Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Technikfolgen-abschätzung und Systemanalyse

TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG
Theorie und Praxis

24. Jahrgang, Heft 3 – Dezember 2015

Editorial 3

Schwerpunkt

Energiespeicher für Energiewende und Elektromobilität. Entwicklungen, Herausforderungen und systemische Analysen

M. Weil, J. Tübke: Einführung in den Schwerpunkt 4

D. Oertel, D. Messling, M. Fichtner: Entwicklung der nächsten Speichergeneration für mobile und stationäre Anwendungen. Das Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung 10

M. Weil, J. Peters, M. Baumann, H. Dura, B. Zimmermann: Elektrochemische Energiespeicher für mobile Anwendungen im Fokus der Systemanalyse 20

J. Tübke, J. Noack, L. Wietschel: Stand und Perspektiven von Redox-Flow-Batterien als stationäre Speicherlösungen 29

B. Droste-Franke: Energiespeicher und alternative Energieausgleichsoptionen aus diversen systemischen Perspektiven 40

Chr. Brunner, B. Heyder: Speicher im Stromsystem der Energiewende. Eine Flexibilitätsoption im Wettbewerb 52

R. Rezania: System-based Integration of Electric Vehicles in an Electricity System 62

W. Widmann, M. Roner, R. Weidner: Gemeindebeteiligung als Schlüssel für regionale Akzeptanz. Das Beispiel des Stollenspeicher-Wasserkraftwerkes Stanzertal 73

TATUP Labor

C. Priefer, J. Hahn, A. Gutting: technik.kontrovers – ITAS öffnet seine Türen für die Karlsruher Öffentlichkeit 82

TA-Projekte

Th. Pfister, S. Glück: Epistemische Governance für nachhaltige Energietransformationen. Vorstellung des Projekts EnergyCultures 84

D. Scheer: Bioökonomie als soziotechnische Gestaltungsaufgabe. Anforderungen für eine „Good Governance“ 88

Fortsetzung Seite 2

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses

Diskussionsforum	*K. Böhle*: Desorientierung der TA oder Orientierungsgewinn? Einige Anmerkungen zum Vorschlag, die TA hermeneutisch zu erweitern	91
	M. Steierwald: English Stammer. Eine Polemik in 12 Bildern	97
	M. Almeida: Parliamentary TA in Portugal – A Comparative Analysis of Two Models	102
TA-Institution	*I. Chernikova, A. Grunwald, E. Seredkina*: Neue Impulse auf dem Weg zu einem TA-Netzwerk in Russland	109
Rezensionen	*J.C. Schmidt*: Das Andere der Natur: Neue Wege zur Naturphilosophie (Rezension von D. Frank)	115
	M. Gross, R. Mautz: Renewable Energies (Rezension von Chr. Büscher)	118
Tagungsberichte	TA'15-Jahrestagung „Zukunft, Macht, Technik", Institut für Technikfolgen-Abschätzung an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Wien, Österreich, 1. Juni 2015) (von U. Bechtold, D. Fuchs, N. Gudowsky)	121
	Planning, Prediction, Scenarios – Using Simulations and Maps. Jahrestagung der EA European Academy of Technology and Innovation Assessment (Bonn, 11.–12. Mai 2015) (von M. Deschauer)	125
	EURAM'15 – Uncertainty is a Great Opportunity (Warschau, Polen, 17.–20. Juni 2015) (von K. Bolz)	128
	„Bürgerdialog Standortsuche für hoch radioaktive Abfallstoffe" der Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe und „Atommüll ohne Ende, Teil 2" der Bürgerinitiative Lüchow-Dannenberg und .ausgestrahlt e.V. (Berlin, 20. Juni 2015) (von Y. Kühl, F. Wittstock, N. Wulf)	132
	Summer School „degrowth konkret: Klimagerechtigkeit" (Braunkohlerevier, 9.–14. August 2015) (von B. Best, G. Kobiela)	136
	Fachgespräch des Bundestagsausschusses „Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung" zum Thema „Stand und Perspektiven der Wissenschaftskommunikation" (Berlin, 14. Oktober 2015) (von M.-D. Weitze)	140
Nachrufe	Fritz Gloede	143
	Ladislav Tondl	144
ITAS News		145
TAB News		149
NTA News		151
Impressum		154

EDITORIAL

Wenn aus *Raider Twix* oder aus dem *Käfer* ein *Beetle* wird, spricht man von einem Relaunch. Das englische Wort für „Neustart“ wird auch verwendet, wenn der Web-Auftritt einer Firma oder einer Institution überarbeitet wurde und dieser dann mit neuen Funktionen und einem aufgefrischten Layout wieder an den Start geht. Bis es soweit ist, wird geplant und überlegt, getestet und verworfen, nachgehakt und verglichen, kurz: Ein Relaunch ist ein Prozess, an dessen Anfang die Erkenntnis steht, dass es einen Grund zum Relaunch eines Produkts gibt, es sich „lohnt“, umzugestalten und etwas Neues zu wagen. Unser Produkt heißt *TATuP* und wir sind seit einiger Zeit dabei, gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen zu überlegen, wie die neue TATuP aussehen könnte.

Die TATuP konnte sich in den vergangenen 23 Jahren zu einer anerkannten Zeitschrift von und für die TA-Community entwickeln, die weit über das ITAS oder andere institutionalisierte, mit TA befasste Einrichtungen hinausgeht. Wir haben Leserinnen und Leser aus Wissenschaft, Ministerien, Parlamenten, Behörden, Interessensverbänden und NGOs. So groß wie das Spektrum der an TA-Interessierten ist, so groß ist auch die Vielfalt der Themen, denen sich Technikfolgenabschätzung widmet. Dabei fällt eine Abgrenzung bekanntlich schwer: Inter- und Transdisziplinarität, angewandte und Grundlagenforschung, gesellschaftliche Relevanz der Forschungsgegenstände, der Anspruch, die Untersuchungsergebnisse allgemeinverständlich darzustellen, die unterschiedlichen Auftraggeber und Adressaten von TA-Studien – das alles gehört in einer spezifischen Mischung zur Technikfolgenabschätzung wie sie sich in den vergangenen Jahrzehnten etablieren konnte.

Die neue TATuP sollte idealerweise all diese Adressaten ansprechen und mit unterschiedlichen Text- und Darstellungsformaten die Vielfalt der TA-Themen abbilden. Dabei steht für mich die weitere Profilierung der TATuP als wissenschaftliche Zeitschrift im Mittelpunkt. Der jeweilige Themenschwerpunkt eines Heftes soll unterschiedliche disziplinäre Perspektiven vereinen und dadurch den Reiz der interdisziplinären Forschung am jeweiligen Forschungsgegenstand sichtbar machen. Berichte und Rezensionen von TA-relevanten Tagungen und Büchern sollen weiterhin zur Stärkung und Vernetzung der TA-Community beitragen. Und selbstverständlich sollen News aus den mit TA befassten Institutionen weiterhin Bestandteil von TATuP sein.

Welche Rubriken sind sonst noch wünschenswert? Seit Heft 2/2015 testen wir verschiedene neue Rubriken im „TATuP-Labor“. Dies geschieht in einem jeweils eigenen Layout. Wir bitten unterschiedliche Grafikerinnen und Grafiker, jeweils zwei Seiten testweise zu gestalten. Durch diesen Prozess erproben wir Ideen, wie die TATuP nach dem Relaunch aussehen könnte. Außerdem bitten wir Kolleginnen und Kollegen zur Heftkritik mit dem Ziel, die „Labor-Ergebnisse“ auszuwerten.

Als 1991 in Deutschland *Raider* in *Twix* umbenannt wurde („Raider heißt jetzt Twix, … sonst ändert sich nix“), war die Gründungsredaktion der TATuP-Vorläuferin *TA-Datenbank-Nachrichten* gerade dabei, das erste Heft zu planen, das im März 1992 erschien. Im Jahr 2017 – dann wird es die Zeitschrift 25 Jahren geben – ist der Neustart geplant. Bis dahin verstehen wir den Relaunch vor allem als einen Prozess; auch in diesem Heft findet sich wieder das „TATuP-Labor“: eine Reportage über die ITAS-Veranstaltungsreihe *technik.kontrovers* (S. 82/83). Wir freuen uns, wenn Sie den Relaunch-Prozess der TATuP kritisch begleiten und Ihre Anregungen der Redaktion mitteilen.

(Constanze Scherz)

SCHWERPUNKT

Energiespeicher für Energiewende und Elektromobilität

Entwicklungen, Herausforderungen und systemische Analysen

Einführung in den Schwerpunkt

von Marcel Weil, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, und Jens Tübke, Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT), Pfinztal

Die Energiewende bedingt eine Transformation des heutigen Energienetzes mit all seinen Elementen der Energieerzeugung, Energieübertragung, Energiespeicherung und nicht zuletzt des Energieverbrauchs. Vorteilhaft könnte sich dabei auswirken, dass in der Zukunft unsere Energienetze mit Mobilitätsnetzwerken stärker verschmelzen werden und damit Synergien genutzt werden können. In dieser Ausgabe wird hinterfragt, welchen Beitrag Energiespeicher bei diesem Transformationsprozess leisten können, aber auch, welche vielfältigen Herausforderungen und Probleme mit der Energiespeicherung auf der Forschungs-, Umsetzungs- und systemischen Bewertungsseite verbunden sind. Dabei spannt sich der Bogen von den Grundlagen und der Grundlagenentwicklung für Energiespeicher in Deutschland hin zu den vielfältigsten Einsatzmöglichkeiten.

The energy transition means a transformation of today's energy grid with all its elements of energy production, energy transfer, energy storage and last but not least energy consumption. An advantage hereby could be that in the future our energy grids and mobility networks will increasingly merge allowing for synergies. The following thematic focus asks which contribution to these transformation processes energy storages can provide, but also what the various challenges and problems of energy storage are regarding research, implementation and systemic assessment. This ranges from basic research developments of energy storages in Germany to the diverse application possibilities.

1 Entwicklungen und Herausforderungen für Energiespeicher im Zuge der Energiewende

Das Themenfeld Energiespeicherung hat in Deutschland auf der politischen Ebene einen hohen Stellenwert erlangt. Das zeigt sich an den zahlreichen Forschungsförderungen. Insbesondere zu den Themenkomplexen Energiewende und Elektromobilität wurden die Forschungsaktivitäten in den letzten Jahren erheblich verstärkt. Beide Themen – Energiewende und Elektromobilität – besitzen jeweils eine eigene Dynamik, ihre Forschungsintention muss aber als eine gemeinsame betrachtet werden.

Die Energiewende in Deutschland stützt sich im Wesentlichen auf die beiden regenerativen Energiequellen Windkraft und Photovoltaik. Durch die starke Abhängigkeit dieser Energiewandlungsanlagen von Wind bzw. Sonneneinstrahlung und der damit einhergehenden Fluktuation bei der Energieproduktion, stellt sich die Frage (insbesondere bei steigenden Anteilen beider Energiequellen an der Energiebereitstellung sowie sinkenden flexiblen Kraftwerkskapazitäten) nach der Gewährleistung der Netzstabilität und Versorgungssicherheit. Speichertechnologien können helfen, Bedarf und Angebot zeitlich zu entkoppeln und damit eine sichere Integration von Erneuerbaren in das Netz zu ermöglichen. Die Speicherung elektrischer Energie kann dabei über indirekte (Umwandlung in chemische, mechanische oder thermische Energie) und direkte Speicherpfade (elektrisches Feld) erfolgen. Eine weitere Unterteilung ist die in zentrale Speicherung auf der Übertragungsnetzebene und in dezentrale Speicherung auf der Niederspannungsebene. Bei letzterer werden stationäre und quasi-stationäre Energiespeicher (z. B. durch Vehicle2Grid, in dem vernetzte Batterien in Fahrzeugen für Netzdienstleistungen genutzt werden können) als eine wichtige technische Option gesehen, um potenzielle

Diskrepanzen zwischen Energieproduktion und -nachfrage auszugleichen. Der Ausgleich kann auf verschiedenen zeitlichen Ebenen (Millisekunden, Sekunden, Minuten, Stunden, Tagen oder Monaten) und Anwendungskontexten (Hausspeicher, Insel-Netz-Speicher, Netzspeicher) stattfinden. Welcher Energiespeichertyp aus technologischer, ökonomischer und ökologischer Perspektive (neben Akzeptanzfragen) für welche Aufgabe oder in welcher Kombination am vorteilhaftesten erscheint, ist Gegenstand der aktuellen Forschung und des Themenschwerpunktes in diesem Heft.

Ein wirtschaftlicher Betrieb von Speichern ist derzeit nur bedingt möglich. Eine Ausnahme bilden ausgereifte Technologien, wie z .B. Pumpspeicherkraftwerke. Aufgrund der geologischen, geografischen und siedlungstechnischen Situation in Deutschland gibt es allerdings nur beschränkte Ausbaupotenziale für Pumpspeicherkraftwerke (ausreichende Fallhöhe und Stauraum) oder Druckluftspeicherkraftwerke (z. B. Verfügbarkeit von Salzkavernen), weshalb sich ein großer Teil der Forschung u. a. auf alternative elektrochemische und elektrostatische Energiespeicher konzentriert.[1] Während Pumpspeicherkraftwerke und Druckluftspeicherkraftwerke v. a. für die mittel- und langfristige Energiespeicherung (im Stunden- und Wochen/Monat-Bereich), können elektrochemische Energiespeicher für kurz bis mittelfristigen Energiespeicherung (Sekunden bis Stunden Bereich) eingesetzt werden. Eine Ausnahme bildet hierbei die Redox-Flow-Batterie, die auch Aufgaben bei der langfristigen Energiespeicherung theoretisch übernehmen könnte.

Derzeit ist sehr umstritten, wie hoch der Bedarf an Energiespeicherung im Energienetz der Zukunft sein wird. Dies liegt zum einen an den sehr unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich der zukünftigen Anteile an regenerativer und fluktuierender Energieproduktion, der Entwicklung des Strombedarfs und hinsichtlich des Netzausbaus in Deutschland und Europa. Gerade bei letzterem sind sich die Experten einig: Je aufwendiger der Netzausbau in Deutschland durchgeführt wird, z. B. durch die umstrittenen Stromtrassen, desto weniger Bedarf wird es für Energiespeicherung geben. Allerdings muss auch erwähnt werden, dass Speicher bei einer geeigneten Platzierung und Auslegung ebenfalls eine Möglichkeit darstellen, einen ansonsten notwendigen Netzausbau zu vermeiden. Ferner haben Energieproduktions- und Lastenmanagement als Flexibilitätsoptionen einen Einfluss auf den Energiespeicherbedarf. Die Idee ist, bei zu hoher Energieproduktion durch Windkraftanalagen und Photovoltaik, die nicht verwertet werden kann, diese aktiv zu drosseln, bzw. bei zu hoher Energienachfrage einzelne Verbraucherendgeräte (z. B. Waschmaschinen, Trockner) oder Industriebereiche (z. B. einzelne produktionsunkritische elektrische Großverbraucher) abzuschalten.

Wärmebereitstellung und -speicherung werden ebenso zunehmend als Flexibilitätsoption für das Stromsystem diskutiert. Der Überschussstrom kann durch Power-to-Heat-Technologien wie den klassischen Heizstab oder einer Wärmepumpe zur Erzeugung von Heiz- oder Prozesswärme genutzt werden. Die Wärme steht dann direkt zur Verfügung oder kann entsprechend gespeichert werden. Wärmespeicher können aber auch zur Zwischenspeicherung von z. B. Prozesswärme oder der Speicherung der mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) produzierten Wärme eingesetzt werden, um dieses stromgeführt regeln zu können. In einer Vielzahl von industriellen Prozessen und Anwendungen fällt Abwärme auf einem Temperaturniveau an, welches für eine weitere energetische Nutzung geeignet ist. Erschwert wird dies jedoch oftmals durch die Notwendigkeit der Zwischenspeicherung der angefallenen Wärme, um sie später oder in einem anderen Prozess nutzen zu können. Mit Hilfe von thermischen Speichern können hier große Potenziale erschlossen werden, wodurch sich die Energieeffizienz vieler Prozesse deutlich verbessern lässt. Die Anforderungen an Wärmespeicher sind aber sehr vielfältig, wodurch konkrete Lösungen individuell an die Einsatzbedingungen angepasst werden müssen. Häufig existieren noch keine adäquaten Speicherkonzepte. Um Lösungen zur Steigerung der Energieeffizienz für eine möglichst große Bandbreite an Prozessen zur Verfügung zu stellen, ist noch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsaufwand zu leisten. Der Wärmesektor darf aber trotzdem nicht außer Acht gelassen werden, da immerhin über 50 % des Bruttoendenergieverbrauchs in Deutschland

im Wärmebereich und nur 20 % über Strom bereitgestellt werden.

Davon unberührt ist aber eine mögliche gesteigerte Nachfrage an Energiespeicherung auf der Niederspannungsebene, bei dem der einzelne Hausbesitzer (oder eine Siedlung) die selbst erzeugte Energie auch eigens nutzen möchte. Bereits heute gibt es in diesem Bereich hohe Wachstumsraten.

Im Bereich der nachhaltigen Mobilität werden neben dem Antrieb mit Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen der Elektromobilität große Chancen in der Zukunft zugeschrieben. Noch immer gilt offiziell das Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 eine Million Elektroautos auf Deutschlands Straßen zu bringen. Die in Elektroautos eingebauten Batterien können prinzipiell zusätzlich für Aufgaben im Energienetz genutzt werden.

Im Bereich der Elektromobilität stehen elektrochemische und elektrostatische Energiespeicher im Forschungsfokus. Gegenwärtig weisen Batterien für Hybrid- oder Elektrofahrzeuge noch zu geringe Energiedichten[2], eine beschränkte (zyklische und kalendarische) Lebensdauer und nicht zuletzt zu hohe Kosten auf.[3] Derzeit verfügbare und verhältnismäßig teure Batteriesysteme führen zu einem hohen Anschaffungspreis für Elektrofahrzeuge, was gegenwärtig als wesentliche Hürde für die Verbreitung der automobilen Elektromobilität angesehen wird. Deshalb zielt die Forschung im Bereich der elektrochemischen und elektrostatischen Energiespeicher auf neue Materialien, Materialkombinationen und ein neues Zelldesign und damit auf Aspekte, die insbesondere eine deutliche Kostenreduktion und größere Reichweiten versprechen. Allerdings muss beobachtet werden, wie sich die Mobilitätsbedürfnisse in der Bevölkerung entwickeln und welche Art von Mobilität zukünftig gewünscht wird. Nur so können zielgereichtet und anwendungsorientiert neue Energiespeicher für eine zukünftige Elektromobilität entwickelt werden.

Insgesamt kommen Energiespeicher somit zukünftig mit hoher Wahrscheinlichkeit verstärkt sowohl in stationären als auch in mobilen Anwendungen zum Einsatz, wodurch zum ersten Mal die Chance besteht, dass die bislang getrennten Systeme für elektrische Energie und für Mobilität zunehmend miteinander verschmelzen. Durch diesen Verschmelzungsprozess können sich Synergien ergeben, diese gilt es zu identifizieren und für die Umgestaltung des Energie- und Mobilitätssektors zu nutzen. Besonders die Informations- und Kommunikationstechnologie wird dabei in Zukunft eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Diese Modernisierung des Netzes bedingt einen mehrjährigen Übergangs- bzw. Transformationsprozess, an dessen Ende ein „intelligenteres“ Netz steht, in dem z. B. eine Verwendung von Elektrofahrzeugen im Sinne von Vehicle to Grid (V2G) als Speicher denkbar ist.

Die Beiträge in dieser Ausgabe zeigen die Bandbreite an Forschungsfragen und Probleme für Energiespeicher die sich aus ihrem möglichen Beitrag für die Energiewende ergeben. Forschungsseitig müssen elektrochemische Speicher weiter unter technischen, ökonomisch und ökologisch Aspekten verbessert werden, damit sie zukünftig eine nachhaltige Energiespeicherung in verschiedenen Anwendungskontexten ermöglichen. Wichtig dabei ist aber auch zu betonen, dass eine nachhaltige Technologieentwicklung nicht gänzlich ohne Blick auf potenzielle Anwendungsfelder und Geschäftsmodelle erfolgen sollte. Auch stellt sich die Frage, wie Energiespeicher heute und für die Zukunft anwendungsorientiert oder gesamtsystemisch bewertet werden können. Nicht zuletzt werden Energiespeicher zukünftig in Konkurrenz mit anderen Flexibilitätsoptionen auf der Netzebene stehen. Welche der Flexibilitätsoptionen in welchen Bereichen zum Zuge kommt, ist dabei aber nicht nur von technischen und ökonomischen Aspekten abhängig, sondern auch von der Akzeptanz der Gesellschaft. Diese verschiedenen Aspekte näher zu beleuchten, ist Aufgabe dieses Schwerpunkts.

2 Die einzelnen Beiträge

Gegenwärtige elektrochemische Energiespeichersysteme haben für die Anwendung im automobilen und stationären Bereich das Problem der zu geringen Leistungsdichte (eingeschränkt auch Energiedichte), der zu geringen Lebenszeit (sowohl bezogen auf Lade-/ Entladezyklen und kalendarisch), und nicht zuletzt der zu hohen

Produktions- und Lebenszykluskosten. Überdies werden für die Herstellung von elektrochemischen Energiespeichersystemen oftmals Rohstoffe eingesetzt, die nicht ausreichend geologisch verfügbar erscheinen, oder nur in als politisch nicht stabil betrachteten Ländern gewonnen werden können und somit als „kritisch" eingestuft sind. Im Beitrag von *Dagmar Oertel, Daniel Messling und Maximilian Fichtner* wird das vor vier Jahren gegründete Helmholtz Institut Ulm für Elektrochemische Speicher (HIU) vorgestellt, das sich nicht nur zur Aufgabe gemacht, hat gegenwärtige elektrochemische Energiespeichersysteme zu verbessern, sondern vor allem neue Batterie-Zellkomponenten und neue Batterie-Chemien zu untersuchen und zu entwickeln. Ziel ist es, die noch heute bestehenden Nachteile elektrochemischer Energiespeichersysteme zu überwinden und somit die Grundlagen für einen zukünftig breiteren Einsatz von nachhaltigen Batteriesystemen in mobilen und stationären Anwendungsgebieten zu schaffen. Schwerpunkte liegen hier v. a. auch in der grundlegenden Erforschung von elektrochemischen Prozessen und der Simulation des Verhaltens von Speichermaterialien auf unterschiedlichen Skalenebenen. Dabei kann das HIU auf ein sehr breites Portfolio zurückgreifen, von der anwendungsorientierten Grundlagenforschung bis hin zur angewandten Forschung. Dieser Forschungsansatz ist in dieser Breite einmalig in Deutschland und wird zukünftig ergänzt durch das im Aufbau befindliche Helmholtz Institut Münster, welches sich insbesondere auf die Entwicklung von Elektrolyten für Batterien konzentrieren möchte.

Die bereits oben beschriebenen hohen Kosten für elektrochemische Energiespeicher machen sich auch bei den automobilen Anwendungen bemerkbar. Im Beitrag von *Marcel Weil, Jens Peters, Manuel Baumann, Hanna Dura und Benedikt Zimmermann* wird aufgezeigt, dass die Anschaffungskosten und Lebenszykluskosten, also alle Kosten über den gesamten Lebensweg berechnet, bei vollelektrischen Fahrzeugen in den meisten Fällen deutlich über den von vergleichbaren Fahrzeugen mit klassischen Verbrennungsmotoren liegen. Dies führt dazu, dass Elektrofahrzeuge aktuell nur in Ländern mit staatlicher Förderung nennenswerte Marktanteile erreichen, wie beispielsweise in Norwegen. Da die Batterie mit ihrer notwendigen Peripherie einen wesentlichen Kostentreiber darstellt, setzen breite und internationale Forschungs- und Entwicklungsbemühungen gerade hier an. Aufgrund dieser Bemühungen könnten laut einer aktuellen Studie bereits in naher Zukunft die Kosten für Batterien deutlich gesenkt werden. In dieser referierten Meta-Studie wurden allerdings auch führende Batterie- und Elektrofahrzeughersteller befragt, sodass durchaus Zweifel aufkommen könnten, ob es sich hierbei um eine realistische Einschätzung oder vielmehr um einen Wunschgedanken handelt. Ein zweiter Schwerpunkt in diesem Beitrag liegt auf der Umweltbewertung von Batterien und Elektrofahrzeugen. Hierfür wurden alle verfügbaren Ökobilanz-Studien zu Batterieanwendungen für automobile und stationäre Anwendungen einem Review unterzogen. Dabei konnten methodische Schwächen einzelner Studien und mögliche Unsicherheiten bei den Ergebnissen identifiziert werden. Dennoch zeigen alle Studien, dass sich im Gegensatz zu den Kosten relativ einfach Gesamt-Umweltvorteile für Elektrofahrzeuge über den Lebenszyklus ergeben (soweit nicht 100 % Energie aus der Kohleverstromung genutzt wird), auch wenn die Herstellung der Batterie mit hohen Aufwendungen verbunden ist.

Im Beitrag von *Jens Tübke, Jens Noack und Lars Wietschel* werden Stand und Perspektiven von Redox-Flow-Batterien als stationäre Speicherlösungen diskutiert. Die Redox-Flow-Batterie ist ein spezielles elektrochemisches Energiespeichersystem, bei dem zwei energiespeichernde Flüssigkeiten (Elektrolyt, gelagert in entsprechenden Tanks) in zwei getrennten Kreisläufen zirkulieren. In diesen Elektrolyt-Kreisläufen befindet sich eine gemeinsame Reaktionskammer (der „Stack"), in der die beiden Elektrolyte getrennt durch eine Membrane an jeweils einer Elektrode vorbeigeführt werden, an denen durch Oxidation und Reduktion der aktiven Stoffe in den Elektrolyten elektrische Energie frei oder gespeichert wird. Da der Elektrolyt das Speichermedium darstellt, ist die Speicherkapazität nur von der gelagerten Menge an Elektrolyt abhängig, was das gesamte System hoch modular erweiterbar macht. Ein weiterer Vorteil ist,

dass ebenfalls einfach die Leistung erhöht werden kann, durch den Einsatz zusätzlicher Stacks. In dem Beitrag werden die aussichtsreichsten Redox-Flow-Batterie-Typen (Vanadium-, Eisen/Chrom- und Wasserstoff/Brom-Redox-Flow-Batterie) vorgestellt. Es werden technische Vor- und Nachteile, bestehende technische Hürden aber auch Ressourcenbedarfe und Recycling-Optionen der Elektrolyte diskutiert. Zwar werden ökonomische Vorteile für die mittel- und langfristige Energiespeicherung gesehen, aber es wird klar dargestellt, dass in vielen Bereichen noch hoher Forschungsbedarf besteht. Dennoch sind die Autoren überzeugt, dass mit Erhöhung der Leistungsdichte des Stacks und der damit einhergehenden Materialeinsparung und weiteren Kostenreduktionen in der Fertigung zukünftig auch Redox-Flow-Batterien sowohl als Großspeicher als auch beispielsweise im privaten Bereich als PV-Stromspeicher einsetzbar sein werden. Um dies auch zu demonstrieren, wird aktuell eine große Redox-Flow-Batterie (mit 2 MW Leistung und 20 MWh Kapazität) zusammen mit einer Windkraftanlage beim Fraunhofer ICT in Pfinztal (nahe Karlsruhe) aufgebaut.

Mit dem Beitrag von *Bert Droste-Franke* verlassen wir den engeren Fokus der elektrochemischen Energiespeicher und erweitern das Feld auf alternative Energieausgleichsoptionen auf Energienetzebene, um Angebot und Nachfrage im Stromsektor auszugleichen. Dabei werden neben elektrochemischen Energiespeichern auch konkurrierende Systeme betrachtet, wie z. B. Gasturbinen oder Gas- und Dampf-Kombikraftwerke oder Technologiekombinationen. Bei der Analyse der Zukunftsfähigkeit von Ausgleichsoptionen im deutschen Stromnetz wird zwar die Bedeutung gesellschaftlicher und Ressourcen betreffender Aspekte angesprochen, der Fokus liegt aber in dem vorliegenden Beitrag auf der Umweltbewertung. Die Ergebnisse zeigen bei der durchgeführten Technologieauswahl und bei den betrachteten Umweltauswirkungskategorien, dass z. B. die Kombinationen von Lithium-Ionen-Batterien mit Photovoltaik und Wind vorteilhaft erscheinen. Allerdings müssen unabhängig von der präferierten Technologie die nicht intendierten Effekte vor einer großtechnischen Umsetzung zwingend untersucht werden, damit nicht durch eine Technologietransformation ungewollte Umweltlasten an anderer Stelle entstehen oder Umweltlastenverschiebungen erfolgen. Möglicherweise könnte dies im Rahmen einer folgenorientierten Ökobilanz („consequential LCA“) zusätzlich untersucht werden.

Auch im nachfolgenden Beitrag von *Christoph Brunner und Bernhard Heyder* werden elektrochemische Energiespeicher nur als eine mögliche Flexibilitätsoption für den Lasten- und Produktionsausgleich im Energienetzwerk der Zukunft angesehen, die mit anderen Flexibilitätsoption (wie z. B. Lastabschaltung, Erneuerbare-Energie-Abregelung, Netzausbau) in Konkurrenz stehen. Bei den durchgeführten ökonomischen Analysen zeigt sich eine große Bandbreite der Kostenschätzungen der untersuchten Flexibilitätsoption, sodass hier große Unsicherheiten bestehen. Ferner kann am Beispiel von Batterien aufgezeigt werden, dass Preissignale des Marktes bei einigen Akteuren nicht ankommen, da sie teilweise von weiteren Umlagen und Entgelten überlagert sind, sodass der Einsatz derzeit unwirtschaftlich erscheint. Der Markt sollte entscheiden, welche der verfügbaren Flexibilitätsoptionen sich in welchen Bereichen zukünftig durchsetzen wird. Aus Sicht eines Energieversorgers wird es ferner als unerlässlich erachtet, dass der durch die Energiewende ausgelöste Transformationsprozess des Energienetzes kontinuierliche zu monitoren ist, damit auch von staatlicher Seite ein Nachjustieren der Rahmenbedingungen erfolgen kann. Der zweifellos steigende Flexibilitätsbedarf im zukünftigen Energienetz sollte marktgetrieben und somit technologieoffen erfüllt werden.

Vehicle to Grid (V2G) ist ein Konzept mit dem Ziel der Integration von Elektrofahrzeugen in das Energienetz der Zukunft. Notwendig sind die Vernetzung und der Zusammenschluss von vielen netzverbundenen Elektrofahrzeugen. Somit entsteht aus den vielen relativ kleinen Batterien in den Fahrzeugen ein virtueller und großer Energiespeicher. Dieser quasi stationäre Energiespeicher kann somit für verschiedene Energienetzdienstleistungen eingesetzt werden und somit auch Erträge erwirtschaften. Die einfache Idee ist, bei sehr hoher Energieproduktion im Netz die Batterien in den Fahrzeugen zu laden, bzw. bei hoher Nachfrage nach Energie die Batterien

zu entladen. Durch eine zusätzliche Nutzung der Batterie kommt es aber auch zu zusätzlichen Alterungsprozessen in der Batterie, die es zu berücksichtigen gilt. Im Beitrag von *Rusbeh Rezania* wird untersucht, inwieweit sich unter den heutigen Randbedingungen mit dem V2G-Konzept für einen Batteriebesitzer ökonomische Vorteile ergeben. Durch das Durchspielen verschiedener Szenarien (mit verschiedenen Anwendungen) für eine Lithium-Ionen-Batterie (LiFePO4) kommt er dabei zu dem Schluss, dass aktuell kein wirtschaftlicher Betrieb möglich erscheint. Soweit aber keine nennenswerten ökonomischen Anreize für einen Batteriebesitzer (ob nun Fahrzeughalter oder Batteriebetreiber) bestehen (die deutlich über den Alterungskosten der Batterie liegen), wird dieser kaum die Fahrzeugbatterie für eine V2G-Konzept zur Verfügung stellen.

Im letzten Beitrag von *Wolfgang Widmann, Manfred Roner und Robert Weidner* wenden wir uns einem ganz und gar neuen Themengebiet der Energiespeicherung bzw. Energieerzeugung hin. Neu in Bezug auf den Gegenstand (spezielles Wasserkraftwerk mit Speicher), des Themas (Gemeindebeteiligung an Kraftwerksprojekten) und der Perspektive (aus der Sicht eines Projektentwicklers). Ausleitungskraftwerke mit Stollenspeicher sind eine besondere Form von Laufwasserkraftwerke, bei dem ein Teil des Flusswassers umgeleitet und ganz oder teilweise (in einem Stollen) gespeichert wird. Bei Bedarf kann mittels Turbine mit dem gespeicherten Wasser elektrische Energie erzeugt werden. Da Ausleitungskraftwerke mit Stollenspeicher eher bedarfsorientiert elektrische Energie erzeugen, im Gegensatz zu klassischen Flusslaufkraftwerken, erscheinen diese besonders für eine bedarfsgerechte Energieeinspeisung wirtschaftlich interessant zu sein. In dem konkreten Beispiel des Wasserkraftwerkes Stanzertal in Österreich können etwa 15 % der mittleren Energie-Jahresproduktion tageszeitlich verlagert werden. Auch wenn Wasserkraftwerke prinzipiell einen positiven Ruf haben und für eine umweltverträgliche Energieerzeugung stehen, lassen sich konkrete Bauprojekte vor Ort nicht immer leicht um- und durchsetzen. Mit diesem Problem sehen sich Projektentwickler immer wieder konfrontiert, weshalb sie eine eigene Vorgehensweise entwickelt haben, um für solche Bauprojekte nach eigenen Angaben eine „regionale Akzeptanz“ zu erhalten. Dabei sollen die betroffenen Gemeinden nicht nur frühzeitig informiert sondern auch mehr als bislang finanziell beteiligen werden, trotz gesetzlich begrenzter Möglichkeiten für Gemeinden, Risikokapital zu investieren. Durch eine solche Investition und Beteiligung könne die Gemeinde auch in den nachfolgenden Jahren Erträge erwirtschaften, und aus Sicht der Projektentwickler und Beteiligten sinkt das Risiko eines Scheiterns des Projekts. Bei dieser scheinbaren Win-win-Situation für Projektbeteiligte und Gemeinden ist allerdings darauf zu achten, dass die Gemeinden nicht durch die Investition von Risikokapital in zu starke Abhängigkeitsverhältnisse geraten. Zweifellos sind auch die Bürger und nicht nur die Gemeinden in die Vorgehensweise adäquat zu integrieren, damit nachhaltige Energiebereitstellung nicht in regional nachhaltigen Diskonsens mündet.

Anmerkungen

1) Des Weiteren sind Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe als Energiespeicherungsmedien forschungsrelevante Themen.
2) Dies führt zu einem hohen Gewicht der Batterie und somit des Elektrofahrzeugs.
3) Diese Probleme bestehen natürlich auch für stationäre Anwendungen, kommen aber aufgrund eines andern Anforderungsprofils teilweise außer dem Kostenfaktor nicht ganz so stark zum Tragen.

Kontakt

Dr.-Ing. Marcel Weil
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Helmholtz-Institut Ulm (HIU)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Karlstraße 11, 76133 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-26718
E-Mail: marcel.weil@kit.edu

Prof. Dr. Jens Tübke
Fraunhofer-Institut Chemische Technologie (ICT)
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7, 76327 Pfinztal
E-Mail: jens.tuebke@ict.fraunhofer.de

« »

Entwicklung der nächsten Speichergeneration für mobile und stationäre Anwendungen

Das Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung

von Dagmar Oertel, Daniel Messling und Maximilian Fichtner, Helmholtz-Institut Ulm

Energiespeicher nehmen in zukünftigen Energieversorgungssystemen eine Schlüsselstellung ein. Einerseits wird durch diese die umfassende Einbindung fluktuierender Energieträger ohne einen signifikanten Netzausbau ermöglicht. Beispielsweise erleichtern sie es, ein zeitlich und räumlich variables Energieangebot mit einer zeitlich und räumlich variablen Energienachfrage in Einklang zu bringen. Sie sind daher ein zentraler Baustein für eine flächendeckende Nutzung erneuerbarer Energien und für eine nachhaltige Elektromobilität. Andererseits hängt die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands künftig noch stärker als bisher von Innovationen in neuen Technologiefeldern ab. Hierfür sind FuE-Aktivitäten im Grundlagen- und im Anwendungsbereich notwendig. Insbesondere nachhaltige Mobilität ist ohne den Einsatz von Elektromotoren mit entsprechenden Energiespeichern in Fahrzeugen nur schwer umsetzbar. Auch für tragbare und stationäre Anwendungen bedarf es leistungsfähiger und kostengünstiger Batteriesysteme. Lithium-Ionen-Batterien nehmen hier gegenwärtig eine Schlüsselrolle ein. Auf diesem Gebiet besteht aber nicht nur in Deutschland ein erheblicher Bedarf an Grundlagenforschung, da gegenwärtige Batteriesysteme noch immer Probleme in den Bereichen Energiedichte, Leistungsdichte, Sicherheit und nicht zuletzt Kosten aufweisen. Gerade ein umfassendes Verständnis elektrochemischer Prozesse ist zum einen Voraussetzung für die Entwicklung der nächsten und übernächsten Generation von Lithium-Ionen-Batterien und zum anderen für völlig neue Speichersysteme. Hier setzt das Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU) mit seinem breiten Portfolio von der anwendungsorientierten Grundlagenforschung bis hin zur angewandten Forschung an.

Energy storage systems will play a vital role in future energy supply systems. On the one hand, they will enable comprehensive integration of fluctuating energy sources without significant grid expansion. For example, they make it easier to balance temporally and spatially variable energy supply with temporally and spatially variable energy demand and ensure uninterrupted power supply. They are therefore a key element for the widespread use of renewable energy sources and for sustainable electric mobility. On the other hand, Germany's international competitiveness in the future will depend more than ever on innovation in new fields of technology. This requires R&D activities in the field of basic research and application. Sustainable mobility in particular is very difficult to implement without the use of electric motors with suitable energy storage devices in vehicles. Also portable and stationary applications require high-performance and cost-effective battery systems. Lithium-ion batteries currently play a key role here. However, in this field there is a considerable need for basic research not only in Germany because current battery systems still have problems in the areas of energy density, power density, safety and, last but not least, cost. In particular, a comprehensive understanding of electrochemical processes is a precondition not only for the development of the next generation of lithium-ion batteries but also of completely new storage systems. This is the basis for the Helmholtz Institute Ulm for Electrochemical Energy Storage (HIU) with its broad portfolio from application-oriented basic research to applied research.

1 Worum geht es?

Die Energiespeicherung ist einerseits ein Forschungs- und Wissensgebiet mit einer relativ langen Tradition, denn grundlegende Konzepte wurden bereits Ende des vorletzten Jahrhunderts entdeckt. In der öffentlichen Wahrnehmung sind Durchbrüche in der Speicherforschung in den letzten Jahrzehnten weitgehend ausgeblieben. Dabei gibt es aber eine Vielzahl von Entwicklungsschritten, die – teilweise unter Nutzung nanoskaliger Effekte – in den letzten Jahren zu deutlichen Fortschritten bei Energiespeichern geführt haben (Oertel 2008).

Energiespeicher besitzen eine hohe strategische Bedeutung für eine zuverlässige Energieversorgung und für die Umsetzung aktueller Elekt-

romobilitätsziele. Beispielsweise hat die Bundesregierung im Bereich Mobilität das Ziel, bis zum Jahr 2020 eine Million und bis 2030 sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen (Bundesregierung 2011). Um dieses Ziel erreichen zu können, ist es für den Fahrzeugbereich notwendig, die Unterschiede zwischen heute kommerziell verfügbaren Batteriekonzepten und traditionellen Verbrennungsmotoren, welche sich vorrangig in der Reichweite, den Kosten und in der Ladeinfrastruktur widerspiegeln, zu überwinden.

Technologische und wirtschaftliche Anforderungen an elektrische Speicher für den mobilen Bereich sind andere als für die Stromwirtschaft. Im mobilen Bereich sind beispielsweise für den Einsatz in Elektrofahrzeugen hohe spezifische Speicherkapazitäten bezogen auf Gewicht und Volumen notwendig, während dies in der stationären Energieversorgung eine untergeordnete Rolle spielt (Oertel 2008). Das Gewicht des Fahrzeuges stellt eine entscheidende Komponente dar, was Konsequenzen für die Auslegung und Dimensionierung der verwendeten Speicher hat. In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gilt die Batterie in Fahrzeugen heute als ein Hauptkostentreiber: gewünscht werden preiswerte Systeme mit höheren Reichweiten und zudem eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur.

Im stationären Bereich kommt der Bedarf eher aus der Nutzung fluktuierender Energieträger wie Windkraft oder Solarenergie. Der zeitliche Verlauf der Leistung aus fluktuierenden Energieträgern hängt von saisonalen und meteorologischen Einflüssen ab, die nicht mit der Netzlast übereinstimmt und damit unabhängig vom Arbeits- und Lebensrhythmus der Verbraucherseite ist (ebd. 2008). Somit sind signifikante Abweichungen zwischen der Einspeiseleistung und dem Bedarf des Verbrauchers unvermeidlich. Dabei spielt auch der Ort der Speicherung eine Rolle, etwa um regionale Überlastungen des Netzes (z. B. durch ungeplanten Transfer in Nachbarnetze) zu vermeiden. Dies ist wichtig, wenn die fluktuierende Energie weitab von den Verbraucherzentren erzeugt wird (etwa Off-Shore) und das angrenzende Netz für die Energieabfuhr verstärkt werden müsste. Auch hier sind heute elektrochemische Energiespeicher zu finden (ebd. 2008). Weiterhin können durch das Koppeln von z. B. Photovoltaik-Anlagen auf Dächern von Wohnhäusern und elektrochemischen Speichern Stromspitzen im Tagesverlauf intelligent zwischengespeichert werden, was zum einen zu einer Netzentlastung führt. Zum anderen können dadurch aufwendige und umstrittene Netzausbaumaßnahmen reduziert werden. Kriterien für die Energiespeicherung im stationären Bereich sind u. a. der Erhalt der Versorgungssicherheit, die Zuverlässigkeit und ebenfalls die Kostenseite, wobei Gewicht und Platzbedarf (Speicherdichten) oft weniger relevant sind.

Forschungsseitig steht beim Thema Energiespeicherung sowohl im stationären als auch im mobilen Bereich das Erreichen geringer Verluste im Vordergrund. Hohe volumetrische und gewichtsbezogene Energiespeicherdichten sind v. a. für mobile Anwendungen von Bedeutung. Im Fokus befinden sich dabei Lithium-haltige Speichersysteme, die weiter optimiert werden. Eine Herausforderung im Bereich der elektrochemischen Speicherung ist auch die Entwicklung neuer, Lithium-freier Systeme.

Aus forschungspolitischer Sicht spielte zusätzlich bei der Etablierung des HIU auch eine Stärkung des Wissenschaftsstandortes Ulm in Baden-Württemberg eine zentrale Rolle. Das dahinter stehende Konzept und eine Einordnung der Forschungsaktivitäten sind Gegenstand dieses Artikels.

2 Forschungspolitisches Umfeld bei der Gründung

Laut einer durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Untersuchung hat Deutschland im Bereich der Lithium-Ionen-Batterien gerade im Hinblick auf den Wissensaufbau in Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen den Abstand zu führenden Ländern eindeutig verkürzt (Fraunhofer ISI 2014). Dies ist u. a. auf die gestiegenen industriellen und öffentlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben zurückzuführen. Dennoch liegt die deutsche und europäische Batterieentwicklung noch hinter der Konkurrenz aus Japan, China und Südkorea zurück. Allein Japan investiert jährlich über 234 Mio. Euro in die Forschung und Entwicklung von Energiespeichern. Das BMBF dagegen investiert

jährlich rund 83 Mio. Euro (BMBF o. J. a). Die Fördermaßnamen werden über die Projekte „Lithium-Ionen-Batterie-LIB 2015“, „Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität (STROM)“, „Exzellenz und technologische Umsetzung der Batterieforschung (ExcellentBattery)“ und „Batterie 2020“ gebündelt (BMBF o. J. b). Beim technologischen Wissen ist Deutschland derzeit zwar recht gut aufgestellt, noch gelingt es aber nicht, dies in größerem Maßstab in eine inländische Zellproduktion umzusetzen. Deutsche Firmen scheuen den finanziellen Aufwand und verhalten sich derzeit zögerlich gegenüber Neuerungen, während neue Verfahren und Prozesstechniken in anderen Ländern entwickelt oder aktiv aufgegriffen werden. Entsprechend ordnet sich die Ankündigung der Fa. Daimler AG ein, ihr Tochterunternehmen – die Batteriezellen-Fabrik Li-Tec, Kamenz (Sachsen) – Ende 2015 zu schließen und die benötigten Speicherzellen künftig beim koreanischen Hersteller LG zu beziehen (Spiegel Online Wirtschaft 2014). Zwischen Batterieforschung und deren Umsetzung in industriellen Produktionsabläufen klafft in Deutschland eine Lücke, die es zu schließen gilt.

Das HIU wurde im Rahmen der forschungspolitischen Bemühungen, sich bei entscheidenden Vorentwicklungen in der Batterieforschung international an vorderster Stelle platzieren zu können, als nationales „Center of Excellence“ für Batterieforschung gegründet. Der Gründung des HIU Anfang 2011 ging eine Phase voraus, während der in verschiedenen Teilen Deutschlands teilweise massiv in den Aufbau neuer Batterieaktivitäten investiert wurde. Im Zuge des Konjunkturprogramms II der Bundesregierung erhielt ein Konsortium aus dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), den Universitäten Ulm, Darmstadt und Gießen, dem Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR), dem Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (IFW), dem Max-Planck-Institut für Festkörperforschung Stuttgart (MPI) und dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Ulm (ZSW) (sog. „Verbund Süd“) auf der Basis ihres Antrags „Elektrochemie für Elektromobilität“ 21,5 Mio. Euro für Investitionen im Batteriebereich, was eine Basis für Folgeaktivitäten im Südwesten bildete.

Im Jahre 2010 stellte das KIT zusammen mit der Universität Ulm und den zwei assoziierten Partnern DLR und ZSW bei der Helmholtz-Gemeinschaft einen Antrag für die Einrichtung des „Helmholtz-Instituts Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU)“, welcher noch in 2010 von einer internationalen Kommission begutachtet und befürwortet wurde. Die formale Gründung des HIU erfolgte am 17. Januar 2011. Die daraufhin aufgenommenen Forschungsarbeiten wurden zunächst im Rahmen eines virtuellen Instituts durchgeführt, da die verschiedenen Arbeitsgruppen anfangs noch an verschiedenen Orten auf dem Campus in Ulm sowie in Karlsruhe und Stuttgart verteilt waren. Im Jahre 2012 wurde mit der Errichtung eines eigenen Forschungsgebäudes begonnen, welches im Oktober 2014 fertiggestellt und bezogen wurde.

3 Ausrichtung der Forschung am HIU

Die Gründung des Helmholtz-Instituts Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung basiert auf einer Kooperation zwischen dem KIT und der Universität Ulm. Assoziierte Partner sind das DLR sowie das ZSW. Das HIU führt heute die Expertise von KIT, Universität Ulm, DLR und ZSW zusammen, mit dem Ziel, anwendungsorientierte Grundlagenforschung als Basis für die Entwicklung fortschrittlicher Batteriesysteme zu betreiben.

Das HIU ist auf dem Campus der Universität Ulm angesiedelt. Als Einrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) wird es zu neunzig Prozent vom BMBF und zu zehn Prozent vom Land Baden-Württemberg finanziert. Der finanzielle Beitrag des DLR zum Forschungsfeld „Theorie und Modellierung (elektro-)chemischer Prozesse“ erfolgt durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Bereits während der vierjährigen Aufbauphase war das HIU in der programmorientierte Förderung der HGF integriert.

Synergien am Standort Ulm

Die Stärken der HIU-Partner ergänzen sich am Standort Ulm hervorragend. Die Universität Ulm verfügt über international renommierte Expertise in den Bereichen Elektrochemie an

Oberflächen, Theorie und Simulation elektrochemischer Prozesse sowie in der chemischen Synthese poröser Strukturen und organischer Funktionsmaterialien. Das ZSW hat sich ein international wettbewerbsfähiges Know-how auf dem Gebiet der Synthese und Charakterisierung von elektrochemischen Materialien, der Zell- und Elektrodentechnologie sowie der Entwicklung und der Prüfung von Batteriesystemen aufgebaut. Mit dem Ausbau des ZSW in den vergangenen Jahren in enger Kooperation mit der Industrie, insbesondere in den Feldern Batterietest, Pilotproduktion und Systemeinsatz, wurde der Ulmer Standort weiter gestärkt (u. a. Eröffnung einer Forschungsplattform für die Produktion von Lithium-Ionen-Zellen in 2014). Das DLR bringt seine Expertise v. a. in der theoretischen Modellierung ein, um in verschiedenen Detailebenen ein tiefergehendes Verständnis der zu Grunde liegenden physikalischen, chemischen und strömungsmechanischen Vorgänge zu erlangen. Das HIU deckt damit wie kein anderes Institut in Deutschland nahezu alle Felder in der Batterie(grundlagen)forschung ab.

Forschungsschwerpunkte des HIU

Im deutschen und im europäischen Vergleich ist das HIU thematisch breit aufgestellt. Neben fundamentalen Fragestellungen elektrochemischer Speicher werden auf Basis der neuen Erkenntnisse grundlegend neue Materialien und Zellkonzepte erforscht. Ziel des HIU ist es, zukunftsfähige elektrochemische Energiespeicher zu entwickeln, die eine höhere Energiedichte aufweisen und die leistungsfähiger, leichter, langlebiger, sicherer sowie kostengünstiger sind als bisher verfügbare. Die Forschungsaktivitäten sind auf fünf Forschungsfelder verteilt: elektrochemische Grundlagen, (neue) Materialien, theoretische Modellierung, Systemaspekte und analytische Methoden. Beispielsweise werden die in der Grenzschicht zwischen Elektrode und Elektrolyt ablaufenden elektrochemischen Prozesse untersucht, um die Effizienz und Stabilität der Batterien zu verbessern. Gleichzeitig werden neue Materialien für hochleistungsfähige Batterien der nächsten und übernächsten Generation sowie geeignete Herstellungsprozesse für diese Materialien entwickelt. Sämtliche Vorgänge in einer Batterie von der atomaren bzw. molekularen Ebene bis hin zum funktionierenden Batteriesystem können am HIU modelliert werden, um praxisrelevante Vorhersagen zu treffen, die signifikant zur Verbesserung der Material- oder Batterie-Eigenschaften beitragen. Ein weiterer Fokus liegt auf der ganzheitlichen Bewertung der elektrischen Eigenschaften von Batterietypen und deren Einordnung hinsichtlich potenzieller Anwendungsfelder. Dies kann genutzt werden um Prognosen über künftige Batterie-Produkte zu erstellen und Optimierungspotenziale bereits während der Batterieentwicklung zu identifizieren. Um die komplexen Vorgänge in einer Batteriezelle zu visualisieren, werden batteriespezifische Analysemethoden (weiter-)entwickelt.

4 Lithium-Ionen-Batterien und alternative Batteriekonzepte

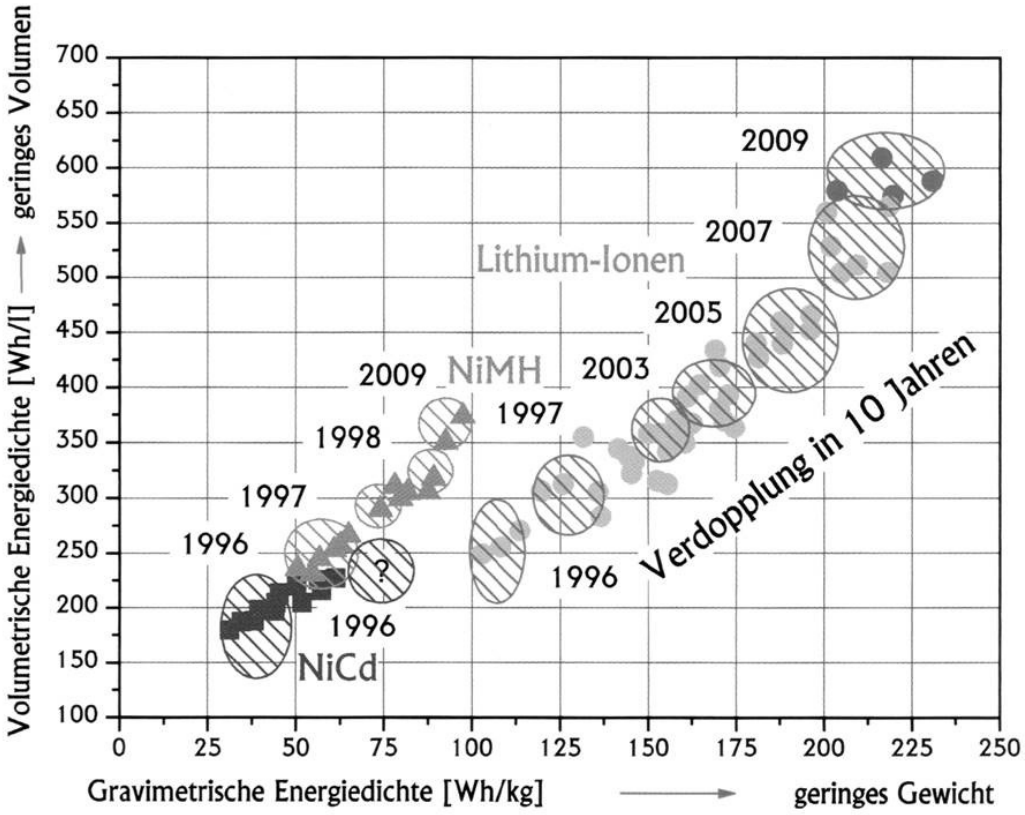
In der Batterieforschung liegt ein Hauptfokus auf den auf dem Markt verfügbaren Lithium-Ionen-Batterie-Systemen. In den Jahren 2005–2009 machte die auf Lithium-Ionen basierende Batterietechnologie rund 75 % aller Publikationen weltweit zu Batteriesystemen aus (Fraunhofer ISI 2010). Lithium-Ionen-Batterien sind heute für die Elektromobilität, für die stationäre Energieversorgung als auch für den tragbaren Bereich marktverfügbar. Sie weisen im Vergleich zu anderen Batterietypen eine hohe spezifische Energiedichte bei akzeptabler Lebensdauer auf, sodass sie aktuell bei vielen Anwendungen die Messlatte darstellen. Auch wenn sich gängige marktverfügbare Lithium-Ionen-Systeme langsam theoretisch möglichen Grenzwerten annähern, ab denen die erzielte Energiedichte trotz intensiver Forschung nicht signifikant weiter erhöht werden kann, sind einige Systeme noch weiter optimierbar. Die Lithium-Ionen-Technologie hat auch eine Kehrseite: Die Europäische Union hat Hauptbestandteile von Lithium-Ionen-Batterien in die Liste kritischer Rohstoffe aufgenommen. Als problematisch werden Rohstoffe bezeichnet, bei denen das Risiko eines Versorgungsengpasses hoch ist und die als wichtig für die Wertschöpfungskette betrachtet werden (EC

2014). Vor allem Kobalt und Graphit werden als besonders kritisch eingeschätzt. Aber auch Lithium selbst ist als Ressource nur begrenzt vorhanden. Ferner bestehen weiterhin bekannte Sicherheitsthemen und hohe Produktionskosten bei der Nutzung von Lithium-Ionen-Batterien.

