiges Thema für die Technikfolgenabschätzung. Erste Stimmen sprechen bereits von einem unangemessen Hype des Themas, der bald einer Ernüchterung weichen wird. Zugleich sind aber viele mit der Einführung einer energiestrukturell neuartigen Mobilitätsoption verbundene Fragen, die ebendiese Einschätzung stützen oder widerlegen könnten, immer noch ungeklärt. Manche davon begleiten die Forschung schon seit geraumer Zeit, die aktuelle Debatte um Elektromobilität kann wissenschaftshistorisch als dritte oder vierte Welle seit den Ölpreiskrisen in den siebziger Jahren gelesen werden. Andere sind neu, da sich sowohl die technischen als auch die institutionellen Bedingungen über die letzten Jahrzehnte deutlich geändert haben.

Der vorliegende Beitrag hat versucht einige potenzielle Themenfelder für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse zur Elektromobilität aufzuzeigen. Aufgrund der Breite des Themengebietes konnten nicht alle interessanten Aspekte vertieft behandelt werden. Nicht weiter besprochen haben wir beispielsweise Akteurskonstellationen auf dem Gebiet der Elektromobilität (Kunden („Verbraucher“), Automobilindustrie, Elektrizitätsversorgungsunternehmen sowie „die Politik“) mit ihren – teilweise sehr unterschiedlichen – Interessen und daraus entstehenden Umsetzungskonflikten. Ebenfalls nicht weiter ausgeführt wurden Überlegungen zu möglichen Ansatzpunkten für politisches Handeln zur Unterstützung der Umsetzung von Elektromobilität. Neben der klassischen Forschungsförderung betrifft dies v. a. mögliche Anreizmechanismen für zukünftige Käufer und/oder Nutzer von Elektrofahrzeugen sowie eine koordinierende oder moderierende Funktion bei Interessenkonflikten der Beteiligten.

Daneben sollten Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse auch übergreifende Fragen wie die nach technischen Entwicklungspotenzialen bei konkurrierenden Speichersystemen oder nach eventuellen Ressourcenknappheiten bei Rohstoffen für Komponenten von Elektrofahrzeugen (Saskia Ziemann und KollegInnen diskutieren dies an anderer Stelle in diesem Heft ausführlicher (Ziemann et al. 2010)), die als Showstopper für Innovationsstrategien wirken könnten, weiter im Blick behalten.

Anmerkungen

1) Infolge der dynamischen Entwicklung auf diesem Gebiet sind Fachbücher zum Thema immer etwas „hinterher“. Für einen instruktiven Einblick in aktuelle Fahrzeugangebote und Designkonzepte empfehlen wir Websites wie http://www.grueneautos.com/elektroautos.php oder http://www.pluginamerica.org/vehicles sowie die einschlägige Automobilpresse.
2) CATI steht für „Computer Assisted Telephone Interview“; es handelt sich dabei um ein standardisiertes Erhebungsverfahren der empirischen Sozialforschung.

Literatur

ARIS – ARIS Umfrageforschung Markt-, Media- und Sozialforschungsgesellschaft mbH, 2010: Studie „Elektromobilität“. Umfrage im Auftrag von BITKOM – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. April 2010

Arnold, H.; Kurtz, R.; Kuhnert, F.; Bauer, W., 2010: Elektromobilität – Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand. Fraunhofer IAO und PriceWaterhouseCoopers, Juni 2010

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2006: Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. 8. Juni 2006; http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/32980/publicationFile/1163/nationales-innovationsprogramm-wasserstoff-und-brennstoffzellen-technologie-nicht-barrierefre.pdf (download 1.12.10)

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2009: Auszug aus dem Bericht an den Haushaltausschuss Konjunkturpaket II, Ziffer 9 Fokus „Elektromobilität“; http://www.foerderinfo.bund.de/_media/elektromobilitaet_konjunkturpaket_ii.pdf (download 1.12.10)

Bundesregierung, 2009. Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. August 2009; http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilitaet-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf (download 1.12.10)

Böse, O., 2009: Aging Behaviour of Ultra High Power Li-Ion Batteries. Continental AG. Advanced Battery Technology, Frankfurt 07/2009

Frankenberg, A., 2010: Vergleich und Bewertung von elektrochemischen Energiespeichern mit Schwerpunkt auf den Lithium-Akkumulatoren. KIT-Diplomarbeit

Möst, D.; Jochem, P.; Fichtner, W., 2010: Dezentralisierung der Energieversorgung. Herausforderungen an die Systemanalyse und -steuerung. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 19/3 (2010), S. 22–29

Oertel, D., 2008: Energiespeicher – Stand und Perspektiven. Sachstandsbericht zum Monitoring „Nachhaltige Energieversorgung“. TAB-Arbeitsbericht Nr. 123. Berlin

RBSC – Roland Berger Strategy Consultants, 2010: Powertrain 2020. Electric Vehicles – Voice of the Customer. München

Yetano Roche, M.; Mourato, S.; Fischedick, M. et al., 2010: Public Attitudes Towards and Demand for Hydrogen and Fuel Cell Vehicles: A Review of the Evidence and Methodological Implications. In: Energy Policy 38/10 (2010), S. 5301–5310

Van den Bossche, P.; Vergels, F.; Van Mierlo, J. et al., 2006: SUBAT: An Assessment of Sustainable Battery Technology. In: Journal of Power Sources, 162/2 (2006), S. 913–919

Weil, M., 2009: Dealing with Unknowns – How to Optimise Nano Material Production. Industrial Ecology, ISIE conference, Lissabon, 06/2009

Weil, M.; Ziemann, S.; Schebek, L., 2009: How to Assess the Availability of Resources for New Technologies? Case Study: Lithium, a Strategic Metal for Emerging Technologies. In: Revue de Metallurgie 12 (2009), S. 554–558

Weil, M., 2010: Future Availability of Lithium – Does Recycling Help? 3rd International Congress on Advanced Battery Technology. Wiesbaden, 06/2010

Ziemann, S.; Weil, M.; Schebek, L., 2010: Energietechnologien der Zukunft – die Problematik der Rohstoffverfügbarkeit am Beispiel von Lithium. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 19/3 (2010), S. 46–55

Kontakt

Dipl.-Phys. Torsten Fleischer
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Campus Nord
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 45 71
E-Mail: torsten.fleischer@kit.edu

« »

Bioenergie und nachhaltige Landnutzung

von Daniela Thrän, Ludwig Leible, Sonja Simon, Sandro Pütz, Stefan Kälber, Christian Geiss und Christoph Schillings[1]

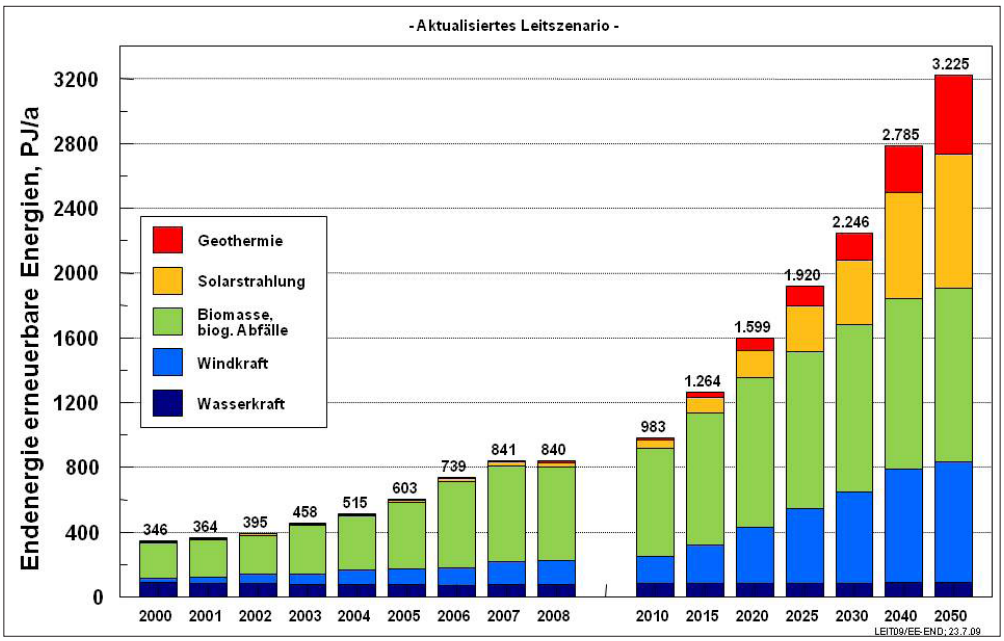
Bioenergie ist die wichtigste erneuerbare Energie und soll künftig weiter ausgebaut werden. Dies kann nur nachhaltig erfolgen, wenn die mit der Bioenergie verbundenen Landnutzungsfragen umfassend berücksichtigt werden. Nachhaltigkeitsindikatoren stellen dafür einen Ausgangspunkt dar, müssen jedoch die Anforderungen vor Ort umfassend berücksichtigen: So sind die ökologischen Folgen der Rohstoffbereitstellung nicht nur durch die klimatisch-physikalischen Voraussetzungen, sondern auch durch die konkrete kleinräumige und zeitliche Ausgestaltung bestimmt. Auf der Seite der Energiebereitstellung ist die Integration in die lokale Energienachfragestruktur entscheidend. Für Forschung und Politik ergibt sich hieraus die Forderung nach räumlich aufgelösten Informationen, Analysen und Steuerungsinstrumenten – sowohl für die Landnutzung als auch für die Energieplanung.

1 Einleitung

Traditionell ist Biomasse der größte Lieferant für erneuerbare Energien und stellte in 2009 mit 161 TWh an Wärme, Strom und Kraftstoff für Transport etwa 70 % aller Erneuerbaren Energien in Deutschland bereit (Nitsch, Wenzel 2009).[2] Biomasse ist mit 94 % die dominierende erneuerbare Energiequelle im Wärmesektor.

Die Nutzung Erneuerbarer Energien wird stark zunehmen. Ihr Wachstum in der Vergangenheit, der Trend für die Zukunft und die bereits abgesteckten politischen Ziele weisen darauf hin. Welchen Anteil die Biomasse zukünftig zu einer nachhaltigen Energieversorgung in Deutschland beitragen kann, loten Szenarien aus, wie sie seit zehn Jahren vom Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt werden. Diese berücksichtigen die Ziele der Bundesregierung zum Ausbau Erneuerbarer Energien (EE) und zur Steigerung der Energieeffizienz, die vorsehen, die Treibhausgasemissionen bis 2050 auf rund 20 % des Werts von 1990 zu senken und den Beitrag der EE an der gesamten Energieversorgung auf rund 50 % zu steigern. Wie Abbildung 1 zeigt, bleibt Biomasse danach auf absehbare Zeit der bedeutendste erneuerbare Energieträger in Deutschland

Abb. 1: Entwicklung des Endenergiebeitrags der Erneuerbaren Energien im Leitszenario 2010 bis 2050



Quelle: Nitsch, Wenzel 2009, S. 8

(Nitsch, Wenzel 2009). Insbesondere bis 2020 wird ein starker Zubau an Strom- und Wärmeproduktion aus Biomasse angenommen, der zu einem erheblichen Teil im Bereich der sehr effizienten Kraft-Wärme-Kopplung erzielt wird und zu über 90 % auf den heimischen Rohstoffen basiert.

Das heimische Rohstoffpotenzial für die Bereitstellung von Bioenergie liegt in Deutschland im Bereich von 1.000 bis 1.400 PJ/a[3], was etwa 10 bis 15 % des nationalen Primärenergiebedarfs entspricht. Es umfasst etwa jeweils zu einem Drittel die Bereiche „Waldrestholz", „Reststoffe aus Landwirtschaft, Industrie, Haushalten und dem kommunalen Bereich" sowie „Energiepflanzen" (Thrän, Kaltschmitt 2007). Letztere wurden im Jahr 2009 auf etwa zwei Mio. ha Ackerfläche angebaut und umfassten v. a. Raps und Biogassubstrate (FNR 2010). In verschiedener Hinsicht vorteilhaft ist künftig der Anbau mehrjähriger Pflanzen – weil hier günstigere Umwelteffekte erwartet werden und gleichzeitig die Deckung der zunehmenden Nachfrage nach holzartigen Biomassen unterstützt wird (Thrän et al. 2009). Gleichzeitig werden zudem vermehrte Rohstoffimporte mit entsprechenden Effekten auf Ökonomie, Ökologie und soziale Fragen in anderen Teilen der Welt erwartet.

2 Anforderungen an eine nachhaltige Biomassebereitstellung und -nutzung

Anforderungen an eine nachhaltige Biomassebereitstellung und -nutzung müssen – dem Leitbild „Nachhaltigkeit" folgend – die ökologische, ökonomische und soziale Dimension gleichrangig im Zielsystem zur Analyse und Bewertung abbilden. Teilweise wird zusätzlich auch die Berücksichtigung der institutionell-politischen Dimension gefordert, um das individuelle und kollektive Verhalten in Richtung Nachhaltigkeit zu verbessern[4]. Allgemeine Anforderungen, wie z. B. „nachhaltig" oder „umweltverträglich", sind schnell formuliert. Zu deren Umsetzung ist jedoch eine aufwändige Differenzierung und Präzisierung von Bewertungsgrößen nötig, um den Chancen und Herausforderungen (TAB 2010) der Bioenergie gerecht zu werden.

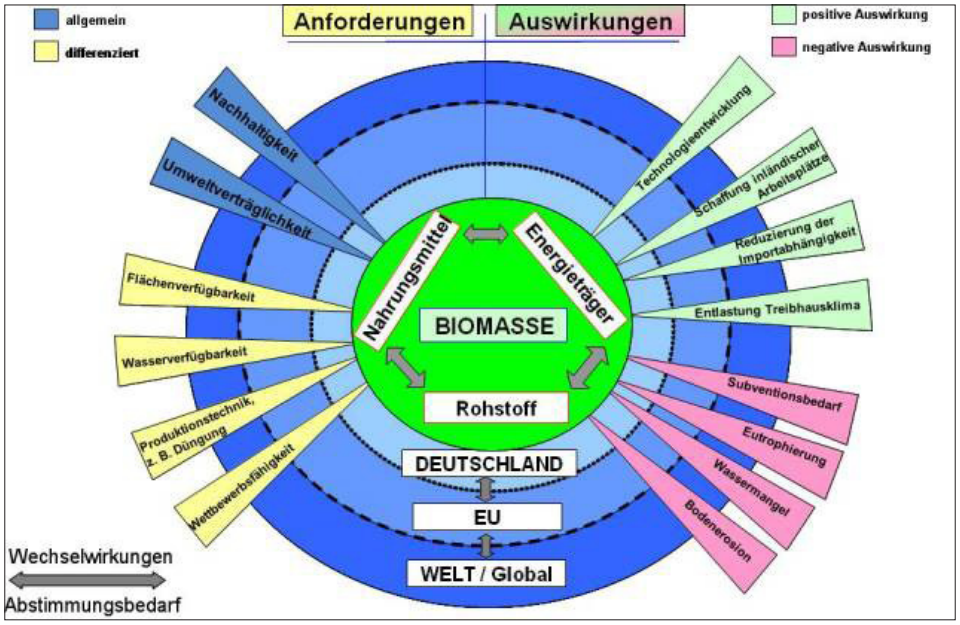
Bei den aktuell gültigen Regelungen auf EU-Ebene bzw. auf nationaler Ebene beschränken sich die Anforderungen an die Nachhaltigkeit derzeit auf die ökologische Dimension und hierbei insbesondere auf das Merkmal „Treibhausgase" bzw. auf die „Treibhausgas-Minderungspotenziale" (vgl. Butterbach-Bahl et al. 2010). In diesem Zusammenhang wird auch auf den Schutz der biologischen Vielfalt hingewiesen. Unter diesem verengten Blickwinkel wurden 2009 mit der EU-Richtlinie 2009/28/EG (EU 2009) zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen erstmals Nachhaltigkeitskriterien für die Herstellung von Biomasse zur energetischen Verwendung vorgeschrieben und in 2010 mit der Einführung eines Zertifizierungssystems für nachhaltige Biokraftstoffe weitergehend präzisiert (EU 2010a; EU 2010b). Mit der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV 2009) und der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV 2009) sind diese Anforderungen in Deutschland bereits in nationales Recht umgesetzt.

Um sich dem komplexen Leitbild der Nachhaltigkeit schrittweise zu nähern, müssen dabei weitere Aspekte in die Bewertung der Bioenergieträger integriert werden. In Abbildung 2 wird der Versuch unternommen, an wesentlichen Aspekten darzustellen, welche Zusammenhänge bestehen und welche Anforderungen aber auch Auswirkungen prinzipiell berücksichtigt werden sollten, um eine abschließende Bewertung einer nachhaltigen Biomassebereitstellung und -nutzung durchführen zu können.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, wird die Biomasse – neben der Nutzung als Energieträger – insbesondere stofflich als Lieferant von Nahrungs-/Futtermitteln und von Rohstoffen genutzt. Hierbei bestehen vielseitige Wechselwirkungen auf nationaler, EU- und globaler Ebene. Weiterhin sind die Auswirkungen der Bioenergienutzung konzeptionell und örtlich sehr unterschiedlich und nur in konkrete Anforderungen integrierbar, wenn sie durch entsprechende Bewertungsgrößen und Indikatoren abgebildet werden können. Landnutzungsfragen stellen dabei – infolge der vielfältigen ökologischen, ökonomischen, sozialen und institutionell-politischen Wechselwirkungen – einen zentralen Aspekt der nachhaltigen Biomassenutzung dar.

Räumlich hoch aufgelösten Untersuchungen zur Biomassebereitstellung (Biomassepotenziale) und zur Nutzung der Biomasse zur Wärmebereit-

Abb. 2: Anforderungen und Auswirkungen einer nachhaltigen Biomassebereitstellung und -nutzung



Quelle: Eigene Darstellung

stellung, insbesondere aber den mit der Biomassebereitstellung verbundenen ökologischen Folgen wird in den nachfolgenden Beispielen besonderes Augenmerk gewidmet. Anhand des Kriteriums „CO_2-Minderungskosten“ wird auf die Aspekte „Entlastung des Treibhausklimas“ und „Wettbewerbsfähigkeit“ ausgewählter Bioenergie-Nutzungen bei der Verfolgung von Treibhausgas-Minderungsstrategien eingegangen.

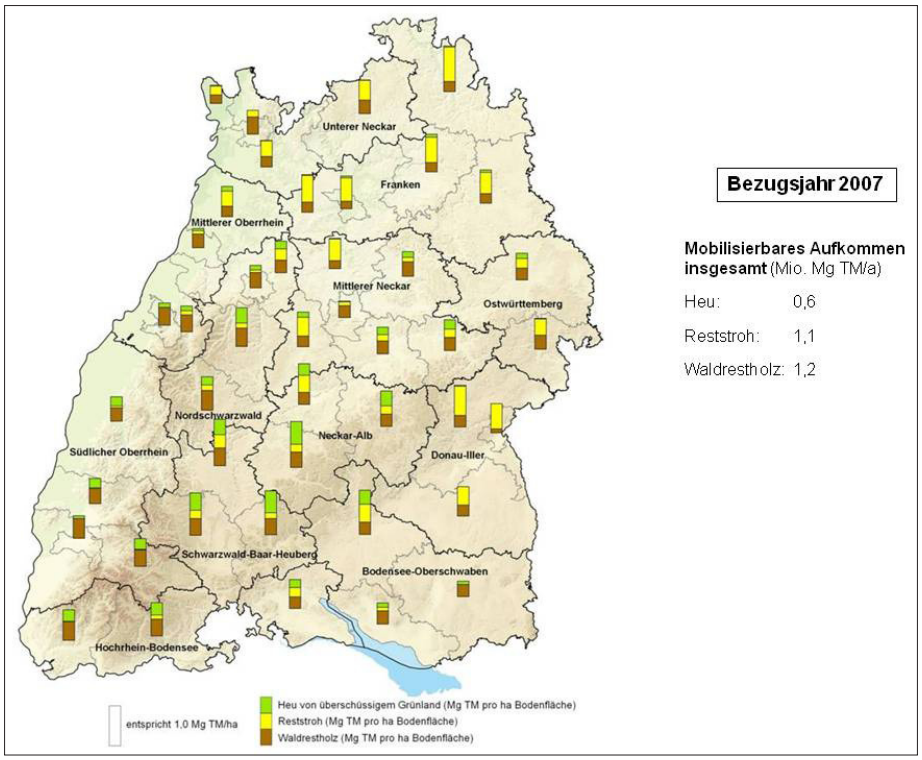
3 Raumbezogene Effekte der Bioenergiebereitstellung

3.1 Regional verfügbare Biomassepotenziale

Am KIT werden regional verfügbare Biomassepotenziale auf Basis der regionalspezifischen restriktiven Faktoren (z. B. Topografie, Umweltauflagen, Bodenfruchtbarkeit, Landnutzungsform, Besitzstruktur, u. a.) ermittelt; sie liefern Informationen über die räumliche Verteilung unterschiedlicher Biomassefraktionen. Beispielhaft ist dies in Abbildung 3 für das Aufkommen an Waldrestholz, Reststroh und Heu (von überschüssigem Grünland) in Baden-Württemberg darstellt. Die regionale Differenzierung als „mobilisierbares“ Biomasseaufkommen erfolgt u. a. mit einem geografischen Informationssystem (GIS), basierend auf der spezifische Flächennutzung in den einzelnen Gemeinden (Kappler et al. 2010).

Die Analysen ergaben für Baden-Württemberg (Bezugsjahr 2007) ein jährliches Aufkommen von rd. 3 Mio. Mg TM[5] (s. Abb. 3); hiermit könnten rd. 3 % des derzeitigen Primärenergiebedarfs gedeckt werden. Insgesamt könnten biogene Rest- und Abfallstoffe rd. 9 % des Primärenergiebedarfs decken (Leible et al. 2008). Betrachtet man das für eine energetische Nutzung potenziell mobilisierbare Aufkommen an Waldrestholz (1,2 Mio. Mg TM), Reststroh (1,1 Mio. Mg TM) und Heu von überschüssigem Grünland (0,6 Mio. Mg TM), so resultiert – bezogen auf die Bodenfläche des Landes Baden-Württemberg (3,5 Mio. ha) – eine durchschnittliche Aufkommensdichte von rd. 0,8 Mg TM/ha. Dabei bieten hinsichtlich des Strohs die Landkreise der Region Franken und Donau-Iller die größten Aufkommenspotenziale, während die größten Aufkommensdichten an Waldrestholz in den Landkreisen im Bereich des Schwarzwalds liegen. Die höchsten Aufkommensdichten für Heu von überschüssigem Grünland sind in den Regionen Neckar-Alb und Mittlerer Neckar zu finden.

Abb. 3: Topografie und Aufkommensdichte an Waldrestholz, Reststroh und Heu nach Landkreisen und Regionalverbänden Baden-Württembergs



Quelle: Eigene Darstellung

3.2 Abschätzung der ökologischen Folgen

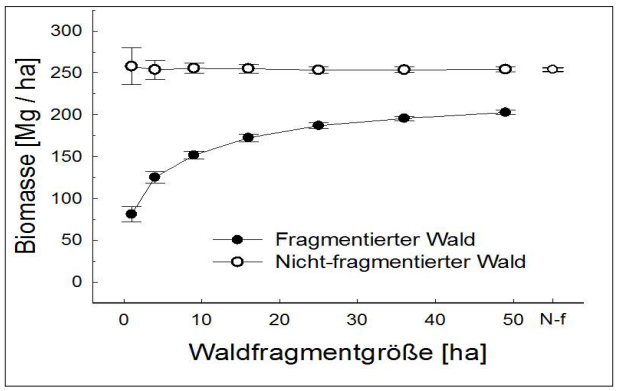
Die Berücksichtigung raumbezogener Aspekte erfordert mit Blick auf eine nachhaltige ökologisch orientierte Steuerung, dass die Wechselwirkungen von Anbausystemen mit ihrer belebten und unbelebten Umwelt verstanden und in langfristig nachhaltige Managementmethoden übersetzt werden können. Am UFZ stehen die räumliche und zeitliche Landnutzungsänderung als Dreh- und Angelpunkt auf der Skala des Schlages bis hin zur Region im Fokus, inkl. möglicher Landnutzungskonkurrenzen durch eine Zunahme des Biomasseanbaus. Eine lokale Landnutzungsänderung basiert auf der Landnutzungsentscheidung des Entscheidungsträgers, z. B. des Eigentümers, die von zahlreichen Faktoren abhängt, z. B. den Markt- und gesetzlichen Rahmenbedingungen. Die Summe der lokalen Einzelentscheidungen ergeben eine räumlich spezifische regionale Landschaftsstruktur, z. B. die Flächenanteile der verschiedenen Landnutzungstypen, sowie eine spezifische Landschaftskonfiguration, z. B. die Größen- und räumliche Verteilung der Landnutzungstypen, in die eine zunehmende Nutzung der Bioenergie auf komplexe Weise einwirkt, indem sie die Landschaftsstruktur und -konfiguration verändert. Zahlreiche Umweltwirkungen der Bioenergienutzung sind räumlich verankert.[6] Dazu gehören z. B. punktuelle Emissionsquellen, laterale Stoffflüsse sowie Interaktionen der belebten Umwelt mit der Landschaftsstruktur und -konfiguration oder mit anderen Arten. Durch die räumliche Verankerung und die daher möglichen Wirkungsgefüge kann es zu nichtlinearen räumlichen Effekten kommen (z. B. zu einer eingeschränkten Überlebensfähigkeit einer Population aufgrund von Randeffekten der Landschaftszerschneidung, zu einer fehlenden Mindestgröße oder zu einer zu starken Isolation von Habitaten). Solche Effekte, die sich erst auf Landschafts- und regionaler Ebene auswirken, können das Ergebnis einer multikriteriellen Umweltwirkungsanalyse mittels Nachhaltigkeitsindikatoren erheblich beeinflussen. Daher reicht es bei der Analyse der Umweltwirkungen oft nicht, allein von der Fläche aus hochzurechnen.

Zur Abschätzung solcher möglichen komplexen, nichtlinearen Umweltwirkungen durch

zunehmende Nutzung der Bioenergie haben sich, neben dem Monitoring zur Datenaufnahme zusätzlich Stoffstrom- und statistische Modelle, sowie besonders räumlich explizite, mechanistische Simulationsmodelle in der Ökologie als hervorragendes neues Instrument bewährt, die empirisch schwer fassbare Langzeitfolgewirkungen menschlicher Landnutzung zu untersuchen. Letztere werden u. a. in der ökologischen Modellierung verwendet (Grimm et al. 2005; Grimm, Railsback 2005), sind aber genauso geeignet, um sozioökonomische Komponenten zu integrieren, wie sie bei der Nutzung der Bioenergie notwendig sind. Mechanistische (d. h. in aggregierter Form prozessbasierte), räumliche und oft individuen- bzw. agentenbasierte Simulationsmodelle erweitern die Optionen der Modellierung (v. a. der klassischen Modellen in der Ökologie), da diese die modellierten biologischen Organismen in ihrer raum-zeitlichen Dynamik realitätsnäher abbilden können (Grimm, Railsback 2005).[7] Dies erfolgt zum Einen durch die Möglichkeit den zu modellierenden Organismen laterale Nachbarschaftsbeziehungen oder Interaktionen zuweisen zu können. Zum Anderen können empirisch messbare Variablen und Schlüsselprozesse integriert werden. Somit können sie u. a. auch das gesamte empirische Wissen für exemplarische Fragestellungen, z. B. der Überlebenswahrscheinlichkeit einer Art in einer bestimmten Landschaft, systematisch in ein konsistentes Modell integrieren. Eine Überprüfung ist mit Feld- oder Fernerkundungsdaten möglich, falls diese mit den Variablen der Simulationsmodelle übereinstimmen. Sie können auch Hinweise auf zukünftigen Forschungsbedarf geben oder bei der Entwicklung von Managementstrategien zu Hilfe genommen werden.

Räumliche Effekte auf Schlag- oder Landschaftsebene wurden bereits erfolgreich mit räumlichen ökologischen Simulationsmodellen untersucht, wie z. B. der Effekt menschlicher Landnutzung auf Ökosysteme oder gefährdete Arten. Auf der Schlagebene wurde z. B. für Tropenwälder in Brasilien, einer sehr wichtigen Region für die globale Bioenergienutzung, gezeigt, dass kleinflächige Restwälder aufgrund von Landschaftszerschneidung, also einer „Fragmentierung“, die auch durch zunehmende Biomassenutzung verursacht wird, ca. 50 % ihrer Biomasse zusätzlich verlieren. Nach einer Waldrodung ändert sich an den neuen Waldrändern das Mikroklima, auf das empfindliche Baumarten mit höherer Sterblichkeit reagieren (Groeneveld et al. 2009). Pütz et al. (2010) zeigen, wie sich die Abnahme der Waldfragmentgröße durch den zunehmenden Grad der Landschaftszerschneidung negativ auf die mittlere gespeicherte Gesamtbiomasse auswirkt (s. Abb. 4). Huth et al. (2004) konnten mit Hilfe eines räumlichen Waldwachstumsmodells und einer multikriteriellen Analyse zeigen, dass schonender, selektiver Holzeinschlag im Vergleich zu konventionellem Holzeinschlag sowohl

Abb. 4: Einfluss von Landschaftszerschneidung auf die langzeitliche Produktivität von Tropenwaldfragmenten*



* = Mittlere in lebenden Bäumen gespeicherte Gesamtbiomasse (Trockenmasse) pro Hektar, in Abhängigkeit von der Fragmentgröße als indirektes Maß für den Grad der Landschaftszerschneidung (Fragmentierung)

Quelle: Pütz et al. 2010

für den langfristigen Ernteertrag als auch für die Waldstruktur von Tropenwäldern vorteilhaft ist.

Bei einer angenommenen Zunahme der Biomassenutzung mit ihren Auswirkungen auf die Landnutzungsstruktur und -konfiguration sind räumliche Umwelteffekte auf der Landschaftsskala zu erwarten, die wie im Beispiel gezeigt, deutlich von der idealen Mittelwertsannahme abweichen dürften und daher mit Hilfe von räumlichen Simulationsmodellen untersucht werden sollten.

In Hinblick auf eine nachhaltige Biomassenutzung sollen mit den oben beschriebenen Methoden insbesondere folgende Fragestellungen untersucht werden: Wie kann ein langfristig nachhaltiger Biomasseanbau aussehen, wobei zur Bewertung der Umweltfolgen mehrere Umweltwirkungen berücksichtigt werden (z. B. lokale und laterale Stoffströme sowie Auswirkungen auf die belebte Umwelt). Wie wirken sich die Landschaftsstruktur bzw. deren Änderung sowie die Landschaftskonfiguration konkret auf die Nachhaltigkeit des Biomasseanbaus einer spezifischen Region aus? Wie könnte eine optimale Landnutzung unter Minimierung der negativen Folgen für Klima und Biodiversität sowie höchster Rohstoffernte aussehen?

3.3 Nachhaltige Energiebedarfsdeckung durch Standortoptimierung

Neben Bereitstellung und Auswirkung auf die Landnutzung stellt die Effizienz des Einsatzes die dritte Dimension einer nachhaltigen Bioenergienutzung dar. Für einen effizienten Einsatz der Biomasse sind geringe Energieverluste durch kurzen Transport und geringe Transformation der Biomasse von großer Bedeutung. Insbesondere bei der effizienten Kraft-Wärme-Kopplung ist die Lokalisation der Wärmenachfrage entscheidend für die Planung der Energiebereitstellung. Eine räumliche Auflösung dieser spezifischen ortsgebundenen Nachfrage kann als Entscheidungshilfe zur Technologie- und Standortauswahl für die vielseitig einsetzbare Biomasse dienen. Dies trifft insbesondere bei der Wärmebereitstellung zu.

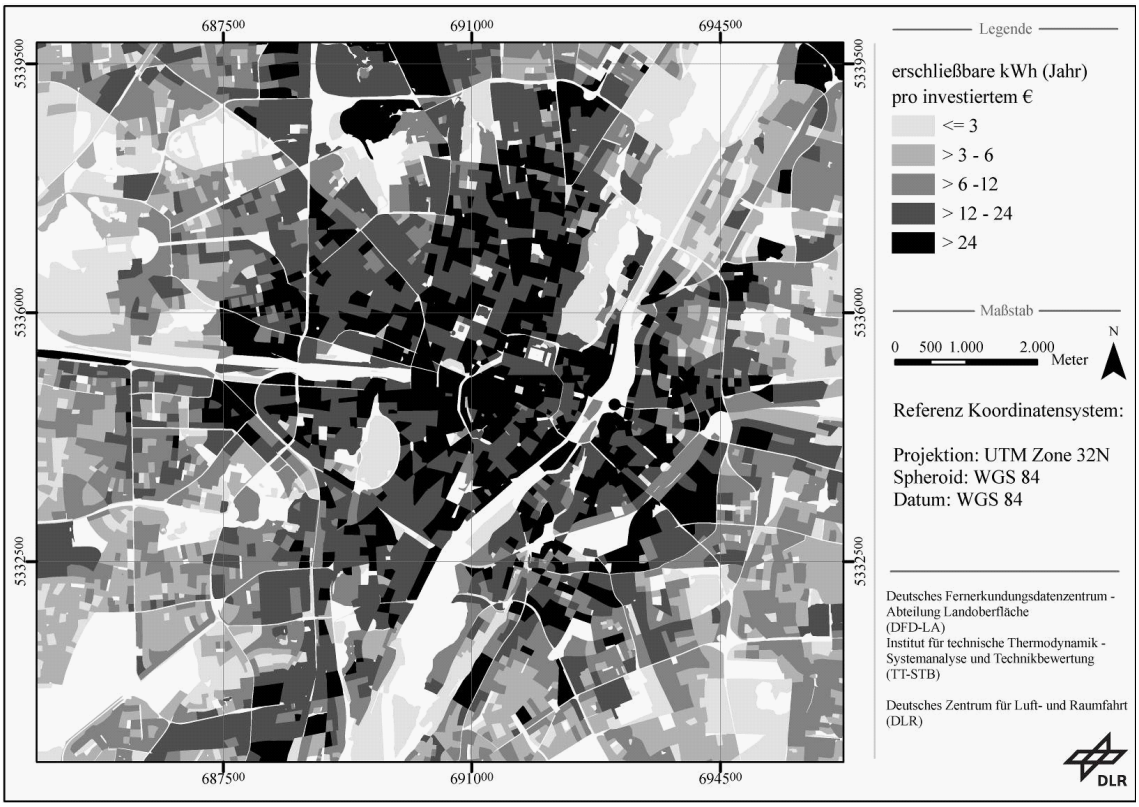
Die am DLR entwickelten Nachfrageanalysen fokussieren auf die Ermittlung regionaler, räumlich hoch aufgelöster Nutzungspotenziale im Wärmesektor mit Hilfe von Fernerkundungsdaten. So kann bei entsprechender Nachfrage in einer Region die effiziente Wärmebereitstellung (z. B. in Nahwärmenetzen) einer Bereitstellung von Energiepflanzen für die Kraftstoffproduktion vorgezogen werden. Die Möglichkeit der Nutzung eines Wärmenetzes wird aufgrund des hohen Investitionsbedarfs primär von der Höhe des lokalen Wärmeabsatzes bedingt. Letzterer stellt wiederum einen idealtypischen Kennwert dar, der sich aus dem Gebäudetyp, der Nutzung des Gebäudes und dem Baualter ergibt (Fischedick et al. 2007; Kleeman et al. 2004; Sester et al. 2004). Für eine Bewertung des Nachfragepotenzials ist zusätzlich der wirtschaftliche Aufwand für die Erschließung des vorhandenen Wärmebedarfs zu berücksichtigen, also die infrastrukturellen Kosten der Nahwärmebereitstellung: Kosten für das Nahwärmenetz, Anschlussleitungen zu den einzelnen Gebäuden sowie Hausübergabestationen. Diese detaillierte Art der GIS-Datenanalyse stellt hohe Anforderungen an Datenqualität und räumliche Auflösung und ist v. a. für lokale Betrachtungen geeignet.

Auf dieser Grundlage lässt sich aus der Division des jährlichen Wärmebedarfs durch die benötigten, infrastrukturellen Investitionskosten ein Kennwert für die Standortgüte von Nahwärme ermitteln, der die durch das Versorgungssystem jährlich erschließbare Wärmemenge (kWh/Jahr) pro investierter Geldeinheit (€) repräsentiert. Die Potenzialwerte werden auf Baublockebene ausgewiesen (s. Abb. 5). Je höher dieser Wert ist, desto besser ist der jeweilige Baublock hinsichtlich seiner baulichen Physiognomie für eine Nahwärmeversorgung geeignet.

Für die Abschätzung der Nutzungspotenziale im Hinblick auf den Einsatz eines Energieträgers wie der Biomasse, wurde diese Methodik in aggregierter Form auf regionaler und nationaler Ebene eingesetzt (Fischedick et al. 2007).

Regional bestehen in Deutschland erhebliche Nutzungspotenziale für Biomasse, mit einem Schwerpunkt im Süden. In der Mitte Deutschlands finden sich hingegen eher weniger Regionen, die für die effiziente Nutzung der Biomasse in Kraftwärmekopplung und Nahwärmenetzen geeignet sind. Aufgrund der demografischen Entwicklung mit Bevölkerungsrückgang in vielen Regionen im Norden und Osten Deutschlands und stabiler bzw. wachsender Bevölkerung in einigen Regi-

Abb. 5: Potenzialkarte für Wärmenetze in München



Quelle: DLR, eigene Darstellung in Anlehnung an Geiss et al. 2010

onen im Süden werden sich diese Unterschiede verstärken (Schillings, Simon 2011). Die Ergebnisse zeigen, dass eine dezentrale Energieplanung eine Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Nutzung der Biomasse ist. Räumlich aufgelöste Nachfrageanalysen können einen erheblichen Beitrag zur effizienten und damit nachhaltigen Nutzung der Biomasse auf lokaler Ebene leisten.

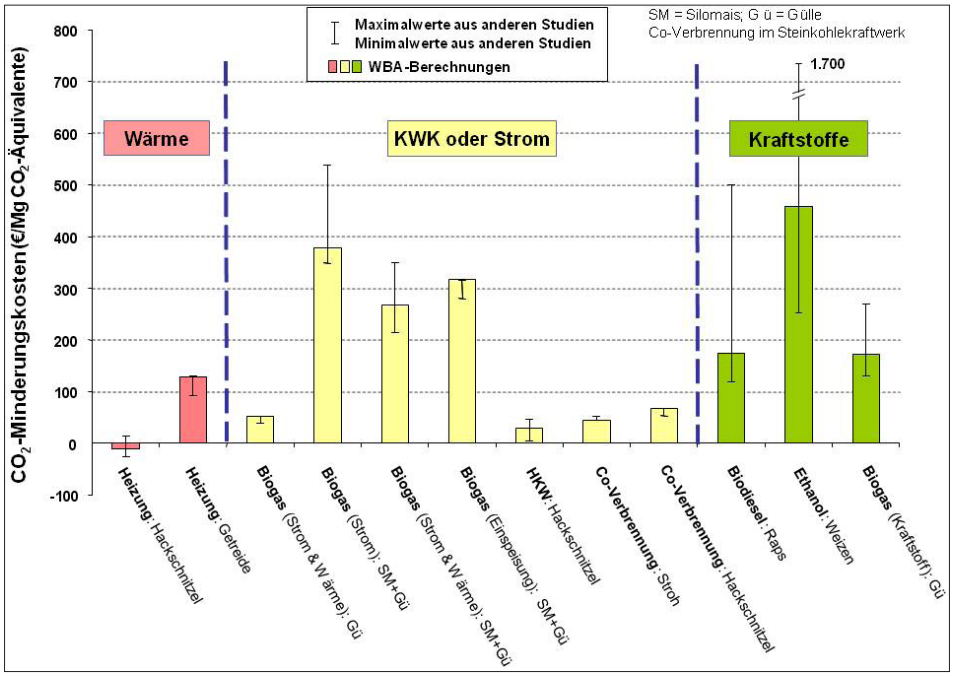
4 Treibhausgasminderung als raumübergreifender Nachhaltigkeitsaspekt

Neben der notwendigen stärkeren räumlichen Differenzierung besteht aber auch in raumübergreifenden Fragen noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Wie in den Vorbemerkungen zum Leitbild „Nachhaltigkeit“ bereits erläutert, lässt sich eine Strategie zum Einsatz von Biomasse – im Vergleich zu anderen Erneuerbaren Energien oder Effizienzmaßnahmen – zur Entlastung des Treibhausklimas bzw. zur Klimastabilisierung am besten daran bemessen, welche Treibhausgas-Minderungskosten damit verbunden sind. Die Kosten der Treibhausgas-Minderung ergeben sich aus den Mehrkosten und der erzielten Treibhausgas-Minderung im Vergleich zur fossilen Referenz.

Der Wissenschaftliche Beirat Agrarpolitik hat hierzu in seinem Gutachten „Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik“ eine umfangreiche Analyse durchgeführt und mit anderen Studienergebnissen verglichen (WBA 2008; Zimmer et al. 2008) (s. Abb. 6). Er kommt in seiner volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise hinsichtlich der Verwendung von Biomasse zur Entlastung des Treibhausklimas in den Bereichen Wärme-, Strom- und Kraftstoffbereitstellung zu der nachfolgend skizzierten Wertung.

Die Wärme- bzw. die gekoppelte Wärme- und Stromerzeugung (KWK) über biogene Festbrennstoffe schneidet i. d. R. am günstigsten ab. Bei ihr werden die höchsten energetischen Gesamtnutzungsgrade und die geringsten Treibhausgas-Minderungskosten erreicht (s. Leible et al. 2008). Die gekoppelte Wärme-/Stromerzeugung

Abb. 6: Treibhausgas-Minderungskosten bei der Gewinnung von Wärme, Strom und Kraftstoff aus Biomasse



Quelle: WBA 2008; Zimmer et al. 2008; angepasst

über die Biogasgewinnung aus Gülle schneidet – im Gegensatz zur Biogasgewinnung aus Silomais – ähnlich günstig ab, wie die Co-Verbrennung von Stroh in einem Steinkohlekraftwerk zur alleinigen Stromerzeugung. Dies ist ein Hinweis dahingehend, dass die energetische Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen in der Regel kostengünstiger ist und deutlich günstigere Treibhausgasbilanzen aufweist, verglichen mit angebauter Biomasse. Die Bereitstellung der Kraftstoffe Biodiesel aus Raps oder Ethanol aus Weizen schneidet bei diesem Vergleich besonders ungünstig ab.

Berücksichtigt man allerdings den erwarteten Wandel im Energiesystem, ergeben sich – bei sinkendem Wärmebedarf und zunehmendem Anteil Erneuerbarer Energien an der Strombereitstellung – ggf. andere Rangfolgen in den eingesparten Treibhausgasen und damit auch veränderte Treibhausgas-Minderungskosten. Beim Vergleich zwischen Reststoffen und angebauten Energiepflanzen bestehen grundsätzliche Wettbewerbsvorteile für die reststoffbasierten Systeme (Stroh, Gülle, Hackschnitzel), weil die Treibhausgasemissionen, die mit dem Energiepflanzenanbau verbunden sind, die erreichbaren Treibhausgas-Minderungen reduzieren. Zudem besteht gegenwärtig noch Unklarheit, in welchem Ausmaß es beim Anbau der Biomasse zur Emission des sehr klimawirksamen Lachgases (N_2O) kommt oder die Kohlenstoffvorräte im Boden abgebaut werden; beide Effekte können entscheidende Auswirkungen auf die künftige Einordnung haben (Butterbach-Bahl et al. 2010).

5 Nachrichten an Forschung und Politik

Die energetische Biomassenutzung bedarf vielfältiger Optimierungen in Hinblick auf die nachhaltige Bereitstellung und Nutzung. Nachhaltigkeit als Zielsystem sollte keinesfalls nur auf die Dimension „Umwelt und Ökologie“ verengt werden; die ökonomische und soziale Dimension sind gleichrangig einzubeziehen.

Weiterhin sind viele Nachhaltigkeitseffekte räumlich differenziert zu betrachten und zu optimieren. Bei der Biomassebereitstellung ist eine hoch aufgelöste Analyse und Modellierung der Landnutzung notwendig, die Managementansätze für eine optimierte Biomassebereitstellung liefern können. Bei der Biomassenutzung ist insbesondere die räumliche Differenzierung der Nachfrage – vor dem Hintergrund optimierter Anlagenstand-

orte – entscheidend. Während durch GIS heute die Möglichkeiten zur zeitnahen Bereitstellung und Verarbeitung hoch aufgelöster Daten gegeben sind und weitere Fortschritte erwartet werden können, bestehen bei der Modellierung der Wechselwirkungen und bei der regionalen Steuerung noch viele ungeklärte Fragen. Offen ist hierbei insbesondere, ob und wie Landnutzung durch Bioenergie nachhaltiger gestaltet werden kann.

An die Politik geht vor diesem Hintergrund die Empfehlung (s. TAB 2010), die punktuell begonnenen Nachhaltigkeitsanforderungen für Bioenergie systematisch zu erweitern und über das System Bioenergie hinaus die gesamte Landnutzung einzubeziehen. Zu fordern sind Steuerungssysteme, die sicherstellen, dass Biomasse für die Bereitstellung von Nahrungsmitteln genutzt wird; hierbei sollten für alle Nutzungsformen ähnliche Anforderungen an die Nachhaltigkeit gelten. Schließlich bringt auch die regional spezifizierte Steuerungsnotwendigkeit – sowohl für den Biomasseanbau als auch für die Biomassenutzung – neue Anforderungen an eine stärker dezentral ausgerichtete Energieplanung, für die es gegenwärtig kaum geeignete Instrumente gibt.