Das HIU verfolgt eine zweigeteilte Strategie: Zum einen sollen aussichtsreiche Lithium-Ionen-Technologien auf den Gebieten der Speicherkapazität, der Leistungsfähigkeit, der Sicherheit, des Gewichts, der Lebensdauer und der Kosten weiter verbessert werden. Parallel dazu werden neuartige, alternative Materialsysteme und Batteriekonzepte entwickelt, die nicht nur eine bessere theoretische gravimetrische sowie volumetrische Energiedichte aufweisen, sondern auch weniger kritische Materialien enthalten. Dazu werden am HIU Batteriezellen mit unterschiedlichen Materialkombinationen getestet, wobei kleinste Details, wie beispielsweise das Verhalten neu hinzugefügter Elemente, auf den Lade- und Entladevorgang enormen Einfluss haben können. Performanceentscheidend können Prozesse sein, die auf der Nano- oder Mikroebene der Batterie ablaufen.

Bei einigen aktuellen Lithium-Ionen-Technologien sind auch weiterhin Steigerungen in der Energie- und Leistungsdichte zu erwarten, da es eine Vielzahl von Materialkombinationen gibt, die noch Forschungspotenzial und erkennbare Steigerungsraten bieten. Historisch gesehen hatte sich beispielsweise die Energiedichte von Lithium-Ionen-Batterien innerhalb von 10 Jahren verdoppeln lassen (z. B. von ca. 100-115 Wh/l in 1997 auf ca. 200-220 Wh/l) in 2007 [Abb. 1]). Lithium-Ionen-Hochenergiezellen weisen heute etwa eine gravimetrische Energiedichte von bis zu 250 Wh/kg auf.

Abb. 1: Energiedichteentwicklung gegenwärtiger Batteriesysteme am Beispiel von zylindrischen (18650) Zellen



NiCd = Nickel-Cadmium-Batterien
NiMH = Nickel-Metallhydrid-Batterien

Quelle: Birke/Schiemann 2013

„Post-Lithium-Ionen-Systeme“

Bei den alternativen Materialsystemen werden wiederum zwei Gruppen unterschieden: Ein Forschungsschwerpunkt liegt auf der Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Technologie in Richtung sog. „post-Lithium-Ionen“-Systeme, die zwar weiterhin Lithium-Verbindungen als Bestandteil aufweisen, jedoch können durch neue Materialkonzepte deutlich höhere Packungsdichten auf der atomaren Ebene und damit höhere Speicherkapazitäten erzielt werden. Aus dieser Gruppe stehen Lithium-Schwefel-Batterien und Lithium-Luft-Batterien im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten.

Lithium-Schwefel-Batterien sind zwar noch nicht auf dem Massenmarkt erhältlich, jedoch werden im Vergleich etwa um den Faktor zwei höhere Energiedichten angegeben.[1] Das würde bei einem Einsatz in Fahrzeugen eine erhebliche Steigerung der Reichweiten bedeuten. Lithium-Schwefel-Batterien besitzen eine der höchsten im Periodensystem der Elemente theoretisch erreichbaren Energiedichten (2.550 Wh/kg). Mit ihnen lassen sich daher deutlich leichtere Systeme herstellen (bei ähnlicher volumetrischer Energiedichte). Dies gelingt u. a. dadurch, weil das Kathodenmaterial herkömmlicher Lithium-Ionen-Zellen durch Schwefel abgelöst wird. Dieser ist zudem ein preiswerter und gut verfügbarer Rohstoff. Eine der wesentlichen Herausforderungen bestehen hier im Erreichen einer akzeptablen Zyklen-Stabilität (ausreichende Anzahl von Lade- und Entladezyklen bei hoher Energiedichte im Lebenszyklus; Bloch 2014).

Noch höhere Energiedichten lassen sich mit Metall-Luft-Systemen erreichen (Abb. 2). Bei Lithium-Luft-Batterien reagiert die Lithium-Elektrode mit Sauerstoff aus der Luft, um einen elektrischen Stromfluss zu erzeugen. Lithium-Luft-Systeme können theoretisch eine um das mehr als 40-fache höhere spezifische Energie als herkömmliche Lithium-Ionen-Batterien erreichen.[2] Dieses Konzept ist jedoch noch in der Grundlagenforschung. Herausforderungen sind u. a. das Begrenzen von Nebenreaktionen (durch z. B. Wasserdampf in der Umgebungsluft, da dies eher offene Systeme sind) und die Vermeidung von Kristallbildung an der Lithiummetall-Elektrode (um Kurzschlüsse zu vermeiden; Kraytsberg/Ein-Eli 2010) sowie die daraus folgende geringe Zyklenfestigkeit.

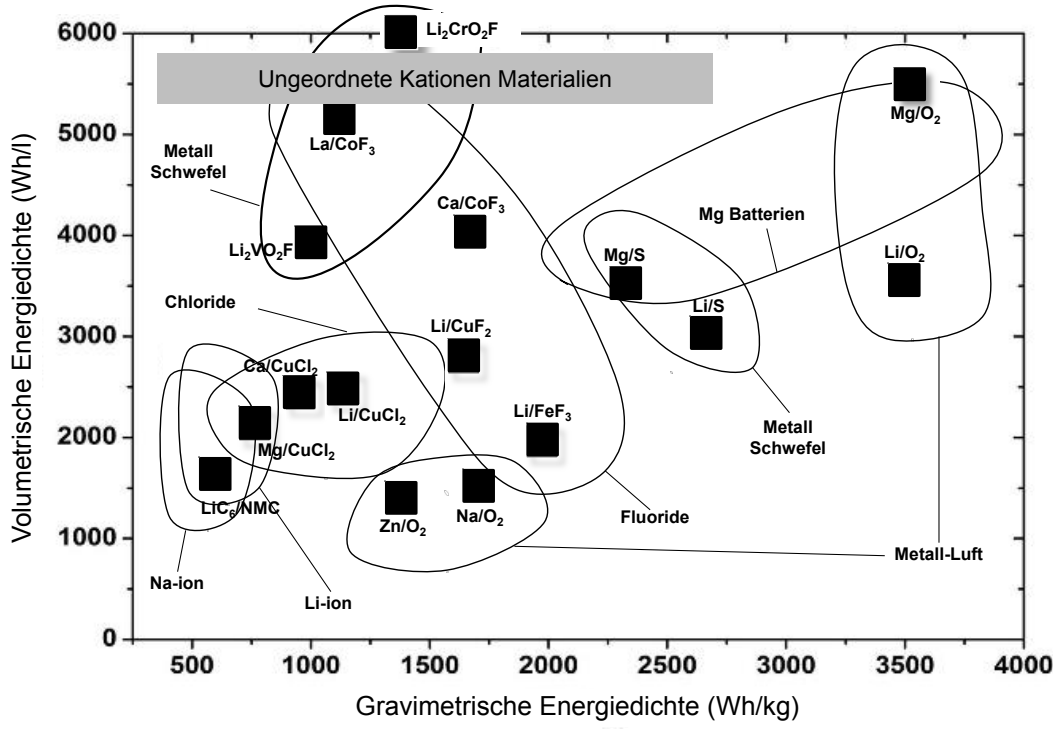
Systeme ohne Lithium

Die zweite Gruppe bilden Systeme mit alternativen Aktivmaterialien, deren Elementzusammensetzung nachhaltig verfügbar ist, z. B. Natrium-, Magnesium- oder Chlorid-Ionen-Batterien, und für deren Funktion kein Lithium mehr benötigt wird. Im Vergleich zu Lithium kann Magnesium jeweils zwei Elektronen abgeben und aufnehmen. Zudem bietet Magnesium eine Reihe von Vorteilen: Es ist weniger reaktiv als Lithium und damit einfacher in der Handhabung (Gschwind 2014). Magnesium ist ein häufiges Element in der Erdkruste (z. B. im Gestein Dolomit) und würde Batterien kostengünstiger machen. Magnesium-Ionen-Batterien könnten sowohl in der stationären Energiespeicherung als auch in der Elektromobilität eingesetzt werden.

Ebenfalls häufig in der Natur vorhanden ist Natrium, welches sich etwa in Form von Speisesalz in Lagerstätten und in den Weltmeeren finden lässt. Da die Energiedichte von Natrium-Ionen-Batterien eher unterhalb derjenigen der Lithium-Ionen- sowie Magnesium-Ionen-Technologie liegen wird, eigenen sich diese besser für stationäre Energiespeicher-Anwendungen. Gegenwärtige natriumhaltige Hochleistungsbatterien funktionieren bei hohen Temperaturen von ca. 200 bis 300 Grad Celsius. Eine wesentliche Herausforderung besteht darin, ein Funktionieren bei Raumtemperatur zu erreichen.

Eine weitere Kategorie sind sog. Anionen-Batterien. Dazu gehören Fluorid- und Chlorid-Ionen-Batterien. Fluorid und Chlorid kommen in Mitteleuropa häufig vor. Fluoridbatterien weisen eine hohe theoretische Energiedichte auf, die mit den Lithium-Ionen-Batterien konkurrieren kann. Das System ist noch in der Grundlagenforschung (Gschwind 2014). Chlorid-Ionen-Batterien könnten zukünftig in der stationären Energieversorgung eingesetzt werden, da deren Energiedichte unterhalb der von Lithium-Ionen-Batterien liegen wird, jedoch wesentlich kostengünstiger als diese herstellbar wären.

Abb. 2: Energiedichteentwicklung neuer, in der Entwicklung befindlicher unterschiedlicher elektrochemischer Materialsysteme



Quelle: Fichtner 2015

Die gravimetrische und volumetrische Leistungsdichte der ausgeführten Systeme ist in Abbildung 2 zusammengeführt dargestellt.

5 Ausgewählte Ergebnisse

Anhand ausgrewählter Beispiele von aktiven Batterie-Zell-Bestandteilen sowie neuen Batteriesystemen sollen die Ansatzmöglichkeiten von Neuentwicklungen aufgezeigt werden.

Optimierung von Elektrodenmaterial

Ein alternatives Batteriesystem stellen Natrium-Ionen-Batterien dar, welche nach einem ähnlichen Mechanismus wie kommerziell verfügbare Lithium-Ionen-Batterien funktionieren. Erstere sind kostengünstiger in der Herstellung, speichern allerdings etwas weniger Energie (massenbezogen), was sie dennoch attraktiv für die stationäre Energieversorgung macht. Neu ist hier die Verwendung biologischer Abfälle für die Herstellung des Aktivmaterials einer Elektrode. Seitens des HIU wurde konkret für die negative Elektrode (Anode) ein kohlenstoffbasiertes Material entwickelt, welches aus Apfelabfällen gewonnen wurde und exzellente elektrochemische Eigenschaften besitzt. Bisher konnten im Labor über 1.000 hochreversible Lade-/Entladezyklen mit hoher Zyklenstabilität und Kapazität demonstriert werden (Buchholz 2015a). Mit dieser Entdeckung wird ein Beitrag zur Vereinfachung der Materialherstellung für Elektroden und damit zur Kostensenkung von Batterien geleistet. Durch den Ersatz von natürlichem Graphit werden auch Nachhaltigkeitsaspekte deutlich verbessert.

Darüber hinaus wurde für die positive Elektrode (Kathode) ein Material entwickelt, welches aus einer Mischung von verschiedenen Schichtoxiden besteht. Neu ist dabei, dass auf das kostenintensive und umweltschädigende Kobalt verzichtet werden konnte. Kobalt ist einerseits ein gängiger Bestandteil in Aktivmaterialien in kommerziell verfügbaren Lithium-Ionen-Batterien und steht andererseits auf der EU-Liste kritischer Materialien (EC 2014). Trotz des Fehlens von Kobalt konnte eine hohe Leistung über mehrere hundert Zyklen erreicht und dokumentiert wer-

den (Buchholz 2015b). Natrium-Ionen-Batterie-Systeme stellen eine Alternative zu Lithium-Ionen-Batterien, insbesondere im Bereich der stationären Energiespeicher dar.

In einem weiteren Beispiel geht es um die Anordnung von Lithium in den Elektroden herkömmlicher Lithium-Ionen-Batterien, welche entscheidend ist für die gespeicherte Menge an Lithium (diese ist äquivalent zur Kapazität einer Batterie). Üblicherweise bewegen sich die Lithium-Ionen während des Lade- und Entladevorgangs entlang wohl definierter Kanäle in der Struktur des Elektrodenmaterials. Dieser Mechanismus ist als Interkalation bekannt und bewährt (Urban et al. 2014). Am HIU konnte nachgewiesen werden, dass entgegen bisheriger Vermutungen ungeordnete Strukturen (sog. „disordered rock salt structure“) ohne definierte Diffusionskanäle ebenfalls funktionieren. Dazu wurde am HIU erstmals ein Prototyp einer solchen Batterie hergestellt und festgestellt, dass in diesem Fall sogar um Faktor zwei mehr Lithium-Ionen als bisher für konventionelle Interkalationsstrukturen bekannt gespeichert werden können. Der Speicherfaktor ist ca. um einen Faktor zwei höher (Chen et al. 2014).

Um eine höhere Leistungsfähigkeit von Speichermaterialien zu erreichen, die bisher als nicht zyklenstabil und mit schnell absinkender Speicherkapazität beschrieben wurden, wurde ein Kathodenmaterial auf Eisen-Kohlenstoffbasis mit einem neuen Ansatz synthetisiert. Infolge des neuen Syntheseansatzes ist die damit hergestellte Eisen-Kohlenstoff-Kathode besonders stabil und mit einer vergleichsweise hohen spezifischen Kapazität ausgestattet, die lange erhalten bleibt (Prakash et al. 2011). Bei diesem Verfahren wird ein Lithiumsalz mit unterschiedlichen Ausgangsmaterialien vermischt und erhitzt. Dabei bildet sich eine komplett neue Nanostruktur aus, die zusätzlich von sich bildenden Kohlenstoffnanodrähten durchzogen ist. Dadurch entstehen nanoskalige Speichereinheiten und Leiterbahnen in einem Schritt (KIT 2011). Einsetzbar wäre dieses Material in Batterien für den Fahrzeugbereich.

Optimierung von Separatoren/Membranen

Ein weiterer Bestandteil einer Batterie ist der Separator, welcher die beiden Elektroden räumlich und elektrisch voneinander isoliert. Ein Separator ist für diejenigen Ionen durchlässig, welche an der Umwandlung der gespeicherten chemischen in elektrische Energie beteiligt sind. Diesen gibt es in verschiedenen Ausführungen: Standard sind mehrschichtige Separatoren bzw. Membranen, die in der Industrie „quasi von der Rolle“ kommen. Am HIU wurde konkret ein neuer Separator entwickelt, welcher zum einen auf Basis nachwachsender Rohstoffe in einem umweltfreundlichen, einfachen Prozess hergestellt werden kann und der zum anderen ein analoges Handling (thermische Stabilität etc.) aufweist, wie die bis dato genutzten Materialien (Vieira Carvalho et al. 2015). Der nachwachsende Rohstoff ist Guarkernmehl. Dieser wird aus den Samen eines indischen Baumes gewonnen und enthält langkettige Kohlenhydrate (Hauptbestandteil sind verschiedene Zuckerarten) und etwas Protein. Guakernmehl in Kombination mit Glaspartikeln ergibt einen hochtemperaturstabilen Separator, der zudem vergleichsweise kostengünstig ist. Ein Hauptbestandteil von Glas ist Siliziumdioxid (SiO_2), welches ein wichtiger Bestandteil der Erdkruste ist, und daher quasi unbegrenzt zur Verfügung steht.

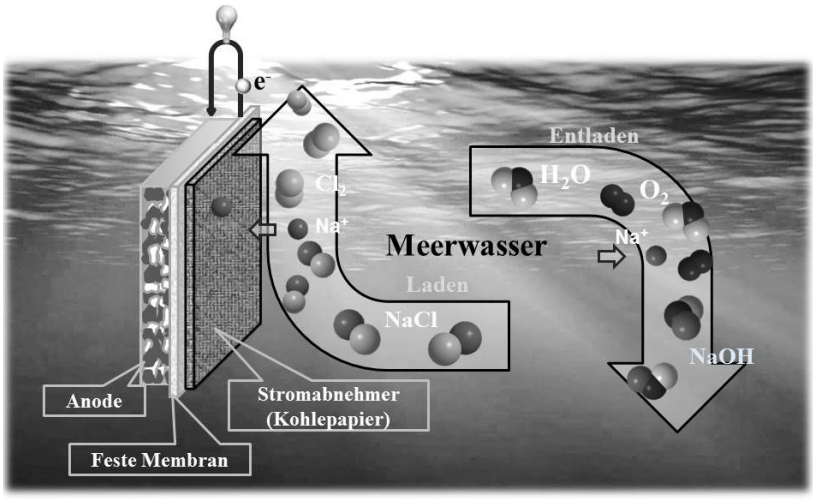
Neue Elektrolyte für neue Batteriesysteme

Ein Beispiel für neue Batteriesysteme sind Magnesium-Schwefel-Batterien. Dies sind lithiumfreie Systeme, die zur übernächsten Generation von Batterien gehören. Hierfür wurde am HIU ein neuer Elektrolyt entwickelt, der eine bisher unerreichte elektrochemische Stabilität und einen hohen Wirkungsgrad beim Ladungstransfer aufweist (KIT 2014). Zur Herstellung werden Standardchemikalien verwendet. Attraktiv ist dabei insbesondere die einfache Herstellung (Einrühren in ein Lösemittel). Der Elektrolyt ist zudem stabil an Luft und lösemittelstabil (Zhao-Karger et al. 2014).

Neues Batteriesystem: Natrium-/Meerwasser-Batterie

Als ein weiteres Beispiel für neue Batteriesysteme hat das HIU gemeinsam mit Ulsan National Institute of Science and Technology, University of South Korea (UNIST) ein neues Konzept für

Abb. 3: Schematische Darstellung der Funktionsweise einer Natrium-/Meerwasser-Batterie



Quelle: Kim et al. 2014

großformatige stationäre elektrochemische Speichersysteme entwickelt. Dieses System nutzt das Salz des Meerwassers, welches unlimitiert zur Verfügung steht. Der Ladevorgang basiert auf einer Aufnahme von Natrium-Ionen aus dem Salz des Meerwassers, welche durch einen Elektrolyten zur Anode diffundieren. Dort reagieren sie mit metallischen Inhaltsstoffen der Anode und bilden eine Legierung, die das eigentliche Speichermedium darstellt (Abb. 3). Entladen wird, wenn alle Legierungselemente verbraucht sind, durch Zugabe einer Spannung. Dies führt dazu, dass die Natrium-Ionen wieder in die entgegengesetzte Richtung diffundieren. Der Vorteil dieses Systems ist die unlimitiert verfügbare Kathode (Meerwasser). Das HIU hat auf der materialtechnischen Seite der Anode seine Kompetenzen eingebracht (Kim et al. 2014).

6 Zusammenfassung

Der Bedarf an effizienten und kostengünstigen Energiespeichersystemen für unterschiedliche Anwendungen ist ungebrochen hoch. Elektrochemische Speicher bieten das Potenzial, für mobile, stationäre und tragbare Anwendungen einsetzbar zu sein, und damit u. a. einen Beitrag zur Lösung aktueller Fragen beim Einsatz in der (Elektro-) Mobilität und Speicherung elektrischer Energie aus fluktuierenden Energiequellen zu leisten.

Perspektivisch strebt das HIU die Vernetzung exzellenter Grundlagenforschung mit der Anwendungsebene an. Das HIU bietet dabei eine gemeinsame Plattform für die Zusammenarbeit von vier Partnern, in der das hohe Synergiepotenzial aufgrund komplementärer Kompetenzen genutzt wird. Im Bereich der Materialforschung werden im HIU sowohl die Verbesserung bestehender Batteriesysteme mit Blick auf eine zeitnahe industrielle Umsetzung als auch die Erforschung völlig neuartiger Batteriekonzepte adressiert. Ausgehend vom heutigen Referenzsystem – marktreife Lithium-Ionen-Speichertechnologien – werden zum einen aussichtsreiche Lithium-Batteriekonzepte optimiert und zum anderen neue, lithiumfreie Systeme entwickelt. Im Fokus stehen dabei u. a. Batterieelemente, die etwa aus nachwachsenden Rohstoffen oder Reststoffen hergestellt werden können sowie die Nutzung gut verfügbarer Materialien.

Es ist absehbar, dass in Zukunft das Spektrum an Materialien und Zellen in der Batterieforschung deutlich vielfältiger sein wird als heute. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen innerhalb der Elektromobilität und bei stationären Speichern, wird es voraussichtlich keine Vormachtstellung eines Batteriesystems wie heute mit den Lithium-Ionen-Batterien mehr geben, sondern auf spezifische Anwendungsgebiete optimierte Batterietypen. Hierfür möchte das HIU einen signifikanten Beitrag leisten.

Anmerkungen

1) Industrieseitige Angaben liegen heute bei ca. 350 Wh/kg (bei 320 Wh/l), zukünftig werden bis zu 600 Wh/kg (bei 600 Wh/l) erwartet (Janek/Adelhelm 2013).
2) Publizierte theoretische Energiedichte 12 kWh/kg; zum Vergleich: Benzin liegt bei etwa 13 kWh/kg. Bisher konnten ca. 17 % dieser theoretischen Energiedichte erreicht werden (Akhtar/Akhtar 2014).

Literatur

Akhtar, N.; Akhtar, W., 2014: Prospects, Challenges, and Latest Developments in Lithium-air Batteries. In: International Journal of Energy Research 39 (2015), S. 303–316

Birke, P.; Schiemann, M., 2013: Akkumulatoren. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft elektrochemischer Energiespeicher. München

Bloch, M., 2014: Was man über Lithium-Schwefel-Akkus wissen muss; http://www.elektroniknet.de/power/energiespeicher/artikel/105459/ (download 22.10.15)

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, o. J. a: Elektromobilität: Das Auto neu denken; http://www.bmbf.de/de/14706.php (download 22.10.15)

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, o. J. b: Batterieforschung für Elektroautos; http://www.bmbf.de/de/22329.php (download 22.10.15)

Buchholz, D., 2015a: Mündliche Information vom 6.11.2015, Artikel eingereicht

Buchholz, D., 2015b: Mündliche Information vom 6.11.2015, Artikel akzeptiert in advanced.energy.materials

Bundesregierung, 2011: Regierungsprogramm Elektromobilität; https://www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BPA/Bestellservice/2011-05-20-regierungsprogramm-elektromobilitaet.html (download 22.10.15)

Chen, R.; Ren, S.; Knapp, M. et al., 2015: Disordered Lithium-Rich Oxyfluoride as a Stable Host for Enhanced Li + Intercalation Storage. In: Advanced Energy Materials 5/9 (2015), S. 1401814/1–7

EC – Europäische Kommission, 2014: Überprüfung der Liste kritischer Rohstoffe für die EU und die Umsetzung der Rohstoffinitiative; http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0297&from=EN (download 22.10.15)

Fichtner, M., 2015: Private Communication on 28.10.2015

Fraunhofer ISI – Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, 2010: Technologie Roadmap: Lithium-Ionen-Batterien 2030; http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/t/de/publikationen/TRM-LIB2030.pdf (download 22.10.15)

Fraunhofer ISI – Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, 2014: Energiespeicher für die Elektromobilität; http://www.emotor.isi-projekt.de/emotor-wAssets/docs/privat/EMOTOR_Leitmarkt-und-Leitanbieter_Fraunhofer-ISI_web.pdf (download 22.10.15)

Gschwind, F., 2014: Alles Lithium oder was?; https://www.mtec-akademie.de/service/was-ist-eigentlich/batteriesysteme.html?L=dpwmczsj.html (download 22.10.15)

Janek, J.; Adelhelm, P., 2013: Zukunftstechnologien. In: Korthauer, R. (Hg.): Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, S. 199–217

Kim, J.-K.; Mueller, F.; Kim, H. et al., 2014: Rechargeable-hybrid-seawater Fuel Cell. In: NPG Asia Materials 6 (2014), e144 doi: 10.1038/am.2014.106

KIT – Karlsruher Institut für Technologie, 2011: Neues Batteriematerial für Elektrofahrzeuge. Presseinformation 042/2011

KIT – Karlsruher Institut für Technologie, 2014: Neuer Elektrolyt ermöglicht Bau von Magnesium-Schwefel-Batterien. Presseinformation156/2014

Kraytsberg, A.; Ein-Eli, Y., 2010: Review on Li-air Batteries – Opportunities, Limitations and Perspective. In: Journal of Power Sources 196/3 (2011); S. 886–893

Oertel, D., 2008: Energiespeicher – Stand und Perspektiven. TAB – Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Arbeitsbericht Nr. 123, Berlin

Prakash, P.; Wall, C.; Mishra, A.K. et al., 2011: Modified Synthesis of [Fe/LiF/C] Nanocomposites, and its Application as Conversion Cathode Material in Lithium Batteries. In: Journal of Power Sources 196 (2011), S. 5936–5944

Spiegel Online Wirtschaft, 2014: Elektroautos: Daimler schließt Deutschlands einzige Batteriezellen-Fabrik; http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/elektroautos-li-tec-schliesst-einzige-deutsche-batteriezellen-fabrik-a-1003142.html (download 22.10.15)

Urban, A.; Lee, J.; Ceder, G., 2014: The Configurational Space of Rocksalt-Type Oxides for High-Capacity Lithium Battery Electrodes. In: Advanced Energy Materials 4/13 (2014), S. 1400478/1–9

Vieira Carvalho, D.; Loeffler, N.; Kim, G.-T. et al., 2015: High Temperature Stable Separator for Lithium Batteries Based on SiO2 and Hydroxylpropyl Guar Gum. In: Membranes 4 (2015), S. 632–645

Kontakt

Prof. Dr. Maximilian Fichtner
Helmholtz-Institut Ulm (HIU)
Helmholtzstraße 11, 89081 Ulm
E-Mail: maximilian.fichtner@kit.edu

« »

Elektrochemische Energiespeicher für mobile Anwendungen im Fokus der Systemanalyse

von Marcel Weil, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, Jens Peters, Helmholtz-Institut Ulm, Manuel Baumann, Hanna Dura und Benedikt Zimmermann, ITAS, Karlsruhe

Elektrochemische Speicher werden als Schlüsseltechnologie der Elektromobilität und Energiewende angesehen. Durch ökobilanzielle Untersuchungen lassen sich sowohl die Umweltwirkungen der Batterieherstellung als auch mögliche Umweltvorteile der batteriebetriebenen Elektrofahrzeuge gegenüber konventionellen Fahrzeugen oder anderen Antriebskonzepten quantitativ bewerten. Dabei zeichnet sich ab, dass Elektrofahrzeuge unter heutigen Rahmenbedingungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg relativ einfach Umweltvorteile erreichen können, die sich in der Zukunft mit höheren Anteilen an regenerativen Energieerzeugungsquellen weiter erhöhen werden. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse lebenszyklusorientierter ökonomischer Analysen. Hier zeigt sich, dass sich heute nur unter äußerst günstigen Randbedingungen ökonomische Vorteile für Elektrofahrzeugbesitzer ergeben. Dabei stellt die Batterie den treibenden Faktor der Produktionskosten eines Elektrofahrzeugs dar. Neueste Studien zeigen jedoch, dass zukünftig die Batteriekosten soweit sinken könnten, dass Elektrofahrzeuge konkurrenzfähig zu konventionellen und alternativen Antriebskonzepten sind.

Electrochemical energy storage systems are considered as a key technology for electro mobility and the German energy turnaround. Life cycle assessment does not only reveal the environmental impacts of battery production, but can also quantitatively evaluate the potential environmental advantages of electric vehicles against vehicles with conventional or other alternative power train concepts. The results also show that it is quite easy to achieve environmental advantages throughout the entire life cycle of electric vehicles under the current framework conditions. These advantages could be further improved in the future with a growing share of energy production from renewable sources. In contrast, electric vehicles cannot economically compete with conventional vehicles in most cases. One major cost driver of the electric vehicle production is the battery. However, recent studies showed that the costs for batteries could decrease significantly in the future to make electric vehicles competitive against those with conventional or other alternative power train concepts.

1 Energiespeicher unter Innovationsdruck – damals und heute

Die Batteriespeicher- bzw. Akkutechnologie sah sich bereits vor mehr als 100 Jahren mit hohen Innovationserwartungen konfrontiert. Im Vorwort des Handbuchs „Der Edisonakkumulator“ von Kammerhoff (1910) ist folgende Ausführung zu finden:

> „Die Lösung verkehrstechnischer Fragen wird seit Jahren mit gespannter Aufmerksamkeit nicht nur von Fachleuten verfolgt. Was immer an Verbesserungen bei den modernen Verkehrsmitteln – Eisenbahn, Dampfschiff, Automobil, Motorrad, neuerdings Luftschiff – auftaucht, ist sicher, in den weitesten Kreisen Beachtung zu finden. Kein Wunder daher, dass man sowohl diesseits wie jenseits des Atlantiks interessiert aufhorchte, als zu Beginn des neuen Jahrhunderts der Telegraph die Kunde brachte, dass Edison sich die Aufgabe gestellt habe, mit Hilfe der Elektrizität, mit einem neuen Akkumulator das Problem des pferdelosen Wagens zu lösen. Wie so oft bei Erörterung technischer Angelegenheiten schoss auch in diesem Falle die Mehrzahl der Tageblätter in ihren Berichten über das erreichbare Ziel hinaus. Auf der einen Seite der wohlbegründete Ruf des tatkräftigen Amerikaners als erfolgreicher Pionier der Elektrotechnik, auf der anderen Seite der Wunsch, aus der Misere des unzulänglichen Verkehrs mit Pferdefuhrwerk herauszukommen, ließ die Berichterstatter in begeisterten Schilderungen sich über alle Schwierigkeiten, ja über die Grenzen des technisch Erreichbaren hinwegsetzen. Notgedrungen musste auf die teilweise phantastischen Übertreibungen ein Rückschlag erfolgen, als die Verwirklichung der laut gewordenen Hoffnungen und Wünsche jahrein jahraus auf sich warten ließ. Hatte sich der erfahrene Techniker von vornherein gesagt, dass derartige prinzipielle Umwälzungen im Handumdrehen

> nicht durchgeführt werden konnten, dass bestenfalls Jahre nötig seien, um greifbare Resultate zu erzielen, so fühlte das große Publikum sich infolge Nichterfüllung seiner Erwartungen enttäuscht und war vielfach geneigt, die Möglichkeit der Lösung des Problems auf dem angegebenen Wege an und für sich zu bezweifeln."

Auch wenn sich die Energiespeicherkapazität seit dem Edisonakkumulator um ein vielfaches erhöht hat, sind mit den elektrochemischen Energiespeichern auch heute hohe Erwartungen verbunden. So wird weiterhin eine nennenswerte Performancesteigerung von vielen Akteuren in diesem Feld erwartet, um im stationären und automobilen Bereich einen Marktdurchbruch zu erfahren.

Es scheint so, dass insbesondere Firmen dazu tendieren, sehr optimistisch die Möglichkeiten ihrer eigenen Entwicklung darzustellen. So schien im Jahr 2010 das Energiespeicherproblem zwischenzeitlich gelöst und von dem damaligen Bundeswirtschaftsminister Rainer Brüderle (FDP) schon als Durchbruch gefeiert, als ein umgebauter vollelektrischer Audi A2 mit einer Akku-Technologie namens Kolibri (es handelt sich um Energiespeicher auf Lithium-Metall-Polymer-Basis) der Firma DBM Energy (aufgegangen in die Firma Kolibri Systems AG), eine Rekordfahrt von München nach Berlin (600 km) ohne (bekannten) Ladestop absolvierte (Spiegel 2010). Leider ist nicht nur der Testwagen kurz nach der Rekordfahrt abgebrannt. Auch der angekündigte Durchbruch blieb bis heute aus (FAZ 2015). So wird bereits eine neue Rekordreichweite von 800 km des E-Fahrzeugs Quant F der Firma Nanoflowzell AG angekündigt, welches mit einer Flusszellentechnologie ausgestattet ist (Spiegel 2015). Aufgrund der wenigen verfügbaren Informationen zu dieser, aber auch zu anderen Technologien, können selbst Batterieexperten die Belastbarkeit solcher Versprechen kaum abschätzen.

Soweit sich solche Erfolgsmeldungen nicht bewahrheiten, muss der Verbraucher auf die nächsten, bereits in der Entwicklung befindlichen Batterie-Generationen für mobile Anwendungen warten, an denen weltweit geforscht wird (vgl. Thielmann et al. 2010). Hier zu nennen sind beispielsweise Metall-Schwefel Systeme (z. B. Li-S[1]) in naher Zukunft und Metall-Luft-Systeme (z. B. Li-Luft) oder Fluor basierte Systeme in ferner Zukunft (> 2025–2030)[2].

2 Lebenswegbezogene ökologische Analysen zu Energiespeichern für mobile Anwendungen

Einer der wesentlichen Motivationen für die Förderung von Elektromobilität ist die Reduzierung der negativen Umweltauswirkungen insbesondere im Transportsektor. Die EU sieht eine stärkere Elektrifizierung im Verkehr als zentrales Element für eine Reduzierung der Treibhausgas (THG)-Emissionen (EC 2009). Zur Quantifizierung möglicher Reduktionen steht die Lebenszyklusanalyse als Werkzeug zur Verfügung. Damit lassen sich Umweltauswirkungen von Produkten sowie Prozessen unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus ermitteln, d. h. inklusive der Vorketten wie der Ressourcengewinnung und Materialproduktion, aber auch des Lebensendes wie Abfallentsorgung und der damit verbundenen Belastungen (EC-JRC 2010; Guinee et al. 2001; ISO 2006a; ISO 2006b). Abhängig von der THG-Intensität des zur Ladung genutzten Stromes, können sich dabei tatsächlich hohe Vorteile für Elektrofahrzeuge hinsichtlich der Nutzungsphase ergeben (Faria et al. 2013; Rangaraju et al. 2015; Ritthoff/Schallaböck 2012). Auf der anderen Seite ist aber die Herstellung von Batterien aufwendig und ebenfalls mit signifikanten Umweltbelastungen behaftet (Dunn et al. 2015; Notter et al. 2010; Simon/Weil 2013). Des Weiteren erhöht die Batterie das Fahrzeuggewicht und damit den Verbrauch, weshalb für eine umfassende Quantifizierung und einen Vergleich mit konventionellen Antrieben der gesamte Lebenszyklus betrachtet werden muss, von Produktion über Nutzungsphase bis hin zu Entsorgung und ggf. Wiederverwertung der Energiespeicher.

Es gibt eine Vielzahl von Studien zu den Umweltauswirkungen von Elektromobilität, jede mit einem eigenen Schwerpunkt und Detailniveau. Bisher existiert jedoch keine Studie, die alle gängigen Batterietypen umfasst, da sich die meisten Studien auf jeweils einen einzelnen oder eine kleine Auswahl von Batterietypen fokussieren. Die Verfahren zur Herstellung von verschiedenen Li-Ion-Batterietypen sind zwar prinzipiell

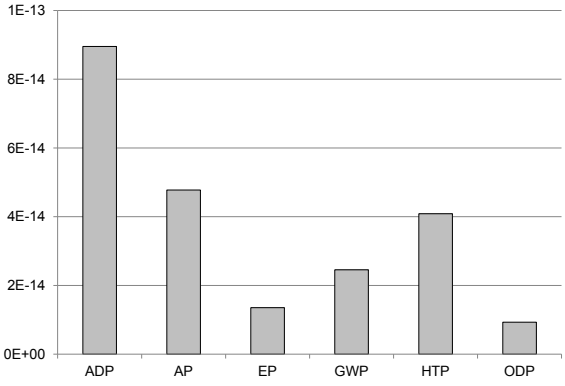
ähnlich, jedoch sind die verwendeten Materialien je nach Typ sehr unterschiedlich. Da der gesamte Lebenszyklus betrachtet wird, kommen aus den vorgelagerten Prozessen andere Elektrodenmaterialsynthese- und Materialgewinnungsverfahren zum Einsatz, sodass sich die Unterschiede in den Batterietechnologien primär in der Produktionsphase niederschlagen. Basierend auf einer Begutachtung aller in dieser Hinsicht verfügbaren Studien (Peters et al. 2015) wird versucht, im Folgenden ein typübergreifendes, generisches Bild der potenziellen Umweltauswirkungen von Li-Ionen-Batterien wiederzugeben.

2.1 Herstellung von Energiespeichern

Die Produktion von Li-Ionen-Batterien ist tendenziell sehr energieaufwändig, da erhebliche Mengen an thermischer und elektrischer Energie benötigt werden. Dies gilt insbesondere für die Trocknung der Elektroden, Trockenräume, welche für die Zell-Assemplierung benötigt werden, sowie für die Konditionierung, in welcher die Batterien mehrere Male ge- und entladen werden. Aber auch die Vorketten, d. h. Produktion von Rohstoffen, deren Transport und die Synthese der Batteriematerialien spielen eine wichtige Rolle. Im Schnitt werden pro Wattstunde (Wh) hergestelltem elektrochemischen Speichers 328 Wh Energie benötigt (kumulativer Energieaufwand KEA, d. h. unter Einbeziehung aller Vorketten und damit auch z. B. der Wandlungsverluste bei der Stromerzeugung). Die durchschnittlich für die Produktion von 1 Wh Speicherkapazität anfallenden THG-Emissionen belaufen sich auf 116 kg CO_2eq; ungefähr 250 mal so viel wie für die Bereitstellung von 1 Wh elektrischer Energie benötigt werden. Die durchschnittlichen THG-Emissionen für den europäischen Strommix 2008 beliefen sich auf 0,467 g CO_2eq pro Wh (Hawkins et al. 2012). Dies veranschaulicht klar die Wichtigkeit des Batterieproduktionsprozesses für die Gesamtbilanz eines Elektrofahrzeuges.

Ökobilanzen haben jedoch das Ziel, ein umfassendes Bild der potenziellen Umweltbelastungen zu geben. Obwohl von Gesellschaft und Politik ein starker Fokus auf THG-Emissionen und Energieverbrauch gelegt wird, gibt es andere Wirkungskategorien, die mindestens ebenso relevant sind. Um einen annähernden Eindruck von der Wichtigkeit anderer Kategorien bei der Batterieproduktion zu vermitteln, kann das Ergebnis der Ökobilanz normalisiert werden (EC-JRC 2010). Dafür wird das Ergebnis relativ zu einem gegebenen Belastungsprofil dargestellt, in diesem Fall den jährlich in Europa generierten Emissionen (Guinee et al. 2001). Abbildung 1 stellt die so normalisierten Ergebnisse (Durchschnittswerte aus allen berücksichtigten Lebenszyklusstudien zu Li-Ionen-Batterien) dar. Man sieht, dass, in Proportion zu den jährlich in Europa entstehenden Umweltauswirkungen, die Produktion einer Wh an Batteriekapazität vergleichsweise wenig zu den gesamten europäischen THG-Emissionen beiträgt, sondern dass vielmehr andere Kategorien wie Ressourcenverarmung, Versauerung und Humantoxizität potenziell wichtigere Rollen spielen.

Abb. 1: Normalisierte Umweltauswirkungen für die Produktion von 1 Wh Li-Ionen-Batteriekapazität



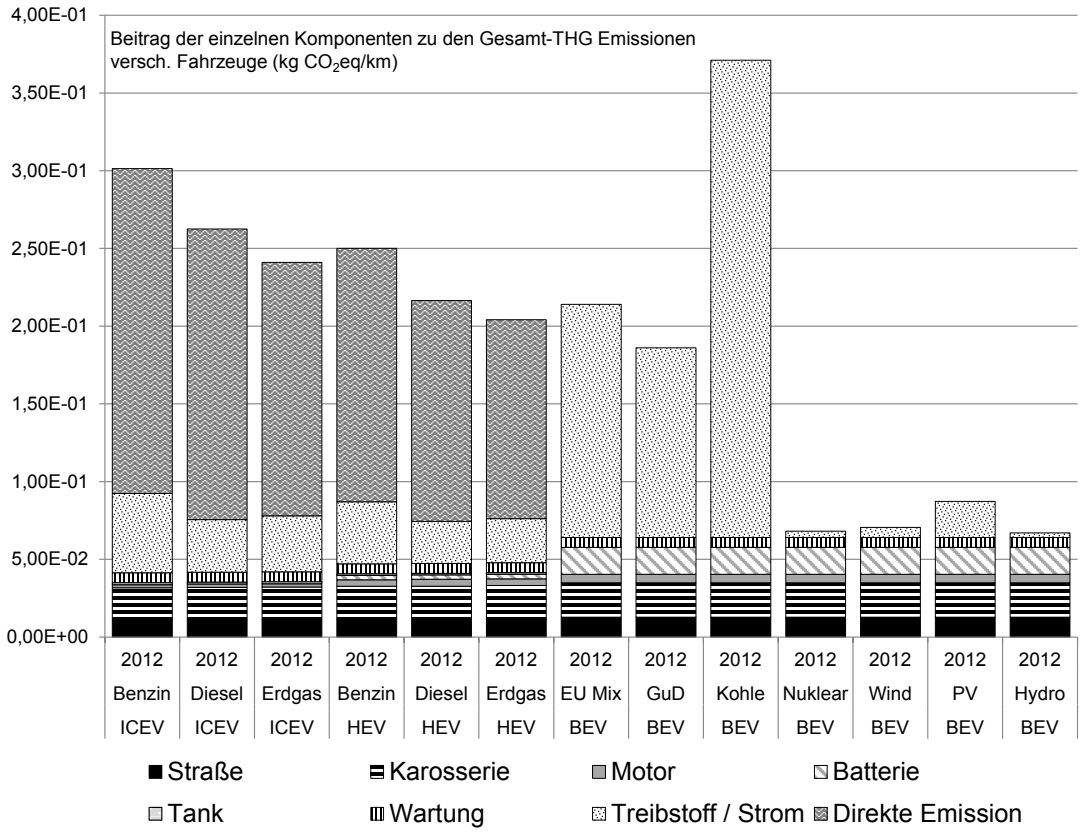
Normalisiert auf die jährlich in der Europa entstehenden Umweltauswirkungen

ADP: Ressourcenverarmungspotenzial
AP: Versauerungspotenzial
EP: Eutrophizierungspotenzial
GWP: Treibhausgasemissionen
HTP: Humantoxizitätspotenzial
ODP: Ozonverarmungspotenzial

Quelle: Eigene Darstellung

Obwohl Li-Ionen-Batterien bereits in industriellem Maßstab produziert werden, gibt es dennoch einen latenten Mangel an Daten zu den entsprechenden Produktionsprozessen. Hersteller geben ungern Details über Energieverbrauch, Zu-

Abb. 2: CO_2-Emissionen von konventionellen (ICEV), Hybriden (HEV) und Batteriefahrzeugen (BEV) mit unterschiedlichem Treibstoff bzw. Ladestrom unterschiedlichen Ursprungs



EU-Mix: derzeitiger Strommix in der EU
PV: Photovoltaik
GuD: Erdgas Gas-und-Dampf Kraftwerk
Hydro: Wasserkraft

Quelle: Bauer et al. 2015, eigene Darstellung

sammensetzung und genaue Produktionsabläufe preis, weshalb sich bestehende Studien immer mit Abschätzungen und Annäherungen zufriedengeben müssen. Entsprechend hoch sind die Unsicherheiten, was sich auch in der Varianz der Ergebnisse, zu denen die unterschiedlichen Studien kommen, widerspiegelt.

2.2 Nutzungsphase von Energiespeichern

Die Nutzungsphase ist der Teil des Lebenszyklus mit dem mit Abstand höchsten Einfluss auf die Umweltauswirkungen von Elektromobilität (Faria et al. 2013; Nordelöf et al. 2014; Notter et al. 2010). Vor allem die Herkunft der Elektrizität ist dabei ein Schlüsselfaktor. Ein auf überwiegend fossilen Energieträgern basierender Strommix bringt dabei wenig Vorteile oder sogar Nachteile im Vergleich mit einem modernen effizienten Verbrennungsmotor (Bauer et al. 2015; Hawkins et al. 2012; Nordelöf et al. 2014). Je höher der Anteil an regenerativ erzeugtem Strom, welcher für das Laden der Batterien verwendet wird, desto höher der Umweltvorteil[3]. Abbildung 2 veranschaulicht dieses durch Gegenüberstellung der CO_2-Emissionen von konventionellen und von Elektrofahrzeugen, die mit Strom aus verschiedenen Elektrizitätserzeugungsarten geladen werden. Allerdings ist die für den Fahrzeugantrieb benötigte Energie in erster Linie ein Fahrzeugparameter und nicht batterieabhängig. Darüber hinaus gibt es jedoch noch weitere, batteriebezogene Parameter, wie interne Lade-/Entlade-Effizienz, spezifische Energiedichte (und damit Batteriegewicht für eine gegebene Kapazität) oder die Batterielebensdauer, welche

sich ebenfalls in der Gesamtbilanz niederschlagen, aber oft vernachlässigt werden.

Im Folgenden werden Faktoren genauer diskutiert, die einen starken Einfluss auf die Ergebnisse einer Lebenszyklusanalyse haben.

Lebensdauer

Die Herstellung der Batterien ist mit hohen Umweltauswirkungen und Energieverbrauch verbunden. Eine kurze Lebensdauer kann sich auf die lebenszyklusbezogenen Umweltauswirkungen des Fahrzeugs sehr negativ auswirken, wenn beispielsweise eine Batterie vor Ende des Fahrzeuglebens ersetzt werden muss, sodass nun die Produktion zweier Batterien auf ein Fahrzeug kommt. Unterschiedliche Batterietypen können sehr verschiedene Lebensdauern haben, und es ergeben sich deutliche Unterschiede, wenn die über die gesamte Lebensdauer bereitgestellte Kapazität betrachtet wird. Eine Mittelung über alle Batterietypen gibt dabei ein stark vereinfachtes Bild, ist aber hilfreich, um die Größenordnungen aufzuzeigen. Im Schnitt über alle Batterietypen beläuft sich der aus der Batterieproduktion resultierende kumulative Energieaufwand (KEA) für die Speicherung von 1 kWh über die gesamte Batterielebensdauer auf 0,26 kWh, d. h. auf rund ein Viertel. Die entsprechenden THG-Emissionen sind 84g CO_2eq pro KWh, oder rund 18 % der für die Erzeugung einer kWh an Strom anfallenden Emissionen (EU-Strommix aus 2008). Bei längerer Batterielebensdauer reduzieren sich diese Werte entsprechend. Dieser Abschätzung liegen eine durchschnittliche Entladetiefe von 80 % sowie eine Batterieeffizienz von 90 % zugrunde.

Batterieeffizienz

Die Lade-/Entladeeffizienz der Batterie bestimmt den Anteil der elektrischen Energie, der bei jedem Lade-/Entladezyklus in Form von Wärme verloren geht. Bestehende Studien gehen von einer Effizienz von 90 % aus, wobei jedoch gängige Batterien, abhängig vom Typ, Werte über 93 % aufweisen können (Stenzel et al. 2014). Für eine interne Effizienz von 90 % wäre der KEA für die Speicherung von 1 kWh Strom ca. 0,3 kWh und die entsprechenden THG-Emissionen 46,7 g CO_2eq. Diese Werte sind in einer vergleichbaren Größenordnung wie die (anteilsmäßig über die Lebensdauer) durch die Produktion verursachten. Folglich können die mit der Batterie unmittelbar assoziierten Umweltauswirkungen durch Verbesserung des Batteriewirkungsgrades in der gleichen Größenordnung reduziert werden wie durch eine proportionale Erhöhung der Zykluslebensdauer oder die entsprechende Reduktion der Energieintensität des Produktionsprozesses selbst.

Energiedichte

Die Erhöhung der spezifischen Energiedichte oder Kapazität ist eines der primären Ziele der Batterieforschung, da in Elektrofahrzeugen die Batterie einen wesentlichen Anteil am Fahrzeuggewicht hat. Auch ohne eine detaillierte Berechnung kann die Auswirkung einer veränderten Energiedichte auf das Batterie- und damit das Fahrzeuggewicht grob bestimmt, und daraus für den gegebenen Fahrzyklus der geänderte Energieverbrauch ermittelt werden. Eine Erhöhung der Energiedichte um z. B. 50 % von 160 auf 240 $Wh \cdot kg^{-1}$ würde auf dieser Basis eine Reduktion des Energieverbrauchs zwischen 2 und 5 % bedeuten (Lewis et al. 2014), und somit eine Reduktion des KEA um 0,06 bis 0,15 kWh pro kWh an von der Batterie zur Verfügung gestellter Energie. Eine Reduktion der Energiedichte um die Hälfte auf 80 $Wh \cdot kg^{-1}$ erhöht andererseits den KEA um 0,24 bis 0,45 kWh pro kWh. Dies sind Werte in der gleichen Größenordnung wie die zuvor bei Betrachtung des Einflusses von Batterieeffizienz und Lebensdauer erhaltenen. Folglich muss die spezifische Energiedichte nicht unbedingt relevanter sein als andere Parameter wie die Zykluslebensdauer oder die Batterieeffizienz. Letztere könnten sogar einen höheren Einfluss auf die gesamten Umweltauswirkungen eines Elektrofahrzeuges haben als das zusätzliche Gewicht aufgrund der Traktionsbatterie (Zackrisson et al. 2010).

Die Abschätzungen zur Umweltauswirkung von Li-Ionen-Batterien in diesem Kapitel basieren auf veröffentlichten Lebenszyklusstudien (Peters et al. 2015). Die Werte sind dementsprechend Durchschnittswerte und variieren, insbesondere für die Batterieproduktion, stark zwischen ver-

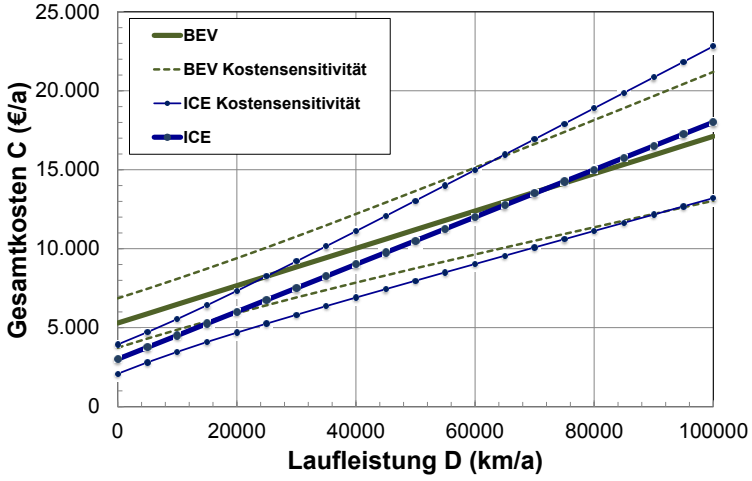
schiedenen Batterietypen. Das Einbeziehen der Zykluslebenszeit relativiert dies teilweise und ermöglicht einen Vergleich von Batterietypen mit sehr unterschiedlicher Lebensdauer. Dadurch kann ein sehr anschauliches Bild von den Größenordnungen und auch der Relevanz verschiedener Schlüsselparameter vermittelt werden. Bezüglich letzterer zeigt sich, dass sich diese alle in vergleichbaren Größenordnungen bewegen, und dass damit durch Weiterentwicklung eines jeden Aspekts eine ähnliche Verbesserung der Ökobilanz erreicht werden kann. In allen Fällen hat die Batterieproduktion einen wesentlichen Anteil an den Umweltauswirkungen, jedoch relativiert sich dieser, wenn nicht nur die unmittelbar mit dem Batteriebetrieb verbundenen Auswirkungen betrachtet werden (interne Verluste oder zusätzlicher Verbrauch durch Batteriegewicht), sondern auch die für die Fortbewegung selbst benötigte Energie. In diesem Fall werden der Energieverbrauch sowie die THG-Emissionen von der Nutzungsphase dominiert. Ganzheitlich gesehen ist somit nicht die Batterie selbst, sondern die Versorgung mit erneuerbar erzeugtem Ladestrom mit geringen Umweltauswirkungen das oberste Gebot für eine nachhaltige Elektromobilität.

3 Kostenbetrachtungen von Batterien und batterieelektrischen Fahrzeugen

Die Lebenszykluskosten eines rein batteriebetriebenen Fahrzeuges aus der Nutzerperspektive (Total Cost of Ownership – TCO) hängen neben der Investition von den Nutzungs-, Unterhalts- und den Entsorgungskosten-, bzw. Recyclingkosten ab. Letztere sind in der Regel schon in den Investitionskosten (Kaufpreis) enthalten.

Gegenwärtig können rein elektrische Fahrzeuge[4] gegenüber konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor in den meisten Fällen zwar deutliche Umweltvorteile aufweisen, allerdings nur in den seltensten Fällen Kostenvorteile (ADAC 2014; Dura et al. 2012; FFE 2011). Letzteres ist insbesondere dann der Fall, soweit selbst erzeugte Energie (z. B. durch Photovoltaik) für die Ladung der Batterie genutzt wird (zur Reduktion der Nutzungskosten) und/oder durch rationale Wahl der Fahrzeuggröße, die sich an den vorrangigen Nutzungszwecken orientiert (Dura et al. 2012). Dennoch kann festgehalten werden, dass in der großen Mehrzahl der Nutzungsfälle mit höheren Lebenszykluskosten für Elektrofahrzeuge zu rechnen ist, soweit nicht der Kauf eines solchen Fahrzeugs vom Staat nennenswert subventioniert wird, wie z. B. in Norwegen (Handelsblatt 2015).