Anmerkungen

1) Sandro Pütz und Daniela Thrän forschen am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (Leipzig), Ludwig Leible und Stefan Kälber am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse am KIT, Sonja Simon, Christian Geiss und Christoph Schillings am Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrt (Stuttgart). Daniela Thrän arbeitet auch am Deutschen BiomasseForschungsZentrum (Leipzig).
2) Die Erneuerbaren Energien insgesamt erzeugten in 2009 233 TWh.
3) 1 PJ = 10^{15} Joule; zur Einordnung: Eine Tonne trockene Biomasse (Mg TM) entspricht energetisch rd. 17 GJ; folglich entspricht 1 PJ rd. 60.000 t trockener Biomasse.
4) Vgl. Grunwald, Kopfmüller 2006 und Schultz et al. 2008.
5) Mg TM: Megagramm (= 10^6 g = 1000 kg = 1 Tonne); TM = Trockenmasse, Umrechnung in Energieeinheiten siehe Anmerkung 1.
6) Einen Überblick dazu geben Thrän, Gawor 2011.
7) Weitere Diskussion modellierspezifischer Fragen siehe Grimm, Railsback 2005.

Literatur

Biokraft-NachV, 2009: Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV), vom 30. September 2009. BGBl I (65), S. 3182–3212

BioSt-NachV, 2009: Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV), vom 23. Juli 2009. BGBl I (46), S. 2174–2202

Butterbach-Bahl, K.; Leible, L.; Kälber, S. et al., 2010: Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe – eine wissenschaftliche Kurzdarstellung. KIT Scientific Reports 7556, ISBN 978-3-86644-532-1, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), KIT Scientific Publishing, Karlsruhe; http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2010/buua10a.pdf (download 20.9.10)

EU – Europäische Union, 2010a: Mitteilung der Kommission zu freiwilligen Regelungen und Standardwerten im Rahmen des EU-Nachhaltigkeitskonzepts für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe. Amtsblatt der Europäischen Union, C160/1-7, 19.06.2010

EU – Europäische Union, 2010b: Mitteilung der Kommission zur praktischen Umsetzung des EU-Nachhaltigkeitskonzepts für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe sowie zu den Berechnungsregeln für Biokraftstoffe. Amtsblatt der Europäischen Union, C160/8-16, 19.06.2010

EU – Europäische Union, 2009: Richtlinie 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. Amtsblatt der Europäischen Union, L140/16-62, 05.06.2009

Fischedick, M.; Schüwer, D.; Venjakob, J. et al., 2007: Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020. Wuppertal

FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2010: http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Bioenergie-NachwachsendeRohstoffe/NachwachsendeRohstoffe/FlaechenNutzungskonkurrenz.html (download 19.10.10)

Geiss, C.; Nast, M.; Schillings, C. et al., 2010: Potenzialmodellierung von Wärmenetzen basierend auf höchst aufgelösten Fernerkundungsdaten. In: Taubenböck, H.; Dech, S. (Hg.): Fernerkundung im urbanen Raum – Die Erdbeobachtung auf dem Weg zur Planungspraxis. Darmstadt

Grimm, V.; Railsback, S.F., 2005: Individual-Based Modeling and Ecology. Princeton

Grimm, V.; Revilla, E.; Berger, U. et al., 2005: Pattern-oriented Modeling of Agent-based Complex Systems:

Lessons from Ecology. In: Science 310/5750 (2005), S. 987–991; DOI: 10.1126/science.1116681

Groeneveld, J.; Alves, L.F.; Bernacci, L.C. et al., 2009: The Impact of Fragmentation and Density Regulation on Forest Succession in the Atlantic Rain Forest. In: Ecological Modelling 220/19 (2009), S. 2450–2459

Grunwald, A.; Kopfmüller, J., 2006: Nachhaltigkeit. Campus-Einführungen. Frankfurt a. M.

Huth, A.; Drechsler, M.; Köhler, P., 2004: Multicriteria Evaluation of Simulated Logging Scenarios in a Tropical Rain Forest. In: Journal of Environmental Management 71/4 (2004), S. 321–333

Kappler, G.; Koch, B.; Leible, L., 2010: Wald-Energieholzaufkommen in Baden-Württemberg – Bereitstellungskosten und Standortanalyse. In: Allgemeine Forst und Jagdzeitung 181/5-6 (2010), S. 117–122

Kleemann, M.; Krüger, B.; Heckler, R., 2004: Verbrauchskennzahlen für Wohn- und Nichtwohngebäude in Städten. In: Lutsch, W., Neuffer, H., Witterhold, F.-G. (Hg.): Strategien und Technologien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativer Energien. Frankfurt a. M., AGFW-Hauptstudie- Erster Bearbeitungsschritt, Band 1, S. 25–131

Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G., 2008: Energiebereitstellung aus Stroh und Waldrestholz. In: BWK 5 (2008), S. 56–62; http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2008/leua08a.pdf (download 19.10.10)

Nitsch, J.; Wenzel, B., 2009: Leitszenario 2009 – Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Reihe Umweltpolitik; http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitszenario2009_bf.pdf (download 22.11.10)

Pütz, S.; Groeneveld, J.; Alves, L.F. et al., 2010/i. E.: Fragmentation Drives Tropical Forest Fragments to Early Successional States: A Modeling Study for Brazilian Atlantic Forests. In: Ecological Modelling/eingereicht

Sester, M.; Neidhart, H.; Schulz, W. et al., 2004: Verfahrensentwicklung zur Bestimmung einer digitalen Wärmebedarfskarte aus Laserscanning- und GIS-Daten. In: Lutsch, W.; Neuffer, H.; Witterhold, F.-G. (Hg.): Strategien und Technologien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativer Energien. AGFW-Hauptstudie – Erster Bearbeitungsschritt, Band 1. Frankfurt a. M., S. 235–301

Schillings, C.; Simon, S., 2011/i. E.: The Potential for District Heating Based on Renewable Energy: A Spatial Analysis. In: Kuckshinrichs, W.; Kronenberg, T. (Hg): Demography and Infrastructures: National and Regional Aspects of Demographic Change. Berlin, in print

Schultz, J.; Brand, F.; Kopfmüller, J.; Ott, K., 2008: Building a Theory of Sustainable Development: Two Salient Conceptions within the German Discourse. In: International Journal of Environment and Sustainable Development 7/4 (2008), S. 465–482

TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, 2010: Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen (Autoren: Meyer, R.; Rösch, Chr.; Sauter, A.). Endbericht, TAB-Arbeitsbericht Nr. 136, Berlin

Thrän, D.; Edel, M.; Seidenberger, T. et al., 2009: Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung. 1. Zwischenbericht, Leipzig

Thrän, D.; Gawor, M., 2011/i. E.: Biomass Provision and Use – Sustainability Aspects, Encyclopaedia of Sustainability Science and Technology, in print

Thrän, D.; Kaltschmitt M., 2007: Competition – Supporting or Preventing an Increased Use of Bioenergy? In: Biotechnology Journal 2/12 (2007), S. 1514–1524

WBA – Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik (verabschiedet: Nov. 2007; Erscheinungsdatum: 24.01.2008); DOI: 10.1002/biot.200700162; http://www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/382594/publicationFile/23017/GutachtenWBA.pdf (download 19.10.10)

Zimmer, Y.; Berenz, S.; Döhler, H. et al., 2008: Klima- und energiepolitische Analyse ausgewählter Bioenergie-Linien. Landbauforschung, Sonderheft 318, 120 S.; http://www.bfafh.de/bibl/lbf-pdf/landbauforschung-sh/lbf_sh318.pdf (download 19.10.10)

Kontakt

Dr. Daniela Thrän
DBFZ und UFZ
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig
E-Mail: daniela.thraen@dbfz.de

Dr. Ludwig Leible
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Campus Nord
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 69
E-Mail: ludwig.leible@kit.edu

« »

TA-PROJEKTE

Perspektiven einer zu 100 Prozent regenerativen Stromversorgung in Deutschland bis 2050

von Yvonne Scholz, DLR Stuttgart

Der Strombedarf in Deutschland kann vollständig mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Das ist auch dann der Fall, wenn dazu ausschließlich nationale Ressourcen eingesetzt werden sollen. Im Vergleich dazu führt die Einbindung in internationale Verbundsysteme zu geringeren Kosten. Die stärkste Kostensenkung ergibt sich durch die Anbindung an Norwegen, für welches Pumpspeicherpotenziale in Höhe von 70 TWh angenommen wurden. Dies ist das Ergebnis von Untersuchungen, die das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) durchgeführt hat. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat im Mai 2010 im Vorgriff auf ein im Herbst 2010 zu veröffentlichendes Sondergutachten die Stellungnahme „100% erneuerbare Stromversorgung bis 2050: klimaverträglich, sicher, bezahlbar“ veröffentlicht (SRU 2010). Das DLR hatte in der Arbeit zum Sondergutachten (Scholz 2010) die Aufgabe, für das Jahr 2050 Perspektiven einer sicheren und kostengünstigen Stromversorgung zu entwerfen, die vom SRU als Endpunkte für die Entwicklung der Szenarien verwendet wurden.

1 Hintergrund

Um in die politische Debatte über ein Energiekonzept für die Bundesrepublik Deutschland die 100 Prozent Erneuerbare-Energien-Option einzubringen, wurden in der Stellungnahme des SRU Szenarien einer vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromversorgung für Deutschland in unterschiedlichen Verbundsystemen mit unterschiedlichen Graden nationaler Selbstversorgung dargestellt. Bei der Entwicklung der Szenarien war sicherzustellen, dass der dargestellte Energiemix den Strombedarf jederzeit deckt. Der Entwurf eines zu großen Teilen auf den zeitlich schwankend verfügbaren Energieträgern Solarstrahlung, Windenergie und Wasserkraft basierenden Versorgungssystems erfordert Informationen über die zeitliche Verfügbarkeit und die räumliche Verteilung dieser Energieträger. Das am DLR entwickelte Modell REMix verfügt über diese Informationen im Raum Europa und Nordafrika. Es dient dazu, Stromversorgungssysteme auszulegen, die die schwankenden und nicht schwankenden Energieträger so kombinieren, dass der Strombedarf bei möglichst geringen Systemkosten jederzeit gedeckt ist. Dabei können Randbedingungen berücksichtigt werden wie z. B. regionale Selbstversorgungsgrade und mögliche Transportverbindungen zwischen Regionen.

2 Zielsetzung

Das DLR wurde für das SRU-Sondergutachten damit beauftragt, Folgendes zu untersuchen:

- Ist eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien im Strombereich für Deutschland technisch möglich? Könnte ein solches System die Versorgungssicherheit auf dem heutigen hohen Niveau gewährleisten?
- Wie hoch müssen die Kosten einer regenerativen Vollversorgung eingeschätzt werden?

Diese Fragen waren für drei Versorgungssysteme zu beantworten, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

3 Methodisches Vorgehen

Das Energiesystemmodell REMix ermittelt aus stündlich maximal verfügbaren Erneuerbaren-Energien-Strommengen den Energiemix, der bei den geringsten Systemkosten den Strombedarf jederzeit decken kann. Dazu benötigt es neben den Potenzialen Informationen über die Kosten der Systemkomponenten und über den Strombedarf. Die Kostendaten wurden in dem laufenden Projekt des BMU „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ (BMU 2009; BMU 2010) erhoben und durch Vertreter der jeweiligen Branchen oder Verbände begutachtet. Stündliche Daten der Netzlast werden von den Transportnetzbetreibern veröffentlicht. Diese Daten wurden normiert, um mit langfristigen Strombedarfsentwicklungen aus Szenarien die stündliche Netzlast der Untersuchungsjahre bis 2050 zu entwickeln.

Die Analyse der Stromerzeugungspotenziale der Energieträger Solarstrahlung, Wind, Geothermie wurde in einem Bottom-up-Ansatz in drei Schritten durchgeführt: Ressourcendatenerhebung, Flächenanalyse, Anwendung eines Kraftwerksmodells. Die Ressourcendaten wie Temperaturen im Untergrund, stündliche Windgeschwindigkeiten und stündliche solare Einstrahlung wurden mit einer räumlichen Auflösung von 10 km mal 10 km erhoben, bisher für das Basisjahr 2006. Mit Hilfe eines geographischen Informationssystems wurden anhand verschiedener räumlicher Datensätze (Landbedeckung, Meerestiefe, Flächenneigung) die Flächen ermittelt, auf denen die Ressourcen genutzt werden können, und Flächenanteile konkurrierender Nutzungsformen abgeschätzt. Mit Hilfe von Modellen charakteristischer Kraftwerke wurde dann die auf nutzbaren Flächen mögliche Stromerzeugung aus den Ressourcendaten ermittelt.

Bei Wasserkraft und Biomasse wurde von dem Bottom-up-Verfahren abgewichen, da die Analyse der Konkurrenznutzungen und der lokalen geographischen und rechtlichen Gegebenheiten zu umfangreich gewesen wäre. Hier wurde auf bestehende Studien und Statistiken zurückgegriffen. Die ermittelten nationalen Gesamt-Potenziale wurden dann „top-down“ räumlich analog zur Verteilung eines repräsentativen Parameters verteilt, z. B. das Waldholzpotenzial auf der Waldfläche oder die Leistung neuer Wasserkraftwerke anhand der räumlichen Verteilung des theoretischen Wasserkraftpotenzials. Durch die räumliche Auflösung der Daten in einem 10 km mal 10 km Raster kann die Einteilung der Untersuchungsregionen je nach Untersuchungszweck flexibel vorgenommen werden und ist nicht auf die nationale Ebene beschränkt.

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind installierbare Leistungen und technische Stromerzeugungspotenziale auf nutzbaren Flächen, bei zeitlich schwankendem Energieangebot in stündlicher Auflösung. Diese Daten dienen als Input in ein lineares Optimierungsmodell. Sie werden für die zu untersuchenden Regionen zusammengefasst, um die Datenmenge so weit zu reduzieren, dass das Modell in vertretbaren Zeiten Ergebnisse liefert. Das Modell besteht aus einer Zielfunktion, in der festgelegt wird, dass die Summe der Investitionskosten und der fixen und variablen Betriebskosten aller Systemkomponenten minimiert werden soll. Das System wird in Randbedingungen beschrieben, die als Gleichungen oder Ungleichungen formuliert sein können. Die wichtigsten Randbedingungen lauten:

- Der Strombedarf in jeder Region muss durch Stromerzeugung in der Region oder durch Import nach Abzug von Export und Einspeicherung in jedem Zeitschritt gedeckt sein.
- Leistungspotenziale können nicht überschritten werden.
- Stromerzeugungspotenziale können nicht überschritten werden.
- Stromübertragung findet nur dort statt, wo eine Leitung gebaut werden kann.

Weitere Randbedingungen legen Anteile erneuerbarer und Anteile regionaler Stromerzeugung an der Versorgung fest. Für das SRU-Sondergutachten wurden folgende Systeme untersucht:

1. Deutschland als Inselsystem ohne Stromaustausch mit benachbarten Regionen (DE), mit heute bestehenden Pumpspeicherkapazitäten und der Option, Druckluftspeicher zuzubauen
2. Deutschland im Verbund mit Dänemark und Norwegen (DEDKNO), mit bis zu 70 TWh Pumpspeicherkapazität in Norwegen
3. Deutschland in einem europäisch-nordafrikanischen Verbund (EUNA) mit 36 Regionen (Ländern oder Ländergruppen), mit bis zu 70 TWh Pumpspeicherkapazität in Norwegen.

In den beiden Verbundsystemen sollte ein regionaler Selbstversorgungsgrad von 85 Prozent zugrunde gelegt werden, d. h. dass in der Jahresenergiebilanz die Stromerzeugung in jeder Region mindestens 85 Prozent des regionalen Strombedarfes betragen muss. Dadurch wird der Nettoimport indirekt auf 15 Prozent beschränkt. Im Verbund DEDKNO wurde zusätzlich ein Fall untersucht, in dem Austausch erlaubt ist, aber in der Jahresenergiebilanz 100 Prozent des regionalen Stromverbrauchs in der Region erzeugt werden müssen. D. h., in diesem Fall kann zwar jederzeit Strom importiert und exportiert werden, im Jahresmittel gleichen sich Importe und Exporte jedoch vollständig aus. In jedem System sollten außerdem die Auswirkungen eines durch zusätzliche Stromverbraucher wie Klimatisierung,

Elektromobilität oder Wärmepumpen erhöhten Strombedarfs untersucht werden. Für Deutschland wurde daher neben den erwarteten 509 TWh auch ein Szenario mit einem Strombedarf von 700 TWh berücksichtigt und für die anderen Länder der Strombedarf proportional dazu erhöht.

4 Ergebnisse

Die jährlichen Erneuerbare-Energien-Stromerzeugungspotenziale für das Jahr 2050 sind in Tabelle 1 nach Kraftwerkskategorien aufgeführt. Insgesamt ergibt sich in der Region EUNA ein Erneuerbare-Energien-Stromerzeugungspotenzial von knapp 105.000 TWh/a – fast 20 Mal so viel wie der für das Jahr 2050 angenommene jährliche Strombedarf von 5420 TWh. In Deutschland ergibt sich in der Summe ein Erneuerbare-Energien-Stromerzeugungspotenzial von 840 TWh/a – das 1.65-fache eines für das Jahr 2050 erwarteten Strombedarfs von 509 TWh und das 1.2-fache eines erhöhten Strombedarfs von 700 TWh.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Dimensionierung der verschiedenen Versorgungssysteme zusammengefasst. Da die absolute Größe der Verbundsysteme unterschiedlich ist, werden zum Vergleich der Strukturen relative Kenngrößen herangezogen.

Die Verluste setzen sich aus Überschüssen, Transport- und Speicherverlusten zusammen. Die höchsten Verluste von 14 Prozent (9 Prozent bei erhöhtem Strombedarf) treten als reine Speicherverluste im Inselsystem auf, ansonsten liegen die Gesamtverluste bei 4 bis 5 Prozent.

Die Auslastung der gesamten Erneuerbare-Energien-Stromerzeugungskapazität liegt zwischen 1934 und 3964 Volllaststunden (VLh). Die niedrige Auslastung im Verbund EUNA ist teilweise der Rechenweise geschuldet, da

Tab. 1: EE-Stromerzeugungspotenziale (in TWh/a, Jahr 2050)

	Wind Onshore	*Wind Offshore*	*PV*	*CSP*	*Laufwasserkraft*	*Speicherwasserkraft*	*feste Biomasse*	*gasförmige Biomasse*	*Geothermie*	*Geothermie KWK*
Europa und Nordafrika	9589	13226	31231	46527	1101	144	398	224	1316	1093
Deutschland	91	317	113	0	25	2.3	42	27	70	153

Quelle: Eigene Darstellung

Tab. 2: Strommengen in TWh/a, installierte Leistungen in GW, Kosten in Mrd.€/a und Stromkosten*

	Inselsystem in DE		*Verbund DED-KNO, 100 % Selbstversorgung*		*Verbund DED-KNO, 85% Selbstversorgung*		*Verbund EUNA, 85% Selbstversorgung*	
Strombedarfsniveau	erw.	hoch	erw.	hoch	erw.	hoch	erw.	hoch
Strombedarf in TWh/a	509	700	651	894	651	894	5418	7446
Verluste in % der Stromerzeugung	14	9	5	4	5	4	4	4
Auslastung der Stromerzeugungskapazität in VLh	2518	2708	3472	3129	3964	2944	2066	1934
Speicherkapazität relativ zum Tagesstromverbrauch	0,6	0,5	17,4	13,6	22,4	13,2	1,2	1,2
Systemkosten in Mrd.€/a	42	76	31	63	28	47	422	634
Anteil Stromerzeugung	0,95	1,11	0,81	0,99	0,78	0,83	0,94	0,93
Anteil Speicherung	0,08	0,07	0,23	0,16	0,25	0,20	0,08	0,07
Anteil Stromübertragung	0	0	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05
Anteil Wärmegutschrift	-0,03	-0,18	-0,08	-0,19	-0,09	-0,08	-0,07	-0,05
Mittlere Stromkosten in €/kWh	0,088	0,097	0,059	0,071	0,056	0,063	0,083	0,092

* = nach Abzug der Wärmegutschrift; enthalten Transport- und Speicherkosten; in €/kWh, jeweils Mittelwerte über die Verbundregionen

Quelle: Eigene Darstellung

fünf Modellläufe zusammengeführt und für die Stromerzeugung der Durchschnitt, für die installierten Stromerzeugungskapazitäten aber das jeweilige Maximum verwendet wurde, um mögliche Leistungsengpässe auszuschließen. Auch der Speicherbedarf im Verbund EUNA ist durch die Verwendung fünf unterschiedlicher Läufe mit großen Unsicherheiten behaftet.

Die hohe Auslastung der Stromerzeugungskapazitäten von 3.964 VLh im Verbund DEDKNO wird durch die große Pumpspeicherkapazität in Norwegen ermöglicht. Insbesondere Biomassekraftwerke können dadurch besser ausgelastet werden, da an ihrer Stelle die Pumpspeicherwerke den Lastausgleich übernehmen. Dadurch kann die Biomasse statt in Kondensationskraftwerken in KWK-Anlagen verstromt werden.

Die gesamten Systemkosten setzen sich aus den Stromerzeugungskosten, den Speicherkosten und den Stromübertragungskosten abzüglich der Wärmegutschrift zusammen. Die Systemkosten sind in allen Fällen durch die Stromerzeugung dominiert. Im Inselsystem DE liegen die Gesamtkosten wegen der hohen Vergütung für die Wärme aus Geothermieanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung niedriger als die Stromerzeugungskosten. Die Speicherkosten machen bis zu 25 Prozent der gesamten Systemkosten aus. Die Investitionen für Speicher können die Systemkosten verringern, da die anderen Systemkomponenten besser ausgelastet werden können. Die Stromübertragung hat in den Verbundsystemen einen Anteil von 4 bis 6 Prozent an den gesamten Kosten.

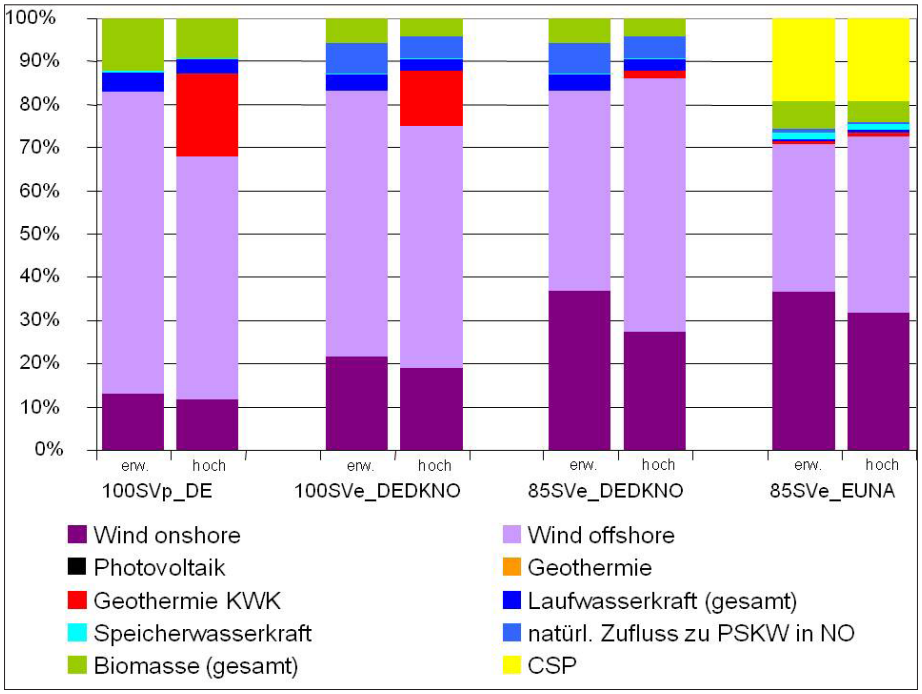
Die mittleren Stromkosten (berechnet als Quotient aus den Systemkosten und dem Strombedarf) bei einem Strombedarf auf erwartetem Niveau sind mit 5,6 €Cent/kWh am niedrigsten im Verbund Deutschlands mit Dänemark und Norwegen bei 85 Prozent Mindestselbstversorgung, d. h. bei 15 Prozent erlaubtem Nettoimport in der Jahresbilanz. Nur unwesentlich teurer ist die Stromversorgung mit 5,9 €Cent/kWh im gleichen Verbund, wenn Austausch erlaubt, aber in der Jahresbilanz 100 Prozent Selbstversorgung gefordert ist. Die Inselversorgung Deutschlands ist möglich, aber im Vergleich mit 8,8 €Cent/kWh die teuerste Option. Die Versorgung im europäisch-nordafrikanischen Verbund ist mit 8,3 €Cent/kWh nur wenig kostengünstiger. Zum einen beeinflusst jedoch auch hier wieder die Rechenweise bei der Zusammenführung der Ergebnisse der fünf Läufe das Ergebnis zu Ungunsten des Verbunds EUNA. Zum anderen sind die Stromquellen im Rest Europas größtenteils teurer als der Windstrom aus dem Norden Europas. Die Kostenverhältnisse ändern sich durch einen erhöhten Stromverbrauch durch Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und Klimatisierung im zweiten Szenario nur unwesentlich.

Abbildung 1 zeigt die Struktur der Stromerzeugung in den untersuchten Verbundsystemen bei jeweils erwartetem und erhöhtem Strombedarf. In allen Fällen dominiert die Windenergie die Stromerzeugung. Im Inselsystem Deutschland sind die kostengünstigen Windstrompotenziale, das Photovoltaik- und das Wasserkraftpotenzial bereits bei erwartetem Strombedarf weitgehend ausgeschöpft. Bei erhöhtem Strombedarf wird daher v. a. zusätzlich Strom in Geothermieanlagen erzeugt, was auch die hohe Wärmegutschrift (s. Tab. 2) bedingt. Das gilt auch im kleinen Verbund DEDKNO, solange 100 Prozent des Strombedarfs in der Jahresbilanz durch inländische Ressourcen gedeckt werden sollen. Bei erlaubten 15 Prozent Nettoimport wird kaum noch Stromerzeugung in den relativ teuren Geothermieanlagen vorgesehen. Die geringste Änderung in der Struktur des Strombedarfs erscheint im Verbund EUNA, da die Potenziale die Erzeugung bei Weitem überschreiten und so auch bei erhöhtem Strombedarf von den meisten Quellen weitere günstige Potenziale vorhanden sind.

5 Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt, dass eine Stromversorgung Deutschlands mit 100 Prozent erneuerbarer Energie möglich ist - als Inselsystem oder kostengünstiger in Verbundsystemen. Die geringsten Kosten entstehen, wenn große Speicherkapazitäten verfügbar sind, z. B. Pumpspeicherwerke in Norwegen. Die Kombination kostengünstigen Windstroms mit großer Speicherkapazität, ergänzt durch Biomassekraftwerke, stellt kostengünstig jederzeit genügend Leistung bereit. Im Verbund EUNA mit größeren Strahlungsressourcen wird der Energiemix durch Strom aus solarthermischen Kraftwerken und aus Photovoltaikanlagen diversifiziert.

Abb. 1: Struktur der Stromerzeugung in den untersuchten Verbundsystemen*



* = Die jeweils linke Säule enthält die Werte des Systems mit erwartetem Stromverbrauch, die jeweils rechte Säule enthält die Werte für das System mit erhöhtem Strombedarf.

Quelle: Eigene Darstellung

Ein lineares Optimierungsmodell liefert Ergebnisse unter bestimmten Annahmen bezüglich der Ressourcenverfügbarkeit, Flächennutzbarkeit und technischen und ökonomischen Parameter. Durch Variationen der Annahmen können die Strukturen der kostenminimierten Systeme stark variieren. Insbesondere die Kostenannahmen für die Zukunft sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Die Ergebnisse sind daher nicht als Vorhersage eines Kostenminimums, sondern als technisch umsetzbare Systemkonfigurationen mit geringen zu erwartenden Kosten zu verstehen.

Literatur

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), 2009: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitszenario 2009. Autoren: Nitsch, J. (DLR Stuttgart); Wenzel, B. (Ingenieurbüro für neue Energien, Teltow), Berlin; http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitszenario2009_bf.pdf (download 13.10.10)

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), 2010: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global „Leitstudie 2010“. Veröffentlichung voraussichtlich im November 2010

Scholz, Y., 2010: Möglichkeiten und Grenzen der Integration verschiedener regenerativer Energiequellen zu einer 100 % regenerativen Stromversorgung der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2050. Gutachten im Auftrag des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), Angebot Nr. 3002611, Stuttgart

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2010: 100 % erneuerbare Stromversorgung bis 2050: klimaverträglich, sicher, bezahlbar. Stellungnahme Nr. 15

Kontakt

Yvonne Scholz
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft (DLR)
Institut für Technische Thermodynamik
Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung
Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart
Tel.: +49 (0) 7 11 / 68 62 - 2 96
E-Mail: yvonne.scholz@dlr.de

« »

Der Einfluss neuer Technologien auf die Privatsphäre

von Nicolas Bach, nexus, Berlin, und Louise Horvath, ICCR, Wien

Neue Technologien eröffnen vielfältige Möglichkeiten für die Erfassung und Verarbeitung personenbezogener Daten. Sie bergen jedoch zunehmend das Risiko, dass es zu Eingriffen in die Privatsphäre von Personen kommt. Das dreijährige, internationale Forschungsprojekt PRACTIS untersucht den Einfluss neu aufkommender Technologien auf das Verständnis von Privatheit und leitet hieraus Empfehlungen für den zukünftigen juristischen und ethischen Umgang mit möglichen Konflikten ab, die sich aus dem Spannungsfeld von Technologie und Privatheit ergeben.

1 Kontext

Neue Technologien sind zunehmend allgegenwärtig in unserem Umfeld, sichtbar bis unsichtbar in unserem Leben verankert. Insbesondere neue Informations- und Kommunikationstechnologien sind kaum noch aus dem Alltag wegzudenken: E-Mails haben Briefe oder Postkarten größtenteils ersetzt, Reiseplanungen und Einkäufe werden über das Internet getätigt, das mit der zunehmenden Verbreitung von Smartphones und damit des mobilen Internets geographisch immer unabhängiger wird. Diese Entwicklungen haben jedoch auch ihre Kehrseiten: Die Durchdringung unseres Lebens durch Technologien birgt neben praktischem Nutzen auch die Gefahr des Missbrauchs von Daten. Schon allein, weil durch die Nutzung von Internetdienstleistungen zunehmend persönliche Daten an Serviceanbieter übermittelt werden, erhalten diese die Möglichkeit, individuelle Profile anzulegen. Für Unternehmen birgt dies den Vorteil, dass sie z. B. persönlich zugeschnittene Werbeangebote versenden können. Doch diese Profilbildung durch eine automatisierte Verarbeitung von Daten, führt zu neuen Herausforderungen für die ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen.

Dabei geht es um den Einfluss von Technologien auf die Privatsphäre, spürbar in Deutschland derzeit v. a. in den kontroversen Diskussionen um „Google Street View“ und das soziale Netzwerk „Facebook“. Dieser Zusammenhang soll durch das internationale Forschungsprojekt PRACTIS untersucht werden, das im Rahmen des siebten Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission gefördert wird. Auf Basis der Ergebnisse werden geeignete ethische und rechtliche Handlungsempfehlungen entwickelt, die als Orientierung im Umgang mit neuen Technologien dienen sollen. Das Akronym PRACTIS steht für „Privacy – Appraising Challenges to Technologies and Ethics“ (http://www.practis.org).

Folgende Projektpartner arbeiten in diesem Forschungsprojekt zusammen:

- Interdisciplinary Centre for Technology Analysis and Forecasting (ICTAF), University Tel-Aviv , Israel
- Turku School of Economics, Finland Futures Research Centre, Finnland
- University Lodz, Polen
- University of Notre-Dame de la Paix, Research Centre in Informatics and Law, Belgien
- The Interdisciplinary Center for Comparative Research in the Social Sciences (ICCR), Österreich
- Tel Aviv Universität, Israel
- nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung GmbH, Deutschland

2 Privatsphäre

Das Recht auf Privatsphäre ist ein Grundrecht, das bereits in Artikel 12 der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte der Vereinten Nationen festgeschrieben wurde. Allerdings ist das Konzept Privatheit nicht klar definiert und variiert je nach Kontext, in dem der Begriff verwendet wird. Eine der bekanntesten Definition stammt von den Juristen Warren und Brandeis, die Privatheit als „the right to be left alone“ definierten (Warren, Brandeis 1880). Die möglichen Implikationen von Massenmedien auf die Privatsphäre der Einzelnen waren für sie Aus-

gangspunkt, den Schutz der häuslichen Privatsphäre ins Zentrum zu rücken. Heutzutage ist dieser Anspruch durch das Recht auf informationelle Selbstbestimmung genauer ausformuliert, das in seiner Definition von Westin als „the claim of individuals, groups or institutions to determine for themselves when, how and to what extent information about them is communicated to others" bestimmt wird (Westin 1967, S. 7). Das internationale Forschungsprojekt PRACTIS untersucht mögliche Entwicklungspfade in der Wahrnehmung, Bedeutung und Reichweite von Privatheit und des Schutzes der Privatsphäre. Dabei liegt die Annahme zugrunde, dass Technologien unser begriffliches Verständnis von Privatheit beeinflussen.

3 Projektdesign

Das auf drei Jahre angelegte Forschungsprojekt untersucht, welche Auswirkungen neue Technologien und ihre Vernetzung auf die individuellen und strukturellen Werte hatten und haben, auf denen das Recht auf Privatheit basiert. In diesem Zusammenhang wird analysiert, wie neue Technologien unser Verständnis von Privatheit beeinflussen und ob bzw. wie das Konzept „Privatheit" hierdurch verändert wird. Das zeitliche Spektrum der Untersuchung umfasst sowohl einen Rückblick als auch eine zukunftsgerichtete Erarbeitung möglicher Entwicklungsszenarien. Auf Basis der Resultate wird ermittelt, wie bestehende Rechtssysteme angepasst werden könnten, um neuen Herausforderungen zu begegnen.

Da die Einführung moderner Technologien das bestehende Verständnis von Privatheit verändern kann, ist das Forschungsprojekt PRACTIS mit der Herausforderung konfrontiert, in einem sich verändernden Untersuchungsfeld tätig zu sein: Was heute als Eingriff in die Privatsphäre empfunden wird, kann künftig als völlig normal angesehen werden. Allerdings ist auch eine Entwicklung in die entgegengesetzte Richtung denkbar: Was aktuell nicht als Bedrohung der Privatheit angesehen wird, kann durch die Einführung neuer oder die Verbesserung bestehender Technologien zu einer werden. Aspekte, die bedrohungsverstärkend wirken können, sind insbesondere eine größere räumliche Abdeckung, eine höhere Effizienz, eine verminderte Sichtbarkeit und eine höhere Vernetzung von Technologien, die zu Überwachungszwecken ziviler oder sicherheitstechnischer Natur genutzt werden.

Das PRACTIS-Projekt ist in zwei Teile gegliedert. Im ersten, analytischen Teil, werden technologische Entwicklungen und das Verständnis von Privatheit untersucht. Im zweiten, deduktiven Teil des Projekts, werden mögliche Konsequenzen für die nationalen und europäischen Rechtssysteme sowie die Systemstrukturen daraus abgeleitet.

Im Rahmen des analytischen Teils werden folgende Aspekte eingehender untersucht:

- Der Einfluss verschiedener Technologien auf Privatheit: Es werden neue Technologien und Forschungsfelder identifiziert, die einen Einfluss auf Privatheit haben könnten. Desweiteren wird der mögliche Einfluss zuvor identifizierter Technologien detailliert aufgeschlüsselt.
- Mögliche Veränderungen des Verständnisses von Privatheit bei unterschiedlichen Generationen: Mittels Umfragen wird untersucht, ob die Generation der Jugendlichen, die teilweise unter dem sog. Begriff der „digital natives" gefasst werden, weil sie mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien und insbesondere dem Internet aufgewachsen sind, ein anderes Verständnis von Privatheit haben als ihre Eltern, die so genannten „digital immigrants" (Palfrey, Gasser 2008).

Der deduktive Teil des Forschungsprojekts betrachtet vor diesem Hintergrund die bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen in Europa und erarbeitet mit ExpertInnen Empfehlungen für staatliche Organe, Interessenvertretungen und Einzelpersonen.

Der internationale Ansatz des Projekts ermöglicht eine komparative Analyse eventueller Unterschiede des Verständnisses von Privatheit. Wenn möglich, sollen die unterschiedlichen kulturellen, politischen und gesellschaftlichen Umstände der beteiligten Länder der Ableitung von Typen dienen.

4 Projektverlauf

Zu Beginn des Forschungsprojekts PRACTIS wird ein Technologie-Scan durchgeführt, der einen Überblick zu Technologien geben soll, die eine Gefahr für die Privatheit darstellen können. Der Schwerpunkt der Untersuchung wurde auf folgende Technologien und Forschungsbereiche gelegt:

- Informations- und Kommunikationstechnologien,
- Nanotechnologien,
- Biotechnologien und Biometrie,
- Kognitionsforschung,
- Robotik,
- konvergierende Technologien.

Ziel der Untersuchung ist es zum einen, relevante Technologien zu ermitteln und zum anderen, deren aktuellen und zukünftigen Einfluss auf die Privatheit einzuschätzen und detaillierter zu beschreiben. Methodisch wird dieses Ziel durch die Kombination von Internet- bzw. Literaturrecherchen sowie Experteninterviews erreicht, die zentral ausgewertet und zu einem Technologiereport zusammengefasst werden.

Parallel zum Technologie-Scan wird die Veränderung des Verständnisses des Begriffes „Privatheit“ untersucht. Dies geschieht in drei Schritten: Als erstes wird ein Literaturüberblick über bereits durchgeführte empirische Untersuchungen zum Thema Privatheit zusammengestellt, dessen Ergebnisse in den zweiten Teil dieses Forschungsabschnitts, die Durchführung einer Befragung von Jugendlichen zum Thema Privatheit und Datensicherheit, einfließen. Als dritter Schritt werden ebenfalls Experteninterviews durchgeführt, deren Ergebnisse in eine Onlineumfrage einfließen werden, die sich an ExpertInnen unterschiedlichster Disziplinen in Europa richten wird.

Auf Grundlage der Ergebnisse des Technologie-Scans und der sozialwissenschaftlichen Untersuchung des Verständnisses von Privatheit werden Zukunftsszenarien ausgearbeitet, die das Wechselspiel von unsicheren, neuen Technologieentwicklungen und eines potenziellen Wandels des Verständnisses von Privatheit berücksichtigen.

In einem weiteren Arbeitspaket wird untersucht, welche Auswirkungen dies auf juristische und ethische Rahmenbedingungen in der Zukunft haben wird. Hierbei soll insbesondere auch die Rolle des Rechts als Schnittstelle zwischen der gesellschaftlichen Wahrnehmung von Privatheit, ethischen Werten und technologischen Entwicklungen untersucht werden.

Abschließend werden Auswirkungen für Regierungen, Interessenvertretungen und einzelnen Personen untersucht. In diesem Arbeitspaket werden die Ergebnisse aller vorhergehenden Arbeitspakete in einem Abschlussbericht zusammengefasst. Desweiteren wird in diesem Zusammenhang untersucht, ob die bestehenden Datenschutzrichtlinien der EU in der Lage sind, mit den Herausforderungen umzugehen, die sich für die Privatheit aus der Nutzung neuer Technologien ergeben. Zusätzlich werden auch Empfehlungen für den weiteren Umgang der Politik mit diesem Themenkomplex entwickelt.

5 Erste Ergebnisse und Ausblick

Zurzeit befindet sich das Projekt PRACTIS in der analytischen Phase. Die Literaturrecherchen und die Experteninterviews sind abgeschlossen und die SchülerInnenbefragungen werden derzeit durchgeführt.

Der Literaturüberblick, der insgesamt 47 Publikationen berücksichtigt, zeigt, dass bereits einige empirische Untersuchungen zur Veränderung des Verständnisses von Privatheit durchgeführt worden sind, diese sich jedoch hauptsächlich auf die Internetnutzung und hierbei insbesondere auf die Nutzung sozialer Netzwerke konzentrieren. Es sind bisher nur wenige Untersuchungen zu anderen Technologiebereichen unternommen worden.

Die bereits abgeschlossenen Untersuchungen deuten auf eine Veränderung des Verständnisses von Privatheit unter Jugendlichen hin. Dies ist nicht gleichzusetzen damit, dass Jugendliche im Internet sorglos mit persönlichen Daten umgehen, sondern dass ein differenzierterer Umgang mit persönlichen Daten stattfindet. Konkret bedeutet dies, dass junge Menschen zunehmend im Einzelfall entscheiden, welche

persönlichen Daten sie welchen Usern zugänglich machen (Boyd 2008). Ein weiterer wichtiger Faktor, der das Surfverhalten von Jugendlichen und damit auch die Nutzung von Privacy-Einstellungen beeinflusst, ist das Verhalten ihrer FreundInnen: Wenn der Freundeskreis Privacy-Einstellungen in sozialen Netzwerken intensiv nutzt, ist die Wahrscheinlichkeit, sich ebenso zu verhalten, höher. Gleiches gilt allerdings auch für den umgekehrten Fall (Lewis et al. 2008). Im Gegensatz zur Aussage von Facebook-Gründer Mark Zuckerberg (Johnson 2010), dass Privatheit als soziale Norm überholt sei, zeigen Langzeituntersuchungen, dass Privatheit nach wie vor ein wichtiger Wert ist, auch unter jungen Menschen (Electronic Privacy Information Center 2008; Privacy Commissioner New Zealand 2010). Allerdings scheint es einen Bedarf nach Aufklärung zu geben, da viele Internet-User sich nicht bewusst sind, welche Folgen oder Gefahren die Weitergabe persönlicher Daten nach sich ziehen könnte (Acquisti, Gross 2006).

Insgesamt 45 ExpertInnen aus unterschiedlichen Disziplinen wurden innerhalb der sechs Projektländer befragt. Die so gewonnenen Ergebnisse dienen als Grundlage für die konzipierte Online-Umfrage, die seit dem Spätherbst 2010 durchgeführt wird. Dabei ist ersichtlich, dass nationale Unterschiede beim Verständnis von Privatheit und den möglichen Risiken oder Unsicherheiten in Bezug auf Missbräuche zu beachten sind. Die künftigen Herausforderungen und Risikoquellen für die Privatsphäre in Europa werden als diametral unterschiedlich wahrgenommen. Dem Orwellschen Verständnis vom Staat als der Gefahr für die Privatsphäre des Einzelnen stehen Szenarien gegenüber, bei denen v. a. international agierende Unternehmen als „Datenkraken" wahrgenommen werden.

Fragen nach der Wahrnehmung von Privatheit deuten in den Experteninterviews darauf hin, dass die Abgrenzung zwischen dem Verhalten des Einzelnen und seinen Einstellungen nicht klar gezogen wird; die Ansichten darüber, ob sich im Verhalten des Einzelnen ein bloßes Aufklärungsdefizit von beispielsweise Internet-Usern offenbart, oder ob es sich um eine Veränderung der Einstellungen gegenüber persönlichen Daten handelt, variieren. Relativ einig scheinen allerdings die ExpertInnen darüber zu sein, dass – unabhängig davon ob Begrifflichkeiten wie „digital natives" versus „digital immigrants" passend sind – junge Menschen einen völlig anderen Umgang mit ihrer Privatsphäre haben. Ob die Gründe dafür tatsächlich in einer anderen Wahrnehmung von Privatheit zu suchen sind, bleibt weiter offen. In den Interviews drehte sich die Diskussion v. a. um Internet- und Kommunikationstechnologien: Einstellungen von Jugendlichen oder auch der breiteren Bevölkerung zu beispielsweise Überwachungstechnologien werden nur angeschnitten, und völlig außen vor bleiben Fragen zu Nanotechnologien, Biotechnologien und Konvergierenden Technologien. Damit betritt PRACTIS ein Feld, in dem Erkenntnisse den Diskurs wesentlich erweitern werden.

In Bezug auf die zukünftigen Herausforderungen lässt sich an den Experteninterviews ablesen, was sich möglicherweise quantitativ bestätigen könnte: Die Systeme, sowohl rechtlich als auch politisch, stehen massiven Herausforderungen gegenüber, und werden reformiert werden müssen, um innerhalb eines Felds voller Unsicherheiten voraussehend agieren zu können, statt bloß zu reagieren. Wie weit diese Flexibilisierung gehen soll, ob es sich dabei um eine stärkere Einbindung bzw. Stärkung zivilgesellschaftlicher Verantwortungsübernahme, einer Neustrukturierung des Datenschutzsystems, ein völliges Umkrempeln des rechtlichen Prozedere sein wird, sind Fragen, die im weiteren Verlauf des Projekts PRACTIS thematisiert werden.

Literatur

Acquisti, A.; Gross, R., 2006: Imagined Communities. Awareness, Information Sharing, and Privacy on the Facebook; http://petworkshop.org/2006/preproc/preproc_03.pdf (download 7.5.10)

Johnson, B., 2010: Privacy no Longer a Social Norm, Says Facebook Founder. In: Guardian.co.uk vom 11. Januar 2010; http://www.guardian.co.uk/technology/2010/jan/11/facebook-privacy (download 27.10.10)

Boyd, D., 2008: Taken Out of Context. American Teen Sociality in Networked Publics. University of California; http://www.danah.org/papers/TakenOutOfContext.pdf (download 7.5.10)

Electronic Privacy Information Center, 2008: EPIC – Public Opinion on Privacy; http://epic.org/privacy/survey/default.html (download 10.5.10)

Generalversammlung der Vereinten Nationen, 1948: Allgemeine Erklärung der Menschenrechte; http://www.un.org/Depts/german/gruendungsres/grunddok/ar217a3.html (download 5.10.10)

Lewis, K.; Kaufman, J.; Christakis, N., 2008: The Taste for Privacy. In: Journal of Computer-Mediated Communication 14 (2008); http://www.wjh.harvard.edu/~kmlewis/privacy.pdf (download 7.5.10)

Palfrey, J.; Gasser, U., 2008: Born Digital, New York

Privacy Commissioner New Zealand (Hg.), 2010: Individual Privacy & Personal Information; http://www.privacy.org.nz/assets/Files/Surveys/Privacy-survey-2010.pdf (download 7.7.10)

Warren, S.D.; Brandeis, L.D., 1880: The Right to Privacy. In: Harvard Law Review 4/5 (1880)

Westin, A.F., 1967: Privacy and Freedom, New York

Kontakt

Nicolas Bach
Nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung GmbH
Otto-Suhr-Allee 59, 10585 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 / 31 80 54 – 65
E-Mail: bach@nexusinstitut.de

« »

Die Automobilindustrie auf neuen Wegen?