Abb. 3: Kostenanalyse verschiedener Fahrzeuge in Abhängigkeit der Laufleistung



BEV: Batterieelektrische Fahrzeuge
ICE: Fahrzeug mit Verbrennungsmotor

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Fournier et al. 2015

Ursächlich für die hohen Lebenszykluskosten ist der hohe Anschaffungspreis für E-Fahrzeuge, der von 30 % bis zu 120 % über einem vergleichbaren konventionellen Fahrzeug liegt (ADAC 2014). Dies bedeutet, dass aus Sicht eines Nutzers die höheren Investitionskosten nur durch die geringeren Nutzungskosten pro km kompensiert werden können. Demzufolge würde man nur Kostenvorteile durch hohe Laufleistungen des Elektrofahrzeuges erreichen können. In zwei unterschiedlichen Fällen von Fahrzeugen mit einer Li-Ionen-Batterien werden hierbei der Break-Even-Punkt der Laufleistung, der Punkt also, ab dem das Elektrofahrzeug Kostenvorteile gegenüber dem konventio-

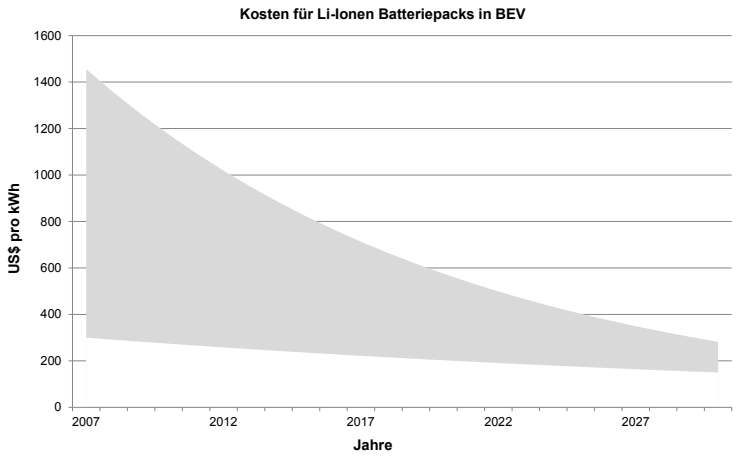
nellen Fahrzeug aufweist, mit ca. 160.000 bzw. 300.00 km berechnet (Jambor/Heinrich 2014; Quodt 2015). Eine optimistischere Studie sieht diesen Punkt bereits für Batteriefahrzeuge bei ca. 70.000 km Laufleistung als erreicht (Abb. 3), soweit nicht noch Effekte durch die Fremdnutzung der Batterie im Fahrzeug für Netzzwecke berücksichtigt werden (Fournier et al. 2015). Allerdings sind derartige Berechnungen auch immer mit hohen Unsicherheiten behaftet, weshalb sich sehr hohe Abweichungen ergeben können.

Neben den Entwicklungskosten für Elektrofahrzeuge sind die Batteriekosten ein wesentlicher Faktor für den deutlich höheren Preis von Elektrofahrzeugen (EWI 2010; VDE 2010). Es gibt jedoch zahlreiche Hinweise, dass die Kosten für elektrochemische Speicher sowohl für eine spezifische Zellchemie und Geometrie, aber auch durch die Einführung neuer Speichertechnologien (z. B. Li-S) in der Zukunft stark sinken könnten.

In einer aktuellen Metastudie (Nykvist/Nilsson 2015) wurden 80 Veröffentlichungen ausgewertet, die nach 2007 entstanden sind und sich auf die Preisentwicklung von Li-Batterien fokussieren. Dabei wurden nicht nur wissenschaftliche Publikationen herangezogen, sondern auch Quellen aus Industrie- und Branchenkreisen sowie in den Medien dokumentierte Aussagen von Firmenvertretern wie z. B. Tesla, BMW, Nissan oder Mitsubishi. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass möglicherweise die Kosten von Batterien bereits in der Vergangenheit überschätzt wurden und dass in der Zukunft mit deutlichen Kostenreduktionen zu rechnen ist. Lagen die Preise für Lithium-Batteriezellen im Jahr 2014 noch bei durchschnittlich 410 Dollar (ca. 370 Euro) pro kWh Speicherkapazität, so könnten bei gleichbleibender Entwicklung bereits in drei Jahren Kosten von ca. 225 Dollar (200 Euro) pro kWh erreicht werden. Ferner könnte die magische Batteriekosten-Grenze[5] von 150 Dollar (ca. 135 Euro), die Grenze ab der batteriebetriebene Fahrzeuge als preislich ebenbürtig zur konventionellen Konkurrenz gelten, in relativ naher Zukunft unterschritten werden (Nykvist/Nilsson 2015). Eine ebenfalls aktuell veröffentlichte Studie bestätigt diese Analyseergebnisse (Lux Research 2015). Bei den sinkenden Kostentrends scheinen Nissan und insbesondere Tesla eine ausgesprochene Vorreiterrolle einzunehmen.

In einer stark vereinfachten Darstellung (Abb. 4) ist die Bandbereite der Kosten und Kostenentwicklung für Li-Batterien bis ins Jahr 2030 basierend auf der Studie von Nykvist und Nilsson (2015) dargestellt.

Abb. 4: Bandbereite der Preise und Preisentwicklung für Li-Batterien für vollelektrische Batteriefahrzeuge



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Nykvist/Nilsson 2015

4 Diskussion und Zusammenfassung

Für eine nachhaltigere Gestaltung des Energie- und Mobilitätssektors haben die Energiespeicher eine große Bedeutung. Deshalb ist es verständlich, dass große Hoffnungen auf die schnelle Entwicklung von leistungsfähigen, kostengünstigen und nicht zuletzt umweltverträglichen Energiespeichern ruhen. Unter diesem hohen Erwartungsdruck wagen einzelne Vertreter der Industrie große Versprechungen hinsichtlich der zukünftigen Batterieentwicklungen, die durch die Medienberichterstattung weiterhin verstärkt werden. Wie die Erfahrung jedoch zeigt, wurden die Möglichkeiten unterschiedlicher Batterietechnologieentwicklungen bereits in der Vergangenheit oft überschätzt, insbesondere hinsichtlich der zeitlichen Entwicklungszyklen. So steht der oft gebetsmühlenartig prokla-

mierten disruptiven Innovation (der Speichertechnologie) eine tatsächlich zeitintensive Erarbeitung inkrementeller Entwicklungsschritte gegenüber.

Herangezogene Metastudien zur Abschätzung der Kostenentwicklung von Traktionsbatterien, auch unter Einbeziehung oben genannter Industrievertreter, zeigen starke Kostenreduktionspotenziale, die sich wiederum in Kostenvorteilen von Elektrofahrzeugen niederschlagen können. Ob diese optimistischen Erwartungen in einem stark umkämpften Mark für die zünftige Mobilität (auch in Konkurrenz zu Wasserstofffahrzeugen oder Fahrzeugen mit synthetischen Kraftstoffen) eher einem Wunsch als möglicher Realität entsprechen, kann nicht abschließend bewertet werden. Dies liegt insbesondere daran, dass die Entwicklung der Batterietechnologie sektorenübergreifend (stationär, mobil, portabel) stattfindet und somit von unterschiedlichen Stakeholder-Gruppen beeinflusst wird (Baumann et al. 2015).

Auch könnte es durch eine elektrische Massenmobilität zu einer Ressourcenverknappung in der Batterieproduktion kommen (Weil/Ziemann 2014), welche wiederum negative Auswirkungen auf die Kostensenkungspotenziale hätte. Der aktuelle Trend der Konzentration der Batteriezellproduktion in Asien könnte sich ebenfalls negativ auf den Preis für Batteriezellen auswirken.

Doch selbst wenn Elektrofahrzeuge in naher Zukunft keinen klaren Kostenvorteil gegenüber konventionellen Fahrzeugen erreichen, sollten die gezeigten Umweltvorteile Grund genug sein, diese Technologie (aber auch andere nachhaltige Mobilitätstechnologien) stärker zu fördern als bislang. Hier kann Norwegen als mögliches Vorbild in Europa dienen.

Anmerkungen

1) Hier gibt es bereits eine kleine Firma in England: OxisEnergy (http://www.oxisenergy.com).
2) Vgl. zu Batteriesystemen auch den Beitrag von Oertel et al. in diesem Heft.
3) Deshalb sollten für die Bewertung von Elektrofahrzeugen auch prospektive, zeitaufgelöste Ökobilanzen herangezogen werden (Zimmermann et al. 2014).
4) Hybridfahrzeuge werden in den weiteren Ausführungen nicht weiter betrachtet. Hochleistungsbatterien für Hybridfahrzeuge sind in der Regel 30-50 % teurer als Hochenergiebatterien (Nykvist/Nilsson 2015).
5) In Blesl et al. (2009) wird diese Grenze für ein Mittelklassefahrzeug bei weniger als 100 Euro gezogen, ohne Berücksichtigung der Kraftfahrzeugsteuer.

Literatur

ADAC – Allgemeiner Deutsche Automobil-Club e.V., 2014: Wie rentable sind Elektroautos. Infografik 12/2014; https://presse.adac.de/meldungen/technik/autokostenvergleich-elektroautos.html

Bauer, C.; Hofer, J.; Althaus, H.-J. et al., 2015: The Environmental Performance of Current and Future Passenger Vehicles: Life Cycle Assessment Based on a Novel Scenario Analysis Framework. In: Applied Energy 157 (2015), S. 871–883

Baumann, M.; Zimmermann, B.; Boavida, N. et al., 2015: Technology Transition Pathways Towards Electric Mobility: The Reconfiguration of Stakeholder Networks and Impact on Battery Development. Vortrag auf dem Gerpisa International Colloquium 2015. Paris

Blesl, M.; Bruchof, D.; Hartmann, N. et al., 2009: Entwicklungsstand und Perspektiven der Elektromobilität. Endbericht. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Stuttgart

Dunn, J.B.; Gaines, L.; Kelly, J.C. et al., 2015: The Significance of Li-ion Batteries in Electric Vehicle Life-cycle Energy and Emissions and Recycling's Role in its Reduction. In: Energy Environmental Science 8 (2015), S. 158–168

Dura, H.; Weil, M.; Aebi, A., 2012: Comparative LCA of an Electric Light Weight and Conventional Vehicle in Urban Driving. Vortrag beim SETAC Europe 18th LCA Case Study Symposium. Kopenhagen, 26.–28.11.12

EC – European Comission, 2009: Directive 2009-28-EC on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. Brüssel

EC-JRC – European Comission Joint Research Centre, 2010: ILCD Handbook: General Guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance. Ispra, Institute for Environment and Sustainability

EWI – Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, 2010: Potenziale der Elektromobilität bis 2050 – Eine szenarienbasierte Analyse der Wirt-

schaftlichkeit, Umweltauswirkungen und Systemintegration. Endbericht. Köln

Faria, R.; Marques, P.; Moura, P. et al., 2013: Impact of the Electricity Mix and Use Profile in the Life-cycle Assessment of Electric Vehicles. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 24 (2013), S. 271–287

FAZ – Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2015: Ende einer Weltrekordfahrt; http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/elektroautos-ermittlungen-gegen-erfinder-mirko-hannemann-13538137.html

FFE – Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2011: eFlott – Wissenschaftliche Analysen zur Elektromobilität. Endbericht

Fournier, G.; Baumann, M.; Dittes, S. et al., 2015: V2G und P2G als Bindeglied zwischen Erneuerbaren Energien und zukünftiger Individualmobilität. In: Proff, H. (Hg.): Entscheidungen beim Übergang in die Elektromobilität. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte. Wiesbaden, S. 115–128

Guinee, J.; Gorrée, M.; Heijungs, R. et al., 2001: Life Cycle Assessment – An Operational Guide to the ISO Standards. Leiden

Handelsblatt, 2015: Elektroauto-Boom dank staatlicher Förderung. 22.08.2015; http://www.handelsblatt.com/auto/nachrichten/norwegen-elektroauto-boom-dank-staatlicher-foerderung/12211510.html

Hawkins, T.R.; Gausen, O.M.; Strømman, A.H., 2012: Environmental Impacts of Hybrid and Electric Vehicles – A Review. In: International Journal of Life Cycle Assessment 17 (2012), S. 997–1014

ISO – International Organization for Standardization, 2006a: ISO 14040 – Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework. Genf

ISO – International Organization for Standardization, 2006b: ISO 14044 – Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines. Genf

Jambor, A.; Heinrich, Ch., 2014: Die Spannung steigt. In: DIE ZEIT 29 (2014); http://www.zeit.de/2014/29/elektroautos-anzahl

Kammerhoff, M., 1910: Der Edisonakkumulator. Seine technischen und wirtschaftlichen Vorteile gegenüber der Bleizelle. Berlin

Lewis, A.M.; Kelly, J.C.; Keoleian, G.A., 2014: Vehicle Lightweighting vs. Electrification: Life Cycle Energy and GHG Emissions Results for Diverse Powertrain Vehicles. In: Applied Energy 126 (2015), S. 13–20

Lux Research, 2015: Crossing the Line: Li-ion Battery Cost Reduction and Its Effect on Vehicles and Stationary Storage 03/2015; http://www.luxresearchinc.com/sites/default/files/ES%20KTA_3_15.pdf (download 19.11.15)

Nordelöf, A.; Messagie, M.; Tillman, A.-M. et al., 2014: Environmental Impacts of Hybrid, Plug-in hybrid, and Battery Electric Vehicles – What Can We Learn from Life Cycle Assessment? In: International Journal of Life Cycle Assessment 19 (2014), S. 1866–1890

Notter, D.A.; Gauch, M.; Widmer, R. et al., 2010: Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. In: Environmental Science and Technology 44 (2010), S. 6550–6556

Nykvist, B.; Nilsson, M., 2015: Rapidly Falling Costs of Battery Packs for Electric Vehicles. In: Nature Climate Change 5 (2015), S. 329–332

Peters, J.F.; Baumann, M.; Zimmermann, B. et al., 2015: The Environmental Impact of Li-Ion Batteries and the Role of Key Parameters – A Review. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews (submitted)

Quodt, A., 2015: Unser Smart Electric Drive rechnet sich schon nach 32,85 Jahren. In: Lightlife 18.6.15; http://www.lightlife.de/unser-smart-electric-drive-rechnet-sich-schon-nach-3285-jahren/

Rangaraju, S.; De Vroey, L.; Messagie, M. et al., 2015: Impacts of Electricity Mix, Charging Profile, and Driving Behavior on the Emissions Performance of Battery Electric Vehicles: A Belgian Case study. In: Applied Energy 148 (2015), S. 496–505

Ritthoff, M.; Schallaböck, K.O., 2012: Ökobilanzierung der Elektromobilität. Themen und Stand der Forschung. Teilbericht Ökobilanzierung. Wuppertal

Simon, B.; Weil, M., 2013: Analysis of Materials and Energy Flows of Different Lithium Ion Traction Batteries. In: Revue de Métallurgie 110 (2013), S. 65–76

Spiegel, 2010: 600 Kilometer ohne Nachladen: E-Auto schafft Reichweiten-Rekord; http://www.spiegel.de/auto/aktuell/600-kilometer-ohne-nachladen-e-auto-schafft-reichweiten-rekord-a-725418.html

Spiegel, 2015: Flusszellen-Batterie für E-Mobile: Elektro-Pop; http://www.spiegel.de/auto/aktuell/neue-batterietechnik-unternehmen-verspricht-extreme-e-auto-reichweite-a-1018760.html

Stenzel, P.; Baumann, M.; Fleer, J. et al., 2014: Database Development and Evaluation for Techno-Economic Assessments of Electrochemical Energy Storage Systems. In: Energy Conference (ENERGYCON) (2014), S. 1334–1342

Thielmann, A.; Isenmann, R.; Wietschel, M., 2010: Technologie-Roadmap Lithium-Ionen-Batterien 2030.

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Karlsruhe

VDE – Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., 2010: Elektrofahrzeuge – Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf. Frankfurt a. M.

Weil, M.; Ziemann, S., 2014: Recycling of Traction Batteries as a Challenge and Chance for Future Lithium Availability. In: Pistoia, G. (Hg.): Lithium-Ion Batteries: Advances and Applications. Amsterdam, S. 509–528

Zackrisson, M.; Avellán, L.; Orlenius, J., 2010: Life Cycle Assessment of Lithium-ion Batteries for Plug-in Hybrid Electric Vehicles – Critical Issues. In: Journal of Cleaner Production 18 (2010), S. 1519–1529

Zimmermann, B.; Dura, H.; Baumann, M. et al., 2014: Prospective Time-resolved LCA of Fully Electric Supercap Vehicles in Germany. In: Integrated Environmental Assessment and Management (2015); publ. online, DOI: 10.1002/ieam.1646

Kontakt

Dr.-Ing. Marcel Weil
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Helmholtz-Institut Ulm (HIU)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Karlstraße 11, 76133 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-26718
E-Mail: marcel.weil@kit.edu

« »

Stand und Perspektiven von Redox-Flow-Batterien als stationäre Speicherlösungen

von Jens Tübke, Jens Noack und Lars Wietschel, Fraunhofer-Institut Chemische Technologie (ICT), Pfinztal

Deutschland betreibt mit Nachdruck den Ausbau der erneuerbaren Energien. Für eine sichere und auch effiziente Energieversorgung muss sowohl die Energiebereitstellung, insbesondere mit dem Hintergrund fluktuierender Einspeisung, aber auch der Energieverbrauch zeitlich und örtlich ausgleichbar sein. Heute wird diese Aufgabe zu einem großen Teil von den Stromnetzen übernommen, allerdings verfügen diese über keine Speicherkapazitäten, um Schwankungen in der Energieversorgung auszugleichen. Elektrochemische Speicher oder auch Batterien gehören zu den etablierten Technologien zur Speicherung elektrischer Energie und werden in diesem Kontext bereits vielfältig, zum Beispiel als Notstromversorgung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung, eingesetzt. Die Speicherung elektrischer Energie mit Hilfe elektrochemischer Speicher im höheren Kilowatt (kWh)- bis Megawatt (MWh)-Maßstab ist heute noch nicht wirtschaftlich darstellbar, u. a. auch, weil die heute noch zu hohen Speicherkosten ab einer bestimmten Größe nahezu proportional zur installierten Kapazität ansteigen. Dieses grundsätzliche Problem ließe sich mit dem Einsatz von Redox-Flow-Batterien (RFB) teilweise lösen. Nachfolgend werden RFB hinsichtlich ihrer elektrochemischen Eigenschaften und Entwicklungspotenziale diskutiert und eine Einschätzung zu möglichen Kostenreduktionspotenzialen gegeben.

Germany is emphatically pursuing the extension of renewable energy. For a safe and efficient energy supply the provision of energy, especially against the background of fluctuating input as well as the local and temporal use of energy has to be balanced. This is mainly done today by the power grids, yet these don't have storage capacities to stabilize fluctuations. Electrochemical storage devices or batteries are among the established technologies for storage of electric energy and are versatilely used, such as for uninterruptible pow-

er sources. Storing electric energy with help of electrochemical storage devices in a higher Kilowatt (KWh) to Megawatt (MWh) scale cannot be installed economically today. This also has to do with the fact that the high storage costs increase almost proportionally to the installed capacity. This basic problem could be partly solved by the use of Redox-Flow-Batteries (RFB). In the following RFB are discussed according to their electrochemical properties and development potentials in order to give an assessment of potentials to reduce costs.

1 Redox-Flow-Batterien

Bis heute wurden über 58 verschiedene Typen von Redox-Flow-Batterien (RFB) in der Fachliteratur beschrieben, von denen nur eine geringe Anzahl kommerzialisiert worden ist oder sich in der Phase der Kommerzialisierung befand (Noack et al. 2015). Im Folgenden betrachten wir deshalb nur die bekannte Vanadium-Redox-Flow-Batterie (VRFB) und die Wasserstoff/Brom-Redox-Flow-Batterie (H/Br-RFB), die unserer Meinung nach kommerzielles Potenzial für preiswerte Energiespeicherung haben. Dazu betrachten wir noch mit der Fe/Cr-RFB einen klassischen Vertreter, der mehrmals versucht wurde zu kommerzialisieren, aber die Bestrebungen wieder eingestellt wurden. RFBs sind Batterien bei denen die Energiespeicherung in fließenden Medien erfolgt. Dadurch sind Energie und Leistung nahezu unabhängig voneinander skalierbar. Für mittlere Speicherzeiten im Bereich von einigen Stunden können sie damit potenziell preiswerte Energiespeicher sein, da die Gesamtkosten des Systems bei größer werdenden Speicherzeiten in Richtung des relativ preiswerten Energiespeichermediums tendieren. Die Motivation der Entwicklung war bei fast allen RFB-Typen die Speicherung von fluktuierenden erneuerbaren Energien.

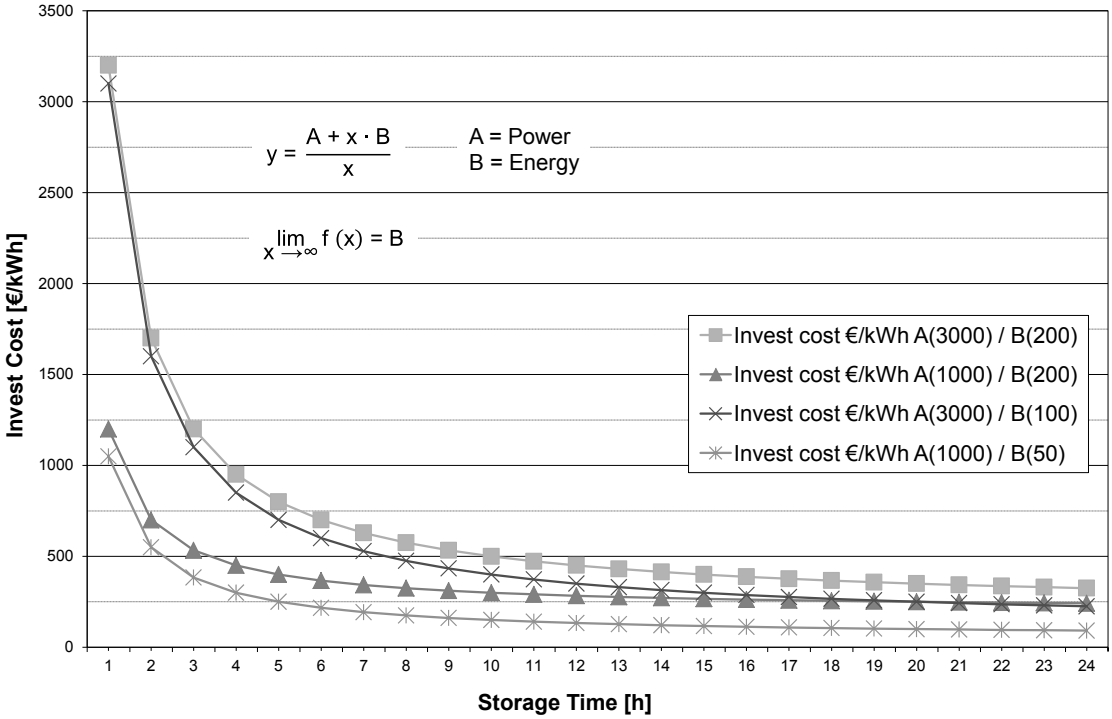
1.1 Generelle Eigenschaften

Durch die weitgehende Entkopplung von Energie und Leistung und der damit erhaltenen Freiheit des Aufbaus, ist es zweckmäßig, die Kosten mindestens in energie- und leistungsbezogene Kosten aufzuteilen. Die energiebezogenen Kosten sind Kosten des Speichermediums und der Behälter. Die leistungsbezogenen Kosten sind alle restlichen Kosten, die mit dem Zellstapel skalieren. In Abbildung 1 ist die Entwicklung der Investitionskosten über die Speicherzeit für unterschiedliche Kombinationen aus Leistung und Energieinhalt einer RFB beispielhaft dargestellt. Wie Brennstoffzellen haben RFBs recht einfache Energiespeichermedien mit niedrigen Kosten. Mit Zunahme des Verhältnisses von Energie/Leistung tendieren die Gesamtkosten des Systems in Richtung der Speichermedienkosten. Bei Speicherzeiten unterhalb von fünf Stunden dominieren die leistungsbezogenen Kosten deutlich, weshalb RFBs erst für höhere Speicherzeiten ökonomisch sinnvoll sind.

Aufgrund der unterschiedlichen Standzeiten oder Zykluslebensdauern sind die Speichertechnologien aber nicht anhand der Investitionskosten vergleichbar. Aussagekräftige Ergebnisse liefern erst reale Durchsatzkosten über einen längeren Zeitraum, die Kosten für Wartung oder Ersatz von Komponenten wie Stacks beinhalten, sowie Aussagen über die Standzeit. Trotz jahrzehntelanger Forschung sind bis heute keine Ergebnisse über die Standzeit veröffentlicht worden, obwohl sich oft typische Angaben über Zyklenzahlen von 10.000 und mehr und Standzeiten von 20 Jahren in der Fachliteratur häufig finden lassen.

Die energiespezifischen Kosten werden vorrangig durch das Energiespeichermedium verursacht, weshalb Preis und Verfügbarkeit der Verbindungen/Elemente im Vordergrund stehen. Aufgrund dessen wird im Folgenden für die betrachteten Technologien eine Einschätzung zu den Versorgungssituationen und Preisen der wichtigsten Materialien jeder Technologie gegeben. Die häufig hohen Speichermedienkosten müssen vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass das Speichermedium in den geschlossenen Batteriesystemen nicht dissipiert und kaum Qualität verliert. Durch geeignete Aufbereitungsverfahren ist es somit möglich, auch nach der Nutzung als Speichermedium Teile der Materialkosten zu erhalten. Die Wiederaufbereitung zu einem neuen Energiespeichermedium kann unter Umständen eine sinnvolle Variante ist. Auch kann zum Metall oder Oxid aufbereitetes Material anderen Stoffkreisläufen zugeführt zu werden. Die Energiespeicherkosten übersteigen jedoch deutlich die

Abb. 1: Investitionskosten in Abhängigkeit von der Speicherzeit bei unterschiedlichen leistungs- und energiebezogenen Kosten



A in €/kW, B in €/kWh Investitionskosten

Quelle: Eigene Darstellung

reinen Ressourcenkosten, v. a. durch Reinheitskriterien, Verarbeitungsprozesse und Kosten von Säuren. Das VRFB-Energiespeichermedium ist z. B. dreimal so teuer wie der Rohstoff Vanadiumpentoxid (V_2O_5). Ein Recycling des VRFB-Elektrolyten ist unter Umständen einfacher als die Aufarbeitung des Rohstoffes und wäre aufgrund der großen Preisdifferenz wirtschaftlich günstig. Allerdings ist heute nicht bekannt, welche Verunreinigungen und in welcher Menge diese durch lange Betriebszeiten erfolgen und wie sich diese schließlich auf die Leistungsfähigkeit der Batterie auswirken. Zusätzlich kann sich das Medium selbst zersetzen und dadurch seine ursprüngliche Zusammensetzung durch Gasbildung und Fällungsprozesse verändern. Das könnte eine direkte Aufarbeitung für RFBs schwierig machen.

Um die benötigen Rohstoffe für eine Realisierung von Energiespeichern in großem Maßstab zu verdeutlichen, wurde der Rohstoffbedarf berechnet, welcher nötig ist, um die Weltelektrizitätsproduktion eines Tages zu speichern. Dazu wurde die äquivalente Energie, welche der Rohstoff theoretisch speichern kann, berechnet. Um diese Energiemenge zu berechnen, wurde von der durchschnittlichen Entladespannung des jeweiligen Rohstoffes ausgegangen. Die Jahresweltelektrizitätsproduktion betrug 2012 rund 21,5 TWh, woraus sich eine durchschnittliche Tagesproduktion von 59 GWh ergibt (U.S. Energy Information Administration). Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, dass bei jeder Technologie nur ein Bruchteil der Reserven benötigt wird, um die Elektrizitätsproduktion eines Tages in Batteriesystemen zu speichern. Für Brom ist dieser Wert am höchsten, 2,13 % der technisch und wirtschaftlich abbaubaren Vorkommen würden benötigt, um H/Br-RFBs zu realisieren, um 59 GWh speichern zu können.

Die Zellen bestimmen maßgeblich die Leistung des gesamten Batteriesystems. Daneben sind sie durch den Innenwiderstand auch an der Effizienz der Gesamtsystems beteiligt. Die Kosten für das Material der polymerbasierten Durchflussrahmen liegen im Bereich von unter 5 $/kg und sind hauptsächlich an die Verfügbarkeit von Rohöl und preiswerter Energie gekoppelt. Je nach

Tab. 1: Übersicht der Produktionsdaten und äquivalente Energie für verschiedene Elemente

	Spannung[d]	*Weltjahres-produktion*	*Reserven*	*Ressourcen*	*Energie (Jahresproduktion)*	*Energie (Reserven)*	*Energie (Ressourcen)*	*Bedarf an Reserven*[a]
Eisen	0,8 V	1,5 Gt	87 Gt	>230 Gt	285 TWh	16,8 PWh	44,5 PWh	0,00035%
Chrom[b]	0,8 V	29 Mt	>480 Mt	>2,8 Gt[b]	6,0 TWh	100 TWh	600 TWh	0,0059%
Vanadium	1,1 V	78 Kt	15 Mt	>63 Mt	22 GWh	4,3 TWh	18 TWh	1,37%
Brom	0,7 V	411 Kt	>12 Mt	>1 Gt	97 GWh	2,8 TWh	236 TWh	2,13%
Graphit	-	1,2 Mt	110 Mt	>800 Mt	-	-	-	
Schwefel	-	72,4 Mt	-	>600 Gt	-	-	-	
Lithium	3,8 V	36 Kt	14 Mt	39,5 Mt	0,5 TWh	208 TWh	587 TWh	0,0028%
Platin	-	161 t	-	-	-	-	-	

[a] Bedarf an Reserven um die Weltelektrizitätsproduktion von 24h zu speichern
[b] Umgerechnet aus Chromiterz in Chrom mit F = 0,232
[c] Werte bezogen auf die Verwendung in einer VRFB
[d] Durchschnittliche Entladespannung zur Berechnung der Energiemenge

Quelle: Eigene Berechnung

Zellkonzept sind unterschiedliche Methoden der Abdichtung möglich, die unter Umständen entscheidend zu den leistungsbezogenen Kosten beitragen. Es ist nur eine geringe Anzahl an technologischen Verfahren verfügbar, die eine Abdichtung bei niedrigen Stückzahlen erlauben. Das sind die Verwendung von O-Ringen, „cured in place“ und Flachdichtungen sowie unterschiedliche Schweißverfahren. Es gibt kommerzielle Zellstapel, bei denen alle Zellen miteinander verschweißt sind, um ein Austreten von Lösungen zu vermeiden. Dadurch entstehen sichere Zellstapel (Stacks), die aber wiederum keine Möglichkeit für eine spätere Reparatur durch Ersatz von Komponenten bieten. Solche Zellstapel müssen zwangsläufig aus möglichst preiswerten und langlebigen Komponenten bestehen, da das Recycling nicht geklärt ist und nur sehr schwierig erfolgen kann. Stabile „cured in place“-Dichtungen sind äußerst teuer, erlauben aber niedrige Stückzahlen, O-Ringe sind wie Flachdichtungen schwierig zu handhaben und als dichtungstechnisch unsicher einzuschätzen, erlauben aber auch niedrige Stückzahlen. Für niedrigere Stackkosten müssen alternative Verfahren entwickelt werden, die eine aufwendige Manufaktur der Stackkomponenten ersetzt. Das derzeit am besten dafür erscheinende Verfahren ist der Mehrkomponentenspritzguss. Stacks enthalten über 40 Zellrahmen. Deshalb ist es heute Stand der Technik, zumindest die Rahmen im Einkomponentenspritzguss herzustellen. Die Implementierung des Dichtungskonzepts, Bipolarplatten, Membran und weiterer Komponenten ist heute vorranging eine aufwendige Manufaktur, bei der die einzelnen Komponenten gestapelt und immer wieder bezüglich Toleranzen und Qualität geprüft werden müssen, um einen zuverlässigen Stack zu erhalten. Die Kosten könnten entscheidend reduziert werden, wenn Komponenten in einem Verfahren zu Einheiten verbunden und anschließend automatisiert zu einem Stack kombiniert würden. Durch Mehrkomponentenspritzguss könnten Durchflussrahmen, Dichtung und Bipolarplatte in einem Arbeitsgang hergestellt und verbunden werden. Poröses Elektrodenmaterial wie Graphitfilz könnte als Einleger gleichzeitig umspritzt werden, um Zeit und Übergangswiderstände zu reduzieren. In einem anschließenden Prozess könnten diese Einheiten schließlich automatisiert geprüft und zum fertigen Stack gestapelt werden.

Durch die an den Elektroden ablaufenden Reaktionen und der damit verbundenen Leistungsdichte werden die leistungsbezogenen Kosten direkt beeinflusst. Hohe Leistungsdichten verringern die Kosten durch bessere Materialausnutzung, bedingen aber umfangreiche Entwicklungsarbeiten durch RFB-spezifische Problematiken. Beispielsweise werden in Prototypenaufbauten heute oftmals Brennstoffzellen-Rohlingsplatten eingesetzt, die zwar hohe Leitfähigkeiten, aber auch hohe Kosten und (durch den hohen Graphit-

anteil) Probleme bei der Abdichtung verursachen. Alternativ dazu können auch auf Graphit basierende extrinsisch leitfähige Polymere verwendet werden, die potenziell preiswerter, besser verarbeitbar, aber auch weniger elektrisch leitfähig sind. Idealerweise bestehen diese leitfähigen Polymere aus gleichen oder ähnlichen Polymeren wie die Zellrahmen, um eine feste Materialverbindung herstellen zu können. Thermoplastische, extrinsisch hochleitfähige, kohlenstoffbasierte Polymere sind momentan Gegenstand der Forschung (z. B. Graphen und Kohlenstoffnanoröhrchen als Additive). Oberflächenvergrößernde poröse Materialien wie Graphitfilz sind teuer und problematisch gegenüber der Kontaktierung mit der Bipolarplatte und wurden eigentlich zur Wärmeisolierung entwickelt. Viele Reaktionen sind abhängig vom Zustand der Elektrodenoberfläche. Durch geeignete Verfahren könnten die Elektroden modifiziert und damit leistungsfähiger werden. Typische Leistungsdichten liegen heute bei gerade einmal 50100 mW/cm², was in etwa eine Dekade niedriger ist als bei Brennstoffzellen. Die Ursache dafür sind vorrangig langsamer ablaufende Reaktionen und nichtoptimierte Zellaufbauten. Die eingesetzten Graphite müssten eine hohe Reinheit bei gleichzeitig möglichst isotroper Leitfähigkeit besitzen, was sich deutlich in den Kosten und der Verfügbarkeit bemerkbar machen würde. Am preiswertesten sind aufgereinigte natürliche Graphite, die vorrangig in China, Indien, Brasilien und Kanada abgebaut werden. Die Weltförderung betrug 2014 1,2 Mt mit 110 Mt Reserven und über 800 Mt Ressourcen (USGS 2015, S. 68–69). Da natürliche Graphite nicht recycelt werden und der Abbau stark auf China (69 %) konzentriert ist, wird die Versorgungssicherheit innerhalb der Europäischen Union als kritisch eingestuft (EC 2014). Alternativ kann Graphit synthetisch hergestellt werden, was aber energetisch aufwendiger und teurer ist.

Klassisch wurden in RFBs meistens Ionenaustauschmembranen eingesetzt. Durch die Verwendung von gemischten/vermischbaren Energiespeichermedien ist dies aber nicht mehr Grundvoraussetzung für einen effizienten Betrieb. Fast alle heutigen RFBs arbeiten mit vermischbaren Medien.[1] Ionenaustauschmembranen sind synthetische, kohlenstoffbasierte und ggf. fluorierte Polymere, die Kosten zwischen 200–1.000 $/m² verursachen. Aufgrund der relativ niedrigen Leistungsdichte von RFBs sind sie ein entscheidender Kostenfaktor und werden, wenn möglich, durch wesentlich preiswertere mikroporöse, polyolefinbasierte Separatoren ersetzt. Durch die erhöhte Diffusion von Ionen in die andere Halbzelle entstehen eine höhere Selbstentladung und eine unter Umständen niedrigere Energieeffizienz verglichen mit Ionenaustauschmembranen. Allerdings kann die niedrigere Energieeffizienz durch eine erhöhte Leitfähigkeit und niedrigere Kosten kompensiert werden, wenn geeignete Materialien zur Verfügung stehen, die auf die Bedürfnisse von RFBs entwickelt wurden.

1.2 Fe/Cr-RFB

Die Fe/Cr-RFB wurde Mitte der 1970er Jahre von der NASA entwickelt und bis in einen kW/kWh-Prototypenstatus gebracht (Thaller 1979; Hagedorn 1984). Die negative Elektrode benutzt das Redoxpaar Fe^{2+}/Fe^{3+}, die positive Cr^{2+}/Cr^{3+} in ca. 2 M Salzsäure (HCl). Typischerweise wird jeweils eine molare Metallsalzkonzentration verwendet. Die Entwicklung der Fe/Cr-RFB war das Resultat aus einem umfangreichen Screening von geeigneten Redoxpaaren, was neben chemischen und elektrochemischen Aspekten auch kommerzielle berücksichtigte (Liu 1975; Giner/Cahill 1980).

Eisen ist ein Element, das sehr häufig vorkommt, und außerdem das Metall mit dem niedrigsten Preis von etwa 0,33 €/kg (2010) (USGS 2013). Im Jahr 2014 wurden 3,2 Gt an Eisenerz gefördert. Allein China produzierte mit 1,5 Gt nahezu die Hälfte der Weltjahresproduktion (USGS 2015, S. 85), gefolgt von Australien mit 660 Mt. Die Weltreserven an Eisen werden mit 190 Gt Eisenerz, bzw. 87 Gt Eisen angegeben, was einer Reichweite von 59 Jahren entspricht. Die End-of-Life-Recyclingrate von Eisen beträgt derzeit 22 %. Aufgrund der geringen Länderkonzentration wird die Versorgungssituation von Eisen innerhalb der Europäischen Union derzeit als unkritisch gesehen. Umgerechnet auf speicherbare Energie in einer Fe/Cr-RFB bei 0,8 V Entladespannung ergibt sich damit eine reservenbezogene Energie von 33,6 PWh oder 0,57 PWh aktuelle Jahresproduktion an Eisen. Zum Vergleich betrug die

Weltjahreselektrizitätsproduktion im Jahr 2012 21,5 TWh (U.S. Energy Administration). Die Reserven an Chrom werden derzeit mit über 480 Mt angegeben, während 2014 die Minenproduktion 29 Mt betrug. Die Weltjahresproduktion in 2014 entspricht einem Energieäquivalent von 6 TWh und damit etwa einem Drittel der Weltjahreselektrizitätsproduktion. Die statische Reichweite von Chrom beträgt 17 Jahre und die End-of-Life-Recyclingrate beläuft sich auf 13 %. Der Abbau von Chrom findet zu 63 % in Südafrika und Kasachstan statt, und Chrom gilt als kaum substituierbar, weshalb die Versorgungssituation in der EU als kritisch gesehen wird. Neben den Metallen muss zusätzlich verdünnte Salzsäure verwendet werden, die je nach Reinheit aber mit unter 2 $/L als 35-prozentige Lösung erhältlich ist. Da es sich um relativ verdünnte Metallsalzlösungen handelt, ist der Anteil an Säure pro kWh allerdings nicht vernachlässigbar und beträgt für Fe/Cr-RFBs bis zu 30 $/kWh, wobei niedrigere Reinheiten wesentlich preiswerter sind. Aufgrund der Ubiquität und des hohen Vorkommens der Elemente Chlor und Wasserstoff sind keine Ressourcenproblematiken erkennbar, allerdings eine starke Kopplung an die Verfügbarkeit von preiswerter Energie zur Herstellung von HCl. Der Einsatz von gemischten Elektrolyt bedingt bei der Fe/Cr-RFB, dass die Hälfte der Massen von Eisen und Chrom ungenutzt bleiben, und deshalb die doppelte Menge mit den doppelt stöchiometrisch notwendigen Metallkosten eingesetzt werden müssen.

Die Leistungsdichte einer Fe/Cr-RFB beträgt in etwa 25–50 mW/cm². Grund dafür ist v. a. die niedrige Reaktionsgeschwindigkeit von Chromionen an den kohlenstoffbasierten Elektroden. Das negative Elektrodenpotenzial befindet sich nahe des Potenzials der Wasserstoffentstehungsreaktion und wird dadurch limitiert. Bereits früh wurden Katalysatoren gesucht, die eine hohe Wasserstoffüberspannung bei gleichzeitig hoher Chromreaktionskinetik besitzen und auf Gold, Blei, Bismuth oder deren Legierungen bestehen (Giner/Cahill 1979). Ohne die Verwendung von Inhibitoren für die Wasserstoffentstehung entsteht zwangsläufig die Notwendigkeit, entstehenden Wasserstoff mit positivem Elektrolyten (Katholyt) zu rekombinieren, um ein dauerhaftes Elektrolytungleichgewicht zu vermeiden. Eine Rekombinationszelle besteht z. B. aus einer platinkatalysierten Gasdiffusionsanode mit einer kohlenstoffbasierten Durchflusskathode (Thaller 1978).

$$H_2 + Fe^{3+} \rightarrow 2\,H^+ + Fe^{2+} \qquad \varphi = 0{,}77\ V$$

Durch diese Reaktion kann zusätzlich ein Teil der durch die Wasserstoffentwicklung verlorengegangenen Energie zurückgewonnen werden. Bei dem Einsatz von Inhibitoren müssen ggf. Elektrodenbehandlungsprozesse durchgeführt werden, um die Metallschichten zu erzeugen, oder im einfachsten Fall In-Situ-Verfahren zur Metallabscheidung angewandt werden. Für die Verwendung in der Batterie müssen alle negativen Elektroden dauerhaft gleichmäßig beschichtet werden, wobei Lebensdauer der Methode und Kosten dieses Verfahrens unbekannt sind. Es kann vermutet werden, dass in beiden Fällen eine unterschiedlich dimensionierte Rekombinationseinheit notwendig wird, bei der

1. wegen der Handhabung von Wasserstoff zusätzliche Sicherheitsproblematiken berücksichtigt werden müssen und
2. dadurch und durch das eigentliche Rekombinationssystem zusätzliche Kosten entstehen,
3. Wasserstoff trotzdem verloren geht und dadurch Kapazität und damit Zyklenlebensdauern abnehmen und
4. eine Gefahr von Platinmigration in den Katholyten – und dadurch die Gefahr von Sauerstoffentstehung als weitere Nebenreaktion – besteht.

Trotz mehrfacher, vor kurzem stattgefundener Kommerzialisierungsversuche gibt es seit Beginn dieses Jahrhunderts kaum wissenschaftliche Publikationen zu dieser RFB. Die niedrige Leistungsdichte durch die langsamen Chromreaktionen zusammen mit der Wasserstoffentstehungsproblematik sind die Hauptprobleme für eine erfolgreiche Kommerzialisierung von Fe/Cr-RFBs. Grundsätzlich bietet RFB die Möglichkeit, Energie über mittlere Zeiträume sehr kostengünstig zu speichern, allerdings nur wenn die Stackkosten sehr niedrig sind, um die niedrigen Leistungsdichten auszugleichen, und wenn es gelingt, eine lange Zyklenlebensdauer zu erreichen, die – wenn möglich – ohne teure Katalysatoren auskommt.

Tab. 2: Ressourcenkosten von redoxaktiven Elementen von ausgewählten Redox-Flow-Batterien und Lithium

	Kosten/Masse [$/kg]	*Masse/kWh [kg]*	*Kosten/kWh [$]*	*Masse Speicher 10 MWh [t]*	*Kosten Speicher 10 MWh [$]*
Eisen (Fe)	0,42 (als Stahl)	2,58	1,08	25,8	10.800
Chrom (Cr)	10	2,41	24,1	24,1	241.000
Vanadium (V)	14 (V_2O_5)	3,43	78,2	34,3	782.000
Brom (Br_2)	5 (Br_2)	2,11	10,6	21,1	106.000
Lithium (Li)	66	0,07	4,62	0,7	46.200

Quelle: Eigene Berechnungen

1.3 V-RFB

Die V-RFB benutzt vier unterschiedliche Oxidationsstufen des Elementes Vanadium in beiden Halbzellen (Skyllas-Kazacos et al. 1986; Skyllas-Kazacos 1987). Der eingesetzte Ausgangselektrolyt ist dabei normalerweise eine Lösung aus 1,6 M Vanadium in 2 M Schwefelsäure und 0,05 M Phosphorsäure als Stabilisator für die während des Ladeprozesses entstehende, pentavalente kolloidale Vanadiumlösung. Die pentavalenten Vanadiumkolloide sind bis maximal 40 °C stabil in Lösung und fallen mit Erhöhung der Temperatur als V_2O_5 aus, weshalb nach Stabilisatoren gesucht wird, die den Temperaturbereich erweitern, um durch die erhöhte Temperatur schnellere Reaktionen und Wegfall von teurem Wärmemanagement bewirken zu können (Wang et al. 2014; He/Lui/Han et al. 2013; Liang et al. 2013; Wang et al. 2013). Alternativ können Elektrolyte auf Basis von Mischungen aus HCl und H_2SO_4 eingesetzt werden, die den Temperaturbereich erhöhen und mit bis zu 2,5 molaren Vanadiumlösungen höhere Energiedichten erlauben (Vijayakumar et al. 2013). Der zusätzliche Einsatz von HCl bildet dabei kein besonderes Kosten- oder Ressourcenproblem, aber die Möglichkeit der Bildung von gasförmigen und giftigen Chlor und Chlorlösungen machen andere Werkstoffe für die Fluidikkomponenten notwendig und erhöhen den sicherheitstechnischen Aufwand. Dazu kommt eine erhöhte Korrosionsgefahr und die Frage der Standzeit. Wie bei der Fe/Cr-RFB wird heute nicht alles Vanadium zur Energiespeicherung genutzt. Eine VRFB wird oftmals nur bis zu einem Ladezustand von 80 % geladen, da ein höherer Ladezustand die Gefahr von Wasserstoffproduktion und Oxidation der Kathode erhöhen und damit die Lebensdauer erniedrigen würde. Die 20 % ungenutztes Vanadium wurden in den Ressourcenbetrachtungen nicht berücksichtigt.

Vanadium ist mit 136 ppm in der Erdkruste kein seltenes Element und auf der Erde relativ gleichmäßig verteilt. Weiterhin ist es im Organismus von Lebewesen und Pflanzen essentiell, weshalb es in allen fossilen Energiequellen in unterschiedlichen Konzentrationen auftritt und bei der Verbrennung in der Rauchgasasche anfällt. Nahezu alles derzeit verwendete Vanadium stammt aus Verbrennungsprozessen und wird als Ferrovanadium für Stahllegierungen eingesetzt (USGS 2015, S. 176-177). Die Weltjahresproduktion betrug 2014 78 Kt mit einem Energiespeicheräquivalent von 22,3 GWh (USGS 2015, S. 176-177). Die spezifischen Kosten betrugen im Jahr 2010 78 €/kWh allein für den Rohstoff (Tab. 2), was in etwa den dreifachen Wert gegenüber Chrom darstellt. Die statische Reichweite der Reserven beträgt mit 15 Mt 192 Jahre. Die Versorgungssituation innerhalb der EU wird von der Europäischen Kommission als unkritisch eingestuft. Ein Abbau fossiler Vorkommen findet derzeit nicht statt, für die Elektrolytherstellung gibt es jedoch Bestrebungen, Vanadium zukünftig bergbaulich zu gewinnen (American Vanadium Corp.). Das Energieäquivalent der Reserven beträgt 4,3 TWh und das der Ressourcen 18 TWh. Trotz des relativ hohen Vorkommens sind diese Werte in etwa eine Dekade niedriger als die der anderen betrachteten Elemente, allerdings gibt es für Vanadium eine wesentlich geringere Produktion, was sich in der höheren Reichweite verdeutlicht. Dadurch ist die Konkurrenzsituation bei Vanadium niedriger als bei anderen Elementen, allerdings müssten Absolutwerte genauer verglichen werden. Für eine Batterie mit 10 MWh Speicher entstehen Kosten in Höhe von 782.000 Euro allein für Vanadiumpentoxid. Durch die Produktions- und Schwefelsäurekosten sollte der Preis des gesamten Elektrolyten in

Tab. 3: Schätzung der Kosten von Speichermedien für ausgewählte Redox-Flow-Batterien

	Energiedichte Wh/L	*Volumen/kWh*	*Säureanteil*	*Säurekosten*	*Speichermedienkosten [Schätzung]*
Fe/Cr	10,8	92,6 L	15,4 L (37 % HCl)	~ 10–30 $/kWh	60–100 $/kWh
VRFB	23,8	42 L	4,7 L (98 % H2SO4)	~ 10–20 $/kWh	120–200 $/kWh
HBr	94,5 (5 M Br, 0,7 V)	10,6 L	6,2 L (47 % HBr)	~ 10–20 $/kWh	10–20 $/kWh (ohne Komplexierungsmittel)

Quelle: Eigene Berechnungen

etwa das Dreifache betragen und damit bei 2,35 M€ liegen (Tab. 3). Für VRFBs werden hohe Reinheiten des Elektrolytes verlangt, wobei derzeit nicht vollständig verstanden ist, welche Stoffe/Elemente in welcher Konzentration akzeptabel sind. Gerade durch die Aufarbeitung von gebrauchtem und ggf. von Spüllösungen mit geringeren Reinheitsgraden, könnten sich deutlich niedrigere Preise erzielen lassen. Momentan ist der Kostenanteil des Elektrolyten an den Gesamtkosten einer VRFB sehr hoch. Der Wiederverkaufswert von gebrauchten Vanadiumelektrolyten ist derzeit ungewiss, da zurzeit keine Aufarbeitungsmethoden existieren und der notwendige Aufwand nicht abzuschätzen ist. Allerdings kann der Elektrolyt einfach in Vanadiumpentoxid und damit zum Ausgangsstoff für Ferrovanadium umgewandelt werden. Am Ende der Nutzung von Vanadium als RFB-Elektrolyten könnte durch ein solches Recycling somit ein Teil des Rohstoffwertes erhalten bleiben.

VRFBs arbeiten mit Leistungsdichten zwischen 5–100 mW/cm², was dem doppelten Wert von Fe/Cr-RFBs und damit der Hälfte der leistungsbezogenen Kosten bedeutet. VRFBs benötigen kein aufwendiges Wasserstoffmanagement oder Katalysatoren, was deren Aufbau gegenüber Fe/Cr-RFBs deutlich vereinfacht. Demgegenüber stehen die wesentlich höheren Elektrolytkosten. Es besteht aber die Möglichkeit, Elektroden mit verschiedenen Verfahren zu modifizieren, um höhere Leistungsdichte und Wirkungsgrade erzielen zu können, da die Reaktionen stark von der Elektrodenoberfläche abhängen. Besonders oxidative (Sun et al. 1992a; Sun et al. 1992b; Wu/Xu/Shen et al. 2014; Gao et al. 2013) Verfahren zur Aktivierung der Elektroden könnten eine Möglichkeit sein, um durch Leistungsdichterhöhung die Kosten zu senken. Daneben wurden positive Effekte von Kohlenstoffnanoröhrchen (Li et al. 2013) und Graphen (González et al. 2013, Han et al. 2011) festgestellt, allerdings sind die Kosten und die mögliche Leistungsdichteerhöhung genauso wie die von unterschiedlichen Metallbeschichtungen unklar (He/Chen/He et al. 2013; Jeong et al. 2013; González et al. 2011; Wu/Xu/Lu et al. 2014). Bei allen Modifikationsverfahren sind die Langzeitstabilität und der Einfluss auf die Kosten noch nicht geklärt und bedürfen noch eingehender Untersuchungen.

1.4 H/Br-RFB

H/Br-RFBs wurden in den 1980-Jahren als Energiespeicher entwickelt (Yeo/Chin 1980; Barna et al. 1984). Allerdings intensivierte sich die Forschung erst in den letzten vier Jahren. Im einfachsten Fall wird eine wässrige Bromwasserstoffsäurelösung (HBr) in einer elektrochemischen Zelle elektrolysiert, Wasserstoff an der Anode und Brom an der Kathode erzeugt, um Energie zu speichern und in derselben Zelle die Reaktionen umgekehrt, um chemische in elektrische Energie umzuwandeln. Der Vorteil ist, dass die Reaktionen von H/H^+ und Br/Br^- sehr schnell ablaufen und damit hohe Leistungsdichten und Wirkungsgrade erzielt werden können. Durch die hohe Leistungsdichte kann eine hohe Ausnutzung der Stackmaterialien erreicht werden und die leistungsbezogenen Kosten niedrig sein.

Allerdings muss Platin als Katalysator für die H/H^+-Reaktionen eingesetzt werden. Für die Reaktionen von Br/Br^- müssen keine Edelmetallkatalysatoren eingesetzt werden, um Leistungsdichten über 1 W/cm² zu erzielen. Es ist aber dadurch möglich, den Wirkungsgrad und die Leistungsdichte noch weiter bis auf 1,5 W/cm² zu erhöhen. Bei einer Katalysatorbeladung von ca. 1 mg/cm² ist die gesamte Menge an Platin mit 1 g Platin pro kW elektrischer Leistung mit Kosten von ca. 33 $/kW untergeordnet gegenüber den Herstellungskosten der katalysatorbeschichteten Membran und

der anderen Komponenten und kann wahrscheinlich durch niedrigere Beladung und alternative Katalysatoren weiter gesenkt werden.