Eine vergleichende Einordnung innovativer Kraftstoff- und Antriebskonzepte der deutschen Automobilindustrie seit der ersten Ölkrise 1973

von Oliver Hurtig, Ludwig Leible, Gunnar Kappler und Stefan Kälber, ITAS

Bestrebungen, alternative Kraftstoffe und Antriebe für Pkw zu finden, gab es aus verschiedenen Gründen schon seit Erfindung des Automobils. In der hier vorgestellten Studie wurde untersucht, welche Kraftstoff- und Antriebskonzepte von der deutschen Automobilindustrie seit der ersten Ölkrise 1973 verfolgt wurden und wie die aktuellen Strategien einzuordnen sind.

1 Hintergrund

In den letzten zwei bis drei Jahren ist erneut ein Hype um das Elektroauto ausgebrochen. Es erscheinen täglich Beiträge in den Medien, die Politik stellt Förderprogramme bereit und jeder Automobilhersteller präsentiert Prototypen. Begründet wird diese Begeisterung durch den höheren Wirkungsgrad des Elektromotors und die zumindest lokale Emissionsfreiheit. Diese Begeisterung provoziert natürlich die Frage, ob diese Technologie nun wirklich neu ist, und welche anderen Konzepte von der Automobilindustrie bisher verfolgt wurden und werden, um die Abhängigkeit vom Erdöl zu mindern, und die hohen CO_2-Emissionen des Verkehrs zu verringern. Zur Information: 2008 betrug der Anteil des Verkehrs 20 % an den Treibhausgasemissionen in Deutschland von insgesamt 760 Mio. t CO_2-Äquivalenten (BMU 2010, S. 23). Dieser Anteil ist über die letzten Jahre fast konstant geblieben.

Bereits bevor die Klimaproblematik erkannt wurde, gab es Gründe, den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde dies erst wieder während der ersten Ölkrise 1973 bewusst. Die Gefahr eines Lieferstopps ließ die Erdölpreise explodieren. Nicht zuletzt auch angeregt durch die Politik begannen die Automo-

bilhersteller, neben dem Streben nach immer höheren Leistungen und Geschwindigkeiten, auch Möglichkeiten zu suchen, um die Abhängigkeit der Antriebskonzepte vom Erdöl zu verringern.

2 Zielsetzung und methodisches Vorgehen

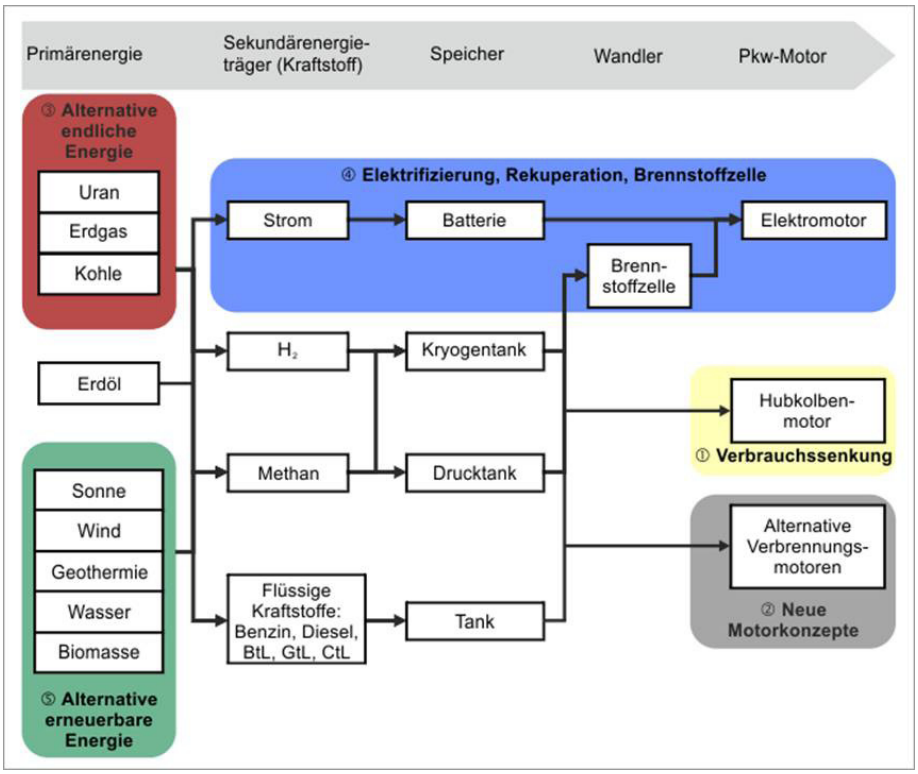
In der vorgestellten Studie (Hurtig et al. 2010)[1] werden die Kurz-, Mittel- und Langfristkonzepte der drei großen deutschen Automobilhersteller BMW, Daimler und VW vorgestellt, die aus den beiden oben genannten Gründen – Verringerung der Abhängigkeit vom Erdöl und Klimaschutz – seit der ersten Ölkrise propagiert und mit unterschiedlicher Intensität verfolgt wurden.

Hierzu wurden in einem ersten Schritt fünf Kategorien gebildet, in die die verschiedenen Kraftstoff- und Antriebskonzepte eingeordnet werden können. Anschließend wurde anhand der Zeitschrift „Auto, Motor und Sport“ (AMS, 225 Artikel) und einschlägiger Fachliteratur (37 Artikel) für den Zeitraum 1973 bis 2008 ausgewertet, welche Konzepte von den Automobilherstellern im genannten Zeitraum untersucht wurden. Diese Informationen wurden schließlich den fünf definierten Kategorien zugeordnet (vgl. Abb. 1) und sowohl für die gesamte Automobil-Branche als auch differenziert nach Hersteller analysiert.

3 Beschreibung der technologischen Konzepte

Zur besseren technischen Einordnung ist in Abbildung 1 dargestellt, welche generellen Möglichkeiten bestehen, einen Primärenergieträger als Kraftstoff für Pkw zu nutzen. Hierbei wird zwischen den endlichen und den erneuerbaren Primärenergieträgern unterschieden. Zu den endlichen Primärenergieträgern zählt neben den fossilen Rohstoffen (Erdöl, Erdgas, Kohle) auch das Uran. Ausgehend vom jeweiligen Primärenergieträger wird über einen oder mehrere Umwandlungs-

Abb. 1: Definition von fünf Kategorien innovativer Kraftstoff- und Antriebskonzepte im Pkw-Bereich



Quelle: Hurtig et al. 2010

schritte ein Sekundärenergieträger (Kraftstoff) erzeugt und im Auto gespeichert (s. Tank, Batterie). Nach einer eventuell nachträglichen Umwandlung (s. Brennstoffzelle) wird dieser Sekundärenergieträger dann im Motor genutzt, um über die erzeugte Drehbewegung die Räder anzutreiben.

Vereinfacht lassen sich die dargestellten technologischen Konzepte und alternativen Kraftstoffe fünf Kategorien zuordnen:

① *Verbrauchssenkung*: Maßnahmen hierfür sind: Start-Stopp-Automatik, Zylinderabschaltung oder „downsizing" (Verkleinerung des Hubraums bei gleichzeitiger Erhöhung der Verdichtung).

② *Neue Motorkonzepte*: Motoren, die weiterhin fossile Kraftstoffe verbrennen, aber nicht nach dem Hubkolbenprinzip arbeiten. Hierzu zählen Wankel-, Dampf- und Stirlingmotor, sowie Turbinen. Diese Motoren können teilweise mit einem breiten Spektrum an Kraftstoffen betrieben werden.

③ *Alternative endliche Kraftstoffe*: zum Beispiel Kraftstoffe, die über Verfahren der Kohleverflüssigung (Coal-to-Liquid, CtL) und Erdgasverflüssigung (Gas-to-Liquid, GtL) gewonnen werden, aber auch Erdgas (Compressed Natural Gas, CNG) und Autogas (Liquefied Petroleum Gas, LPG). Die Stromgewinnung für Elektroautos über Atomkraft gehört ebenfalls in diese Kategorie.

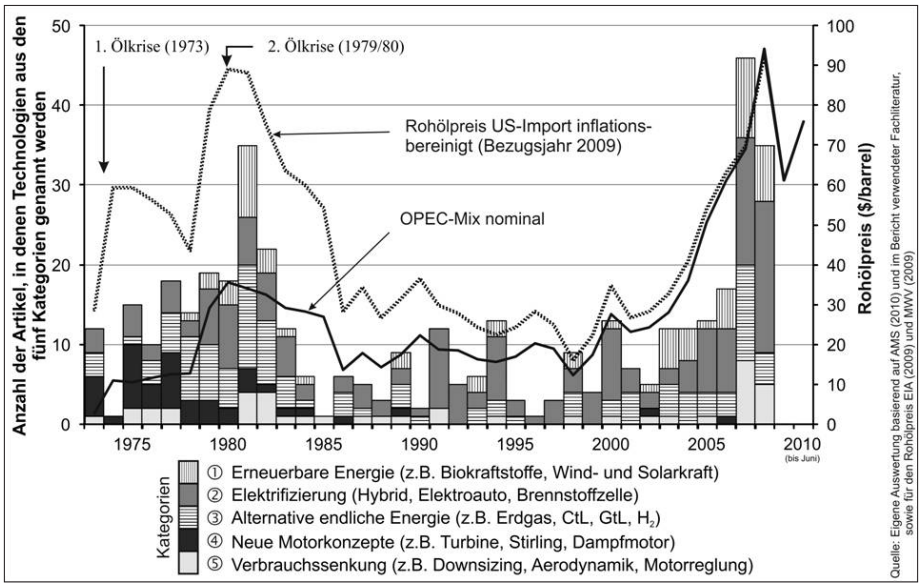
④ *Elektrifizierung, Rekuperation und Brennstoffzelle*: Hybridfahrzeuge, Elektroautos, Brennstoffzellenfahrzeuge und Konzepte zur Rückgewinnung (Rekuperation) von Bremsenergie.

⑤ *Alternative erneuerbare Energieträger*: alle Sekundärenergieträger, die aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden. Wichtige Vertreter sind Alkohole aus Vergärungsprozessen, synthetische Kraftstoffe aus Biomasse (Biomass-to-Liquid, BtL), pflanzliche Öle (z. B. Rapsöl) und Folgeprodukte wie Rapsölmethylester, aber auch Strom und Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen (z. B. Wasser-, Wind- und Solarkraft).

4 Forschungsprioritäten in der Automobilindustrie in historischer Perspektive

Die in Kapitel 3 beschriebenen Konzepte wurden von den Automobilherstellern bereits in der Vergangenheit mehr oder weniger intensiv verfolgt. Allerdings hatten sich hierbei die Schwerpunkte – im Zeitstrahl von 1973 bis 2008 – teilweise deutlich verlagert. Manche Technologien wur-

Abb. 2: Anzahl der Artikel mit Nennung einer der fünf Kategorien zu innovativen Kraftstoff- und Antriebskonzepten sowie die Entwicklung des Rohölpreises von 1973 bis 2010



Quelle: Hurtig et al. 2010

den komplett aufgegeben, andere dagegen erst vor wenigen Jahren aufgegriffen. Die Anzahl der berücksichtigten Publikationen – geordnet nach den fünf Kategorien – kann hierfür eine Orientierung bieten (s. Abb. 2). Zusätzlich wurde in dieser Abbildung neben dem nominalen auch der Verlauf des inflationsbereinigten Rohölpreises von 1973 bis 2010 (1. Jahreshälfte) abgebildet. Durch die Inflationsbereinigung beim Rohölpreis werden die beiden Ölkrisen, im Vergleich zur Preisspitze im Jahr 2008, besonders gut sichtbar.

Aus Abbildung 2 wird ein ausgeprägter Zusammenhang zwischen der Höhe des Ölpreises und der Intensität der Suche nach alternativen Kraftstoff- und Antriebskonzepten deutlich, soweit man dies an der Anzahl der Publikationen festmachen kann. Dies gilt insbesondere für die beiden Ölkrisen und für den Zeitraum um 2008. Allerdings wurden neben dem Preisanstieg bei Erdöl zunehmend auch die Emissionen als Umweltproblem wahrgenommen. So wurde bereits während den beiden Ölkrisen davon ausgegangen, dass die hohen Stickoxid-Emissionen der Pkw mitverantwortlich für den sauren Regen und damit für das Waldsterben sind. Seit den letzten 10 bis 15 Jahren steht hierbei v. a. die Emission an treibhausrelevanten Gasen im Vordergrund.

Bei Betrachtung der fünf Kategorien im Einzelnen ist zuvor festzuhalten, dass Maßnahmen zur Senkung beim Kraftstoffbedarf ① schon seit 1973 immer ein wichtiges Thema für die Automobilindustrie waren. Deshalb wurden in Abbildung 2 nur Artikel einbezogen, die die Verbrauchssenkung eindeutig mit der Umweltentlastung oder der Verminderung der Abhängigkeit vom Rohöl in Verbindung brachten.

Im Zusammenhang mit den alternativen Motorkonzepten ② wurde in den 70er und 80er Jahren intensiv am Wankel- und Stirlingmotor sowie an der Turbine geforscht. Seit einigen Jahren konzentriert sich die Forschung hauptsächlich auf Zusatzmotoren (z. B. Dampfmotor zur teilweisen Nutzung der Abgaswärme) oder auf Elektrohybridkonzepte mit Turbine oder Stirlingmotor.

Die Untersuchungen der Automobilindustrie zu alternativen endlichen Energieträgern ③ beinhalteten zu Beginn des betrachteten Zeitraums die Kohleverflüssigung (CtL), Erdgas (CNG), Methanol, Autogas (LPG), Wasserstoff und die Nutzung von Atomstrom. Die Forschung der letzten Jahre konzentrierte sich v. a. auf Erdgas und Autogas sowie bei BMW auf Wasserstoff, wobei dieser Wasserstoff langfristig aus regenerativen Energiequellen erzeugt werden soll.

Die Elektrifizierung des Pkw-Antriebs ④ hatte – nach erfolgreichen Versuchen im 19. Jahrhundert, die aber durch den Siegeszug des Verbrennungsmotors verdrängt wurden – um 1980 mit dem Elektroauto eine erste Blütezeit, wurde dann Anfang der 90er Jahre noch einmal interessant und erfreut sich seit einigen Jahren eines zunehmenden Interesses bei der Automobilindustrie. Die in Abbildung 2 für das Jahr 2000 dargestellte relative große Häufigkeit ist dem ersten serienmäßigen Hybridauto von Toyota (Prius) geschuldet. Seit 1994 nimmt zudem auch die Erforschung der Brennstoffzelle einen wichtigen Platz in dieser Kategorie ein.

Die erneuerbaren Kraftstoffe ⑤ der ersten Generation (hauptsächlich Ethanol und RME) wurden von der Automobilindustrie um 1980 das erste Mal thematisiert. Um das Jahr 2000 kamen dann die Biokraftstoffe der zweiten Generation (BtL) als Hoffnungsträger ins Gespräch. Die Verwendung von regenerativem Wasserstoff aus Wind-, Wasser- oder Solarkraft wird von der Automobilindustrie in diesem Zusammenhang häufig als Langfristziel genannt.

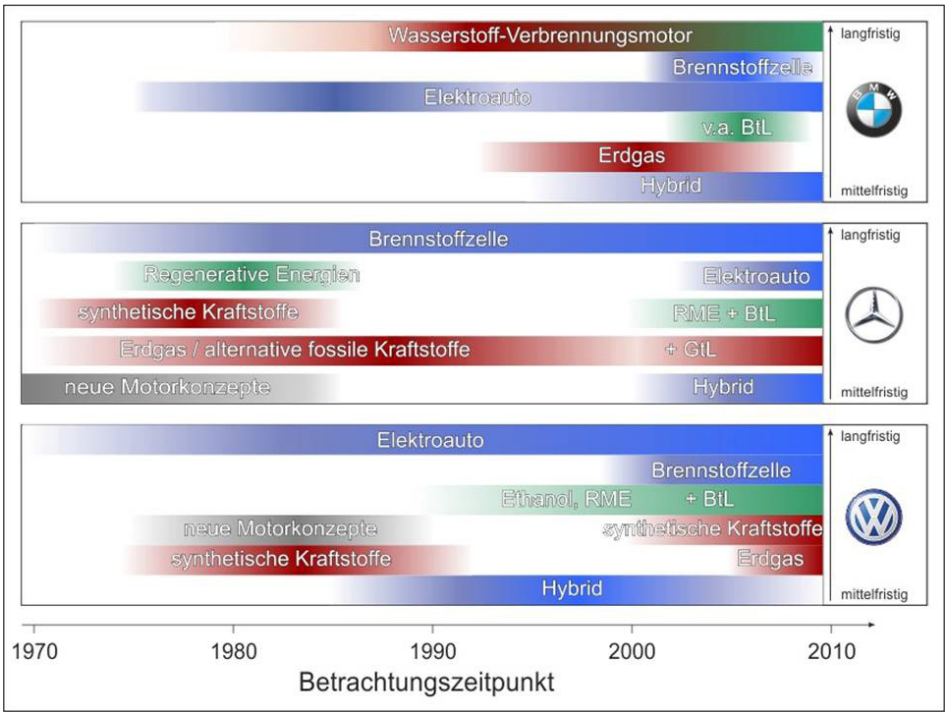
5 Unterschiedliche Strategien der Hersteller

Eine wesentliche Fragestellung der Untersuchung war, zu ergründen, inwieweit sich die verfolgten Strategien bei den deutschen Automobilherstellern BMW, Daimler und VW unterscheiden.

Vorab ist anzumerken, dass alle drei Konzerne lange Zeit eher abgeneigt waren, neue Technologien weitergehend zu untersuchen, da sie keine Marktperspektive gesehen haben. Vielmehr betonten sie immer die Überlegenheit der konventionellen Verbrennungsmotoren.

Abbildung 3 zeigt den Vergleich der mittel- und langfristigen Konzepte, die von BMW, Daimler und VW seit der ersten Ölkrise bis heute verfolgt wurden bzw. werden. Da verbrauchssenkende Maßnahmen beim Verbrennungsmotor von allen Herstellern untersucht werden, wurde

Abb. 3: Innovative Kraftstoff- und Antriebskonzepte – Mittel- und Langfriststrategie von BMW, Daimler und VW



Quelle: Hurtig et al. 2010

diese Kategorie in Abbildung 3 nicht explizit berücksichtigt.

Kurzfristige Maßnahmen zur Verbrauchssenkung werden meist in der nächsten Fahrzeuggeneration umgesetzt und haben somit einen zeitlichen Abstand zur Serienproduktion von fünf bis zehn Jahren. Bei langfristigen Strategien muss dagegen davon ausgegangen werden, dass deren Umsetzung und Einführung (Serienproduktion) mindestens 30 Jahre entfernt sind.

Bezüglich der Kraftstoff- und Antriebskonzepte lassen sich folgende Entwicklungen aus Abbildung 3 ablesen.

Das *Elektroauto* ④ wurde in allen seinen Ausprägungen über den gesamten betrachteten Zeitraum von 1973 bis 2008 immer als interessante langfristige Alternative angesehen. Während Daimler dabei in der Vergangenheit stärker auf die Brennstoffzelle und VW stärker auf das Elektroauto setzte, ist bei allen Herstellern aktuell der Hybrid als mittelfristige Strategie auf der Roadmap.

Im Bereich der *alternativen endlichen Energie* ③ hat Daimler schon seit den 80er Jahren Erdgas und synthetische Kraftstoffe in seine Strategieüberlegungen einbezogen. VW präferierte in diesem Zusammenhang einige Jahre später Methanol. BMW konzentrierte sich in diesem Bereich auf Wasserstoff und stuft erst seit ca. dem Jahr 2000 auch Erdgas als aussichtsreich ein.

Nach einem erfolglosen Versuch von Daimler um 1980, *erneuerbare Energien* ⑤ als Kraftstoff ins Gespräch zu bringen, haben Daimler und VW das Thema der biogenen Kraftstoffe erst kurz vor der Jahrtausendwende wieder aufgegriffen. Inzwischen sind Biokraftstoffe auch für BMW ein Thema.

Die Entwicklung gänzlich *neuer Motorkonzepte* ②, wie z. B. die Turbine oder der Stirlingmotor, ist dagegen seit 1990 bei den Automobilherstellern in Vergessenheit geraten, da ihre Umsetzung an zahlreichen technischen Problemen gescheitert ist.

Die Strategien der einzelnen Hersteller lassen sich aus Abbildung 3 wie folgt zusammenfassen.

BMW hat seine Kurz-, Mittel- und Langfriststrategie im Laufe der Zeit kaum geändert. Zwischen 1980 und 2000 wurde als Kurzfristziel die Optimierung von Verbrennungsmotoren genannt, mittelfristig die Nutzung von Erdgas und Elektrizität zur Verringerung der Abhängigkeit

vom Erdöl sowie zur Schadstoff- und Treibhausgasreduzierung, und als Langfristziel die Nutzung von Wasserstoff aus regenerativen Energien. Seit 2000 hat BMW nur das Erdgas durch Biokraftstoffe ersetzt und dem Elektroauto mehr Bedeutung zugemessen. Auch heute noch ist der Konzern vom Wasserstoff im Verbrennungsmotor überzeugt, an dem er schon seit 1980 forscht.

Der Grund für diese Überzeugung liegt im Selbstverständnis von BMW begründet. Der Konzern will Autos bauen, bei denen die Fahrer keine Kompromisse eingehen müssen. Daher wurden Antriebsalternativen mit z. B. Einbußen bei der Sportlichkeit oder der Reichweite nicht intensiv verfolgt. Nichtsdestotrotz hat BMW in der jüngeren Vergangenheit einige Erfahrungen mit dem Hybridantrieb und durch die Tochter Mini auch mit reinen Elektroautos gesammelt. Auch hier wurde aber darauf geachtet, dass der Fahrer einen „Mehrwert" erhält, der über Kraftstoffersparnis und Umweltschutz hinausgeht.

Die geringen Änderungen hinsichtlich Strategiewechsel legen nahe, dass aus der Sicht von BMW die verfolgte Strategie rückblickend richtig war.

Daimler hat sich hingegen schon früh Gedanken über alternative Antriebe gemacht und seit der ersten Ölkrise auch nach alternativen Kraftstoffen gesucht. Die Prioritäten wurden hierbei aber immer wieder angepasst. So wurden zwar Alternativen, wie z. B. die Elektromobilität oder erneuerbare Kraftstoffe, für aussichtslos erklärt, dann aber letztendlich doch als Alternativen untersucht und mit der Serieneinführung auf die Kaufbereitschaft der Kunden und politische Vorgaben gewartet.

Während Methanol und Kraftstoffe aus Kohle, die der „Sicherheit des Landes" (Förster 1981) dienen sollten, inzwischen aufgegeben wurden, hat die Brennstoffzelle, die zeitweise nicht weiter verfolgt wurde, inzwischen wieder eine hohe Priorität erhalten. Die Nutzung von erneuerbaren Energien und biogenen Kraftstoffen, die anfangs nur als Teillösung angesehen wurde, ist inzwischen zur Langfriststrategie avanciert und selbst das Hybridauto, gegen das sich Daimler lange gesträubt hatte, gehört inzwischen zur Roadmap. Insgesamt ist Daimler der Konzern, der am intensivsten im Bereich der alternativen Antriebe und Kraftstoffe geforscht hat und auch schon früh eine ganze Flotte an Prototypen vorweisen konnte. Allerdings wurde die Entwicklung sehr lange als Notfallplan für Zeiten angesehen, in denen es kein Erdöl mehr gibt oder in denen gesetzliche Auflagen alternative Konzepte zwingend erfordern.

Auch Daimler begründet die Auswahl innovativer Kraftstoff- und Antriebskonzepte sowie den Verzicht auf deren Serienproduktion mit der fehlenden Bereitschaft der Kunden, auf die Vorteile des Verbrennungsmotors zu verzichten.

VW hat sich schon früh mit Elektroautos beschäftigt, dann auch mit Methanol als Kraftstoff und der Turbine als Alternative zum Verbrennungsmotor. Zusätzlich wurde an Hybridkonzepten sowie Anfang dieses Jahrtausends an biogenen und synthetischen Kraftstoffen und der Brennstoffzelle geforscht. Inzwischen setzt VW, nach einer Übergangszeit mit Erdgas, voll auf regenerative Kraftstoffe und Elektroautos. Die Strategie wurde insgesamt kaum geändert, sondern immer nur um vielversprechende Alternativen erweitert. Auch wenn der Konzern seine Forschung nicht immer öffentlichkeitswirksam dargestellt hat, war VW doch bei vielen Technologien der Serienreife am nächsten. Auch dies passt zu dem Konzern: Die Autos von VW sind massenmarkttauglich, so dass nicht immer neue Trends einbezogen werden müssen; die Kunden sind insbesondere an sparsamen Autos und funktionsfähigen Technologien interessiert.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Roadmaps von BMW, Daimler und VW nach einer teilweise sehr unterschiedlichen Anfangsphase zunehmend konvergieren. Die Kurzfriststrategie aller drei Konzerne zielt auf weitere Verbrauchssenkungen beim Verbrennungsmotor. Mittelfristig sollen dann vermehrt Hybrid- sowie Erdgasfahrzeuge zum Einsatz kommen und Biokraftstoffe – insbesondere BtL – eingesetzt werden. Langfristig setzen die Autobauer auf das Elektroauto und die Brennstoffzelle. Der einzige auffällige Unterschied ist das Festhalten von BMW am Wasserstoff-Verbrennungsmotor.

Die bisher verfolgten innovativen Kraftstoff- und Antriebskonzepte sind in ihrer Umsetzung

unterschiedlich weit fortgeschritten und bleiben umstritten. Es ist zu erwarten, dass sich keine Technologie und kein Kraftstoff schnell als ideale Lösung durchsetzen wird. Vielmehr dürften von den Automobilherstellern nahezu alle Konzepte weiterentwickelt werden, so dass für längere Zeit verschiedenste Technologien parallel existieren werden. In diesem Zusammenhang ist daran zu erinnern, dass Umstellungen in der Automobilwelt relativ lange dauern. Erst wenn der Kunde und die Hersteller sich von einer Technologie Vorteile versprechen, wird sie sich großflächig durchsetzen. Folglich wird wahrscheinlich auch der aktuelle Hype um das Elektroauto erst noch einmal deutlich abflachen, bevor es mittelfristig zu einer nennenswerten Serienproduktion kommt. Zum Beispiel ist die Treibhausgasbilanz eines Elektroautos bei aktuellem Strommix nicht deutlich besser als die eines hocheffizienten Dieselfahrzeugs (Deutscher Bundestag 2010). Insgesamt wird sich die Mobilität in Zukunft jedoch deutlich differenzierter darstellen. Da sich die Anforderungen an Pkw je nach gefahrener Strecke (Kurz-, Mittel-, Lang-) wesentlich unterscheiden, werden die zukünftigen Fahrzeuge viel stärker auf eine bestimmte Anwendung zugeschnitten werden müssen als weiterhin alle Anforderungen erfüllen zu wollen.

Anmerkung

1) Aufgrund der methodischen Vorgehensweise und der Datenbasis hat diese vorgenommene Auswertung nur einen orientierenden Charakter und erhebt folglich keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Repräsentativität.

Literatur

AMS – Auto, Motor und Sport, verschiedene Jahrgänge 1973–2009: Auto, Motor und Sport. Motor-Presse Stuttgart. Stuttgart

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2010: Erneuerbare Energien in Zahlen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/2720 (download 27.11.09)

Deutscher Bundestag, 2010: Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Ute Kumpf, Ingrid Arndt-Brauer, Doris Barnett, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD – elektronische Vorab-Fassung; http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/031/1703106.pdf (download 27.10.10)

EIA – Energy Administration Information, 2009: Short-Term Energy Outlook – Real Petroleum Prices. Real Petroleum Prices; http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/fsheets/real_prices.html (download 7.12.09)

Förster, H., 1981: Was bringt uns die Technik der 80er Jahre? Automobil-Industrie, III/81, S.323–328

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

MWV – Mineralölwirtschaftsverband, 2009: Rohölpreisentwicklung 1960–2008. Rohölpreisentwicklung 1960–2008; http://www.mwv.de/cms/front_content.php?idcat=14&idart=63 (download 7.12.09)

Kontakt

Dipl.-Ing. Oliver Hurtig
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Campus Nord
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 68 75
E-Mail: oliver.hurtig@kit.edu

« »

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 Seite 132 der gedruckten Ausgabe. Bei Fragen können Sie sich auch gerne an die Redaktion wenden. E-Mail: TATuP@itas.kit.edu

DISKUSSIONSFORUM

Die Auflösung der Entscheidungsblockade für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in Deutschland gehört zu den großen Kontroversen dieses Jahres. Ein ITAS-Team hat zusammen mit Kolleginnen und Kollegen aus Darmstadt und Stuttgart Empfehlungen für einen gehaltvollen Dialogprozess bei der Entsorgung wärmeentwickelnder Nuklearabfälle für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vorgelegt. Die TATuP-Redaktion lädt die Leserinnen und Leser ein, bei Interesse Anmerkungen als Beitrag für die Rubrik „Diskussionsforum" an die Redaktion zu schicken. (Constanze Scherz, Red.)

Schlüsselentscheidungen und -maßnahmen für einen gehaltvollen Dialogprozess

von Peter Hocke, Regine Barth, Armin Grunwald, Beate Kallenbach-Herbert, Sophie Kuppler, Ortwin Renn und Michael Reuß[1]

1 Vorbemerkung

Auf Anfrage des BMU legen die Autoren hiermit ein Papier zu den Schlüsselaspekten eines Dialog- und Beteiligungskonzepts vor. Dieses Konzept benennt aktuelle Entscheidungsnotwendigkeiten für ein transparentes, robustes, faires und sachgerechtes Endlagerverfahren unter Einbindung von unabhängigen Experten und regionalen Akteuren.[2]

Wir weisen darauf hin, dass – abweichend von den derzeitigen Planungen des Bundes – unter Berücksichtigung des Stands der Wissenschaft, der Empfehlungen internationaler Organisationen und der Erfahrungen im In- und Ausland ein kriteriengestütztes bundesweites Standortauswahlverfahren unter frühzeitiger Einbindung unabhängiger Expertise und der Zivilgesellschaft erforderlich wäre. Dies gilt besonders vor dem Hintergrund der anhaltenden und aktuell verschärften (partei- und gesellschafts-)politischen Konflikte um die Beantwortung der Endlagerfrage für wärmeentwickelnde, meist hochradioaktive Abfälle (HAW) in Deutschland. Die von der Bundesregierung angestrebte Laufzeitverlängerung selbst erschwert einen verantwortungsvollen und sachorientierten Endlagerdiskurs und damit die Aussicht auf eine zügige Realisierung eines Endlagers zusätzlich.

Das BMU hat öffentlich mehrfach die Bereitschaft bekräftigt, das Endlagerverfahren transparent und unter einer fairen Beteiligung der Stakeholder und regional Betroffenen durchführen zu wollen. Wir unterbreiten hiermit Vorschläge, welche substanziellen Beteiligungselemente in die in der Koalitionsvereinbarung beschriebenen Verfahrensschritte

- Wiederaufnahme untertägiger Erkundung in Gorleben,
- Durchführung einer vorläufigen Sicherheitsanalyse,
- Durchführung eines internationalen Peer Reviews,
- wissenschaftliche Diskussion zu alternativen geologischen Formationen

zu integrieren sind; dies hat unter besonderer Berücksichtigung parallel laufender Prozesse zur Ausgestaltung der Endlagersicherheitsanforderungen zu geschehen. Die Maßnahmen werden kein konfliktfreies Verfahren ermöglichen, aber sie können wichtige Grundlagen für eine gehaltvolle Öffentlichkeitsbeteiligung herstellen. Ihre Leistung liegt insbesondere in der Schaffung von Transparenz, der kritischen Reflexion der Planungen und damit einhergehend der besseren Fundierung von Entscheidungsgrundlagen.

Die Endlager-Politik in Deutschland ist nicht hinreichend offen, um den nach unserer Einschätzung erforderlichen Weg zu gehen. Die Bundesregierung wird aber auch bei den von ihr gewählten Verfahrensschritten den gesellschaftlichen und politischen Endlagerkonflikt produktiv aufgreifen müssen. Dazu ist es notwendig, einen zivilgesellschaftlich ausgerichteten Dialogprozess mit Stakeholder-Integration und externer unabhängiger Fachexpertise zu eröffnen, um auf dieser Basis belastbare, gegenüber den Betroffenen faire und vom Verfahren her gesellschaftlich als legitim anerkannte Entscheidungen zu fällen. Auch unter Maßgabe der vom Bund vorgesehenen Verfahrensschritte ist es angeraten, bereits heute Alternativkonzepte und Alternativstandorte zumindest auf eine prinzipielle Eignung zu prüfen, da die

Erkundungen ausdrücklich ergebnisoffen geführt werden und daher auch die Feststellung der Nichteignung des Standorts Gorleben als ein mögliches Ergebnis vornherein mit eingeplant werden muss. Geschieht dies nicht, wird das ganze Verfahren aller Voraussicht nach von der interessierten Öffentlichkeit als wenig glaubwürdig eingestuft.

Als übergeordnetes Ziel ist in diesem Zusammenhang sicherzustellen, dass schon in frühen Stadien alle wichtigen Punkte angesprochen und alle strittigen Fragen so früh wie möglich aufgegriffen und behandelt werden, um Qualität und Transparenz des Vorhabens und der Entscheidungsfindung zu verbessern.

2 Zusammenfassung in Kernthesen

- Eine Roadmap für die Endlagerfestlegung ist umgehend vorzulegen und eine gehaltvolle Öffentlichkeitsbeteiligung ist zeitnah einzuleiten. Die Roadmap benennt Schritte und Haltepunkte des Plans für die weitere Vorgehensweise und definiert die Gestaltungsmöglichkeiten im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung. Dies ist eine Aufgabe des BMU.
- Eine multidisziplinäre „Unabhängige Nationale Expertengruppe“ (UNEG) ist umgehend einzusetzen. Sie berät die Bundesregierung sowie die Stakeholder über alle relevanten sicherheits-, verfahrens- und beteiligungsbezogenen Aspekte, begleitet kritisch die vorläufige Sicherheitsanalyse und gibt wissensbasierte Empfehlungen.
- Regelmäßige Information sowie Diskussionsmöglichkeiten für Fachöffentlichkeit, sachkundige Laien und weitere Repräsentanten regionaler Stakeholder sind sicherzustellen, um die Erarbeitung der vorläufigen Sicherheitsanalyse transparent zu machen.
- Stakeholder (aus Energiewirtschaft, Politik, Region) sind in die Erstellung des Fragenkatalogs zum internationalen Peer Review einzubeziehen.
- Eine „Gläserne Erkundung“ als Transparenzinitiative ist an zwei Orten noch in 2010 zu starten.
- Lokales „Startteam Bürgerbeteiligung“ ist so früh wie möglich einzusetzen.

3 Die „Gläserne Erkundung“ auf Grundlage einer festgelegten Roadmap

Bei den vier Maßnahmen (Erstellen einer Roadmap, deren sofortiges Einspeisen in die weiteren Verfahrensschritte, Einrichtung einer Nationalen Expertengruppe und „Gläserne Erkundung“) zur Schaffung dialog-unterstützender Rahmenbedingungen handelt es sich um einen integrativen Vorschlag. Der Start einer „Gläsernen Erkundung“ in Niedersachsen schließt dabei auch Überlegungen zur Wiederaufnahme einer bundesweiten Endlagerauswahl ein, sofern dies sachlich notwendig oder politisch geboten erscheint. All diese rahmensetzenden Maßnahmen sind eng miteinander verknüpft und würden zu einem breiten und gehaltvollen Entscheidungsprozess beitragen.

- *Erstellen einer Roadmap* für die kurz-, mittel- und langfristigen Entscheidungsabläufe in Form eines Projektplans, der ein schrittweises Vorgehen beinhaltet und Haltepunkte als Sollbruchstellen markiert. Schlüsselelement ist dabei die Durchführung einer gehaltvollen Öffentlichkeitsbeteiligung und eine bewusste Gestaltung der daran anschließenden Schnittstellen zwischen formellen und informellen Verfahren. Die Roadmap ist durch das BMU zu erstellen.
- *Unmittelbares Einspeisen der Roadmap* und weiterer staatlicher Endlager-Planungen in Fachgremien und unmittelbares Beraten mit der interessierten Öffentlichkeit und Stakeholdern.
- *Einrichtung einer „Unabhängigen Nationalen Expertengruppe“ (UNEG)* mit multidisziplinärer Besetzung als Beratungsgremium mit folgenden Merkmalen:
  - Stakeholder haben Vorschlagsrecht bei der Besetzung;
  - Bund setzt UNEG ein und benennt Mitglieder;
  - Finanzierung muss gesichert sein, so dass Unabhängigkeit nicht beeinträchtigt wird (Überprüfung des Finanzierungsmodells nach drei Jahren);
  - steht für Fragen, die aus der Region oder von Stakeholdern gestellt werden, zur Verfügung und besitzt Selbstbefassungsrecht;
  - langfristige Perspektive.

- *Aufbau eines Kompetenzzentrums zur Gläsernen Erkundung in Niedersachsen* zum Zweck der zivilgesellschaftlichen Einbindung aller relevanten Gruppen noch in 2010. Dieses Kompetenzzentrum ist der Transparenz verpflichtet und erhält zwei Standorte.
  - Standort 1: Kompetenzzentrum für wissenschaftlich-technische Fragen in großstädtischer Lage in Niedersachsen („*Stadtbüro des Kompetenzzentrums*“) mit dem Ziel: Aufarbeitung kontroverser technisch-naturwissenschaftlicher Fragen; Rückkopplung der Ergebnisse; Aufbau eines kontinuierlich arbeitenden „Forums“, dabei Nutzung von erfolgreichen Veranstaltungsformaten (wie z. B. Dialog40 in Berlin März 2009).[3]
  - Standort 2: *Regionalstelle des Kompetenzzentrums* im Landkreis Lüchow-Dannenberg, die die Ergebnisse der fortschreitenden Erkundungsmaßnahmen am Standort Gorleben zugänglich macht und enge Kontakte mit allen regionalen Akteuren aufbaut. Ziel: professionelle Anlaufstelle mit unabhängigem, kompetentem Personal; Ausstellungs- und Sitzungsräume; Kommunikationsknoten (u. a. für Zugriff auf Material). Benutzerfreundliche Öffnungszeiten sind sicherzustellen. Synergien und Kooperationsmöglichkeiten mit der bestehenden Informationsstelle des BfS sind zu prüfen.
  - Umgehend ein *„Startteam Kompetenzzentrum“* aufstellen, das mit der Implementierung des Kompetenzzentrums in allen personellen und organisatorischen Belangen betraut wird. Das Startteam beteiligt die interessierte regionale Öffentlichkeit bei der Umsetzung seiner Aufgaben.[4]

4 Anlassbezogene Maßnahmen

Einbindung der vorläufigen Sicherheitsanalyse in einen fachlich-gesellschaftlichen Dialog

Das unmittelbare Herstellen von Transparenz bei der Vorläufigen Sicherheitsanalyse (VSG) ist eine wichtige Voraussetzung für eine in Fach- und Stakeholderkreisen nachvollziehbare Aufarbeitung und Bewertung der sicherheitsrelevanten Fragestellungen.

Dabei besteht auch die Notwendigkeit der Begleitung u. a. durch nationale Experten (z. B. UNEG) und durch betroffene Standortregionen.

- Ziel: Integration fachlicher Dispute und wissenschaftlicher Nachfragen und Widersprüche.
- Sofortmaßnahmen: Leistungsbeschreibung des vergebenen Auftrags für die Erstellung der VSG veröffentlichen, Veröffentlichung von Zwischenberichten der VSG-Arbeitsgruppe, Durchführung regelmäßiger Diskussionsveranstaltungen für Fachöffentlichkeit und regionale Stakeholder zum aktuellen Stand der Sicherheitsanalyse.[5] Alle Informationen und einschlägigen Dokumente werden im Internet veröffentlicht; sensibel zu handhabende Dokumente werden im „Kompetenzzentrum“ betreut und möglichst zugänglich gemacht.
- Die Organisation und inhaltliche Vorbereitung der Diskussionsveranstaltungen erfordern kurzfristige Bereitstellung personeller Kapazitäten. Ggf. sind Interimslösungen (z. B. zeitlich befristete Beauftragung einer Forschungs-/Beratungseinrichtung) erforderlich, bis die Aufgabe institutionell etabliert ist.

Vorbereiten eines lokalen Dialogs und regionaler Bürgerbeteiligung

Der frühzeitige Aufbau lokaler und regionaler Dialoge und der Aufbau einer regionalen Verhandlungsebene sind von zentraler Bedeutung, um vorhandene Bürgerkompetenz zu erweitern und Fachwissen einerseits sowie den notwendigen organisatorischen Rahmen (einschließlich Ressourcen) andererseits bereitzustellen und zu sichern. Dies erfordert die frühestmögliche Einrichtung eines lokalen *„Startteams Bürgerbeteiligung“*, das einen lokalen Begleitprozess und die vorliegenden Vorschläge eines regionalen Beteiligungsprozesses integriert, Maßnahmen auf ihre zivilgesellschaftliche Ausrichtung hin überprüft und Elemente aus der internationalen Diskussion zu „stakeholder confidence“ aufgreift.[6] Eine wichtige Nebenbedingung ist dafür, dass die Roadmap mit ihren Haltepunkten und Entscheidungsabläufen sowie die Gestaltungsmöglichkeiten innerhalb der Öffentlichkeitsbe-

teiligung sehr früh präzisiert werden, um verbindlich geklärte Startbedingungen zu schaffen.

- Kompetenz und Ressourcen im Startteam so auslegen, dass auf Informationsbedürfnisse kurzfristig reagiert werden kann.
- Auf regionaler Ebene Aufbau enger Kommunikation von Landkreis und anderen gewählten Vertretern mit beteiligten Ministerien und Betreiber.
- Benennung eines regionalen Dialogbeauftragten mit hoher Glaubwürdigkeit, Bereitschaft zur regionalen Präsenz und Konfliktsensibilität; Kernaufgabe: regionale Dialogwünsche und -erwartungen aufeinander abstimmen und die regionalen dialogischen Aktivitäten koordinieren. Der Dialogbeauftragte muss unabhängig sein und Vertrauen sowohl bei nuklearfreundlichen als auch nuklearkritischen Akteuren besitzen. Er ist Mitglied des Startteams und erhält Unterstützung durch UNEG und professionelle Dienstleister.

Peer Review bewusst an die nationalen Bedingungen und Konfliktlage anpassen

Ein internationales Peer Review kann eine intensive nationale Begleitung der Sicherheitsanalyse ergänzen und ist hinsichtlich der Möglichkeiten zur Identifizierung von Unsicherheiten, Nachweis- und Sicherheitsdefiziten bedeutsam, aber nicht überzubewerten. Neben der klassischen Plausibilitätsprüfung werden die Peers dazu verpflichtet, festgestellte Unsicherheiten sowie offene Punkte der Datenbasis oder sicherheitsanalytischer Sachverhalte konkret zu benennen. Unabhängig davon wird mit hoher Wahrscheinlichkeit der Bedarf entstehen, einzelne Sicherheitsaspekte nach Abschluss der VSG in weiteren Verfahrensschritten auszuarbeiten und zu vertiefen, inklusive gezielter Ergänzung vorläufig bestehender Daten und vorliegender Erkenntnisse. Folgende Punkte sind zu beachten:

- Pflichtenheft des geplanten Peer Review zusammen mit unabhängigen Experten unterschiedlicher Ausrichtung entwickeln und fortschreiben;
- UNEG hat Vorschlagsrecht für Peers, endgültige Entscheidung liegt beim Bund;
- substanzielles Mitwirkungsrecht am Fragenkatalog, z. B. durch UNEG und andere zentrale Stakeholder (insbes. lokale Akteure; eine mögliche Anlaufstelle für Fragen wäre das Forum Endlager Dialog in seiner Rolle als Interimsträger, s. u.);
- am Ende des Review-Prozesses mindestens je eine Dialogveranstaltung für die interessierte Öffentlichkeit und die Fachöffentlichkeit.

Klärung der verfahrensbezogenen Schritte und Zuständigkeiten

Voraussetzung für eine zielführende Integration von Wissen und die Berücksichtigung unterschiedlicher Sichtweisen und Meinungen sind eine klare Definition und eine transparente Darstellung zentraler Prozessmerkmale. Entsprechend einem Masterplan sind in der vom BMU vorzuschlagenden Roadmap Verfahrenszuständigkeiten und -schritte für die kurz-, mittel- und langfristige Perspektive zu konkretisieren. Weiterhin ist es in diesem Zusammenhang unabdingbar, Rollentrennungen zwischen Auftraggeber und Kontrollinstanz belastbar einzurichten.