Nach heutigem Stand bedingen die Zellen Ionenaustauschmembranen, um die Diffusion von H_2 oder Br_2 in den anderen Zellraum auf einem Minimum zu halten, da H_2 mit Br_2 explosive Gemische bildet und Br_2 den Platinkatalysator vergiften kann, was aber nur bei hohen Potenzialen geschieht. Die Anode bedingt ein Wasser- und Gasmanagement, was durch Mäanderstrukturen und Gasdiffusionsschichten realisiert wird. Dadurch erhöht sich der Aufwand zum Aufbau solcher Zellen gegenüber rein auf Flüssigkeiten basierenden RFBs deutlich, ist aber immer noch vergleichbar mit Brennstoffzellen, bei jedoch wesentlich höherer Leistungsdichte. Dadurch sind die leistungsbezogenen Kosten unter Umständen deutlich niedriger als bei anderen RFBs. Bei Betrachtung eines solchen Gesamtsystems kann sich der durch die höheren Leistungsdichten verursachte Vorteil wieder relativieren, da zum Betrieb ein komplexes System notwendig ist. Brom muss ggf. mittels Komplexierungsmittel in einer flüssigen Phase gehalten werden. In den Anodenraum diffundiertes Brom muss wieder in den Katholyten zurückgeführt werden, Wasserstoff in den Anodenraum. Daneben existieren die bekannten Probleme und Aufwendungen zur Handhabung und Speicherung von gasförmigem Wasserstoff. Auf Zellebene können Wirkungsgrade von über 80 % erzielt werden, was ungefähr das Doppelte von H_2/O_2-Brennstoffzellen ist. Allerdings ist der Energieverbrauch eines vollständig mit Wasserstoffspeicherung betriebenen H/Br-RFB-Systems derzeit nicht bekannt. Bromwasserstoffsäure als Energiespeichermedium ist ein sehr preiswertes Medium, das relativ einfach aus weltweit verbreiteten Ressourcen hergestellt werden kann und weit verfügbar ist. Die derzeit größte Produktion findet aus dem Toten Meer in Israel statt, gefolgt von China. Geringere Konzentrationen finden sich in Meerwasser (USGS 2015, S. 34–35). Die Reserven werden mit >12 Mt angegeben (USGS 2015, S. 34–35), was einem Energieäquivalent von 2,8 TWh entspricht. Die Ressourcen werden mit mehr als 1 Gt oder über 236 TWh angegeben. Damit sind die Reserven in etwa in der Größenordnung von Vanadium, die Ressourcen aber wesentlich höher. Der derzeitige Preis mit 5 \$/kg Br_2 oder 10,6 \$/kWh ist aber wesentlich niedriger als bei Vanadium oder Chrom. Als Energiespeichermedium kann die, im Vergleich mit den anderen Energiespeichermedien sehr preiswerte, Bromwasserstoffsäure verwendet werden. Die Kosten des Speichermediums betragen mit 10–20 \$/kWh in etwa den der Säuren der anderen Systeme allein (Tab. 3). Bei der Verwendung von Bromkomplexierungsmitteln können sich die Kosten vervielfachen, aber das System sicherer machen. Generell gibt es bei der Verwendung von bromhaltigen Lösungen, insbesondere im Zusammenhang mit Wasserstoff, einen erhöhten Sicherheitsbedarf gegenüber anderen Energiespeichern, was kompakte Anlagen für niedrige Leistungen derzeit unwahrscheinlich erscheinen lässt. Solche Systeme erscheinen nur im höheren kW-Bereich mit möglichst langen Speicherzeiten sinnvoll.

2 Zusammenfassung

Heute gibt es eine kaum überschaubare Anzahl an unterschiedlichen Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Batterien, deren Vor- und Nachteile sich zum Teil drastisch unterscheiden. Lithium-Ionen-Batterien haben sich im Konsumentenbereich für mobile Geräte bewährt und sind die dominante Batterietechnologie dafür, wohingegen die Erprobungsphase für stationäre Systeme gerade erst begonnen hat. Vorhandene Fertigungsmöglichkeiten und Erfahrungen können vergleichsweise einfach in die Entwicklung und in den Betrieb von Lithium-Ionen-Speichern im kWh bis MWh Maßstab adaptiert werden. Anders als im mobilen Bereich ist die Energiedichte für stationäre Anwendungen gegenüber hoher Zyklenzahl und geringer Kosten eher untergeordnet. Die Anschaffungskosten eines Lithium-Ionen-Batteriesystems liegen aktuell im Jahr 2015 innerhalb einer Kostenspanne von 400 bis 1.300 € pro kWh. Diese große Spanne ist durch die Unterscheidung in Systeme mit optimiertem Energieinhalt (z. B. für Elektrofahrzeuge aber auch für stationäre Anwendungen) und in Systeme mit optimierter Batterieleistung (z. B. für Hybridfahrzeuge) bedingt. Durch die Möglichkeit, Lithium-Ionen-Batterien sowohl in stationären wie auch

elektromobilen Anwendungen einzusetzen, ergibt sich ein positiver Effekt für die zu erzielenden Entwicklungs- und Stückzahlkosten. Panasonic hat angekündigt, den Preis von Lithium-Ionen-Batteriepacks für Elektrofahrzeuge bis 2025 um 35 % auf 172 $/kWh (Lux Research 2015) zu reduzieren. Heutige Annahmen gehen davon aus, dass sich der Preis für Batteriepacks bis 2025 auf etwa 229 $/kWh reduzieren wird, da nicht alle Hersteller eine derart hohe Preisreduktion umsetzen können. Neben dem Bau von „Gigafactorys" zum Erreichen der Kostenziele können auch bei der Materialauswahl weitere Kosten eingespart werden. Die heute im Wesentlichen für den automotiven Markt diskutierten und prognostizierten Kostenreduktionen von Lithium-Ionen-Zellen und daraus aufgebauten Batteriepacks lassen sich durchaus auf den stationären Markt übertragen. Für 2025 werden für stationäre Speicher auf Basis von Lithium-Ionen-Batterien deshalb Kosten von ca. 655 $/kWh für Hausspeicher und ca. 498 $/kWh für Großspeicher angenommen (Energy Storage Study 2015). Für die Kostenbetrachtung ist insbesondere bei stationären Speichern auch der Einfluss der geplanten Entladehäufigkeit, der Speicherzeiten und der kalendarischen Betriebsdauer zu berücksichtigen (Naumann et al 2015; s. auch Weil et al. in diesem Heft).

Für Redox-Flow-Batterien gibt es hingegen noch keine belastbaren Investitions- und Speicherkosten, sondern nur technologiebedingte Schätzungen über potenziell niedrige Speicherkosten. Diese zu erwartenden niedrigen Kosten lassen sich aber im Wesentlichen durch eine Kostenreduktion bei den eingesetzten Speichermedien erreichen. Das bedingt aber wiederum Anwendungen, bei denen die Speicherzeiten möglichst hoch sind, weshalb die bevorzugten Einsatzbereiche Mittel- oder Langzeitspeicher für erneuerbare Energien sind (z. B. peak shaving). Letztendlich entscheiden nicht die Investitionskosten, sondern die spezifischen Speicherkosten (€/kWh), welche Technologie preislich vorteilhafter ist. Aktuelle Redox-Flow-Batterien können heute noch nicht mit bereits kommerziell erhältlichen Stromspeichern konkurrieren, wahrscheinlich weil Produktionsmethoden, Materialien und der gesamte Batterieaufbau aufgrund von vergleichsweise äußerst niedrigen Stückzahlen und geringerer Forschungsaktivität wenig optimiert sind. In den letzten Jahren hat es eine deutliche Zunahme an Kommerzialisierungsbestrebungen von unterschiedlichen Redox-Flow-Batterien gegeben. Durch Stückzahleffekte und damit einhergehender Produktionsoptimierung ist zu erwarten, dass die Investitionskosten deutlich sinken werden, bei gleichzeitig erhöhter Lebensdauer der Batterien. Gerade die Lebensdauer, Recycling und Wartungsmöglichkeiten sind ein Kernargument für preiswerte Redox-Flow-Batterien, sind aber aktuell noch Themen mit teilweise hohem Forschungsbedarf. In dem, durch das Land Baden-Württemberg, dem Bund und der Fraunhofer Gesellschaft geförderten Großprojekt „RedoxWind" wird in den Jahren 2013 bis 2017 am Fraunhofer ICT ein 2 MW Windrad sowie eine 20 MWh Großbatterie auf Basis der Redox-Flow-Technik entwickelt und aufgebaut.[2] Mit der in diesem Projekt angestrebten weiteren Kostenreduktion in der Fertigung der Anlagenkomponenten, im Wesentlichen der Stacks, werden zukünftig auch Redox-Flow-Batterien zur Stromspeicherung einsetzbar sein.

Anmerkungen

1) Eine Ausnahme bildet z. B. die H/Br-RFB, für die Kationenaustauschmembranen eingesetzt werden.
2) Fraunhofer ICT, Großprojekt „RedoxWind"; http://www.ict.fraunhofer.de/de/komp/ae/rfb/redoxwind.html

Literatur

Barna, G.G.; Frank, S.N.; Teherani, T.H. et al., 1984: Lifetime Studies in H2/Br2 Fuel Cells. In: Journal of The Electrochemical Society 131/9 (1984), S. 1973–1980

AECOM Australia Pty Ltd, 2015: Energy Storage Study. A Storage Market Review and Recommendations for Funding and Knowledge Sharing Priorities. Prepared for Australian Renewable Energy Agency. Sydney; http://arena.gov.au/files/2015/07/AECOM-Energy-Storage-Study.pdf (download 25.11.15)

EC – European Commission, 2014: Report on Critical Raw Materials for the EU. Report of the Ad hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials. Brüssel

Gao, C.; Wang, N.; Peng, S. et al., 2013: Influence of Fenton's Reagent Treatment on Electrochemical Prop-

erties of Graphite Felt for all Vanadium Redox Flow Battery. In: Electrochimica Acta 88 (2013), S. 193–202

Giner, J.D.; Cahill, K., 1979: Catalyst Surfaces for the Chromous/Chromic REDOX Couple. US-PATENT 4,270,984

Giner, J.D.; Cahill, K., 1980: Advanced Screening of Electrode Couples. In: NTRS – Energy Production and Conversion NASA-CR-159738 (1980)

González, Z.; Botas, C.; Blanco, C. et al., 2013: Graphite Oxide-based Graphene Materials as Positive Electrodes in Vanadium Redox Flow Batteries. In: Journal of Power Sources 241 (2013), S. 349–354

González, Z.; Sánchez, A.; Blanco, C. et al., 2011: Enhanced Performance of a Bi-modified Graphite Felt as the Positive Electrode of a Vanadium Redox Flow Battery. In: Electrochemistry Communications 13/12 (2011), S. 1379–1382

Hagedorn, N.H., 1984: NASA Redox Storage System Development Project. In: NTRS – Energy Production and Conversion NASA-TM-83677 (1984)

Han, P.; Wang, H.; Liu, Z. et al., 2011: Graphene Oxide Nanoplatelets as Excellent Electrochemical Active Materials for VO2+/VO2+ and V2+/V3+ Redox Couples for a Vanadium Redox Flow Battery. In: Carbon 49/2 (2011), S. 693–700

He, Z.; Chen, L.; He, Y. et al., 2013: Effect of In^{3+} Ions on the Electrochemical Performance of the Positive Electrolyte for Vanadium Redox Flow Batteries. In: Ionics 19/12 (2013), S. 1915–1920

He, Z.; Liu, J.; Han, H. et al., 2013: Effects of Organic Additives Containing NH2 and SO3H on Electrochemical Properties of Vanadium Redox Flow Battery. In: Electrochimica Acta 106 (2013), S. 556–562

Jeong, S.; Kim, S.; Kwon, Y., 2013: Performance Enhancement in Vanadium Redox Flow Battery Using Platinum-based Electrocatalyst Synthesized by Polyol Process. In: Electrochimica Acta 114 (2013), S. 439–447

Li, W.; Liu, J.; Yan, C., 2013: Modified Multiwalled Carbon Nanotubes as an Electrode Reaction Catalyst for an all Vanadium Redox Flow Battery. In: Journal of Solid State Electrochemistry 17/5 (2013), S. 1369–1376

Liang X.; Peng, S.; Lei, Y. et al., 2013: Effect of l-glutamic Acid on the Positive Electrolyte for All-vanadium Redox Flow Battery. In: Electrochimica Acta 95 (2013), S. 80–86

Liu, C.C., 1975: The Research and Development of a Soluble Reactants and Products Secondary Battery System (NASA-CR-143510)

Naumann, M.; Karl, R.; Truong, C. et al., 2015: Lithium-ion Battery Cost Analysis in PV-household Application. In: Energy Procedia 6/73 (2015), S. 37–47

Noack, J.; Roznyatovskaya, N.; Herr, T. et al., 2015: The Chemistry of Redox-Flow Batteries. In: Angewandte Chemie International Edition 54/34 (2015), S. 9776–9809

Lux Research, 2015: Crossing the Line: Li-ion Battery Cost Reduction and Its Effect on Vehicles and Stationary Storage 03/2015; http://www.luxresearchinc.com/sites/default/files/ES%20KTA_3_15.pdf (download 19.11.15)

Skyllas-Kazacos, M.; Grossmith, F., 1987: Efficient Vanadium Redox Flow Cell. In: Journal of The Electrochemical Society 134/12 (1987), S. 2950–2953

Skyllas-Kazacos, M.; Rychcik, M.; Robins, R.G. et al., 1986: New All-Vanadium Redox Flow Cell. In: Journal of The Electrochemical Society 133/5 (1986), S. 1057–1058

Sun, B.; Skyllas-Kazacos, M., 1992a: Chemical Modification of Graphite Electrode Materials for Vanadium Redox Flow Battery Application – Part II: Acid Treatments. In: Electrochimica Acta 37/13 (1992), S. 2459–2465

Sun, B.; Skyllas-Kazacos, M., 1992b: Modification of Graphite Electrode Materials for Vanadium Redox Flow Battery Application – Part I: Thermal Treatment. In: Electrochimica Acta 37/7 (1992), S. 1253–1260

Thaller, L.H., 1978: Electrochemical Cell for Rebalancing Redox Flow System. US-PATENT 4,159,366

Thaller, L.H., 1979: Redox Flow Cell Energy Storage Systems. In: NTRS – ENERGY PRODUCTION AND CONVERSION NASA-TM-79143 (1979)

USGS – U.S. Geological Survey, 2013, Metal Prices in the United States Through 2010. Scientific Investigations Report 2012–5188; http://pubs.usgs.gov/sir/2012/5188/sir2012-5188.pdf 8 (download 24.11.15)

USGS National Minerals Information Center – U.S. Geological Survey National Minerals Information Center, 2015: Mineral Commodity Summaries; http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2015/mcs2015.pdf

Vijayakumar, M.; Wang, W.; Nie, Z. et al., 2013: Elucidating the Higher Stability of Vanadium(V) Cations in Mixed Acid Based Redox Flow Battery Electrolytes. In: Journal of Power Sources 241 (2013), S. 173–177

Wang, G.; Chen, J.; Wang, X. et al., 2014: Study on Stabilities and Electrochemical Behavior of V(V) Electrolyte with Acid Additives for Vanadium Redox Flow Battery. In: Journal of Energy Chemistry 23/1 (2014), S. 73–81

Wang, G.; Chen, J.; Wang, X. et al., 2013: Influence of Several Additives on Stability and Electrochemical Behavior of V(V) Electrolyte for Vanadium Redox Flow Battery. In: Journal of Electroanalytical Chemistry 709 (2013), S. 31–38

Wu, X.; Xu, H.; Lu, L. et al., 2014: PbO_2-modified Graphite Felt as the Positive Electrode for an All-vanadium Redox Flow Battery. In: Journal of Power Sources 250 (2014), S. 274–278

Wu, X.; Xu, H.; Shen, Y. et al., 2014: Treatment of Graphite Felt by Modified Hummers Method for the Positive Electrode of Vanadium Redox Flow Battery. In: Electrochimica Acta 138 (2014), S. 264–269

Yeo, R.S.; Chin, D.-T., 1980: A Hydrogen-Bromine Cell for Energy Storage Applications. In: Journal of The Electrochemical Society 127/3 (1980), S. 549–555

Kontakt

Prof. Dr. Jens Tübke
Fraunhofer-Institut Chemische Technologie (ICT)
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7, 76327 Pfinztal
E-Mail: jens.tuebke@ict.fraunhofer.de

« »

Energiespeicher und alternative Energieausgleichsoptionen aus diversen systemischen Perspektiven

von Bert Droste-Franke, EA European Academy of Technology and Innovation Assessment GmbH, Bad Neuenahr-Ahrweiler

Die Herausforderungen sind groß: Bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien müssen zunehmend Differenzen zwischen Angebot und Nachfrage im elektrischen Netz ausgeglichen und kritische räumliche Distanzen überwunden werden, um eine sichere Elektrizitätsversorgung in Deutschland und Europa zu gewährleisten. Neben Energiespeichern können auch diverse andere Optionen eingesetzt werden, um Angebot und Nachfrage im Stromsektor auszugleichen. Ausgehend von den erwartbaren Herausforderungen und Anwendungsbereichen werden in diesem Beitrag die bereits heute absehbaren möglichen und teilweise konkurrierenden Optionen aus verschiedenen systemischen Perspektiven diskutiert. Dazu werden zunächst vorliegende technisch-ökonomische Szenarioanalysen untersucht und ihre Grenzen diskutiert. Danach wird eine erweiterte Bewertung der Zukunftsfähigkeit einiger relevanter Ausgleichsoptionen unter Umwelt-, Ressourcen- und gesellschaftlichen Aspekten vorgenommen.

The challenges are big: In order to enable a safe and reliable energy supply in Germany and Europe with large shares of renewable energy, differences between supply and demand in the electrical grid have to be balanced as well as critical spatial distances need to be overcome. Beside storages, other diverse options can be used to stabilize supply and demand in the electricity sector. Based on expected challenges and areas of application this contribution discusses the already existing and partly competing options from different systemic perspectives. For this, assessments from technical-economic scenario-analyses are examined. Then, with the help of a framework of the assessment regarding future viability, several options and combinations with production

facilities environmental aspects, resource use and societal aspects are analysed.

1 Einleitung

Nach den meisten Szenarien für die zukünftige Energieversorgung und nach den aktuellen Entwicklungen wird der Anteil von Photovoltaikanlagen und Windkraftwerken in Deutschland in Zukunft deutlich anwachsen. Da sie nur dann elektrischen Strom produzieren, wenn Sonne und Wind ausreichend zur Verfügung stehen, müssen ergänzend Optionen entwickelt werden, die CO_2-arm Lücken zwischen Angebot und Nachfrage schließen können. Wenn man sich die Herausforderungen, die systemischen Zusammenhänge und technischen Möglichkeiten anschaut, ergeben sich diverse Optionen, die für die Anpassung von Angebot und Nachfrage im Stromsektor herangezogen werden können. Zur Beurteilung dieser Optionen ist eine ausgiebige Betrachtung aus möglichst vielen relevanten Perspektiven notwendig. Im Folgenden werden einige dieser Perspektiven eingenommen, indem technisch-ökonomische Ergebnisse jeweils um umweltseitige, ressourcenseitige und gesellschaftliche Aspekte ergänzt werden.

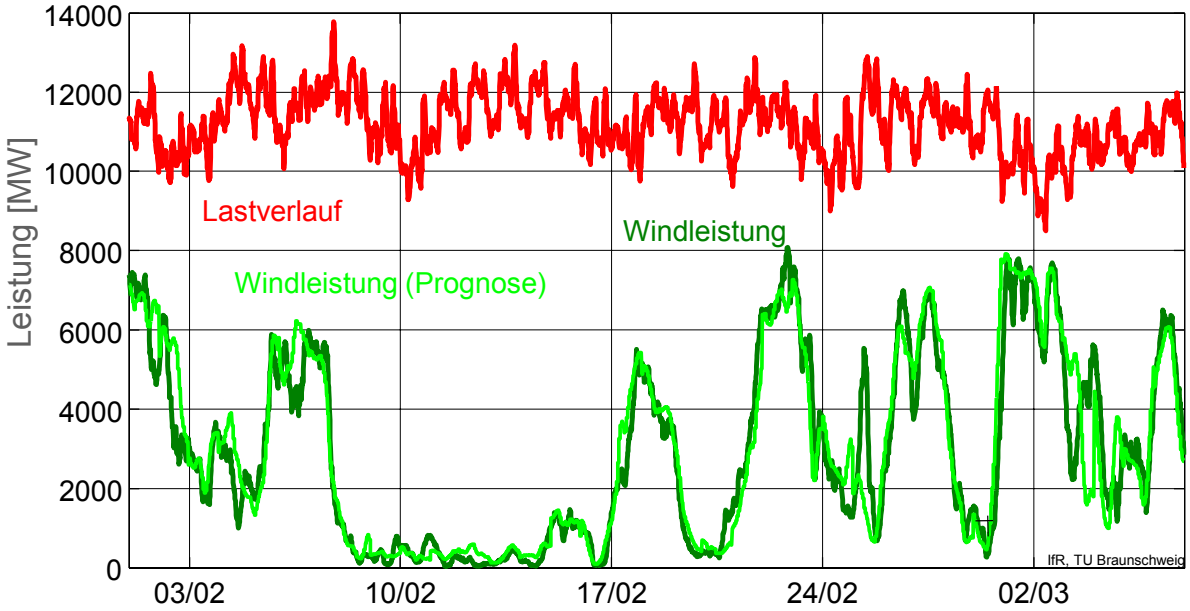
2 Die Herausforderungen

2.1 Zeitliche Schwankungen der Erzeugung

Eine beispielhafte Situation im Februar 2008 im elektrischen Netz von Vattenfall (Abb. 1), hervorgerufen durch Windkraftanlagen, zeigt bereits eindrücklich, in welchen Größenordnungen Stromlücken schon bei der Nutzung erneuerbarer Ressourcen in vergleichsweise geringen Mengen zu erwarten sind. So können auch die in Deutschland installierten Pumpwasserspeicherkraftwerke mit insgesamt etwa 40 GWh Speicherkapazität die benötigte Energiemenge von über 500 GWh für die 10-Tage-Lücke bei weitem nicht aufbringen. Um diese Lücken zu füllen, sind Ausgleichoptionen notwendig, mit denen Energie in der benötigten Menge vorgehalten und über einen längeren Zeitraum bereitgestellt werden kann.

Außerdem müssen auch kurzfristige Schwankungen ausgeglichen werden können. Besonders die Windeinspeisung zeigt starke kurzfristige Änderungen der tatsächlichen Einspeisung (dunkel) gegenüber dem prognostizierten Wert (hell). Hierzu sind Ausgleichsoptionen mit hoher Leistung notwendig, um in kurzer Zeit besonders viel Energie bereitstellen zu können.

Abb. 1: Lastverlauf und Windleistung im Vattenfall Hochspannungsnetz (1.2.–6.3.2008)



Quelle: nach IfR/TU Braunschweig; Bünger et al. 2009, S. 13

2.2 Räumliche Verteilung elektrischer Energie

Auch Menge und räumliche Verteilung von Erzeugungsanlagen haben Einfluss auf die Stärke der Gradienten und Tiefe der Lücken. Im Fall einer Wetterfront mit Starkwind kann eine relativ gleichmäßige Verteilung von Anlagen dazu führen, dass die Erzeugungsleistung nur gering schwankt (Pape et al. 2013). Trotz optimaler Verteilung von Solar- und Windkraftanlagen über Europa wird jedoch voraussichtlich ein Bedarf an zusätzlicher Ausgleichsenergie verbleiben (Heide et al. 2010). Für die räumliche Verteilung der Elektrizität ist jedoch ein ausreichend dimensioniertes elektrisches Netz notwendig. Ohne entsprechende Kapazitäten in Übertragungsnetzen kann die erzeugte Energiemenge nicht zu den Verbrauchern transportiert werden. Kritisch sind hier die räumliche Distanz zwischen Erzeugung und Verbrauch und geringe Übertragungskapazitäten zwischen verschiedenen Regionen in Europa. ENTSO-E (2014, S. 59ff.) identifiziert besondere Probleme bei den Verbindungen der baltischen Staaten mit anderen EU-Ländern, von Großbritannien und Irland mit dem europäischen Festland, von Italien mit den nördlichen Nachbarn und der spanischen Halbinsel mit dem Rest von Europa.

3 Konkrete Systemaufgaben und Anwendungsfelder

Für den Ausgleich von Angebot und Nachfrage lässt sich eine ganze Reihe von Systemaufgaben identifizieren. Die wesentlichen haben Perrin et al. (2015) auf Basis von DERri (2014) und Akhil et al. (2013) zusammengestellt. Diese sind im Folgenden wiedergegeben (basierend auf Perrin et al. 2015, S. 115ff.). Die *typischen Zeitskalen* sind in Klammern angegeben:

- Zeitverschiebung („Electric energy time shift“) (*Stunden*): Zeitliche Verschiebung elektrischer Energie im Netz aufgrund von Preisarbitrage durch Nutzung der Preisdifferenzen bei An- und Verkauf von elektrischer Energie zu verschiedenen Zeiten;
- Spitzenkappung („Peak-shaving“) (*Stunden*): Reduzierung der Nachfrage durch Bereitstellung von Energie in Zeiten hoher Nachfrage;
- Frequenzunterstützung („Frequency support“) (*Sekunden*): kontinuierliche Regulierung durch Energiebereitstellung und -nutzung mit dem Ziel, die erlaubten Grenzen der Frequenzabweichungen des Wechselstroms im Netz einzuhalten;
- Regelenergie („Control power/regulation“) (*Sekunden bis Minuten*): Regelung bzw. Ausgleich momentaner Abweichungen von Angebot und Nachfrage;
- Leistungsregulierung bei unregelmäßigen Energiequellen („power regulation with intermittent sources“) (Sekunden bis Minuten): Regulierung des Leistungsaustauschs mit übergeordneten Netzwerkebenen;
- Rotierende und stehende Reserve („spinning reservers, standing reserves“) (*Minuten bis Stunden*): Bereitstellung von Reserve mit vorhandenen laufenden oder stehenden Anlagen, sehr kurzfristig bis längerfristig;
- Kurzfristige Spannungsunterstützung („Voltage support – short timescale“) (*Sekunden bis Minuten*): Blindleistungsunterstützung auf Netzebene zu Haltung der Spannungshöhe in den erlaubten Grenzen;
- Lastnachbildung („Load following“) (*Minuten bis Stunden*): Bereitstellung von Energie bzw. Speicherung mit dem Ziel das Angebot an die Lastkurve anzunähern;
- Schwarzstart („Black start“) (*Sekunden bis Minuten*): Schwarzstartkapazität bereithalten, um die Elektrizitätsversorgung, z. B. nach einem technischen Ausfall, anzufahren;
- Glättung des Elektrizitätsangebots einer Anlage („Smoothing for integration of non-predictable sources“) (*Minuten bis Stunden*): Ausgleich des Stromangebots um eine möglichst gleichmäßige Abgabe zu erreichen;
- Investitionsaufschub („Investment Deferral“) (*Stunden*): Netzfreundliche Einspeisung um die Netzinfrastruktur optimal zu nutzen und Investitionen in dem Bereich so lange wie möglich hinauszuschieben;
- Langfristige Spannungsunterstützung („Voltage support – long timescale“) (*Minuten bis Stunden*): Spannungsbereitstellung, um die Netzspannung in den erlaubten Bereichen zu halten;
- Qualitäts- und Stabilitätsmanagement („Power quality and stability“) (*Sekunden*): Ge-

währleistung einer verlässlichen und qualitativ hochwertigen Versorgung mit wenigen Schwankungen in der bereitgestellten Energie und Leistung für Kunden;
- Verlässlichkeit der Versorgung („Power reliability“) (*Sekunden bis Minuten*): Vermeidung von Ausfällen der Elektrizitätsversorgung.

4 Die Optionen aus technisch-systemischer Perspektive

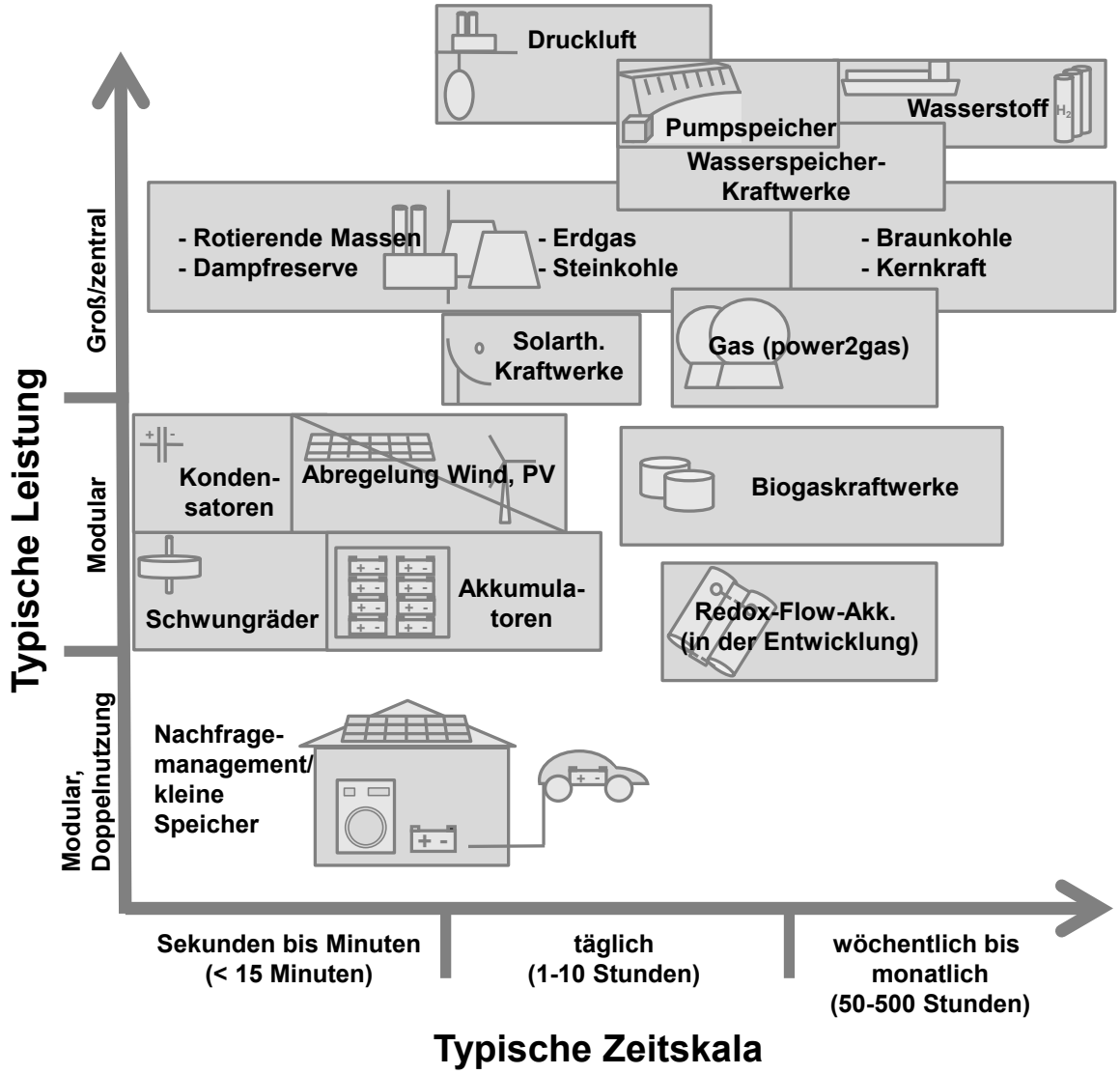
Wenn man die Einzeloptionen anschaut, ergibt sich eine Reihe von Möglichkeiten für den zeitlichen Ausgleich von Angebot und Nachfrage (Droste-Franke et al. 2012). Sie lassen sich danach sortieren, ob man mit ihnen Strom bereitstellen (positive Ausgleichsenergie) oder die Abnahme von Strom erhöhen kann (negative Ausgleichsenergie). Energiespeicher zeichnen sich dadurch aus, dass man mit ihnen sowohl positive als auch negative Regelenergie bereitstellen kann.

Um die Technologien nach ihren Eigenschaften zu sortieren, bietet es sich an, zu untersuchen, inwiefern mit ihnen wesentliche Aufgaben erfüllt werden können (s. oben). Zu unterscheiden sind für den Ausgleich zeitlicher Schwankungen in den Extremen: Optionen, die auf hohe Leistung ausgelegt sind, und Optionen, die eine hohe Speicherkapazität aufweisen oder langfristig Strom bereitstellen können. Eine Einordnung der Anlagen nach typischer Leistung und typischen Zeitskalen, auf denen sie besonders gut einsetzbar sind, macht die Konkurrenzen sichtbar. Bei der Leistung lassen sich große zentrale Anlagen, modulare Anlagen und kleine modulare Anlagen mit Doppelnutzen unterscheiden. Bei den typischen Zeitskalen, auf denen sie arbeiten (Energie zu Leistungsverhältnis) lassen sich Systeme unterscheiden, die im Sekunden- bis Minutenbereich, im stündlichen bis täglichen Bereich und im wöchentlichen bis monatlichen Bereich eingesetzt werden können. Eine entsprechende Einordnung von Technologieoptionen nach diesem Schema ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Optionen mit ähnlicher Leistung und mit ähnlichem Energie-Leistungs-Verhältnis (ähnlicher Zeitskala) können etwa gleich gut für die oben aufgelisteten Aufgaben herangezogen werden und stehen damit in direkter Konkurrenz zueinander.

Im Bereich der *Energiespeicher* (positive und negative Ausgleichsenergie bereitstellbar) sind bei den großen typischen Leistungen von 100 MW bis 1 GW v. a. Druckluftspeicher (100 MW–1 GW) und Pumpwasserkraftwerke (10 MW–1 GW) sowie Wasserstoffspeicher (10 kW–1 GW) (z. B. Kavernen mit entsprechender Rückverstromung über Gasturbinen) zu nennen. Sie sind v. a. für die mittel- und langfristige Speicherung nutzbar. Bei modularen Speichern mit geringerer typischer Leistung von 1 kW bis 100 MW und ohne Doppelnutzen sind v. a. Akkumulatoren und elektrische Speicher zu erwähnen. Während Kondensatoren, Schwungräder und Nickel-Cadmium-/Nickel-Metalhydrid-Akkumulatoren v. a. im Sekunden bis Minutenbereich der Bereitstellung von Ausgleichsenergie genutzt werden können, da sie ein hohes Leistungs- zu Energieverhältnis aufweisen, können Blei-Säure- und Lithium-Ionen-Akkumulatoren im Bereich von Sekunden bis mehreren Stunden eingesetzt werden. Weitere Akkumulatoren für den Stundenbereich sind Natrium-Schwefel- und Zink-Brom-Akkumulatoren. Redox-Flow-Akkumulatoren haben den Vorteil, dass der Strom in chemischer Energie in flüssigen Medien gespeichert wird, die die Aufgabe der Elektroden übernehmen. Durch Austausch der Flüssigkeit und Speicherung in extra Tanks kann die Speicherkapazität beliebig erhöht werden. Dadurch ist der Redox-Flow-Akkumulator auch für längerfristige Speicherung sehr gut nutzbar. Die Technologie ist allerdings noch in der Entwicklung. Modulare Speicher mit Doppelnutzen (1 kW–1 MW) sind v. a. Elektro- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge, die bidirektional geladen werden können, und Akkumulatorensysteme, die zusätzlich zu Photovoltaikanlagen installiert wurden. Sie sind typischerweise im Sekunden bis Stundenbereich einsetzbar.

Im Bereich der Bereitstellung *positiver Ausgleichsenergie* sind bei den großen Anlagen die konventionellen Kraftwerke, Wasserspeicherkraftwerke (ohne Pumpfunktion) und solarthermische Anlagen zu nennen. Dabei wird kurzfristige Ausgleichsenergie durch rotierende Massen und Dampfreserven bereitgestellt. Im Mittelfristbereich können Gas- und Steinkohlekraftwerke sowie Wasserspeicherkraftwerke und solarthermi-

Abb. 2: Schematische Einordnung konkurrierender Technologien zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage



Quelle: Droste-Franke et al. 2015, eigene Übersetzung

sche Kraftwerke eingesetzt werden. Auch langfristig sind Wasserspeicherkraftwerke einsetzbar und zusätzlich, aufgrund der hohen Fixkosten und niedrigen variablen Kosten, üblicherweise Braunkohle- und Kernkraftwerke. Als modulare Option ohne Doppelnutzen im Bereich von 1 kW bis 100 MW können Biogaskraftwerke im täglichen und Wochen- bis Monatsbereich eingesetzt werden. Im Bereich der modularen Optionen mit Doppelnutzen sind für den Sekunden- bis Minuten-, bis hoch zum Stundenbereich Ladungstopps bzw. -reduktion von unidirektional ladbaren Elektro- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen zu nennen. Im täglichen Bereich sind zusätzlich Kraftwärmekopplungsanlagen und Nachfragemanagement elektrischer Lasten zu berücksichtigen.

Im Bereich der Bereitstellung *negativer Ausgleichsenergie*, d. h. Erhöhung des Verbrauchs oder Verringerung der Erzeugung, stellen die Produktion von Wasserstoff und die Verwendung des Wasserstoffs für andere Produkte außerhalb des Stromsektors Optionen mit großer Leistung dar. Dazu zählen die direkte Nutzung des Wasserstoffs im Verkehrssektor aber auch die Weiterverarbeitung des Wasserstoffs in Methan und Methanol zur Nutzung in anderen Sektoren. Ihr Einsatz ist

im Stunden- bis Tagesbereich und wöchentlichen bis monatlichen Bereich sinnvoll. Die Optionen sind auch für die Bereitstellung geringer Leistung einsetzbar. Zur Verringerung der Erzeugung im Kurzfrist- und Mittelfristbereich können Wind- und Photovoltaik-Anlagen abgeschaltet werden. Modulare Optionen mit Doppelnutzen sind im Sekunden- bis Minuten- und Stundenbereich Nachfragemanagement von Verbrauchern in Haushalten und Industrie inklusive dem Einsatz elektrischer Hausheizungen und Klimatisierungen (inklusive Wärmepumpen) sowie das Laden von Elektro- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen.

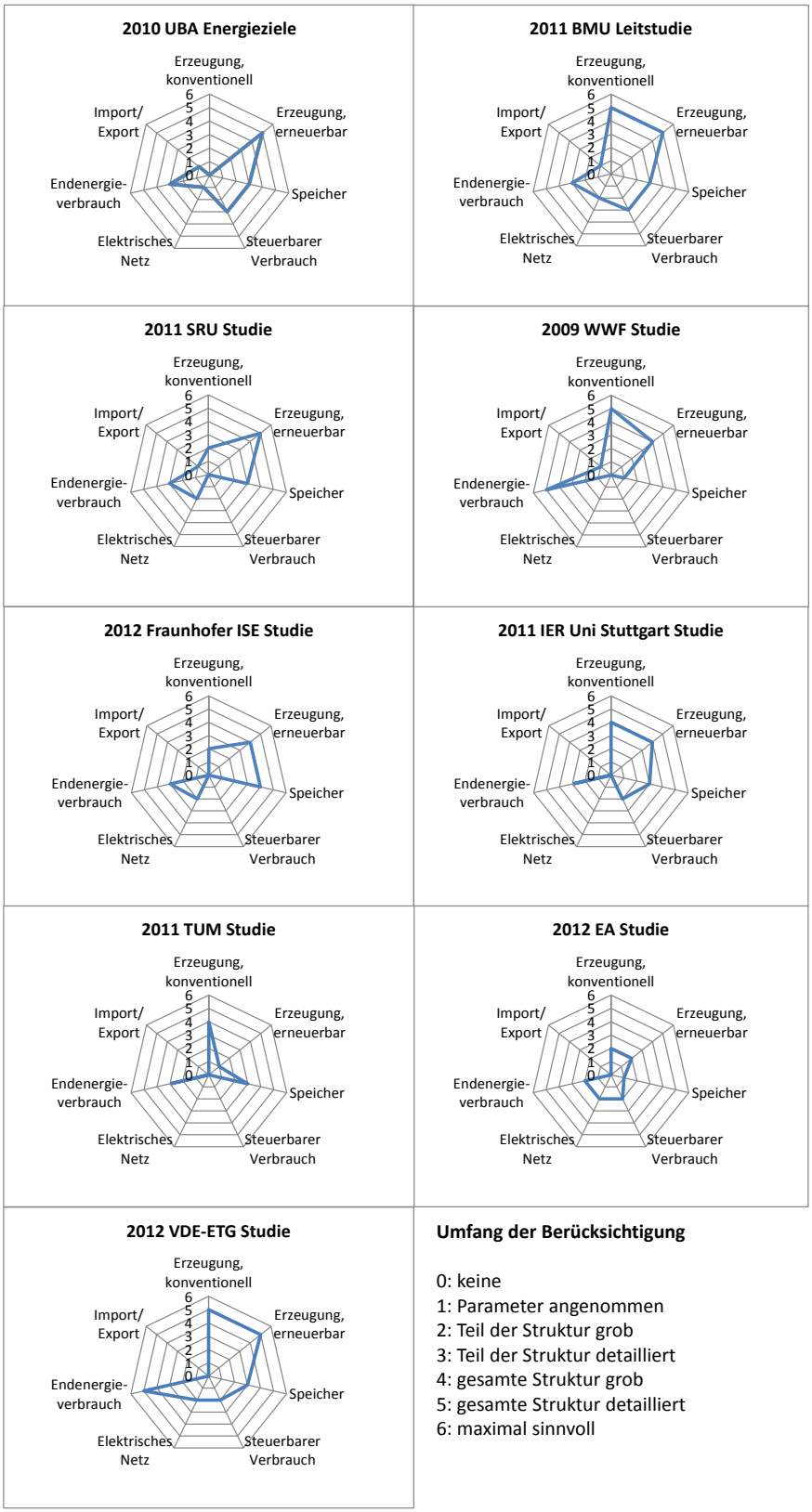
Für die praktische Realisierung sind die Umsetzungspotenziale der Technologieoptionen wichtig. Die Potenziale für Doppelnutzen-Optionen sind grundsätzlich durch den konkurrierenden Hauptnutzen eingeschränkt. Ein Elektrofahrzeug muss z. B. so geladen werden, dass dem Eigentümer keine oder nur geringe Nutzungseinbußen zugemutet werden. Als weiteres Beispiel kann die Flexibilität von Kraftwärmekopplungsanlagen nur dann genutzt werden, wenn sie nicht Volllast laufen müssen, um den Wärmebedarf abdecken zu können. Zudem sinkt mit zunehmender Isolierung der Wärmebedarf in Häusern, wodurch das Potenzial des Einsatzes von Kraftwärmekopplungsanlagen sinkt. Vor allem bei Wasser-(pump-) speicherkraftwerken ist das Potenzial durch die räumlichen Gegebenheiten stark vorgegeben und eingeschränkt. Ein Hauptproblem stellt hierbei die nur sehr geringe volumetrische Energiedichte von ca. 1 kWh/m^3 dar, weil zur Speicherung lediglich die potenzielle Energie des Wassers genutzt wird. Mit der Speicherung von Wärme und elektrochemischer Energie in Batterien oder chemischer Energie in Gasen sind deutlich höhere Speicherdichten von mehreren hundert kWh/m^3 erreichbar. Flüssige synthetische Brennstoffe wie Wasserstoff und Methanol weisen Energiedichten von mehreren tausend kWh/m^3 auf. Ihre Herstellung ist allerdings mit hohen Energieverlusten verbunden.

5 (Grenzen der) Aussagen aus technisch-ökonomischen Systemanalysen

Aus der obigen Diskussion ist ersichtlich, dass viele unterschiedliche Optionen für die Bereitstellung von Ausgleichsenergie genutzt werden können. Entsprechend schwierig und stark abhängig von dem Betrachtungsbereich und den Annahmen sind daher auch Abschätzungen dazu, wie hoch der Bedarf an einzelnen Technologien – wie z. B. Energiespeichern – ist. Diverse technisch-ökonomische Analysen auf der Basis von Szenariobetrachtungen für zukünftige Jahre, meistens 2030 und 2050, analysieren solche Technologien explizit oder beinhalten sie zumindest, so dass ihnen ein Bedarf an einzelnen Technologien zu entnehmen ist. Ein Vergleich der Ergebnisse zeigt allerdings, dass belastbare Aussagen dazu weder auf deutscher noch auf europäischer Ebene möglich sind (Droste-Franke 2015). Je nachdem, welche Technologien in welcher Tiefe und mit welchen Annahmen berücksichtigt wurden, ergaben sich in den Studien sehr unterschiedliche Ergebnisse. Eine Analyse des Umfangs der in Studien berücksichtigten Technologien zeigte, dass vielfach einzelne relevante technische Optionen nur schwach oder gar nicht abgedeckt wurden (Abb. 3).

Aussagen lassen sich höchstens in Richtung des Bedarfs an Ausgleichsenergie ohne Bezug zu einer konkreten Technologie treffen, der von den verschiedenen, oben diskutierten technischen Optionen, inklusive flexibler Erzeugung, abgedeckt werden kann. Solche Abschätzungen sind jedoch für die Studien mit Schwerpunkt auf Deutschland kaum möglich, da die Rolle der Importe und Exporte von Strom und teilweise die Beiträge anderer Technologien zur Bereitstellung von Ausgleichsenergie den einzelnen Studien nicht zu entnehmen sind. Insgesamt ergeben sich starke Unterschiede in den Abschätzungen der potenziellen Verfügbarkeit von Ausgleichsenergie in den Szenarien. Bei Betrachtungen mit einem Anteil von 80 % erneuerbarer Energien an der Elektrizitätserzeugung ergeben sich ca. 20 bis 35 GW für die Leistung bzw. 2 bis 8 TWh für die „Speichergröße“; für Szenarien mit 100 % Anteil erneuerbarer Energien an der Elektrizitätserzeugung 20 bis 100 GW für die Leistung und 15 bis 140 TWh für die benötigte „Speichergröße“ (Droste-Franke 2015). In diesen Analysen sind allerdings nur Optionen enthalten, die im Stunden- bis monatlichen Bereich eingesetzt werden können. Der kurzfristige Bereich ist nur in einzelnen Studien und separaten Berechnungen grob abgedeckt. Der Bedarf an sehr kurzfristigem Ausgleich ist nicht berücksichtigt.

Abb. 3: Umfang der Berücksichtigung wichtiger technischer Optionen in verschiedenen Studien mit Fokus Deutschland



Quelle: Droste-Franke et al. 2015, eigene Übersetzung

Aus der Diskussion wird klar, dass sehr viele Technologien genutzt werden können und daher die Annahmen in den Studien so unterschiedlich sind, dass sich schon aus den rein technisch-ökonomischen Betrachtungen kein eindeutiges Ergebnis für den Ausgleichsbedarf und schon gar nicht für den Speicherbedarf bzw. Einsatzbedarf bestimmter Technologien herauslesen lässt. Dadurch, dass in den Hauptanalysen der betrachteten Studien die maximal übliche Auflösung eine Stunde ist, sind für die Technologiemixe Möglichkeiten des Einsatzes für kurzfristige Ausgleiche nicht berücksichtigt. Darunter fallen u. a. Einsatzmöglichkeiten im Regelenergiemarkt. Nutzen und Erlösmöglichkeiten mit Zeitskalen unterhalb einer Stunde, die z. B. eine Reihe von Akkumulatoren und Nachfragemanagement erwirtschaften könnten, werden daher systematisch vernachlässigt. Zusätzlich ist es schwierig, Leistungen, für die keine Märkte bestehen, zu honorieren. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass in einem gewissen Umfang Technologien wie Elektrofahrzeuge und Speicher von Photovoltaikanlagen vorhanden sein werden, die auch für die Bereitstellung von Ausgleichsenergie genutzt werden können (Doppelnutzen-Optionen). Die Nutzung von Energieprodukten in anderen Sektoren ist nur vereinzelt abgedeckt.

Solche rein technisch-ökonomischen Analysen betrachten keine Umweltauswirkungen. Sie beinhalten lediglich von außen vorgegebene Ziele, die darauf abheben eine gewisse Menge von CO_2-Emissionen nicht zu überschreiten oder die Menge der CO_2-Emissionen um einen Betrag zu reduzieren. Zusätzlich sind auch keine Ressourcenaspekte und nur vereinzelt gesellschaftliche Aspekte berücksichtigt. Daher ist die Aussagekraft solcher Analysen im Hinblick auf die Zukunftsfähigkeit der Empfehlungen sehr begrenzt. Das ist u. a. an der Analyse der Perspektiven, die in den Studien eingenommen werden, zu erkennen. Die Analyse für zwei wesentliche Studien zum Energiekonzept der deutschen Bundesregierung (Schlesinger et al. 2010; Nitsch et al. 2010) zeigt z. B., dass diese zwei unterschiedliche Schwerpunkte haben, die im technisch-ökonomischen bzw. technisch-naturwissenschaftlichen Bereich liegen, ohne wesentliche detaillierte Betrachtungen in anderen Bereichen.

6 Zukunftsfähigkeit von Ausgleichstechnologien

Zur Realisierung zukunftsfähiger Systeme kann eine operative Handlungsregel in Form von vier Prioritäten abgeleitet werden, die sowohl Nachhaltigkeits- als auch Wohlfahrtsaspekte enthält (für Details Droste-Franke et al. 2012; Droste-Franke et al. 2009; Droste-Franke 2005):

1. „Schutz der Umwelt vor inakzeptablen Schäden durch Einhaltung kritischer Belastungsgrenzen“;
2. „Erhaltung [oder minimal notwendige Reduktion] des Gesamtwerts produzierten und natürlichen Kapitals“ unter Einhaltung von Priorität 1;
3. „Maximierung [gesamtgesellschaftlicher] intertemporaler Wohlfahrt“ unter Einhaltung der Prioritäten 1 und 2;
4. „Gerechte Verteilung der Grundlagen in der Gegenwart“ (Droste-Franke et al. 2009, S. 18).

Basierend auf Steger et al. (2002) wurden in Droste-Franke et al. (2012) Umwelt-, Ressourcen- und gesellschaftliche Aspekte von Energiespeicheroptionen untersucht, welche hier, mit Schwerpunkt auf die Umweltaspekte, diskutiert werden sollen.

6.1 Umweltaspekte

Mit erster Priorität (s. „1.“ oben) sind im Bereich der Umwelteinflüsse solche Effekte zu berücksichtigen, die dazu führen können, dass kritische Belastungsgrenzen überschritten werden könnten. Zu diesem Zweck wurden in Droste-Franke et al. (2012) zunächst Projektionen wesentlicher industrieller Hintergrundprozesse auf 2050 herangezogen und ein Energiesystem mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien angenommen (ESU/IFEU 2008). Für die Analysen der Umweltbelastungen durch die Herstellung und Nutzung einzelner Energiespeichersysteme wurden entsprechende Prozesse aus Daten zu Lebenszyklusanalysen (Ecoinvent 2010) und Abschätzungen von Maack (2008) verwendet, auf deren Basis Lebenszyklus-Screenings für einige Technologien durchgeführt wurden.

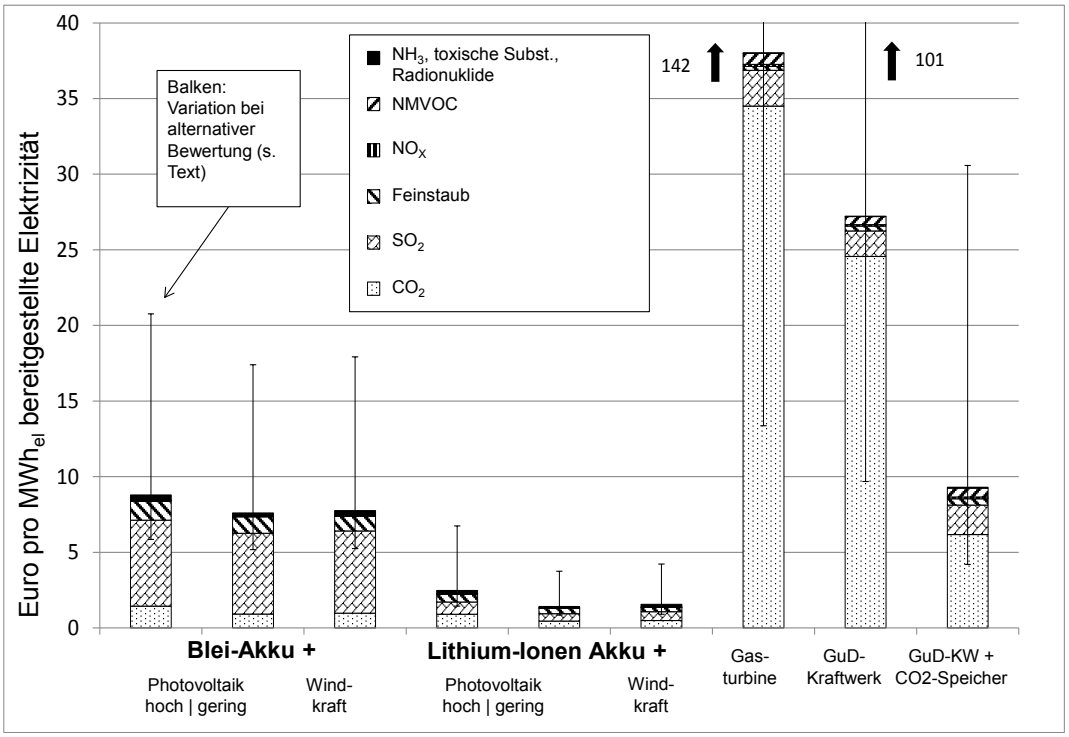
Für die Bewertungen der Belastungen in kritischen Bereichen wurde das Bewertungsschema „CML 2001“[1] verwendet. Unterschieden wurden für den kurzfristigen Ausgleich von Schwankungen Technologiekombinationen von Photovoltaik und Wind mit Blei-Akkumulator sowie mit Lithium-Ionen-Akkumulator und verschiedene Gaskraftwerke sowie für den längerfristigen Ausgleich Technologiekombinationen von Photovoltaik und Wind mit Pumpwasserspeicher-Kraftwerken sowie mit einem Elektrolyseur[2] zur Wasserstoffgenerierung und verschiedene Gaskraftwerke. Die Ergebnisse geben erste Hinweise dazu, in welchen kritischen Bereichen die Technologiekombinationen zu höheren Belastungen führen können als die anderen Optionen. Es ist zu erkennen, dass die Nutzung neuer technischer Optionen gegenüber den Erdgasoptionen mit Verschiebungen in den Umweltbelastungen verbunden ist, die in Szenarioanalysen näher betrachtet werden sollten, um die Zukunftsfähigkeit eines Energiesystems einschätzen zu können. So führt bei Optionen zum kurzfristigen Ausgleich die Verwendung von Blei-Akkumulatoren zu höheren Belastungen in den Bereichen der Versauerung und terrestrischen Ökotoxizität, während die Verwendung von Li-Ionen-Akkumulatoren zu Belastungen in den Bereichen Eutrophierung und Wasser-Ökotoxizität führt. Bei den Langfrist-Optionen schneiden Elektrolyseure schlechter ab als Pumpwasserspeicher, mit Schwerpunkten bei Versauerung, terrestrischer Ökotoxizität, Eutrophierung und Frischwasserökotoxizität. Die Verwendung von Gas-Kraftwerken als Alternativen führen u. a. zu erhöhtem Verbrauch abiotischer Ressourcen und Belastungen durch Ozonschichtzerstörung und Klimawandel (für weitere Details s. Droste-Franke 2012; Droste-Franke et al. 2012).

Marginale Schäden führen zu (markt-)externen Effekten, die zur Beseitigung von Marktunvollkommenheiten im Wirtschaftssystem adäquat internalisiert werden sollten. Diese Berücksichtigung zielt auf die in der operativen Handlungsregel angeführte Maximierung intertemporaler Wohlfahrt ab (s. o. Priorität 3), indem die Funktion des Marktes, im Gleichgewicht ein Pareto-Optimum zu realisieren, gewährleistet werden soll (Droste-Franke 2005, S. 31ff.). Können externe Kosten quantifiziert werden, so können diese über entsprechende marktwirtschaftliche Instrumente wie Steuern eingepreist werden. Diese Kosten sollten auch berücksichtigt werden, wenn eine optimale Umsetzung eines Energiesystems im Sinne der wirtschaftlichen Effizienz (Kosten-Nutzenabwägung) angestrebt wird. In den Berechnungen wurden dieselben Daten verwendet wie für die Belastungen in kritischen Bereichen. Für die Ermittlung der marginalen externen Kosten (Abb. 4 und 5) wurden generalisierte Faktoren nach Preiss et al. (2008) verwendet, in denen Gesundheitseffekte, Ernteverluste, Materialschäden an Fassaden und Verlust an Biodiversität enthalten sind. Für die Bewertung der Lebenszeitverluste wurden 40.000 Euro[3] pro verlorenes Lebensjahr (YOLL – years of life lost) angenommen (mit Sensitivitätsanalysen für 25.000 und 100.000 Euro/YOLL), für die Bewertung von Klimafolgen 70 Euro/t_{CO2} (mit Sensitivitätsanalysen für 20 und 280 Euro/t_{CO2}). Die eingezeichneten Fehlerbalken geben die Schwankungen durch die Sensitivitätsvariationen wieder. Es ist zu erkennen, dass bei den betrachteten Umweltauswirkungen die Kombinationen mit Photovoltaik und Wind besser abschneiden, Varianten mit Blei-Akkumulatoren allerdings in ähnliche Größenordnungen kommen wie die auf Erdgas basierenden Technologien (Abb. 4 und 5). Der große Anteil der Schadenskosten durch CO_2-Emissionen bei den Erdgastechnologien (rechte Tripel der Abb. 4 und 5), die in erster Linie auf direkte Emissionen zurückzuführen sind, zeigt, dass eine Verwendung von Brennstoffen, bei denen (mindestens bilanziell) kein zusätzliches CO_2 in die Atmosphäre abgegeben wird, wie z. B. Biogas oder Wasserstoff bzw. synthetisches Gas aus Wind und Sonne, das Bild bereits deutlich verändern würde. Des Weiteren wird deutlich, dass ein Systemwandel dazu führen kann, dass sich Belastungen, z. B. von CO_2- zu SO_2-intensiven Optionen, verschieben können (s. Blei-Akkumulator, linkes Tripel, Abb. 4). Solche Entwicklungen sollten beobachtet und ihre Folgen bei möglichem großtechnischem Einsatz im Vorfeld genauer analysiert werden.

6.2 Ressourcennutzung

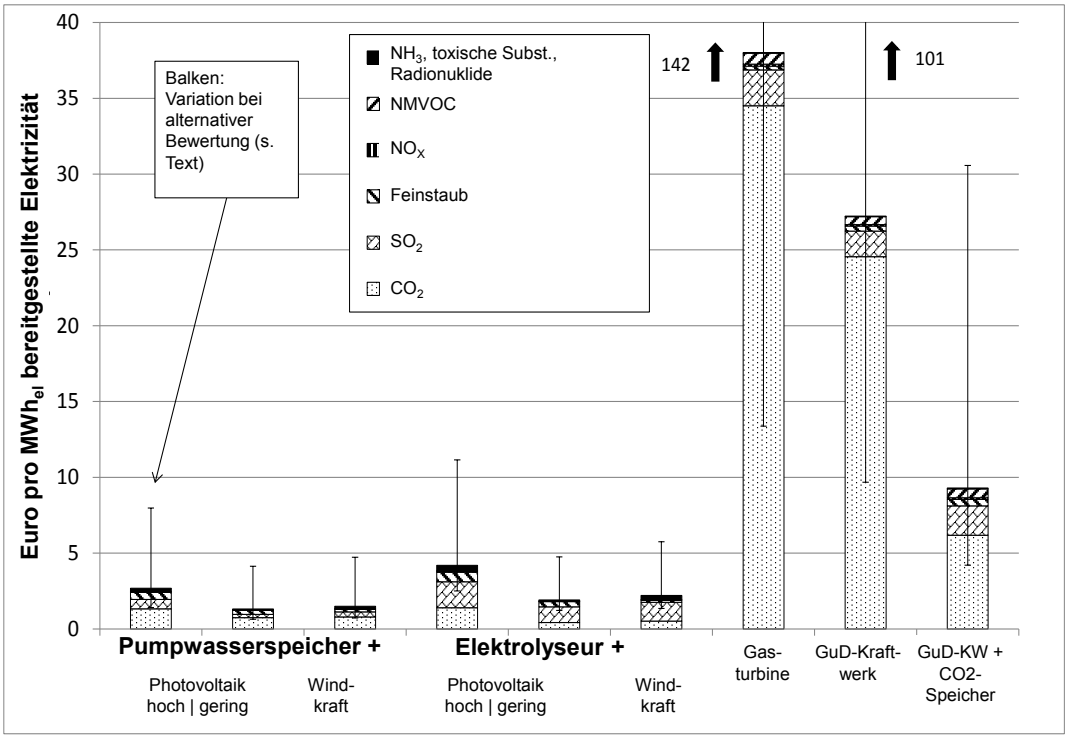
Der adäquate Umgang mit Ressourcen ist ein explizites Element zur Gewährleistung der Zukunftsfähigkeit eines Systems, wie an der ope-

Abb. 4: Marginale externe Kosten potenziell konkurrierender Optionen im Kurzfristbereich



Quelle: Eigene Darstellung, Droste-Franke 2012

Abb. 5: Marginale externe Kosten potenziell konkurrierender Optionen im Langfristbereich



Quelle: Eigene Darstellung, Droste-Franke 2012

rativen Handlungsregel zu sehen ist. Für die Bewertung der Ressourcennutzung durch die Verwendung von Energiespeichern wurden in Droste-Franke et al. (2012) diverse Indikatoren analysiert. Neben der Betrachtung der Höhe und Entwicklung der statischen Reichweite wurde die mit den vorliegenden Ressourcen produzierbare Speicherkapazität errechnet. Zusätzlich wurden Reservenbasis, Preisänderungen, regionale Konzentrationen in den Reservevorkommen und regionale Konzentrationen in Auslieferung und Erlösen analysiert. Verschiedene Materialien weisen Probleme im Bereich der Mengenentwicklung, der regionalen Konzentrationen, hoher Preise oder starker Preisanstiege auf. Titan ergab sich als vergleichsweise unproblematisch, während wenige Probleme mit Lithium, Vanadium, Arsen, Nickel und Zirkonoxid zu erwarten sind. Ein großtechnischer Einsatz von Akkumulatoren mit Lithium, Blei und Vanadium sollte allerdings mit der Erhöhung von Recyclingraten einhergehen.

6.3 Gesellschaftliche Aspekte

Gesellschaftliche Folgen haben diverse Anknüpfungspunkte an die Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Technologien. Das gilt v. a. bei der Umstrukturierung des Energiesystems, da u. a. viel mehr Akteure direkt mit verschiedenen Komponenten des Energiesystems in Verbindung kommen als vorher. Die Zahl der Akteure und die Komplexität des Koordinationsbedarfs steigen. Die Analyse gesellschaftlicher Aspekte der technischen Optionen in Droste-Franke et al. (2012) ergab eine weitgehend positive Bewertung. Die Technologien tragen zur Versorgungssicherheit von Energie bei, die Diversität im System wird erhöht, der Zugang zu den Technologien und Möglichkeiten der Verbraucher beizutragen, steigt. Risikominimierung durch ausreichende Schutzmechanismen zur plötzlichen Freisetzung von Energie und gegebenenfalls weitere Zugeständnisse im technischen Design steigern voraussichtlich ihre Akzeptanz. Zusätzlich ist ein System mit solch hoher Diversität auch offen für weitere Optionen. Vor allem kleine modulare Technologien haben in diesem Bereich Vorteile. Bei der Realisierung großer zentraler Technologien sollte auf die Vermeidung von Importabhängigkeiten, der Schaffung von ausreichend Redundanz und der adäquaten Beteiligung der Bevölkerung vor Ort geachtet werden.

7 Fazit

Aus den Analysen ist zu sehen, dass Energiespeicher und andere innovative Optionen für den Energieausgleich voraussichtlich in Zukunft eine wichtige Rolle im Elektrizitätssektor spielen werden. Energiespeicher können sowohl positive als auch negative Ausgleichsenergie bereitstellen. Sie stehen jedoch in Konkurrenz mit anderen innovativen Technologien. Zu berücksichtigen sind dabei u. a. Optionen mit Doppelnutzen, da ihre Verwendung für den Ausgleich von Angebot und Nachfrage im Stromsektor oftmals nur einen geringen Mehraufwand bedeutet. Zu nennen sind hier beispielsweise Akkumulatoren in Elektro- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen und bei Photovoltaik- sowie Kraftwärmekopplungsanlagen, die vorzugsweise mit Biogas oder synthetischen Gasen aus erneuerbaren Energien betrieben werden.

Die Analyse einer Reihe von Studien zu Szenariobetrachtungen zukünftiger Energiesysteme zeigt, dass Technologien für den Ausgleich von Angebot und Nachfrage benötigt werden. Allerdings ist die Zahl der Optionen so groß und sind die Annahmen und Aussagen der Studien so divers, dass in der Gesamtsicht der Studien keine konkreten Aussagen für den konkreten Bedarf einzelner Ausgleichstechnologien herauszuziehen sind. Eine genauere Betrachtung technoökonomischer Studien aufgrund einer Liste interessanter relevanter Perspektiven auf zukünftige Energiesysteme zeigt, dass einige Aspekte in den Studien fehlen. Unter anderem können mit den Studien nur beschränkte Aussagen zur Nachhaltigkeit bzw. Zukunftsfähigkeit bestimmter Umsetzungen getroffen werden.

Die Darstellung der Ergebnisse aus einer überschlägigen Analyse der Zukunftsfähigkeit einzelner Technologieoptionen und Kombinationen für den Energieausgleich zeigt, dass Umweltschutz, Ressourcennutzung und gesellschaftlicher Rahmen bzw. gesellschaftliche Auswirkungen weitere wesentliche Aspekte sind, die es zu beachten gilt, wenn ein Energiesystem langfristig zukunftsfähig gestaltet werden soll. Im Bereich der Umwelteffekte sind Verschiebungen der Um-

weltbelastungen aus dem Klimabereich zu anderen Bereichen zu erwarten. Diese sollten beobachtet und ihre Bedeutung weiter analysiert werden. Bei der Ressourcennutzung stehen mineralische Ressourcen im Vordergrund. Sie sind vernünftig zu bewirtschaften und ggf. aus genutzten Gütern möglichst wiederzugewinnen. Auch einige gesellschaftliche Aspekte sind bei der Gestaltung von Energiesystemen zu berücksichtigen. Auf rechtliche, weitere soziale und politische Belange konnte in diesem Rahmen nicht weiter eingegangen werden (s. hierzu Droste-Franke et al. 2012).

Insgesamt lässt sich aus der Betrachtung von Energiespeichern und anderen Ausgleichstechnologien aus den gewählten verschiedenen systemischen Perspektiven ableiten, dass einige CO_2-arme Optionen für den Ausgleich von Angebot und Nachfrage im Elektrizitätssektor bestehen bzw. weiter entwickelt werden können, die, ergänzend zur Produktion von Wind- und Solarstrom, Systemaufgaben konventioneller Kraftwerke übernehmen können. Die verschieden ausgeprägte Eignung der einzelnen Optionen für unterschiedliche Anwendungen und die verschiedenen nichttechnischen Aspekte werden voraussichtlich dazu führen, dass letztendlich ein Mix verschiedener Technologien realisiert werden wird.

Anmerkungen

1) Name der verwendeten Methode zur ökologischen Bewertung innerhalb einer Ökobilanz.
2) Technische Vorrichtung zur Umwandlung elektrischer in chemische Energie über Elektrolyse.
3) Basis für die Bewertung ist das Jahr 2000.

Literatur

Akhil, A.A.; Huff, G.; Currier, A.B. et al., 2013: DOE/EPRI 2013 Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA. Sandia National Laboratories, SAND2013-5131. Albuquerque

Bünger, U.; Crotogino, F.; Donadei et al., 2009: Energiespeicher in Stromversorgungssystemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger. ETG Task Force Energiespeicher, Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG). Frankfurt a. M.

DERri – Distributed Energy Resources Research Infrastructures, 2014: Guidelines for Testing Grid Connected Storage. D_JRA-2.1.4, FP7 European Project. Brüssel

Droste-Franke, B., 2005: Quantifizierung von Umweltschäden als Beitrag zu Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Dissertation. Stuttgart

Droste-Franke, B., 2012: Assessing Environmental Impacts of Storage Technologies and Competing Options for Balancing Demand and Supply in 2050. Proceedings of 7th IRES Conference and Exhibition 2012. bcc. Berlin

Droste-Franke, B., 2015: Review of the Need for Storage Capacity Depending on the Share of Renewable Energies. In: Moseley, P.; Garche, J. (Hg.): Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing. Amsterdam

Droste-Franke, B.; Berg, H.; Kötter, A. et al., 2009: Brennstoffzellen und Virtuelle Kraftwerke. Energie-, umwelt- und technologiepolitische Aspekte einer effizienten Hausenergieversorgung. Berlin (Ethics of Science and Technology Assessment 36)

Droste-Franke, B.; Carrier, M.; Kaiser, M. et al., 2015: Improving Energy Decisions. Towards Better Scientific Policy Advice for a Safe and Secure Future Energy System. Berlin (Ethics of Science and Technology Assessment 42)

Droste-Franke, B.; Paal, B.P.; Rehtanz, C. et al., 2012: Balancing Renewable Electricity. Interdisciplinary Perspectives on Energy Storage, Smart Grids, E-Mobility and Network Extension. Berlin (Ethics of Science and Technology Assessment 40)

Ecoinvent, 2010: ecoinvent data v2.2 – updated reports and tools online. Ecoinvent Centre – Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Empa/Technology & Society Lab (TSL), Switzerland; http://www.ecoinvent.org

ENTSO-E – European Network of Transmission System Operators for Electricity, 2014: 10-Year Network Development Plan 2014. Brüssel

ESU-Services Ltd.; IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2008: LCA of background processes. Deliverable D15.1, IP NEEDS, project no. 502687, Sixth Framework Programme. Brüssel

Heide, D.; Bremen, L. von; Greiner, M. et al., 2010: Seasonal Optimal Mix of Wind and Solar Power in a Future Highly Renewable Europe. In: Renewable Energy 35 (2010), S. 2483–2489

Maack, M., 2008: Generation, of the Energy Carrier HYDROGEN. In Context with Electricity Buffering Generation Through Fuel Cells. Deliverable 8.5 RS1a, IP NEEDS, project no. 502687, Sixth Framework Programme. Brüssel

Nitsch, J.; Pregger, T.; Scholz, Y. et al., 2010: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksich-

tigung der Entwicklung in Europa und global. „Leitstudie 2010“. BMU, FKZ 03MAP146. Bonn; http://www.fvee.de/fileadmin/politik/bmu_leitstudie2010.pdf (download 3.12.15)

Pape, C.; Arbach, S.; Gerlach A.-K. et al., 2013: Entwicklung der Windenergie in Deutschland. Eine Beschreibung von aktuellen und zukünftigen Trends und Charakteristika der Einspeisung von Windenergieanlagen. Kurzstudie. Berlin

Perrin, M.; Lemaire, E.; Bourien, Y.M. et al., 2015: Requirements for Test Procedures (WP IV). In: Doetsch, C.; Droste-Franke, B.; Mulder, G. et al. (Hg.): Electric Energy Storage – Future Energy Storage Demand. Final Report to International Energy Agency (IEA), ECES26. Paris

Preiss, P.; Friedrich, R; Klotz, V., 2008: Report on the Procedure and Data to Generate Averaged/Aggregated Data and Respective Data Sheets. Deliverable 1.1 RS3a, IP NEEDS, project no. 502687, Sixth Framework Programme. Brüssel

Schlesinger, M.; Hofer, P.; Kemmler, A. et al., 2010: Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Projekt Nr. 12/10 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Prognos AG, EWI – Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS). Basel et al.

Steger, U.; Achterberg, W.; Blok, K. et al., 2002: Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich. Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung Bd. 18. Berlin/Heidelberg

Kontakt

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Bert Droste-Franke
EA European Academy of Technology and Innovation Assessment GmbH
Wilhelmstraße 56, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Tel.: +49 (0) 26 41 973-324
E-Mail: bert.droste-franke@ea-aw.de

« »

Speicher im Stromsystem der Energiewende

Eine Flexibilitätsoption im Wettbewerb

von Christoph Brunner und Bernhard Heyder, EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe

Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien muss auch mehr für den Ausgleich der wetterabhängigen Erzeugung aus Wind und Sonne im Stromsystem getan werden. Um den steigenden Anteil schwankender Erzeugung zu integrieren, kommen unter anderem Speicher infrage. Aber auch Maßnahmen auf der Erzeugungs- und auf der Nachfrageseite sowie der regionale Ausgleich über das Stromnetz selbst können zu einer weiteren Flexibilisierung des Energiesystems beitragen. Welche Kombination dieser Flexibilitätsoptionen sich durchsetzt, hängt von ihren Kosten, dem energiewirtschaftlichen Rahmen, aber auch von den Bedürfnissen der Kunden ab. Der Artikel skizziert, wie ein kosteneffizientes Zusammenspiel von Flexibilitätsoptionen auch ohne genaue Kenntnis ihrer zukünftigen Entwicklung möglich wird. Eine Schlüsselrolle spielt dabei die kontinuierliche Weiterentwicklung des Strommarktdesigns. Der Energiemarkt in seiner heutigen Form ermöglicht bereits in umfangreichem Maße den effizienten Einsatz bestehender Flexibilitätsalternativen. Am Beispiel von Batterien ist jedoch zu sehen, dass Preissignale des Marktes bei einigen Akteuren teilweise von weiteren Umlagen und Entgelten überlagert werden, sodass der Einsatz dieser Flexibilitätsoption derzeit unwirtschaftlich ist. Dies ist eine Erkenntnis, die auch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie in seinem kürzlich veröffentlichten Weißbuch „Ein Strommarkt für die Energiewende“ aufgegriffen hat und das in ersten Ansätzen aufzeigt, wie zukünftig weitere Flexibilitäten erschlossen werden sollen.

Due to the development of renewable technologies it is also necessary to do more for the balancing of the weather-dependent production from wind and sun in the electricity grid. Storage units are a way to integrate the gradually growing

use of fluctuating production. But also measures on the supply and demand side as well as the regional compensation through the electricity grid can contribute to an increased flexibility of the energy system. Which combination of these flexibility options will prevail depends on the costs, the energy-economic frame as well as the needs of consumers. Our contribution outlines how a cost efficient interplay of flexibility options is possible without exactly knowing their future development. A key role hereby is the continuous development of the design of the electricity market. In its current form, the energy market already enables the extensive use of existing flexibility options. Yet, as the example of batteries shows, price signals of the market are partly overlain by allocations and fees, making the use of this flexibility option uneconomic at the moment. This insight is also shared by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy, which just published the white paper "An electricity market for Germany's energy transition" showing first approaches how to develop future flexibilities.

1 Energiewende braucht Flexibilität

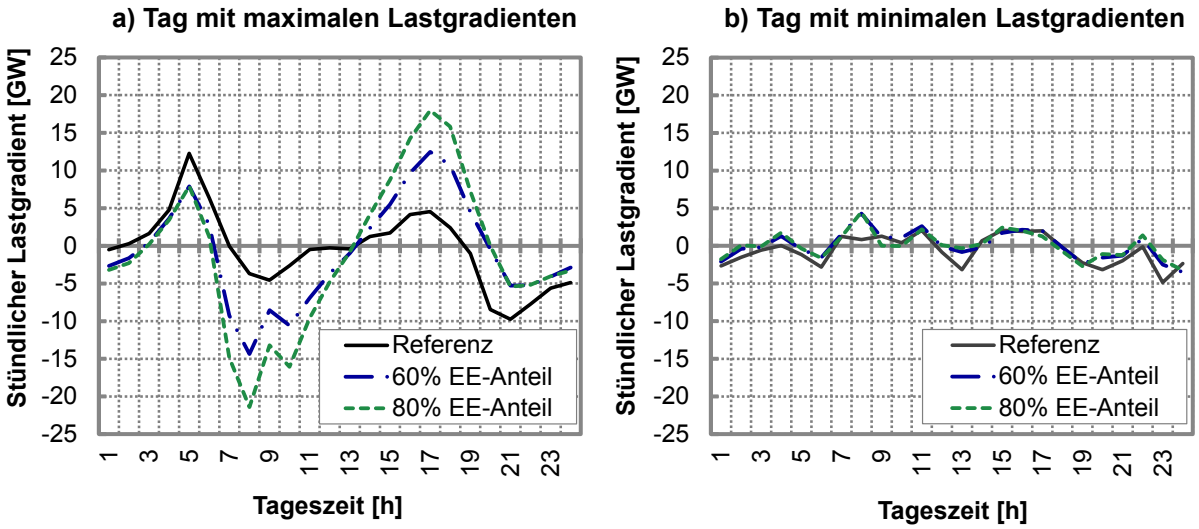
Das Stromversorgungssystem in Deutschland war lange Zeit gekennzeichnet durch große Kraftwerke, die nahe der gewachsenen Verbrauchszentren errichtet wurden. Ein Schwerpunkt bestand dabei im industriellen Westen und Süden des Landes. Entsprechend wurde das Stromnetz so konzipiert, dass die Energie über das Übertragungs- und Verteilnetz bis zum Kunden transportiert werden konnte. Heute haben der technologische Fortschritt und Klimaschutzbedürfnisse zu einer großräumigen Verteilung der Erzeugung mit erheblicher Dezentralisierung der Leistungen geführt. Auch das Einspeiseverhalten hat sich geändert. Bisher folgten die Kraftwerke mit ihrer Erzeugung dem Verbrauch der Kunden, weil im Stromsystem aus physikalischen Gründen zu jedem Zeitpunkt genau so viel Energie erzeugt werden muss, wie verbraucht wird. Je mehr die erneuerbare Erzeugung konventionelle Kraftwerke zur Lastdeckung ablöst, umso mehr schwankt neben dem Verbrauch in Zukunft auch die Erzeugung. Große Teile der Erzeugung folgen bereits heute dem Verlauf von Sonne und Wind. Damit das Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch bei zunehmender wetterabhängiger Erzeugung auch zukünftig gesichert ist, muss das Energiesystem deutlich flexibler werden.

Systemflexibilität definiert die Internationale Energieagentur (IEA) als die allgemeine Fähigkeit, auf Schwankungen von Erzeugung und Nachfrage reagieren zu können (IEA 2011, S. 35). Um diese Fähigkeit im Folgenden genauer zu charakterisieren, eignet sich der Begriff der Residuallast. Dieser bezeichnet die verbleibende Nachfragelast, die nach Abzug der Erzeugung aus Wind- und Sonnenenergie vom restlichen Erzeugungspark noch zu decken ist (BMWi 2015a, S. 13). Die Residuallast war in der Vergangenheit durchweg positiv. Heute gibt es in sonnen- und windreichen Stunden bereits regionale Überangebote aus erneuerbarem Strom und somit kommt es auch vereinzelt zu Situationen mit negativer Residuallast, d. h. zu einer Überspeisung des Verbrauchs. In Zukunft wird sich dieser Effekt verstärken. Müller und Brunner (2015, S. 6) haben beispielhaft in drei Szenarien mit unterschiedlichen Anteilen von erneuerbaren Energien (EE) an der Stromerzeugung gezeigt, dass der stündliche Lastgradient mit steigenden EE-Anteilen deutlich wächst, wie der Vergleich der Tage mit maximalen Lastgradienten in Abbildung 1a verdeutlicht.

Brunner und Müller (2015, S. 55f.) legen zudem dar, dass nicht nur die maximale positive und negative Residuallast von Bedeutung ist, sondern auch die zeitliche Verteilung ihrer Schwankungen. Wie Abbildung 2 exemplarisch verdeutlicht, leiten sie aus der vielfältigen Kombination von ständig wechselnder Nachfrage und wetterabhängiger Erzeugung vier verschiedene Flexibilitätsbedarfe ab. In Abhängigkeit des Verlaufs der Residuallast ergibt sich eine Unterteilung in Zeiten mit negativer oder positiver Residuallast, je nachdem ob ein momentanes EE-Überangebot oder ein EE-Defizit vorherrscht. Zum anderen ist eine Differenzierung bezüglich der zeitlichen Änderung der Residuallast in Phasen mit steigenden bzw. fallenden Lastgradienten möglich.

Der in Zukunft erforderliche Flexibilitätsbedarf kann dabei auf sehr vielfältige Weise bereitgestellt werden. Wie in Abbildung 3 skiz-

Abb. 1: Alte und neue Energiewelt: a) Tag mit maximalen und b) Tag mit minimalen Lastgradienten der Residuallast in Deutschland für drei Szenarien mit unterschiedlichem Anteil an EE-Erzeugung

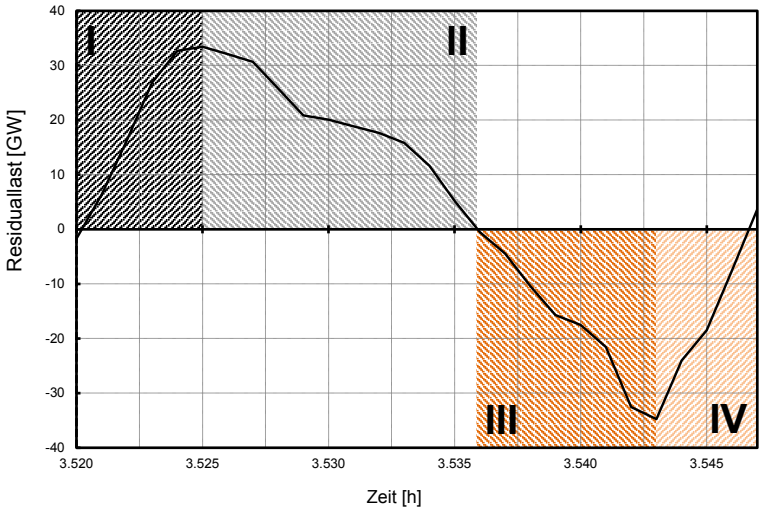


Quelle: Müller/Brunner 2015, S. 6

ziert, kommen hierfür der Um- und Ausbau der Übertragungsnetze ebenso in Frage wie Maßnahmen auf der Erzeugungs- und Nachfrageseite oder die Erschließung zusätzlicher Speicher. Entsprechend ihrer Wirkweise können die genannten Flexibilitätsoptionen (FO) grundsätzlich in räumliche und zeitliche Verschiebung sowie in flexible Betriebsweise von Erzeugungs- und Nachfrageeinheiten unterteilt werden.

Die räumliche Verschiebung umfasst sowohl die Möglichkeit der Verteilung regionaler EE-Überangebote innerhalb Deutschlands als auch deren Export in Nachbarländer. Der Netzausbau ermöglicht einen großräumigeren Ausgleich der wetterabhängigen Erzeugung und der Nachfrage, durch den sich die Gradienten der Residuallast indirekt reduzieren lassen. Folglich können Netze als passive FO angesehen werden,

Abb. 2: Die Residuallast als Differenz von Nachfrage und Einspeisung fluktuierender erneuerbarer Erzeugung kennzeichnet die Anforderungen an Flexibilitätsmöglichkeiten für das zukünftige Energiesystem



	Residuallast	Lastgradient
I	Positiv	Steigend
II		Fallend
III	Negativ	Fallend
IV		Steigend

Quelle: Brunner/Müller 2015, S. 56

die sowohl auf der Erzeugungs- als auch der Nachfrageseite wirken.

Die zeitliche Verschiebung kann mithilfe von Energiespeichern und Anpassungen auf der Nachfrageseite erfolgen. Es gibt verschiedene Speichertechnologien, die Energie in chemischer, mechanischer oder elektrischer Form speichern können. Im Gegensatz zur indirekten Ausgleichsfunktion der Netze, stellen die Nutzung und der Zubau von Speichern eine direkte FO dar, um steigende Anteile erneuerbarer Energie in das zukünftige Energiesystem zu integrieren. Die Flexibilisierung der Nachfrage (Demand Side Management) ist eine weitere Möglichkeit zum aktiven Ausgleich fluktuierender EE. Sie kann in Nachfrageerhöhung, Lastverschiebung und Lastabschaltung unterschieden werden. Bei der Lastverschiebung wird der Energiebezug in Abhängigkeit vom Energieangebot in einen früheren oder späteren Zeitpunkt verlagert. Hierfür verweisen Brunner und Müller (2015, S. 56) beispielhaft auf Kühlhäuser oder Nachtspeicheröfen. Für die Lastabschaltung werden Prozesse in der energieintensiven Industrie genannt, die im Gegensatz zur Lastverschiebung dadurch gekennzeichnet sind, dass der reduzierte Verbrauch weder vorgezogen noch nachgeholt wird. Darüber hinaus wurden in den vergangenen Jahren Lösungen entwickelt, neue Nachfrage für EE-Überangebote zu schaffen, indem man sie in andere Energieträger umwandelt. Aus Strom kann beispielsweise ein Erdgassubstitut (Power-to-Gas) oder Wärme (Power-to-Heat) erzeugt werden. Bei flexibler Betriebsweise können beide Anwendungen genutzt werden, um die Nachfrage in Stunden negativer Residuallast gezielt zu erhöhen.

Derzeit wird die fluktuierende Einspeisung vor allem durch den konventionellen Kraftwerkspark ausgeglichen. Sein Fahrplan orientiert sich an der Prognose für die wetterabhängige Erzeugung und bedeutet für thermische Kraftwerke in der Energiewende höhere Leistungsänderungsgeschwindigkeiten, niedrigere Minimallast und kürzere Anfahrzeiten als früher. Des Weiteren sinkt durch den EE-Zuwachs ihre Auslastung. Daher werden thermische Kraftwerke langfristig vor allem als Reservekapazitäten benötigt. Mittels Erhöhung oder Senkung der Stromerzeugung in Abhängigkeit der jeweiligen Lastgradienten können thermische Kraftwerke allerdings nur Flexibilität bereitstellen, wenn die Residuallast positiv ist. Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Systemflexibilität, die bei negativer Residuallast genutzt werden kann, ist das Abregeln von EE-Überangeboten. Wie in Brunner und Müller (2015, S. 56) ebenfalls beschrieben, kann ein Teil der genannten FO, z. B. Lastabschaltung, konventionelle Erzeugung oder Abregelung, entweder bei EE-Erzeugungsdefiziten oder bei EE-Überangeboten verwendet werden. Im Gegensatz dazu können andere FO, wie Netze, Speicher und Lastverschiebung, in beiden Situationen zum Einsatz kommen. Da all diese FO auf verschiedene Bereiche des Energiesystems wirken, weisen sie Unterschiede in Bezug auf folgende Restriktionen auf:

- nutzbares Gesamtpotenzial,
- zeitliche Verfügbarkeit,
- mögliche Ausübungshäufigkeit,
- technische Nutzungsdauer,
- Wirkungsgradverluste.

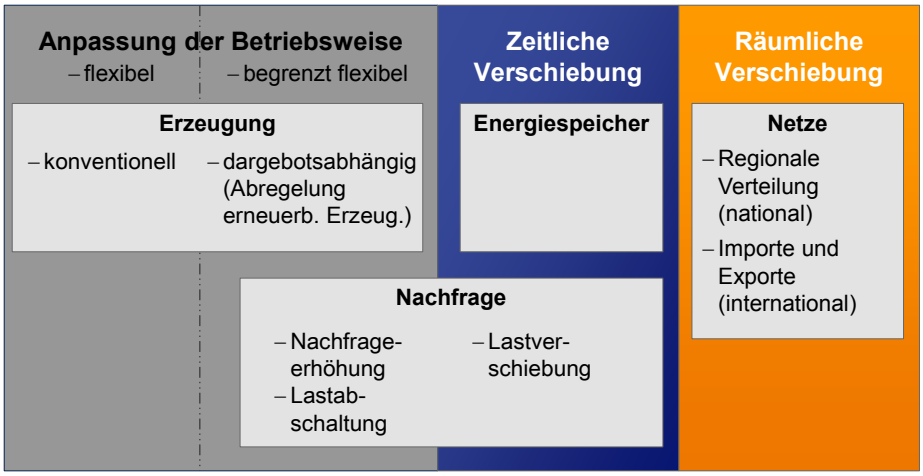
Diese unterschiedlichen Einsatzcharakteristika beeinflussen letztlich auch die Kostenstruktur der jeweiligen FO, d. h. die Aufteilung der fixen und variablen Kosten.

2 Kosten von Flexibilität im Vergleich

Für die differenzierte Kostenbetrachtung ist es notwendig, für jede FO Fixkosten und Einsatzkosten getrennt zu analysieren. Brunner und Müller (2015, S. 56f.) nutzen in ihrer Untersuchung die Begriffe Aktivierungs- (AK) und Initialisierungskosten (IK). Danach spiegeln die AK die kurzfristigen und IK die langfristigen Kosten zur Deckung des Flexibilitätsbedarfs wider. Die IK setzen sich aus den Investitionen, die beim Bau oder der Erschließung einer FO anfallen, und den jährlichen Fixkosten zusammen, die unabhängig vom tatsächlichen Einsatz einer FO sind. Zu letzteren zählen z. B. Wartungs- und Instandhaltungskosten (Abb. 4).

Um die Flexibilitätskosten der verschiedenen FO miteinander vergleichen zu können, haben Müller und Brunner (2015, S. 9ff.) IK und AK auf Basis von Literaturangaben ausgewertet

Abb. 3: Möglichkeiten der Systemflexibilisierung und Abgrenzung der Einsatzbereiche

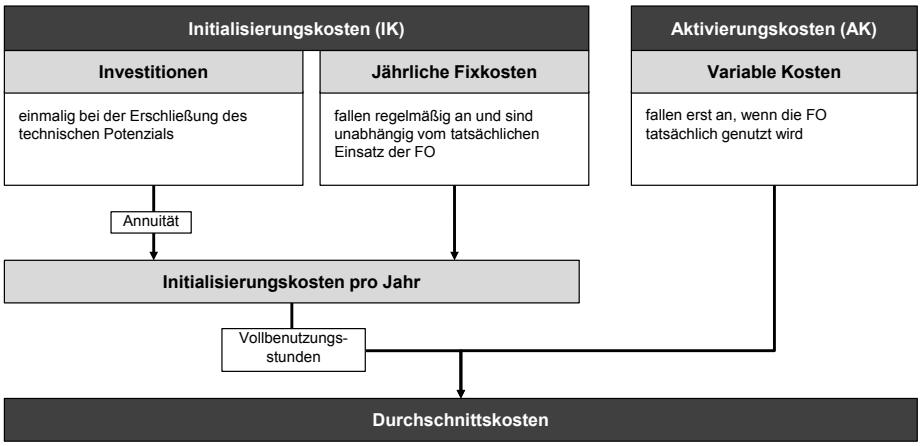


Quelle: Brunner/Müller 2015, S. 56

und je FO Spannbreiten für die IK und die AK mit oberen und unteren Werten ermittelt. Die Autoren verdeutlichen u. a., dass Netze verhältnismäßig geringe IK und AK aufweisen. Sie sind somit eine vergleichsweise kostengünstige FO. Aufgrund ihres passiven Charakters (Abb. 3) werden neben Netzen aber auch weitere FO benötigt, um tägliche und saisonale Schwankungen von Nachfrage und EE-Erzeugung aktiv ausgleichen zu können. Für verschiedene Flexibilitätsbedarfe kommen häufig mehrere FO-Alternativen infrage. Zur Vermeidung von Erzeugungsdefiziten im System können z. B. Spitzenlastkraftwerke oder Lastabschaltung genutzt werden. Des Weiteren kann ein Überangebot durch Nachfrageerhöhung oder Abregelung ausgeglichen werden. Außerdem kann eine zeitliche Verschiebung mithilfe von Speichern und Lastverschiebung erfolgen. Damit stehen die genannten Beispiele jeweils in direkter Konkurrenz zueinander und zum Netzausbau. Unabhängig von der relativen Wirtschaftlichkeit der FO zueinander – ganz ohne Netzumbau kann die Energiewende allerdings kaum gelingen. Im Weißbuch des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi 2015a, S. 19) wird die entscheidende Bedeutung leistungsfähiger Netze denn auch entsprechend betont. Gut ausgebaute Stromnetze können speziell bei gekoppelten Märkten national unterschiedlich verfügbare Technologien verbinden. Genannt werden z. B. Wasserkraftspeicher in den Alpen und in Skandinavien, um fluktuierenden EE-Strom aus Deutschland besser in das europäische Verbundsystem zu integrieren (BWMi 2015a, S. 14).

Beim Vergleich der beiden Kostenparameter IK und AK zeigen Müller und Brunner (2015, S. 11ff.), dass diese sich zwischen den miteinander konkurrierenden FO z. T. entgegengesetzt verhalten. Diese Beispiele verdeutlichen, dass für die Bewertung der Vorteilhaftigkeit einer FO sowohl die AK als auch die IK entscheidend sind. In Bezug auf die IK ist zudem die Einsatzdauer relevant, da mit zunehmenden Vollbenutzungsstunden der Einfluss der IK auf die Gesamtkosten der FO abnimmt. Daher vergleichen Brunner und Müller (2015, S. 57ff.) auch noch die Durch-

Abb. 4: Kategorisierung und Herleitung der Kosten von Flexibilitätsoptionen



Quelle: Brunner/Müller 2015, S. 57

schnittskosten aus IK und AK in Abhängigkeit der jährlichen Vollbenutzungsstunden. Dabei stellen sie, wie in Abbildung 5 a–c zu sehen, jeweils die FO gegenüber, die für gleichen Flexibilitätsbedarf, d. h. ähnliche Kombinationen von fluktuierender Einspeisung und schwankender Nachfrage, eingesetzt werden können und damit in Konkurrenz zueinander stehen.

3 Wettbewerb der Flexibilitätsoptionen

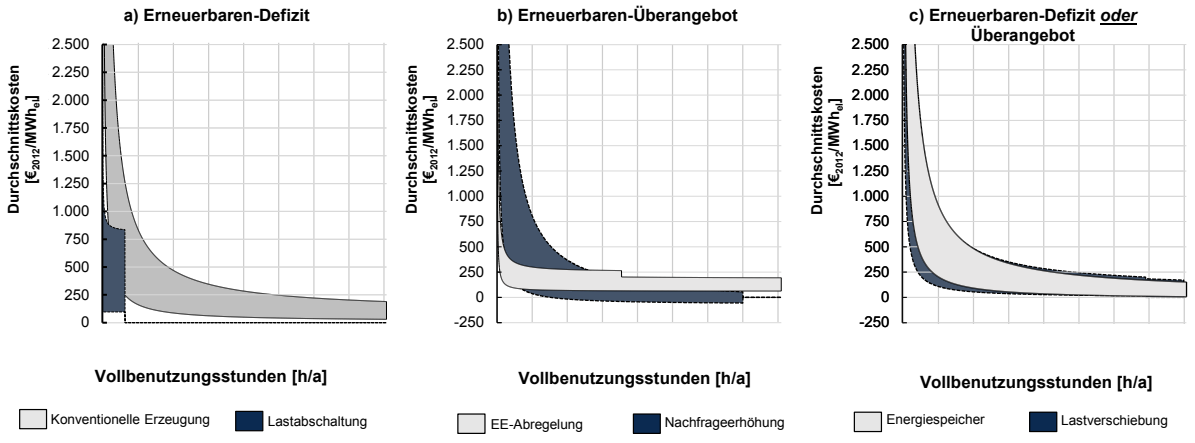
Die Autoren vergleichen in Abbildung 5a mit Lastabschaltung und konventioneller Erzeugung zunächst zwei Optionen zum Ausgleich von Erzeugungsdefiziten. Danach zeigt sich die FO Lastabschaltung als kostengünstiger, solange hohe Lastspitzen in weniger als 50 Stunden des Jahres auftreten. Bei höheren Vollbenutzungsstunden wird der Bau eines neuen Kraftwerks zunehmend zur kostengünstigeren Alternative. Aus dem Verlauf der Kostenbandbreiten wird außerdem deutlich, dass die Nutzung der FO Lastabschaltung auf wenige Stunden des Jahres beschränkt ist.

Nachfrageerhöhung und das Abregeln erneuerbare Energien (EE-Abregelung) sind die beiden nächsten FO, die in Abbildung 5b verglichen werden. Beides sind Optionen für die Reaktion auf Überangebote. Hier zeigt sich ebenfalls eine starke Abhängigkeit von den jährlichen Vollbenutzungsstunden. Treten Überangebote nur wenige Stunden im Jahr auf, ist es günstiger, die Einspeisung zu begrenzen als die Nachfrage zu erhöhen. Erst bei häufigerem Auftreten von Überangeboten zeigen die von den Autoren errechneten Bandbreiten Kostenvorteile für FO zur flexiblen Nachfrageerhöhung wie die in Kapitel 1 erwähnten Verfahren Power-to-Heat oder Power-to-Gas.

Anders als in den vorherigen Beispielen ergibt sich aus Abbildung 5c, dass die Vorteilhaftigkeit der FO Energiespeicher und Lastverschiebung von den Vollbenutzungsstunden unabhängig ist. Da ihre AK und IK eine ähnliche Struktur aufweisen, überschneiden sich die ermittelten Kostenbandbreiten in großen Teilen. Daher sind für die Frage, welche dieser beiden FO zum Einsatz kommt, nicht primär ihre Kosten entscheidend, sondern Beschränkungen bezüglich ihrer Verfügbarkeit und weitere technische Restriktionen. Beispielsweise schwankt das verfügbare Potenzial von Lastverschiebung saisonal und täglich durch Änderungen im Verbraucherverhalten und/oder der Außentemperatur, sodass die maximale Verfügbarkeit nur selten erreicht wird.

Die von Brunner und Müller (2015, S. 59) gezeigten Bandbreiten für Flexibilitätskosten zeigen exemplarisch, dass die Einsatzentscheidung der konkurrierenden FO letztlich nur über ihre Kosten in einem Markt getroffen werden können. Dass die abgeleiteten AK und IK in starkem Maße von den getroffenen Annahmen abhängen, die zahlreichen Einflussparametern,

Abb. 5a–c: Flexibilitätskosten nach Erzeugungssituation und Einsatzdauer



Quelle: Brunner/Müller 2015, S. 59

wie der konjunkturellen Entwicklung, Brennstoffpreisen oder strukturellen Veränderungen im Stromsystem unterliegen, ist für die Grundaussage unerheblich.

3.1 Flexibilität organisieren

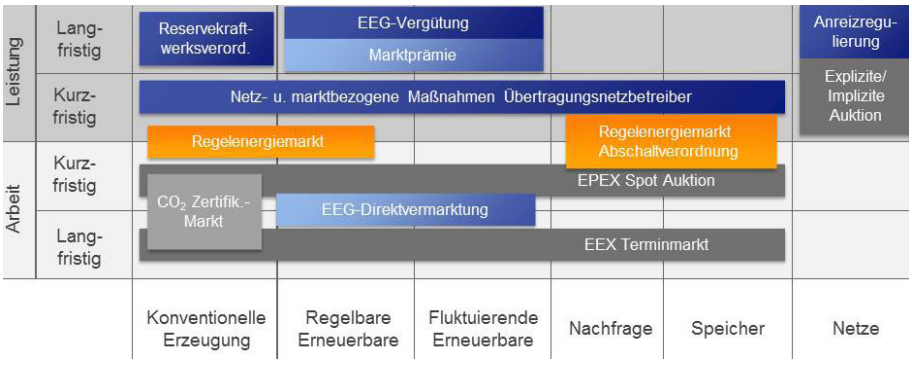
Um die zukünftig erforderliche Systemflexibilität zu den geringstmöglichen Gesamtkosten zu erreichen, ist ein entsprechender Wettbewerb zwischen allen FO notwendig. Damit sich die optimale Mischung aus unterschiedlichen Maßnahmen einstellt, ist ein Marktdesign erforderlich, das sowohl die individuellen Besonderheiten und Restriktionen der einzelnen FO berücksichtigt als auch den zeitabhängigen Wert von Flexibilität widerspiegelt, der sich aus den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten von schwankender Nachfrage und wetterabhängiger Erzeugung ergibt. Bei der Weiterentwicklung des Strommarktes ist jedoch zu berücksichtigen, dass dieser aktuell ein Konstrukt aus unterschiedlichen Märkten darstellt, das von zahlreichen Regelungen flankiert wird (s. Abb. 6). Wie in Brunner 2014 ausführlich beschrieben, ist dies vor allem auf konkurrierende Anforderungen einer modernen Energieversorgung (energiepolitisches Zieldreieck bestehend aus Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit) und die Verflechtung zwischen nationaler und europäischer Gesetzgebung zurückzuführen.

In seiner heutigen Ausprägung ermöglicht der Strommarkt bereits einen umfangreichen Wettbewerb zwischen den etablierten FO. Der vortägige und untertägige Stromhandel, z. B. an der EPEX Spot, setzt Preisanreize für den effizienten Einsatz von Kraftwerken, Speichern und flexiblen Lasten. Auch die Integration erneuerbarer Energie findet heute schon über den Spothandel überwiegend marktbasiert statt.

Seine aktuelle Funktionsfähigkeit hat der heutige Strommarkt insbesondere während der Sonnenfinsternis in Deutschland am 20. März 2015 zwischen 9:30 und 12:00 Uhr eindrucksvoll gezeigt. Was ist an diesem Vormittag geschehen? Bei klarem Himmel über Süddeutschland betrug die Photovoltaik-Einspeisung bereits zu Beginn der Sonnenfinsternis rund 13.000 MW und deckte damit rund 20 Prozent des deutschen Stromverbrauchs. Die Einspeisung von Sonnenstrom sank mit zunehmender Beschattung durch den Mond auf etwa 6.000 MW. Danach stieg sie innerhalb von rund 75 Minuten wieder um 13.000 MW auf etwa 19.000 MW an. Zum Vergleich: Ein solcher Anstieg entspricht der Zuschaltung von etwa 13 Großkraftwerken. Die deutschen Übertragungsnetzbetreiber balancierten diesen Anstieg gemeinsam mit zuvor beschaffter Energie aus anderen, flexiblen Kraftwerken aus. Aufgrund der hohen Veränderungsgeschwindigkeit wurden insbesondere schnell regelfähige Pumpspeicherkraftwerke eingesetzt, wie sie z. B. im Südschwarzwald installiert sind. In der Spitze wurden rund 3000 MW Regelleistung benötigt, um die Veränderung der Einspeiseleistung abzupuffern. Damit konnten Frequenzabweichungen, die ein untrügliches Indiz für größere Abweichungen zwischen Erzeugung und Verbrauch sind, während der gesamten Sonnenfinsternis im üblichen Bereich zwischen 49,97 und 50,05 Hertz gehalten werden (TransnetBW 2015).

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie spricht im Weißbuch „Ein Strommarkt für die Energiewende“ denn auch davon, dass die partielle Sonnenfinsternis ein Test für

Abb. 6: Einordung unterschiedlicher Flexibilitätsoptionen in den heutigen Strommarkt



Quelle: Brunner 2014, S. 10

die Zukunft war. „In Zukunft wird Flexibilität deutlich wertvoller werden als heute. Aufgrund deutlich höherer Anteile von Wind- und Sonnenenergie im System werden zukünftig Einspeisesituationen, in denen hoher und kurzfristiger Flexibilitätsbedarf besteht, zum alltäglichen Geschäft gehören“ (BMWi 2015a, S. 53). Um weitere Flexibilität zu mobilisieren, wird im Weißbuch außerdem vorgeschlagen, das Marktdesign weiterzuentwickeln: „Die Maßnahmen, die im Baustein 1 [im Kapitel 5 des Weißbuchs werden 20 konkrete Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Strommarkts genannt, die in 3 sog. Bausteine unterteilt sind] zusammengefasst sind, stärken die bestehenden Marktmechanismen. Sie sorgen dafür, dass der Strommarkt die benötigten Kapazitäten vorhält und so weiterhin Versorgungssicherheit gewährleistet“ (BMWi 2015a, S. 59). „Im angestrebten Strommarkt 2.0 senden Strompreise wichtige Investitionssignale“, und „die Marktakteure sollen sich darauf verlassen können, dass die Preisbildung frei bleibt und keine regulatorischen Preisgrenzen eingeführt werden“ (BMWi 2015a, S. 60).

Im Baustein 2 wird zudem in Ansätzen skizziert, wie das bestehende Strommarktdesign im europäischen Kontext weiterentwickelt werden soll, um die für die Energiewende erforderliche, zusätzliche Systemflexibilität wettbewerblich zu erschließen. Viele Teilnehmer forderten bei der dem Weißbuch vorangegangenen Konsultation des Grünbuchs einen technologieneutralen Wettbewerb der FO. Ein freier Wettbewerb der FO sei kosteneffizienter als ein zentralplanerischer Ansatz (ebd., S. 13). Viele Teilnehmer stellen klar, dass dieser Wettbewerb adäquate Preissignale benötige und fordern daher den Abbau von Hemmnissen, die das Erschließen weiterer Flexibilität erschweren (BMWi 2015a).

3.2 Fehlanreize beseitigen und mehr Flexibilität freisetzen

Wie sich verfehlte Preissignale als Flexibilitätshemmnisse auswirken, kann man gut an der FO Batteriespeicher an unterschiedlichen Einsatzorten im Energiesystem feststellen. Es ist zunächst sinnvoll, grundsätzlich zwei Akteure bei Batterien im Energiesystem zu unterscheiden: Netzbetreiber und Netzkunden. Zu letzteren gehören z. B. Nachfrager in den Bereichen Haushalte, Gewerbe und Industrie, aber auch Betreiber, die Großbatterien analog zu Pumpspeicherkraftwerken an den Großhandelsmärkten anbieten (wollen).

Ein Netzbetreiber darf unter dem derzeitigen Regulierungsregime keine Energie handeln, sodass Batterien für ihn nicht vorgesehen sind. Forschungsprojekten ist jedoch erlaubt, und zahlreiche Batterieforschungsprojekte von Netzbetreibern belegen das Interesse, die Möglichkeiten des Einsatzes und der Integration zur Sicherung des Netzbetriebs kennenzulernen. Die Netze BW GmbH setzt z. B. bereits heute eine Batterie in Sonderbuch, Kreis Reutlingen, als flexiblen Stromspeicher zur Glättung von Spannungsspitzen im Verteilnetz ein (Netze BW GmbH 2015).

Ein Netzkunde hingegen kann sehr unterschiedliche Interessen verfolgen, wirtschaftliche wie ideelle. Erstere kann er ausüben durch Handel mit Energie durch Teilnahme am vortägigen und untertägigen Stromhandel oder an den Regelenergiemärkten, wenn er über Marktzugang und notwendige Handelsmengen verfügt. Ein Geschäftskunde kann mit einem Speicher aber auch seine Lastgänge steuern und damit sowohl seine Leistungskosten der Netzentgelte wie auch seine Energiekosten laut Strombezugsvertrag senken. Auch Privatkunden können ihre Energiebezugskosten reduzieren, indem sie ihre Eigenproduktion von Photovoltaikstrom zur Selbstnutzung mithilfe von Batterien verlagern. Dies ist für sie vor allem dann attraktiv, wenn der selbstverbrauchte Solarstrom den Kunden weniger kostet als der mit Steuern und Abgaben belegte Strompreis des Energieversorgers. Außerdem können sie durch Speicher zusätzlich ideelle Interessen wie Autarkiebedürfnis bezüglich Energielieferung und Preisentwicklung oder nachhaltige Energieversorgung verwirklichen. Dies mag der Grund dafür sein, dass Ende 2014 bereits 15.000 Photovoltaik-Hausspeicher in Deutschland installiert waren (Reisch/Detscher 2015), obwohl diese Systeme nach eigenen Berechnungen heute nur unter günstigen Umständen für Haushaltskunden wirtschaftlich sind.

Inadäquate Preissignale entstehen bei Verbrauchern an unterschiedlichen Stellen häufig durch ungeeignete Abgaben und Umlagen. Zum Beispiel kann ein Haushaltskunde nicht wie ein Gaskraftwerk Großhandelspreise als Signal für seinen Flexibilitätsbeitrag nehmen, solange er mit Endkundenabgaben wie Steuern und Umlagen belegt wird. Dabei spielt es keine Rolle, welche FO er einsetzt: eigene Erzeugung, Lastverschiebung oder Photovoltaikspeicher. Das Preissignal des Marktes kommt beim Haushaltskunden, wenn überhaupt, nur stark verzerrt an.

Die Beseitigung dieses Hemmnis greift das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie in Maßnahme 7 des Bausteins 2 „Flexible und effiziente Stromversorgung“ bereits auf: „Staatlich veranlasste Preisbestandteile und Netzentgelte überlagern die Wirkung des Großhandelspreises. Im Strommarkt 2.0 sollen Marktakteure jedoch flexibel auf Preissignale reagieren können. Die staatlich veranlassten Preisbestandteile und Netzentgelte werden daher schrittweise an die Erfordernisse der Energiewende angepasst“ (BMWi 2015a, S. 69).

Das Weißbuch spricht als weiteren Fehlanreiz in Maßnahme 8 auch besondere Netzentgelte an, die hauptsächlich die Bezugsoptimierung von Geschäftskunden betreffen, wenn sie ihren Lastgang mittels Eigenerzeugung oder Speicher beeinflussen. Die derzeitigen Regelungen schränken das Flexibilitätspotenzial ein, weil sie starke Anreize für gleichmäßiges oder atypisches Abnahmeverhalten setzen (ebd., S. 70). Als Abhilfe soll die Stromnetzentgeltverordnung (§ 19 Abs. 2) angepasst werden und die besonderen Netzentgelte für mehr Lastflexibilität erweitert werden (ebd., S. 71).