- In kurzfristiger Perspektive werden Ziele, Zwischenschritte, Diskussions- und Beteiligungsmöglichkeiten sowie Zuständigkeiten für die VSG, das Peer Review und geplante Erkundungsarbeiten aufgezeigt.
- Die auf der Basis der Ergebnisse der VSG und des Peer Reviews zu treffenden inhaltlichen Entscheidungen sowie der/die Entscheider werden klar benannt.
- Die rechtliche und fachliche Bedeutung der VSG und des Peer Reviews im Prozess der Endlagerimplementierung im Fall einer weiteren Verfolgung des Standorts Gorleben wird klar benannt.[7]
- Für die Öffentlichkeitsbeteiligung muss das BMU innerhalb der Roadmap Eckpunkte klären, d. h. unter welcher Zuständigkeit und nach welchen Kriterien Ergebnisse von fachlichen und dialogorientierten Verhandlungen als verbindlich festgehalten werden und wie diese mit formalen Entscheidungsprozessen verschränkt werden.
- Die vom BMU vorgeschlagene Roadmap wird mindestens mit der nationalen Expertengruppe und der interessierten Öffentlichkeit in Form von Dialogveranstaltungen abgestimmt.

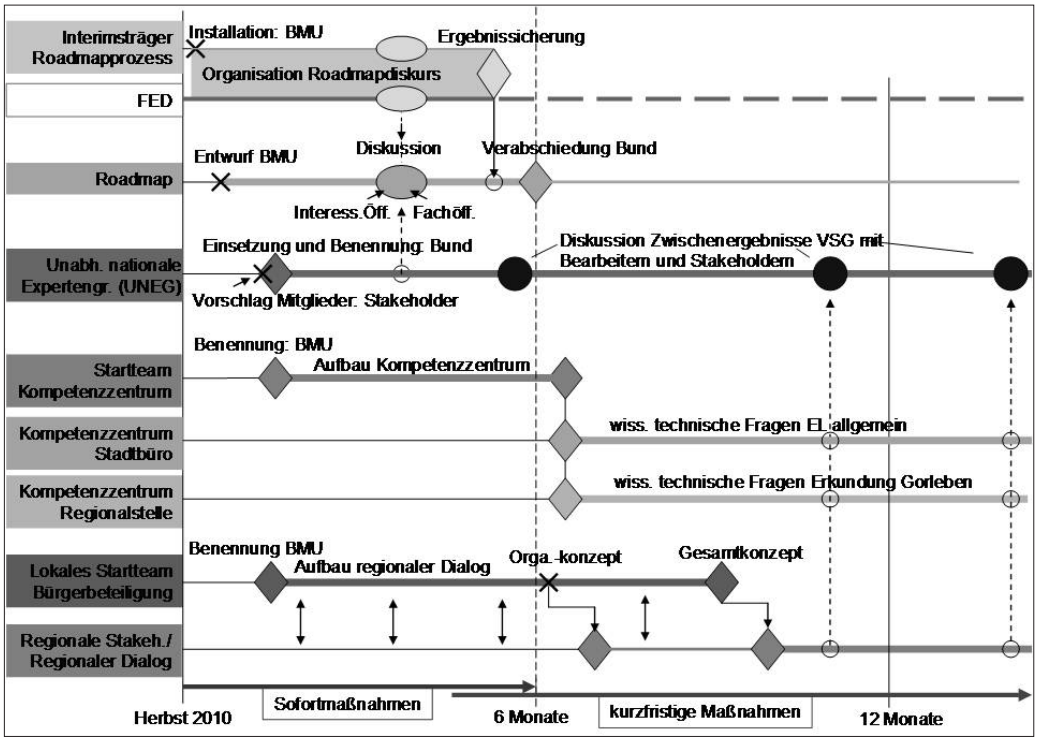
- Um dies zügig zu realisieren, ist eine Interimsträgerschaft durch das seit 2008 bestehende „Forum Endlager-Dialog“ (FED) oder andere etablierte Einrichtungen mit Kompetenz und Partizipationserfahrung einzurichten, die sich dem Ziel der Einbindung der Öffentlichkeit verpflichtet fühlt. Ziel ist sowohl zeitnah die vorzulegende BMU-Roadmap abzustimmen, die begleitenden Workshops zur VSG sowie des Fragenkatalogs des Peer Reviews zu organisieren, als auch öffentliche Veranstaltungen über die Konzepte zur Kopplung von formellen und informellen Prozessen einzuleiten.

Das zeitliche Ineinandergreifen der Vorschläge wird in Zeitstrahl 1 und Zeitstrahl 2 skizziert und wäre weiter auszuarbeiten. Zeitstrahl 1 stellt auf die nächsten zwölf Monate ab, während Zeitstrahl 2 bis Jahr sieben reicht (s. Abb. 1 und 2).

5 Konzeptionelle Mindestvorgaben

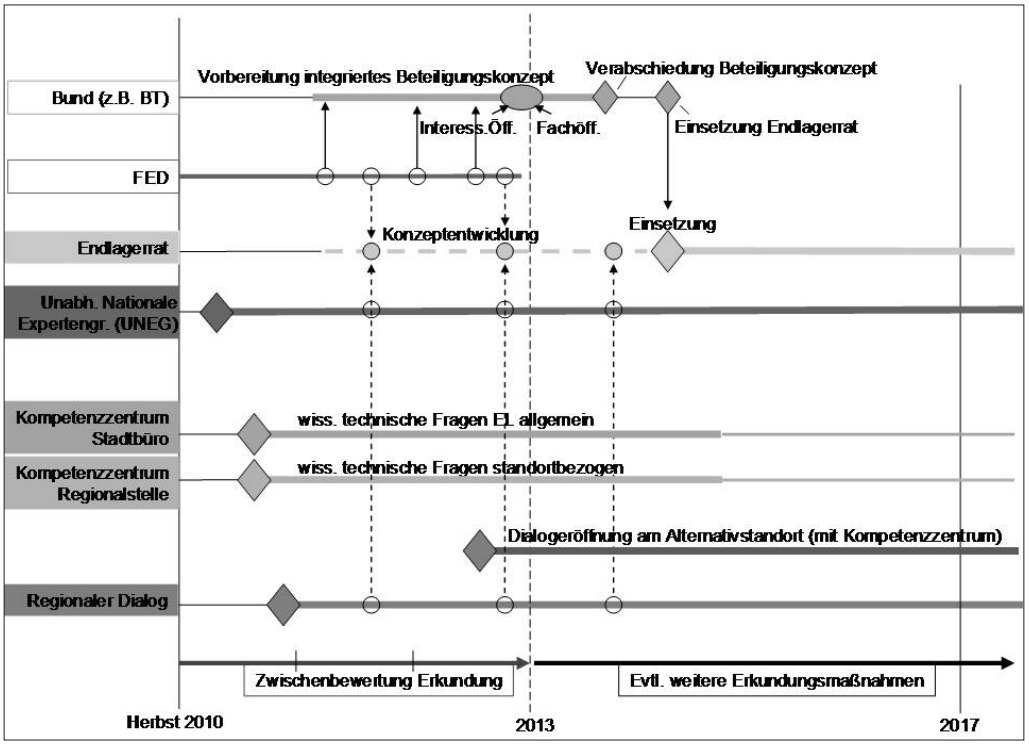
- Sofortige Bereitstellung ausreichender Ressourcen für den mehrschichtigen Prozess der Stakeholderintegration (von Gläserner Erkundung bis zu hochwertiger Integration von Sicherheitsanalyse und Peer Review in verbindliche Roadmap).
- Professionelles Konfliktmanagement durch unabhängige Instanz; Klärung seiner formalen Kompetenzen und Rechte in den einzelnen Verfahrensschritten.[8] Eine sofortige Bereitstellung von Ressourcen für Betreuung formulierter Widersprüche und Konflikte ist sicherzustellen.
- Ankopplung der mehrschichtigen Verfahrensinnovationen auf höchster politischer Ebene (Minister und Parlamente in Bund und Land).
- Aktuell: Fortsetzung der Arbeiten des FED als eingeführtes Gremium (unter besonderer Berücksichtigung der pluralen Zusammensetzung) für die zeitnahe Begleitung der Konzeptentwicklung und ersten Umsetzung öffentlichkeitsorientierter Dialog- und Beteiligungsmaßnahmen, bei Bedarf Vorbereitung und Durchführung von Dialog-Veranstaltungen zu ausgesuchten Fragestellungen (z. B. Konzept des EwG, Grundlagen der Sicherheitsanalyse, Rückholbarkeit/Monitoring) und der FED-Beratungen, FED liefert konkrete Vorschläge

Abb. 1: Zeitstrahl 1 (Monat 1 bis 12): Beteiligungs- und Dialogprozess HAW-Endlager, sofort und kurzfristig



Quelle: Kallenbach, Hocke (Sept 2010, V 1.5)

Abb. 2: Zeitstrahl 2 (Jahr 1 bis 7): Mittelfristiger Aufbau Beteiligungs- und Dialogprozess HAW-Endlager



Quelle: Hocke, Kallenbach (Sept 2010, V 1.5)

und Empfehlungen für den Gesamtprozess, die auf präzisierbare Konfliktlinien gezielt reagieren, bis eine belastbare Struktur auf der Dialog- und Beteiligungsebene eingerichtet ist (inhaltlich befristetes Mandat).

6 Mittel- und langfristige Ziele

- Steigerung und Weiterentwicklung bereits vorhandener Bürgerkompetenz;
- UNEG mittelfristig erweitern, zur Begleitung eines gehaltvollen Dialogprozesses zu technisch-konzeptionellen Fragen und Verfahrensfragen;
- langfristig: Bearbeiten regionaler Zukunftsperspektiven von Standortregionen im Auswahlprozess;
- da der Prozess bis zur Eröffnung eines Endlagers für wärementwickelnde Abfälle deutlich mehr als ein Jahrzehnt dauern dürfte, sind besondere institutionelle Vorkehrungen zur Absicherung gehaltvoller Öffentlichkeitsbeteilung und fachlicher Qualitätssicherung heute vorzubereiten. Als unabhängige, langfristige Kontrollinstanz schlagen wir daher z. B. einen nationalen „Endlager-Rat“ vor; dieser wäre am Bundestag anzusiedeln und hätte die Aufgabe, den Gesamtprozesses zu kontrollieren (z. B. Einhaltung der Roadmap und fachlicher und verfahrensbezogener Qualitätsstandards) mit dem Ziel der Schaffung von Fairness und Planungssicherheit.

7 Ausblick

Von der Bundespolitik und insbesondere dem BMU ist eine Richtungsentscheidung zu erwarten, die eine zivilgesellschaftliche Ausrichtung des Endlagerfestlegungsverfahrens glaubhaft macht. Das dabei gewählte Entscheidungsverfahren hat hinreichend offen zu sein, um auf im Prozess auftretende Hemmnisse flexibel und adressatengerecht reagieren zu können.

Um in der aktuellen Situation die Dialogbereitschaft der Stakeholder zu erhöhen, ist es unausweichlich, vertrauensbildende Maßnahmen von Bundes- und Landespolitik, aber auch EVUs in die hochkontroverse Debatte einzubringen.

Die oben genannten Maßnahmen gewinnen ihre Überzeugungskraft, wenn diese in ein Verfahren eingebettet sind, das einem transparenten Ablauf mit klaren Schritten der Entscheidungsfindung folgt. In diesem Verfahren sind die Voraussetzungen für den Übergang von einem Verfahrensschritt zum nächsten, die Verknüpfung formeller und informeller Verfahrensbestandteile sowie die Gestaltung der Schnittstellen zwischen zeitlich parallelen Prozessen nachvollziehbar zu definieren. Gleichzeitig sind Mitberatungs- und Beteiligungsrechte sowohl für kommunale und regionale Akteure als auch für die interessierte (nationale) Öffentlichkeit zu schaffen. Diese sollten in einem hochwertigen Masterplan mit Roadmap und präzisierten Entscheidungsstrukturen verankert sein.

Die Glaubhaftigkeit könnte exemplarisch z. B. dadurch hergestellt werden, dass bereits heute parallel mit Gorleben Alternativkonzepte und Alternativstandorte geprüft werden. Diese Überprüfungen müssen auch die Abstimmungsprobleme zwischen Bund und Ländern berücksichtigen; die Einrichtung eines Runden Tisches könnte die Klärung der dabei vorhandenen Differenzen vorbereiten. Eine Papierstudie auf Basis vorhandener Daten könnte in diesem Zusammenhang ein erstes Signal sein, auch wenn dieses Vorgehen eine deutliche Abweichung von einem substantiellen Auswahlverfahren nach dem Stand der Wissenschaft und der internationalen Erfahrungen bedeutet.

Bei einem hochwertigen zivilgesellschaftlichen Prozess geht es nicht darum, Akzeptanz zu schaffen, sondern mit allen Betroffenen einen Beratungs- und Entscheidungsprozess zu formen, der entscheidungsvorbereitende Maßnahmen koppelt, die deutlich machen, dass es nicht um „Durchregieren“, sondern um gemeinsames Beraten und Verhandeln von Schlüsselentscheidungen geht. Dabei ist wichtig, Kompromiss- und Verhandlungsbereitschaft angesichts der aktuellen Konfliktlage durch Maßnahmen und Angebote zu verdeutlichen, um so „Bedingungen der Möglichkeit“ von Verständigung und darauf aufbauender Konfliktlösung zu schaffen.

Anmerkungen

1) Peter Hocke, Armin Grunwald, Sophie Kuppler und Michael Reuß forschen am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse am KIT, Regine Barth und Beate Kallenbach-Herbert am Öko-Institut Darmstadt und Ortwin Renn am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart.
2) Diese Schlüsselaspekte sind wissenschaftlich begründet und wurden unabhängig von inhaltlichen Weisungen zusammengestellt. Sie geben die Meinungen der Autoren wieder.
3) Genauere Aufgabenspezifikationen müssten in einem weiteren Papier erfolgen.
4) Startteams sind hier konzeptionell ähnlich wie die eingerichteten Startteams für den Aufbau der regionalen Partizipation im Schweizer Sachplanverfahren zu verstehen. Genauere Angaben wären getrennt zu erstellen.
5) Das Erstellen einschlägiger Informationen über aufgetretene Unsicherheiten und den voraussichtlichen Umgang damit ist in diesem Zusammenhang dringend angeraten.
6) Das Startteam Bürgerbeteiligung steht in engem Kontakt mit UNEG und dem Forum Endlager-Dialog. Die mittelfristige Kooperation wird im Rahmen der stufenweisen Fortentwicklung der Roadmap spezifiziert.
7) Zentrale Aspekte dabei sind (1) Relevanz der Analysen und Ergebnisse für den Übergang in die nächsten Verfahrensschritte einschließlich eines Planfeststellungsverfahrens; (2) Bedeutung für den Untersuchungs- und Entscheidungsumfang in einem formalen Planfeststellungsverfahren; (3) Bedeutung für weitere Erkundungen/weiteres Vorgehen.
8) Entsprechend der in der Roadmap festgelegten Verfahrensstruktur könnte diese Instanz der Regionale Dialogbeauftragte oder ein unabhängiger, auf nationaler Ebene angesiedelter Ombudsmann sein.

Kontakt

Dr. Peter Hocke
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Campus Nord
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 68 93
E-Mail: peter.hocke@kit.edu

« »

Anmerkungen zum Beitrag „Schlüsselentscheidungen und -maßnahmen für einen gehaltvollen Dialogprozess“ von P. Hocke, R. Barth, A. Grunwald, B. Kallenbach-Herbert, S. Kuppler, O. Renn und M. Reuß

In: TATuP 19/3 (2010)

von Detlef Appel (PanGeo – Geowissenschaftliches Büro, Hannover) und Jürgen Kreusch (Intac GmbH, Hannover)

1 Worum geht es?

Mit der Entscheidung der Bundesregierung, sowohl die Laufzeiten für Kernkraftwerke zu verlängern als auch die Erkundung von Gorleben wieder aufzunehmen, sind altbekannte Konfliktfelder wieder aufgebrochen. Deshalb ist es nach Meinung von Hocke et al. notwendig, mit Blick auf Gorleben „*einen zivilgesellschaftlich ausgerichteten Dialogprozess mit Stakeholder-Integration und externer unabhängiger Fachexpertise zu eröffnen, um auf dieser Basis belastbare, gegenüber den Betroffenen faire und vom Verfahren her gesellschaftlich als legitim anerkannte Entscheidungen zu fällen*“. Für einen solchen „*gehaltvollen Dialogprozess*“ sei es u. a. notwendig, vertrauensbildende Maßnahmen in die Debatte einzubringen und einen transparenten und schrittweisen Entscheidungsfindungsprozess zu ermöglichen. Bei diesem „*hochwertigen zivilgesellschaftlichen Prozess*“ solle es nicht darum gehen, Akzeptanz zu schaffen, auch nicht um „*Durchregieren*“; vielmehr sollen in dem angestrebten Prozess mit allen Betroffenen „*Schlüsselentscheidungen*“ gemeinsam beraten und verhandelt werden.

2 Grundlegende Voraussetzungen für eine faire Entscheidungsfindung

Die in Hocke et al. vorgeschlagenen Maßnahmen zielen darauf ab, die oben dargelegten Absichten zu verwirklichen. Dazu ist es nach Meinung der Autoren unausweichlich, dass die Politik und auch die EVU vertrauensbildende Maßnahmen in die „*hochkontroverse Debatte*“ einbringen. Zudem weisen sie darauf hin, dass die Laufzeitverlängerung und das Fehlen eines bundesweiten Standortauswahlverfahrens die Realisierung des Endlagers nicht unbedingt befördern.

Nach unserer Meinung treffen diese Aussagen zwar zu, stehen aber beim gegenwärtigen Status des Gorlebenverfahrens in einem unverhältnismäßigen Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen „*gehaltvollen Dialogprozess*“. Warum das so ist, soll kurz und auswahlhaft skizziert werden:

Die Durchführung eines „*gehaltvollen Dialogprozesses*“ ist nach dem Stand von Wissenschaft bei gesellschaftlich umstrittenen Entscheidungsprozessen an die Erfüllung von Voraussetzungen gebunden, die in Hocke et al. bedauerlicherweise nicht als solche formuliert, sondern lediglich unter Kapitel „7 Ausblick“ angerissen werden. Auch der Begriff „*gehaltvoll*“ wird inhaltlich nicht näher erläutert oder gar definiert. Daher bleibt unklar, dass Entscheidungsprozesse nicht nur thematisch umfassend sein müssen, sondern auch allen grundsätzlich beteiligungsbereiten Stakeholdern erlauben müssen, sich ohne Vorabpreisgabe eigener Positionen in den Dialog- und Entscheidungsprozess einzubringen. Übergeordnete Voraussetzung für einen „*gehaltvollen Dialogprozess*“ ist daher die Verständigung aller zuständigen bzw. beteiligungsbereiten Stakeholder auf Ablauf und Regeln des Prozesses. Wie die Erfahrung lehrt, ist dies – anders als beim Ergebnis eines Entscheidungsprozesses – durchaus möglich.

Vor dem Hintergrund der Historie des bisherigen Gorlebenprozesses mit seinen teils intransparenten, teils umstrittenen Entscheidungen müssen als weitere grundlegende Voraussetzungen für eine „streitarme“ Entscheidungsfindung im Falle Gorleben angesehen werden:

- *Klärung des Ziels der Entscheidung*: In Hocke et al. fehlt die unmissverständliche Klarstellung, worum es bei dem Dialogprozess in der Sache überhaupt gehen soll. Nach der mehr als dreißigjährigen Vorgeschichte des Standortes Gorleben erscheint es weltfremd anzunehmen, dass kritische Betroffene darüber mitberaten werden, auf welche Art und Weise man – ohne Heilung der Verfahrensmängel in der Vergangenheit – zu genau diesem Endlagerstandort kommt. Aus dem bisherigen Entschei-

dungsprozess und Äußerungen aus Politik und Industrie kann keineswegs zweifelsfrei abgeleitet werden, dass der in der Vergangenheit gerade als nicht ergebnisoffen wahrgenomme Entscheidungsprozess Gorleben zukünftig ergebnisoffen ablaufen wird. Ohne diese Klarheit wird es daher keinen „*gehaltvollen Dialogprozess*“ geben.

- *Vertrauensbildende Maßnahmen*: Hier liegen Handlungsmöglichkeiten vorrangig bei der Bundesregierung. Die Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke und der Verzicht auf ein neues Auswahlverfahren für Endlagerstandorte entsprechend dem Stand von Wissenschaft werden hingegen von Betroffenen als das Gegenteil zu vertrauensbildenden Maßnahmen angesehen.

Solange diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, wird der von Hocke et al. beschriebene gehaltvolle Dialog- und Entscheidungsprozess scheitern, wahrscheinlich nicht einmal in Gang kommen. Unter anderem die Erfahrungen mit dem AkEnd haben gezeigt, dass erst erhebliche Überzeugungsarbeit der verfahrensführenden und prozessgestaltenden Institutionen und Personen und ein „dialogfreundliches Klima“ dazu führen, dass kritische Stakeholder den vorgeschlagenen Weg und die zugehörigen Entscheidungsschritte mit gehen. Nicht zuletzt haben dazu der planmäßige Ausstieg aus der Atomkraftnutzung, das Gorleben-Moratorium und die Aussicht auf ein faires neues Auswahlverfahren beigetragen.

3 Schlussfolgerung

Der Beitrag von Hocke et al. mag gut gemeint sein und beschreibt einige wichtige Aspekte und Elemente eines künftigen Entscheidungsprozesses. Er löst aber keines der unter 2. beschriebenen Grundprobleme. Die Autoren sind sich offenbar darüber im Klaren, dass der Verzicht auf ein Auswahlverfahren und die Laufzeitverlängerung die Bedingungen für die Umsetzung eines „*gehaltvollen Dialogprozesses*“ nicht gerade befördern. Sie negieren aber eine der Hauptursachen für die genannten Probleme, nämlich die mehr als 30 Jahre andauernden Auseinandersetzungen um den Standort Gorleben und die Endlagerfrage allgemein sowie die damit verbundenen Erfahrungen von Stakeholdern.

Der Versuch, „*Schlüsselentscheidungen und -maßnahmen für einen gehaltvollen Dialogprozess*“ zu erarbeiten, ohne die Erfüllung grundlegender Bedingungen dafür einzuhalten bzw. einhalten zu können, muss letztlich in einem technokratischen Verfahrensvorschlag enden. Das zeigt sich auch in der Sprache: Von „*gläserne(r) Erkundung*“ über „*roadmap*“ und „*Transparenzinitiative*“ bis hin zu „*Kompetenzzentren*“ reihen sich Begriffe, die zur Lösung des Kernproblems nichts beitragen, sondern – ohne Perspektive auf eine einvernehmliche inhaltliche Ausgestaltung – lediglich „Expertensprech“ bleiben.

Zu den Autoren

Jürgen Kreusch ist Geologe und arbeitet als Gutachter bei Intac. Detlef Appel ist selbständiger Geologe. Beide waren Mitglieder des Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd), einem unabhängigen Arbeitskreis des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1999 bis 2002).

Kontakt

Dr. Detlef Appel
PanGeo – Geowissenschaftliches Büro Dr. Detlef Appel
Ibykusweg 23, 30629 Hannover
Tel.: +49 (0) 5 11 / 9 58 67 10
Fax: +49 (0) 5 11 / 9 58 67 11
E-Mail: appel-pangeo@t-online.de

Jürgen Kreusch
Intac – Beratung, Konzepte, Gutachten zu Umwelt und Technik GmbH
Kleine Düwelstraße 21, 30171 Hannover
Tel.: +49 (0) 5 11 / 85 30 55
Fax: +49 (0) 5 11 / 85 30 62
E-Mail: jkreusch@intac-hannover.de

« »

REZENSIONEN

Ist Medialisierung nur ein theoretisches Konstrukt?

Befunde aus zwei empirischen Studien zur Wissenschafts-Medien-Kopplung im Bereich Lebenswissenschaften

***M. Voß*: Gesunde Gene. Die mediale Diskussion um die Gentherapie. Bielefeld: transcript, 2010, 254 S., ISBN 978-3-8376-1237-0, € 27,80**

***S. Rödder*: Wahrhaft sichtbar. Humangenomforscher in der Öffentlichkeit. Baden-Baden: Nomos, 2009, 276 S., ISBN 978-3-8329-4268-7, € 36,00**

Doppelrezension von Christiane Hauser, ITAS

1 Einleitung: Medialisierung auf dem empirischen Prüfstand

Die Medialisierung der Wissenschaft (genauso wie die der Politik) wird in verschiedenen Zusammenhängen immer wieder aufgegriffen (vgl. z. B. Weingart 2005), wenn auch in neuerer Zeit durchaus mit einem differenzierteren oder gar kritischen Unterton (z. B. Vowe 2006; Krotz 2007). Neben theoretisch-konzeptionellen Überlegungen häufen sich erfreulicherweise auch empirische Arbeiten zu diesem Themenbereich (etwa Peters et al. 2008). Hierzu zählen auch die beiden hier vorgestellten Bücher. Beide Publikationen sind auf Grundlage von Dissertationen entstanden, die am Institut für Wissenschafts- und Technikforschung der Universität Bielefeld im Rahmen des Graduiertenkollegs „Auf dem Weg in die Wissensgesellschaft" von Peter Weingart betreut wurden. Daher überrascht es nicht, dass beide sich auch mit seinen theoretischen Überlegungen zum Spannungsfeld von Wissenschaft und Öffentlichkeit auseinandersetzen. Überraschend dagegen die Erkenntnis nach dem Lesen beider Bücher, dass sie Weingarts Überlegungen mindestens stark relativieren, wenn nicht sogar widerlegen.

Nimmt man Weingarts These von der Medialisierung und die von ihm beschriebenen zwei Dimensionen, die dieses Konstrukt umfasst – nämlich die „zunehmende mediale Aufmerksamkeit für die Wissenschaft" einerseits und die „zunehmende Orientierung der Wissenschaft an den Erwartungen der Medien" andererseits (Rödder 2009, S. 48) – so greifen die vorliegenden Arbeiten jeweils eine davon auf und gehen ihr empirisch auf den Grund. Während Voß die mediale Berichterstattung über Gentherapie näher beleuchtet und damit die Auswirkungen der Medialisierung im Mediensystem im Blick hat, widmet sich Rödder der Wahrnehmung dieses Phänomens und der Reaktion darauf aus Sicht von Wissenschaftlern, also den möglichen Folgen im Wissenschaftssystem.

Ebenfalls gemein ist beiden Arbeiten, dass sie sich ein eher spezifisches wissenschaftliches Thema aus dem Bereich der Lebenswissenschaften herausgreifen (Gentherapie bzw. Humangenomforscher, die im Humane Genome Project mitgearbeitet haben), an dem sie ihre konzeptionellen Überlegungen empirisch exemplifizieren, und nicht ein breites Thema wie etwa Bio- oder Gentechnologie wählen. Dies ermöglicht in beiden Fällen eine sehr detaillierte und tiefgehende Analyse des empirischen Materials, die der Beleuchtung des Phänomens Medialisierung durchaus zuträglich ist. Darüber hinaus sind beide Themen eng mit gesellschaftlichen Werten und Normen verknüpft – ein Grund dafür, dass sie zumindest zeitweise starke Präsenz in der Öffentlichkeit, und das heißt v. a. in den Medien, genossen. Dies spiegelt sich auch im empirischen Material wider.

2 Miriam Voß: Mediale Berichterstattung zu Gentherapie

Miriam Voß geht in ihrer Analyse der Medienberichterstattung über Gentherapie von dem Konzept der (Re-)Kontextualisierung von kontroversen Ideen bzw. Techniken aus, mit Hilfe dessen eine spezifische Idee oder Technik zu einer wenig(er) kontroversen Handlungsoption wird. In diesem Prozess der Kontextualisierung,

der von bestehenden kulturellen, politischen, sozialen und ökonomischen Bedingungen abhängt, spielen Medien für die Zuweisung von gesellschaftlicher Bedeutung eine große Rolle. Für eine Erklärung der Integration neuer Techniken zieht Voß zwei Thesen heran: die Erosionsthese einerseits, die davon ausgeht, dass die einer (medizinischen) Technik entgegenstehenden Werte im Laufe der Zeit verfallen (oder erodieren), bis die Technik gesellschaftlich akzeptabel erscheint; die Inkorporations- oder Funktionalitätsthese andererseits, die postuliert, dass Widerstände gegen eine Technik aufgegriffen und bei der weiteren Gestaltung dieser berücksichtigt werden. Dies verändert die Widerstände – im Zeitverlauf und mit fortschreitender Technikentwicklung mögen diese gar verschwinden. Wie die Gentherapie in der medialen Berichterstattung kontextualisiert wird, welche der beiden genannten Thesen bei der gesellschaftlichen Integration des Gentransfers in menschliche Zellen, der Gentherapie, zutrifft und welche Rolle dabei die Assoziation der medizinischen Option mit dem Wert Gesundheit spielt, steht im Mittelpunkt der Arbeit von Miriam Voß.

Um diese Aspekte der medialen Debatte anhand empirischer Daten genauer erörtern zu können, wählt Voß eine zweigeteilte Vorgehensweise. Sie führt einerseits eine quantitative Inhaltsanalyse der Medienberichterstattung zur Gentherapie für die Jahre 1970 bis 2001 durch, in der an den beiden deutschen Leitmedien Frankfurter Allgemeine Zeitung und Spiegel vorrangig die Veränderungen der medialen Debatte nachgezeichnet werden. Diese wird ergänzt durch eine qualitative Analyse einzelner Artikel aus dem Datensample, ohne dass allerdings im Einzelnen klar wird, welche Artikel nach welchen Kriterien hier Eingang fanden. Ziel der qualitativen Analyse ist die Ergänzung und Erweiterung der Ergebnisse aus dem ersten Untersuchungsschritt.

Während die quantitative Analyse v. a. deskriptiv vorgeht und sich an verschiedenen inhaltlichen Aspekten der Kontextualisierung der Gentherapie orientiert, wählt Voß für die Darstellung der Ergebnisse aus der qualitativen Inhaltsanalyse die zusammenfassende Beschreibung der herangezogenen Artikel in den vier vorher definierten Phasen der Berichterstattung. Was in der Beschreibung des quantitativen Datensatzes zum Teil noch recht trocken daher kommt, gewinnt in diesem zweiten Teil der Untersuchung an Plastizität und Anschaulichkeit.

In beiden empirischen Teilen ihrer Arbeit kommt die Autorin zu dem Schluss, dass die eingangs beschriebenen Thesen zur Integration einer wertsensiblen Technik wie der Gentherapie in die Gesellschaft nicht oder nur teilweise zutreffend sind. So finden sich keine Belege für die Erosionsthese, vielmehr erfolgt im Laufe der Berichterstattung über den Gentransfer in menschliche Zellen eine Re- bzw. Neukontextualisierung des Themas, insbesondere durch die Trennung zwischen somatischer Gentherapie[1] und Keimbahnintervention[2] und damit das Aufgreifen der Unterscheidung zwischen Therapie und Optimierung. Im Folgenden werden alle mit der therapeutischen (und damit konfliktärmeren) Option assoziierten Entwicklungen in der medialen Debatte eher positiv dargestellt, die ethischen Bedenken konzentrieren sich fortan vorrangig auf die Keimbahnintervention, die politisch auch entsprechend reguliert wird bzw. ist. Voß beschreibt diesen Befund als Beleg für die Inkorporationsthese und konstatiert, dass die (mediale) Konzeption einer Technik bestimmend für deren Darstellung in den Medien ist.

Die Stärke der Studie liegt v. a. in der Analyse und Einordnung des reichhaltigen empirischen Materials. Wo der theoretische und methodische Teil eher knapp ausfällt (ohne zunächst wesentliche Punkte komplett vermissen zu lassen), wird die mediale Debatte zur Gentherapie ausführlich und spannend beschrieben. Die abschließende Diskussion der Ergebnisse fasst die zentralen Aussagen der Untersuchung noch einmal anschaulich zusammen und ordnet sie in die bestehende Forschungsliteratur und darin beschriebene Modelle wissenschaftlicher Öffentlichkeit ein.

3 Simone Rödder: Öffentlich sichtbare (und unsichtbare) Humangenomforscher

Die zweite hier betrachtete Arbeit von Simone Rödder hat zum Ziel, am Beispiel der Humangenomforschung zu explorieren, wie sich das Berufsverständnis von Wissenschaftlern ändert, die in Zeiten hoher Medienaufmerksamkeit mit Sichtbarkeitserwartungen konfrontiert werden. Rödder nennt dies selbst „Sichtbarkeitsfolgenab-

schätzung“ und formuliert als forschungsleitende These ihrer Arbeit, dass sich die an die Wissenschaftler gestellten Erwartungen bezüglich ihrer Sichtbarkeit gerade in Zeiten der Medialisierung auch in ihren Selbstbeschreibungen finden lassen müssten. Fraglich erscheint nach ihrer Darstellung der Literatur in diesem Forschungsfeld allerdings, ob es dabei zu Entdifferenzierungs- oder Differenzierungsprozessen innerhalb des Wissenschaftssystems kommt. Während die erste Position davon ausgeht, „dass unter den medialen Bedingungen moderner Wissenschaft Aufmerksamkeitsorientierung im System handlungsleitend und damit strukturwirksam wird“ (Rödder 2009, S. 70), postuliert die Differenzierungsthese zwar ebenfalls strukturelle Anpassungen der Wissenschaft, nimmt aber an, dass diese eher dazu dienen, die Systemgrenzen zu schützen und zu stabilisieren. Diese, wie auch andere theoretisch-konzeptionelle Überlegungen, greift Rödder im ersten ausführlichen Teil ihrer Arbeit auf und leitet so sprachlich gewandt ihre Forschungsfrage und ihr empirisches Design ab. Sie stellt dabei überzeugend die bisherigen Überlegungen in diesem Feld dar, die vielfach die Wissenschaftler selbst nicht im Blick haben.

Dem will sie mit ihrer Studie abhelfen, die sich auf Wissenschaftler konzentriert, die am Human Genome Project (HGP) mitgewirkt haben. Sie wählt diese Einschränkung bewusst, da bei der im Rahmen des HGP angestrebten Sequenzierung des menschlichen Erbguts zumindest in der Schlussphase von 1998 bis 2001 aufgrund des Einstiegs einer privaten Firma ein Wettlauf um den wissenschaftlichen Durchbruch stattfand, der hohe Medienaufmerksamkeit nach sich zog. Mittels Interviews mit beteiligten Wissenschaftlern aus vier Ländern (Deutschland, Großbritannien, Frankreich und den USA) geht sie der Frage auf den Grund, ob sich die so entstandenen Sichtbarkeitserwartungen in Verhaltens- oder Einstellungsänderungen niederschlagen. Dabei unterscheidet sie zwischen sichtbaren und nicht sichtbaren Wissenschaftlern, also solchen mit hoher Medien- (und Öffentlichkeits-) Präsenz und solchen, die selbst in Zeiten hoher Medienaufmerksamkeit primär im wissenschaftlichen Kontext in Erscheinung traten. Sowohl deren Auswahl als auch die weiterer Interviewpartner zur Kontextualisierung der Befunde wird - wie die gesamte methodisch-empirische Umsetzung - transparent und plausibel dargestellt.

Im zweiten großen Teil der Arbeit beschreibt Rödder ausführlich, auch anhand einer Vielzahl von Zitaten, die Ergebnisse ihrer empirischen Analyse. Dabei unterscheidet sie, wie die Befragten selbst, zwischen institutioneller und individueller Sichtbarkeit. Während fast alle Interviewten die Erwartung von Sichtbarkeit an Organisationen teilen und unterstützen, ist dieses Bild bei der individuellen Sichtbarkeit von Wissenschaftlern eher gemischt. Trotz des Befundes, dass die Medienöffentlichkeit als wichtigste Sichtbarkeitsebene anerkannt und Sichtbarkeit generell als bedeutend gerade für Großprojekte wie das HGP eingeordnet wird, zeigt sich, dass tatsächliche mediale Sichtbarkeit ein marginales Phänomen bleibt. Rödder sieht die Gründe dafür v. a. in normativen Erwartungen und Ambivalenzen, die die Wissenschaftler selbst über ihre eigene Rolle haben. Sie entstehen im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlichen und medialen Anerkennungskriterien und Darstellungsnormen.

Im Umgang mit diesen verschiedenen Erwartungen greifen Wissenschaftler zum Instrument der Differenzierung: Indem bestimmte „Arten“ von Sichtbarkeit als angemessen, andere als unangebracht eingeordnet werden, lösen die Interviewpartner die Spannung für sich auf. Dabei identifiziert Rödder vier verschiedene Typen von Wissenschaftlern, die sich jeweils in ihrem Umgang und in ihrem Selbstverständnis, aber auch in ihren Sichtbarkeitserwartungen an Kollegen und Institutionen unterscheiden: den „Geek“[3], den Missionar, den Anwalt des Wissens und den öffentlichen Wissenschaftler. Spannend liest sich ihre Beschreibung und Interpretation dieser vier Typen, die immer an die vorherigen Befunde und konzeptionellen Überlegungen rückgebunden sind und dadurch zu überaus interessanten Ergebnissen führen.

Im abschließenden Kapitel ihrer Arbeit werden diese nochmals dargestellt und in ein Zwei-Stufen-Konzept „wahrhafter Sichtbarkeit“ überführt, das, stark verkürzt, davon ausgeht, dass zuerst immer eine innerwissenschaftliche Bewertung von Inhalten nach dem „Wahrheitskriterium“ stattfindet und erst in einem zweiten

Schritt Aufmerksamkeitsorientierung und das Einbeziehen gesellschaftlicher Werte und Normen angemessen erscheint. Selbst in Zeiten hoher Medienaufmerksamkeit wird die Herstellung von wissenschaftlichem Wissen von den Wissenschaftlern selbst strikt getrennt von der Darstellung dieses Wissens. Dies interpretiert Rödder als empirischen Beleg für einen Differenzierungsprozess, der zu einer Stabilisierung des Wissenschaftssystems beiträgt – und erteilt damit der Entdifferenzierungsthese eine klare Abfuhr.

4 Schlussbemerkung: Stabilisierung der Wissenschaft in Zeiten hoher Medienaufmerksamkeit

Auch wenn beide Autorinnen zunächst ganz unterschiedliche empirische Herangehensweisen wählen, um jeweils einen Aspekt des Phänomens Medialisierung näher zu beleuchten, kommen sie doch nach Abschluss der Datenauswertung und -interpretation zu einem ähnlichen Schluss: Insbesondere die Wissenschaft selbst bestimmt, wie wissenschaftliche Themen in der Öffentlichkeit und den Medien dargestellt werden. Die Deutungshoheit im Rahmen der medialen Berichterstattung über Wissenschaftsthemen liegt damit klar im Wissenschaftssystem. Öffentliche Leistungsrollenträger wie etwa Journalisten verändern diese nicht so stark wie im Kontext der Medialisierungsthese angenommen, sondern orientieren sich innerhalb der durch Nachrichtenwerte und spezifische Darstellungsformen geprägten medialen Logik stark an innerwissenschaftlichen Kriterien. Auch für die Wissenschaftler selbst trifft dies zu. Selbst in Zeiten hoher Medienaufmerksamkeit (wie in der Schlussphase des HGP) beziehen sie sich fast ausschließlich auf Relevanzkriterien aus dem Wissenschaftssystem selbst und bleiben weitestgehend unbeeindruckt von medialer Prominenz o. ä. Damit tragen auch die beiden vorgestellten empirischen Studien zur Relativierung des Medialisierungskonzepts bei. So könnten sie auch dazu beitragen, mit dem Vorurteil über den starken, einseitigen Einfluss der Medien auf Funktionssysteme wie das der Wissenschaft aufzuräumen.

Anmerkungen

1) Ziel der somatischen Gentherapie ist die Substitution von genetisch defekten Zellen. Dazu werden dem Patienten Zellen entnommen, diese werden vermehrt, gentechnisch verändert und wieder implantiert, oder man versucht die „heilenden“ Gene über Genfähren, sog. Vektoren, an ihr Ziel zu bringen.
2) Ziel der Keimbahnintervention ist es, vererbte Krankheiten, die auf einem Gendefekt beruhen, in der gesamten Nachkommenschaft eines Trägers des defekten Gens zu heilen. Das gesunde Gen wird dabei in die Keimzellen des Trägers eingesetzt und ist somit vererbbar. Diese Methode ist nach § 5 des Embryonenschutzgesetzes von 1990 in Deutschland verboten, da es sich um eine künstliche Veränderung der Erbinformation menschlicher Keimbahnzellen handelt.
3) Der Ausdruck „Geek“ (engl. umgangssprachlich für Streber, Stubengelehrter) hat sich im Laufe der Zeit gewandelt in die Bezeichnung für eine Person, die sich durch großes Interesse an wissenschaftlichen oder fiktionalen Themen auszeichnet. Als Geek bezeichnet man auch abfällig einen – häufig mit überdurchschnittlich hoher Intelligenz ausgestatteten – Menschen mit schwachen sozialen Fähigkeiten, oder jemanden, der diesen Anschein erweckt.

Literatur

Krotz, F., 2007: Mediatisierung. Fallstudien zum Wandel von Kommunikation. Wiesbaden

Peters, H.P. et al., 2008: Medialisierung der Wissenschaft als Voraussetzung ihrer Legitimierung und politischen Relevanz. In: Mayntz, R.; Neidhardt, F.; Weingart, P. et al. (Hg.): Wissensproduktion und Wissenstransfer: Wissen im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Bielefeld, S. 269–292

Vowe, G., 2006: Mediatisierung der Politik? Ein theoretischer Ansatz auf dem Prüfstand. In: Publizistik 4/51 (2006), S. 437–455

Weingart, P., 2005: Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit. Weilerswist

« »

Bildung für nachhaltige Entwicklung: Themen und Herausforderungen

***G. de Haan, G. Kamp, A. Lerch, L. Martignon, G. Müller-Christ, H. Nutzinger*: Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Berlin: Springer Verlag, 2008, 260 S., ISBN 978-3-540-85491-3, € 74,95**

Rezension von Jürgen Kopfmüller, ITAS

Die wachsende Vielfalt und Komplexität von gesellschaftlichen und natürlichen Entwicklungsprozessen erfordern zugleich rasches wie auch hinreichend fundiertes politisches und gesellschaftliches Handeln. Wissen und Bildung in ausreichendem Umfang und in angemessener Qualität für Bürger und Entscheidungsträger stellen eine zentrale Voraussetzung für die Realisierung einer weltweit nachhaltigen Entwicklung dar. In dem hier vorgestellten Band werden die Planungs- und Handlungserfordernisse zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsidee sowie die Möglichkeiten und Herausforderungen der Integration dieses Themenfelds in die Schulpraxis vorgestellt und diskutiert.

1 Hintergrund

Nach nunmehr über zwei Jahrzehnten intensiver wissenschaftlicher, politischer und gesellschaftlicher Debatten über das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung sind viele Fragen hinsichtlich seiner ethischen Prägung, seiner theoretischen Fundierung, seiner konzeptuellen Ausgestaltung und seiner Umsetzung in unterschiedlichsten gesellschaftlichen Bereichen gestellt und von verschiedener Seite darauf Antworten gegeben worden. Weitgehende Einigkeit besteht mittlerweile darin, dass es im Kern zugleich um die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und die Gewährleistung eines menschenwürdigen Lebens für alle Menschen gehen muss. Dabei kommt dem Postulat der gerechten Verteilung von Ressourcen, Chancen, Risiken, Belastungen etc. sowohl zwischen gegenwärtigen und künftigen als auch innerhalb der gegenwärtigen Generationen zentrale Bedeutung zu. Gleichwohl sind vielfach noch erhebliche Wissenslücken wie auch Kontroversen über die Frage des „richtigen Wegs“ und daraus resultierende Handlungsbedarfe zu konstatieren. Eine Vielzahl drängender und schwerwiegender Probleme verlangt jedoch nach einer möglichst raschen Umsetzung von mitunter sehr weit reichenden Maßnahmen.

Erforderlich ist also zum einen die Erarbeitung verbesserter Wissensgrundlagen für Entscheidungsträger, zum anderen die Fähigkeit wie auch die Bereitschaft der Handelnden, dieses Wissen in praktisches Handeln umzusetzen. Bildung und Ausbildung in ihren verschiedenen Facetten, aber auch der Bewusstseinsbildung kommen hierbei erhebliche Bedeutung zu. Bereits in der 1992 verfassten Agenda 21 wurde dem in einem eigenen Kapitel Rechnung getragen. Mit der im Jahr 2002 durch die UN-Vollversammlung beschlossenen Welt-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ wird diese Thematik für die Jahre 2005 bis 2014 auf supranationaler Ebene verankert und institutionalisiert. Hiermit verbunden sind eine Vielzahl von Aktivitäten auf nationaler wie internationaler Ebene zur Integration entsprechender Inhalte in schulische Programme und Lehrpläne.

Das vorliegende Buch gliedert sich in drei Teile: Im ersten Teil werden die Charakteristika und Herausforderungen der Klimathematik und der sich daraus ergebende Handlungsbedarf skizziert. Der zweite Teil befasst sich mit den begrifflichen, philosophischen und normativen Grundlagen des Nachhaltigkeitsbegriffs, seiner Ausprägung über das Gerechtigkeitskonzept sowie den daraus abgeleiteten Planungs- und Handlungserfordernissen. Im dritten Teil steht die schulpraktische Umsetzung der präsentierten Grundideen in konkrete Lehr-/Lernziele und -inhalte im Mittelpunkt. Abschließend werden einige Empfehlungen für eine angemessene Umsetzung der erziehungswissenschaftlichen und -praktischen Gestaltungsaufgabe präsentiert.

2 Herausforderungen und Handlungsbedarf

Die Frage, weswegen Bildung für nachhaltige Entwicklung ein zentrales Thema darstellt und welche Erfordernisse und Herausforderungen damit verbunden sind, veranschaulichen die Autoren anhand des Themas Klimawandel. Dieses,

in den letzten Jahren in zahlreichen Perspektiven bearbeitete Thema, ist für diesen Zweck in besonderer Weise geeignet, da hier die eng mit dem Nachhaltigkeitsleitbild verbundenen Aspekte der Langfristorientierung und der Langzeitverantwortung unmittelbar zu Tage treten.

Im ersten Teil des Buches werden auf nur wenigen Seiten die wesentlichen Charakteristika der Klimathematik und die wichtigsten Kontroversen der letzten Jahre in sehr verständlicher Weise skizziert. Hinweise auf die Komplexität der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge, der Phänomene des Wandels, ihrer Folgen und deren Bewertung sowie auf die bestehenden Wissensunsicherheiten und -begrenztheiten fehlen hier ebenso wenig wie die auf die verschiedenen – durch begrenztes Wissen aber auch durch unterschiedliche Interessenlagen bedingten – Kontroversen.

Kritisch anzumerken ist, dass die neben der Langzeitperspektive ebenso zentrale globale Dimension des Klimawandels über die Andeutung der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge hinaus von den Autoren nicht thematisiert wird. Dies gilt v. a. für die politische Perspektive, die etwa in der Frage der Verteilung von Verantwortung sowohl für die Ursachen des Klimawandels als auch für den Umgang mit den negativen Wirkungen zum Ausdruck kommt. Es sind gerade die damit zusammenhängenden Verteilungs- und Gerechtigkeitsfragen, an denen sich die Debatten und Kontroversen festmachen und deren gemeinschaftliche Behandlung eine wesentliche Voraussetzung für tragfähige Handlungsstrategien darstellt.

Angesichts der Komplexitäten des Problemfelds Klimawandel und der bestehenden Unsicherheiten und Begrenztheiten des Wissens mahnen die Autoren zu Recht eine besondere „Urteilskraft“ der Menschen an. Sie verstehen diese – in Anlehnung an Immanuel Kant – als die Fähigkeit des Einzelnen, selbständig und im Diskurs mit anderen sowie unter Verwendung nicht nur ökonomischer sondern auch ethischer Maßstäbe Bewertungen angemessen vornehmen und darauf basierend Entscheidungen treffen zu können.

3 Nachhaltigkeitsbegriff und Gerechtigkeitskonzept

Im zweiten Teil skizzieren die Autoren die Leitbilder Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit sowie die sich daraus ergebenden Handlungserfordernisse. Es wird – zu Recht – darauf hingewiesen, dass über das nicht selten, in Anlehnung an Kant, kommunizierte Verständnis des Nachhaltigkeitsleitbilds als „regulative Idee“ hinaus begriffliche Klärungen und kriterielle Präzisierungen notwendig sind, wenn daraus praktikable Anleitungen für gemeinsames Handeln entstehen sollen. Bei den forstwirtschaftlichen Ursprüngen des 18. und 19. Jahrhunderts beginnend rekonstruieren die Autoren Nachhaltigkeit als Lebensvorsorge, d. h. als längerfristige Sicherung der Lebensgrundlagen, basierend auf regenerativen und nicht-regenerativen Ressourcen. Am Beispiel des Umgangs mit der Verknappung nicht-regenerativer Ressourcen wird auf die Komplexität, Globalität, unterschiedliche Interessenslagen und zugleich bestehende Kooperationserfordernisse hingewiesen, was entsprechend veränderte Planungs- und Handlungserfordernisse mit sich bringt.

Die Autoren unterscheiden dabei zwischen einem sog. „planungsrationalen“ und einem „gerechtigkeitssensitiven“ Nachhaltigkeitsverständnis. Ersteres definieren sie als eine zweck-mittel-abgestimmte Langfristplanung, die auf die ökologischen und ökonomischen Aspekte der globalen Ressourcenverknappung fokussiert ist. Entscheidend ist hier, dass zum einen die Sicherung der langfristigen Handlungsmöglichkeiten eines Systems im Mittelpunkt steht, zum anderen hierfür alleine die gegenwartsbezogene (intragenerative) Sicht („Jetzt-für-jetzt-Präferenzen“) und die zukunftsbezogene (intergenerative) Sicht („Jetzt-für-dann-Präferenzen“) des oder der Planenden zu einem Ausgleich gebracht werden sollen. Die Handlungserfordernisse hierfür bestimmen sich alleine aus der zu treffenden Wahl der bestgeeigneten Mittel zur Erreichung der gesetzten Ziele bzw. Zwecke.

Dem stellen die Autoren ein gerechtigkeitssensitives Nachhaltigkeitsverständnis gegenüber, basierend auf den Grundideen des Brundtland-Berichts. Grundrationalität ist hier, von konfligierenden bzw. unvereinbaren Zwecksetzungen der Handelnden auszugehen, zwischen denen ein gerechter Ausgleich hergestellt werden soll.

Zur Rechtfertigung von Handlungsplänen, die den Verzicht auf eigene Zweckerreichung zu Gunsten anderer bzw. künftiger Akteure beinhal-

ten, stellen die Autoren - in partieller Anlehnung an Kant – den Begriff der Moral in den Mittelpunkt. Sie wird verstanden als soziale Ressource zur Kontrolle von Macht zur Durchsetzung individueller Interessen Bildung ist dabei als eine wesentliche Ressource anzusehen, um Interessensabwägungen angemessen vornehmen und Strategien zur Minderung von Verknappungsproblemen entwickeln zu können.

4 Nachhaltigkeit in Lehr- und Lernprozessen

Der dritte Teil des Buches beschäftigt sich mit der Frage der schulpraktischen Umsetzung einer Bildung für nachhaltige und gerechte Entwicklung in Deutschland vor dem Hintergrund der Überlegungen der beiden vorherigen Kapitel. Besonderes Gewicht wird dabei auf eine Integration der Aspekte v. a. intergenerativer Gerechtigkeit in das bisherige Konzept des Kompetenzerwerbs im Rahmen der laufenden Aktivitäten zur „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ gelegt. Zunächst wird der normative Rahmen hierfür entlang der Begriffe Selbstzwecklichkeit, Überwältigung- bzw. Indoktrinationsverbot sowie Kontroversitätsgebot beschrieben. Eine verantwortliche Schule soll nachhaltigkeitsrelevante Werte nicht appellativ vermitteln, sondern Kompetenzen, um sich selbst eine Meinung bilden, Kontroversen reflektieren und Werte umsetzen zu können. Pädagogik kommt damit eher die Rolle der „Eröffnung von Möglichkeiten“ zu.

Im Anschluss daran werden vier Themenfelder in je einem Kapitel näher beleuchtet: (a) wesentliche der Umsetzung nachhaltiger Entwicklung entgegenstehende Faktoren, (b) die zu vermittelnden Kompetenzen, (c) die Themen ökonomische Kompetenz und nachhaltiger Konsum sowie (d) schulpraktische Überlegungen zum Kompetenzkonzept und zu Lernkonzeptionen für seine Umsetzung.

Zu a) Damit Schüler nicht nur die richtigen (nachhaltigen) Zwecke setzen, sondern auch entsprechende Wirkungen entfalten können, sollten ihnen neben Sachinformationen auch Kompetenzen vermittelt werden, um bestehende individuelle wie gesellschaftliche Umsetzungshemmnisse erkennen und überwinden zu können.

Ebenso unerlässlich sind kognitive Fähigkeiten zum Umgang mit unvollständigem, unsicherem (Wahrscheinlichkeiten) oder überkomplexem Wissen (Komplexitätsreduktion), mit der häufig notwendigen längerfristigen Perspektive sowie mit risikobehafteten Entscheidungssituationen.

Zu b) Hier erläutern die Autoren zunächst das Konzept des Erwerbs von Gestaltungskompetenzen als Kern einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, basierend auf dem Konzept der Schlüsselkompetenzen der OECD. Dort werden die drei Kompetenzkategorien „Interaktive Verwendung von Medien und Tools“, „Interagieren in heterogenen Gruppen“ und „Eigenständiges Handeln“ unterschieden und in Teilkompetenzen gegliedert. Hierzu schlagen die Autoren die Ergänzung dreier weiterer Teilkompetenzen vor, basierend auf den Überlegungen des vorherigen Kapitels, um eine angemessenere Vermittlung und Reflektion der Gerechtigkeitsthematik und damit zusammenhängender Fragen des Umgangs mit Unsicherheiten oder Risiken in Entscheidungssituationen zu ermöglichen.

Zu c) Als Beispiel für einen Bereich, in dem diese Kompetenzen täglich angewendet werden (können), betrachten die Autoren dann das Konsumverhalten von Jugendlichen und die Rolle, die ökonomische Kompetenz und ökonomische Entscheidungsrationalitäten sowie Medien und andere externe Einflüsse dabei spielen.

Zu d) Ausgehend von der Einschätzung, dass dem Konzept „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ in der vergangenen Dekade durchaus eine Erfolgsgeschichte attestiert werden kann, versuchen die Autoren zum Abschluss eine Beurteilung des Kompetenzkonzepts. Seine stärker lebensweltliche Orientierung (und damit bessere Alltagstauglichkeit) und seinen Fokus auf Kontext- und Problem(lösungs)bezug anstatt spezifischem Fachwissen führen sie als Vorzüge an. V. a. organisatorisch und konzeptionell problematisch schätzen sie die Möglichkeiten eines Aufbaus vergleich- und messbarer Kompetenzkataloge und -standards ein.

Zum Abschluss formulieren die Autoren einige Handlungsempfehlungen, die sich an Entscheidungsträger und „Praktiker vor Ort“ richten. Sie fassen die im Buch behandelten Punkte zusammen und fokussieren auf die bei-

den Aspekte, die die Autoren als bislang in der Debatte und Praxis einer Bildung für nachhaltige Entwicklung als besonders defizitär ansehen: die Reflektion von Konzepten der (generationenübergreifenden) Gerechtigkeit sowie die ökonomische Seite der Nachhaltigkeit.

5 Fazit

Mit dem vorliegende Band wollen die Autoren die Ergebnisse ihrer interdisziplinären Studie in den notwendigen Diskurs darüber einbringen, wie geeignete schulische Angebote zur Bewältigung von Planungs- und Handlungsentscheidungen für mehr Nachhaltigkeit aussehen und wie entsprechende methodische Grundlagen und organisatorische Voraussetzungen für deren Realisierung beschaffen sein sollten. Sie wenden sich damit zunächst an Leser aus der (hoch)schulischen Praxis und aus der Wissenschaft, sprechen aber auch an der Thematik Interessierte an. Sie geben dem Leser einen recht umfassenden Einblick in die Nachhaltigkeits- und die Gerechtigkeitsthematik und liefern (schul)politischen Entscheidungsträgern Informationen und Argumente, welche Kompetenzen Schülern vermittelt werden sollten, damit sie diese Themen angemessen reflektieren und umsetzen können. Angesichts des nach wie vor unbefriedigenden Situation der Integration des Nachhaltigkeitsthemas in den Schulalltag stellt das Buch damit einen wichtigen Beitrag zur Überwindung bestehender Defizite dar. Vor diesem Hintergrund sind die folgenden kritischen Anmerkungen einzuordnen.

Die rund 230 Seiten sind überwiegend auf einem der Komplexität der Thematik angepassten und wissenschaftlich hohen Niveau geschrieben. Die Verwendung von erläuternden Beispielen zu den theoretischen Ausführungen erleichtert das Verständnis. Das macht das Buch insgesamt sehr gehaltvoll. Allerdings sind die teilweise in die Tiefe gehenden systemtheoretischen Passagen mitunter auch für mit der Thematik Vertraute schwierig und ermüdend zu lesen und erschweren das Weiterdenken in Richtung der später angesprochenen schulpraktischen Konsequenzen. Es wäre hilfreich gewesen, im Sinne des Untertitels des Buches die Beschreibung der Grundlagen der Thematik mit noch mehr, konkreteren und entlang eines speziellen Themenfelds gewählten Beispielen zu untermauern, die dem Leser einen leichteren Bezug zur praktischen Ebene ermöglichen.

Der für die Verdeutlichung von Handlungsrationalitäten bei Entscheidungen über Ressourcennutzungen vorgenommenen Trennung zwischen den Prinzipien der auf die Sicherung von Handlungsmöglichkeiten fokussierten „planungsrationalen Nachhaltigkeit“ und der „gerechtigkeitssensitiven Nachhaltigkeit“ kommt in dem Buch eine erhebliche Rolle zu. Sie wird immer wieder im Text aufgegriffen. Begründet wird dies v. a. mit dem sehr theoretischen Argument, dass nur voneinander unabhängig konzipierte Prinzipien teilweise oder gar nicht miteinander verträglich sein bzw. sich ergänzen können. Dieses Vorgehen mag aus quasi didaktischen Gründen gerechtfertigt sein, um „Idealtypen“ zu zeichnen und damit „gute“ und „schlechte“ Verhaltensweisen voneinander abzugrenzen. Die hier vorgenommene Differenzierung zeichnet jedoch zu sehr schwarz-weiß und diskreditiert zumindest implizit den Planungsbegriff zu Unrecht. Den Nachhaltigkeitsdebatten der letzten 10 bis 15 Jahre folgend muss „kluges“ (d. h. nachhaltiges) Handeln eine Mischung aus beiden Prinzipien darstellen: Die Sicherung von gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit kann nicht ohne die Überzeugung der Menschen gelingen, dass es dabei gerecht zugeht; und die Realisierung von gerechtem Ausgleich ist ohne eine handlungs-(bzw. planungs)fähige Gesellschaft nicht möglich

Anzumerken ist noch, dass neben der ausführlichen Behandlung der Lehrinhalte die Frage nach den hierfür erforderlichen Lehrformen etwas zu kurz kommt. Sie beschränkt sich im Wesentlichen auf den Hinweis, dass der Projektunterricht das geeignete Mittel zur angemessenen Vermittlung von Bildung für nachhaltige Entwicklung darstellt. Hier wären etwas konkretere Hinweise auf mögliche Unterrichtseinheiten und -gestaltungsformen interessant und hilfreich gewesen, gerade auch mit Blick auf den Adressatenkreis.

Abschließend sei noch einmal herausgestellt, dass es sich hier um eine der wenigen, und schon deswegen wichtigen Publikationen handelt, die einem breiteren Leserkreis das Thema Schulbildung für nachhaltige Entwicklung inhaltlich und anwendungsbezogen nahe zu bringen versuchen.

Umso sympathischer wirkt daher der – zwar durchaus angemessene, allerdings heutzutage nicht selbstverständliche - Hinweis der Autoren, dass das Thema nicht neu zu erfinden ist, sondern es darum geht, bereits Vorhandenes zu prüfen und gegebenenfalls daran anzuknüpfen. In diesem Sinne sei auf eine Arbeit von Emmrich und Melzer hingewiesen. Darin wurde über die Möglichkeiten und erste Erfahrungen mit der Verwendung des in der Helmholtz-Gemeinschaft entwickelten integrativen Nachhaltigkeitskonzepts[1] als Bestandteil des Unterrichts in der Sekundarstufe II berichtet.[2] Dieses Konzept ist im Kern an der Gerechtigkeitsidee ausgerichtet und nach wie vor eines der wenigen, das theoretisch-konzeptionell ausgereift und zugleich so weit inhaltlich konkretisiert ist, dass es prinzipiell als eine Basis für den Schulunterricht dienen kann. Es waren v. a. die Komplexität des Konzepts und eine für die Altersstufe angemessene sprachliche Verarbeitung, wo die Autoren damals aus ihrer eigenen Arbeit und den Rückmeldungen aus den Schulen primär Überarbeitungs- und Weiterentwicklungsbedarf gesehen hatten. Hier hätte beispielsweise eine Möglichkeit bestanden, basierend auf vorhandenen Erfahrungen noch konkretere Umsetzungsschritte in Richtung angemessener Lehrinhalte und –formen zu diskutieren und vorzuschlagen, als es die Autoren in diesem Band getan haben. Mindestens ergibt sich jetzt, quasi am Ende dieses Buches, die Perspektive, auf diesem Weg einen Schritt weiter zu gehen. Es wäre immens wichtig, um die bestehenden Defizite im Schulunterricht abzubauen, und daher aller Mühen wert.

Anmerkungen

1) Siehe *Kopfmüller, J.; Brandl, V.; Jörissen, J. et al.*, 2001: Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. Berlin
2) *Emmrich, R.; Melzer, M.*, 2006: Das integrative Nachhaltigkeitskonzept der HGF als Baustein der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: Kopfmüller, J. (Hg.): Ein Konzept auf dem Prüfstand. Das integrative Nachhaltigkeitskonzept in der Forschungspraxis. Berlin

« »

Elektronische Petitionen

Potenziale zur Modernisierung und Stärkung von Bürgerbeteiligung

***U. Riehm, Chr. Coenen, R. Linder, C. Blümel*: Bürgerbeteiligung durch E-Petitionen – Analysen von Kontinuität und Wandel im Petitionswesen. Berlin: edition sigma, 2009, 278 S., ISBN 978-3-8360-8129-0, € 24,90**

Rezension von Tobias Escher, Oxford Internet Institute

Das Medium Internet ist aus der politischen Kommunikation nicht mehr wegzudenken. Gleichzeitig ist seine Bedeutung für den politischen Prozess und seine Wirkung auf die an diesen Prozessen beteiligten Akteure nach wie vor umstritten. Der Deutsche Bundestag hat sich den Hoffnungen von erhöhter Transparenz, Legitimität und Beteiligung durch den Einsatz neuer Medien angeschlossen und im Juni 2005 einen Modellversuch gestartet, der sowohl die Einreichung als auch die Mitzeichnung von Petitionen über das Internet ermöglicht. Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) hat diesen Modellversuch im Rahmen einer groß angelegten Studie von Oktober 2006 bis Mai 2007 evaluiert. Diese ist mittlerweile in Buchform bei edition sigma erschienen.

Ziel war es, die Erfahrungen von Petenten und Bundestag mit dieser neuen Form der Einreichung und Mitzeichnung von Petitionen in Erfahrung zu bringen und gleichzeitig festzustellen, inwieweit diese zu Veränderungen im deutschen Petitionswesen führen. Den Kern dieser Evaluation bildeten Umfragen und Interviews sowohl mit traditionellen und elektronischen Petenten als auch mit Abgeordneten des Petitionsausschusses sowie der Bundestagsverwaltung. Weiterhin wurde eine Analyse der Diskussionsforen durchgeführt und die genutzte Software einer eingehenden Prüfung unterzogen.

Dabei beschränken sich die Autoren keineswegs nur auf die Untersuchung des Modellversuchs, sondern nehmen sich vielmehr das Petitionswesen als Ganzes und die Rolle elektronischer Petitionen im Besonderen vor. Die Betrachtung erfolgt sowohl in Deutschland als auch im internationalen Vergleich, wofür u. a. Studien

in Australien, Großbritannien, Norwegen und Südkorea durchgeführt wurden. Darüber hinaus beschäftigt sich die Studie auch mit Alternativen zu staatlichen Petitionssystemen, wie z. B. Ombudspersonen und Bürgerbeauftragen. Diese breite und umfassende Auseinandersetzung muss umso höher eingeschätzt werden, als zum Thema des Petitionswesens und dessen Nutzen und Wirkungen überraschend wenig wissenschaftliche Literatur zur Verfügung steht.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass elektronische Petitionssysteme insgesamt zu einer Modernisierung und Stärkung des Petitionswesens beigetragen haben – nicht zuletzt, da es durch erfolgreiche Online-Massenpetitionen wieder verstärkt in die Öffentlichkeit gerückt ist. Obwohl über das Internet in der Tat verstärkt jüngere Bevölkerungsgruppen erreicht werden, weicht die soziale und politische Zusammensetzung der Petenten dennoch nach wie vor stark von der Gesamtbevölkerung zugunsten von politisch engagierten Männern mittleren Alters und hoher Bildung ab; häufig treten diese Verzerrungen durch den Online-Kanal sogar noch stärker zu Tage.

Besonders hervorzuheben ist, dass es sich bei der Mehrzahl der traditionellen Petenten (die nach wie vor auf dem Papierweg einreichen) ebenfalls um Internetnutzer handelt; dass diese nicht das Internet zur Einreichung nutzen, liegt also weniger in fehlenden technischen Voraussetzungen begründet.

In Deutschland hat sich die Zahl der Petitionen durch Einführung des elektronischen Systems nicht erhöht. Als besonders kritisch wird angemerkt, dass die angebotenen und in erstaunlicher Zahl und Qualität genutzten Diskussionsforen zu den einzelnen Petitionen so gut wie gar nicht in die Petitionsbearbeitung im Bundestag einfließen. Die vom schottischen Parlament übernommene Software erhielt durchweg schlechte Noten für Barrierefreiheit, Nutzerfreundlichkeit, Skalierbarkeit und Integration in die bestehenden EDV-Systeme des Deutschen Bundestags.

Bei aller Kritik zieht die Studie eine insgesamt positive Bilanz des elektronischen Petitionswesens, was sich nicht zuletzt auch daran verdeutlicht, dass der Modellversuch mittlerweile (mit einer neuen Software) in den Regelbetrieb überführt wurde.

Das Buch empfiehlt sich ganz besonders für alle, die an der Rolle digitaler Medien für politische Prozesse interessiert sind. E-Petitionen sind dabei besonders relevant, da dies eines der wenigen Online-Beteiligungsformate ist, die von zahlreichen Staaten in größerem Umfang angeboten werden. Aufgrund des Forschungsdefizits zum Petitionswesen im Allgemeinen ist dieses Buch aber auch sehr lesenswert für alle, die an Ursprung und Funktion des Petitionssystems insgesamt interessiert sind. Die Auseinandersetzung mit dem Thema ist dabei methodisch und fachlich von hoher Qualität.

Jedoch fällt bei aller Ausführlichkeit des Bandes das Fehlen eines zentralen Themas umso mehr auf: Die Frage nach dem Nutzen der Petitionen für die Petenten wird kaum behandelt, geschweige denn beantwortet. Zugegebenermaßen ist dies eine schwer zu lösende Aufgabe: Die umstrittene politische Rolle von Petitionen, genauso wie vielfältige methodische Herausforderungen (z. B. die lange Bearbeitungszeit von Petitionen, die bis zu einem Jahr in Anspruch nehmen kann) machen eine Einschätzung schwierig. Dennoch fehlt zumindest der Versuch, darauf näher einzugehen, z. B. durch eine Befragung zur Zufriedenheit von Petenten, die bereits einen abschließenden Bescheid erhalten haben. Immerhin erwähnt der Bericht, dass im Durchschnitt lediglich neun Prozent aller Petitionen entsprochen wird. Das fügt sich zu einem Gesamtbild zusammen, in dem Petitionen v. a. der Politik als Seismograf der Stimmung in der Bevölkerung dienen, den Bürgern aber scheinbar wenig konkrete Hilfe bringen.

Abgesehen von dieser bedauerlichen Lücke ist das Buch ein gutes Beispiel für die wissenschaftlich fundierte und kritische Auseinandersetzung mit der Rolle von neuen Medien. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen nicht zuletzt, welche engen Grenzen der Entfaltung transformativer Potenziale von neuen Medien gesetzt sind, zumal im Bereich der politischen Partizipation, der durch so manifestierte Spaltungen gekennzeichnet ist.

« »

TAGUNGSBERICHTE

100 Jahre Deutsche Gesellschaft für Soziologie – Selbstreflexionen eines Fachs und aktuelle Perspektiven der Transnationalisierung

Bericht vom 35. Kongress der DGS

Frankfurt a. M., 11.–15. Oktober 2010

von Linda Nierling, Simon Pfersdorf und Anna Schleisiek, ITAS

Konflikte und Kontroversen gehören immer zur Soziologie. Dies legte nicht nur der Eröffnungsvortrag von Hans Georg Soeffner, sondern auch die Vielzahl von aktuellen Diskussionen und Debatten auf dem diesjährigen Jubiläums-Kongress zum hundertjährigen Bestehen der Deutschen Gesellschaft für Soziologie (DGS) nahe. Dieser fand in Anknüpfung an den Veranstaltungsort des ersten Kongresses 1910 in Frankfurt am Main statt. Dieser Tagungsbericht skizziert einerseits die historische Referenz der Veranstaltung und geht andererseits auf Tagungsbeiträge mit fachlicher TA-Relevanz ein.

In unterschiedlichen Plenen, Foren, Sektionsveranstaltungen, Ad-hoc-Gruppen und Vorlesungen fanden rund 600 Vorträge statt, die sich sowohl dem übergeordneten Kongressthema „Transnationale Vergesellschaftungen" widmeten, als auch die Gastländer USA und Frankreich in ihren langen soziologischen Traditionen würdigten. Darüber hinaus gab es während der fünftägigen Kongresswoche mit ca. 3.000 Besuchern und Besucherinnen eine Reihe von Veranstaltungen, die, dem Festanlass gerecht werdend, eine historische Perspektive auf die Soziologie als relativ junge Wissenschaftsdisziplin richteten. Hierbei ist insbesondere der kenntnisreiche Rückblick von M. Rainer Lepsius (Heidelberg) auf die Rolle von Max Weber für die Begründung der Soziologie als wissenschaftlicher Disziplin zu erwähnen.

Lepsius stellte in seiner Vorlesung zu „Max Weber und die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Soziologie" heraus, dass die Anfänge der Soziologie als eigenständige Disziplin nicht ohne eine Vielzahl von kontroversen Diskussionen, Spannungen und Streitigkeiten zu denken wären. Diese konflikthaften Ursprünge prägten auch die weitere, durchaus wechselhafte Geschichte der DGS, die mehrere Brüche aufweise. Dieses Ergebnis verdeutlichte das Forum „Soziologische Zeit-Spiegelungen – die Frankfurter Soziologentage in Retrospektive" unter Leitung von Karl-Siegbert Rehberg. Eine solche Zäsur vollzog sich z. B. 1968. In dem damaligen Kongress spiegelten sich die gesellschaftlichen Auseinandersetzungen dieser Jahre. So kam es wiederholt zu „tumultartigen" Störungen der Veranstaltungen durch Studierende, die sich v. a. gegen die professoral geprägten, elitären Diskussionskulturen richteten und thematisch auf eine umfassende Kapitalismuskritik abzielten, wie Claus Offe lebhaft, auch auf Basis eigener Erfahrungen schilderte. Diese Störungen entfachten eine Vielzahl von internen Diskussionen zur Selbstvergewisserung des Fachs. Dies führte dann letztendlich auch zu einem sechsjährigen Zerwürfnis der DGS. Solche selbstkritischen Reflexionen über das Fach waren in diesem Jahr genauso Thema der einzelnen Sessions wie soziologische Gegenwartsanalysen über neue Formen transnationaler Vergesellschaftung.

Die Wahl dieses Oberthemas sollte der Analyse gegenwärtiger gesellschaftlicher Problemlagen einer Weltgesellschaft geschuldet sein, deren globale Verwobenheit nicht zuletzt durch die Finanzkrise in den letzten drei Jahren überdeutlich wird. Auf dem Kongress sollten transnationale Ordnungen einheitlich in der Definition von Ludger Pries als „Prozess der Herausbildung relativ dauerhafter und dichter pluri-lokaler und nationalstaatliche Grenzen überschreitender Beziehungen von sozialen Praktiken, Symbolsystemen und Artefakten" verwendet werden (Pries 2007, S. 44). In Zeiten, in denen nationalstaatliche Grenzen immer durchlässiger würden und weltweit agierende Unternehmen und Banken Regulationsfunktionen übernähmen oder wirtschaftliche Verflechtungen über den Personalbedarf internationaler Wertschöpfungsketten und durch Arbeitsmigration zunähmen, seien neue Qualitäten transnationaler Vergesellschaftung entstanden, so Pries. Hans-Georg Soeffner hub in seinem Eröffnungsvortrag die besondere Herausforderung hervor, die in der

genauen analytischen Berücksichtigung dieser Prozesse durch die Soziologie lägen.

1 Globale Mikrostrukturen und ihr Beitrag zu transnationaler Vergesellschaftung

In einem gemeinsamen Plenum der Sektionen „Methoden der Qualitativen Sozialforschung" und „Wissenschafts- und Technikforschung" wurden Mikrostrukturen transnationaler Vergesellschaftung in den Blick genommen. Ziel war es, konkrete Orte transnationaler Vergesellschaftung zu identifizieren und praktische Bezüge zum Thema zu erfassen.

Karin Knorr-Cetina (Konstanz) thematisierte in ihrem Vortrag mit dem Titel „Synthetische Weltgesellschaft? Globale Mikrostrukturen als Herausforderung" globale soziale Formen, die durch Mikrostrukturen „aufgespannt" seien, und in denen Interaktion und Integration auf transnationaler Ebene stattfinden. Ein Beispiel für Mikrostrukturen seien Börsen, bei denen Händler zwar an verschiedenen Orten säßen, aber über Bildschirme mit anderen Händlern transnational interagierten. Transnationale Zusammenhänge von Märkten würden so durch „globale Mikrostrukturen" zusammengehalten. Elektronische Medien leisteten hierzu einen Beitrag. Medien, wie die Bildschirme, vor denen Börsenhändler weltweit arbeiten, betrachtete Knorr dabei als skopische Medien, als ein Arrangement von Hardware, Software und Inhalt, das einen Beitrag zur Handlungskoordination leiste. In diesem Sinne fungierten Medien als generative Elemente globaler Mikrostrukturen. Eine mögliche Konsequenz der medienvermittelten Integration über globale Mikrostrukturen sah sie darin, dass sich hier Einstellungen entkoppelt von gesellschaftlichen Strukturen entwickelten und Parallelwelten entstehen - so z. B. die Entkopplung von gesellschaftlich geteilten Werten in Finanzmärkten, was letztlich zum Crash dieser Märkte geführt habe. Die Untersuchung solcher Situationsarchitekturen wie den Börsen, ist für Knorr-Cetina dann auch eine zukünftige Aufgabe für soziologische Analysen. An diesen eher konzeptionellen Vortrag schlossen weitere Vorträge an, in denen Phänomene transnationaler Vergesellschaftung auf mikrostruktureller Ebene v. a. anhand von Fallstudien thematisiert wurden.

Matthias Grundmann und Iris Kunze (Münster) nahmen in ihrem Vortrag „Transnationale Vergemeinschaftungen: Interkulturelle Formen der sozial-ökologischen Gemeinschaftsbildung als Globalisierung von unten?" lokale Gemeinschaftsprojekte in den Blick. Diese seien als intentionale Gemeinschaften beschreibbar, die sich dadurch auszeichneten, dass sie von den Akteuren gewollt und zur planvollen Umsetzung von Gemeinschaft gegründet werden. Diese Gemeinschaften vernetzen sich weltweit, z. B. im „Global Ecoville Network" und bilden so lokal-globale Orte der Vergemeinschaftung in postmodernen Gesellschaften.

In seinem Vortrag „Wären die Autos nicht sicher, müssten wir ja handeln - Eine politische Soziologie des Crashtest" betrachtete Jörg Potthast (Siegen/Berlin) den Prozess der Risikotransformation an der Schnittstelle zwischen Politik und Forschung und stellte sich die Frage, wie Wissenschaft in die Politik komme und umgekehrt. Dies untersucht er am Beispiel der Forschung zu Verkehrssicherheit.

Schließlich nahm Heike Greschke (Bielefeld) mit ihrem Vortrag zu „Wie ist globales Zusammenleben möglich? Die ‚Transnationalisierung' der unmittelbaren sozialen Beziehungen und ihre methodologische Reflexion" ein von Exil-Paraguayanern genutztes Internetforum in den Blick. In diesem Forum führen die Akteure einen alltagsweltlichen Austausch über einen langen Zeitraum und würden so zu einer globalen Lebensgemeinschaft. Anhand dieses Beispiels stellte Greschke die Grundbegriffe der klassischen Interaktiontheorie wie den der räumlich gebundenen Ko-Präsenz in Frage. Das Beispiel des Internetforums zeige, wie im Kontext transnationaler Migration Globalität hergestellt werde.

In diesem Plenum konnte zum einen verdeutlicht werden, dass sich Globalisierung bzw. Transnationalität auch in Mikrostrukturen vollzieht und mikrosoziologisch untersucht werden kann. Interessanterweise adressierten die Autoren v. a. den Beitrag von Mikrostrukturen zur transnationalen Vergemeinschaftung und nicht zu einer transnationalen Vergesellschaftung. Zum anderen wurde der Beitrag der Wissenschafts- und Technikforschung zur Analyse dieser Prozesse deutlich - sowohl hinsichtlich der Analyse der Rolle von Technik in die-

sen Prozessen als auch hinsichtlich der Bedeutung techniksoziologischer Ansätze zu ihrer Erklärung. In diesem Sinne konnte das Plenum Einblicke in ein wichtiges und aktuelles Forschungsfeld, den Mikrostrukturen transnationaler Vergemeinschaftung gewähren, das weiterer, systematischer Untersuchung bedarf.

2 Transnationale Vergemeinschaftung im Internet?

Auf der zweitätigen Sektionssitzung der Wissenschafts- und Technikforschung standen Forschungsprojekte zur Web 2.0-Gesellschaft zur Diskussion. Der Untertitel des Veranstaltungstitels suggerierte die These, dass durch das Internet Formen transnationaler Gemeinschaft ermöglicht würden. Letztlich untersuchten die vorgestellten Projekte aber ganz unterschiedliche Phänomene, die mit dem Internet verknüpft seien. Diese werden im Folgenden exemplarisch vorgestellt.

Andreas Moellenkamp (Leipzig) erörterte in seinem Vortrag Motivationsstrukturen zur Partizipation in Wikipedia. Anhand von zehn Einzelbiographieanalysen von engagierten Usern arbeitete er drei Logiken heraus, die er zu Typen stilisierte. Der „Open-Content-Community-Typ“ zeichne sich u. a. durch eine starke Identifikation mit dem Wikiprojekt aus und verstünde seine Arbeit als zivilgesellschaftliches Engagement. Den „Bildungsbürger“ reizten u. a. die ernsthafte Auseinandersetzung mit den Themen und die damit einhergehende Verbesserung seines Bildungsniveaus. Unterhaltung und Spaß im Ausprobieren der Technik sowie den Wettbewerbscharakter beim Erstellen von Artikeln interessierten u. a. den „Spieler“ an der Onlineplattform.

Seine soziologischen Beobachtungen von „facebook“ stellte Andre Hoever (Berlin) vor. Die Besonderheit des Netzwerks liege darin, dass es sowohl Selbstdarstellung als auch Gemeinschaftseinbettung ermögliche. Einem ausgewählten Publikum würden Alltagserlebnisse präsentiert, deren Relevanz mit dem Klatsch und Tratsch von Prominenten vergleichbar sei. Man mache sich auf facebook zum Reporter in eigener Sache, dessen Zustimmung die Strukturen der Webseite begünstige. Bei entgegen der Erwartung ungünstigen Kommentaren zur Selbstinszenierung des Nutzers könnte dieser über die Löschung von Kommentaren oder die Verbannung des Störers aus dem eigenen Publikum durch Entfernung des Kontakts Sanktionen verhängen.

Sandro Gaycken (Stuttgart) reflektierte in seinem Vortrag einige aktuelle Ereignisse in der Onlinewelt. Seiner These zufolge entwickelten sich die Postulate, die eine studentische Hackerinitiative am MIT der 1970er Jahre an die damalig Universitätsleitung richtete, zu einer Ideologie des Web 2.0. Besonders die Forderungen „Information must be free!“ und „Don’t trust authorities!“ könnten als rechtfertigende Gründe für die Aktivitäten der Enthüllungsplattform Wikileaks, für die Erstellung meinungslastiger Artikel in der Wikipedia oder der Fälschung politischer Webseiten verstanden werden. Es fehle an ethischen Kodices und besonders an rechtlichen Regulierungen, die solchen Aktivitäten Einhalt geböten.

Niels Taubert (Bielefeld) zeichnete in seinem Vortrag die sozialen Dynamiken der Open-Access-Bewegung im Bereich wissenschaftlicher Publikationen nach. Die Triebkraft zur Veränderung läge in einer Krise des Bibliothekswesens der 1980er Jahre begründet. Diese führte zu ersten frei zugänglichen Plattformen, der ersten elektronischen Zeitschrift 1992, mehreren Deklarationen zum freien Publizieren zu Beginn der 2000er Jahre und letztlich der ersten Angebote großer Verlage 2005. Die Community erkenne in elektronischen Zeitschriften und der parallel stattfindenden Nutzung verbesserter Software beim Erstellen von Artikeln Vorteile, die die Entwicklung bestärkten. Taubert zufolge könnte die Open-Access-Bewegung als soziale Bewegung charakterisiert werden.

Dass Online-Communities nicht als Gemeinschaften, sondern als Formen kollektiver Wissensproduktion verstanden und untersucht werden müssten, legte Paul Eisewicht (Karlsruhe) in seinem Vortrag dar. Zwar zeichneten sich beispielsweise online agierende technikbezogene Netzwerke durch ein gemeinsames Interesse aus, doch wären soziologische Kategorien des Gemeinschaftskonzepts wie begrenzter Ort, wechselseitige Bezugnahme, geteilte Wertsetzung oder ein Gemeinschaftsgefühl nicht erfüllt. Möglichkeiten der soziologischen Beschreibung dieser spezifischen Formen sozialer Interaktion ergäben sich jedoch durch die Beobachtung der

Art und Weise der Konstruktion gemeinsamer Wissensbestände. Hierbei seien deren Besonderheiten wie die Zugänglichkeit zu den jeweiligen Plattformen, der Ausgrenzbarkeit von Öffentlichkeiten, die zeitliche Erreichbarkeit von Informationen oder die spezifischen Bedingungen der Möglichkeit zur Kommunikation (wie z. B. Anonymität) zu beachten.

Abgesehen von Eisewicht thematisierte keiner der Vortragenden die These der Vergemeinschaftung über das Internet. Vielmehr zeigten die präsentierten Forschungsprojekte soziologisch – bis auf den philosophischen Beitrag Gayckens – relevante Analysen sozialer Phänomene mit unterschiedlichen Erkenntnisinteressen und boten daher ein heterogenes Bild. Deutlich wurde, dass nur weil eine Technik in unterschiedlichen Nationen zum Einsatz kommt, es sich dabei noch nicht um ein transnationales Phänomen handeln muss.

3 Fazit

Hinsichtlich der Wahl des Kongressthemas stellte sich die DGS einer herausfordernden Aufgabe. Sie wählte mit „Transnationalisierung“ ein Oberthema, das die internationale soziologische Gemeinschaft bereits intensiv diskutiert. Die Aufmerksamkeit der deutschsprachigen soziologischen Forschung auf dieses gesellschaftlich relevante Themenfeld zu richten, kann demnach als ein wichtiges Verdienst des diesjährigen Kongresses verzeichnet werden. Allerdings gibt das Gesamtbild der Beiträge auch Anlass zur Kritik. Die Transferleistung, Transnationalisierung analytisch zu begreifen, theoretisch in die unterschiedlichen Fachperspektiven zu integrieren und in empirischen Analysen zu operationalisieren, gelang nur selten. Auch blieb der Eindruck nicht verwehrt, dass bestehende Forschungsarbeiten (z. B. ländervergleichende Analysen) als Beitrag zur Diskussion im Sinne des Veranstaltungsthemas schlichtweg umgewidmet wurden. Der Kongress machte deutlich, dass die deutschsprachige Forschung zu Transnationalisierung, abgesehen von einigen positiven Ausnahmen, noch in ihren Anfängen steckt.

Die Beiträge der Wissenschafts- und Techniksoziologie verdeutlichten, dass Technologien viele Formen internationaler Vernetzung ermöglichen und damit als Medien grenzüberschreitender Vergesellschaftung gelten könnten. Der Schwerpunkt der Auseinandersetzung lag dabei auf dem Einfluss elektronischer Medien und des Internets. Darin spiegelt sich der Umstand wider, dass IuK-Technologien bei der räumlichen Ausdifferenzierung, die mit Prozessen der Transnationalisierung einhergehen können, eine hohe Bedeutung zukommt. Jedoch müssten zukünftige Forschungsthemen für ein umfassendes techniksoziologisches Verständnis des Phänomens der Herausbildung grenzüberschreitender Beziehungen nicht nur IuK-Technologien, sondern auch weitere Technologiefelder (wie Transporttechnologien oder Formen der autonomen Steuerung) in den Blick nehmen. Eine Vernetzung verschiedener soziologischer Perspektiven scheint notwendig, um übergreifende Aspekte wie Global Governance, Ereignisse in der internationalen Politik und den Umgang mit internationalen Krisen sowie die Rolle von Banken und Unternehmen analysieren zu können.

Abgesehen von den aufgezeigten Forschungslücken konnten die unterschiedlichen Schwerpunkte des Kongresses (das Kongressthema, die Gastländer Frankreich und USA, das Jubiläum) jeweils für sich und in einzelnen Verknüpfungen gemeinsam überzeugen. Zur angemessen Atmosphäre des Jubiläumskongress trug neben den fachlichen Vorträgen gerade das Rahmenprogramm des Kongresses bei, zu dem Ausstellungen zur Geschichte der Soziologie, Besichtigungen soziologischer Forschungsinstitutionen in Frankfurt und nicht zuletzt Gesellschaftskritik in Musik und Theater gehörten.

Literatur

Pries, L., 2007: Die Transnationalisierung der sozialen Welt. Sozialräume jenseits von Nationalgesellschaften. Frankfurt a. M.

« »

TA-Methoden in der Lehre: Transfer – Simulation – Integration

Workshop des ITAS und der Hochschule Darmstadt

Karlsruhe, 1.–2. Juli 2010

von Matthias Herrgen, Mainz

In seinem Aufsatz „Moral im Wandel“ stellte Arnold Gehlen fest: „Die Ereignisse werden uns stellen, und das zugleich philosophische und weinerliche Geschäft, Meinungen zu haben, wird nicht genügen“ (Gehlen 1974). Die Tagung zu den „TA-Methoden in der Lehre“ ging diesem Aspekt einer wahrgenommen Verantwortung durch die methodologisch-kritische Betrachtung der Technikfolgenabschätzung (TA) unter Fokussierung auf den Lehraspekt nach. In welchem Umfang, so könnte man die Kernfrage skizzieren, findet eine Reflektion hinsichtlich der Vermittlungsmethodik statt, die dem großen Anspruch des hochschulpädagogischen Erziehungszieles „Analyse- und Bewertungskompetenz von Technik“ gerecht wird?

Auf Initiative von Marc Dusseldorp (ITAS, TAB) und Richard Beecroft (Hochschule Darmstadt) wurde diesen Aspekten unter den Leitbegriffen Transfer, Simulation und Integration nachgegangen. Die Veranstalter beklagten ein Defizit bei der Methodik der TA, begriffen in einer Doppelfunktion als pädagogisches Handwerkszeug und Theorieelement. Der Workshop diente der Aufarbeitung dieses Defizits durch Vorträge „aus der Praxis – für die Praxis“ sowie paralleler Arbeitsgruppen, die sich mit konkreten Problemstellungen auseinandersetzten. Es müsse sich, so die Hoffnung der Initiatoren, aus dem „Gedächtnis der TA“, die zahlreiche „maßgeschneiderte Methoden“ entwickelt habe, eine methodologische Analyse anstellen lassen, auf der sich eine belastbare Theorie der TA-Lehrmethodik aufbauen ließe. Quo vadis, TA?

Im Eröffnungsvortrag zeichnete Michael Jischa (TU Clausthal) den Werdegang der TA nach – ausgehend von der „ökologischen Bewusstseinswende“ mit der paradoxen Erkenntnis, dass es hinsichtlich technischer Gestaltungsmöglichkeiten und Anwendbarkeit eine „Grenze des Wachstums“ und ein „Wachstum der Grenzen“ gebe. Sowohl die Notwendigkeit einer TA als auch die Frage nach der prinzipiellen Prophylaxekompetenz wurden anhand großer technischer Katastrophen (Tschernobyl, Challenger, Exxon Valdez) aufgezeigt. Kennzeichnend für die kritische öffentliche Haltung in Wirtschaft und Politik zur „Gründerzeit“ der TA war die Befürchtung einer Bremswirkung durch die potenziellen Unterlassungsforderungen; in kurzen Schlagworten lautet die Devise allerdings: assessment ≠ arrestment. Nach Einschätzungen Jischkas müsse (1) die TA als integraler Bestandteil technischer Studiengänge begriffen und (2) durch flankierende Projekte intensiviert betrieben und im Sinne einer kritischen Anwendungskompetenz vermittelt werden.

1 Unterschiedliche Lehrmethoden

Beispielhaft für eine konkrete Unterrichtsmethodik wurde die Consensus-Konferenz von Volker Beusmann (Uni Hamburg) vorgestellt. Diese Form der Vermittlung wird in Hamburg seit 1998 im Lehrbetrieb umgesetzt; in Rollenspielen mit ca. 20 Teilnehmern wird mit detaillierten Szenarien die TA in kasuistischer Diskussionspraxis umgesetzt. Die Aussprache brächte einen reichen Erfahrungsschatz der Workshopteilnehmer ans Licht, so dass methodische Probleme (Verschattungsgefahr des Lernziels TA durch Rollenmodelle), lernpraktische Probleme (z. B. der Doppelsinn einer Rollen-Annahme im Planspiel rsp. eines Experten) und organisatorische Erfahrungen zu einem umfassenden Bild der Consensus-Konferenz zusammengeführt werden konnten.

Die Ökobilanzwerkstatt als Lehr- und Lernmodul für den (Hoch-)Schuleinsatz, vorgestellt von Liselotte Schebek (ITAS und TU Darmstadt), ziele auf eine Vermittlung der großen Zusammenhänge hinsichtlich eines „life cycle thinking” ab, die mittels Stoffstromanalyse beispielsweise die Herausforderung durch gesteigerten Rohstoffbedarf und das Kernthema Klimawandel thematisieren. Die hierbei angewandten Methoden der MFA (material flow analysis) und LCA (life cycle assessment) dienten sowohl als methodisches Instrument der TA, als praktischer Zugang zur Modellierung und als Mittel gesellschaftlicher Gestaltung. Diese wurden am Beispiel der Konzeption des Master-Studien-

ganges „Umweltingenieurwissenschaften“ an der TU Darmstadt diskutiert, die Rahmenkonzepte eines ab dem Wintersemester 2011 (ebenfalls an der TU Darmstadt) angebotenen Master-of-Sciences-Studiengangs „Energy Science & Technology“ vorgestellt.