Bei Preissignalen hat die EnBW indessen früh eigene Erfahrungen gemacht. Als erstes großes Energieunternehmen gewann die EnBW mit Partnern aus Industrie und Forschung in den Jahren 2009 bis 2012 in einem Feldtest mit 1.000 Kunden Erkenntnisse über das Potenzial, die Preiselastizität des Verbrauchs und das Verbraucherverhalten am Dargebot erneuerbarer Erzeugung auszurichten (EnBW 2015a). Danach konnte durch einen variablen Tarif mit den Stufen 0,15; 0,20 und 0,25 €/kWh eine Lastbeeinflussung von durchgängig 7 bis 12 Prozent erzielt werden, sogar bei manueller Steuerung durch Kunden. Schon in diesem Projekt „Minimum Emission Regions“ (MeRegio) wurden auch Haushalts-Batteriespeicher integriert. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Anbietern, die Hausspeicher in Verbindung mit einem Energiemanagement anbieten. Große Aufmerksamkeit hat die Meldung von Teslamotors verursacht, Ende 2015 einen Hausspeicher mit 7 bzw. 10 kWh Energieinhalt auf dem deutschen Markt anzubieten (Teslamotors 2015). Teslamotors wirbt damit, „durch Verschieben von Stromverbrauchsprofilen reduzierte Stromgebühren, Vermeidung von Spitzenlasttarifen und Teilnahme am Strommarkt“ zu ermöglichen. Auch die EnBW bietet künftig in Zusammenarbeit mit der Deutsche ACCUmotive, einer Tochtergesellschaft der Daimler AG, Hausbesitzern ein ganzheitliches Energiemanagement an (EnBW 2015b). Dabei wird durch die Verbindung eines Energiemanagementsystems mit einem Lithium-Ionen-Speicher der Energieverbrauch optimiert, indem alle energiebezogenen Einrichtungen eines Haushalts, von der Photovoltaikanlage auf dem Dach, dem Ladepunkt für das Elektroauto, der Schnittstelle zur Haustechnik bis zum Energiespeicher im Keller miteinander kommunizieren. Das Energiemanagement soll erkennen, wann der selbst erzeugte Strom rentabel ins Verteilnetz eingespeist werden kann, besser für den Eigenverbrauch genutzt oder für seinen späteren Einsatz zwischengespeichert wird. Dafür greift die Plattform auch auf externe Informationen wie Wetterprognosen zurück. Ein solches Energiemanagement kann nach Kundenvorgabe ganz unterschiedliche Vorgaben zur Steuerung des Hausspeichers integrieren, z. B. den Solaranteil des Haushaltsstromverbrauchs erhöhen oder bei entsprechender Vergütung auch Engpässe im Stromnetz beseitigen helfen.

4 Fazit

Die Energiewende ist ein Prozess auf ein Zielsystem hin, in dem 80 Prozent des Stroms in 2050 aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden sollen (BMWi 2015b). Dass der Weg dahin sowie die konkrete Ausgestaltung des

zukünftigen Energiesystems jedoch noch offen sind, verdeutlicht unter anderem der komplexe Abstimmungsprozess zur Erstellung des jährlichen, ab 2016 zweijährlichen Netzentwicklungsplans Strom, der lediglich einen Ausblick für die nächsten 10 bis 20 Jahre gibt (ÜNB 2015). Die Schwierigkeit besteht vor allem darin, die möglichen technischen und wirtschaftlichen Entwicklungspfade in den unterschiedlichen Bereichen der Energiewirtschaft, die z. T. von langjährigen Investitionszyklen geprägt sind, abzuschätzen. Diese Unsicherheit spiegelt sich auch in der Bandbreite der Kostenschätzungen der gezeigten FO wider. Was auf lange Sicht volkswirtschaftlich günstiger ist – die Netze auszubauen, mehr flexible Kraftwerke vorzuhalten, Lasten zu verschieben, EE abzuregeln oder zusätzliche Speicher einzusetzen – wird dann der Markt beantworten. Daher braucht dieser komplexe Prozess eine kontinuierliche Verfolgung und Nachjustieren der Rahmenbedingungen, damit der steigende Flexibilitätsbedarf marktgetrieben und technologieoffen erfüllt werden kann.

Mit dem Weißbuch „Ein Strommarkt für die Energiewende“ (BMWi 2015a) hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie den Rahmen für die Weiterentwicklung des Marktes vorgegeben. Es skizziert, wie der steigende Flexibilitätsbedarf mittels volkswirtschaftlich effizienter Kombination unterschiedlicher FO – darunter auch Speicher – kostenminimal realisiert werden kann. Offen bleibt zum jetzigen Zeitpunkt, ob die darin vorgegebenen regulatorischen Flanken ausreichen, um langfristigen Wettbewerb für neue FO mit sehr unterschiedlichen Kostenstrukturen und Investitionszeiträumen anzureizen. Gelingt das nicht, erscheint es unwahrscheinlich, dass großtechnische FO mit hohem Investitionsaufwand und langfristigen Planungszeiträumen, wie Netzausbaumaßnahmen oder Pumpspeicherkraftwerke, zur weiteren Flexibilisierung des zukünftigen Energiesystems beitragen werden. Dies würde zum einen zu einer geringeren Vielfalt bei der Wahl und Kombination der Flexibilitätsoptionen führen. Zum anderen müsste der Flexibilitätsbedarf in diesem Fall vorrangig von dezentralen Einheiten bereitgestellt werden. Diese haben zwar den Vorteil, dass sie aufgrund ihrer überschaubaren Anlagegröße in der Regel kürzere Investitionszyklen aufweisen und somit kurzfristigere Planungsintervalle bei der Ausgestaltung des Marktdesigns ermöglichen. Die geringe Anlagenleistung führt allerdings auch dazu, dass dezentrale Flexibilitätsoptionen tendenziell höhere Kosten aufweisen sollten, da Skaleneffekte weniger stark zum Tragen kommen. Um abschließend zu beurteilen, ob dies aus volkswirtschaftlicher Sicht zu höheren oder niedrigeren Kosten führt, sind weitere Untersuchungen notwendig.

Literatur

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015a: Ein Strommarkt für die Energiewende: Ergebnispapier des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Weißbuch). Berlin

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015b: Ziele des Erneuerbare-Energien-Gesetzes; http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Gesetze/Das_EEG/das_eeg.html (download 25.7.15)

Brunner, C., 2014: Berücksichtigung von Flexibilität im zukünftigen Strommarktdesign. In: et Energiewirtschaftliche Tagesfragen 64/4 (2014), S. 8–13

Brunner, C; Müller, T., 2015: Kostenvergleich von unterschiedlichen Optionen zur Flexibilisierung des Energiesystems. In: et Energiewirtschaftliche Tagesfragen 65/6 (2015), S. 55–60

EnBW Energie Baden-Württemberg AG, 2015a: MeRegio Abschlussbericht; http://www.meregio.de/pdf/MeRegio_Abschlussbericht.pdf (download 27.7.15)

EnBW Energie Baden-Württemberg AG, 2015b: Energiewende für Fortgeschrittene: EnBW und Daimler wollen Häuslebesitzer mit neuem Komplettangebot nahezu energieautark machen (Pressemeldung vom 9. Juni 2015); https://www.enbw.com/unternehmen/presse/pressemitteilungen/presse-detailseite_107136.html (download 25.7.15)

IEA – International Energy Agency, 2011: Harnessing Variable Renewables: A Guide to the Balancing Challenge. Paris

Müller, T.; Brunner, C., 2015: Flexibilitätsoptionen zur Systemintegration erneuerbarer Energien im Kostenvergleich. IEWT, 9. Internationale Energiewirtschaftliche Tagung, Wien, 11.–13.2.2015

Netze BW GmbH, 2015: Flexibler Stromspeicher glättet Spannungsspitzen; http://www.netze-bw.de/netzlabor/index.html (download 25.7.15)

Reisch, E.F.; Detscher, S., 2015: 15.000 Solarspeicher am Netz (Meldung vom 08.01.2015); http://www.photovoltaik.eu

Teslamotors, 2015: Powerwall, Energiespeicher für einen nachhaltigen Haushalt; http://www.teslamotors.com/de_DE/powerwall (download 7.12.15)

TransnetBW GmbH, 2015: Sonnenfinsternis: Transnet BW hat „Stresstest" bestanden. Stuttgart; https://www.transnetbw.de/de/presse/presseinformationen/presseinformation?id=149 (Presseinformation vom 20. März 2015)

ÜNB – Übertragungsnetzbetreiber (50Hertz Transmission GmbH; Amprion GmbH; TenneT TSO GmbH; TransnetBW GmbH), 2015: Wie funktioniert die Erstellung des Netzentwicklungsplans? http://www.netzentwicklungsplan.de/wie-funktioniert-die-erstellung-des-netzentwicklungsplans (download 25.7.15)

Kontakt

Christoph Brunner
ch.brunner@enbw.com

Bernhard Heyder
b.heyder@enbw.com

EnBW Energie Baden-Württemberg AG
76131 Karlsruhe

« »

System-based Integration of Electric Vehicles in an Electricity System

by Rusbeh Rezania, Wien Energie GmbH, Vienna, Austria

The support of alternative propulsion technologies like electric vehicles being integrated into transport and electricity systems must be based on efficient and economically reasonable implementation concepts. A successful integration of electric vehicles into an electricity system is affected by adequate business cases. The realisation of the mobility needs of vehicle users must be defined as a main constraint for each target function. The approach within this paper is based on systematic analysis of various charging (direction of electric current from grid to vehicle) and discharging (direction of electric current from vehicle to grid) concepts for electric vehicles, which are subdivided into: uncontrolled, controlled and intelligent charging and discharging strategies. The considered concepts are allocated to the controlled one. In all analysed applications, the discharging of batteries (in case of LiFePO4 batteries) cannot achieve sufficient revenues. This makes an economical realisation of such concepts unfeasible. The main reasons are high battery capacity losses due to discharging and the associated battery degradation costs. Therefore, the calculated revenues of discharging concepts are not able to cover inverter costs and the investments needed for the communication and control infrastructure. In terms of economic analysis and the impact of a high penetration level of electric vehicles on low voltage grids, a system-relevant integration of EVs is subdivided into two different implementation stages.

Die Förderung von alternativen Antriebstechnologien wie z. B. Elektrofahrzeugen, die in das Verkehrs- und Stromsystem integriert werden, muss auf effizienten und wirtschaftlich sinnvollen Umsetzungskonzepten basieren. Eine erfolgreiche Eingliederung von Elektrofahrzeugen in ein Stromsystem wird von geeigneten „Business Cases" beeinflusst. Die Umsetzung der

Mobilitätsbedürfnisse der Fahrzeugnutzer muss als Hauptbedingung jeder Zielfunktion definiert werden. Der Ansatz in diesem Beitrag basiert auf der systematischen Auswertung verschiedener Konzepte zum Auf- (Richtung des elektrischen Stroms vom Netz zum Fahrzeug) und Entladen (Richtung des elektrischen Stroms vom Fahrzeug zum Netz) von Elektrofahrzeugen, die wie folgt unterteilt sind: unkontrollierte, kontrollierte und intelligente Auf- und Entladestrategien. Die betrachteten Konzepte gehören alle zu den kontrollierten Strategien. In allen untersuchten Anwendungen konnten für das Entladen von Batterien (im Fall von LiFePO4-Batterien) keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt werden. Somit ist eine wirtschaftliche Umsetzung solcher Konzepte nicht möglich. Die Hauptgründe hierfür sind der hohe Kapazitätsverlust der Batterie durch das Entladen und die damit verbundenen Degradationskosten. Daher reichen die voraussichtlichen Einnahmen, die mit den Entladungskonzepten erzielt werden können, nicht aus, um die Kosten für Wechselrichter und die erforderlichen Investitionen für Kommunikations- und Kontrollinfrastruktur zu decken. Was die wirtschaftliche Analyse und den Einfluss der hohen Durchdringungsrate von Elektrofahrzeugen auf Niederspannungsnetze angeht, so ist eine systemrelevante Integration von Elektrofahrzeugen in zwei verschiedene Implementierungsstufen unterteilt.

1 Introduction

The propulsion systems of passenger vehicles are nowadays generally based on internal combustion engines. This technological structure in combination with the estimated development of the existing vehicle stock (World Energy Council 2007) will intensify environmental damage. The European Union has recognized the mentioned aspects in conjunction with the development of transportation and tries to mitigate these problems with targeted regulatory schemes and guidelines (EU 2011).

The support of an alternative propulsion technology being integrated into the transport and electricity system must be based on efficient and economically reasonable implementation strategies. A successful integration of electric vehicles (EV) is affected by adequate business models which fulfil diverse target functions. The realisation of the mobility needs of vehicle users must be defined as a main constraint for each target function. Following the idea of Timm/Vierbauch (2011), the business models for e-mobility need to show a so-called multidimensionality that consists of target groups, products and services.

Regarding to a system based integration of electric vehicles in an electricity system, relevant discharging (V2G) and charging (G2V) strategies must be defined. Vehicle-to-grid (V2G) depicts a system in which the vehicles communicate with the frequency reserves or energy markets to sell demand response services by returning electricity into the grid. Grid-to-Vehicle (G2V) sell demand response services to the mentioned markets (a communication system is needed) by charging the batteries of vehicles.

This paper is organised as follows: The selected methodology is presented in section 2. The following two sections describe the main data base used in this paper and its outcomes. The conclusion is given in section 5. A suggestion for an efficient integration of EVs into an electricity system will be drawn in the last section.

2 Methodology

The objective of this paper is implemented by defining related business cases for EVs with associated use cases and descriptions of the main influencing factors. The methodological approach to assigning various business cases is given in this section and comprises the following applications (controlled charging and discharging strategies):

- Market-based charging/discharging strategy: Participation in frequency reserve markets (STR 1)
- Generation-based charging/discharging strategy: Electric vehicles and balancing model (STR 2)
- Generation- and load-based charging/discharging strategy (STR 3)

2.1 Market-based Charging/Discharging Strategy: Participation in Frequency Reserve Markets (STR 1)

Generation and consumption in an electricity system must be equal at each instant. Due to the deviation between the forecasted and actual electricity generation and consumption at any point in time, there is a need for a balancing mechanism matching generation and consumption, and thus a need for maintenance of the electricity supply system. This balancing mechanism is organized and operated by the transmission system operator (TSO). The balancing energy (deviation between generation and consumption of electricity at any point in time) will be realized with the activation of capacity reserves of power plants being contracted by the TSO (Galus et al. 2010). According to ENTSO-E (2012), the capacity reserves comprise the following:

- Frequency containment reserves (FCR), which are activated automatically and limit frequency deviation. The reserves are also called "primary reserves". Primary energy is exchanged between the control zones.
- Frequency restoration reserves (FRR), which are activated automatically and manually. They aim at the restoration of the value of frequency after its limitation due to the activation of containment reserves. In literature, the automatic frequency reserves are also called "secondary reserves" and the manual reserves are known as "tertiary reserves".

A deviation in system frequency (50 Hz +/- 20 mHz) leads to an activation of frequency containment reserves (primary reserves), which, within seconds, attempt to stabilize the system. A further deviation of 180 mHz leads to the activation of the whole containment reserve. The automatic restoration reserve will be activated – at a minimum, within seconds, and at a maximum, within 15 minutes – to restore the frequency to its original value before the deviation. This also frees the containment reserve for possible further irregularity (ENTSO-E 2009) and re-establishes the planned cross-border power flows (Galus et al. 2010). If the frequency deviation in the control zone continues, the manual restoration reserve will be activated. It releases the automatic restoration reserves and restores the frequency value before the incident.

As an example, a higher electricity generation or a lower consumption level causes an increase in system frequency. Thus, the system can be stabilized with counteractions like decreasing/increasing the electricity generation/demand.

The ensuring of required frequency reserves for the provision of balancing energy is organised by the transmission system operator (TSO) through bilateral contracts with capacity reserve bidders, which take part in a weekly or daily bidding process.

Each one of the daily activated frequency reserve capacities (automatic/manual, negative/positive) differs itself apart in terms of the amount of activated reserve capacity and the number of activations. Hence, an exact assessment of the economic potential due to the participation of EVs in the frequency reserve markets is not possible. Therefore, the calculation of a feasible economic spread as a consequence of the participation of EVs in frequency reserve markets enables a targeted assessment of the described economic potential. As a result, a modelling of the daily activated frequency reserves is conducted, whereby the statistical analysis of frequency reserves occurred from 2006 to 2010 build up the database. The modelling prepares different scenarios. The scenarios differ in the amount of activated reserve capacities and the number of activations during a day.

2.2 Generation-based Charging/Discharging Strategy: Electric Vehicles and Balancing Model (STR 2)

The possibility of consumers having the free choice of supplier results from the implementation of the so-called balancing group model in an electricity system which allows a distinction between physical delivery of electricity and accounting of electricity and delivering businesses. Each market player must therefore participate in a commercial balancing group. Each balancing group has to be balanced at any points in time in terms of electricity gen-

eration/procurement and also during electricity consumption/delivery. Each balancing group is represented by a balancing group representative who takes over both the interaction of their own balancing group with other stakeholders and the financial risks of the balancing group according to the management of balancing energy. The analysis of the implementation of electric vehicles in a balancing group is based on the creation of a fictional balancing group. The fictional balancing group depicts a single demand profile mainly comprising households. The household profiles are derived from one-week measurements (one winter and one summer week) conducted within a project (ADRES 2011). The total amount of generated electricity is the same as the consumed electricity during a week. The fictional balancing group is supplied by different power generation portfolios. The considered generation structures for supplying the balancing group are given in Table 1.

Table 1: Analysed Generation Portfolios of a Fictional Balancing Group with 100 % Renewable Electricity Generation

Generation structures	*Biogas (%)*	*Wind (%)*	*PV (%)*
1	60	20	20
2	50	50	0
3	0	50	50
4	50	0	50
5	100	0	0
6	0	100	0
7	0	0	100

Source: Own compilation

The delta of the balancing group ($\Delta_{BG,i}$) at any point in time (i) is determined by calculating the difference between electricity consumption and generation. Referring to the responsibilities of the balancing group representative, a balance between electricity generation and consumption ($\Delta_{BG,i} = 0$) is attained. The balancing group representative can utilize EVs for reaching this purpose. The basic principle this strategy consists of is charging EVs in times of electricity surplus (, electricity consumption < generation) and discharging them in the inreverse case.

2.2.1 Combined Charging and Discharging Concepts for the Implemented EVs within the Balancing Group

The weekly delta curve (difference between electricity consumption and generation) of the balancing group, in this case, is considered in the optimization approach instead of forecasted day-ahead wholesale electricity prices.

The aim of the optimization is to minimise the weekly delta of the balancing group. EVs are generally defined as stationary storages, including the definition of their availability (vehicle is used by a driver or not). One assumption is made: EVs are always connected to the grid during non-driving times.

2.2.2 Charging Concept for the Implemented EVs within the Balancing Group Only

This concept is relevant only for charging EVs in times of surplus electricity in the balancing group ($\Delta_{BG} < 0$, consumption < generation). The EV can be charged at any location equipped with a charging station. The vehicles will be separately integrated into the balancing group. Each integrated vehicle changes the trend of for the whole analysed week. The actual state of the balancing group is given by the new trend. The assessment of the charging strategy of the next vehicle is aligned with the new trend of Δ_{BG}.

2.3 Generation- and Load-based Charging/Discharging Strategy (STR 3)

Generally, PV and EV technologies are connected to the low voltage grids (LV grids). With the implementation of a high share of these technologies, the distribution system operators (DSOs) must be able to manage the resulting extreme grid situations. These extreme cases are the following:

- A high level of PV generation feeding into the grid (typical for summer days) in combination with a low number of available EVs (low load level in the LV grid).
- A low level of PV generation feeding into the grid (typical for winter days) with a

high number of EVs that need to be charged during the day.

The interaction between renewable electricity generation (here: PV) and EVs can be coordinated locally with generation- and load-based charging/discharging concepts.

The charging strategy is based on the usage of PV electricity generation at home for charging EVs, mainly in times of high generation levels. Charging can be conducted if the vehicles are available at home. As such, the concept tries to reduce the impact of PV generation peaks on the low voltage grids.

The described generation-based charging strategy is enhanced by two other grid-based aspects.

1. If the vehicle user's desire for specific battery states at defined times cannot be covered due to charging from PV generation, a second G2V concept is activated. Charging occurs in such cases in times from 00:00 to 6:00 hours, overcoming the deficit between the set and current battery state.
2. The charging concepts are complemented by a V2G concept (load-based discharging of battery between 07:00 p.m. and 09:00 p.m.). The aim of the V2G strategy is to reduce the physical load of the linked LV grid in the mentioned timeframe.

The economic analysis of the use case is based on the assessment of the V2G concept at home, where the maximum possible revenues of discharging are evaluated without consideration of the charging cost. The assessment does not take into account the cost of the required control communication system.

3 Main Database

3.1 Energy and Capacity Prices of Automatic FRR (Secondary Control) for 2020

The assumed average electricity price on the day-ahead market (a market where power is traded for delivery during the next day) is 80.82 €/MWh (a fixed value) for 2020. The balancing energy prices for positive frequency reserve restoration (FRR) products are forecasted for 2020 based on the proportion between the offered balancing energy prices on FFR markets and average electricity price on the day-ahead market. It is assumed that the capacity prices in FRR markets will double until 2020 (base year = 2010), which describes an optimistic scenario. In spite of the mentioned assumptions, the average capacity price for automatic FRR (secondary control) is 26 €/MW/h and energy price 117 €/MWh.

3.2 Degradation of Li-ion Batteries

The influence on the lifetime of Li-ion batteries due to the realization of various V2G concepts is considered in the economic calculation and assessment of the V2G use cases. Peterson et al. (2009) analyse the impact of the combination of discharging due to driving and additional discharging because of V2G utilization on capacity losses of LiFePO4 batteries. The outcomes depict that the capacity loss strongly depends on the kind of discharge. It is lower for V2G than driving support application (per cent capacity lost per normalized Wh or Ah; Peterson et al. 2009):

- $-6.0\times10-3\%$ for driving support (dynamic discharging)
- $-2.70\times10-3\%$ for V2G application (constant discharging)

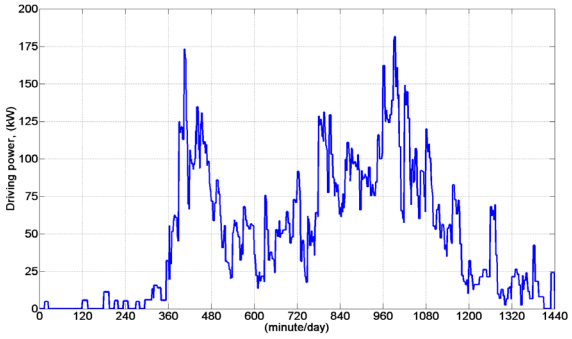
According to Peterson et al. (2009), it can be calculated that 1 % capacity losses from a Li-ion battery (LiFePO4) with 16 kWh entire capacity are conducted by around 6,000 kWh discharging energy due to V2G utilization or 2,700 kWh energy used for driving. These values are considered in the economic calculation and assessment of discharging and reusing use cases.

EV batteries are utilized at between 10 % and 90 % of their entire capacity bearing the impact of deep discharging and full charging on the capacity losses. In the case of plug-in hybrid electric vehicles (PHEV), the spread is between 20 % and 80 % of the entire battery capacity.

3.3 Driving Patterns and Alternative Propulsion Technologies

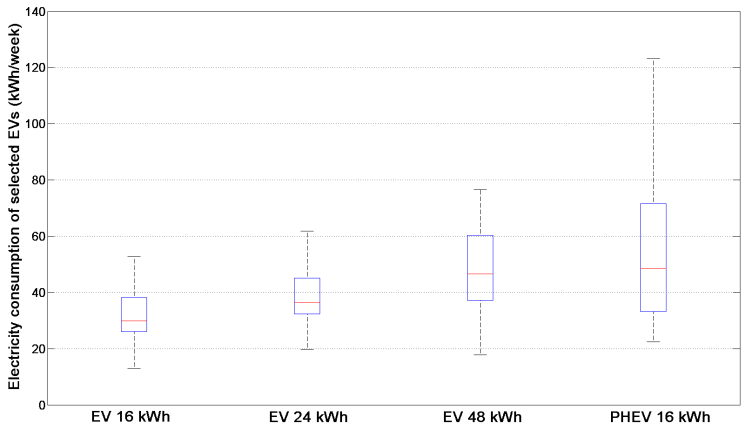
The evaluation of charging or discharging profiles for analysed EVs is based on the assignment of driving patterns, which are derived from the statistic data sets of a mobility survey conducted in Salzburg city (see Herry 2005). Litzlbauer (2012) gathers information on motorized individual transport from the existing data set and extracts 2,606 anonymous distance and time curse profiles of interviewees. The adaption of the mentioned survey data set to the electric vehicles with different battery capacities (16, 24 and 48 kWh) results in the evaluation of appropriate electricity consumption profiles with minute resolution (Litzlbauer 2012).

Fig. 1: Sum of Driving Power of all Existing Vehicles (200 EVs) for a Chosen Day



Source: Litzlbauer (2012), own depiction

Fig. 2: Consumed Electricity for Driving of Different EV Categories



Each Boxplot shows from bottom to top the minimum value, lower quartil, median, upper quartil and maximum value for energy consumption of different EV categories.

Source: Litzlbauer (2012), own depiction

Figure 1 depicts the sum load profile of required electrical power (kW) for the driving of 200 EVs a working day. The considered alternative propulsion technologies show different driving activities (duration of driving time) because of differences in the utilized technology (EV, PHEV) and installed battery capacity (16, 24 and 48 kWh) (Fig. 2).

4 Results

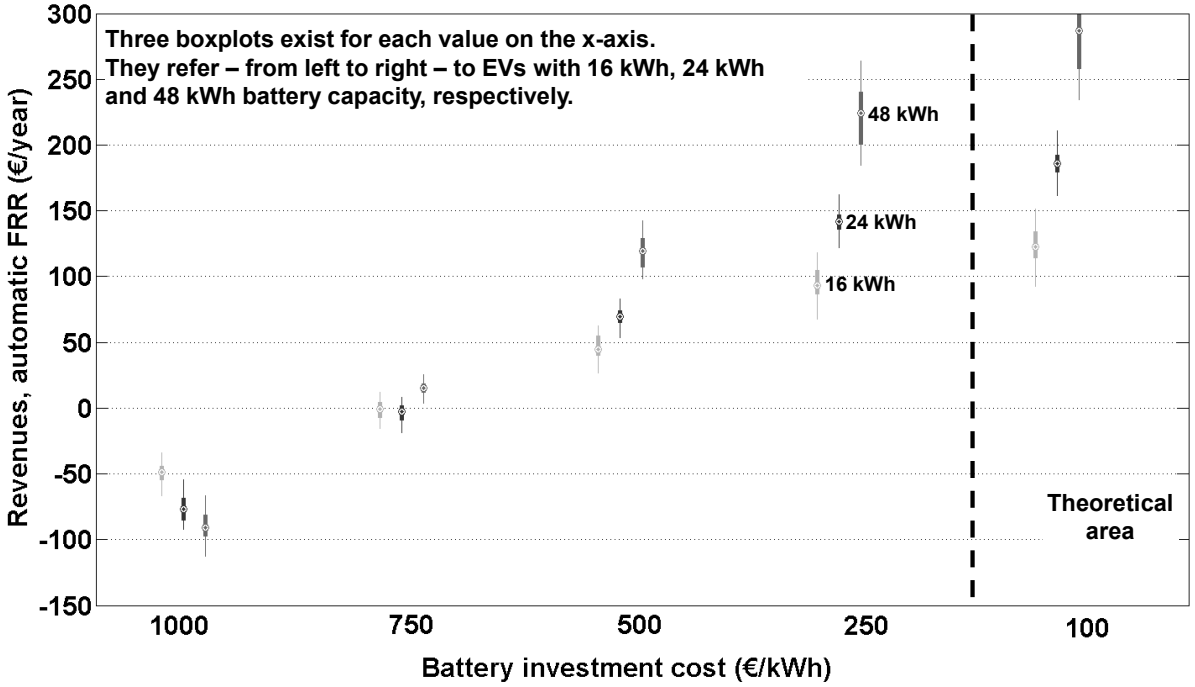
4.1 Market-based Charging/Discharging Strategy: Participation in Frequency Reserve Markets (STR 1)

The calculation reveals that the participation of EVs in positive automatic FRR markets results in positive revenues if battery investment costs are less than or equal to 500 €/kWh. The consideration of the evaluated dispatch probability of reserved capacity in the range of 17 % obtains revenues between 45 € and 119 € per vehicle and year due to the participation of EVs in the automatic FRR market. The battery investment costs are 500 €/kWh (Fig. 3).

The presented results (maximum possible revenues) do not consider competition with other market participators, like generators, and other storage technologies. The consideration of the competition situation of EVs with other providers of positive FRR reserves prevents or reduces to a high degree the realisation of the mentioned revenues. The following reasons are given in this context:

1. The offered balancing energy price must cover at least the marginal generation cost of a supplier. Figure 4 depicts the marginal generation cost of Li-ion (degradation costs without consideration of the cost for communication and charging/discharging control) in the case of discharging in comparison to pumped hydro energy storages and other bulk energy storages. Pumped hydro energy storages

Fig. 3: EV Revenues Due to Their Participation in Automatic FRR Market

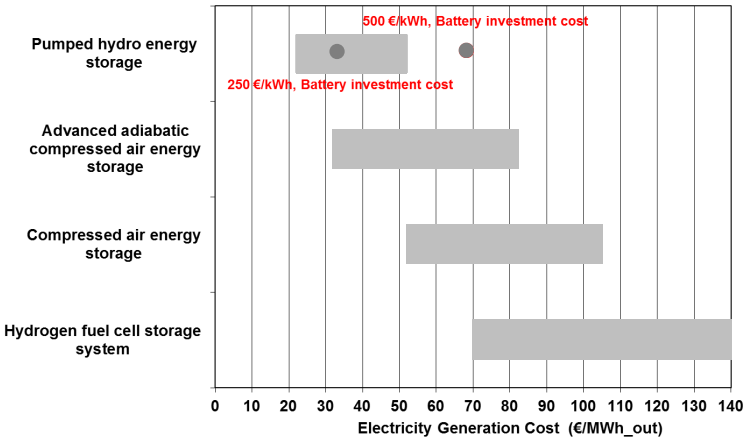


Source: Own depiction

provide a major portion of the activated automatic FRR reserves in Austria and can be seen as significant competitors to EVs. The degradation costs of the Li-ion battery with investment costs of 500 €/kWh are clearly higher than the marginal costs of pumped hydro energy storages. A reduction of the battery degradation costs of 33.75 €/MWh (battery investment costs of 250 €/kWh) which describe a very low level of degradation costs, does not express beneficial competition of EVs versus pumped hydro energy storages.

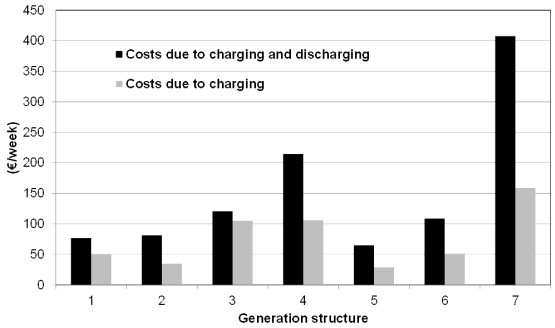
2. Changes and adaption of the FRR market rules can encourage EVs to participate in FRR markets. An adaption like reduction of minimum bid size results in increased competition in the FRR markets because other small suppliers (for example pooling of diesel generator sets, small storage systems, heat pumps, etc.) are able to provide restoration reserves. The higher the number of suppliers, the greater the competition, which results in a reduction of offered capacity and balancing energy prices. The described situation results in the decline of possible revenues for EVs and increases the challenge to cover the V2G costs (degradation, communication and control costs including the investment costs for the V2G inverter)

Fig. 4: Comparison Between the Electricity Generation Costs of Difference Bulk Storage Systems (Zach et al. 2012) and the Degradation Costs of Li-ion Batteries



Source: Own depiction

Fig. 5: Comparison of the Costs Incurred by a Combined Charging/Discharging Strategy (Without Consideration of Communication and DC/AC Inverter costs) to the Charging-only Approach of Vehicles Within a Balancing Group



Source: Own calculation and depiction

4.2 Generation-based Charging/ Discharging Strategy: Electric Vehicles and Balancing Model (STR 3)

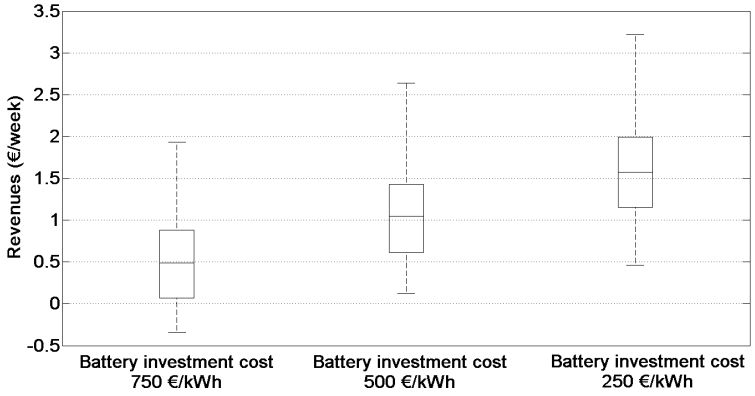
Figure 5 compares the costs incurred (median values) by charging and combined charging/ discharging strategies based on day-ahead electricity prices in 2010, considering different forms of electricity generation (see Table 1). The determination of depicted costs for combined charging and discharging consists of charging costs, revenues from discharging and the associated degradation costs (the assumed battery investment cost is 500 €/kWh). Due to the existing battery (Li-ion) degradation costs, the total costs of a combined charging and discharging strategy – independent of the concerned generation structure – are significantly higher than those for the strategy which only includes the charging of EVs. The balancing group responsible acts against own short-term deviation by participation in day-ahead or intra-day electricity markets, respectively. This means that for the provision of balances within its own balancing group, a balancing group representative considers the short-term deviation and can save the balancing costs incurred (ex-post) with appropriate management of controllable EVs (defining charging times).

However, the charging of EVs for the balancing or reduction of the scheduled deviation of the balancing group demonstrates an efficient system-based integration of EVs. In this case, on the one hand the charging costs (determination of charged electricity with electricity prices on day-ahead or intra-day markets) are covered by vehicle users. On the other hand, this results in cost saving due to non-consumed balancing energy. The saved balancing costs can be seen as a compensation for the investment in control infrastructure needed for charging EVs.

4.3 Generation- and Load-based Charging/Discharging Strategy (STR 3)

Figure 6 depicts potential revenues of the V2G concept associated with assumed battery investment costs and mentioned electricity prices. Positive revenues can be achieved for any cases (driving patterns, household profile, availability at home and strength of solar radiation) from battery investment costs of 500 €/kWh downwards. Median revenues in the range of about

Fig. 6: Revenues Due to Discharging EVs from 07:00 pm to 09:00 pm for Different Battery Investment Costs

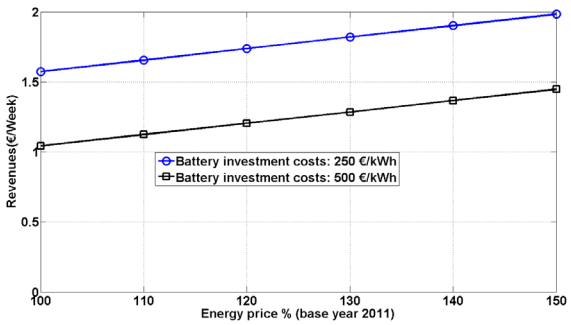


Each Boxplot shows from bottom to top the minimum value, lower quartil, median, upper quartil and maximum value for gained revenues due to selling electric energy by discharging EV battery.

Source: Own depiction and calculation

50 €/yr can be reached per vehicle and with a battery investment cost of 500 €/kWh. Due to a successful realization of the V2G concept, the achieved revenues must be able to cover the linked costs of this concept, such as the additional costs for the charging station, control communication system and required DC/AC converter.

Fig. 7: Discharging Revenues Based on Variation of Battery Investment Costs and Average Day-ahead Electricity Prices



Source: EXAA 2012; own depiction and calculation

Figure 7 depicts the relation between the revenues, battery investment costs and average electricity prices on the day-ahead market. Increasing electricity prices in the range of 50 % results in a rise of revenues in the range of roughly 39 % (case: battery investment cost is about 500 €/kWh).

5 Conclusions

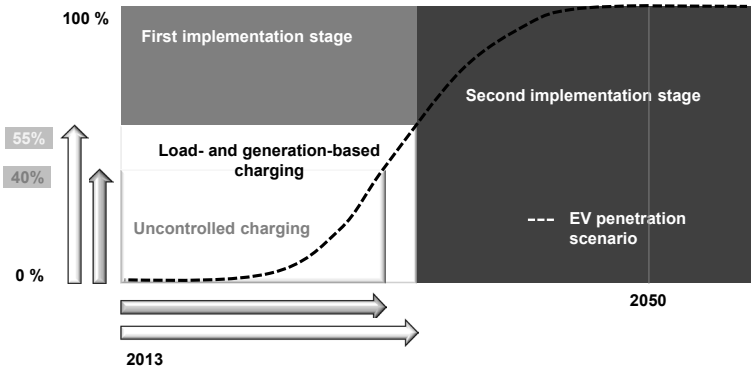
V2G is always seen as a promising technology option for the storage of fluctuating generated electricity. But the various analysed discharging strategies seem to be unrealisable because of capacity losses due to discharging and the resulting high degradation costs. The calculated revenues might be too low to cover the associated system costs (DC/AC inverter, investment for communication and control system). The potential future reduction of battery investment cost at a low range of about 250 €/kWh does not change this statement. A successful economic realisation of the V2G concept could be reached in conjunction with a considerable reduction of capacity losses in battery technology, also by increasing cycle stability of battery cells. Therefore, an efficient integration of EVs in an electricity system must be based on the implementation of a sufficient charging strategy. The results of various analysed charging concepts show that a system-relevant implementation of EVs can be conducted by their integration into the existing balancing groups.

6 Outlook and Suggestion for an Efficient Integration of EVs in an Electricity System

The impact of a high penetration rate of EVs on eight different LV grids (located in rural and urban areas) is analysed in Prueggler et al. (2013). The technical assignment shows that LV grids are able to integrate the resulting number of EVs derived from a 40 % penetration rate even if the implemented EVs are charged based on an uncontrolled approach. An introduction of controlled charging concepts will increase the mentioned penetration rate of EVs in LV grids from 40 % to 55 %. This signifies that controlled charging with a lower coincidence factor than in uncontrolled charging results in the integration of a higher number of EVs in LV grids without comprehensive reinforcement activities within LV grids. Therefore, depending on the chosen charging concept, a comprehensive reinforcement of LV grids is needed beyond a penetration rate of 40 % or 55 %, respectively.

In conjunction with the explanation of the relation between the chosen charging concept and its impact on LV grids, integration of EVs in the Austrian electricity system can be subdivided into two implementation stages (Fig. 8). The first stage is linked to a moderate penetration of EVs in LV grids, whereby a reinforcement of grids is not needed. The second implementation stage is defined by the comprehensive reinforcement of LV grids due to the continuation of uncontrolled or controlled charging concepts. In addition, the second implementation stage can be characterised by the introduction of intelligent charging concepts which determine

Fig. 8: Implementation Stages for E-mobility in the Austrian Electricity System from the Market Point of View and Based on an Analysis of the Impact of EVs on Selected LV Grids



Source: Prueggler et al. 2013; own adaptation and depiction

real-time charging strategies based on market information and current status in LV grids.

Based on the results of the economic assessment for various charging/discharging strategies, an efficient integration of EVs in both implementation stages can be discussed as follows:

- *First implementation stage: Integration of EVs in existing balancing group – current electricity market architecture*. A balancing group representative can deploy/use flexible equipment among other operation modes in times of deviation between electricity generation and consumption within the balancing group. This results in a reduction of the deviation of the balancing group and linked balancing energy costs. Therefore, a new task for a balancing group representative can be the determination of EV charging strategies fitting to the own requirements, whereby the desire of the vehicle users for specific battery states at defined times must be considered. Furthermore, vehicle users take over the charging costs incurred and the balancing group representative can spend the saved imbalance costs on a required energy management system and associated communication infrastructure for EV charging.
- *Second implementation stage: a new stakeholder*. This implementation stage of EVs begins as a result of a high integration rate of EVs in the transportation sector and the possible existence of mature smart grid applications in an electricity system. For this stage, many studies mention the introduction of a new stakeholder in the electricity market model, which is mostly called the "aggregator". The duties of the aggregator are to provide mobility-derived services. The aggregator has the ability to charge and discharge EVs according to different target functions, which are based on its know-how of existing electricity services in the electricity sector (see Clement-Nyns et al. 2010; Galus et al. 2010; Kristoffersen et al. 2010 and EU-Smart Grids 2011). It can be stated that an aggregator represents EVs in the electricity market and takes over all needed interaction with other existing stakeholders. The aggregator determines charging and discharging concepts after own requirements with consideration of driving patterns and the mobility needs of electric vehicles.

A comparison between the roles of a balancing group representative and the tasks of an aggregator shows an obvious similarity between them. Due to the assumed existence of mature smart grid applications in this second stage, distribution system operators are informed about the actual status in their own grids. Once an enhanced form of the balancing group representative is defined in the electricity system, coordination between times of controlled charging and local grid status (mainly LV grid) must be conducted (intelligent charging). This is the main distinction from the first implementation stage and represents an enhanced form of a balancing group representative.

References

ADRES – Autonome Dezentrale Erneuerbare Energie Systeme, 2011: Konzeptentwicklung für ADRES (Concept Development ADRES – Autonomous Decentralised Renewable Energy Systems). Research Project, Energy of Future, 1. AS, project number: 815674, final report, Vienna 2011

Clement-Nyns, K.; Haesen, E.; Driesen, J., 2012: The Impact of Vehicle-to-grid on the Distribution Grid. In: Electric Power Systems Research 81/1 (2011), pp. 185–192; http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378779610002063 (download 5.11.15)

ENTSO-E, 2012: Survey on Ancillary Services, Procurement and Balancing Market Design

EU – European Union, 2011: Regulation (EU) No 510/2011 of the European Parliament and of the Council of May 2011. Setting Emission Performance Standards for New Light Commercial Vehicles as Part of the Union's Integrated Approach to Reduce CO_2 Emissions from Light-duty Vehicles

EU-Smart Grids, 2011: EU Commission Task Force for Smart Grids, Expert Group 3: Roles and Responsibilities of Actors Involved in the Smart Grids Deployment, EG3 Deliverable. April 4, 2011; http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/smartgrids_en.htm (download 23.11.11)

Galus, M.D.; Zima, M.; Andersson, G., 2010: On Integration of Plug-in Hybrid Electric Vehicles Into Existing Power System Structures. In: Energy Policy 38/11 (2010), pp. 6736–6745; http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510005070 (download 5.11.15)

Herry, M.; Russ, M.; Schuster, M. et al., 2005: Mobilitätsanalyse Stadt Salzburg und Umgebung 2004 (Mobility Analysis of the Salzburg City and Surrounding areas 2004). Final Report Version 1.0, Municipal Authorities of Salzburg City. Wien

Kristoffersen, T.K.; Capion, K.; Meibom, P., 2010: Optimal Charging of Electric Drive Vehicles in a Market Environment. In: Journal Applied Energy 88/5 (2011), pp. 1940–1948; http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261910005222 (download 5.11.15)

Litzlbauer, M., 2012: Grid Integration of Electric Vehicles Considering the Mobility Needs. Paper, 26th International Electric Vehicle Symposium (EVS26), Los Angeles, USA, 6.5.12–9.5.12

Peterson, S.B.; Apt, J.; Whitacre, J.F., 2009: Lithium-ion Battery Cell Degradation Resulting from Realistic Vehicle and Vehicle-to-grid Utilization. In: Journal of Power Sources 195/8 (2010), pp. 2385–2392; http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775309017443 (download 5.11.15)

Prueggler, W.; Rezania, R; Litzlbauer, M. et al., 2013: V2G-Strategies. Research Project, Founded by Austrian Climate and Energy Funds, March 2013

Timm, C.; Vierbauch, C., 2011: Elektromobilität-Chancen durch wertschöpfende Geschäftsmodelle nutzen. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen et 61/3 (2011), pp. 68–71

World Energy Council, 2007: Transport Technologies and Policy Scenarios to 2050, World Energy Council

Zach, K.; Auer, H.; Lettner, G., 2012: Role of Bulk Energy Storage in Future Electricity Systems with High Shares of RES-E Generation. Project: Store, Deliverable 2.2 (version: July 2012), supported by Intelligent Energy Europ; http://www.store-project.eu/

Contact

Dr. Rusbeh Rezania
Wien Energie GmbH
Thomas-Klestil-Platz 14, 1030 Vienna, Austria
Email: rusbeh.rezania@wienenergie.at

« »

Gemeindebeteiligung als Schlüssel für regionale Akzeptanz

Das Beispiel des Stollenspeicher-Wasserkraftwerkes Stanzertal

von Wolfgang Widmann, Manfred Roner und Robert Weidner, Infra Project Development GmbH, Innsbruck, Österreich

Durch eine frühe Einbindung der Gemeinden und betroffener Bürger in die Projektentwicklung sowie deren Beteiligung an der Projektgesellschaft, kann die bei der Umsetzung von Infrastrukturprojekten häufig auftretende ablehnende Haltung in der Bevölkerung überwunden werden. Voraussetzung dafür ist, dass es sich um ein ökologisch verträgliches und zugleich wirtschaftliches Projekt handelt. Schlüssel für das Erreichen der regionalen Akzeptanz ist der Aufbau eines Vertrauensverhältnisses unter den Projektpartnern. Dies gelingt durch Transparenz, ergebnisoffene Diskussionen, Beteiligung an Entscheidungen und glaubwürdiges Bemühen, den gemeinsamen Projekterfolg über die Eigeninteressen zu stellen.

With the early engagement of communities and stakeholders in the development of the project as well as their engagement in the project association the often reluctant positions of the public regarding the realization of infrastructure projects can be overcome. For this it is a requirement that the project is ecologically compliant and at the same time economically beneficial. Key to reaching regional acceptance is building mutual trust among the project partners. This is possible through transparency, open discussions, participation regarding decisions and a creditable effort to put the collected project success before self-interests.

1 Ausgangslage

In Mitteleuropa hat sich in den letzten Jahrzehnten großer Wohlstand entwickelt und die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zur Umsetzung von Infrastrukturprojekten haben sich geändert. Selbstbewusste Bürger, oftmals unterstützt durch lokale und überregionale Medien, suchen Wege, subjektive Interessen und Befürchtungen zu artikulieren und durchzusetzen. Zusätzlich werden häufig Plattformen und soziale Netzwerke mit hoher gesellschaftlicher Reichweite genutzt, worauf Unternehmen zumeist Schwierigkeiten haben, adäquat zu reagieren.

Diese Entwicklung bringt es mit sich, dass Infrastrukturprojekte von der ersten Idee an kritisch begleitet werden können. Die technische Machbarkeit ist dabei selten Gegenstand der Diskussion, sie wird vorausgesetzt. Die Umsetzung ökologischer Maßnahmen auf Grundlage gesetzlicher Vorgaben und behördlicher Auflagen wird schon eher misstrauisch betrachtet. Und selbst die Einhaltung aller Vorgaben und Auflagen stellt keine Garantie für eine allgemeine Zustimmung zum Projekt dar.

Als Projektgesellschaft, die Infrastrukturprojekte begleitet und durchführt, beobachten wir häufig das Floriani-Prinzip[1] oder die als NIMBY[2]-Mentalität bekannte Haltung. Wenn die Mehrheit der Tiroler Bevölkerung den Ausbau der Wasserkraft prinzipiell gut heißt, allerdings diese Zustimmung rapide sinkt, sobald die eigene Umgebung davon betroffen ist, dann ist das ein gutes Beispiel für den Mangel an regionaler Akzeptanz von Infrastrukturprojekten, obwohl deren generelle Notwendigkeit eingesehen wird (Bliem 2013). Deshalb muss bei der Planung und Realisierung eines Infrastrukturprojektes diese Realität als solche erkannt werden und glaubwürdige Maßnahmen zur Überwindung möglicher Vorbehalte in der Region gesetzt werden.

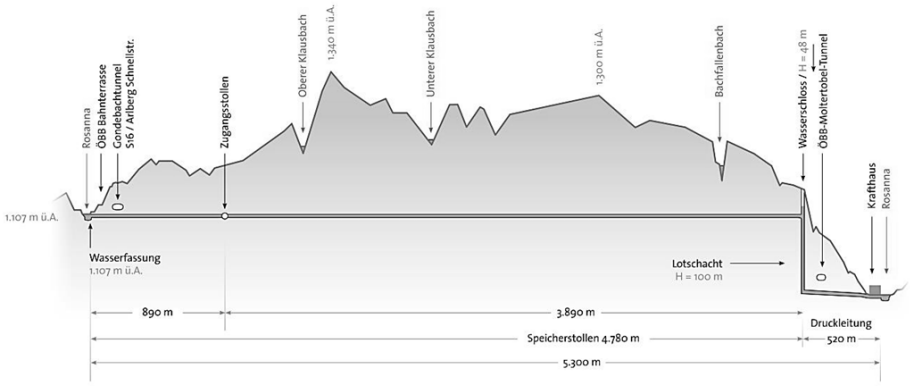
Im vorliegenden Beitrag wird ein mit Stollenspeicher ausgestattetes Wasserkraftwerk in Tirol beschrieben, bei dem es der Projektenwicklungsfirma und den betroffenen Gemeinden gelungen ist, in der Bevölkerung regionale Akzeptanz des Projektes zu erreichen. Zudem werden die gewählte Vorgangsweise und die dabei gewonnenen Erfahrungen geschildert.

2 Projektbeschreibung

Das Wasserkraftwerk Stanzertal ist ein Ausleitungskraftwerk an der Rosanna in Westtirol mit einer Engpassleistung von 13,5 MW, einer Ausbauwassermenge von 12 m³/s und einem Regeljahresarbeitsvermögen von 52,2 GWh. Die Hauptbauteile sind:

- Wehr mit Fischbauchklappe und Fischaufstieg
- Seitenentnahme mit dreikammrigem Entsander
- 4,8 km langer Speicherstollen (Ausbruchsdurchmesser 3,8 m)
- 100 m stahlgepanzerter Lotschacht mit 2,2 m Innendurchmesser

Abb. 1: Längenschnitt des WKW Stanzertal



Quelle: Eigene Darstellung

- 500 m lange Druckrohrleitung DN 2000, großteils in einem Tunnel verlegt
- Krafthaus mit drei Maschinensätzen (Peltonturbinen; Nettofallhöhe 135 m)
- Energieableitung über ein 25 kV Kabel
- Pumpwerk mit Rohrleitung zum Einleiten des geklärten Abwassers aus der Region in den Triebwasserweg
- Ausgleichsfläche mit Biotopen und Verbesserungen des Fischlebensraumes an der Rosanna

Mit Gesamtkosten von 57,6 Mio. Euro auf Preisbasis 2015 und inklusive aller Finanzierungs- und Nebenkosten und Entschädigungen ist das Kraftwerk auch wirtschaftlich günstig.

2.1 Technische Beschreibung

Eine technische Besonderheit stellt der Speicherstollen dar, der es ermöglicht – immer wenn der Zufluss kleiner als die Ausbauwassermenge ist – die Erzeugung dem Bedarf anzupassen und somit einen wertvollen Beitrag zur Residuallastabdeckung zu leisten.

Bei der Stollenspeicherung wird der Triebwasserstollen eines Ausleitungskraftwerkes so konzipiert, dass er sowohl zum Transport als auch zur Speicherung des Triebwassers genutzt werden kann. Günstig ist ein langer Triebwasserstollen mit großem Durchmesser und geringem Gefälle. Abbildung 1 gibt einen schematischen Längsschnitt der Kraftwerksanlage wieder, in welchem der Speicherstollen ersichtlich ist.

Das zur Verfügung stehende Speichervolumen ist neben der baulichen Dimensionierung direkt vom nutzbaren Zufluss abhängig und erreicht sein Maximum in der Niederwasserperiode. Mit steigendem Abfluss sinkt das nutzbare Speichervolumen, da ein größerer Teil des Stollenquerschnitts für den Wassertransport benötigt wird. Da der spezifische Energieinhalt eines Kubikmeters Speichervolumen mit der Fallhöhe des Kraftwerks steigt, eignet sich dieses Konzept besonders für Mittel- und Hochdruckanlagen im Tagesspeicherbetrieb.

Die gesamte Anlage muss technisch so umgesetzt werden, dass die mit der Speicherbewirtschaftung verbundenen kurzfristigen Wasserspiegellagenänderungen sowie der Wechsel vom Abfluss bei Voll- und Teilfüllung im Triebwasserstollen zu keinen negativen Auswirkungen auf die verschiedenen Kraftwerkskomponenten führen, sodass eine aktive Speicherbewirtschaftung mit raschen Lastwechseln und häufigen Speicherzyklen umgesetzt werden kann.

Mit dem nutzbaren Speichervolumen des WKW Stanzertal von rund 50.000 m³ können etwa 15 % der mittleren Jahresproduktion tageszeitlich verlagert werden.

2.2 Vermarktungsmöglichkeiten

Angesichts der Entwicklung des Kraftwerkportfolios mit steigendem Anteil an Wind- und Photovoltaikproduktion im deutsch-österreichischen Marktgebiet steigt der Bedarf an regelbarer Stromerzeugung.

Einerseits spiegelt sich der Einfluss der PV-Produktion in einem stark gesunkenen Preisni-

veau während den Mittagsstunden wider, sodass es derzeit bei den Preisen zu einer Morgen- und Abendspitze kommt. Andererseits ist das gesamte Preisniveau stark gesunken, was die möglichen Erträge von Laufwasserkraftwerken schmälert.

Mittels Stollenspeicher kann das WKW Stanzertal die oben beschriebenen Ertragseinbußen zumindest teilweise kompensieren. Beispielsweise wird durch die flexible Betriebsführung für die Stromvermarktung im Jahr 2015 ein Mehrertrag von 20 % gegenüber einem Betrieb als reines Laufwasserkraftwerk erzielt.