Als eigenen Gegenstand der TA-Lehre stellte Georg Simonis (FernUniversität Hagen) „technology governance” vor. Bezüglich des problematischen Handlungsumfeldes politisch administrativer Systeme stellten sich hierbei insbesondere Analysefähigkeit und Handlungskompetenz als Lernziele heraus, die mit dem steten Instabilitätsproblem bei politischen Entscheidern in Einklang gebracht werden müssten. Rabulistisch wurde hier die Frage nach der Gesetzesfolgenabschätzung gestellt.

2 Transdisziplinäre Herausforderungen

Daniel Lang (Leuphana Lüneburg) stellt seine konzeptionellen Überlegungen einer TA als ethische Herausforderung einer transdisziplinären Nachhaltigkeitsforschung vor. Die Implementierung der TA in den Curricula der Leuphana-Studiengänge werde z. B. durch eine grundlegende propädeutische Lehrveranstaltung für alle Startsemester realisiert, auf deren Basis dann in den weiteren Studienmodulen spezifische Inhalte und Methoden entwickelt werden könnten. Die Diskussion zeigte anhand der im Plenum vorliegenden Lehrerfahrungen an anderen Hochschulen eine allgemeine Vermittlungsproblematik inter- und transdisziplinärer Zugänge. Lösungsansätze wurden durch eine Fokussierung auf den eigentlichen Definitionsprozess des Problems erörtert, die Kontextsensibilität und Eröffnung von transdisziplinären Zugängen ließe sich durch verstärkte Einbindung von Praxisakteuren steigern. Insbesondere durch die Verzahnung mit reellen Projekten durch einen TA-Begleitprozess ließe sich, im Gegensatz zum inszenierten Rollenspiel, sogar eine externe Mitteleinwerbung anstellen.

Einen „historischen“ – und überraschend frischen – Ansatz einer TA-Methodik in der Lehre entwickelt Stefan Böschen (Uni Bielefeld) mit seinen „Stoffgeschichten in Forschung und Lehre“. Mit der Perspektive einer „Systematik der Stoffgeschichten“ erreiche er einen kritischen ressourcenstrategischen Diskurs, der durch die Implementierung wissenschaftsgeschichtlicher Aspekte auch die Entwicklungsdynamik in den entsprechenden Wissenschaften aufzeigen könne; es sei ein leichtes, in diesem Ansatz die nahezu selbsterklärenden Herausforderungen einer TA zu entdecken. Er verwies auf diverse Vordenker dieses Diskurses, beispielsweise H.E. Jacobs‘ „Biographie des Kaffees“ mit den Vorboten einer „Mythologie der Rohstoffe“ (1934) oder Philip Balls „H_2O: A Biography of Water“ (2001), in dem aus Perspektive des Stoffes die entsprechende Kulturgeschichte aufgezeigt wird. Explizites Ziel und Chancen für die TA in diesem Zugang lägen in einem wichtigen Aspekt des narrativen Zugangs: Geschichten zähmen das Unerwartete.

Kein Workshop ohne Workshops: In parallelen Arbeitsgruppen wurden in zwei Arbeitsphasen einige Themen vertieft diskutiert und in abschließenden Plenargesprächen besprochen: 1. Überlegungen zur Konzeption eines konsekutiven Studiengangs „TA, M.A.“ (Richard Beecroft und Marc Dusseldorp), 2. Betrachtungen einer „TA als methodisches Gerüst für kritisches Denken in der Ingenieurausbildung“ (Mahshid Sotoudeh), 3. Evaluierung und Erfahrungsaustausch in Bezug auf „Textbooks for teaching TA and the inclusion of STS“ (Science, Technology & Society) (Ellen van Oost und Armin Grunwald) sowie 4. die konzeptionellen Überlegungen einer „interdisziplinären Technikbildung durch die TA“ (Jan C. Schmidt und Richard Beecroft).

Für die Gesamtbetrachtung der TA kristallisierten sich im Laufe der Veranstaltung letztlich drei Modelle zu einem begründeten Selbstverständnis heraus:

1. das Autonomie-Modell der TA bzw. die Idee einer Professionalisierung der TA in Form einer „transdisziplinären Disziplin“,
2. ein Integrationsmodell, das die TA als Subdisziplin im jeweiligen Bezugs- oder Anwendungskontext verortet oder
3. die Idee einer TA als allgemeinbildendes Studium generale, welches sich an der problembehafteten Schnittmenge Technik/Gesellschaft orientiert.

3 Ergebnisse

Diese drei Modelle ergaben einen Realisationsraum der TA als Gegenstand der Hochschulbildung und gleichzeitig den Diskussionsrahmen der Abschlussgespräche, die mit kurzen Statements des Podiums (Alfons Bora, Armin Grundwald, Michael Jischa und Jan C. Schmidt) eröffnet wurden. Die Diskussion zeigte mit großer Einigkeit die Notwendigkeit eines „propädeutischen Vorlaufs" bei der Vermittlung der TA, die im Methodenkontext der jeweiligen Einzelwissenschaften entwickelt werden müssten. Die Frage nach der verpflichtenden Belegung entsprechender Kurse statt der Verortung im fakultativen Curriculum des Begleitstudiums stand im Raum.

Für die praktische Umsetzung der TA im Lehrbetrieb wurde durch die zahlreichen Vorträge im Laufe der zweitägigen Veranstaltung deutlich, dass es gewissen Brachen im Netzwerk der TA gibt: Die großen Erfahrungs- und Theorieerkenntnisse könnten durch bessere Austauschprozesse sicher einen nachhaltigen Impuls für die Lehrpraxis und spezifische Methodik der TA-Vermittlung geben, hier gilt es also, durch Aufbau entsprechender Strukturen bestehende Potenziale besser zu nutzen. Der pädagogische Aufwand ist anscheinend recht hoch – insbesondere, wenn man die pejorativ überspitze Kennzeichnung des Ingenieurs als „kommunikativem Autisten" berücksichtigt: Sie zeigt jedoch in aller Deutlichkeit, dass die Vermittlung der TA nicht nur die Vermittlung von Kriterien der Technikbewertung und -analyse bedeutet, sondern hinsichtlich der Metaperspektive der Technik an sich nicht ohne eine mindestens wissenschaftstheoretische, wenn sogar geisteswissenschaftliche bis ethische Perspektive auskommt. Dieser Wissenschaftsbetrieb erfordert eine weit komplexere Propädeutik, die eng an den Grundprinzipien eines humanistischen Bildungsauftrags entwickelt werden muss.

1987 fasste der Deutsche Bundestag den Beschluss, dass „der Gesamtzusammenhang von technischem und gesellschaftlichem Wandel […] als komplexes System von sich gegenseitig bedingenden Ursachen und Wirkungen systematisch erfasst und bewertet werden" müsse (Deutscher Bundestag 1987). Erfreulich stimmt es, dass die Tagung auf Basis umfangreicher praktischer Lehrerfahrungen, wenn auch unter beachtlicher, aber evaluierungsbedürftiger methodischer Radiation, die Umsetzungsschwierigkeiten einer TA in bildungspraktischer Perspektive diskutieren konnte. Dass diese Fragen Umsetzungsprobleme behandeln, ist außer Frage ein verantwortungsbewusster Beitrag zur Nachhaltigkeit im Bildungsanspruch aller involvierten Disziplinen. Gehlen kann hier Recht behalten: Meinungen haben, genügt nicht. Chapeau, TA!

Literatur

Deutscher Bundestag, 1987: Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen. Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung. BT-Drs. 10/5844, Bericht der Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages. Bonn

Gehlen, A., 1974: Moral im Wandel. Volk, Staat und Individuum. In: Die Politische Meinung 19 (152), S. 5–12

« »

Neue Begriffe oder alte wissenssoziologische Perspektiven?

Bericht vom Sommerworkshop des Arbeitskreises „Politik, Wissenschaft und Technik" der DVPW

Darmstadt, 15.–16. Juni 2010

von Simon Pfersdorf, ITAS

Die sozialwissenschaftliche Theoriebildung hat den Zusammenhang von Politik und Wissen mehrfach unterschiedlich konzeptualisiert. Gerade vor dem Hintergrund der mittlerweile abebbenden Auseinandersetzung um die Beobachtung und Beschreibung der Gesellschaft als Wissensgesellschaft erscheint es sinnvoll, dieses Verhältnis erneut zur Diskussion zu stellen. Eine interessante Perspektive dafür bot der Sommerworkshop des Arbeitskreises Politik, Wissenschaft und Technik der Deutschen Vereinigung für Politikwissenschaft (DVPW) zum Thema „Wissen im Politikprozess und Politik der Wissensproduktion", der dieses Jahr an der Universität Darmstadt abgehalten wurde. Im Call for Papers waren Fragen nach der politischen Kon-

struktion und politischen Relevanz von Wissen aufgeworfen worden; außerdem interessierten die Bedingungen der Möglichkeit von Wissen und dessen Verhältnis zum Nichtwissen.

Die gehaltenen Vorträge ließen sich zwei wissenssoziologischen Forschungsperspektiven zuordnen: Zum einen warfen die Vortragenden Fragen nach den Regeln der Konstruktion von Deutungen, also der Darstellung von Wissen auf, wie sie sich etwa in einer diskursanalytischen Forschungsperspektive (Foucault) stellen. Zum andern interessierten sie sich für die sozialen und sozialwissenschaftlichen Konsequenzen, die sich ergeben, wenn soziale Subjekte kontextspezifisch extern konstruierte Wissensbestände interpretieren (beispielsweise die hermeneutische Wissenssoziologie). Die Veranstalter hingegen hatten den Workshop nach den folgenden thematischen Blöcken strukturiert: Wissenspraktiken im Politikprozess, Policyinstrumente, Wissensproduktionen und ihre Institutionen sowie offene und geschlossene Wissensarchitekturen. Abgesehen von Policyinstrumenten blieben die Bedeutung und Trennschärfe der anderen Begriffe unklar.

1 Wissenspraktiken im Politikprozess

Der Politologe *Holger Straßheim* reflektierte in seinem konzeptionell gehaltenen Beitrag den Begriff der „Wissensordnungen“ vor dem Hintergrund der ambivalenten Rolle wissenschaftlichen Wissens in Prozessen politischer Beschlussfindung. Der Streit der Experten konterkariere regelmäßig den Bedarf nach wissenschaftlichen Expertisen für die Rechtfertigung politischer Entscheidungen. Dass Politik dennoch zu Entscheidungen komme, könnten Straßheim zufolge Wissensordnungen erklären: Wissensordnungen würden Wissen testen, es rechtfertigen und zugleich die Bedingungen seiner Legitimität und Validität regulieren. Wissen entspreche der Herstellung von Gewissheiten in der Umwelt von Teilsystemen. Wissensordnungen könnten also den Aufbau wechselseitiger Relevanzhorizonte ermöglichen. Damit einher gehe die ungleiche Verteilung von Aufmerksamkeiten auf möglicherweise relevante Informationen. Diese „politische Ökonomie der Aufmerksamkeit“ präge sich in verschiedenen Ländern unterschiedlich aus. Folglich könnten Wissensordnungen auch als Werteordnungen gelesen werden, die die Bedingungen der Möglichkeit beeinflussen würden, relevante von irrelevanten Informationen zu unterscheiden. Wissensordnungen würden sich verändern, wenn sich durch die Zunahme von Kontingenzen, Prozesse der wechselseitigen Beobachtung änderten. Die Zunahme von Kontingenzen, also Unsicherheiten sozialen Handelns erfolge durch den Vergleich unterschiedlicher Wissensordnungen.

Dass wissenschaftliches Wissen über Medien politische Entscheidungsträger erreiche, erläuterte *Imme Petersen* in ihrem Beitrag. Ausgehend von qualitativen Interviews stellte die Ethnologin unterschiedliche gesellschaftlichen Funktionen wissenschaftlicher Medienberichterstattung vor. Dazu gehörten die Themenorientierung durch Medien, die Medialisierung der Wissenschaft, Erörterung sozialer Konflikte durch Berichterstattung oder die Nutzung von Medien als Feedback für Personen, Praktiken und Institutionen. Politiker würden Medien nutzen, um die Reputation von Argumenten zu prüfen, Sachinformationen zu erhalten, die eigene Meinungsbildung zu befördern und die mediale Konstruktion von Expertisen und die darin vermittelten Wertentscheidungen zu berücksichtigen. Diese Konsequenzen der Medienberichterstattung könne man als informelle Politikberatung bezeichnen.

Stefan Böschen beleuchtete in seinem Beitrag die regulative Dimension des Verhältnisses von Politik und Wissenschaft am Beispiel der Ökologischen Chemie. Unter diesem Forschungsbereich hätten sich drei verschiedene Forschungsrichtungen entwickelt, die eigene Evidenzkulturen, also Formalisierungen dessen, was als Wissen gilt, ausprägen würden: die analytische Chemie mit einer instrumentalistischen Evidenzkultur, die Ökotoxikologie mit einer holistische Evidenzkultur und das „Hazard Assessment” mit einer evaluativen Evidenzkultur. Regeln, die durch die Industrialisierung im 19. Jahrhundert angestoßen, sowie Stoffgesetze, die in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts erlassen worden waren, wären der heutigen chemiepolitischen Regulierung durch die EU-Verordnung REACH vorausgegangen. Zwar mache REACH das Vorsorgeprinzip stark, doch basiere dieses v. a. auf der evaluativen Evidenzkultur und ver-

nachlässige dabei die Erkenntnisse der anderen Forschungsrichtungen. Die einseitige Basierung auf dem Hazard Assessment führe, so Böschen, die Notwendigkeit reflexiver Wissenspolitik vor Augen, die den politischen Umgang mit Wissen bzw. Nichtwissen infrage stellen könnte.

Der politischen Bedeutung wissenschaftlichen Wissens widmete sich auch *Silke Beck* in ihrem Beitrag zum IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Meldungen über wissenschaftlichen Dissens und Schlussfolgerungen trotz fehlender Daten hätten dem Ruf des wissenschaftlichen zwischenstaatlichen Gremiums geschadet. Die öffentliche Diskussion über wissenschaftliche Unsicherheiten führe zu Verzögerungen bei politischen Entscheidungen, aber auch zu Reformen des IPCC. Dies zeige, wie sehr das Expertengremium auf Themen wie Glaubwürdigkeit und politische Relevanz reagiere und verweise damit auf die These der Politsierung der Wissenschaft. Die Glaubwürdigkeit der Experten gelte aber nur dann als gesichert, wenn diese öffentliches Vertrauen genössen. Um dieses herzustellen, müsse das IPCC transparenter und zugänglicher werden sowie Raum für Dialog schaffen.

2 Policy-Instrumente

Dass Wissen auch eine Kategorie zur Analyse von Policy-Instrumenten sein könne, versuchte *Sonja Löber* in ihrem Vortrag am Beispiel der Umweltpolitik vorzustellen. So genannte New Environmental Policy Instruments (NEPIs), wie der Emissionshandel oder die strategische Umweltplanung, würden es von den jeweils betroffenen Akteuren erfordern, Wissen zu generieren, um die geforderten Auflagen zu erfüllen. Löber zufolge bestehe die Besonderheit der NEPIs darin, dass sie entweder das Ziel vorgäben, aber die Mittel offen ließen (wie das beim Emissionshandel der Fall sei) oder die Mittel vorgäben und die konkrete Zielformulierung offen ließen (wie bei der strategischen Umweltplanung). Erst durch diese Governanceansätze würde als angebliche Besonderheit der NEPIs Marktwissen mobilisiert, das eine notwendige Bedingung zum Erfolg der politischen Steuerungsinstrumente bedeute.

Eine andere Herangehensweise an das Thema wählte *Jan Peter Voss*, indem er Politikinstrumente als Wissen und deren konkretes Design sowie die Art und Weise ihrer Implementation als „Kampf" definierte. Konsensuskonferenzen, Public-Private-Partnership oder E-Government könnten als Beispiele für diese Politikinstrumente dienen. Voss schlug vor, deren Einführung, Durchsetzung und Verschwinden mit dem gleichem Vokabular zu beschreiben, das auch benutzt werde, um die genannten Prozesse für den Fall neuer Technologien zu erklären, da hier Parallelen beobachtbar wären. Wie bei Technologien benötige auch die soziale Einbettung von Politikinstrumenten nicht nur nationaler und globaler Vorgaben, sondern auch lokalen Kontextwissens. Dieses Kontextwissen variiere abhängig von politischen Gegebenheiten.

3 Wissensproduktionen und ihre Institutionen

Robert Fischer erörterte anhand seiner Erfahrungen im EU-Projekt „Seamless" (System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society) die Hindernisse evidenzbasierter Politikgestaltung. Im Rahmen des Projekts war eine Datenbank für das Politikfeld Landwirtschaft und nachhaltige Entwicklung aufgebaut worden. Sie sollte dazu dienen, mögliche Entscheidungen in ihren unterschiedlichen Sachdimensionen anhand der Informationen aus der Datenbank abzuschätzen. Fischer legte dar, dass sowohl das Angebot an Informationen als auch deren kontextabhängige Interpretation die tatsächliche Basierung von Entscheidungen auf die Datenbank beeinflussen würden. Maßgeblich seien die Probleme bei der Arbeit mit der Datenbank in politisch-institutionellen Faktoren begründet. Zudem könnte die Glaubwürdigkeit politischer Entscheidungen infrage gestellt werden, würden diese lediglich auf die gebotenen Informationen und nicht auf weitere Quellen gestützt.

Welche Konsequenzen die soziale Konstruktion des Klimarechenzentrums Hamburg auf die Wissenschaft habe, erörterte *Sonja Palfner* in ihrem Vortrag. Die Gründung der Forschungsstätte sollte zwei Bedarfe abdecken: komplexe Modelle für die Klimaforschung errechnen und damit zugleich eine breitere Informationslage für die Verbesserung von Entscheidungen in der Klimapolitik schaffen. Das Rechenzentrum selbst

jedoch habe die Auflage, Serviceleistungen für andere Forscher zu erbringen. Eigene Forschungen anzustellen sei nicht möglich, obwohl die Leitung des Rechenzentrums von Wissenschaftlern besetzt sei. So berichtete Palfner von dem Fall des Ausschlusses einer internen Gruppe, weil diese eigene Forschungen betrieben hätte. Hier hätte sich also eine spezifische Form der Forschung etabliert. Die Einführung des Rechenzentrums hätte auch die lokale Organisation der Wissenschaft verändert, indem sich Institute um den neuen Standort ansiedelten und damit der Digitalisierung Rechnung trügen.

Wie die politische Interpretation wissenschaftlichen Wissens Einfluss auf politische Praktiken nehme, versuchte *Jannes Fröhlich* in seinem Beitrag über Strategien zur Anpassung an den Klimawandel darzustellen. Wissenschaftliches Wissen über den Klimawandel sei unsicher und die Prognosen über die Temperaturveränderung divergierten erheblich. Die politische Antwort, um dennoch zu Entscheidungen und Maßnahmen zu gelangen, könnte sich als regionale und soziale Kontextualisierung des wissenschaftlichen Wissens beschreiben lassen. Dies legen jedenfalls die ersten Ergebnisse Fröhlichs nahe. In verschiedenen Settings würden viele direkt und indirekt betroffene Akteure untereinander gemeinsame Maßnahmen und Anpassungsstrategien aushandeln. Abhängig von den beteiligten Akteuren und deren jeweiliger Wissensbeständen würden unterschiedliche Wissensstrukturen, Werte und Rituale erkennbar.

4 Offene und geschlossene Wissensarchitekturen

Johanna Niesyto konnte in ihrem Beitrag über die Politik der Wissensproduktion in der Wikipedia unterschiedliche Regelstrukturen bei der Produktion von Wissen aufweisen. Die Open-Source-Bewegung, Weiterentwicklungen von Software sowie der institutionelle Rahmen um Wikipedia würden deren strukturellen Kern bilden. Bei der Wissensproduktion ließen sich aber auch weitere kollektive Praktiken aufweisen. Zwar gäbe Wikipedia vor, dass Artikel einen „scientific point of view“ oder den „neutral point of view“ wiedergeben sollten. Jedoch zeigten die Analysen Niesytos, dass User sich auf einen Pluralistic Point of View (PPoV) bezögen. Der PPoV ließe sich mit dem Begriff „written by the people for the people“ auf den Punkt bringen. Daneben konnte Niesyto zeigen, dass beispielsweise bei der Darstellung kontroverser Standpunkte versteckte Politik betrieben würde.

Nicht die internen Regelstrukturen von Vergegenständlichungen sozialer Wissensbestände in Artikeln, sondern die politische Regulierung von Patenten als Vergegenständlichungen von Wissen behandelte *Raymund Werle* in seinem Vortrag. Patente ermöglichten den rechtlichen Schutz von Innovationen. Zwar hätte man in den letzten 30 Jahren in zunehmendem Maß Patente vergeben, jedoch wäre nur eine geringe Zunahme des Handels mit Patenten zu verzeichnen, wie dies eigentlich politisch intendiert sei. Dies erklärte Werle damit, dass Wissen im Vergleich zu Waren und Dienstleistungen nur eingeschränkt handelbar gemacht werden könne. Zugleich stünden der Bestrebung der Kommodifizierung von Wissen, die Open-Source-Bewegung sowie deren Ablehnung durch neoliberale Strömungen entgegen.

5 Abschluss

Als Abschlussvortrag fasste *Stefan Kuhlmann* einige Argumente der Vorträge nochmals zusammen, betonte die sozialkonstruktivistische Perspektive bei der Erforschung von Wissen und skizzierte Forschungsperspektiven im Bereich von Governance-Systemen. Dabei kam er nicht umhin (ausgehend vom Collingridge-Dilemma), auf die Möglichkeiten der niederländisch geprägten konstruktiven TA hinzuweisen. Aus Kuhlmanns Sicht wären v. a. bei der Untersuchung des Verhältnisses von Politik und Wissen und der gesellschaftlichen Verarbeitung von Wissen Prozesse sozialer Reflexivität und Lernvermögens wichtige Aspekte künftiger Forschungsprojekte.

Neben offenen und geschlossenen Wissensarchitekturen, Wissensproduktionen und ihren Institutionen oder der Neubeschreibung des Begriffs Wissensordnungen fielen auf dem Workshop Begriffe wie Wissenspolitik, Wissensregime, Wissensstrukturen oder sogar Wissenskulturen. Welche Unterscheidungen die jeweiligen Konzepte anlegen und was sie genau beschreiben sollen,

blieb oftmals offen. Dieses begriffliche Potpourri ist mit Sicherheit zum Teil der sozialwissenschaftliche Diskussion der letzten Jahre um Wissen geschuldet. Statt, wie von den Veranstaltern intendiert, gemeinsame Perspektiven zwischen Politikwissenschaft, Soziologie und Science and Technology Studies auszuloten, könnten aber die Perspektiven klassischer sozialwissenschaftlicher und besonders wissenssoziologischer Theoriebildung ausreichen, um aktuelle Forschungsprojekte hinreichend zu beschreiben. Dementsprechend wären die Vorträge Straßheims, Voss‘, Palfners und Niesytos als Beispiele für das anfangs skizzierte Foucaultsch inspirierte Forschungsinteresse zu verstehen. Bei den Beiträgen von Petersen, Böschen, Beck, Löber, Fischer und Fröhlich handelt es sich um Projekte, die sich für die sozialen bzw. sozialwissenschaftlichen Konsequenzen interessieren, die sich ergeben, wenn soziale Subjekte kontextspezifisch extern konstruierte Wissensbestände interpretieren. Natürlich überlappen sich die analytischen Perspektiven. Jedoch kristallisierte sich immer ein eindeutiges Erkenntnisinteresse heraus. Nicht bezweifelt werden soll, dass die vorgestellten Forschungsprojekte auf höherer Detailebene mit weitergehenden analytischen Kategorien arbeiten. Folglich zeigte der Workshop, dass politikwissenschaftliche Perspektiven bei der Erforschung des Verhältnisses von Politik und Wissen eher als Residualkategorie denn als Anleitung für Projekte dienen. Diese Beobachtung verwundert, handelt es sich bei dem Organisator des Workshops doch um den Arbeitskreis Politik, Wissenschaft und Technik der Deutschen Vereinigung für Politikwissenschaft.

« »

„Kultur” als Herausforderung für Nachhaltigkeitsforschung

Bericht vom 7. Workshop des „Forums on Sustainable Technological Development in a Globalising World”

Berlin, 9.–12. Juni 2010

von Barbara Muraca, Universität Greifswald, und Verena Holz, Universität Lüneburg

Die Globalisierung bringt Herausforderungen für die Zukunftsgestaltung von Gesellschaften mit sich. Diese Herausforderungen werden auch in ihren kulturellen Zusammenhängen diskutiert. Während einige Ökonomen heute dafür plädieren, soziale und kulturelle Interessen der Individuen in die Indizierung von Entwicklung und Wachstum mit aufzunehmen, konzipieren Künstler und Kuratoren Ausstellungen, die sich mit den kulturellen Folgen des Klimawandels auseinandersetzen. Auch in der Netzwelt haben die Wechselbeziehungen nachhaltiger Entwicklung und Kultur ihre Plattformen gefunden: Während das Goethe-Institut etwa ein Portal „Klimawandel und Kultur“ und sogar einen entsprechenden Facebook-Account unterhält, debattieren weltweit User in zahlreichen eigens dafür eingerichteten Blogs über „Culture and Sustainability“. Diese heterogenen Beispiele der Diskurse und Aktivitäten unterschiedlichster Akteure bilden ein Interesse hinsichtlich globaler Entwicklungspolitik und deren Strategien ab, das zunehmend ernstgenommen und auch wissenschaftlich diskutiert wird.

Der wissenschaftliche Nachhaltigkeitsdiskurs ist in seinem Kern transdisziplinär: Er verortet sich an der Schnittstelle zwischen interdisziplinärer (theoretischer wie auch angewandter) wissenschaftlicher Forschung, politischer Zielsetzung und politischen Entscheidungsprozessen sowie gesellschaftlicher Gestaltung, die eine möglichst breite Partizipation aller Beteiligten fordert und braucht. Die kulturelle Dimension nachhaltiger Entwicklung nicht weiterhin als „Beiwerk nachhaltiger Entwicklung“ zu betrachten, sondern als Struktur gebende modellierende Instanz in ihren Funktionen zu erforschen und wahrzunehmen, ist zu einer Herausforderung zeitgenössischer Wissenschaft geworden.

1 Kulturelle Dimensionen von Nachhaltigkeit

Dieser Herausforderung haben sich 33 inter- und transdisziplinär arbeitende WissenschaftlerInnen aus 12 Ländern gestellt, die auf dem Workshop „Sustainability 2010: The Cultural Dimension“ zusammenkamen. Im Zentrum stand die Frage nach den Berührungspunkten zwischen nachhaltiger Entwicklung und Kultur aus der Perspektive der jeweiligen unterschiedlichen Disziplinen und Kontexte. Der Workshop wurde vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT/ITAS) in Zusammenarbeit mit dem Florida Institute of Technology, College of Sciences, der Budapest University of Technology and Economics, Department of Management and Corporate Economics sowie der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin veranstaltet.

Technologische Innovationen seien keine bloßen Instrumente menschlichen Handelns, wie Imre Hronszky in seiner Begrüßungsrede betonte. Vielmehr sei Technologie ein Medium, durch das Menschen miteinander vernetzt würden, und als solches wertbehaftet, symbolisch und sinnstiftend. Die steigende Komplexität der Systeme, in denen wir uns bewegen, fordere außerdem eine nahezu unendliche Anzahl an Betrachtungsperspektiven, in denen Kultur- und Kontextbezogenheit eine unverzichtbare Bereicherung darstellten. Umso mehr treffe dies auf nachhaltige Entwicklung zu, die, so Gordon Nelson, auf eine langfristige Zeitskala ausgerichtet sei und daher über einzelne nachhaltige Technologielösungen sowie über ökonomische und politische Zyklen hinaus gehen müsse. Da das, was wir wertschätzten, ein Ergebnis kultureller Prägung sei, bräuchten wir für die langfristige Sicherung eines Nachhaltigkeitspfades einen kulturellen Wandel im Sinne nachhaltiger Entwicklung. Die Kernfrage, die sich uns stelle, sei ob und wie dieser Wandel überhaupt zustande kommen kann.

Um die kulturellen Voraussetzungen, Bedingungen, Kontexte und Widerstände nachhaltiger Entwicklung zu systematisieren, wurden im Vorfeld drei thematische Schwerpunkte gesetzt, die den Workshop strukturierten: „Meanings of Sustainable Development“, „Cultural Diversity and Sustainability – Implicit Norms and Values“ und „Sustainability – Political and Educational Implications“.

2 Bedeutungen nachhaltiger Entwicklung

Angesichts zahlreicher, teilweise vom Forschungskontext und politischen Rahmenbedingungen abhängiger Definitionen nachhaltiger Entwicklung wurden zunächst kulturelle Fragestellungen und Perspektiven in ihrem Verhältnis zur nachhaltigen Entwicklung diskutiert. Kultur als Dimension stand dabei im Spannungsfeld von Natur, Gesellschaft/en, Werten und Wertesystemen. Weitgehend einig waren sich die Eingangsredner Nelson Goodman, Medardo Uribe und Imre Hronsky in ihrem Grundverständnis von Kultur als strukturgebendem Ensemble von geteilten Haltungen, Zielen, Werten, Praktiken und Methoden. Ágnes Fésüs und Imre Hronszky wiesen dabei auf die Stabilisierungsfunktionen von Kultur als gesellschaftlichem Rahmen hin und hoben hervor, dass dieser ein Set von nichtreflektierten, impliziten Prinzipien enthalte, deren Reflexion jedoch im Kontext nachhaltiger Entwicklung unerlässlich sei.

Medardo Uribe führte ein Verständnis von Kultur als „Befreiung“ des Menschen von der ihn in seine Grenzen zwingenden Natur an – ein Verständnis, das ethymologisch seit der Antike im europäischen Raum Bestand hat, ideell bereits in der biblischen Schöpfungsgeschichte verankert ist und in teleologischen Vorstößen kulminiert, die den Menschen und seine Kultur als Endzweck der Natur betrachten. Mit Blick auf die Gesellschaft könne Kultur als übergeordnete, Struktur gebende und organisierende Entität und als sozialer Motor verstanden werden. In diesem Rahmen ließen sich auch Entwicklungsparadigmen interpretieren. Die klassischen Modernisierungstheorien etwa spiegelten als Teil von Kultur vorherrschende Deutungsmuster einer bestimmten Sichtweise wider, so Uribe. Auch wenn viele der Ziele und Ideale dieser Theorien einer Nachhaltigen Entwicklung entgegenstünden, sei nicht zu verkennen, dass nachhaltige Entwicklung im Kontext solcher konventioneller Entwicklungsparadigmen analysiert werden müsse.

Auch Nelson Goodman beleuchtete das Verhältnis von Wachstum und Kultur. Die Ent-

wicklung des US-Bundesstaates Florida zeige, dass die Indikatoren für die Beschreibung einer „Wachstumskultur“ künftig andere sein müssten. Von einem an Fortschritt orientiertem linearen Denken, in dem Technologien als Mittel zur Verwirklichung von Zielen dienten, müsse heute zu einem selbstkritischen holistischen Denken übergegangen werden, das ethische und axiologische Fragen (Vorsorgeprinzip, Antizipations- und Adaptionsfähigkeit, Fragen der Orientierung etc.) berücksichtige.

In einer ähnlichen Richtung argumentierten auch Ursua Nicanor und Ignacio Ayesteran: Unterscheide man zwischen „benign problems“ und „wicked problems“, gehörten Fragen einer nachhaltigen Entwicklung aufgrund ihrer Komplexität und Irreversibilität zu der Kategorie der Wicked Problems. Traditionelle Lösungsverfahren, wie Zielsetzung und Feststellung der geeigneten Mittel, gingen an der Komplexität dieser Probleme vorbei. Benötigt würden neue Ansätze, die die raumzeitlichen Beziehungen in komplexen, dynamischen Systemen neu konzeptualisieren und nach dem Modell der post-normal-science operieren. Hierfür sei ein Schritt über die klassischen Grenzen wissenschaftlicher Forschung vonnöten hin zu einer Öffnung zu Axiologie, Ethik und dem gesellschaftspolitischen Diskurs. Komplexe sozioökologische Systeme bedürften innovativer transdisziplinärer Forschung.

Allerdings können Nachhaltigkeitsziele von der globalen und allgemeinen Ebene nicht einfach auf die lokale Ebene abgeleitet werden, da jede Kontextualisierung auch immer eine Interpretation und Adaption impliziere. Ein gutes Beispiel dieser Interpretationsprozesse lieferte Appukuttan Damodaran am Beispiel Indien. Neben den „großen Traditionen“, die prägende kulturelle Orientierung auch hinsichtlich Nachhaltigkeitsfragen geben, existierten zahlreiche „kleine Traditionen“, die sich vor Ort als geprüfte Systeme des Umgangs mit natürlichen Ressourcen und unter den Mitgliedern der Gemeinschaft etabliert hätten. Diese zeigten eine höhere Permeabilität gegenüber exogenen Einflüssen und können – zum Teil – durch eine höhere Anpassungsfähigkeit Elemente westlicher Technologie und Kultur mit lokalen Traditionen in einen für die Gemeinschaft positiven Einklang bringen.

In der Diskussion wurde danach gefragt, inwieweit die im Nachhaltigkeitskonzept verankerten Ideen und Werte universell seien. An den Ansatz, eine Übersetzung in lokale Kontexte, Deutungssysteme und symbolische Dimensionen vorzunehmen, schloss sich die Frage an, wer diesen Transfer bewältigt und in wieweit eine solche Übersetzung gelingt. Ist es auch möglich, die Erzählungen und Interessen der Subalternen zu erkennen und einzubeziehen?

3 Normen, Werte und Bildung

Nachhaltige Entwicklung zielt als normatives Konzept auf einen gesellschaftlichen Werte- und Bewusstseinswandel – ist zugleich mit weltweit kulturell variierenden Wertesystemen konfrontiert. Zum Ausdruck kommt dies in den Kontroversen um die häufig zugrunde gelegten Werte „Demokratie“, „Menschenrechte“ und „Wachstum“. Die jeweiligen und unterschiedlichen Formulierungen der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung als normatives Ziel bzw. als regulatives Ideal wurden trotz der Festlegung von konkreten Handlungshinweisen bislang nicht umgesetzt. Wie Larissa Krainer durch Bezugnahme auf vielfältige Medienmaterialien zeigte, liegt dies u. a. an ihren Widersprüchen mit den herrschenden Wertesystemen in unserer Kultur. So herrsche eine hauptsächlich an technischen und ökonomischen Werten orientierte Kultur der Produktion und Konsumption, die Wettbewerb, Profitmaximierung, Beschleunigung und Innovationsdrang fordere. Da Werte und Wertesysteme auch innerhalb einer Kultur widersprüchlich seien, werde ein dialektischer Umgang mit Wertkonflikten benötigt.

Auch laut Robert Hauser steht das normative Konzept einer nachhaltigen Entwicklung in Widerspruch mit anderen geltenden normativen Konzepten und Wertvorstellungen, die zu interkulturellen Zusammenhängen quer lägen. Normen erzeugten Handlungsmuster, die für eine kulturelle Gemeinschaft identitätsstiftend wirkten: Wer sich nicht nach diesen Mustern verhalte, werde als Außenseiter wahrgenommen. Die Kategorie des Normativen werde unter dem „Axiologischen“ subsumiert und umfasse laut Hauser Bräuche, Sittennormen und Rechtsnormen (darunter Gesetze und Moralgesetze im en-

geren Sinne), deren Verpflichtungsgrad jenseits von Aushandlungsprozessen stünden.

Vor diesem Hintergrund wurde im Folgenden die Rolle von Bildung für eine nachhaltige Entwicklung diskutiert. Wie Ryszard Janikowski und Andrzej Kiepas hervorhoben, könne man von einer Wechselwirkung zwischen Kultur, kulturell geprägten Wertsystemen und Bildung sprechen. Erst in den letzten Jahren habe sich in Polen das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung etabliert, bei dem nicht nur ökologische und ökonomische Aspekte im Mittelpunkt stünden, sondern auch zunehmend soziale und kulturelle Aspekte. Kulturkapital - und dementsprechend Bildung - spielten neben Sozial- und Humankapital eine zentrale Rolle im Nachhaltigkeitsdiskurs.

Werte und Wertesysteme hätten sich historisch entwickelt und etabliert. Wie János Szlavik und Füle Miklós zeigten, ist eine Rückkopplung an lokale Wertesysteme unverzichtbar für Modernisierungsprojekte im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Historische Werte umfassten ästhetische und moralische Werte so wie auch die stratifizierte Erfahrung im Umgang mit Materialien und Dingen. Am Beispiel des Umgangs mit der Ressource Wasser zeigte Sharma Virender, dass die Berücksichtigung von lokalen Umwelt-, kulturellen und ökonomischen Bedingungen eine wesentliche Rolle spielt. Technische Lösungen bedürften einer Integration mit politischen Maßnahmen im Gesundheitssystem und ihr Erfolg sei von einer engen Zusammenarbeit mit den Partnern auf lokaler Ebene abhängig.

Im Zentrum einer weiteren Session standen Beispielprojekte einer Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung, die kulturelle und ästhetische Fragestellungen explizit in ihre Konzeption mit einbeziehen. Oliver Parodi und Verena Holz hoben in diesem Zusammenhang einen anderen Teilbereich von Kultur hervor: Ästhetik, symbolische Ordnungen und Gestaltungsmöglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung wurden ins Verhältnis zum lernenden Individuum und seiner gesellschaftlichen Funktion gesetzt. Das Konzept der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung sei nicht auf eine spezifische Zielgruppe ausgerichtet. Vielmehr sei es erklärtes Ziel, einen möglichst breiten Personenkreis in die Thematik einzubinden und Lernkontexte bereitzustellen, die alle Beteiligten dazu befähigten, aktiv an einer gemeinsamen Zukunftsgestaltung mit zu wirken.

4 Nachhaltigkeit zwischen den Kulturen: Round-Table im Loebe-Haus

Bestandteil des Workshops war auch eine Round-Table-Diskussion im Paul-Loebe-Haus des Deutschen Bundestags, die eingeleitet wurde mit einem Grußwort der SPD-Bundestagsabgeordneten Ulla Burchardt Sie hatte die politische Implementierung von Strategien „Nachhaltige Entwicklung“ als Vorsitzende der Querschnittsgruppe Nachhaltige Entwicklung (1998–2002) von Beginn an mit begleitet. Burchardt wies darauf hin, dass das Bewusstsein für die kulturelle Dimension nachhaltiger Entwicklung unerlässlich für ein Verständnis der eigentlichen Idee nachhaltiger Entwicklung sei – insbesondere, wenn es um die Einbettung in verschiedenartige Kontexte und Traditionen in unterschiedlichen Regionen dieser Welt gehe. In ihrer Funktion als Vorsitzende des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages hob Ulla Burchardt Bildung und Forschung als treibende Kräfte hinsichtlich Innovationen innerhalb des Wirtschafts- und Gesellschaftssystems hervor. Dabei bilde nachhaltige Entwicklung schon seit mehr als zehn Jahren die zentrale normative Orientierung. Insbesondere neu entwickelte Technologien für nachhaltige Entwicklung müssten ökonomische, soziale, ethische und kulturelle Gesichtspunkte in den Blick nehmen.

Die Diskussion fokussierte anschließend auf interkulturelle Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung. Kulturelle Missverständnisse entstehen oft auf der Grundlage von selbstverständlichen und nicht weiter hinterfragten Annahmen über das eigene Verständnis von wesentlichen Kategorien wie Zeit, Raum, Relationen und Wandel. So hob z. B. Silja Graupe in ihrem Diskussionsbeitrag hervor, dass beim chinesischen und japanischen Buddhismus das Grundverständnis der Welt nicht aus „Dingen“ selbst, sondern vielmehr aus Relationen und Prozessen ausgehe. Vor diesem Hintergrund seien Begriffe wie „Bewahren und Aufbewahren“ irreführend. Auch finde sich in Indien ein anderes Verständnis von Raum und Zeit: Zeit sei aus einer Reinkarnationsper-

spektive unendlich und die Pflichten gegenüber künftigen Generationen gestalteten sich in einem ganz anderen Zusammenhang (Appukuttan Damodaran). In diesem Sinne meinte auch Medardo Tapia Uribe, dass nachhaltige Entwicklung als Prozess und nicht nur als Ziel zu verstehen sei. Dabei solle die Zivilgesellschaft mit ihren vielfältigen und komplexen Strukturen die zentrale Rolle spielen. Eine breite Partizipation aller Stimmen sei fundamental, wie er am Beispiel des Widerstandes der lokalen indigenen Bevölkerung in Mexiko gegen bestimmte Formen von Entwicklung und Wachstum zeigte. Caroline Robertson-von Trotha hob schließlich hervor, dass der kulturelle Pluralismus auf lokaler Ebene eine unverzichtbare Ressource sei, mit der noch nicht richtig umgegangen werde („Kultur des kulturellen Pluralismus“).

5 Abschließende Bemerkungen

Instruktiv war die Tatsache, dass sich die Teilnehmenden nicht von Beginn an auf eine Definition von Kultur festlegten. Insofern war im Sinne der Inter- und Transdisziplinarität ein aufschlussreiches Verfahren der Terminologisierung von „Kultur“ und „nachhaltiger Entwicklung“ zu beobachten. Alle Beteiligten waren sich einig, dass in einem nächsten Schritt die Erarbeitung einer methodologisch angemessenen Erfassung des Verhältnisses nachhaltiger Entwicklung und der kulturellen Dimension folgen solle. Die Erkenntnis, dass Nachhaltigkeit nur aus einer transdisziplinären Perspektive fokussiert werden kann, die nicht nur die Zusammenarbeit verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen und Praxis impliziert, sondern vielmehr ein Umdenken im Verständnis von Wissenschaft selbst erfordert, stellt die größte Herausforderung dar. Diese kann nur in Form eines gemeinsamen Austauschs bewältigt werden, gleichzeitig zeigt sie aber auch die Notwendigkeit der wissenschaftlichen Ausgestaltung des Forschungsgegenstands.

« »

Perspektiven der sozialwissenschaftlichen Technik- und Innovationsforschung

Klausurtagung der Sektion Wissenschafts- und Technikforschung der Deutschen Gesellschaft für Soziologie

Stuttgart, 8.–9. Juli 2010

von Ulrich Dolata, Jürgen Hampel, Felix Schrape und Stephanie Schulz, Universität Stuttgart

Wohin könnte und sollte sich die sozialwissenschaftliche Technik- und Innovationsforschung in den kommenden Jahren bewegen? Welche theoretischen Themen und Ansätze, welche empirischen Untersuchungsgegenstände und welche methodischen Fragen sind besonders viel versprechend und zukunftsträchtig? Welche Impulse aus der internationalen Diskussion sollten in der deutschsprachigen Technik- und Innovationsforschung stärker aufgegriffen werden? Und welche Impulse könnte umgekehrt der deutschsprachige Diskurs stärker in die internationale Diskussion hineintragen?

Um diese Fragen kreisten die Diskussionen auf einer vom Lehrstuhl für Organisations- und Innovationssoziologie ausgerichteten Klausurtagung zu den „Perspektiven der sozialwissenschaftlichen Technik- und Innovationsforschung“, die im Juli 2010 an der Universität Stuttgart stattfand. Die Tagung brachte 35 namhafte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu einem intensiven Meinungsaustausch über den aktuellen Stand der Forschung und die künftigen Forschungsschwerpunkte des Fachs zusammen.

Nach einer ersten allgemeinen Debatte um die kontrovers diskutierte Frage, inwieweit der Innovationsbegriff auf soziale Zusammenhänge (soziale Innovationen) ausgeweitet werden sollte (Impulsstatements: Werner Rammert, TU Berlin, und Armin Grunwald, ITAS), wurden fünf Themenbereiche erörtert, in die jeweils durch kurze Impulsstatements eingeführt wurde:

- Veränderungen von Arbeitsprozessen und Alltagszusammenhängen durch neue Technologien (insbesondere durch das Internet), durch intelligente Infrastrukturtechnologien und durch hochtechnisierte Produktionssyste-

me (Impulsstatement: Tanja Carstensen, TU Hamburg-Harburg);
- hybride Konstellationen, insbesondere neue Formen der Mensch-Maschine-Interaktion und die zunehmende Technisierung des Körpers (Impulsstatements: Johannes Weyer, TU Dortmund und Cornelius Schubert, TU Berlin);
- Internetforschung, die sich auf die Untersuchung neuer Formen sozialer Vergemeinschaftung konzentriert und Fragen der empirischen Erfassung und theoretischen Reflexion solcher Prozesse aufwirft (Impulsstatements: Christian Stegbauer, Universität Frankfurt a. M. und Niels Taubert, Universität Bielefeld);
- Formen und Verläufe soziotechnischen Wandels sowie mit neuen Technologien einhergehende strukturelle und institutionelle Veränderungen und Akteure, die diese Prozesse tragen (Impulsstatements: Hartmut Hirsch-Kreinsen, TU Dortmund und Stefan Böschen, Universität Bielefeld);
- Fragen der Gestaltung von Innovationsprozessen und deren Steuerungsmöglichkeiten durch neue Formen von Governance (Impulsstatements: Jan-Peter Voß, TU Berlin und Peter Wehling, LMU München).

1 Technik, Arbeit, Alltag

Anknüpfend an einen Schwerpunkt des Verbundes „Sozialwissenschaftliche Technikforschung“ aus den 1980er Jahren wurde ein klassisches Thema der Technik- und Arbeitssoziologie aufgegriffen: die Rolle, die Technik im Alltag sowie in Arbeitsprozessen zukommt.

Technische Systeme und vor allen Dingen das Internet spielen im Alltag eine immer wichtigere Rolle und definieren den Forschungsgegenstand „Technik und Alltag“ neu. Endgeräte wie Smartphones oder Notebooks und Social-Media-Dienste wie „Facebook“ oder „Twitter“ flexibilisieren sowohl die Kommunikation als auch die Informationsbeschaffung und fördern die Auflösung der ehemals klaren Grenzen zwischen Arbeit und Privatleben. Intelligente Technik dringt darüber hinaus vermehrt in die Haushalte ein. Dabei werden Energie- und Kommunikationstechniken neu verknüpft, vom „intelligenten Stromzähler“ bis hin zum vollintegrierten „Smart Home“. Welche Rolle diese Entwicklungen für die Veränderung des Alltags spielen, ist eine zentrale Fragestellung der sozialwissenschaftlichen Technikforschung.

Zudem tragen neue Technologien auch zum Wandel von Arbeitsprozessen bei. Zum einen schälen sich neue Formen professioneller und nichtbezahlter Arbeit im Internet heraus, die von der Produktion von Inhalten durch die Nutzer bis hin zur kommerziellen oder nicht-marktlichen Entwicklung technologischer Angebote im Rahmen von Entwicklergemeinschaften (z. B. in Open-Source-Projekten) reichen. Wie diese vielfältigen neuen Formen der Arbeit und Wertschöpfung im Netz strukturiert sind, welche Bedeutung interaktive Nutzerbeteiligungen an Innovationsprozessen („Open Innovation“), der Erstellung von Inhalten („Open Content“) oder der quelloffenen Programmierung („Open Source“) erlangen und in welchem Verhältnis sie zu klassischen Arbeitsformen stehen, wurden von den Teilnehmern als offene Fragen für künftige Forschungsvorhaben festgehalten. Neben der Untersuchung der neuen Formen der Arbeit im Internet sollte, darauf wurde auch hingewiesen, nicht übersehen werden, dass zum anderen auch die klassischen Formen der Industriearbeit einem Wandel unterliegen, insbesondere durch das Vordringen hochtechnisierter Systeme in der industriellen Produktion. Welche Auswirkungen der Umgang mit hochtechnisierten Produktionssystemen auf das Arbeitshandeln hat, ist im Vergleich zur Aufmerksamkeit, die dem Internet zuteilwird, bislang kaum untersucht worden und bildet eine wichtige Forschungsperspektive für die Arbeits- und Industriesoziologie.

2 Hybride Konstellationen: Mensch-Maschine-Interaktion und Technisierung des Körpers

Die Diskussion um Körper und Technik hat eine lange Tradition: Schon Heidegger hat darauf hingewiesen, dass das Hämmern nicht bereits durch das bloße Vorhandensein eines Hammers möglich werde, sondern erst eine entsprechende Körper-Technik in Kombination mit dem Hammer das Hämmern als Handlung ermögliche. Während der Hammer noch eindeutig als Werkzeug charakterisiert werden kann, entstehen heute hybride Konstellationen, in denen technischen Systemen Handlungsanteile zugeschrieben werden

und so die Differenz zwischen menschlichem Körper und Technik verschwimmt.

Besonders fortgeschritten ist diese Hybridisierung etwa in modernen Flugzeugcockpits, in denen menschliche Handlungen sehr weitgehend um technische Systeme ergänzt werden, die nicht nur selbständig in die Steuerung eingreifen, sondern diese voll und ganz übernehmen. Fallstudien zeigen, dass diese Übernahme auch zu einer verteilten Handlungsträgerschaft führt: Die Piloten selbst räumen den Steuerungssystemen eigene Handlungsbeiträge ein. Ähnliches lässt sich etwa bei Fahrer-Assistenz-Systemen in modernen PKWs oder auf dem Finanzmarkt beobachten. Interessant für die weitere Forschung war die Diskussion um die Frage, auf welchen Ebenen sich hybride Konstellationen zwischen Mensch und Maschine aufspüren und analysieren lassen. Sie sind bislang vornehmlich auf der Mikroebene verteilten Handelns zwischen individuellen menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren beobachtet worden. Das Beispiel der Finanzmarktkrise, deren abgründige Dynamiken wesentlich durch mitentscheidende weltweit vernetzte technische Systeme beschleunigt worden ist, zeigt, dass sich technisches Mithandeln auch als Makrophänomen analysieren lässt.

Auf der anderen Seite wurden unter den Stichworten „Human Enhancement“ und „Embodied Technology“ die Reichweiten und Auswirkungen direkter technischer Eingriffe in den menschlichen Körper erörtert. Zwar hat der Philosoph Arnold Gehlen schon in den 1950er Jahren den Menschen als Wesen bezeichnet, das durch Technik und Werkzeuge seine Mängel kompensieren müsse. Moderne Körper-Technologien aber gehen weit über einen Werkzeugcharakter hinaus und führen zu neuen Hybridformen des Handelns, die unter Umständen eine theoretische und methodologische Neujustierung des analytischen Instrumentariums notwendig werden lassen: Welche Rückwirkungen haben beispielsweise neue Reproduktionstechniken oder die Verlangsamung des Alterungsprozesses durch künstliche Organe auf die gesellschaftlichen Organisationsstrukturen? Da sich viele dieser Entwicklungen noch in einem Entwicklungsstadium befinden und sich soziale Veränderungen aller Vermutung nach erst auf lange Sicht bzw. graduell einstellen werden, wird es eine der vordringlichen Aufgaben der Soziologie sein, die individuellen und gesellschaftlichen Effekte dieser neuen Technologien zu verfolgen und ihre Konfliktpotenziale aufzuzeigen.

3 Internetforschung

Das Web steht als neues Technikfeld derzeit unter besonderer sozialwissenschaftlicher Beobachtung und bildete auch einen Schwerpunkt der Stuttgarter Diskussion. Besonders stark im Fokus der Aufmerksamkeit steht seit einigen Jahren die Untersuchung sozialer Vergemeinschaftungsprozesse im und durch das Web – v. a. im Rahmen von sozialen Netzwerken wie „Facebook“, von Blogs oder von „Wikipedia“. Im Zentrum stehen dabei v. a. die Beziehungen der User dieser Angebote zueinander sowie die dadurch entstehenden Relationen und Machtbalancen, die oft noch unverstanden sind und sowohl empirische wie auch theoretische und methodische Forschungsfragen aufwerfen.

Methodisch wurde ein Trend zur Netzwerkanalyse auf der Basis der relationalen Soziologie ausgemacht. Theoretisch wurde die Frage gestellt, ob sich die neuen Formen von Sozialität, die sich im Internet herausbilden, mit einer auf die Offline-Welt bezogenen Theoriesprache und ihren Struktur-, Akteurs- und Interaktionskonzepten noch angemessen abbilden lassen. Offen ist auch, wie und in welcher Weise Vergemeinschaftungsprozesse im Web restrukturierend auf soziale Kontexte zurückwirken, also welche Wechselwirkungen es zwischen der Offline- und der Online-Welt gibt. Das betrifft konkret auch das „Daten-Re-Entry“, also die Frage, wie und in welchem Ausmaß die im Web angehäuften Daten auf die soziale Sphäre zurückwirken, z. B. als Material in politischen Debatten (z. B. „Wikileaks“), als Basis immer effektiverer und personenzentrierterer Werbung durch Internet-Unternehmen oder als frei verfügbarer Datenpool für wissenschaftliche Untersuchungen.

Kritisch wurde in diesem Zusammenhang angemerkt, dass sich die Analysen sozialer Netzwerke im Web bislang stark auf die unmittelbaren Beziehungen zwischen Usern konzentrieren, die kommerziellen Unternehmen als organisierende, strukturierende und kontrollierende Knoten in diesen Netzwerken dagegen weitgehend unbeachtet bleiben. Neue Internet-Plattformen

wie „Facebook“ oder „StudiVZ“ werfen auch die Frage auf, inwieweit dadurch öffentliche Diskurse aus dem öffentlichen Raum in einen privatwirtschaftlich strukturierten Raum überwechseln und so der öffentliche Diskurs zum konstitutiven Teil eines Geschäftsmodells wird.

Schließlich wurde auch die Materialität des Netzes diskutiert und als eigenständiger Forschungsschwerpunkt definiert. Hinter den vielfältigen Web-Angeboten steht ja eine weiträumige Infrastruktur, die von großen Daten- und Rechenzentren mit großer regionaler Wirtschaftskraft und enormem Energieverbrauch getragen werden. Damit geraten die Analyse der Soft- und Hardware-Entwicklung im Kontext solcher Datenzentren, deren wirtschaftliche Bedeutung für die Regionen, in denen sie angesiedelt werden (und die mit ihrem Betrieb einhergehenden ökologischen Auswirkungen), in den Blick.

4 Soziotechnischer Wandel und Governance von Innovationsprozessen

In den letzten beiden Themenblöcken wurde intensiv darüber diskutiert, wie unterschiedliche gesellschaftliche Ebenen in Innovationsprozessen zusammenwirken, wie Prozesse soziotechnischen Wandels verlaufen und auf welche Weise sich dieser Wandel gestalten lässt. Untersuchungen zu den Wechselwirkungen von Innovationsprozessen und sozialen Dynamiken gehören schon lange zum Kerngeschäft sozialwissenschaftlicher Technik- und Innovationsforschung. Die Stuttgarter Tagung konnte diesem Thema wichtige neue Forschungsimpulse geben.

Zum einen wurde von Workshopteilnehmern darauf verwiesen, dass das Zusammenspiel regionaler, sektoraler und nationaler Innovationssysteme nach wie vor ungeklärt ist, und diskutiert, welche institutionellen Komplementaritäten und Konflikte zwischen den verschiedenen Ebenen relevant sind. Zweitens schiebt sich neben die Fragen nach den sozialen Grundlagen und institutionellen Rahmenbedingungen von Technikentstehungs- und Innovationsprozessen, die etwa im Kontext der Technikgeneseforschung, des Innovationssystem-Ansatzes oder des „Varieties-of-Capitalism“-Konzepts ausgiebig diskutiert worden sind, zunehmend die komplementäre Perspektive, die hinterfragt, welchen Beitrag neue Technologien selbst zum System- und Institutionenwandel leisten. Mit diesem Perspektivwechsel wird die Frage aufgeworfen, welche organisationalen, institutionellen und strukturellen Veränderungen mit dem Aufkommen neuer technologischer Möglichkeiten einhergehen und wie sich ein solcher technikinduzierter Wandel konzeptionell fassen lässt.

Drittens wurde angeregt, den Verlauf derartiger Prozesse soziotechnischen Wandels als graduelle Transformation zu untersuchen, für die typisch ist, dass sie sich nicht in Form einmaliger und radikaler Brüche, sondern als Resultat einer Vielzahl technischer, organisationaler, struktureller und institutioneller Veränderungen Bahn brechen und über längere Zeit hinziehen. In diesem Kontext wurde auch als Forschungsfrage formuliert, wann und unter welchen Bedingungen derartige Wandlungsprozesse wieder in stabile Strukturen münden und ab welchem Schwellenwert technikvermittelte graduelle Wandlungsprozesse in substanziell neue Strukturen umschlagen.

Mit Blick auf die in Technisierungsprozesse involvierten Akteure wurde dafür plädiert, den Blick stärker als bislang auch auf solche Akteure zu richten, die sich nicht mit klassischen Organisationsbegriffen fassen lassen. Konkret können das technikskeptische Bürger sein, die neue Technologien mehrheitlich und stabil nicht (oder nur eingeschränkt) akzeptieren (wie z. B. die Grüne Gentechnik). Das können auch eigenwillige und selektierende Konsumenten neuer technischer Angebote sein, die sich diese anders als erwartet aneignen (z. B. bei neuen kommunikationstechnischen Produkten). Und das können schließlich unkonventionelle Technikentwickler und -nutzer sein, die massenhaft, ohne kommerzielle Absichten und außerhalb bestehender Marktstrukturen mit neuen technologischen Möglichkeiten zu spielen beginnen – und damit zur De-Kommodifizierung von Produkten und zur Erosion bestehender Märkte beitragen können (z. B. Software-Communities und File Sharer von digitaler Musik oder von Filmen).

Die Untersuchung dieser Akteure wirft eine Reihe interessanter und innovativer Forschungsfragen auf: Welche Rollen können sie in Prozessen technologischen, organisationalen und insti-

tutionellen Wandels spielen? Wie beeinflussen sie Innovationsprozesse und welches Innovationspotenzial haben sie? Oder auf welche Weise können sie Gewichtsverschiebungen zwischen Formen marktlichen und nicht-marktlichen Tauschs anstoßen?

Im Themenfeld „Governance von Innovationsprozessen“, das insgesamt stark vom Konzept des „transition management“ geprägt wird, wurden zum einen neue Formen der Innovationspolitik vorgestellt, die nicht nur eine quantitative Beschleunigung von Innovationstätigkeit bzw. den nicht weiter qualifizierten „Markterfolg“ zum Maßstab nimmt, sondern gezielt Innovationsprozesse befördern kann, die zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen. Und zum anderen wurde die antizipierende diskursive Governance diskutiert, die darauf zielt, Technikkonflikte zu verhindern, wie sie etwa hinsichtlich der Gentechnik aufgetreten sind. Ähnliche Konflikte könnten zukünftig z. B. auch um die Nanotechnologie oder die synthetischen Technologie entstehen. Dabei bestand bei den Teilnehmern Konsens darüber, dass bei der Betrachtung solcher Governance-Prozesse das gesamte Spektrum möglicher Akteure einbezogen werden sollte: Auch zivilgesellschaftliche Akteure, die kaum oder nur schwach organisiert sind, könnten einen beachtlichen Einfluss auf die Technikentwicklung ausüben. Theoretisch lässt sich hier Anschluss an analytische Ansätze finden, die sich mit „Promising Technology“ beschäftigen: Sie gehen davon aus, dass nicht nur die Sachtechnik selbst relevant ist für die Technikentwicklung, sondern auch die mit ihr diskursiv verknüpften Visionen, Erwartungen und Bilder.

Bemerkenswert an den Governance-Diskussionen um war zum einen, dass sich rund um die „new modes of governance“ ein zum Teil beachtlicher Steuerungsoptimismus breit gemacht hat, der innovativen Gestaltungskonzepten eine Wirkmächtigkeit zuschreibt, die empirisch erst noch zu bestätigen ist. Darüber hinaus wurde angemerkt, dass bei der Untersuchung neuer Governance-Formen klassische Ausprägungen technikpolitischer Aushandlung (etwa im Rahmen klientelistischer, korporatistischer oder themenzentrierter Netzwerke), die keineswegs obsolet sind, sowie Einfluss- und Machtasymmetrien zwischen den beteiligten Akteuren nicht ausgeblendet werden dürfen.

5 Ausblick

Insgesamt war dies eine sehr produktive Klausurtagung, die eine ganze Reihe interessanter neuer Forschungsfragen und -themen aufgeworfen hat. Das lag nicht nur an den Diskussionen selbst, sondern auch an der Anlage der Veranstaltung: Die Themenschwerpunkte waren nicht vorgegeben, sondern haben sich aus den von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eingereichten Abstracts ergeben. Anders als bei thematisch fokussierten Tagungen ist es darüber hinaus gelungen, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus unterschiedlichen disziplinären und thematischen Zusammenhängen zusammenzubringen, die im normalen Gang der Dinge vergleichsweise wenig miteinander zu tun haben. Am Ende der Tagung standen erste Vorschläge für vertiefende Veranstaltungen, für Kooperationen und für zu initiierende Forschungsschwerpunkte.

« »

TA-NACHRICHTEN

Gotthard Bechmann ist in Ruhestand gegangen

von Armin Grunwald, ITAS

Manche Namen sind mit Institutionen besonders eng verbunden. In Bezug auf ITAS gilt das sicher für Gotthard Bechmann. Als intellektueller Antreiber und mit einer nicht versiegenden Lust am argumentativen Streit hat er maßgeblich dazu beigetragen, dass ITAS nicht nur in der TA-Community, sondern auch in den Sozialwissenschaften einen Ruf erworben hat, auf dem die folgende wissenschaftliche Generation aufbauen konnte und kann.

Gotthard Bechmann war bereits seit den 1970er Jahren in der TA dabei sowie in der sozialwissenschaftlichen Technik- und Risikoforschung in den Vorgängereinrichtungen von ITAS aktiv – angefangen mit der Heidelberger Studiengruppe für Sozialforschung unter Helmut Krauch, dann in der Abteilung für Angewandte Systemanalyse am (Kern-)Forschungszentrum Karlsruhe und seit 1995 im ITAS, das jetzt ein Institut des KIT ist. Mit seinen Forschungen und Positionen zur Wissenspolitik und Risikoforschung sowie seinen konzeptionellen Zugriffen auf die Luhmannsche Systemtheorie hat er meist mit Aufsätzen und Vorträgen einschlägige Debatten befördert. Gleichzeitig hat er eine wissenschaftliche Karriere absolviert, wie sie nach akademischen Üblichkeiten eigentlich nicht möglich ist, nämlich ohne die stereotypen wissenschaftlichen Qualifikationsschritte zu absolvieren. Dass es in der damaligen Konstellation einer universitätsfernen Großforschungseinrichtung möglich war, mit dem Titel „Rechtsreferendar“ zu einer national und international anerkannten Person in der Risiko- und Umweltsoziologie zu werden, spricht einerseits für Gotthard Bechmann – andererseits aber auch für das damalige System. Heute wäre das wohl kaum noch denkbar. Dass er wenige Tage vor seinem Ruhestand an der Universität Bremen promovierte und nun auch noch Professor an der Lomonossow-Universität in Moskau ist, mutet fast wie Absicht an, gewartet zu haben, bis er nicht mehr „musste“.

Gotthard Bechmann hat auch nach innen das Institut stark geprägt. Einerseits durch Mitarbeit in internen Gremien wie dem ILA (Institutslenkungsausschuss), aber v. a. durch seine Ideen, seine Energie, seine Kreativität – und seine Streitlust. Manch ein Referent im ITAS-Kolloquium durfte sich mit den berühmtem „drei Fragen“ auseinandersetzen, die immer höflich, ja humorvoll formuliert waren, die aber im Versuch ihrer Beantwortung nicht selten tiefe Abgründe in den Grundannahmen des Referenten aufzeigten. Die argumentative Unnachgiebigkeit, das Sich-nicht-zufrieden-Geben mit halben, aber auch nicht mit 90%igen Antworten, sind manch einem sicher gelegentlich auf die Nerven gegangen – an dem Wert dieser Unbedingtheit in der Suche nach „Wahrheit“, wenn das Wort noch erlaubt ist, ist jedoch nicht zu zweifeln.

Gotthard Bechmann ist im Juli in den Ruhestand gegangen. Er bleibt uns ein wenig erhalten in Projekten und Kooperationen, v. a. im Ausbau unserer Kooperation mit der Lomonossow-Universität. Wir wünschen ihm, dass er nach der Befreiung von den „Zwängen des Erwerbslebens“ seinem Drang nach wissenschaftlicher Erkenntnis noch intensiver nachgehen kann.

« »

Helmut Krauch, Nestor der Systemforschung in Deutschland, ist tot

Ein Nachruf von Reinhard Coenen, Heidelberg, und Lothar Czayka, Neckargemünd

In unserem heutigen System ist die Repräsentierung der Bürger nur noch eine Fiktion.
Helmut Krauch (Computer-Demokratie, 1972)

Zeitlebens war Helmut Krauch als Denker und Forscher ein universeller Geist und auf vielen Gebieten ein Pionier. Der promovierte Chemiker begann seine wissenschaftliche Karriere 1953 am Heidelberger Max-Planck-Institut, ging 1956 als Forschungsstipendiat an die Yale University in die USA und wurde Mitarbeiter am Atomforschungszentrum Brookhaven National Laboratory. Schon damals begann er, interdisziplinär zu

denken und zu arbeiten. Zunehmend interessierte er sich - über die naturwissenschaftlichen Fachgrenzen hinaus – auch für sozialwissenschaftliche Probleme und habilitierte sich später für Soziologie an der Universität Göttingen. Nach seiner Rückkehr gelang es ihm, mit einigen kongenialen Wissenschaftlern und finanzieller Unterstützung durch das damalige Bundesministerium für Atomenergie und Wasserwirtschaft die legendäre Heidelberger Studiengruppe für Systemforschung zu gründen, die zu ihrer Blütezeit 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigte. Diese interdisziplinäre Forschungsgruppe war sozusagen der erste öffentlich geförderte deutsche „Think Tank“ nach amerikanischem Vorbild. Während sich die Arbeit in der ersten Zeit v. a. noch auf Probleme der friedlichen Nutzung der Kernenergie konzentrierte, verlagerte sich der Schwerpunkt später auf Probleme der Forschungspolitik und Forschungsplanung sowie auf die Folgen des technisch-zivilisatorischen Fortschritts, ein Thema, das später als Technikfolgenabschätzung (TA) bekannt wurde.

Helmut Krauch kann als einer der Pioniere der Technikfolgenabschätzung angesehen werden. Bereits 1963 in einer Diskussion am Center for the Study of Democratic Institutions in Santa Barbara, Kalifornien, entwarf er in seiner Antwort auf die Frage: „Gibt es Anlass für die Hoffnung, in Zukunft den Fortschritt der Technik nach den Bedürfnissen der Gesellschaft auf demokratische Weise lenken zu können?“. Seine Antwort skizzierte die Grundzüge eines Drei-Stufen-Modells der TA. Stufe 1 bestehe in einer möglichst umfassenden (System-)Analyse der jeweiligen Technologie, ihrer Alternativen und ihrer Einbettung in die soziale Umwelt. Dies erfordere notwendigerweise interdisziplinäre Zusammenarbeit von Natur- und Sozialwissenschaftlern. Stufe 2 beinhalte eine intensive Kommunikation zwischen den Analytikern und Repräsentanten des jeweiligen Auftraggebers, die zu einem beidseitigen Lernprozess führen müsse nicht nur über die Chancen, sondern auch über die Folgen und mögliche Konfliktlinien. Auf Stufe 3 sei die Öffentlichkeit in diesen Kommunikations- und Lernprozess einzubeziehen.

Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) kann als Nachfolgeeinrichtung der Studiengruppe für Systemforschung angesehen werden, da es maßgeblich durch ehemalige Mitarbeiter der Studiengruppe geprägt wurde, die nach deren Auflösung Mitte der 1970er Jahre die Krauchschen Konzepte in Karlsruhe weiterentwickelten.

Probleme der Rationalisierung von staatlicher Verwaltung sowie Probleme einer weitergehenden Demokratisierung politischer Entscheidungsprozesse waren weitere Forschungsthemen der Studiengruppe. So erhielt sie beispielsweise Aufträge für die Entwicklung von Vorschlägen zur Reorganisation des Bundeskanzleramts und des Patentamtes, beide mit dem Ziel der Erhöhung der Effizienz dieser Behörden. Im Hinblick auf eine stärkere Einbeziehung und Vertretung der Bürger in politischen Entscheidungsprozessen konzipierte Helmut Krauch das ORAKEL-Verfahren (Organisierte Repräsentative Artikulation Kritischer Entwicklungslücken), das längere Zeit im Fernsehen unter Online-Beteiligung von Zuschauern erfolgreich getestet wurde. Zuschauer konnten sich dabei per Telefon durch Diskussionsbeiträge an einer Expertendiskussion beteiligen und Bewertungen abgeben, die statistisch ausgewertet und in die Diskussion eingespeist wurden.

Die Computernutzung zur Verbesserung oder als Ergänzung demokratischer Prozesse war ein weiteres Thema, das Helmut Krauch bewegte. Dazu schrieb Krauch bereits 1972 sein Buch „Computerdemokratie“, das heute noch zitiert wird. Helmut Krauch war somit in vielerlei Hinsicht ein Vordenker, dessen Ideen noch heute aktuell sind.

Nach der Auflösung der Studiengruppe im Jahre 1974 folgte Helmut Krauch einem Ruf der Gesamthochschule Kassel auf einen Lehrstuhl für System-Design. Schwerpunkt seiner dortigen Forschungstätigkeit waren Experimente mit verschiedenen Prototypen des „Stirling-Motors“.

Obwohl Helmut Krauch in den letzten Jahren an den Rollstuhl gefesselt war, pflegte er seine zahlreichen Kontakte und verfolgte bis zuletzt seine vielfältigen wissenschaftlichen und kulturellen Interessen. Helmut Krauch starb am 14. Oktober 2010 im Alter von 83 Jahren.

« »

TA-PROGRAMM

Ethische und gesellschaftliche Aspekte von Technik

Ein Förderprogramm der „Netherlands Organisation for Scientific Research“

von Armin Grunwald, ITAS

Projekte zu fördern, die ethische und soziale Fragen neuer Technologien in engem Kontext zur jeweiligen Technikentwicklung erforschen, ist Ziel eines seit 2009 in den Niederlanden laufenden Forschungsprogramms. Unter dem Titel „Responsible Innovation. Ethical and Societal Exploration of Science and Technology” hat die „Netherlands Organisation for Scientific Research“ (De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, NWO[1]) ein multidisziplinäres Forschungsprogramm ausgerichtet, das aktuelle Fragen mit sowohl wissenschaftlicher als auch gesellschaftlicher Relevanz fokussiert. Das Programm zielt auf “issues concerning technological developments for which it is reasonable to suspect that they will have a dramatic impact (whether positive or negative) on people and/or society. On the one hand, those developments concern new technologies (such as ICT, nanotechnology, biotechnology and neural sciences), and on the other, technological systems in transition (for example agriculture and healthcare)”.

Charakteristisch ist, dass das Programm nicht auf eine bloße Verbesserung des Verständnisses von sozialen und ethischen Fragen in Wissenschaft und Technik zielt, sondern dass vielmehr eine „Make“-Perspektive eingenommen wird. Dem Programm geht es letztlich darum, durch die Erforschung von ethischen und gesellschaftlichen Aspekten von Technik möglichst direkt zu ihrer adäquaten Gestaltung beizutragen. Gemäß diesem Anspruch wurde die Auswahl der geförderten Projekte nicht nur unter wissenschaftlichen Kriterien vorgenommen, sondern ein aus Stakeholdern bestehendes „Societal Panel“ eingeschaltet, das die Plausibilität der Erreichung dieses Anspruchs auf gesellschaftliche Wirksamkeit prüfte. Dieses Panel hatte eine starke Stellung, da es Projekte aussortieren konnte, ohne dass die wissenschaftliche Prüfung ein solches Urteil hätte revidieren können. Die kritische Begleitung der Umsetzung der versprochenen gesellschaftlichen Relevanz ist in allen Projekten einem begleitenden „Valorisation Panel“ überantwortet, das sich im Wesentlichen aus Stakeholdern aus dem betroffenen Bereich zusammensetzt. Natürlich werden auch Publikationen erwartet – die wesentliche Anforderung besteht aber darin, konkrete Beiträge zu Gestaltungsoptionen und Problemlösungen zu erarbeiten. Mit diesem Anspruch unterscheidet sich das Programm wesentlich von anderen Programmen.

Nach dem Start Ende 2009 mit 16 Projekten aus unterschiedlichen Themenfeldern[2] werden Ende 2010 weitere Projekte hinzukommen. Die ersten, gestarteten Projekte bearbeiten folgende Themen:

- Biosecurity and dual use research
- Data mining without discrimination
- New modes of governing pharmacovigilance
- Implementation of the electronic patient record. How to gain the trust of health care professionals?
- What about DORA (Digitale Operatiekamer Assistent)?
- Telecare at Home
- Surveillance in urban nightscapes
- Responsible early diagnostics for Alzheimer‘s disease
- Moral fitness of military personnel in a networked operational environment
- Empowering and protecting children and adolescents against cyberbullying
- Persuasive technology, allocation of control, and social values
- Towards an appropriate societal embedding of neuroimaging
- Technology and human development
- Optimization of complex palliative care at home by making use of expert consultation via telemedicine
- Responsible innovation in food technology
- New economic dynamics in small producers’ clusters in northern Vietnam

Am 18. und 19. April 2011 wird in Den Haag eine Konferenz stattfinden, auf der sich einerseits diese Projekte in einem internationalen Rahmen

vorstellen können, andererseits aber auch Vorträge eingeladen sind, die sich dem Grundgedanken von „Responsible Innovation“ verwandt fühlen.[3]

Der TA-Bezug dieses Programms ist mit Händen zu greifen. Nicht umsonst findet sich ein solches Programm in den Niederlanden, die maßgeblich zum Sozialkonstruktivismus beigetragen haben, die das Forschungsprogramm „Social Construction of Technology“ (SCOT) entwickelt haben und in denen das Constructive Technology Assessment (CTA) entwickelt wurde. Das Bestreben, den Schwerpunkt hier auf ethische und soziale Fragen zu legen, könnte man als den Versuch interpretieren, die Ergebnisse von ELSI-Studien[4] stärker in die Praxis zu bringen. Klar dürfte auch sein, dass dieses Programm damit auch zur weiteren Entwicklung der TA Anregungen bieten könnte.

Anmerkungen

1) Die NWO ist ein Pendant zur Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).
2) Abstracts dieser Projekte finden sich unter http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOA_73FFTS_Eng (download 13.12.10)
3) Informationen zur Konferenz unter: http://www.responsible-innovation.nl/conference/conf11/ (download 13.12.10).
4) Die Abkürzung „ELSI“ steht für „Ethical, Legal, and Social Issues“.

« »

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

Trauer um Hermann Scheer

Wir trauern um Hermann Scheer, der am 14. Oktober 2010 nach kurzer schwerer Krankheit in Berlin verstarb. Hermann Scheer war von 1976 bis 1980 Wissenschaftler im ITAS (damals noch AFAS: Abteilung für Angewandte Systemanalyse), bevor er 1980 Mitglied des Deutschen Bundestages wurde.

In seiner Zeit bei AFAS beschäftigte er sich u. a. mit der Gefahr eines atomaren Überwachungsstaates und den Auswirkungen einer „Plutoniumwirtschaft“ auf politische und rechtliche Strukturen demokratischer Gesellschaften. In der Politik machte er sich insbesondere als Energieexperte und Umweltpolitiker einen Namen. Im Jahr 1999 erhielt er den „Alternativen Nobelpreise“ für seinen unermüdlichen Einsatz für die Nutzung der Sonnenenergie.

Seine politischen Anstrengungen wurden begleitet von einem intensiven und streitbaren publizistischen Schaffen. Sein jüngstes Werk „Der energethische Imperativ. Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist“ (München, Verlag Antje Kunstmann) erschien kurz vor seinem Tod.

« »

Neue Projekte

Acatech-Projekt zu Technikzukünften

Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) hat ein internes Förderprogramm für interdisziplinäre Projekte aufgelegt, in dessen Rahmen Armin Grunwald (ITAS-Leiter und acatech-Mitglied) mit der Leitung des Projekts „Vorausdenken und Bewerten von Technikzukünften“ beauftragt wurde.

Forschung und Entwicklung zur Technik sind grundsätzlich auf Zukunft ausgerichtet. Das, was heute zur Technik geforscht und entwickelt wird, kann und soll erst in Zukunft real eingesetzt werden. Technikforschung und ihre Entwicklung erfolgen daher grundsätzlich vor dem Hintergrund von Zukunftsdiagnosen, Erwartungen zukünftiger Problemlösung durch neue Technik, Prognosen, Befürchtungen und Erwartungen. Zukunftsbilder orientieren wissenschaftlich-technischen Fortschritt und legitimieren ihre öffentliche Förderung. Umgekehrt hat Technik einen wichtigen Einfluss auf die zukünftigen gesellschaftlichen und individuellen Lebensbedingungen. Technik wird daher zu einem guten Teil bereits vor ihrer vollständigen Entwicklung und breiten Einführung gesellschaftlich bewertet, indem mit unterschiedlichen prognostischen Techniken (z. B. Szenarien) Zukunftsbilder entwickelt und dann auf ihre gesellschaftliche Wünschbarkeit oder Akzeptierbarkeit hin bewertet werden. Vorgestellte Zukunftsbilder haben daher in Zusammenhang mit Technik eine Doppelfunktion: Sie orientieren einerseits die wissenschaftlich-technische Agenda und die öffentliche Förderung. Andererseits nehmen sie Einfluss auf die politische und gesellschaftliche Bewertung von Technik. Diese Verhältnisse transparent zu machen, den Stand der Forschung zu reflektieren und daraus für acatech eine operable begriffliche, methodische und ethische Handreichung zu machen ist das zentrale Anliegen des Projekts.

Ziel des Vorhabens ist es, Möglichkeiten und Grenzen technikbezogener Zukunftsvorstellungen auszuloten und aus der Analyse Orientierung für einen rationalen Umgang mit ihnen zu erarbeiten. Dazu soll das Reflexionsniveau bei Zukunftsberatungen über und im Kontext von Technik erhöht werden. Unter Vermeidung planungsoptimistischer Engführungen sollen Kreativitätsspielräume offen gehalten oder auch eröffnet werden. Die Transparenz im Umgang und der Bewertung von Technikzukünften soll gesteigert werden. Der Umgang mit Technikzukünften soll unter Aspekten der Qualitätssicherung und der Verantwortung im Umgang mit unsicheren Zukünften betrachtet werden. Und schließlich werden diese Reflexionen bezogen auf die besondere Rolle und Verantwortung von acatech und seine Stellung im gesellschaftlichen Dialog und in der demokratischen Deliberation.

Kontakt

Dipl.-Ing. Christian Dieckhoff, ITAS
E-Mail: christian.dieckhoff@kit.edu

EU-Projekt „Global Ethics in Science and Technology“

Im Rahmen des Projekts „Global Ethics in Science and Technology“ (GEST) wird die Bedeutung von ethischen Fragen in Wissenschaft und Technik untersucht, wie sie sich derzeit in Europa sowie in den sich schnell entwickelnden Volkswirtschaften China und Indien zeigen. Die vielen Diskussionen der letzten beiden Dekaden über Wissenschaft und Technik führten zu einer Reihe von (manchmal kontroversen) Initiativen, die die Entwicklung neuer Technologien in der europäischen Forschungslandschaft beeinflusst haben. Ethische Überlegungen, die im Zuge dieser Entwicklung gemacht wurden, fanden Eingang in die Leitlinien der europäischen Wissenschafts- und Technikpolitik.

Derzeit wächst Europas Zusammenarbeit (und produktive Konkurrenz) mit China und Indien, die beide stark an der Entwicklung ihres Wissenschafts- und Techniksektors interessiert sind. Wechselseitige Abhängigkeiten zwischen diesen drei globalen Akteuren verlangen eine immer enger werdende Zusammenarbeit, die idealerweise transparent ausgestaltet werden sollte. Im Rahmen von GEST soll eine solche Zusammenarbeit zwischen relevanten Instituten initiiert werden, die in die Debatten zu ethischen Fragen und Governancefragen von Wissenschaft und Technik in drei Regionen involviert sind. Eine generelle Erörterung bestehender einschlägiger Strukturen, Institutionen und Prozesse der Befassung mit ethischen Fragen von Wissenschaft und Technik wird ergänzt durch Fallstudien zu den Feldern Nanotechnologie, Synthetische Biologie und Novel Food. Ziel ist es, relevante Themen zu analysieren und zu debattieren und dabei von Erfahrungen zu profitieren, die sowohl innerhalb unterschiedlicher europäischer Staaten als auch in China und Indien gemacht wurden. Auf dieser Grundlage sollen konkrete und realistische Leitlinienempfehlungen für alle drei Regionen in Form eines gemeinsam „Science in Society“-Aktionsplans erarbeitet werden.

Kontakt

Prof. Dr. Michael Decker, ITAS
E-Mail: michael.decker@kit.edu

Personalia

Neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Seit 1. Oktober 2010 leitet **Jun.-Prof. Dr. Gregor Betz** die Shared Research Group LOBSTER, die sich mit der Objektivierbarkeit von Zukunftsaussagen, insbesondere am Beispiel von Energieszenarien, befasst. Gregor Betz ist Juniorprofessor für Wissenschaftstheorie am Institut für Philosophie des KIT. Die Arbeitsgruppe LOBSTER wird zu 50 Prozent vom ITAS getragen. Weitere Infos unter http://srg-lobster.philosophie.kit.edu.

Kirsten Biemann ist seit Oktober 2010 Doktorandin am ITAS. Sie studierte Maschinenbau in der Vertiefungsrichtung Energie- und Umwelttechnik an der Universität Karlsruhe. Ihr Dissertationsvorhaben beschäftigt sich mit der systemanalytischen Untersuchung der energetischen Nutzung von Rest- und Abfallstoffen. Dafür arbeitet sie zusammen mit Dr. Witold Poganietz im Projekt „BioEnergieDat“, in dessen Rahmen bis August 2012 eine validierte, harmonisierte Datenbasis zur energetischen Nutzung von Biomasse in Deutschland bereitgestellt werden soll.

Der Diplom-Physiker **Sebastian Cacean** ist seit November 2010 als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei ITAS tätig und ist Doktorand bei Jun.-Prof. Gregor Betz in der Shared Research Group LOBSTER. Er studierte Physik und Philosophie an der Freien Universität Berlin und beschäftigte sich in seiner Diplomarbeit „The Role of Indistinguishability and Permutation Invariance in Quantum and Classical Statistics“ mit den Grundlagen der Quantentheorie.

Der Philosoph **Reinhard Heil** ist seit November 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter im ITAS und arbeitet im BMBF-Projekt „Engineering Life: An interdisciplinary Approach to the Ethics of Synthetic Biology“. Er studierte Philosophie, Soziologie und Literaturwissenschaft an der TU Darmstadt. Seine Forschungsschwerpunkte sind Synthetische Biologie, Transhumanismus (Dissertationsprojekt), Social Relations of Science Movement und zeitgenössische politische Philosophie. Zuletzt war er Mitarbeiter im Forschungsprojekt „Ein ereignisorientiertes Denkmodell für die natürlichsprachliche Programmierung“ an der TU Darmstadt.

Die Philosophin **Dr. Arianna Ferrari** ist seit November 2010 wissenschaftliche Mitarbeiterin im ITAS im Rahmen des EU-Projekts EPOCH (Ethics in Public Policy Making: The Case of Human Enhancement). Sie studierte Philosophie in Tübingen und Mailand und promovierte 2006 an den Philosophischen Instituten der Universitäten Tübingen und Turin mit einer Dissertation zu ethischen und wissenschaftstheoretischen Aspekten der gentechnischen Veränderung von Tieren in der biomedizinischen Forschung. Von Oktober 2006 bis September 2009 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TU Darmstadt im Rahmen des EU-Projekts DEEPEN. Von November 2009 bis April 2010 war sie im Rahmen des Projektes „Animal Enhancement" bereits wissenschaftliche Mitarbeiterin am ITAS. Zuletzt arbeitete sie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster im Rahmen der BMBF-Klausurwoche zu interdisziplinären Aspekten der Ästhetischen Chirurgie.

Sarah Meyer ist seit Anfang August 2010 am ITAS als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Sie studierte Geoökologie an der Universität Karlsruhe mit den Schwerpunkten Regionalwissenschaft, Fernerkundung, GIS, Wasserchemie und Tropical Ecology. Im ITAS arbeitet sie im Projekt ITA-Monitoring (Kurzstudie zu Elektromobilität) und ist seit Oktober 2010 mit der Weiterentwicklung des Antrages für ein Helmholtz-Graduiertenkolleg zum Thema Energieszenarien befasst.

Gabriele Rastätter ist seit September 2010 wieder im ITAS tätig, nachdem sie elf Jahre lang Sekretärin im TAB in Berlin war. Sie arbeitet als Mitglied der Info-Gruppe, die u. a. für den Webauftritt, die Bibliothek (konventionell und digitale Angebote) und die ITAS-Veröffentlichungen (Anträge, Publikationsdatenbank und Berichtswesen) verantwortlich ist.

Die Biologin **Dr. Jutta Schimmelpfeng** arbeitet seit November 2010 als wissenschaftliche Mitarbeiterin im ITAS. Sie war langjährig als praktizierende Zellbiologin in verschiedenen Bereichen wie der Entwicklungsbiologie, der Toxikologie, der medizinischen Grundlagenforschung, der Biophysik und dem Arbeitsschutz tätig. In den letzten vier Jahren arbeitete sie im KIT-Institut für Strahlenforschung an der Erstellung und Optimierung von Körpermodellen des Menschen in der Strahlenforschung. Dabei sammelte sie Erfahrungen mit dem Projektmanagement und der Mitarbeit in europäischen Arbeitsgruppen. Im ITAS wird sie im Rahmen von Projekten zu Risikobewertung und -management von Nanomaterialien auf nationaler und europäischer Ebene mitarbeiten. Ihr Fokus liegt im Themencluster „Beurteilung der toxikologischen Wirkung von Nanomaterialien".

Die Biologin **Dr. Stefanie Seitz** ist seit August 2010 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am ITAS tätig. Nach dem Studium der Biologie forschte sie im Bereich molekulare Chronobiologie am Institut für Allgemeine Botanik und Pflanzenphysiologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Dabei wurde sie durch ein Promotionsstipendium der Studienstiftung des Deutschen Volkes unterstützt und war der internationalen Leibniz-Graduiertenschule für mikrobielle und biomolekulare Interaktionen (ILRS) Jena assoziiert. Im ITAS wird sie sich im Rahmen des STOA-Projekts „NanoSafety" u. a. mit den toxikologischen Aspekten der Risikoabschätzung von Nanopartikeln beschäftigen.

Verabschiedete Kolleginnen und Kollegen

Beate Fürniß wurde zum 1. Oktober 2010 in den Ruhestand verabschiedet. Sie war in AFAS und später in ITAS als mathematisch-technische Assistentin und Programmiererin tätig. Seit Mitte der 1980er Jahre hat sie im Themenbereich „Biomasse" mitgearbeitet und mit dazu beigetragen, dass dies in ITAS ein Arbeitsschwerpunkt wurde.

Dr. Martina Klingele arbeitete bis Mai 2010 in ITAS/ZTS und arbeitet jetzt für die B&O WohnungsWirtschaft GmbH in Bad Aibling.

Monika Mäule ist nach 45 Arbeitsjahren am 1. Oktober 2010 in den Ruhestand gegangen. Sie war als technische Zeichnerin und Programmiererin tätig, hat in TA-Projekten im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik in AFAS und ITAS mitgearbeitet und seit den 1990er Jahren engagiert den Webauftritt und die Veröffentlichungsdatenbank des Instituts betreut.

Dr. Wolfgang Walk war seit 2002 Mitarbeiter der Abteilung ZTS (heute ITAS/ZTS) und ist seit August 2010 bei der Volkswagen AG tätig.

Lehrveranstaltungen von ITAS-Mitarbeitern im Wintersemester 2010/11

Gerhard Banse bietet drei Lehrveranstaltungen an: 1. am Lehrstuhl Technikphilosophie an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus „Risiko in Technik und technischem Handeln". In dieser Lehrveranstaltung wird ein Überblick über Ursprünge, Grundlagen, Forschungsansätze und Hauptbereiche interdisziplinärer Risikoforschung gegeben. 2. am Lehrstuhl Ethik und Angewandte Ethik der Matej Bel-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik) „Wissenschafts- und Forschungsethik", in deren Mittelpunkt v. a. die Diskussion ethischer Leitlinien und Ethik-Kodices steht. 3. ebenfalls am Lehrstuhl Ethik und Angewandte Ethik der Matej Bel-Universität Banská Bystrica „Inter- und Transdisziplinarität in den Wissenschaften".

Gotthard Bechmann bietet im Rahmen des EUKLID-Studienganges am KIT die Vorlesung „Kritik und Krisis neuzeitlicher Wissenschaft und Technik in gesellschaftstheoretischer Perspektive II (Habermas und Luhmann)" an. Gemeinsam mit Vitaly Gorokhov hält er dort außerdem das Seminar „Vom sozialen und gesellschaftlichen Wandel akademischer Bildung und die Reform der Universität im Zeitalter der Globalisierung".

Christopher Coenen hält im Rahmen seines Lehrauftrages an der Freien Universität Berlin die Vorlesung „Technikfolgenabschätzung für die Politik". Im Rahmen der Ringvorlesung „Einsatzfelder der Zukunftsforschung – Einführung und Überblick" des Fachbereichs „Erziehungswissenschaft und Psychologie" behandelt der Vortrag das Feld der Technikfolgenabschätzung und Foresight für politische Institutionen.

Michael Decker führt – ebenfalls im Rahmen des EUKLID-Studiengangs am KIT - gemeinsam mit Torsten Fleischer das Seminar „Methodische Herausforderungen der Technikfolgenabschätzung am Beispiel Nanotechnologien" durch. Dabei werden insbesondere die aus Sicht der Technikfolgenabschätzung relevanten Herausforderungen von Nanotechnologien thematisiert.

Marc Dusseldorp hat im Rahmen des interdisziplinären Winterkollegs des Departments für Kunstwissenschaften an der Ludwigs-Maximilians-Universität in München einen Lehrauftrag. Er bietet dort das Seminar „$^{\text{Kunst}}\sqrt{}$Technologie: Künstlerische Perspektiven auf technologische Innovationen" an. Es wird gefragt, ob künstlerische Perspektiven auf neue Technologien einen spezifischen Beitrag zu einem kritischen Umgang mit diesen leisten, inwiefern sie über eine wissenschaftliche Beschäftigung mit neuen Technologien hinaus gehen und schließlich, welche Verbindungen zwischen beiden Herangehensweisen hergestellt werden könnten.

Vitaly Gorokhov hält am Institut für Philosophie des KIT und an der Staatlichen Lomonossow-Universität in Moskau (Philosophische Fakultät) die Vorlesung „Technikphilosophie und Technikgeschichte". Außerdem liest er an derselben Universität in Moskau zum Thema „Klassische Wissenschaft: Theorie und Geschichte". Im internationalen Kernforschungszentrum in Dubna (Russland) gibt er eine Veranstaltung für Doktoranden im Fachbereich Physik zum Thema „Geschichte und Philosophie der Wissenschaft".