Zusätzlich ermöglicht der Stollenspeicher die Verfolgung wesentlich kurzfristigerer Vermarktungsstrategien, um das Wertsteigerungspotenzial bestmöglich auszuschöpfen:

- Day-Ahead-Markt
  Am Day-Ahead-Markt wird Strom mittels täglicher Auktion für den Folgetag gehandelt. Die Vermarktungsmöglichkeiten werden dabei wie folgt unterteilt:
  - stündliche Einsatzoptimierung
    Bei der stündlichen Betriebsoptimierung findet eine Produktionsverlagerung von den Nacht- und Mittagsstunden zu den täglichen Bedarfsspitzen statt.
    Dies hätte am Day-Ahead-Markt der Leipziger Strombörse im Jahre 2012 zu einem Mehrertrag von 6 % gegenüber einem reinen Laufkraftwerk geführt (e3 consult GmbH 2013).
  - viertelstündliche Einsatzoptimierung
    Durch den 15-Minuten-Handel können innerhalb einer Stunde hohe Abweichungen zwischen den einzelnen Viertelstundenprodukten genutzt werden um den Speicher bestmöglich zu bewirtschaften. Im Gegensatz zur stündlichen Einsatzoptimierung stellt die Speichergröße bei der viertelstündlichen Optimierung durch häufigere Speicherzyklen einen wesentlich geringeren Einflussfaktor dar.
- Intraday-Markt
  Der Intraday-Markt erlaubt dem Kraftwerksbetreiber, je nach Lieferzone bis zu 45 (Amprion, TenneT, 50Hertz, TransnetBW) bzw. 75 Minuten (APG) vor physikalischer Lieferung die Stromproduktion anzupassen um Prognoseabweichungen kurzfristig auszugleichen. Dem Intraday-Markt wird aufgrund des fortschreitenden Ausbaus erneuerbarer Energien und der damit verbundenen steigenden volatilen Einspeisung immer mehr Bedeutung prognostiziert (Süßenbacher et al. 2015).
- Bereitstellung von Regelenergie
  Im Bereich der Systemdienstleistungen sind Laufkraftwerke in der Lage, durch Reduktion der Erzeugung negative Regelenergie bereit zu stellen. Je nach Anforderung und/oder Eingliederung in einem virtuellen Kraftwerkspool kann das WKW Stanzertal positive sowie negative Regelenergie bereitstellen.
- Kurzfristige Over-The-Counter-Geschäfte
- Ausregelung von Leistungsunausgeglichenheiten innerhalb einer Bilanzgruppe zur Vermeidung von Ausgleichsenergiekosten

Es wird erwartet, dass flexible Energieerzeugung aus ressourcenschonenden, erneuerbaren Energiequellen in Zukunft v. a. zur Residuallastabdeckung weiter an Bedeutung zunimmt und das Upside-Potenzial bzw. der Mehrertrag steigt.

3 Gemeindebeteiligung

3.1 Regionale Akzeptanz durch Einbindung der Standortgemeinden

Eine der besten Möglichkeiten zur Erhöhung der regionalen Akzeptanz für ein Infrastrukturprojekt wie das beschriebene Wasserkraftwerk Stanzertal liegt darin, die Projektgestaltung und die Projektentwicklung in partnerschaftlicher Form gemeinsam mit der oder den betroffenen Gemeinden als Vertreter der in der Region lebenden Bürger vorzunehmen (Götz et al. 2011). Das beginnt idealerweise damit, dass die Grundidee vom Projektentwickler und von den Gemeinden ähnlich gesehen wird. Bereits die ersten Umsetzungskonzepte – und vor allem diese – müssen mit der Gemeinde besprochen und prinzipiell geklärt werden. Während der Projektentwickler für die technisch, wirtschaftlich und ökologisch optimale Gestaltung des Projektes verantwortlich ist, sorgt die Gemeinde dafür, dass auch nicht-technische und nicht-monetäre Kriterien aus dem regionalen Umfeld (Infrastruktur, Regionalentwicklung, standortspezifische Besonderheiten) berücksichtigt werden. Dieses Zusammenspiel aller Beteiligten führt dazu, dass:

- das Projekt in das regionale Umfeld optimal eingefügt wird,
- der Gemeinde die relevanten Eckpunkte des Projektes vermittelt werden,
- eine Vertrauensbasis zwischen beiden Partnern aufgebaut wird.

Nach der gemeinsamen Klärung der wichtigsten Eckpunkte muss das Projektkonzept auch den Bürgern und den Projektbetroffenen vorgestellt und mit ihnen diskutiert werden. Anschließend müssen die Entscheidungen für die weitere Vorgehensweise weitgehend gemeinsam getroffen werden. Wie die Kommunikation im Detail ablaufen soll, muss von Fall zu Fall geplant werden. Es braucht in angemessener Form und in ausreichendem Umfang Informationen für die Gemeinderäte, die Betroffenen und die interessierte Bevölkerung. Kritik und Skepsis müssen aufgenommen und sorgfältig beachtet werden, weil dabei meistens bisher unbeachtete und oft wichtige Details angesprochen werden. Zugleich ist es wichtig, den Gestaltungsspielraum der Gemeinden, Betroffenen und Bürger zu definieren, um keine falschen und unerfüllbaren Hoffnungen zu wecken, die dann unweigerlich zu Enttäuschung und Misstrauen führen würden.

3.2 Aufteilung der Aufgaben und Risiken

Das Ziel der gemeinsamen Projektentwicklung ist es, die jeweiligen Stärken des Partners für das Gelingen des Projektes zu nutzen. Die Stärke der Gemeinden liegt in der Kompetenz, politisch einschätzen zu können, was in der Region möglich und sinnvoll ist, um damit die regionale Akzeptanz zu erhöhen. Der Projektentwickler bringt seine Kompetenz in die technisch, wirtschaftlich und ökologisch optimale Gestaltung des Projektes ein. Spätestens nach der Genehmigung braucht es dann einen finanzstarken Partner und während des Betriebes einen kompetenten Partner für die Betriebsführung und Vermarktung des Stromes. Diese Stärken werden am besten durch Energieversorgungsunternehmen (EVUs) eingebracht. Idealerweise spiegeln sich diese Stärken auch in der Beteiligung in den verschiedenen Projektphasen wider. Die Gemeinden und der Projektentwickler sind in den frühen Phasen stärker vertreten, die EVUs steigen spätestens bei der Genehmigung ein und sind während der Bau- und Betriebsphase stärker vertreten. Der Projektentwickler steigt im Allgemeinen nach erfolgreicher Inbetriebnahme aus.

Damit sind in den verschiedenen Phasen eines Projektes auch die Risiken unterschiedlich verteilt. Die Entwicklung ist dann erfolgreich abgeschlossen, wenn am Ende des Prozesses eine Genehmigung erhalten und das Projekt finanziert werden kann. Das Risiko, dass der Entwicklungsaufwand zu keiner Genehmigung und Realisierung des Projektes führt, ist immer gegeben. Da die Gemeinden als zumeist finanzschwache Gebietskörperschaften ohne Unterstützung kaum in der Lage sind, die finanziellen Risiken für die Projektentwicklung auch nur anteilig zu übernehmen, verbleiben die Kosten in diesem risikobehafteten Stadium fast ausschließlich beim Projektentwickler. Aus diesem Grund kommt der genauen und kritischen Einschätzung der Genehmigungsfähigkeit des Projektes eine besondere Rolle zu. Die ursprüngliche Idee der Infra Project Development GmbH, das Genehmigungsrisiko der Gemeinden durch eine Haftung des Landes abzudecken, ist bis heute nicht umsetzbar. Diese aus Sicht der Autoren sinnvolle Idee würde vorsehen, dass durch eine strenge Prüfung des Projektes durch eine Landesbehörde die Realisierungswahrscheinlichkeit beurteilt würde. Bei positiver Einschätzung des Projektes und seiner Genehmigungsfähigkeit sollte den Gemeinden aus öffentlichen Mitteln des Landes eine anteilige Finanzierung der Entwicklungskosten zur Verfügung gestellt werden. Bei erfolgreicher Realisierung des Projektes könnte dieser Betrag mit entsprechender Verzinsung refundiert werden. Damit ergäbe sich für das Land die Möglichkeit, Gemeinden und ihre langfristige Finanzkraft durch geringen Einsatz von Finanzmitteln zu fördern. Langfristig ergäbe sich sogar eine Verbesserung der Landesfinanzen, da die Erträge aus realisierten Kraftwerken die Finanzkraft der Gemeinden steigern und damit notwendige Zuschüsse aus den Landesmitteln verringern würden. Da diese Vorgehensweise seitens der Landesregierung nicht unterstützt wurde, musste der Projektentwickler bis zum Einstieg der EVUs das finanzielle Risiko alleine tragen.

Da Kraftwerksbauten erst nach Rückzahlung der Kredite höhere gesicherte Einnahmen erwirtschaften, ist es bei der Beteiligung an Wasserkraftprojekten für Gemeinden wichtig, dass

zumindest kleinere Erträge bereits während der Kreditrückzahlung dem Gemeindebudget zufließen. Dies erleichtert es Gemeinderäten und Bürgermeistern, Entscheidungen zu treffen, deren positive Auswirkungen erst in viel späteren Legislaturperioden zum Tragen kommen. Damit schafft sich die Gemeinde die Möglichkeit, nicht nur den Ausbau erneuerbarer Energien im Interesse des Umweltschutzes zu forcieren, sondern auch zusätzliche Einnahmen zu erzielen. Eine Streckung der Rückzahlung des Kredits ermöglicht es den Gemeinden, kleinere Erträge auch in den ersten Jahren der Finanzierung zu sichern. Auch die Einnahmen während der Bauphase (Kommunalsteuer, Nächtigungen, Beteiligung lokaler Betriebe an der Errichtung) können nicht unwesentliche Beiträge zur Finanzierung des Eigenkapitalbedarfes der Gemeinden leisten.

Schließlich sei auch auf die zwangsläufig ungleiche Unternehmenskultur einer Gebietskörperschaft und eines privatwirtschaftlich geführten Unternehmens hingewiesen. Während Entscheidungen in Unternehmen nur von wenigen Personen und damit rasch getroffen werden können, ist der Entscheidungsprozess in den Gemeinden mit notwendiger umfassender Information aller Beteiligten ungleich komplexer und langsamer. Auch sind die Interessen Beider nicht in allen Punkten gleich gelagert. Deshalb ist eine Vertrauensbasis zwischen den handelnden Personen und Verständnis für die unterschiedlichen Gegebenheiten umso wichtiger, um mögliche Missverständnisse und daraus resultierendes Misstrauen zwischen den Partnern zu vermeiden und zeitgerecht zu gemeinsamen Entscheidungen zu kommen. Die Kombination eines rasch entscheidenden Unternehmens und einer im wahrsten Sinn des Wortes „bedächtigen“ Vorgehensweise einer Gemeinde ist manchmal schwierig, bietet aber auch die Chance, zu besser durchdachten Entscheidungen zu kommen.

3.3 Entwickeltes Gemeindebeteiligungsmodell

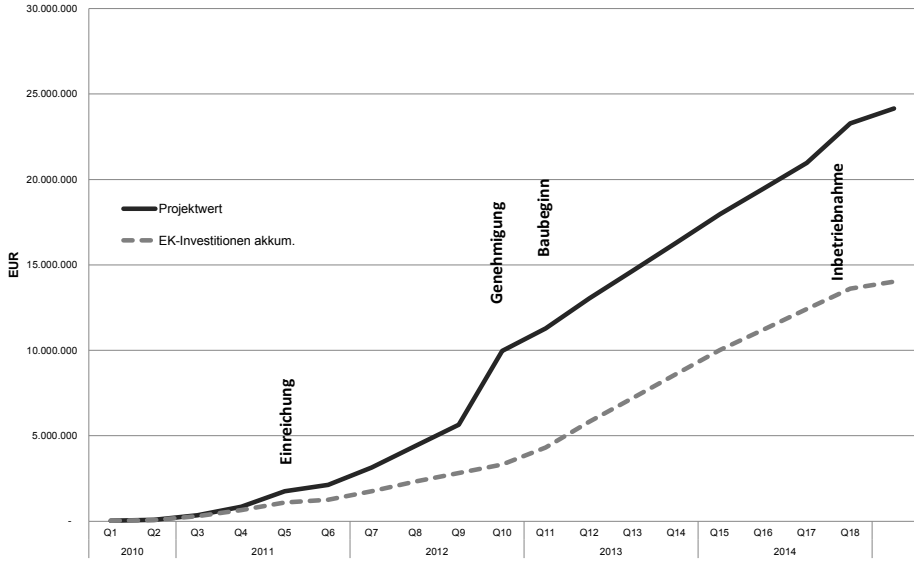
Aus den vorher dargelegten Überlegungen ergibt sich das Gemeindebeteiligungsmodell der Infra GmbH, das eine neue Möglichkeit der Zusammenarbeit zwischen Gemeinden und privatwirtschaftlich geführten Unternehmen zur Umsetzung von Infrastrukturprojekten darstellt. Dabei werden die Stärken und Schwächen der Partner analysiert und daraus Strategien für eine erfolgversprechende Projektplanung entwickelt. Beispielsweise werden auch Vorgehensweisen entwickelt, die es ermöglichen, Gemeinden finanziell zu beteiligen, trotz mangelnder und gesetzlich begrenzter Möglichkeiten Risikokapital zu investieren. Für die EVUs bringt es den Vorteil, durch die Integration der Gemeinde eine erhöhte regionale Akzeptanz zu erreichen, wodurch Infrastrukturprojekte rascher umgesetzt werden können.

3.3.1 Entwicklungsphase (von der ersten Idee bis zur Genehmigung)

In der Entwicklungsphase übernimmt der Projektentwickler die Projektsteuerung und Planung. Die Gemeinden unterstützen das Projekt durch Einbringen der lokalen Projekterfordernisse bei der Gestaltung des Projekts, helfen bei der Beschaffung von Grundstücksrechten und spielen eine wesentliche Rolle in der Kommunikation mit allen Projektbeteiligten. Vor der Einreichung des Projekts zur behördlichen Genehmigung wird eine Projektgesellschaft mit Anteilen von etwa 50 % für die Gemeinden und 50 % für die Infra GmbH gegründet, was trotz ungleicher Verteilung des finanziellen Risikos dadurch begründet wird, dass beide Partner wesentlich zur Genehmigungsfähigkeit des Projekts beitragen.

In Abbildung 2 ist die Entwicklung von Eigenkapitalinvestitionen und des Projektwerts des Wasserkraftwerkes Stanzertal dargestellt. Der Wert des Projekts am Beginn ist gering; es handelt sich eigentlich nur um eine Idee mit einem Grobkonzept. Durch die beginnenden Tätigkeiten in den Bereichen Planung, Untersuchung und politische Umsetzung nehmen die Kosten zu, während der Wert des Projekts nur geringfügig steigt. Erst wenn die Chance auf eine Genehmigung und damit auf eine Realisierung zunimmt, beginnt eine relevante Wertsteigerung des Projekts. Eine derartige Einschätzung könnte beispielsweise durch die Beurteilung nach einem Kriterienkatalog erfolgen (Amt der Tiroler Landesregierung 2011), durch die Kommentare zu einem Konzept für eine Umweltverträglich-

Abb. 2: Entwicklung von Eigenkapitalinvestitionen (EK) und Projektwert des WKW Stanzertal



Quelle: Eigene Darstellung

keitserklärung (bei Umweltverträglichkeitsprüfungspflicht) und durch Rückmeldungen aus der Landespolitik. Mit Erhalt einer Genehmigung ist ein relevanter Projekt-Risikofaktor beseitigt und der Projektwert macht einen signifikanten Sprung nach oben.

3.3.2 Bauphase (von der Genehmigung bis zur Inbetriebnahme)

Zwar ist die Bauphase die finanziell aufwändigste Phase, allerdings sind die Realisierungschancen durch das Vorliegen der behördlichen Genehmigungen für das Projekt wesentlich erhöht. Ab diesem Zeitpunkt ist es für Energieversorgungsunternehmen (EVU) und Banken interessant, in das Projekt einzusteigen.

Die EVUs ersparen sich eigene risikobehaftete Planungen mit der Gefahr einer Nichtrealisierung und sind deshalb bereit, für den Einstieg in die Projektgesellschaft zu diesem Zeitpunkt einen entsprechenden finanziellen Beitrag zu leisten. Sie kaufen Anteile von den Gemeinden und von der Infra GmbH, sodass in der Bauphase Gemeinden, EVUs und der Projektentwickler Partner in der Projektgesellschaft sind. Der Kaufpreis deckt nicht nur die aufgewendeten Vorkosten, sondern auch die Wertsteigerung durch die Genehmigung ab. Mit diesem Ertrag aus dem Verkauf einiger ihrer Anteile und einer üblichen Entschädigung für die Beeinträchtigungen im Tal während Bau und Betrieb des Projekts, können nun die Gemeinden zumindest einen wesentlichen Teil des anteiligen Eigenkapitals aus eigenen Mittel finanzieren. Den Rest müssen sie über einen Kredit aufnehmen, was bei rechtskräftiger Genehmigung und Ausfinanzierung des Projekts möglich ist.

Für die Banken ist ein genehmigtes Wasserkraftprojekt mit Aussicht auf sichere Erlöse nach Abschluss der Bauphase ein interessantes Projekt für eine Kreditvergabe. Ungefähr 70 % der Investitionskosten können als Projektfinanzierung, d. h. ohne zusätzliche Sicherheiten durch die Gesellschafter, aus Bankkrediten aufgebracht werden und lediglich 30 % müssen als Eigenkapital mit voller Haftung der Gesellschafter aufgebracht werden.

3.3.3 Betriebsphase

Nach Abschluss der Bauphase veräußert die Infra GmbH ihre Anteile vorzugsweise an die Gemeinden und/oder die Energieversorgungsunternehmen, sodass ab diesem Zeitpunkt die Gemeinden mit den EVUs partnerschaftlich als Betreiber des Kraftwerkes agieren. Die EVUs als wesentlicher Kompetenzträger für Betriebsführung und Vermarktung des Stroms und als finanzstarker Partner (um auch Jahre mit geringen Niederschläge oder Zeiten mit niedrigen Strompreisen zu überstehen) halten die Mehrheit der Anteile. Die Gemeinden profitieren von ihrer Beteiligung und sorgen damit nachhaltig für die regionale Akzeptanz des Projekts.

4 Gemeindebeteiligung am Beispiel Stanzertal

4.1 Projektstand

Im Juli 2010 fanden die ersten Gespräche der Infra GmbH mit den Standortgemeinden bezüglich einer gemeinsamen Entwicklung des Projekts statt. Im August 2011 wurde das Projekt zur Genehmigung eingereicht und im Dezember 2012 wurde es genehmigt. Die verbindliche Finanzierungszusage lag Ende Februar 2013 vor. Da die Ausschreibungen parallel zum Genehmigungsverfahren durchgeführt wurden, konnte der Bau im März 2013 begonnen werden. Die Inbetriebnahme der ersten Turbine ist im 4. Quartal 2014 erfolgt, die Übernahme der Gesamtanlage im Juni 2015. Somit ergeben sich 5 Jahre von der ersten Idee bis zur Fertigstellung des Projekts. Diese rasche Verwirklichung war nur durch die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten (Behörden, Standortgemeinden und betroffene Bürger, Grundeigentümer, Ausführende, Lieferanten, Energieversorgungsunternehmen und Entwickler) möglich und dokumentiert auch das gute Funktionieren der Gemeindebeteiligung.

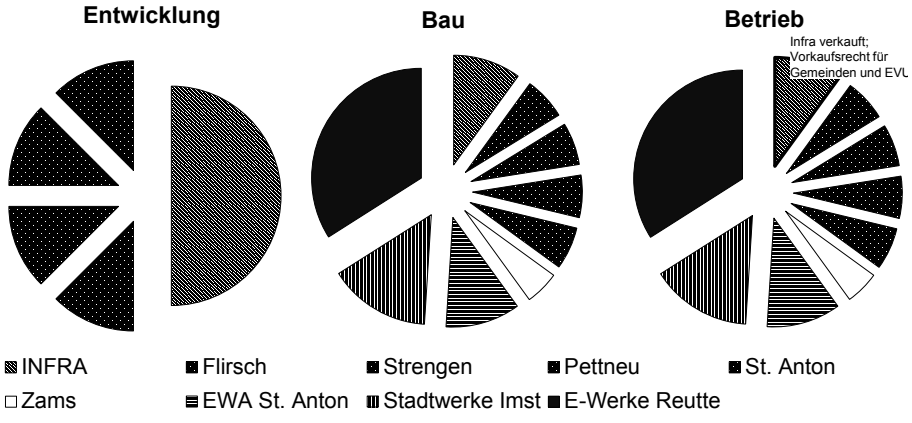
4.2 Beteiligungsprozess

Knapp vor der Einreichung zur Genehmigung gründete die Infra GmbH die Projektgesellschaft WKW Stanzertal GmbH („WKWSt“) und hinterlegte notariell eine Abtretungsoption von 50% der Anteile für die vier Stanzertaler Gemeinden. Ein sofortiger Eintritt der Gemeinden war nicht möglich, da die Finanzierung der Gemeindeanteile noch nicht gesichert war. Während des Genehmigungsprozesses wurde die Finanzierung der Gemeindebeteiligung in einer Rahmenvereinbarung zwischen später eintretenden EVUs (Elektrizitätswerke Reutte AG, Stadtwerke Imst und Energie- & Wirtschaftsbetriebe der Gemeinde St. Anton [„EWA“]), den Stanzertaler Gemeinden (St. Anton, Pettneu, Flirsch und Strengen) und der Infra GmbH gesichert. Dabei wurde sichergestellt, dass die Standortgemeinden ihren gesamten Eigenkapitalbedarf bis zur Genehmigung und einen wesentlichen Teil ihres Eigenkaptalbedarfs während der Bauphase aus nach üblichen Regeln bemessenen Entschädigungen von Standortgemeinden für Kraftwerksbauten und Erlösen aus dem Verkauf von 25% ihrer Anteile abdecken können.

Durch diese Vorgangsweise wurde gewährleistet, dass die Gemeinden in der Genehmigungsphase keine über das eingebrachte Stammkapital hinausgehenden Risiken eingehen mussten. In der Bauphase mussten sie zusätzlich nur für den fremdfinanzierten Teil ihrer Gesellschafterdarlehen haften, was von der Gemeindeaufsichtsbehörde nach einer Darstellung der wirtschaftlichen Gesamtsituation des Projekts ohne Probleme genehmigt wurde.

Nach Abschluss des Rahmenvertrags stand dem Eintritt der Gemeinden mit 50 %-Anteilen in die WKWSt nichts mehr im Wege. Einige Wochen später waren auch die EVUs in die WKWSt eingetreten und etwa ein halbes Jahr später die Gemeinde Zams. Die Standortgemeinden und die Infra GmbH hatten beim Eintritt der EVU ihre Anteile entsprechend reduziert. Der Projektentwickler verkaufte seine restlichen Anteile nach Inbetriebnahme bevorzugt an die Partner, sodass sich am Ende die Gemeinden mit den EVUs im Verhältnis von 30–40 % zu 70–60 % die Anteile an der WKWSt teilen konnten. Abbildung 3 zeigt

Abb. 3: Entwicklung der Beteiligungsverhältnisse



Quelle: Eigene Darstellung

die Beteiligungsverhältnisse bei Gründung, während des Baus und nach Inbetriebnahme.

4.3 Finanzierung

Die Finanzierung des Kraftwerkes setzt sich wie folgt zusammen:

Stammkapital	240.000 Euro
Gesellschafterzuschuss	750.000 Euro
Gesellschafterdarlehen	12.275.000 Euro
OeMAG[3] Förderung	4.600.000 Euro
Bankkredit	39.780.000 Euro
Gesamtinvestition (budgetiert)	57.645.000 Euro

Der Großteil des Eigenkapitals wurde als Gesellschafterdarlehen eingebracht, was bei der erwarteten Liquidität schon vor Erreichen der Gewinnzone Zinszahlungen an die Gesellschafter ermöglichte. Damit kamen alle Gesellschafter vom ersten vollen Betriebsjahr an in den Genuss von Zahlungen, was insbesondere für die Gemeinden interessant war, um das von ihnen aufgenommene Darlehen zurückzahlen und ihr Budget aufbessern zu können. Wann es zu zusätzlichen Ausschüttungen aus Gewinn der Gesellschaft kommt, hängt hauptsächlich von der Strompreisentwicklung ab.

Der Bankkredit wurde als reine Projektfinanzierung abgeschlossen, was bedeutet, dass die Gesellschafter für den Bankkredit nicht haften mussten. Die Banken verlangten lediglich eine betraglich limitierte Baukostenüberschreitungs- und Schuldendienstreservegarantie, eine Garantie für den Ausfall der erst nach Inbetriebnahme endgültig fixierten OeMAG-Förderung sowie eine Strompreisgarantie für die ersten drei Betriebsjahre. Die Standortgemeinden wurden von diesen Garantien ausgenommen und die restlichen Gesellschafter verpflichteten sich, im Risikofall das notwendige Kapital als asymmetrisches Darlehen mit bevorzugten Konditionen zur Verfügung zu stellen. Um eine ausreichende Liquidität in den ersten Betriebsjahren zu gewährleisten, wurde ein Tilgungsplan des Bankkredites mit sehr geringen Tilgungen in den ersten Jahren vereinbart. Es ist geplant, nach einigen Betriebsjahren eine Refinanzierung vorzunehmen, da dann kein Bauzeit- und Baukostenrisiko mehr besteht und somit etwas günstigere Konditionen erreichbar sein müssten.

4.4 Resümee

In einer Zeit von 33 Monaten von der ersten Idee bis zum Spatenstich zu kommen, ist nur durch das gute und vertrauensvolle Zusammenwirken aller Beteiligten gelungen. Es wurde immer darauf geachtet, dass jeder seine Stärken einbringt und so die Schwächen der verschieden Partner nicht oder nur sehr eingeschränkt zum Tragen kamen. In den Gesellschafterversammlungen, bestehend aus Energieversorger, Gemeinden und dem Projektentwickler, wurden bis heute nur einstimmige Beschlüsse gefällt, was sehr nachdrücklich die öffentliche Akzeptanz des gemeinsamen Weges dokumentiert.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Unsere Erfahrungen zeigen, dass durch die frühe Einbindung der Gemeinden in die Projektentwicklung und die Beteiligung an der Projektgesellschaft die NIMBY-Haltung überwunden werden kann. Voraussetzung dafür ist ein ökologisch verträgliches und wirtschaftliches Projekt. Schlüssel für das Erreichen der regionalen Akzeptanz ist der Aufbau eines Vertrauensverhältnisses unter den Projektpartnern. Dies gelingt durch Transparenz, ergebnisoffene Diskussionen mit den Partnern, Beteiligung an Entscheidungen und Erträgen sowie ein glaubwürdiges Bemühen, den gemeinsamen Projekterfolg über die Eigeninteressen zu stellen.

Nicht verschwiegen werden soll, dass bei dieser Vorgangsweise auch einige Herausforderungen zu bewältigen sind, die jedoch bei einer proaktiven Vorgehensweise lösbar zu sein scheinen:

- *Risikoübernahme von Gemeinden*: Gemeinden als Partner in der Projektgesellschaft müssen unternehmerisches Risiko übernehmen, was nur in eingeschränktem Maße möglich und zulässig ist. Hier wäre es wichtig, auch von öffentlicher Seite her diese Einschränkungen durch entsprechende Maßnahmen zu mindern. Damit läge die Last der Risikoübernahme nicht ausschließlich auf den Schultern der nicht öffentlichen Partner, was letztlich die Beteiligungs- und Ertragsmöglichkeiten der Gemeinden erhöhen würde.

- *Akzeptanz des Modells bei EVUs*: EVUs haben manchmal eine verständliche Skepsis und Scheu, mit Gemeinden eine gemeinsame Projektgesellschaft zu gründen. Die unterschiedlichen Interessen und auch Entscheidungsfindungskulturen erschweren die Partnerschaft ebenso wie die nicht symmetrisch verteilten finanziellen Risiken. Andererseits sollten die Vorteile der regionalen Akzeptanz der Projekte während der Genehmigungsphase, dem Bau und dem Betrieb diese Erschwernisse auch für die EVUs bei weitem aufwiegen. Dazu muss v. a. durch gut funktionierende Beispiele und Modelle noch Überzeugungsarbeit geleistet werden.
- *Langfristige Finanzierung*: Gemeinden brauchen von Anfang an zumindest kleine Erträge aus dem Projekt. Dies erfordert einerseits relativ wirtschaftliche Projekte und andrerseits langfristige Finanzierungen. Wasserkraftwerke sind sehr langlebige Projekte (> 60 Jahre) und eine langfristige Finanzierung sollte daher kein Problem darstellen. Für die Banken ist allerdings eine Finanzierung über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren schwer. Hier müssen noch neue Modelle entwickelt werden, denn endfällige Kredite und frühzeitige Refinanzierungen sind nicht in jedem Fall gute Lösungen.

Anmerkungen

1) Heiliger Sankt Florian / Verschon' mein Haus / Zünd' and're an!
2) Not In My BackYard
3) Abwicklungsstelle für Ökostromstromförderungen in Österreich

Literatur

Amt der Tiroler Landesregierung, 2011: Wasserkraft in Tirol, Kriterienkatalog, Kriterien für die weitere Nutzung der Wasserkraft in Tirol, Rev. 3

Bliem, M.G., 2013: Der volkswirtschaftliche Nutzen von Großprojekten – Beispiele für Energie- und Verkehrsinfrastrukturprojekte, Vortrag im Rahmen der IBET am 31.10.2013, Innsbruck

e3 consult GmbH, 2013: Erlöspotential des Wasserkraftwerks Stanzertal durch eine optimierte Speicherbewirtschaftung. Unveröffentlichte Studie im Auftrag der Unicredit

Götz, W.; Krauter, S.; Schwenzer, A., 2011: Erfolgsfaktoren für die Akzeptanz von Erneuerbare-Energie-Anlagen. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen et 61/3 (2011), S. 47–49

Süßenbacher, W.; Knaus, K.; Kabinger, A., 2015: Der kurzfristige Stromhandel in Österreich. 9. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien

Kontakt

Dipl.-Ing. Robert Weidner
Infra Project Development GmbH
Framsweg 16, 6020 Innsbruck, Österreich
E-Mail: r.weidner@infra.at

« »

TA-PROJEKTE

Epistemische Governance für nachhaltige Energietransformationen

Vorstellung des Projekts EnergyCultures

von Thomas Pfister und Sarah Glück, Zeppelin Universität Friedrichshafen

Eine der drängendsten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist die Transformation der vorherrschenden Energiesysteme in Richtung größerer Nachhaltigkeit. Bei diesen Problemstellungen handelt es sich um die komplexe Neuordnung vieldimensionaler soziotechnischer Systeme. Wissensproduktion ist dabei ein zentrales Element bei der Suche und Auseinandersetzung um die Energiesysteme der Zukunft. Die EnergyCultures-Nachwuchsgruppe[1] betreibt Transformationsforschung mit dem Ziel, die Bedingungen, Potenziale und Grenzen transformativer Wissensproduktion und deren Beitrag zur nachhaltigen Neuordnung von Energiesystemen zu ergründen.

1 Aktuelle Situation

Die nachhaltige Entwicklung (nicht nur) der Staaten Europas muss zwangsläufig auch über eine Transformation gegenwärtiger Energiesysteme erfolgen. Der Klimawandel schreitet mehr oder weniger ungebremst voran. Die immensen Risiken der Kernenergie wurden zuletzt durch die Reaktorkatastrophe im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi, aber auch durch die aufwendige Stilllegung der Schachtanlage Asse II bei Wolfenbüttel und die nicht enden wollende Suche nach einer Endlagerstätte in Deutschland deutlich. Auch die geopolitischen und ökologischen Unsicherheiten im Rahmen der Versorgung mit fossilen Energiequellen rücken die Dringlichkeit einer Neuordnung in der deutschen, europäischen und internationalen Energiepolitik immer höher auf der Tagesordnung. Politiker, Wissenschaftler, zivilgesellschaftliche Organisationen und Bürger, nicht nur in Deutschland, stellen sich Fragen nach der zukünftigen Organisationsstruktur von Energiesystemen: Soll die Energiegewinnung zentral oder dezentral organisiert sein? Welche Rolle sollen Technologien wie Fracking zur Gasgewinnung neben Technologien erneuerbarer Energieträger spielen? Auf welche Art und Weise können effizientere Geräte sowie ein intelligentes Stromnetz mit dem Energieverhalten von Konsumenten abgestimmt werden? Oder ganz grundsätzlich, wie kann der Energieverbrauch durch geänderte Verhaltensmuster von Verbrauchern gesenkt werden?

2 Energiesysteme als Energiekulturen

Die Komplexität dieses Vorhabens ergibt sich zum einen aus dem soziotechnischen Charakter von Energiesystemen. Dies bedeutet, dass Energiesysteme nicht nur aus technologischen Infrastrukturen und Energieträgern, sondern ebenso aus Personen (von Fachberufen bis zu Konsumenten), Organisationen und theoretisch-analytischen Konzepten sowie normativen Bewertungen bestehen, die, in Alltagspraktiken verbunden, solch ein System konstituieren. Das hier vorgestellte Projekt EnergyCultures verwendet den Begriff der *Energiekulturen* um die wechselseitigen Abhängigkeiten dieser Elemente, aber auch die Fragilität und Dynamik derartiger Ordnungen zu betonen.

Zum anderen ergibt sich die Komplexität aus der spezielleren Herausforderung, wie eine neue soziotechnische Ordnung der Energie konzipiert, verhandelt, errichtet und kontrolliert werden kann, die zugleich Ressourcen schont, Emissionen minimiert sowie allen Bürgern zugänglich ist und hohe Lebensstandards stützt.

3 Transformation und Transformationsforschung

Umfang und Komplexität dieser Herausforderung implizieren auch, dass (Experten-)Wissen besondere Bedeutung für die Planung, Realisierung und Evaluierung solcher Transformationsprozesse einnimmt. Insbesondere der Wissenschaft wird bei der Suche nach dem Energiesystem der Zukunft sowie nach Wegen und Möglichkeiten seiner Errichtung eine zentrale Rolle zugewiesen. Zugleich stellt sich die Frage nach den Hand-

lungsmöglichkeiten und der Legitimität von Wissenschaft im Rahmen der Neuverhandlung von Energiekulturen, wenn deren soziotechnischer Charakter ernst genommen werden soll.

Neben naturwissenschaftlich-technischen Analysen besteht hoher Bedarf an umfassenderen Perspektiven, die zusätzlich auch die sozialen Dynamiken von Transformationsprozessen sowie deren Aushandlung und Umsetzung im Zusammenspiel mit gesellschaftlichen Akteuren untersuchen und entwickeln. Derartige Ansätze werden u. a. als *transition studies* (z. B. Verbong/Loorbach 2012), *transformative Forschung* (WBGU 2011), *transformative Wissenschaft* (Schneidewind/Singer-Brodowski 2013) oder *socio-energy system design* (Miller et al. 2015) bezeichnet. Auch der deutsche Wissenschaftsrat fordert in einem kürzlich erschienen Positionspapier, großen gesellschaftlichen Herausforderungen in offenen und pluralistischen Prozessen zu begegnen (Wissenschaftsrat 2015).

Diese Perspektiven machen zumindest implizit auch deutlich, dass es sich bei Energietransformationen um grundlegend politische Prozesse handelt. Dabei geht es nicht nur um die Höhe und Verteilung finanzieller, sozialer und ökologischer Kosten, sondern insbesondere auch darum, wie diese auf der konzeptionellen Ebene vorentschieden werden, indem sich bestimmte Problemdefinitionen, theoretische Narrative und normative Festlegungen durchsetzen. Somit wird das Epistemische das Politische, und *Wissenspolitik* bzw. *epistemische Governance* wird zum zentralen Modus der Energietransformation.

4 Zielsetzung

Vor diesem Hintergrund arbeitet die EnergyCultures-Nachwuchsgruppe an drei umfassenderen Themen:

a) die Rolle von Wissen und Wissensproduktion bei der nachhaltigen Neuordnung von Energiesystemen;
b) die Bedingungen und Möglichkeiten, die diese Wissensproduktion transformativ werden lassen;
c) Möglichkeiten, diese grundlegenden Erkenntnisse in politische Kompetenzen, Prozesse und Institutionen zu übersetzen.

5 Energie und Gesellschaft, Wissen und Governance

Die theoretische Perspektive des Projekts speist sich v. a. aus Erkenntnissen und Konzepten der Science and Technology Studies (STS). Die Konzeption von Energiesystemen als *Energiekulturen* betont dabei den – durch ihre Koproduktion bedingten – unübersichtlichen, hybriden und dynamischen Charakter von Energiesystemen, die trotz ihrer Rolle als technologische Infrastrukturen kaum in ihrer Gesamtheit zu erfassen, geschweige denn steuerbar oder „designbar" sind. Auch die Unterscheidung zwischen strukturellem und inkrementellem Wandel ist aus dieser Sichtweise nur in der historischen Rückschau möglich.

In der Gegenwart wird Transformation somit nur in der Form diverser Praktiken und Diskurse des Transformierens sichtbar. Im Rahmen dieser Praktiken werden durch Analysen, Modelle, formale Technikfolgenabschätzungen und breitere Bewertungsprozesse sowie in der öffentlichen Debatte bestimmte Elemente eines Energiesystems verbunden und betont, als problematisch oder zukunftsweisend dargestellt, bewertet und mit bestimmten Zielen und Wertsetzungen in Verbindung gebracht. Sie werden zu „epistemischen Objekten" (Rheinberger 1997; Knorr Cetina 2001) bzw. Bestandteilen von „socio-technical imaginaries" (Jasanoff/Kim 2009).

Bei der wissenspolitischen Gestaltung von Transformationsprozessen geht es darum, bestimmte Verfahrensweisen, Perspektiven, Werte, Analysen, Zielsetzungen und Szenarien gegen andere, parallel bestehende Aspekte von Energiekulturen durchzusetzen. Auf der Ebene von Akteuren und Institutionen lassen sich diese Prozesse in Form „*epistemischer Arbeit*" (Alasuutari/Qadir 2014) betrachten, die diese erbringen, um ihre Perspektiven mit Evidenz zu belegen, als legitim zu rechtfertigen und durch Vernetzung mit anderen Akteuren zu unterstützen.

Dieses Verständnis von Energietransformationen als epistemischer Governance des Wandels von Energiekulturen verlangt insbesondere auch nach einer genaueren Betrachtung der Sozialwissenschaften als Teil der Transformationsforschung. Zum einen können diese einen erheblichen Beitrag zur Transparenz und Öffnung dieser wissenspolitischen Prozesse leisten, indem sie

z. B. die Machtbasis bestimmter, als alternativlos geltender Optionen oder die Entstehung dominanter Analyserahmen und Bewertungsmuster untersuchen. Zum anderen zielt die epistemische Arbeit zahlreicher Akteure, die großen gesellschaftlichen Herausforderungen begegnen wollen, auch darauf ab, neue Formen von Expertenwissen, neue Wissenschaft-Gesellschaft-Beziehungen oder neue „öffentliche Epistemologien" (Jasanoff 2005) zu schaffen. Die Transformationswissenschaft ist gefordert, Konzepte und Verfahren zu entwickeln, mit deren Hilfe derartige Transformationsprozesse zu moderieren, reflexiver und demokratischer zu gestalten sind. Die EnergyCultures-Nachwuchsgruppe untersucht nicht nur konkrete Experimente, die durch transformative Wissensproduktion die wissenspolitische Verhandlung nachhaltigerer Energiesysteme beeinflussen. Zudem richtet sich das Interesse des Projekts darauf, inwiefern die Grenzen und Beziehungen zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft grundlegend neu gezogen werden.

6 Forschungsfelder und empirisches Programm

Die Wissenschaft wird v. a. durch die Fokussierung finanzieller Mittel, durch spezifische Nachfrage nach politikrelevantem Wissen sowie durch entsprechende Beratungs- und Dienstleistungsaufträge aufgefordert, zu den allgemeinen Transformationsbemühungen beizutragen. Gleichzeitig stellen sich z. B. NGOs, die die Bedeutung der wissenspolitischen Komponente „Transformationsprozesse" erkannt haben, explizit als Wissensakteure mit speziellem Know-how dar und verlangen Mitsprache bei der konzeptionellen Neuordnung (nicht nur) von Energiesystemen (z. B. Ober/Paulick-Thiel 2015).

Die empirische Arbeit der EnergyCultures-Nachwuchsgruppe analysiert diese Prozesse schwerpunktmäßig in drei Arenen. Zwei davon bilden öffentlich geförderte Forschungsprogramme, jeweils auf deutscher und EU-Ebene, die zur Neuordnung der Energiesysteme beitragen sollen. Eine weitere konstituiert sich um zivilgesellschaftliche Akteure, die versuchen, von außerhalb der Wissenschaft auf die wissenspolitische Neuordnung von Energietransformationen einzuwirken.

Energieforschung zur deutschen Energiewende

Die deutsche Energiewende ist möglicherweise das beste Beispiel für die oben beschriebenen Transformationsprojekte. Im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung wird die Wissenschaft explizit aufgefordert, zum Gelingen dieses Projektes beizutragen. Zudem werden neben der Suche nach naturwissenschaftlich-technischen Lösungen, v. a. im Kontext des Rahmenprogramms FONA, Räume und Schnittstellen für *sozial-ökologische* Transformationsforschung geschaffen, in denen z. B. der Diskurs zu transdisziplinärer Nachhaltigkeitsforschung Fuß fassen konnte.

Die EU-Rahmenprogramme

Auch das aktuelle EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation *Horizon2020* definiert *sichere, saubere und effiziente Energie* als eine zentrale gesellschaftliche Herausforderung, zu deren Bewältigung die europäische Wissenschaft beitragen soll. De facto begegnet die europäische Energieforschung dieser Herausforderung bisher fast ausschließlich mit technologischen Lösungen. Mit Konzepten wie *verantwortlicher Forschung und Innovation* oder *Wissenschaft mit der und für die Gesellschaft*, werden Bestrebungen in der EU-Forschungspolitik sichtbar, Transformationsprozesse durch Kooperationen zwischen zivilgesellschaftlichen, politischen und wissenschaftlichen Akteuren zu öffnen. Auswirkungen dieser Konzepte innerhalb der Energieforschung sind ein zentraler Bestandteil der Forschung in der Nachwuchsgruppe.

Zivilgesellschaft und soziale Bewegungen

Neben der Wissenschaft wird auch in anderen Gesellschaftsbereichen Wissen produziert, das im Kontext von Energietransformationen relevant ist (z. B. Innovationen), bzw. auf deren Beeinflussung zielt. In dieser Dimension fokussiert sich die Arbeit der EnergyCultures exemplarisch auf zivilgesellschaftliche Akteure, die die Entwicklung suffizienterer, weniger energieintensiver Lebensstile und Arbeitsweisen anstreben.

Methodisch nimmt das Projekt eine qualitative Perspektive ein. In einem ersten Schritt wird dabei im Rahmen von *Situationsanalysen*

(Clarke 2005) für jedes Feld eine Karte der entscheidenden Akteure, Institutionen und Diskurse erstellt. Auf dieser Grundlage können in einem zweiten Schritt Bereiche für eine intensivere Betrachtung identifiziert werden. Besonderes Interesse liegt hier auf Kontroversen und Experimenten, in welchen die Prozesse, Bedingungen und Grenzen transformativen Wissens sowie dessen Beitrag für die nachhaltige Neuordnung von Energiesystemen sichtbar werden können.

7 Praktische Relevanz für die Governance von Energietransformationen

Grundlegende Erkenntnisse über die wissenspolitischen Herausforderungen bei der Bewältigung großer gesellschaftlicher Transformationsprozesse sind von hoher praktischer Relevanz für Akteure, die in diesen Kontexten operieren. So sehen sich Politik, Zivilgesellschaft und Unternehmen zunehmend gefordert, ihre Ziele auf der konzeptionellen Ebene durchzusetzen. Sie sehen sich unter Druck, die Kapazitäten und Kompetenzen zu entwickeln, um zu diesen Prozessen Zugang zu erhalten und sich darin durchsetzen zu können. Wissenschaftspolitik, Projektträger oder nationale Kontaktstellen stehen vor der Aufgabe, konkrete Nachfragen nach relevantem Wissen für Transformationsprozesse zu formulieren, was nicht nur eine neue Balance zwischen wissenschaftlicher Exzellenz und gesellschaftlicher Relevanz, sondern auch eine breitere Einbeziehung unterschiedlicher Bestände an Transformationswissen bedarf. Wissenschaft, wissenschaftliche Politikberatung, aber auch parlamentarische Technikfolgenabschätzung sehen sich gefordert, in offeneren Prozessen mit einer größeren Bandbreite von Anspruchsgruppen zu interagieren. Daher plant die EnergyCultures-Nachwuchsgruppe im weiteren Verlauf praxisorientierte Module v. a. zur Entwicklung von Kompetenzen im Bereich wissenspolitischer Governance von Transformationsprozessen.

Anmerkung

1) Die EnergyCultures-Nachwuchsgruppe wird vom BMBF gefördert (Förderkennzeichen: 01LN1312A).

Literatur

Alasuutari, P.; Qadir, A., 2014: Epistemic Governance: An Approach to the Politics of Policy-Making. In: European Journal of Cultural and Political Sociology 1/1 (2014), S. 67–84

Clarke, A., 2005: Situational Analysis: Grounded Theory after the Postmodern Turn. London

Jasanoff, S., 2005: Designs on Nature: Science and Democracy in Europe and the United States. Princeton

Jasanoff, S.; Kim, S.-H., 2009: Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea. In: Minerva 47/2 (2009), S. 119–146

Knorr Cetina, K., 2001: Objectual Practice. In: Schatzki, T.R.; Knorr-Cetina, K.; von Savigny, E. (Hg.): The Practice Turn. London, S. 175–188

Miller, C.A.; Richter, J.; O'Leary, J., 2015: Socio-energy Systems Design: A Policy Framework for Energy Transitions. In: Energy Research & Social Science 6 (2015), S. 29–40

Ober, S.; Paulick-Thiel, C., 2015: Zivilgesellschaft beteiligen – Perspektiven einer integrativen Forschungs- und Innovationspolitik. In: Forschungswende Working Paper 06 (2015). Berlin. http://www.forschungswende.de/fileadmin/uploads/user_upload/Zivilgesellschaft_beteiligen.pdf (download 14.9.15)

Rheinberger, H.-J., 1997: Toward a History of Epistemic Things. Synthesizing Proteins in the Test Tube. Stanford

Schneidewind, U.; Singer-Brodowski, M., 2013: Transformative Wissenschaft: Klimawandel im deutschen Wissenschafts- und Hochschulsystem. Marburg

Verbong, G.; Loorbach, D., 2012: Governing the Energy Transition: Reality, Illusion or Necessity? London

WBGU, 2011: Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten. Berlin

Wissenschaftsrat – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, 2015: Zum wissenschaftspolitischen Diskurs über Große gesellschaftliche Herausforderungen. Positionspapier (27.4.2015); http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4594-15.pdf (download 6.11.15)

Kontakt

Dr. Thomas Pfister
Zeppelin Universität
Am Seemooser Horn 20, 88045 Friedrichshafen
E-Mail: thomas.pfister@zu.de
Internet: http://www.zu.de/energycultures

« »

Bioökonomie als soziotechnische Gestaltungsaufgabe

Anforderungen für eine „Good Governance“

von Dirk Scheer, Dialogik gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH, Stuttgart

Wie lässt sich soziotechnischer Wandel im Kontext der Bioökonomie aktiv gestalten? Und wie kann mit Risiko, Unsicherheit, Nicht-Wissen und Komplexität entlang der Wertschöpfungsketten umgegangen werden? Diese Fragestellungen stehen im Mittelpunkt des laufenden Forschungsprojekts „Good Governance Bioökonomie“, das im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung der Bioökonomiestrategie Baden-Württembergs gefördert wird. Im Sinne einer passgenauen Begleitforschung wird das Projekt empirisch auf die bereits geförderten technischen Bioökonomieprojekte im Bereich Lignocellulose und Biogas zurückgreifen, um über Expertengespräche und Interviews Bandbreiten, Einflussfaktoren und Gestaltungspotenziale für den Übergang zu einer biobasierten Wirtschaft zu ermitteln.

1 Hintergrund

Das Konzept der Bioökonomie verspricht nicht weniger als die Zusammenführung von Wirtschaft und Nachhaltigkeit. Mit Hilfe wissensbasierter (technologischer) Innovationen wird in zentralen Wirtschaftsbereichen eine Umstellung von fossilen auf erneuerbare, biologische Ressourcen angestrebt, um Produkte, Dienstleistungen und begleitende Prozesse nachhaltig und zugleich zukunfts- und wettbewerbsfähig zu gestalten. Eine biobasierte Wirtschaft soll dazu beitragen, die globalen Herausforderungen zu bewältigen: ausreichende und gesunde Ernährung der Weltbevölkerung, ressourcenschonende und wettbewerbsfähige Rohstoff- und Energieversorgung sowie dauerhafter Umwelt- und Klimaschutz. Mit dem Forschungsprogramm „Bioökonomie Baden-Württemberg“ fördert die Landesregierung die bioökonomische Transformation in den drei Bereichen Biogas, Lignocellulose und Mikroalgen. Über eine sozialwissenschaftliche Begleitforschung soll zudem die in der Bioökonomie angelegte Komplexität von Wirkungszusammenhängen erfasst und analysiert werden.

Erfolgreiche Innovationen sind von drei Bedingungen abhängig (Kemp 1997; Voss et al. 2006; Jänicke/Jacob 2006): der Bereitschaft der Anwender, diese Neuerungen einzuführen; der Bereitschaft der späteren Nutzer, die Produkte zu einem wirtschaftlich tragfähigen Preis abzunehmen und der Wirkung von rechtlichen, politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, durch die Chancen verbessert und Risiken verringert werden sollen. Das Projekt „Good Governance Bioökonomie“ ist vor allem auf den dritten Einflussbereich der Rahmenbedingungen ausgerichtet und thematisiert (politische) Gestaltungspotenziale eines soziotechnischen Wandels. Kernelemente einer soziotechnischen Steuerungsfähigkeit sind die Charakteristika des Technikfeldes und begleitender Innovationsprozesse, die Konfiguration daran beteiligter Akteure sowie unterschiedliche technikgestaltende Steuerungsansätze (Dierkes/Hoffman 1992; Coenen 2002; Geels 2004; Dolata 2008). Eine Analyse dieser vier Elemente (Technik, Innovation, Akteur, Governance) ist wesentlich (Scheer 2006), um robuste Empfehlungen für eine „Good Governance“ der Bioökonomie zu entwickeln.

2 Das Projekt „Good Governance Bioökonomie“

2.1 Projektziele

Ziel des Forschungsprojekts ist es, die im Rahmen des baden-württembergischen „Forschungsprogramms Bioökonomie“ forcierten Forschungsfelder Biogas und Lignocellulose vergleichend auf die für eine erfolgreiche Umsetzung notwendigen Governance-Strukturen und Implementierungsbedingungen zu untersuchen. Die Konkretisierung erfolgt in beiden Fällen über einen ganzheitlichen Wertschöpfungskettenansatz. Im Bereich Biogasproduktion werden Substratproduktion und -bereitstellung, der Konversionsprozess und die Nutzung der Konversionsprodukte einbezogen. Im Bereich der Lignocellulose stehen Produktion, Konversion und Nutzung von lignocel-

lulosehaltiger Biomasse für biobasierte chemische Produkte und Energieträger im Vordergrund. Für beide Fallstudien werden die bestehenden und sich abzeichnenden Risiken und Unsicherheiten sowie Komplexitäten und Ambivalenzen entlang der Wertschöpfungskette systematisch und vergleichend untersucht. Neben der systematischen Analyse von Diffusions- und Implementationsbedingungen steht auch die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen im Vordergrund, wie die Chancen durch die Setzung von Rahmenbedingungen verbessert und mögliche Risiken bei der Implementierung bioökonomischer Wertschöpfungsketten vermindert werden können.

2.2 Vorgehensweise

In einem ersten Schritt werden die soziotechnischen Innovationen von Biogas- und Lignocellulose-Wertschöpfungsketten rekonstruiert und abgebildet. Die Charakterisierung der Wertschöpfungsketten erfolgt über eine detaillierte Beschreibung der Risiken und Unsicherheiten sowie der Komplexität und Ambivalenz entlang der Wertschöpfungsketten. Dieser problemorientierte Zugang dient dazu, die Heterogenität der Bioökonomie aufzuzeigen und unterschiedliche Implikationen auf Politik-, Wirtschafts- und Gesellschaftsbereiche sichtbar zu machen. Auf Basis eines vergleichenden Analyserahmens lassen sich dann Gemeinsamkeiten und Unterschiede entlang der Biogas- und lignocellusosebasierten Produktwege abgleichen.

Anhand dieser vergleichenden Darstellung werden exemplarische Innovationen aus dem Bereich Biogas und Lignocellulose ausgewählt, für die über vertiefende Analysen der Wertschöpfungskette und der dort zu erwartenden Wirkungen Governance-Anforderungen abgeleitet werden. Dafür in Frage kommende Innovationen sind bei der Lignocellulose bspw. der Einsatz von Miscanthus (eine Grasart mit hohem Energiepotenzial) oder Kurzumtriebsplantagen (Anpflanzung schnell wachsender Bäume wie Pappeln oder Weiden), Aufschluss- und Konversionsverfahren wie Pyrolyse oder hydrothermale Verfahren zur Erzeugung von energiereichen, festen oder flüssigen Zwischenprodukten, die dann effizient weiter in Synthesegas umgewandelt werden können. Auf Produktebene sind Innovationen wie Monomere (insbesondere Zucker-Monomere zur Herstellung chemischer Grundstoffe wie Milchsäure, Essigsäure oder Ethanol), „grüne“ Tenside (aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellte Wasch- und Reinigungsmittel) oder Bionische Composite (z. B. Kunststoffe, Faserverbundwerkstoffe) relevant. Im Anwendungsfeld Biogas beziehen sich Innovationen bspw. auf Biogassubstrate, die überwiegend nicht in Konkurrenz zu Nahrungsmitteln stehen. Dies sind etwa pflanzliche Reststoffe wie Getreideausputz, Melasse, Rapspresskuchen oder auch Nicht-Nahrungspflanzen wie Sudangras oder Zuckerhirse (Weiland 2009). Auch werden Innovationen für die verbesserte Integration von Biogas in das Erdgasnetz in der Analyse mit berücksichtigt. In einem weiteren Schritt werden die vorliegenden Analysen entlang der Wertschöpfungsketten hinsichtlich ihrer Akteurs- und Governance-Struktur analysiert. Daneben wird die Frage behandelt, welche bestehenden Regelungen und rechtlichen Bedingungen bei der Diffusion neuer bioökonomischer Verfahren und Anwendungen gelten.

Darauf aufbauend werden Handlungsempfehlungen für eine aktive Steuerung der Bioökonomie abgeleitet und entwickelt. Dabei werden zunächst unterschiedliche Steuerungskonzepte differenziert, denen verschiedene (politik-)instrumentelle, kommunikative und partizipative Elemente zugrunde liegen. Diese Steuerungskonzepte werden dann von Expertinnen und Experten diskutiert und bewertet. Dies erfolgt über ein Gruppen-Delphi, bei dem die verschiedenen Instrumente und Steuerungsformen von einer interdisziplinär zusammengesetzten Expertenrunde nach den Kriterien der Effektivität, Effizienz, Fairness, Resilienz und Akzeptanz bewertet werden.