Armin Grunwald hält im Rahmen des EUKLID-Studiengangs (Europäische Kultur- und Ideengeschichte) am KIT die Vorlesung „Einführung in die Praktische Philosophie". Gegenstand der Vorlesung sind Ansätze der Philosophischen Ethik und Grundfragen der Politischen Philosophie. Außerdem veranstaltet Armin Grunwald an der Universität Klagenfurt das Seminar „Nachhaltigkeitsforschung als transdisziplinäres Vorgehen". Lehrziel ist, den Teilnehmern einen Überblick über die grundlegenden Anforderungen an transdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung und deren methodische Probleme zu geben.

Helmut Lehn bietet am Geographischen Institut der Universität Heidelberg im Rahmen des Ethisch Philosophischen Grundlagenstudiums wieder die Veranstaltung „Wasser – elementare und strategische Ressource des 21. Jahrhunderts. Nachhaltiges Ressourcenmanagement als ethische Herausforderung" an.

Rolf Meyer trägt den Teil „Technology Assessment and Sustainable Development" zur Lehrveranstaltung „Risk Assessment, Biosafety and Patent Law" im Masterstudiengang „Agro-

biotechnology“ an der Justus-Liebig-Universität Gießen bei. Themenbereiche dieses Teils der Lehrveranstaltung sind TA Basics, TA Approaches, Sustainable Development, Case Study Assessment of Agricultural Technologies for Development sowie Case Study Technology Assessment of GM Plants.

Linda Nierling bietet gemeinsam mit PD Dr. Walter Jungmann im Studiengang Berufspädagogik an der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften im KIT das Hauptseminar „Aktuelle Themen der Arbeits- und Industriesoziologie“ an.

Liselotte Schebek bietet im Januar 2011 eine Blockvorlesung zum Thema „Stoffstromanalyse und Life Cycle Assessment“ an. Diese Vorlesung führt in systemtheoretische und modelltechnische Grundlagen der Stoffstromanalyse und des Life Cycle Assessments ein und findet am KIT-Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion statt.

Peter Wiedemann bietet die Lehrveranstaltung „Medizinische Risikokommunikation“ an der Universität Innsbruck an, die sich mit der Theorie und Praxis der Risikokommunikation im medizinischen Umfeld befasst. Vier Themen stehen im Mittelpunkt: (1) Information über und Erklärung von medizinischen Risiken, (2) Initiierung von Verhaltensänderungen und von Maßnahmen zur Risikovorsorge, (3) Notfallkommunikation sowie (4) Shared Decision Making und informierte Zustimmung von Patienten zu Therapievorschlägen.

« »

Neue Veröffentlichungen

Buchpublikation: Animal Enhancement – Neue technische Möglichkeiten und ethische Fragen

Die derzeit intensiv geführte Debatte über ethische Aspekte des „Human Enhancement“ wirft auch ein neues Licht auf die wissenschaftlich-technische „Verbesserung“ von Tieren. Zwar ist „Animal Enhancement“ in vielerlei Hinsicht ein altbekanntes Phänomen. Vor allem in der Landwirtschaft werden Tiere seit langem gezielt verbessert, und einige Tierversuche lassen sich gleichfalls so begreifen. Während aber die Debatte um „Human Enhancement“ stark von der Basisunterscheidung zwischen Heilen und Verbessern geprägt ist, ist diese Unterscheidung im Tierbereich weitgehend irrelevant. Durch aktuelle wissenschaftlich-technische Tendenzen ändern sich aber zumindest die Interventionstiefe und potenziell auch die ethische Bedeutung der Eingriffe. Als weltweit wohl erste Studie bietet dieses Buch einen breiten Überblick über Entwicklungen im Bereich der konvergierenden Technologien und Wissenschaften, die für „Animal Enhancement“ relevant sind, und diskutiert in diesem Zusammenhang zentrale ethische Fragen.

Bibliografische Angaben: Ferrari, A.; Coenen, Chr.; Grunwald, A.; Sauter, A.: Animal Enhancement – Neue technische Möglichkeiten und ethische Fragen. Bern: Bundesamt für Bauten und Logistik; Reihe: Beiträge zur Ethik und Biotechnologie Band 7; Herausgeber: Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie, 2010, 119 S., ISBN: 978-3-905782-06-6

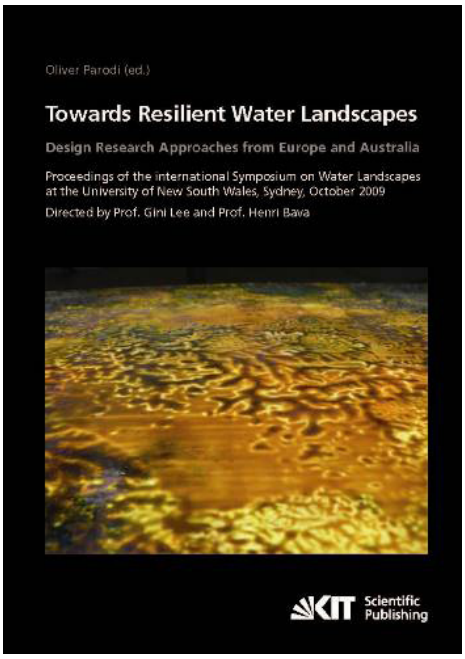
Das Buch steht als kostenfreier Download zur Verfügung: http://www.ekah.admin.ch/fileadmin/ekah-dateien/dokumentation/publikationen/EKAH_Animal_Enhancement_Inh_web_V19822.pdf.

KIT Scientific Report: Towards Resilient Water Landscapes

Gegenstand des Sammelbandes sind die architektonischen und technischen Gestaltungsmöglichkeiten von Wasserlandschaften, die immer rascheren klimatischen, technologischen, demografischen, ökologischen und kulturellen Wandlungen unterzogen sind. Die Beiträge der Autoren legen die Verflechtungen von Landschaften, von Infrastruktur und Ökologie, Städten und ländlichem Raum frei und liefern erste Hinweise zu einer nachhaltigen Gestaltung dieser. Die Erkenntnis, dass ein interdisziplinärer Ansatz zur Generierung adäquaten Wissens und neuer Lösungen hinsichtlich resilienter Wasserlandschaften von Nöten ist, untermauert diese Kooperation zwischen Wissenschaftlern und Planern des Karlsruher Instituts für Technologie (Institut „Entwerfen von Stadt und Landschaft“, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung), der Universität Kopenhagen (DK) und der Queensland University of Technology (AUS).

Bibliografische Angaben: Parodi, O. (Hg.): Towards Resilient Water Landscapes - Design Research Approaches from Europe and Australia. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, 2010, 130 S.

Das Buch steht als kostenfreier Download zur Verfügung: http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000016669



KIT Scientific Report: Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe

Die Treibhausgasbilanz ist eine wichtige aber nicht die ausschließliche Größe, an der sich die Förderungswürdigkeit von nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) für eine energetische und/oder stoffliche Nutzung bemessen lässt. Es war Zielsetzung dieser Kurzdarstellung, die wesentlichen Faktoren und Rahmenbedingungen darzustellen, die die Treibhausgasbilanz bei NaWaRo bestimmen. Hierbei sollte insbesondere auch auf bestehende Unsicherheiten und Verbesserungsmöglichkeiten hingewiesen werden, auch in Hinblick auf die zu präferierenden NaWaRo und die damit in Verbindung stehenden Nutzungsstrategien.

Bibliografische Angaben: Butterbach-Bahl, K.; Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G.; Kiese, R.: Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe. Eine wissenschaftliche Kurzdarstellung. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, Report 7556, 2010, 45 S.

Das Buch steht als kostenfreier Download zur Verfügung: http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2010/bua10a.pdf.

« »

TAB-NEWS

Zwei Jahrzehnte TAB

Viel Lob für den Jubilar

Der 20. Geburtstag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) war Anlass einer Festveranstaltung am 29. September 2010 im Paul-Löbe-Haus des Deutschen Bundestages mit mehr als 100 geladenen Gästen.

Eröffnet wurde die Veranstaltung vom Präsidenten des Deutschen Bundestages, Prof. Dr. Norbert Lammert. Er unterstrich die hohe Bedeutung des TAB als wissenschaftliche Beratungseinrichtung für den Bundestag und seine Ausschüsse. Auch in zwei weiteren Redebeiträgen sowie einer Podiumsdiskussion mit Parlamentariern und Wissenschaftlern wurde eine überaus positive Bilanz von 20 Jahren Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag gezogen.

Am nächsten Tag stand zu später Stunde eine Plenardebatte zur parlamentarischen Technikfolgenabschätzung im Deutschen Bundestag an. Die Vertreter der Fraktionen nahmen dabei nochmals die Gelegenheit wahr, die erfolgreiche Arbeit des TAB im Auftrag des Deutschen Bundestages zu würdigen.

Dass die für das TAB eingesetzten Gelder „eine lohnende Investition“ sind, ist im Übrigen das Fazit, das man jetzt in einem aktuellen Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) nachlesen kann (BT-Drs. 17/3010). Das Organisationsmodell der parlamentarischen Technikfolgenabschätzung – so wird konstatiert – ermögliche sowohl eine bedarfs- und adressatenorientierte wie auch eine „unabhängige und ausgewogene wissenschaftliche Politikberatung“. Die Technikfolgenabschätzung sei längst „in der Mitte des Parlaments“ angekommen, heißt es weiter. So nehme die Zahl der Anfragen nach wissenschaftlicher Beratung aus Ausschüssen und Fraktionen seit Jahren kontinuierlich zu. Der große Bedarf sei mit den jetzigen Strukturen und Mitteln nicht mehr zu decken. Deshalb beabsichtigen die Berichterstatter, sich für eine Erhöhung des „seit fast zwei Jahrzehnten unveränderten Haushaltssatzes“ einzusetzen.

Mittlerweile hat die Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN in einem Antrag („Technikfolgenabschätzung im Bundestag und in der Gesellschaft stärken“) gefordert, der Bundestag möge die Mittel für das TAB „angemessen“ aufstokken. Weitergehend sollen Technikfolgenabschätzung und unabhängige Begleitforschung als feste Bestandteile der öffentlichen Forschung ausgebaut werden (Drs. 17/3063).

Auch die Fraktion der SPD unterstreicht in einem Antrag („20 Jahre Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag – ein gelungenes Beispiel und internationales Modell für den Austausch von Wissenschaft und Politik“) die positiven Folgen der Berichte des TAB und den wachsenden Bedarf an TA. Das TAB sei ein richtungsweisendes Modell für eine parlamentarische Beratungseinrichtung in Informations- und Wissensgesellschaften des 21. Jahrhunderts. Insbesondere soll unter Bezugnahme auf die erfolgreiche Arbeit des TAB ein Ausbau der TA auch im Rahmen der europäischen Kooperation ermöglicht werden und die TA auch im 8. Forschungsrahmenprogramm einen hinreichend großen Raum bekommen (Drs. 17/3414).

Die Veranstaltung zum TAB-Geburtstag im Paul-Löbe-Haus ist als Video auf der Website des TAB (http://www.tab-beim-bundestag.de/de/aktuelles/20101006.html) und des Deutschen Bundestages nachvollziehbar. Dort sind auch die „TA-Bilanz“ des ABFTA, die Reden der Berichterstatter für TA, sowie die Anträge von BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und SPD abrufbar.

« »

Treffen des EPTA-Netzwerks in Kopenhagen

EPTA ist das Europäische Netzwerk der Technikfolgenabschätzung für Parlamente. Anfang November fand das jährliche Treffen der europäischen parlamentarischen Einrichtungen für Technikfolgenabschätzung (European Parliamentary Technology Assessment, EPTA) statt. Da Dänemark in diesem Jahr die EPTA-Präsidentschaft innehat, lud das dänische Parlament zusammen mit dem Teknologirådet (Danish Board of Technology) nach Kopenhagen ein. Das Treffen be-

stand wie jedes Jahr aus zwei parallelen Veranstaltungen, der Sitzung des EPTA-Councils, auf der das Netzwerk betreffende Themen im internen Kreis diskutiert und ggf. entschieden werden, sowie der öffentlichen EPTA-Konferenz.

Auf der Sitzung des EPTA-Councils wurde die Aufnahme des US Governmental Accountability Office (GAO) als assoziiertes EPTA-Mitglied vereinbart. Bis auf die Tatsache, dass das GAO seinen Sitz nicht in Europa, sondern in den Vereinigten Staaten hat, erfüllt es alle formalen Kriterien für eine EPTA-Vollmitgliedschaft. Da eine verstärkte internationale – möglichst globale – Kooperation der Technikfolgenabschätzung bereits seit Längerem im EPTA-Netzwerk diskutiert und auf breiter Basis befürwortet wird, ist die Aufnahme des GAO konsequent und könnte sich als Meilenstein in der weiteren Entwicklung von EPTA erweisen.

Einen breiten Raum auf der Sitzung des Councils nahm die Präsentation und Diskussion des EU-Projekts PACITA (Parliaments and Civil Society in Technology Assessment) ein, das von einem Konsortium von EPTA-Mitgliedern durchgeführt werden wird. Dessen Kernziel ist die Förderung der Idee parlamentarischer TA in Europa. Dazu 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. Auf diese Weise könnte das Projekt als Nukleus für die Vertiefung der Zusammenarbeit, die Nutzung von Synergien und nicht zuletzt für die Identifizierung neuer Partner, insbesondere in den osteuropäischen EU-Staaten, dienen.

Die Übergabe der EPTA-Präsidentschaft für das Jahr 2011 an Deutschland wurde vom EPTA-Council einmütig beschlossen.

Die diesjährige EPTA-Konferenz mit dem Titel „Routes to Sustainable Transport“ zielte darauf, den Stand der Diskussion und Umsetzung des Leitbilds „Nachhaltiger Verkehr“ in EPTA-Ländern im Überblick darzustellen. Im Mittelpunkt stand der Erfahrungs- und Ideenaustausch von Parlamentariern und europäischen Verkehrsfachleuten. Kernpunkte der Diskussion waren:

- Herausforderungen, Perspektiven und Entwicklungen von Politiken und Strategien für einen nachhaltigen Verkehr,
- Energienutzung im Verkehrssektor,
- technologische Optionen für einen CO_2-neutralen Verkehr,
- Aspekte der Landnutzung und Raumplanung sowie
- grenzüberschreitender Verkehr innerhalb Europas.

Die Konferenz wurde – passend zum Veranstaltungsort, dem Dänischen Parlament – im Format einer Parlamentsanhörung durchgeführt: In jeder thematischen Sektion gab es einen aktiven Dialog zwischen einem Panel besetzt mit Parlamentariern. Diese richteten Fragen an die vortragenden Verkehrsexperten, und in gemeinsamer Reflexion wurde ein tieferes Verständnis für die Herausforderungen und möglichen Lösungswege hinsichtlich eines nachhaltigeren Verkehrs entwickelt.

« »

TAB übernimmt EPTA-Präsidentschaft 2011

2011 wird das TAB die EPTA-Präsidentschaft übernehmen. Die Präsidentschaft rotiert im jährlichen Turnus unter den EPTA-Vollmitgliedern. Das letzte Mal war das TAB im Jahr 2000 damit betraut. Eine der Hauptaufgaben der EPTA-Präsidentschaft ist die Organisation der internationalen EPTA-Herbstkonferenz. Die Vorsitzende des Bundestagsausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, Ulla Burchardt, sowie der Leiter des TAB, Prof. Dr. Armin Grunwald, freuen sich darauf, Parlamentarier, Wissenschaftler und die interessierte Öffentlichkeit zu dieser Konferenz in einem Jahr in Berlin begrüßen zu dürfen.

Zurzeit hat EPTA 14 Voll- und 5 assoziierte Mitglieder. Gegründet im Jahr 1990 hat das Netzwerk zum Ziel, den Erfahrungsaustausch und die internationale Kooperation von Einrichtungen zu befördern, die für Parlamente in Europa Technikfolgenabschätzung als wissenschaftliche Beratungsleistung für politische Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse erbringen.

Neue Themen für das TAB

Nach intensiven Diskussionen wurde vom zuständigen Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) eine erste Staffel mit 13 Themen für die 17. Legislaturperiode beschlossen. Das TAB startet zeitlich versetzt mit der Bearbeitung der folgenden Projekte:

- Ökologischer Landbau und Biomasse
- Anwendungspotenziale der Erdfernerkundung in Entwicklungsländern
- Zukunft der Automobilindustrie
- Elektromobilindustrie
- Technischer Fortschritt im Gesundheitswesen
- Roh- und Werkstoffe
- Nachhaltigkeit und Parlamente
- Lastfolgefähigkeit deutscher Kernkraftwerke
- Weiße Biotechnologie
- Moderne Stromnetze und intelligente Technologien
- Synthetische Biologie
- Postdienste und IKT
- Geoengineering

Die ersten Projekte wurden bereits mit der Vergabe von Gutachten zu einzelnen projektspezifischen Fragestellungen begonnen.

« »

Großes Interesse für „Elektronische Petitionen“

Nachdem die Hansestadt und das Land Bremen zum Jahresbeginn öffentliche E-Petitionen nach dem Vorbild des Deutschen Bundestages eingeführt hatten, steht dies nun auch im Bundesland Rheinland-Pfalz auf der Tagesordnung. Auf einer Anhörung des Petitionsausschusses des Landtags in Mainz am 5. Oktober 2010 konnte Ulrich Riehm vom TAB über Ergebnisse aus dem laufenden TA-Projekt „Modernisierung des Petitionswesens in Europa“ berichten, wobei insbesondere seine Einschätzung der Öffentlichen Petitionen des Deutschen Bundestages interessierte. Zum gleichen Thema wurde Ulrich Riehm zur „Tagung der Vorsitzenden und stellvertretenden Vorsitzenden der Petitionsausschüsse des Bundes und der Länder mit den Bürgerbeauftragten aus der Bundesrepublik Deutschland und dem deutschsprachigen Raum Europas“ am 27. September 2010 nach Schwerin eingeladen. Im Mittelpunkt einer lebhaften Diskussion standen die geringen Zulassungsquoten für Öffentliche Petitionen an den Deutschen Bundestag sowie die Erfahrungen mit den Onlineforen zur Diskussion Öffentlicher Petitionen. Auch im Süden der Republik wird das Thema diskutiert. Die Hanns-Seidel-Stiftung führte in Kooperation mit „Mehr Demokratie e.V.“ am 16. November 2010 in München eine Expertentagung zum Thema „Öffentliche Petitionen und Volksinitiative“ durch, zu der der Leiter des TAB-Projekts Ulrich Riehm ebenfalls eingeladen wurde.

« »

„Fortpflanzungsmedizin“ – hochaktuelles Thema im Ausschuss

Vor dem Hintergrund der aktuellen Debatten zur Präimplantationsdiagnostik (PID) in Öffentlichkeit und Politik hatte der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) beschlossen, die Präsentation der Ergebnisse des Endberichts zum TA-Projekt „Fortpflanzungsmedizin – Rahmenbedingungen, wissenschaftlich-technische Fortschritte und Folgen“ am 27. Oktober 2010 im Rahmen einer öffentlichen Ausschusssitzung durchzuführen. An der zweistündigen Veranstaltung nahmen – neben den Ausschussmitgliedern – zahlreiche Interessierte aus den Fraktionen, Ministerien, der Fachöffentlichkeit sowie Medienvertreter teil. Dass der Bericht des TAB zum jetzigen Zeitpunkt und somit „hochaktuell auch vor dem Hintergrund des Urteils des Bundesgerichtshofs zur Strafbarkeit der PID sowie der jüngst ergangenen Entscheidungen des Europäischen Gerichtshofs für Menschenrechte zur Anwendung der reproduktionsmedizinischen Techniken“ – so die Ausschussvorsitzende Ulla Burchardt – präsentiert werden konnte, bezeichneten die Vertreter aller Fraktionen als „Punktlandung“.

Die von Bärbel Hüsing und Christoph Revermann ausführlich vorgetragen Ergebnisse des Projekts führten zu vielen und sehr interessierten Fragen der Abgeordneten. Der ABFTA beschloss

die Abnahme des Berichts und die Veröffentlichung als Bundestagsdrucksache. Vermutlich noch in diesem Jahr wird der Bericht zudem als TAB-Arbeitsbericht Nr. 139 in gedruckter Version vorliegen. Am 8. November 2010 konnten der Bericht – sowie ergänzend erstellte Recherche-ergebnisse zum Themenfeld „PID" – auch in der eigens anberaumten Sitzung der AG „Biotechnologie und Bioethik" der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, an der etwa 25 Abgeordnete und Fraktionsangestellte teilnahmen, vorgestellt und intensiv diskutiert werden. Weitere Diskussionsrunden in anderen Ausschüssen und auch Fraktionen werden folgen.

« »

TAB-Berichte im Bundestag

Die TAB-Arbeitsberichte Nr. 98 „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Ziele, Maßnahmen, Wirkungen" und Nr. 131 „Ubiquitäres Computing" wurden im Juni 2010 abschließend beraten und zur Kenntnis genommen. Der Bericht Nr. 133 „Blockaden bei der Etablierung neuer Schlüsseltechnologien" ist als Bundestagsdrucksache Nr. 17/2000 erschienen. Ohne Präsentation abgenommen wurden im Juni 2010 die TAB-Berichte Nr. 134 „Medizintechnische Innovationen – Herausforderungen für die Forschungs-, Gesundheits- und Wirtschaftspolitik" und Nr. 135 „Stand und Bedingungen klinischer Forschung in Deutschland und im Vergleich zu anderen Ländern unter besonderer Berücksichtigung nichtkommerzieller Studien" sowie im November 2010 der TAB-Arbeitsbericht Nr. 136 „Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen". Alle drei Berichte werden als Bundestagsdrucksache veröffentlicht und in die Ausschussberatungen eingehen.

« »

Neue Veröffentlichung

TAB-Arbeitsbericht Nr. 134 „Medizintechnische Innovationen – Herausforderungen für die Forschungs-, Gesundheits- und Wirtschaftspolitik" (Dezember 2009; Verfasser: Ralf Lindner, Michael Nusser, Ann Zimmermann, Juliane Hartig, Bärbel Hüsing)

Die Medizintechnikbranche zeichnet sich durch ausgeprägte Innovationskraft, hohe Wissensintensität und gesellschaftliche Relevanz aufgrund ihrer Beiträge zur Gesundheitsversorgung der Bevölkerung aus. Sie gilt in Deutschland als Zukunftsbranche, ist in vielen Bereichen international herausragend und nimmt neben den USA und Japan einen führenden Platz auf dem Weltmarkt ein. Trotz dieser günstigen Ausgangsposition steht die Branche vor einer Reihe von Herausforderungen, die sich aus größerem internationalen Wettbewerb, Internationalisierung der Produktions- und Vertriebsstrukturen und sich verändernden Bedingungen im Gesundheitswesen ergeben.

Ziel des im Auftrag des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung durchgeführten Politik-Benchmarkings war es, aus gesundheits- und wirtschaftspolitischen Zielsetzungen und Strategien Anforderungen an die Forschungspolitik abzuleiten und Mechanismen, Prozeduren und Instrumente zu identifizieren, mit denen mögliche Zielkonflikte aufgelöst und Synergien ausgenutzt werden könnten. Der jetzt verfügbare TAB-Arbeitsbericht stellt die Situation in Großbritannien und in der Schweiz als zwei *Good-Practice-Beispiele* vor, die für erfolgreiche Medizintechnik und deren Förderung bekannt sind, und prüft, inwieweit eine Übertragbarkeit auf die Verhältnisse in Deutschland möglich ist. Aufbauend auf diesen Analysen werden aus forschungspolitischer Sicht Handlungsoptionen für eine erfolgreiche Innovationspolitik in der Medizintechnik in Deutschland entwickelt. Diese werden zugeschnitten auf Forschungsförderung und Innovationspolitik, auf die Thematik der Marktzulassung sowie die Möglichkeiten, kleine und mittelständische Unternehmen in ihrer Kooperationsfähigkeit zu stärken.

Das Druckexemplar des TAB-Arbeitsberichts Nr. 134 kann beim TAB-Sekretariat (E-Mail: buero@tab-beim-bundestag.de; Fax: +49 (0) 30 / 2 84 91 - 1 19) angefordert werden. In Kürze wird der Bericht als pdf-Datei unter http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab134.pdf abrufbar sein.

(Katrin Gerlinger)

« »

STOA-NEWS

During October and November a whole set of interim reports on running STOA projects carried out by ETAG have been completed and forwarded to the STOA Panel. Abstracts of the reports are given below.

The monitoring report "Making Perfect Life" was the preparatory document for a Conference held at the European Parliament on 10 November 10. An impression of the debates and the outcome of the conference was given in a press release by the Rathenau Institute after the Conference.

Conference "Making Perfect Life"

EU needs to regulate new body and brain interventions and life-like technologies

Bio-engineering is changing our lives fast

by Robert Slagter, journalist, Enschede

Bio-engineering is developing at such a pace that the EU needs to reconsider and possibly reform its current regulatory frameworks to prevent many new ethical and political dilemmas. Also, scientists need to take more responsibility for the political and social consequences of discoveries such as synthetic living cells and smart implants. With scientific barriers falling away rapidly between material and life sciences, it is hard to predict where bio-engineering will take humanity in the 21st century.

The conference *Making Perfect Life* held in Brussels on 10 November 10, organized by the Rathenau Institute on behalf of STOA with the support of the ETAG partners ITAS, ITA and ISI, was both an inspiring and dazzling experience for the 120 policy makers, natural and social scientists who participated. "It is clear we have an abundance of scientific and political challenges ahead," MEP and STOA Panel Member Vittorio Prodi said in his concluding remarks. "We are living in an era of change where we really need to think ahead in order to protect human dignity."

The picture emerging from the panel discussions and presentations was that of a wave of new bio-engineering developments in the coming decades, which will have serious impact on European states and its citizens. "The bio-debate used to be about biotechnical developments such as cloning and genetic modification. But the research for the Making Perfect Life project shows we now see revolutionary steps being taken in four bio-engineering domains: the body, the brain, intelligent artifacts and living artifacts, which each raise many bio-ethical questions," Rinie van Est of the Rathenau Instituut said in his introductory statement.

In this new millennium, the boundaries between biology and technology are disappearing quickly, van Est indicated. "We are living in an age where we can produce living artifacts through synthetic biology. We can make artificial heart valves, and we can stimulate the brain to reduce the tremor of Parkinson disease or even relieve patients from their obsessive compulsive behavior."

1 Technology more Intimate

The regulatory and moral consequences of these new interventions in the human body need to be addressed, as well as the creation of life through artifacts. What will be the effect on human dignity? And shouldn't European regulations be updated? Van Est: "Do we have the right safety rules for interventions in the brain which are not pharmaceuticals? How will robots, such as the current remote use of armed Unmanned Military Aerial Vehicles, influence the ethics of war? And what about our genetic and mental privacy? Technology is becoming very intimate: these issues need to be addressed by the European Commission."

And policy makers should act soon, as bio-engineering is expanding quickly and the possibilities seem to be limitless. The amount of stem cell trials for regenerative medicine has exploded over the last decade: from 50 in 2003 to over 2250 in 2010. Especially in China and the United States the commercialization of the sector has gone quickly.

"It is difficult to keep up with all the developments, as the pace is very high. We are in a very elastic space," Stephen Minger of GE Healthcare said. "The technology is there to grow cells on a large scale in the future. This means we will be able to replace all human cells affected by

disease. The question then is: where to draw the line? Do we have 'quality of life' when we can become 120 or 150 years old?"

Another serious issue connected to new bio-engineering possibilities, is the lack of knowledge of the long term consequences of transplanting stem cells, as the behavior of these cells is still very unpredictable. "We should put a question mark behind 'Making Perfect Life', as we don't know yet if medicine is able to translate the new inventions into perfect products," social scientist Andrew Webster warned. "Pharmaceutical companies don't know yet in which innovation they should invest."

2 Gap between Experts and Public

The conference discussions made clear that European policy makers need to monitor the diverse set of bio-engineering developments more closely to timely develop effective regulation policies. They need to look beyond established forms of bio-engineering such as genetic modification and stem-cell research, and focus on the engineering of the brain and intelligent artifacts. The convergence of emerging technologies demand a more anticipatory type of governance.

Also, the general public needs to be informed much better. The gap between the experts and the civil society is too big. "Our personal privacy is very much affected by modern technology," law expert Judit Sandor said. "People feel they lose control over information that belongs to them. The public trust here is very fragile."

Philosopher Roger Strand pointed out there are great issues at stake, as synthetic biology and robotics pose huge safety threats to both the individual and the global community. "We are sitting here calmly and having a casual discussion, but we may have robot wars taking place in the near future. We think we can regulate and control these scientific developments, but the question is: who will decide on the European future? Bio-engineering is part of a wider mega trend on a global level. We need to realize that the purpose of science is not for the sake of knowledge itself, but for maintaining the economic system. We need to think over the risks and uncertainties which are involved here."

Malcolm Harbour, MEP and STOA vice chairman, reiterated the many challenges which lie ahead for European policy makers. "I have never been to a session with so many uncertainties for the future on the table. Clearly, there is much work to do. It will take another decade of monitoring the long term effects of stem cell use in new pharmaceutical products before we know more. At the same time, when we discuss the issues of prolonging human life, the question remains: how far do we want to go?"

« »

New STOA Project Reports

Monitoring Report: "Making *Perfect* Life - Bio-engineering (in) the 21st Century"

The monitoring report *Making Perfect Life: Bio-engineering (in) the 21st Century* is the result of the second phase of the STOA-project "Making Perfect Life". The document provided input for a conference which involved both Members of the European Parliament (MEPs) as well as other experts and was held on 10 November 2010 at the European Parliament in Brussels (see above). The report focusses on the literature review and preliminary research that was done during the first phase of the project, which ran from September to November 2009 and led to an interim study, which was instrumental in defining the research focus of the monitoring phase. The Monitoring report presents the state of the art of four domains of bio-engineering: engineering of living artefacts, engineering of the body, engineering of the brain, and engineering of intelligent artefacts. Moreover, the study depicts the relevance of each of these four engineering fields within the European Framework Programme, and it provides an overview of the various social and ethical issues that relate to the further development of these fields.

ETAG partners involved: Rathenau Institute, The Hague (lead), Fraunhofer-ISI, Karlsruhe, Institute for Technology Assessment, Vienna, ITAS, Karlsruhe

Contact: Rinie van Est, Rathenau Institute (q.vanest@rathenau.nl)

Technology Options in Urban Transport: Changing Paradigms and Promising Innovation Pathways

The interim report of the STOA-project "Technology Options in Urban Transport: Changing Paradigms and Promising Innovation Pathways" describes technology options and mobility services, which are, or might become, relevant for urban transport systems and, thus, will become relevant for a transition to more sustainable urban transport. The report also looks at impacts, challenges and visions related to these technologies and concepts. In doing so, it is setting the focus on the supply side of the transport system.

The report gives an overview on alternative fuels (biofuels, battery electric vehicles, hybrids, natural gas, autogas and hydrogen with fuels cells). It touches upon the controversies related to availability and efficiency of the different fuel-propulsion systems and it will try to contribute to transparency in this field. A second field under consideration is Information and Communication (ICT) infrastructure, namely the network that connects electronic devices such as phones and computers to the internet and each other, which has become of utmost importance for the design of transport systems. In addition to these technological developments, new emerging business concepts that are both enabled by new technologies and are themselves enablers for technological advancement are in the focus of the report. In particular, the development of ICT technologies supports new concepts and business models for "individualised collective" forms of transport, such as car sharing, car-pooling or bike-sharing.

Visions, paradigms (or "Leitbilder") are a central element of transport planning and play a significant role for the improvement of urban transport systems. They present the strategic direction for future developments by providing principles and guidelines. The report illustrates some examples on how European cities anticipate and plan future developments in transport.

ETAG Partners involved: ITAS, Karlsruhe (lead), Danish Board of Technology, Copenhagen

Contact: Jens Schippl, ITAS (jens.schippl@kit.edu)

E-Democracy in Europe – Prospects of Internet-based Political Participation

In-depth Examination of three selected Areas

The second interim report of the STOA-project "E-Democracy – Technical possibilities of the use of electronic voting and other Internet tools in Europe" addresses three central dimensions of E-Democracy, which are E-Public, E-Participation, and E-Voting. In the E-public part of this report it is argued that the internet can help to generate a European public although the issues discussed on the internet show a strong specialisation. This specialisation goes hand in hand with a fragmented rather than a uniform and broadly informed audience. However, this fragmented audience is a transnational audience nonetheless. It can be said that issues emerging on or supported by the internet can in many respects be regarded as elements of a European public opinion.

In the E-participation part of the report it is shown that there are many examples of how the internet can be used to enhance participation in political processes, including E-consultations and E-petitions. The examples included top-down initiatives to enhance participation as well as bottom-up approaches, where citizens were mobilised and have organised their request over the Internet. Especially for the different forms of bottom-up initiated E-participation it remains unclear, whether and how these forms become relevant for political decision-making.

In the E-Voting paper technical, legal and procedural prerequisites which need to be fulfilled before elections over the internet become possible are analysed. The expectation that E-voting increases voter turnout because the process of voting is more convenient could not be confirmed. Instead, the new technology builds up new barriers for voting. The development of an adequate technical infrastructure for E-voting as well as the generation of trust in E-voting by the population seem to be tasks which need political dedication and require a longer time-horizon.

ETAG Partners involved: Fraunhofer-ISI, Karlsruhe (lead), Institute for Technology Assessment, Vienna, ITAS, Karlsruhe

Contact: Bernd Beckert, ISI (bernd.beckert@isi.fraunhofer.de)

Nano*Safety* – Risk Governance of Manufactured Nanoparticles

The Nano*Safety* project deals with the governance of the potential environmental, health and safety (EHS) risks of manufactured nanoparticles. Because of great uncertainties regarding their actual health and environmental effects and numerous methodological challenges to established risk assessment procedures (definitions, toxicology, exposure and hazard assessments, life cycle assessment, analytics, and others), risk appraisal and risk management of manufactured particulate nanomaterials (MPN) are confronted with serious challenges. At the same time, precautionary regulatory action with regard to MPN is demanded by a number of stakeholders and parts of the general public. Regulation under uncertainty raises fundamental political questions of how lawmakers should regulate risk in the face of such uncertainty. To explore this issue in greater detail, the project focuses on two important perspectives of regulation: Risk management strategies for MPN as discussed or proposed for the EU or its member states, and risk communication problems and needs for EHS risks of MPN. The interim report concludes phase two of the project. It provides an executive overview of the state of research on potential EHS risks of manufactured particulate nanomaterials, including risk assessment for MPN and the limitations it is currently facing. It also discusses the role of definitions in regulatory debates, delivers a cursory synopsis of the relevant definition proposals in policy papers and pieces of legislation in the EU context and elaborates on an appropriate legal definition of MPN. The report gives a brief review of regulatory activities regarding MPN at the European level, discusses advantages and limitation of selected regulatory instruments and presents first ideas for options for parliamentary action.

Contact: Torsten Fleischer, ITAS
(torsten.fleischer@kit.edu)

« »

Informationen zum ITAS

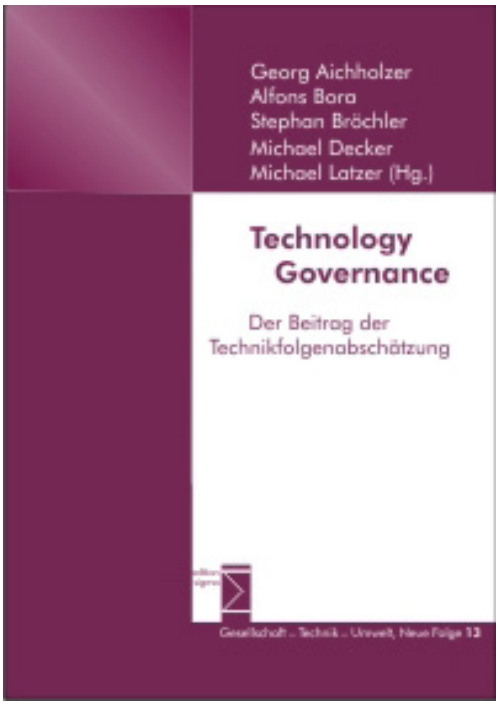
Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie erarbeitet und vermittelt Wissen über die Folgen menschlichen Handelns und ihre Bewertung in Bezug auf die Entwicklung und den Einsatz von neuen Technologien. Alternative Handlungs- und Gestaltungsoptionen 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.

Tagungsband zur NTA3 erschienen

Die 3. Konferenz des Netzwerks Technikfolgenabschätzung (NTA3) fand 2008 unter dem Titel „Technology Governance: Der Beitrag der Technikfolgenabschätzung“ in Wien statt. Im Begriff „Technology Governance“ spiegelt sich ein geändertes Verständnis der Steuerbarkeit technischen Wandels und der Beschaffenheit von Regelungsstrukturen, in denen öffentliche und private Akteure zusammenwirken. Technikfolgenabschätzung (TA) behauptet sich im Governance-Prozess als wissenschaftliches Reflexionselement und strategische Wissensressource. Im Kern versucht TA, Chancen und Risiken neuer Technologien auszuloten sowie auf Entwicklung und Anwendung zum größtmöglichen gesellschaftlichen Nutzen einzuwirken. Die wachsende Bedeutung technischer Innovationen im globalen Wettbewerb verstärkt den Bedarf an Folgenwissen und damit an TA. Umso dringlicher ist es, sich ihrer geeigneten Ausrichtung und Ausstattung für effektive Beiträge zur Governance technologischer Entwicklungen und für erfolgreiche Problemlösungen zu vergewissern.

Dieser Tagungsband bietet Ansätze zu einer Reflexion von Voraussetzungen und Reichweite der TA aus einer Governance-Perspektive, u. a. mit Blick auf verschiedene TA-Konzepte, mögliche Funktionen und Fragen des Timings von TA im Governance-Prozess sowie eine Analyse von Mikrostrukturen der Innovationsgestaltung. Die Beiträge nehmen exemplarisch Bezug auf zahlreiche kontrovers diskutierte Technisierungsprozesse der Gegenwart.

Bibliografische Angaben: G. Aichholzer, A. Bora, St. Bröchler, M. Decker, M. Latzer, (Hg.): Technology Governance. Der Beitrag der Technikfolgenabschätzung. Reihe: Gesellschaft – Technik – Umwelt. Neue Folge 13. ISBN 978-3-89404-943-0, 2010, 379 S., € 27,90



« »

NTA4-Konferenz führt die TA-Community nach Berlin

Die NTA4 fand vom 24. bis 26. November 2010 in der Neuen Mälzerei in Berlin statt. Unter dem Titel „Der Systemblick auf Innovation – Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung“ wurden 36 Vorträge gehalten, die nach einem Call for papers eingereicht worden waren. Eine Postersession mit insgesamt 24 Postern und eine Plenarveranstaltung mit eingeladenen Vorträgen aus Wissenschaft, Politik und Industrie rundeten das Programm ab.

Eröffnet wurde die NTA4 mit einer Podiumsdiskussion zum Thema „Parlamentarische Technikfolgenabschätzung“ anlässlich des 20-jährigen Bestehens des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) mit Vertretern aus Wissenschaft und Politik. Auf dem Podium waren neben dem stellvertretenden TAB-Leiter Thomas Petermann, Wolf-Michael Catenhusen, bis 2005 Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung,

Ulla Burchardt, SPD-Politikerin, MdB und Vorsitzende des Forschungsausschusses des Deutschen Bundestages, und Wolfgang van den Daele, bis 2007 Mitglied des deutschen Ethikrates.

Mit knapp 150 Anmeldungen war die NTA4 komplett ausgebucht. Gefördert wurde die Konferenz vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Als Organisator fungierte das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), gemeinsam 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). Die Beiträge der NTA4 werden in gewohnter Form bei Edition Sigma Berlin veröffentlicht. Ein ausführlicher Tagungsbericht zur NTA4 erscheint in der ersten Ausgabe der TATuP in 2011.

« »

Jahrestreffen: Mitgliederzahl und Engagement in Arbeitsgruppen wächst

Unmittelbar vor der 4. Konferenz des Netzwerks TA fand am 24. November 2010 in der Neuen Mälzerei des Umweltforums Berlin das Jahrestreffen des Netzwerks statt. Ca. 50 Netzwerk-Mitglieder hatten sich eingefunden, um sich über die Aktivitäten der Arbeitsgruppen des NTA zu informieren. Für die AG Governance berichtete Petra Schaper-Rinkel (AIT Wien), für die neu zu gründende Arbeitsgruppe TA und Wirtschaft machte Petra Wächter (ITA Wien) Werbung und Michael Nentwich, ebenfalls ITA Wien, lud ein, an den Wikipedia-Seiten zum Thema „Technikfolgenabschätzung“ mit zu schreiben. Er berichtete außerdem von ähnlichen Aktivitäten des EPTA-Netzwerks (European Parliamentary Technology Assessment) zu der englisch-sprachigen TA Seite. Ulrich Riehm (ITAS und TAB) trug für die IuK-AG des Netzwerks vor, welche sowohl die notwendigen Dienstleistungen für die Webseite, die Email-Liste und die Mitgliederverzeichnisse erbringt als auch einen DFG-Antrag für ein TA-Fachportal auf den Weg gebracht hat. Dieser soll, nachdem ein Vorgespräch mit der DFG bereits erfolgte, in erweiterter Form zeitnah eingereicht werden. Darüber hinaus wusste Ulrich Riehm von einer gesunden Entwicklung der Mitgliederzahlen des NTA zu berichten, sowie über eine rege und v. a. durch viele verschiedene Autorinnen und Autoren getragene Email-Liste.

Abgerundet wurde dieser Berichtsteil vom Bericht des Koordinationsteams, vorgetragen von Björn Ludwig (Zukunftszentrum Tirol). Er stellte die, bei der Mitgliederumfrage anlässlich des fünfjährigen Bestehens des NTA auf den Prüfstand gestellten, Ziele des Netzwerks in modifizierter Form zur Diskussion. Diese neue Formulierung der Ziele des Netzwerks soll zeitnah, nach einer Diskussion im Netzwerk, auf der Webseite des NTA dargestellt werden. Eine Anregung aus der Mitgliederumfrage wurde in der zweiten Hälfte des Netzwerktreffens umgesetzt. Mit den NTA-Konferenzen sollte die Möglichkeit verbunden sein, zu konkreten TA-Themen Anregungen aus dem Netzwerk bekommen zu können. Auf dem Marktplatz „Was beschäftigt mich gerade in der TA“ konnten Themen genannt werden, zu denen man sich gerne einmal mit anderen Mitgliedern des Netzwerks austauschen möchte. Unter dem Tagesordnungspunkt „Verschiedenes“ wurde zum einen zur TA’11 nach Wien eingeladen und der Vorschlag unterbreitet, einen Dissertationspreis für Arbeiten im Themenfeld der TA auszuloben. Es wurde vereinbart, dass die TRANSDISS-Gruppe ein Konzept für einen solchen Preis erarbeiten soll, welches dann im Netzwerk diskutiert werden kann.

(Michael Decker)

« »

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/veranstaltung/inhalt.htm).

11.–12.2.2011	Workshop **Werkzeug – Denkzeug ... Transmedialität kreativer Prozesse** Lehrstuhl für Bildnerische Gestaltung der RWTH Aachen Kontakt: Hannah Groniger, E-Mail: groninger@big.arch.rwath-aachen.de	Aachen (DE)
8.–9.4.2011	Workshop **Visualisierung von Wissen und Bilder des Sozialen: Soziale Praktiken, Herstellungsprozesse und Deutungen** Sektion Wissenssoziologie und des Fachgebiets Allgemeine Soziologie der TU Berlin http://www.itas.fzk.de/veranstaltung/CallVisualisierung.pdf Kontakt: René Tuma, E-Mail: Rene.Tuma@tu-berlin.de	Berlin (DE)
2.–3.5.2011	10th IAS-STS Annual Conference **Critical Issues in Science and Technology Studies** Institute for Advanced Studies on Science, Technology and Society (IAS-STS) IFZ- Inter-University Research Centre for Technology, Work and Culture http://www.ifz.tugraz.at/index_en.php/article/articleview/2070/1/74/	Graz (AT)
12.–13.5.2011	The 4th International Seville Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA) **FTA and Grand Societal Challenges – Shaping and Driving Structural and Systemic Transformations** Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) European Commission - Joint Research Centre (JRC) http://foresight.jrc.ec.europa.eu/fta_2011/intro.html	Seville (ES)
19.–20.5.2011	Second Forum Innovation in Governance **Knowing governance – The making of governance knowledge and the transformation of politics** The Innovation in Governance Research Group at the Technische Universität Berlin http://www.itas.fzk.de/veranstaltung/Second-Forum-CfP-101117.pdf Contact: Jan-Peter Voß, email: jan.peter-voss@tu-berlin.de; or Nina Amelung, email: amelung@ztg.tu-berlin.de	Berlin (DE)
7.–10.6.2011	6th International Conference (ISIE 2011) **Science, Systems and Sustainability** The International Society for Industrial Ecology (ISIE) http://isie2011.berkeley.edu/index.html	Berkeley, CA (US)
9.6.2011	**Doctoral Conference on TA** Universidade Nova de Lisboa, Campus of Caparica Contact: Prof. Antonio Moniz; email: abm@fct.unl.pt	Caparica (PT)
20.6.2011	Elfte österreichische TA-Konferenz (TA'11) **Partizipation in Technikfragen – Legitime Hoffnung oder bloße Illusion?** Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) http://www.oeaw.ac.at/ita/ta11/ Call: http://www.oeaw.ac.at/ita/ta11/CallTA11.pdf	Wien (AT)

IMPRESSUM

Herausgeber:
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse (ITAS)
Campus Nord
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

TATuP-Beiträge können mit Quellenangabe frei nachgedruckt werden. Eine kommerzielle Verwertung von TATuP-Beiträgen kann nur nach Absprache mit der Redaktion gestattet werden.

Die *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* erhalten Sie kostenlos bei der Redaktion.
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.
Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier.

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