Die Delphi-Methode zielt darauf ab, eine möglichst große Bandbreite von Expertenurteilen zu erhalten (Turoff 1970; Pill 1971; Linstone/Turoff 2002). Die Variante des Gruppen-Delphi orientiert sich im Gegensatz zum traditionellen Delphi an einem Workshop-Konzept (Webler et al. 1991). Inhaltlich geht es bei dem Gruppen-Delphi um die Entwicklung und Übersetzung bioökonomischer Innovationen und Wertschöpfungsketten in einen sektorübergreifenden Transformationsprozess, bei dem gesellschaftliche,

technische und marktliche Bedingungen für die erfolgreiche Diffusion angesprochen werden. Dies kann sich bspw. auf folgende übergreifenden Aspekte beziehen:

- notwendige Veränderungen im Nutzer- und Verbraucherverhalten,
- Akzeptanzprobleme und Technikkonflikte um Anbauflächen oder Produktionszyklen,
- Anreizsysteme und geeignete politische und ökonomische Randbedingungen,
- Umgang mit möglicherweise neu auftretenden Risikotypen,
- die Verbindung formeller Planungsverfahren mit stärkerer gesellschaftlicher Partizipation sowie
- adäquate Betreibermodelle für die stoffliche und energetische Nutzung von bioökonomischen Ressourcen.

3 Fazit

Die Bioökonomie kommt derzeit vor allem als ein (technologisches) Versprechen mit großer Reichweite daher. Inwieweit dieses Versprechen einzulösen ist, hängt entscheidend von der soziotechnischen Konfiguration und Einbettung der Bioökonomie ab. Die Analyse des Zusammenspiels von Technik, Innovation, Akteur und Governance steht im Mittelpunkt des vorgestellten Projekts „Good Governance Bioökonomie“, bei dem aktive Gestaltungsoptionen des soziotechnischen Wandels im Kontext der Bioökonomie sondiert und Aspekte des Risikos, der Unsicherheit und Komplexität sowie Ambiguität entlang konkreter biobasierter Wertschöpfungsketten untersucht werden.

Literatur

Coenen, R., 2002: Umlenken auf nachhaltige Technologiepfade. In: Grunwald, A. (Hg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von der Konzeption zur Umsetzung. Berlin, S. 389–405

Dierkes, M.; Hoffmann, U. (Hg.), 1992: New Technology at the Outset. Social Forces in the Shaping of Technological Innovations. Frankfurt a. M.

Dolata, U., 2008: Soziotechnischer Wandel, Nachhaltigkeit und politische Gestaltungsfähigkeit. In: Lange, H. (Hg.): Nachhaltigkeit als radikaler Wandel. Die Quadratur des Kreises? Wiesbaden, S. 261–286

Geels, F.W., 2004: From Sectoral Systems of Innovation to Socio-technical Systems. Insights About Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory. In: Research Policy 33/6–7 (2004), S. 897–920

Jänicke, M.; Jacob, K. (Hg.), 2006: Environmental Governance in Global Perspective. New Approaches to Ecological Modernisation. FFU-Report 01-2006, Forschungsstelle für Umweltpolitik, FU Berlin

Kemp, R., 1997: Environmental Policy and Technical Change. A Comparison of the Technological Impact of Policy Instruments. Cheltenham

Linstone, H.A.; Turoff, M. (Hg.), 2002: The Delphi Method: Techniques and Applications. New Jersey

Pill, J., 1971: The Delphi Method: Substance, Context, a Critique and an Annotated Bibliography. In: Socio-Economic Planning Sciences 5/1 (1971), S. 57–71

Scheer, D., 2006: Environmental Governance and Integrated Product Policy. In: Scheer, D.; Rubik, F. (Hg.): Governance of Integrated Product Policy. Sheffield, S. 44–68

Turoff, M., 1970: The Design of a Policy Delphi. In: Technological Forecasting and Social Change 2/2 (1970), S. 149–171

Voss, J.-P.; Bauknecht, D.; Kemp, R., (Hg.), 2006: Reflexive Governance for Sustainable Development. Cheltenham

Webler, Th.; Levine, D.; Rakel, H. et al., 1991: A Novel Approach to Reducing Uncertainty: The Group Delphi. In: Technological Forecasting and Social Change 39/3 (1991), S. 253–263

Weiland, P., 2009: Verbesserung der Effizienz und Umweltverträglichkeit von Biogasanlagen. In: Bley, T. (Hg.): Biotechnologische Energieumwandlung: Gegenwärtige Situation, Chancen und künftiger Forschungsbedarf. Berlin, S. 61–71

Kontakt

Dr. Dirk Scheer
Dialogik gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikation- und Kooperationsforschung mbH
Lerchenstraße 22, 70176 Stuttgart
Tel: +49 6221 6733986
E-Mail: scheer@dialogik-expert.de

« »

DISKUSSIONSFORUM

Desorientierung der TA oder Orientierungsgewinn?

Einige Anmerkungen zum Vorschlag, die TA hermeneutisch zu erweitern

von Knud Böhle, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe

Gegenüber der von Armin Grunwald geforderten „hermeneutischen Wende" der TA angesichts spekulativer Technikzukünfte und kontroverser Debatten um die „New and Emerging Sciences and Technologies" (NEST), wird hier für eine praxis- und prozessorientierte TA auch im Fall der NEST argumentiert. Die unterschiedliche Sicht folgt aus der jeweiligen Bestimmung der Ausgangssituation. Grunwald folgert aus dem Umstand, dass es bei den NEST kein robustes Wissen über ihre künftigen Folgen gibt, dass der TA nichts anderes übrig bliebe als sich hermeneutisch mit den visionären Narrativen der NEST und den zugehörigen Debatten zu befassen, um so doch noch Orientierungswissen zu generieren. Dieser Letzte-Ausweg-Ansatz blendet aus, so die Kritik, dass es zu dem Zeitpunkt, an dem TA sich mit einer der NEST zu befassen beginnt, schon manifeste soziotechnische Innovationsprozesse im Gang sind, es einen dazu gehörigen Sachstand der wissenschaftlich-technischen NEST-Entwicklung gibt, und auch schon Politiken, die auf visionäre Narrative rekurrieren. Eine an den laufenden Innovationsprozessen ansetzende TA, so die Gegenthese, sollte deshalb auch im Fall von NEST-Entwicklungen in der Lage sein, ohne Umwege politikrelevante Orientierungsleistungen zu erbringen.

Grunwald (2015) plädiert für eine „hermeneutische Erweiterung der TA", die – um das hier eingangs in aller Kürze zu rekapitulieren – folgendermaßen begründet wird (vgl. auch Grunwald 2014a; Grunwald 2014b): In Bezug auf die „New and Emerging Science and Technologies" (NEST) gibt es keine Möglichkeit robustes „Folgenwissen" zu generieren, das Politik und Gesellschaft orientieren könnte. Womit man zu tun habe, seien lediglich spekulative Zukunftserwartungen, Visionen oder Befürchtungen. Unter diesen Umständen sei eine „hermeneutische Wende" (2015, S. 67) vorzunehmen, indem man sich den teils sehr lebhaften und kontroversen Debatten um NEST zuwendet und sie als Ausdruck unserer Gegenwart deutet. Hierbei sei einzubeziehen, „was die Tatsache, dass diese Debatten heute stattfinden, über uns heute aussagt" (2015, S. 66). Die Divergenz der Zukünfte spiegele die Pluralität der Gegenwart, und diese sei nicht nur eine Pluralität der Werte, sondern auch eine der wissenschaftlichen wie der außerwissenschaftlichen Meinungen über epistemisch nicht klassifizierbare Zukunftsbilder. Deshalb sollen hermeneutische Untersuchungen zur Quelle der Generierung von Orientierung werden, wobei die erwartete Orientierungsleistung darin bestünde, „aus Technikzukünften in ihrer Diversität etwas über uns, unsere gesellschaftlichen Praktiken, unterschwelligen Sorgen, impliziten Hoffnungen und Befürchtungen lernen zu können" (2015, S. 68). Zur Durchführung solcher Untersuchungen müssten Sprachwissenschaften, hermeneutische Ansätze in Philosophie und Geisteswissenschaften, Kulturwissenschaften und auch die Hermeneutik in der Kunst „an Bord der TA kommen" (2015, S. 68). Dazu sei angemerkt: Die angeregte hermeneutische Erweiterung der TA ist gegenwärtig noch Desiderat, und die erhoffte Orientierungsleistung wurde bisher an keinem konkreten Fall erwiesen.

1 Technology Assessment ist schon immer hermeneutisch gewesen

Ohne Frage kann die Technikfolgenabschätzung von den Erkenntnissen einer Hermeneutik, die sich der Technik, der Zukunft und den Technikzukünften zuwendet, profitieren. Grunwald selbst (vgl. etwa 2012) und andere Philosophen (etwa Kaminski 2010 und neuerdings z. B. Gransche 2015; Kaiser 2015; Grübler 2015) haben dazu für die TA außerordentlich relevante Arbeiten verfasst. Das reicht aber nicht aus, um von der Notwendigkeit einer hermeneutischen Erweiterung der TA zu sprechen. TA hat schon immer das Wissen unterschiedlichster Disziplin-

nen und Wissenschaftszweige einbeziehen müssen – Technikrecht, Governance- und Innovationsforschung, Wissenschaftsforschung, Risikoforschung, Techniksoziologie, hermeneutische Technikphilosophie, Technikgeschichte, Ethik etc. –, ohne dass daraus spezielle TA-Varianten hervorgegangen wären.

Auch ohne das Adjektiv „hermeneutisch" zu führen, ist Technology Assessment in mehrfacher Hinsicht schon immer „hermeneutisch" gewesen. Der englische Ausdruck wird hier bewusst verwendet, um die in „Technikfolgenabschätzung" mitgegebene „konsequentialistische" Engführung auf „Folgen" zu vermeiden. Technology Assessment ist dem gegenüber weiter gefasst und lässt sich allgemein als die Aufgabe verstehen, die Bedeutung vor allem neuer Technologien (sozial, sachlich, zeitlich) zu ermitteln und einzuschätzen. Dazu gehört es auch, die unterschiedlichen, durch Interessen, Ressourcen, Positionen und Werte geprägten Perspektiven einzunehmen und deutend zu verstehen. Dazu gehört ohne Frage auch, sich mit den Schriften und Werken, in denen diese Sichtweisen zum Ausdruck kommen, zu befassen. TA muss sich außerdem im Sinne eines „Know-how" darauf verstehen, „funktional bzw. akteursspezifisch differenzierte Perspektiven und Präferenzen in solche mit allgemeinen Geltungsanspruch zu transformieren" (Gloede 2007, S. 45) und eine Expertise zu erbringen, die von der Politik als anschlussfähig erachtet wird. Insofern TA in Debatten und Verständigungsprozesse involviert ist, ist auch hier Verstehen vorausgesetzt. Auch an der Generierung von Bedeutungen und Bedeutsamkeiten – Jung würde hier von „produktiver Hermeneutik" sprechen (2012, S. 23) – ist TA beteiligt, wenn etwa durch TA-Beiträge zu Diskursen ein anderes Verständnis soziotechnischer Zusammenhänge entsteht oder neue Optionen im politischen Raum diskutiert werden. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass wer sich für eine „hermeneutische Erweiterung der TA" ausspricht, über die skizzierten Bezüge hinausgehen und explizieren sollte, von welcher philosophischen oder soziologischen Hermeneutik und welchen hermeneutischen Methoden (vgl. etwa Jung 2012; Hitzler/Honer 1997; Kurt/Herbrik 2014) er sich bei einer Erweiterung der TA etwas verspricht.

2 Für ein Technology Assessment der NEST

Im Folgenden soll kurz erläutert werden, dass ein Technology Assessment der NEST, trotz einiger Besonderheiten, ohne weiteres möglich erscheint. Technology Assessment (TA) lässt sich – kurz gefasst – als die wissenschaftliche Analyse von dynamischen und komplexen, soziotechnischen Konstellationen in Politik beratender Absicht verstehen. Das schlägt sich in Zuschnitt und Stil der Arbeiten nieder. Die politische Öffentlichkeit bildet den Entdeckungszusammenhang von Problematisierungen, die sich z. B. als „hope, hype and fear" äußern und mit Erwartungen verbunden sind, dass die Probleme vom politischen System aufgegriffen und bearbeitet werden. TA ist dann „problemorientierte Forschung" in Bezug auf diese im politischen Raum artikulierten Probleme. TA-Studien richten sich an Instanzen des politischen Systems *und* an die politische Öffentlichkeit. Ihre Ergebnisse sind als Beiträge zum politisch-öffentlichen Diskurs zu verstehen. Wissenschaftliche und technische Entwicklungen können in jeder Phase ihres Lebenszyklus problematisch und damit zum Gegenstand von TA werden, also auch im frühesten Stadium der Technikgenese bzw. im NEST-Zustand.

An drei zentralen Elementen lässt sich zeigen, dass die TA von NEST zwar Besonderheiten aufweist, aber trotzdem mit dem Standardinventar der TA bearbeitet werden kann:

1. Die Analyse kognitiv-praktischer Orientierungen in Innovationsprozessen ist für jede TA essentiell – unabhängig vom Stadium der Entwicklung und der konkreten Form des Orientierungswissens.
2. Da an den Innovationsprozessen, mit denen die TA sich befasst, lebende Akteure beteiligt sind, stehen über hermeneutische Text- und Medienanalysen hinaus, immer auch soziologische und partizipative Ansätze zur Verfügung, um die Bedeutung neuer Technologien zu ermitteln.
3. Auch bei den NEST ist es möglich, den wissenschaftlich-technischen Sachstand einzuholen.

Ad 1) Kognitiv-praktische Orientierungen in Innovationsprozessen

Inventions- und Innovationsprozesse (auch Transformationsprozesse) sind ohne kognitiv-praktische

Orientierungen nicht denkbar. Das wusste schon die alte Leitbildforschung (Dierkes et al. 1992), es ist aber im Zuge der NEST-Debatten und des gleichzeitig aufkommenden „Vision Assessment" wieder stärker ins Bewusstsein der TA-Community getreten. Das neu entfachte Interesse an der „Zukunft", den „Zukünften", an Antizipation und „vorausschauendem Denken" tut ein Übriges dazu.

Kognitiv-praktische Orientierungen müssen aber nicht unbedingt Technikzukünfte sein. Es können auch, wie Jasanoff/Kim (2009) für den (herrschenden) Diskurs zur Atomenergie in den USA herausgearbeitet haben, recht starre Ideologeme als leitende „socio-technical imaginaries" auftreten. Im Falle „neuer" Technologien dürften häufig Prospektionen und Antizipationen vorliegen. Bemerkenswert sind Anzeichen in der Forschung, stärker als bisher auf die Orientierungsfunktion nicht evidenten Wissens in unterschiedlichen Praxisfeldern zu achten. Für die Ökonomie hat z. B. Beckert die Bedeutung fiktionaler Erwartungen (Beckert 2013) herausgearbeitet. Möglicherweise wirken selbst konsequentialistisch auftretende Technikzukünfte, wie Prognosen oder Modelle, nicht deshalb, weil ihr Wissen evident wäre, sondern weil die gewählte Wissensform in der Lage ist, Geltungsansprüche zu transportieren, Unsicherheit zu reduzieren und Entscheidungen zu legitimieren (vgl. etwa Scheer 2013 für Computersimulationen und Dieckhoff 2015 für Klimamodelle und -szenarien).

Wenn es so ist, dass die Handlungsfähigkeit in der Gegenwart durch Annahmen über die Zukunft, z. B. in Form von Technikzukünften (Prognosen, Modelle, visionäre Narrative etc.), hergestellt wird, dann ist die Frage zentral, wie diese Formen in der Innovationspraxis, zu der auch die politische Praxis gehört, wirken. Die Wirkung visionärer Narrative in Innovationsprozessen zu erforschen, ist da nur ein spezieller Fall.

Orientierendes Wissen, egal in welcher Form, tritt nicht von außen hinzu, sondern entsteht in der Praxis, in der es verwendet wird (vgl. zu einer „epistemology of practice" Cook/Wagenaar 2012). Im einfachsten Fall, auf den Burg (2014) (in ihrer Antwort auf Nordmann 2014) abstellt, geht es um die praktisch notwendige Rolle von Antizipationen im Forschungsprozess: „they help to give meaning to present research and development actions, based on imaginations of the actions that could follow them" (2014, S. 101). Die Überlegungen von Schulz-Schaeffer (2013) zur Orientierung von Technikentwicklung durch Szenarien entsprechen dem, ebenso wie die Untersuchungen von Lösch/Schneider (2015 i. E.) zur Funktion der Smart-Grid-Visionen in Realexperimenten im Kontext der Energiewende oder die Beobachtung der Wirksamkeit „konkret-utopischer" Orientierung in Open-Design-Entwicklergruppen (Schneider 2014). Zukunftsvorstellungen interessieren die TA mithin eben nicht nur hermeneutisch – bezogen auf das, was als wünschenswert und machbar vorgestellt wird –, sondern in einer funktionalen Perspektive auch dahingehend, was sie ermöglichen bzw. welche Handlungs- und Koordinationsprobleme in Innovationsprozessen sie zu bewältigen helfen.

Ad 2) Empirische Sozialforschung für die Analyse soziotechnischer Konstellationen

Die Analyse soziotechnischer Innovationsprozesse in Politik beratender Absicht impliziert die Untersuchung der Multiperspektivität von Interessen und Präferenzen und der kognitiv-praktischen Orientierungen (Visionen, Leitbilder, Weltanschauungen u. a.), die dabei eine Rolle spielen. Wenn in der politischen Öffentlichkeit Nachfrage nach TA entsteht, ist im Normalfall immer schon auswertbares Wissen vorhanden, weil über die zu untersuchenden Phänomene oder Probleme schon Studien vorliegen, weil es Strategiepapiere gibt, Lobbys und NGOs Stellungsnahmen erarbeitet und die Medien das Thema aufgegriffen haben, kurzum ein öffentlicher Diskurs bereits im Gange ist. Diesen Diskurs zu kennen, ist unumgänglich. Dazu verhelfen Diskursanalysen, Medienanalysen, Argumentationskartierungen, Synopsen und sicherlich auch hermeneutische Analysen.

Häufig dürfte die Rekonstruktion des Diskurses aber nicht ausreichen, weil das für ein Assessment in Politik beratender Absicht benötigte Wissen noch gar nicht in ausreichendem Maße explizit vorhanden ist. Die multiplen Perspektiven, Präferenzen und Interessen in soziotechnischen Konstellationen liegen noch gar nicht artikuliert vor, und müssen folglich erst mittels sozialwissenschaftlicher Methoden erhoben werden. Repräsentative Umfragen, Experteninterviews, Delphi-Befragun-

gen, Fokusgruppen, Workshops, teilnehmende Beobachtung und anderes mehr können hier zum Einsatz kommen. Diese Methoden stehen auch zur Untersuchungen der NEST zur Verfügung, denn selbst wenn man annähme, dass noch nicht viel an Technik vorhanden ist, an relevanten Akteuren fehlt es nicht. Die Analyse visionärer Narrative muss sich nicht darauf beschränken, in klassisch hermeneutischer Weise den Sinn von Texten und Werken abwesender Autoren zu interpretieren. Die am Innovationsprozess beteiligten Akteure stehen (trotz möglicher Probleme des Feldzugangs) zur Verfügung und es besteht die Möglichkeit, mit ihnen zu kommunizieren und darüber auswertbares Material und neue Einsichten über den Innovationsprozess zu gewinnen.

Ad 3) Sachstand der NEST

TA muss sich mit den konkreten wissenschaftlichen Entwicklungen, Artefakten und technischen Systemen befassen, und den naturwissenschaftlichen und technischen Sachstand einholen, um eine Einschätzung des heute und zukünftig Machbaren zu gewinnen. Es gehört zu den wichtigen Aufgaben der TA, hochfliegende Erwartungen durch Konfrontation mit dem Sachstand auf das in absehbarer Zeit Mögliche zu reduzieren und dadurch zur politischen und gesellschaftlichen Orientierung beizutragen. In dem Zusammenhang wird häufiger von einem „reality check“ gesprochen. Dieser „reality check“ erfolgt sowohl über Dokumentenanalysen (unter anderem auch Patentanalysen oder bibliometrische Publikationsauswertungen) als auch mittels sozialwissenschaftlicher Methoden wie Experteninterviews oder Delphi-Befragungen, die in der Sache kompetente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dazu veranlassen sollen, ihre Einschätzungen mitzuteilen. Fachwissenschaftler im Projektteam, Gutachten von Experten oder die längerfristig angelegte Teilnahme von TA-Forschern in entsprechenden Forschungseinrichtungen bieten sich als zusätzliche Wege an, den Sachstand zu ermitteln. Bezogen auf visionäre Narrative dürfte gerade der „reality check“ der TA dazu beitragen, überzogene Erwartungen abzubauen und dadurch politische Handlungsmöglichkeiten zu eröffnen. Beispiele sind etwa die Studien des TAB zur Nanotechnologie (Paschen et al. 2004) oder zum kognitiven Enhancement (Sauter/Gerlinger 2012). In einzelnen Fällen mag der „reality check“ sogar dazu beitragen haben, Zukunftstechniken zu „normalisieren“ und „regulierbar“ zu machen (vgl. Grunwald/Hocke 2010; s. auch Grunwald 2014a, S. 278, der von der „normalization of nanotechnology“ spricht, und Kaiser 2015, S. 144f., der, bezogen auf den TAB-Bericht zur Nanotechnologie, von der „Regulierbarmachung“ durch Technikfolgenabschätzung ausgeht). Nicht nur das visionäre Narrativ, sondern auch den Sachstand und seine wahrscheinliche Weiterentwicklung in den nächsten Jahren zu kennen, erscheint unverzichtbar für eine TA der NEST.

3 Ein Fazit: Orientierung durch ein Vision Assessment der NEST

Die Annahme Grunwalds, dass es hermeneutischer Untersuchungen von NEST-Debatten bedürfe, um Orientierungswissen zu gewinnen, weil Prognosen oder robuste Szenarien als „konsequentialistisch“ Orientierung gebende Technikzukünfte dafür nicht zur Verfügung stünden, ist nicht einfach nachzuvollziehen. Zum einen wird ein Verständnis der „hermeneutischen Erweiterung der TA“ dadurch erschwert, dass nicht erläutert wird, mit welcher philosophischen oder soziologischen Hermeneutik und welchen hermeneutischen Methoden das Ziel erreicht werden soll.

Zum anderen, und das ist für den Hinweis auf eine mögliche Desorientierung der TA ausschlaggebend, ist der „Letzte-Ausweg-Ansatz“ Grunwalds irreführend. Er besagt: Weil man über die Folgen der NEST nichts direkt sagen könne, gelte es, die sie begleitenden Visionen hermeneutisch zu untersuchen. Über Folgen der NEST lässt sich zwar in der Tat nicht viel sagen. Aber auch im Fall der NEST – so die Gegenthese – greifen die klassischen Verfahren der TA, nämlich Sachstandsanalyse („reality check“), Konstellations- und Wirkungsanalysen sowie Politik- und Governance-Analysen, um Wissen zu generieren, das der Politik und der Öffentlichkeit hilft, sich zu orientieren.

Der „Letzte-Ausweg-Ansatz“ ist zudem historisch wenig überzeugend. Wenn NEST-Technologien, so sehr sie auch noch in den Anfängen stecken mögen, öffentliche Aufmerksamkeit erregen, also als „hype, hope and fear-Technologien“

wahrgenommen werden, und schließlich TA auf den Plan gerufen wird, ist immer schon sehr viel passiert. Denkt man beispielsweise an die Nanotechnologie, so wurde die Vision spätestens Mitte der 1980er Jahre (Drexler 1986) formuliert (vgl. zur Chronologie dieser Vision Simakova/Coenen 2013, S. 244ff.). Die erste TA-Studie dazu wurde in Deutschland aber erst im Jahr 2003 durch das TAB abgeschlossen (Paschen et al. 2004). Zu dem Zeitpunkt hatte sich auch die Politik schon durch entsprechende Förderprogramme positioniert, die ersten Nanoprodukte waren bereits auf dem Markt. Es gab also durchaus Konstellationen und Prozesse, die man untersuchen konnte und vor allem auch viele Personen, die man befragen konnte. Sieht man sich die TAB-Studie zu dieser NEST-Technologie genauer an, wird deutlich, dass sie weitgehend dem Ansatz einer Konstellations- und Innovationsprozessanalyse entspricht.

Außerdem sollte man sich vor Augen halten, dass die NEST nicht nur eine Vorgeschichte haben, sondern die weitere Entwicklung der NEST und ihre gesellschaftliche Einbettung langfristige Prozesse sind. Denkt man an „alte" NEST wie die Kernforschung oder die Künstliche Intelligenz, die trotz ihrer mehr als 50-jährigen Geschichte virulent bleiben mit Themen wie Transmutation, Fusion, humanoiden Robotern und „Superintelligenz", wird deutlich, dass auch die neueren NEST wie „Synthetische Biologie" oder Gentechnik die TA langfristig beschäftigen werden.

Die Zurückweisung des „Letzte-Ausweg-Ansatzes" und die abwartende Haltung gegenüber einer „hermeneutischen TA" drückt keine Geringschätzung der Bedeutung kognitiv-praktischer Orientierungen in Innovationsprozessen aus. Im Gegenteil: Eine praxis- und prozessorientierte TA bietet die Möglichkeit, visionäre Narrative nicht nur a) als auszulegende Texte zu verstehen, sondern b) auch als Praktiken in Innovationsprozessen (z. B. Visioneering) zu begreifen, des weiteren c) ihr dynamisches Wechselverhältnis mit dem wissenschaftlich-technischen Sachstand zu verfolgen, und d) ihre Funktionen im Innovationsprozess – z. B. der Motivation, Handlungskoordination, Entscheidungsermöglichung – herauszuarbeiten. Die genannten Punkte können als Eckpunkte eines nicht nur hermeneutischen „Vision Assessments" dienen.

Die Forderung Grunwalds (2015, S. 68; Grunwald 2014a, S. 276), dass den Prozessen der Bedeutungszuschreibung in frühen Phasen der Technologieentwicklung im Rahmen der TA mehr Beachtung geschenkt werden sollte, ist zuzustimmen. Selbst Konzepte wie „Synthetische Biologie" oder Nanotechnologie sind nicht voraussetzungslos. Die Konzepte selbst erscheinen bereits als Ergebnis einer sinnstiftenden Praxis, eines „Visioneering" (vgl. auch McCray 2012), das sich in den Forschungs- und Förderlandschaften niedergeschlagen hat und dort wirksam ist.

Als wissenschaftlichen Referenzrahmen für entsprechende Untersuchungen zum „Vision Assessment" würde ich (ähnlich wie Grunwald) die Wissenssoziologie und mit ihr die Diskursforschung an erster Stelle sehen, *wenn* sie den Kampf um Bedeutungen im Kontext einer Praxis- und Prozessforschung ansiedelt (wie in Braun 2014 für die politische Ebene skizziert) und *wenn* sie auch die funktionale Seite von Wissensformen bezogen auf Innovations- und Transformationsprozesse adressiert. Weitere Fragen, die für die TA im Zusammenhang mit den NEST interessant sind, kann die Wissenssoziologie in den meisten Fällen nicht allein, sondern nur interdisziplinär, beantworten:

- Mit welchen Wissensformen bzw. Wissensobjekten (Prognosen, Modelle, Visionen etc.) und mittels welcher Praktiken werden an der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik heutzutage typischerweise Entscheidungsprozesse unterstützt?
- Welche Funktionen der Handlungs- und Entscheidungsermöglichung sowie der Handlungskoordination können spekulative Technikzukünfte manifest oder latent erfüllen?
- Folgen die NEST-Visionen einem bestimmten Muster, etwa als Versprechung eines „technology fix" für soziale Probleme? Stellen sie bloß aktuelle Formen eines überkommenen szientistischen Weltbildes dar?
- Ist Grundlagenforschung, die staatlich gefördert werden will, heutzutage visionspflichtig geworden, d. h. gezwungen ihren künftigen gesellschaftlichen Nutzen in Form von Visionen zu artikulieren?
- Inwieweit geht mit den NEST eine Transformation der Wissenschaft einher, wie etwa

Nordmann (2005; Nordmann 2011) annimmt? Gilt das für alle NEST?
- Wenn die strategische Produktion von Visionen und dazugehörigen Bedürfnissen heutzutage als „Visioneering“ erfolgt, in welchen Abteilungen, Denkfabriken oder Zukunftswerkstätten werden sie wie produziert?
- In welchem Sinne ist TA selbst eine Visionen verändernde Praxis?

Ich würde vermuten, dass Armin Grunwald wenig gegen diese Fragen einzuwenden hat – auch wenn sie nicht auf Sinnverstehen, sondern auf den Strukturwandel von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft im Zusammenhang mit Innovationsprozessen abzielen.

Danksagung

Ich danke der Kollegin Arianna Ferrari und den Kollegen Reinhard Heil, Andreas Lösch, Ulrich Riehm, Christoph Schneider und Klaus Wiegerling für ihre Anmerkungen zu einer früheren Fassung dieses Diskussionsbeitrags.

Literatur

Beckert, J., 2013: Imagined Futures: Fictional Expectations in the Economy. In: Theory and Society 42/3 (2013), S. 219–240

Braun, K., 2014: Im Kampf um Bedeutung: Diskurstheorie und Diskursanalyse in der interpretativen Policy Analyse. In: Zeitschrift für Diskursforschung 01 (2014), S. 77–101

Burg, S. van der, 2014: On the Hermeneutic Need for Future Anticipation. In: Journal of Responsible Innovation 1/1 (2014), S. 99–102

Cook, S.D.N; Wagenaar, H., 2012: Navigating the Eternally Unfolding Present. Toward an Epistemology of Practice. In: The American Review of Public Administration 42/I (2012), S. 3–38

Dieckhoff, Chr., 2015: Modellierte Zukunft – Energieszenarien in der wissenschaftlichen Politikberatung. Bielefeld

Dierkes, M.; Hoffmann, U.; Marz, L., 1992: Leitbild und Technik. Zur Genese und Steuerung technischer Innovationen. Berlin

Drexler, E.K., 1986: Engines of Creation. Garden City, N.Y.

Gloede, F., 2007: Unfolgsame Folgen. Begründungen und Implikationen der Fokussierung auf Nebenfolgen bei TA. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 16/1 (2007), S. 45–54

Gransche, B., 2015: Vorausschauendes Denken. Philosophie und Zukunftsforschung jenseits von Statistik und Kalkül. Bielefeld

Grübler, G., 2015: Wissenschaft, Moral und Heil. Der Horizont moralischer Phänomene und die Arbeit am Vertrauen in die Welt. Würzburg

Grunwald, A., 2012: Technikzukünfte als Medium von Zukunftsdebatten und Technikgestaltung. Karlsruhe

Grunwald, A., 2014a: The Hermeneutic Side of Responsible Research and Innovation. In: Journal of Responsible Innovation 3/1 (2014), S. 274–291

Grunwald, A., 2014b: Technikfolgenabschätzung als „Assessment“ von Debatten: TA jenseits der Technikfolgenforschung. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 23/2 (2014), S. 9–15

Grunwald, A., 2015: Die hermeneutische Erweiterung der Technikfolgenabschätzung. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 24/2 (2015), S. 65–69

Grunwald, A.; Hocke, P., 2010: The Risk Debate on Nanoparticles: Contribution to a Normalisation of the Science/Society Relationship? In: Rehmann-Sutter, C.; Maasen, S.; Kurath, M. et al. (Hg.): Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime. Dodrecht, S. 157–177

Hitzler, R.; Honer, A., 1997: Hermeneutik in der deutschsprachigen Soziologie heute. In: Hitzler, R.; Honer, A. (Hg.): Sozialwissenschaftliche Hermeneutik. Opladen, S. 7–27

Jasanoff, S.; Kim, S.-H., 2009: Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea. Minerva 47, S. 119–146

Jung, M., 2012: Hermeneutik zur Einführung. Vierte vollständig überarbeitete Auflage. Hamburg

Kaiser, M., 2015: Über Folgen. Technische Zukunft und politische Gegenwart. Weilerswist

Kaminski, A., 2010: Technik als Erwartung. Grundzüge einer allgemeinen Technikphilosophie. Bielefeld

Kurt, R.; Herbrik, R., 2014: Sozialwissenschaftliche Hermeneutik. In Nina Baur, N.; Blasius, J.: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Wiesbaden, S. 473-491

Lösch, A; Schneider Chr., 2015 (i. E.): Experimental Re-arrangements: The Smart Grid and the Power/Knowledge Apparatus of the German Energy Transition. Special Issue: Energy, Society and Culture. In: Innovation: The European Journal of Social Science Research

McCray, P., 2012: The Visioneers: How a Group of Elite Scientists Pursued Space Colonies, Nanotechnologies, and a Limitless Future, Princeton

Nordmann, A., 2005: Was ist TechnoWissenschaft? Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel der Nanoforschung und Bionik. Berlin, S. 1–10

Nordmann, A., 2011: The Age of Technoscience. In: Nordmann, A.; Radder, H.; Schiemann, G. (Hg.): Science Transformed? Debating Claims of an Epochal Break. Pittsburgh, S. 19–30

Nordmann, A., 2014: Responsible Innovation, the Art and Craft of Anticipation. In: Journal of Responsible Innovation 1/1 (2014), S. 87–98

Paschen, H.; Coenen, Chr.; Fleischer, T. et al., 2004: Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung. Berlin

Sauter, A.; Gerlinger, K., 2012: Der pharmakologisch verbesserte Mensch. Leistungssteigernde Mittel als gesellschaftliche Herausforderung. Berlin

Scheer, D., 2013: Computersimulationen in politischen Entscheidungsprozessen: Zur Politikrelevanz von Simulationswissen am Beispiel der CO_2-Speicherung. Wiesbaden

Schneider, Chr., 2014: Laser Cutter trifft Ernst Bloch: Open Design als konkrete Utopie. In: Korczak, D. (Hg.): Visionen statt Illusionen. Wie wollen wir leben? Kröning, S. 123–136

Schulz-Schaeffer, I., 2013: Scenarios as Patterns of Orientation in Technology Development and Technology Assessment. Outline of a Research Program. In: STI Studies 9/1 (2013); http://www.sti-studies.de/ojs/index.php/sti/article/download/129/97 (download 6.10.15)

Simakova, E.; Coenen, Chr., 2013: Visions, Hype, and Expectations: A Place for Responsibility. In: Owen, R.; Heintz, M.; Bessant, J. (Hg.): Responsible Innovation: Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society. Chichester, S. 241–266

Kontakt

Dipl.-Soz. Knud Böhle, M.A.
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Karlstraße 11, 76133 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-22989
E-Mail: knud.boehle@kit.edu

« »

English Stammer

Eine Polemik in 12 Bildern

von Marcus Steierwald, Universität Tübingen

Die Kernfrage dieser Ausführungen lautet: Werden durch den Vorrang des Englischen die Fundamente der wissenschaftlichen Erkenntnis in den TA-Wissenschaften, nämlich Diskurs und interdisziplinäres Arbeiten, gefestigt oder zerstört? Faktum ist: Die Wissenschaft bedient sich zunehmend der englischen Sprache. Da wir überwiegend keine muttersprachlich Englisch Sprechenden (MES) sind, ist es interessant, einmal die Effizienz eines Wechsels in diese Fremdsprache anzuschauen. Wir tun das hier in 12 Bildern, die manchmal luzide angelegt sind, aber hoffentlich stets unterhaltsam. Anders gesagt: The science helps itself increasingly of the English language. Because we are predominantly none native-language English speaking (MES), it is interesting to look (watch) once at the efficiency of a change into this foreign language. We act here in 12 pictures which are sometimes put on (invested) luzide, but hopefully always entertaining (amusing)[1].

Englisch schafft Frieden und Freunde

Eines Tages traf der Autor bei einem Sommerfest der LMU einen Kollegen aus dem Kongo. Wir unterhielten uns großartig per Französisch, Englisch und winzigen Brocken Italienisch, Lateinisch und Deutsch. Anschließend war die Welt ein Stückchen vertrauter und verständlicher geworden.

Auch das Friedenschaffen ist viel einfacher, wenn wir einander schon sprachlich verstehen. Denn was bedeutet es, wenn der Mensch, der mir mit einer Waffe entgegentritt, brüllt *brudij skrakodin, njemesch alpusli*? Meint er nun *Bruder, sei friedlich, wir können reden*! oder *brutaler Schurke, jetzt bist du hin…*? In solchen Fällen ist die Verwendung einer gemeinsamen Fremdsprache sehr anzuraten, so das Pensionsalter gesund erreicht werden soll.

Die Babylonische Sprachverwirrung begründete die Tradition der Sehnsucht nach einer Weltsprache, die Frieden und Harmonie ermöglicht (vgl. Moses 1000 v. Chr., Kap. 11, 1–9).

Dieser Idee folgt die Wissenschaft in ihrem Bemühen, Austausch zuzulassen und zu fördern. Und wenn die Chance der Verständigung nur unter Akzeptanz der *lingua franca*[2] Englisch möglich ist – warum nicht!?

Englisch hilft bei der Konzentration

Wir kennen es aus unzähligen Team-Sitzungen: Sind die einschlägigen Protagonisten beieinander, dauert es ermüdend lange, bis wir zum Thema kommen. Da ist Englisch (bzw. eine andere Fremdsprache) oft eine Konzentrationshilfe: kein Hahnenkampf, keine Protzerei, kein Zickenalarm, keine Beziehungskisten.

Zudem sind englische Elaborate recyclingfähig. Ein und derselbe Artikel lässt sich erst in der *TATuP*, dann in *OpenTA*, dann in *Science* und endlich im *Pittsburgh Advisor* veröffentlichen, was auch die Wahrscheinlichkeit von Zitat-Notierungen erhöht.

Zudem: Der Widerstand des Objekts ermöglicht große Erfolge. Es ergibt sich ein Analogon zur Kunst: Meisterwerke wurden gerade dann mit besonderer Akribie geschaffen, wenn nur geringe technische Mittel verfügbar waren, ob in widerspenstigem Marmor, ob mit Farben, deren Pigmente zunächst anzureiben waren.

Englisch schafft Bedeutung

Wenn die Werbung das Ansehen von bestimmten Zuschreibungen widerspiegelt, dann dürfte die Bezeichnung mit englischen Vokabeln zurzeit höchsten Respekt genießen. Es klingt *fresh and delicious – take me home* an der Belegte-Brötchen-Theke einfach viel frischer und begehrenswerter als ein *frisch und köstlich – nimm's mit!*

Was für Brötchen gilt, kann für Forschungsanträge nicht falsch sein. Gewiss erschauert der Sachbearbeiter im Ministerium ehrfürchtig, wenn er liest: *Application for the support of general well-being by squandering of tax money*[3]. In zahlreichen Empfehlungen von geldverknappenden Institutionen wird die neue Internationale beschworen – die Internationalität von Forschung. *English or perish* könnte die Überschrift eines Berichts zur Lage der veröffentlichten Wissenschaften lauten.

Über die Sinnhaftigkeit solcher Annahmen wird derzeit ein Streit in Österreich geführt; dort hatte der maßgebliche Förderungsfonds FWF schon 2008 eingeführt, dass Anträge auf Englisch zu stellen sind, und dies mit dem keineswegs humoresk gemeinten Argument[4], geistvolle Vielsprachigkeit sei *Teil einer auf adlige und bürgerliche Eliten beschränkte Kultur des 19. Jahrhunderts* und Deutsch sei ohnedies *auch moralisch entwertet*. Der Sprachwissenschaftler Jürgen Trabant identifiziert die deutsche Sprachscham[5] als ein deutsches Spezialproblem. Hiervon befreit scheinbar die Verwendung der englischen Sprache – wenngleich die deutsche Sprachfärbung unerbittlich auch aus dem besten Englisch von Deutschsprachigen herauszuhören ist.

Englisch schützt vor Gender Gaga

Wer im deutschen Sprachraum nicht als Sündenbock oder Sündenziege der örtlichen Kampfgruppe dienen mag, der befleißige sich in sprachsportlichen Klimmzügen einer angemessenen Sprache. Auch die Söhne und Töchter der/des Alma Mater/Pater tun gut daran, die Wissenschaftsfreiheit nicht wörtlich zu nehmen und sich sprachlich zu ducken. Die ursprünglich einmal gut bereitete Idee einer Weltsicht auf Menschen in typischen Rollen[6] wird häufig zur Karikatur verzerrt, wie Birgit Kelle (2015) umfassend aufzeigt. Diese existentielle Gefährdung[7] der offenen, freien Diskussion durch intensive Sexualisierung und tendenziös missverstandene Frauenpolitik ist zunehmend in deutschen Medien wahrnehmbar und findet Eingang in die Zuteilung von Forschungsmitteln.

Im Englischen hingegen gibt es kein phallosymbolisches „I", kein *Profesor/inn/en* – die dortigen ErbInnen der Schrifttumskammern achten allenfalls, dass statt *blackbird* richtig *black- and greybird* oder statt *mankind* nun *men- and womenkind* gesagt wird. Diese Bescheidung ist ungemein entspannend und fördert nachhaltig den Dialog, der gerade bei Studentinnenvertreterinnen, Studentinnenvertretern, Studentenvertretern und Studentenvertreterinnen so wichtig ist.

Englisch schützt nicht vor dem Pranger

Zu den Nebenwirkungen der Aufklärung gehört die Abschaffung des Prangers als Strafe für öffentliche Buhlschaft oder wegen eines Verstoßes gegen die Kleiderordnung. Auch wurden die meisten Blockwart-Stellen nach 1945 nicht wieder besetzt. Folglich müssen sich die Moral-Apostel*innen neue Betätigungsfelder zur Befriedigung ihres gutmenschlichen Engagements suchen. Die Verwendung von *Shit-Storms* ist wunderbar geeignet, sauertöpfische Prüderie mit neuen Formen der Hexenjagd zu kombinieren. Und dies ist ein guter Ausgleich für die unter im vorigen Bild genannten „Nachteile" des Englischen.

Im Ernst: Der Name des Nobelpreisträgers Timothy Hunt steht für ein weiteres Beispiel des erschütternden Niedergangs der Diskurs- und Diskussionskultur, das ausführlich in der Presse[8] berichtet worden ist. Wir würden ungern ein ähnliches Schicksal erleiden – schon gar nicht als Nicht-MES den Verbalinjurien schutzlos ausgeliefert sein.

Englisch kostet Lernkraft und Zeit

Fach-Englisch zu erlernen bindet Arbeitskraft. Studis müssen innert kurzer Zeit wenigstens Science-Pidgin sprechen lernen, was die engagierten Hochschullehrer zur Verzweiflung treibt: Wo ist die Restzeit im Stundenplan, die zur Eroberung von Fantasie, Erfahrung und Sprachfähigkeit nötig wäre?

Gewiss sind der Zwang zur Kürze und die Unterdrückung weitschweifiger Co-Referate mitunter sehr wohltuend, doch ist die Gefahr, aneinander vorbeizureden allzu groß. Die in zahllosen Tagungen erlittene Frontbeschallung mit Präsidium (um nicht zu sagen Elfer-Rat) erzeugt ein Argumentationsvakuum, das durch Fremdsprachigkeit nur noch gesteigert wird. Das fremdsprachige Argument daraufhin zu untersuchen, was es ausdrückt und ob es wirklich ein neues Argument ist, kostet wertvolle Zeit. Hier hilft nur, das Fachwissen der Fach-Übersetzer einzukaufen, wozu außerhalb von Großprojekten, Auftragsforschung oder Sponsoring freilich meist Zeit und Geld fehlen.

Englischsprechen und Interdisziplinarität

Das wesentliche Argument zur interdisziplinären Arbeit lautet: Disziplinäre Fachmodi und Wortbedeutungen (Termini) erschließen sich über Erfahrung und kulturelle Teilhabe nur auf dem Wege der Muttersprache. Nur ein Vertreter (m/n/w) der entsprechenden Disziplin weiß vielleicht, was *derivative rock in washings* heißt, nämlich *Schichtengestein unter Brandungsabtragung*[9] – letzteres mag sperrig sein, ist aber den Deutschsprachigen auch ohne Bilder an der Wand vorstellbar.

Jedes schwäbische Flüstern, jedes Wiener Geraunze ist verständlicher als ein fremdsprachiger Text einer anderen Disziplin, und sei er in Französisch, Spanisch oder Lateinisch abgefasst. Und dies betrifft die Kernkompetenz des diskurs- und also sprachaffinen TA-lers! Das gilt auch für die Verwendung jener prächtigen Sprache, auf die unsere Unis in Teilen bereits umgestellt worden sind, und die von allen Beschäftigten perfekt gesprochen wird, *bikohs nau wie ah ohl internäschonell!*

Den tragischen Verlust an Lebendigkeit durch Englisch-Verwendung bei Nicht-MES zeigt Jürgen Trabant in seinem Zwischenruf[10] auf: Haben wir je einen brillanten Vortrag eines Nicht-MES auf Englisch gehört? Der Präzision und Verständlichkeit halber wünscht sich Trabant aber kein Prenzlauer (bzw. schwäbisches oder Wiener) Idiom sondern Hochdeutsch – und dies unter Zulassung geistfördernder Uneindeutigkeiten.

Englisch (Fremdsprache) bricht Tradition

Der Übergang auf Science-Pidgin ist als historischer Bruch zu Arbeiten, die muttersprachlich verfasst worden sind, zu beklagen. Schon früher hatte sich die Wissenschaft einer gemeinsamen Fremdsprache bedient; mögen Prag, Köln und Tübingen auch als erste deutsche Universitäten bezeichnet werden, die Sprache der Lehre und der Abschlussarbeiten war Latein. Dem Verfasser liegen Dissertationen aus Wittenberg vor (Langguth/Müller 1774), deren Sinn sich auch mit einem großen Latinum nur sehr schwer entschlüsseln lässt. Im 18. Jahrhundert war Französisch die Sprache des Adels und der Gelehrten. Und ab dem frühen 19. Jahrhundert dann Deutsch. Aber

wer sagt uns, dass Englisch nunmehr die ewige Wissenschaftssprache ist und nicht binnen weniger Jahrzehnte von Hindi, Spanisch oder Mandarin abgelöst werden wird?

Gut erinnerlich sind dem Verfasser die erstaunten Reaktionen des Publikums, als er in einem Vortrag die quasi klimakritischen Beiträge des Begründers moderner Glaziologie zitierte: Eduard Richter (1888) hat 1883-1888 zahlreiche Untersuchungen nur und ganz auf Deutsch publiziert, die zudem bis vor kurzem nicht einmal digital erschlossen waren[11].

Englisch ist oligarch und intransparent

Englisch entzieht Wissenschaft der demokratischen Kontrolle. Parlamentarier sollen die effiziente Verwendung der von allen Steuerzahlenden erarbeiteten Mittel überwachen. Aber wie sollen sie das können, wenn ihnen Verständlichkeit verwehrt wird? Ein Demokrat kann nicht damit zufrieden sein, dass oligarchisch verfasste englisch-sprechende Nehmer-Kreise die Kontrollfunktion über die Vergaben sich selbst zuteilen.

Diese Intransparenz setzt sich in der Wissenschaftsverwaltung fort: Die Kombination von „internationalen" Abschlüssen mit den verkürzenden Allgemeintiteln[12] und deren Anerkennung nach dem Bologna-Prinzip ist weder verständlich noch nachvollziehbar.

Englisch verschärft die soziale Kluft

Einst sagte dem Verfasser ein zufällig Nebensitzender: „Diese sogenannte Chancengleichheit ist nichts als eine sozialtümelnde Fiktion". Demnach wäre die Bevorzugung der Kinder, deren Eltern englische Privatschulen bezahlen können, nicht etwa eine sozialpolitische Herausforderung, sondern eine sozusagen natürliche Auslese mit dem Effekt der Elitenbildung. Eliten sind prima, insbesondere wenn man dazugehört. Manchmal bringen sie sogar die Menschen voran, vielleicht sogar jene, die von ihnen exkludiert sind.

Darüber hinaus vergrößert die Verwendung einer fremden Fachsprache die Kluft zwischen Elite und Volk, zwischen Gelehrten und technischem Personal.

Und schließlich: Kinder von Zugezogenen oder Kriegsflüchtlinge haben ausreichend damit zu tun, genügend Deutsch zu lernen um einen Hochschulzugang zu erreichen. Wir sollten ihnen nicht die nächste Hürde aufstellen.

Englisch sichert Arbeitsplätze

In den 80er Jahren hatte die Stuttgarter Polizei bei der Bekämpfung der Rauschgiftkriminalität ein großes Problem: Die Dealer sprachen ein hierzulande unbekanntes Idiom, das nur in einem Hügelland beim Victoriasee gesprochen wird. Sollten sich die Einlassungen des Edward Snowden[13] als wahr herausstellen, sind wir also gut beraten, unsere geldwerten Erkenntnisse und Erfindungen nicht auf Englisch, sondern am besten auf Vondralbra[14] zu kommunizieren, wollen wir nicht Arbeitsplatzförderung andernorts unter Vermittlung der NSA betreiben: *bikohs senn niehds se* Än-*Es*-*Ä no translaihschn moh to tähk as aua best hätted scheintifigg resalz*[15].

Wie die Presse berichtet sind diese Aktivitäten nicht Monopol der US-Geheimdienste, auch Spezialisten aus China und Russland[16] beteiligen sich an der Abschöpfung fremden Wissens in Forschung und Technik.

You are Heavy on the Wire …

… lautete angeblich ein Kompliment-Versuch von Heinrich Lübke an Elisabeth II. Wer selbst vermutet, es längst mit MES aufnehmen zu können, lese einmal den Beitrag *How deutsch are you?* aus der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 22.02.2014[17]. Auch sonst sind die Sprachen *Blabla* und *Science-Pidgin* sehr verbreitet, wie Peter Littger (2015) vergnüglich und umfassend zeigt; das ist oft wie *when the shit hits the fan.* Gottlob sind MES meist höfliche Leute und lassen uns ihr Lächeln über unsere Kühn- und Torheiten nicht merken.

Mark Twain (1996/2010, S. 8) schreibt *there are ten parts of speech and they are all troublesome*, und kritisiert so die Deutsche Sprache als nahezu unerlernbar, was wir ja auch an vielen Deutschen bestätigt finden können. Gleichwohl ist Deutsch unglaublich flexibel, wie auch Twain

schreibt, und wir können mit dem Satzbau sehr vieles nuancierter aussprechen als dies Sprachen mit festgelegter Folge von Subjekt, Prädikat und Objekt können: *Den Autor des Buches zu kritisieren verlangte nicht der Rektor von mir, sondern mein Stolz als Denkender.*

Auf Englisch erleidet das Argument des Nicht-MES eine Vergröberung, es sind fast keine Zwischentöne möglich. Alles, was das kollegiale Gespräch interessant macht (Andeutungen, Vermutungen, Aperçus, Witze etc.) muss zurückbleiben, sobald wir uns auf fremdem Terrain als Nicht-MES bewegen; der im zweiten Bild beschriebene Vorteil der Konzentration auf das Wesentliche kehrt sich ins Negative. Angenommen, Sie wollten Ihren Kollegen nach einem unerfreulichen Disput auf einer Tagung trösten und sagen: *Nehmen Sie den einfach nicht für voll, der macht doch nicht Diskurs, höchstens Komödienstadel. Der hat doch von TA keinen Schimmer. Jetzt steht er da mit seinem roten Basecap und sabbert ins Handy, der hat eben ein überschäumendes Ego, einen Spleen, ist ständig im TV, geradezu mediengeil*." Ganz einfach, stimmt's? Aber auch auf Englisch?

Was ist zu tun?

In des Autors Idealvorstellung von der Zukunft werden unsere Nachfolger und Enkelkinder kleine Hörgeräte fürs Ohr haben, die simultan vom Kirgisischen ins Vondralbra und zurück übersetzen. Bis dahin müssen wir uns leider mit den kruden Übersetzungen[18] diverser Portale behelfen, wenn die Projektfinanzierung uns keine kompetente, aber kostspielige Simultanübersetzung finanzieren möchte – und wir uns der trügerischen Hoffnung hingegeben haben, das werde schon irgendwie funktionieren.

Die Kernaussage dieses Elaborats lautet also, bezogen insbesondere auf unsere TA-Wissenschaft: Durch den Vorrang des Englischen auch in der Zusammenarbeit von Nicht-MES werden die Fundamente der wissenschaftlichen Erkenntnis, nämlich Diskurs und interdisziplinäres Arbeiten, unterhöhlt und letztlich zerstört!

Was ist zu tun? Des Autors Lösung lautet: Wir müssen die Polyphonie der Sprachen neu zu schätzen lernen[19]! Es ist so viel von Respekt und Inklusion die Rede – warum hier nicht? Das ist auch ein Auftrag an unsere Schulpädagogik: Viele Sprachen verstehen zu lernen, ist besser als sie sprechen zu wollen; ein neues Lernen ist gefordert, mindestens in der Schule, solange das Gehirn noch Rhythmen zu lernen vermag.

Anmerkungen

1) Maschinelle Übersetzung per http://www.abacho.de/uebersetzer-main/
2) Urspr. die fränkische Herrschaftssprache im mittelalterlichen Europa bezeichnend, später die deutsch-römisch-arabische Mischsprache rund um das Mittelmeer, modern die Weltsprachen Englisch oder Spanisch.
3) Eindrucksvoller fand der Autor aber die spanische Version: „Solicitud al fomento de bienestar general por despilfarro de fondos de impuesto." (ebenfalls via abacho.de).
4) Zitiert nach Oliver J. Schmitt in der Neuen Zürcher Zeitung vom 4.8.2015 zu finden per Suche unter http://www.nzz.ch
5) Jürgen Trabant unter http://www.goethe.de/lhr/prj/diw/dos/de7245855.htm; gesamter Konferenzbericht unter http://www.goethe.de/lhr/prj/diw/dos/deindex.htm
6) Aus des Verfassers eigener Zunft ist zu empfehlen: Krause, Juliane: Gender-Mainstreaming – Schlagwort oder Beitrag zur Qualitätssicherung in der Verkehrsplanung? In: Straßenverkehrstechnik 12.2006, S. 719–726; Bonn: Kirschbaum-Verlag. Zum Arbeitskreis: http://www.fgsv.de/353.html
7) Höre den Diskussionsmitschnitt unter http://www.horeb.org/xyz/podcast/kin/20150809wa.mp3
8) Z. B. aus Mai–Juli 2015: http://www.welt.de/141097786 und http://www.sueddeutsche.de/panorama/1.2515839 sowie Fr. Haupt, FAS vom 28.06.2015, Nr. 26, S. 10 (via fazarchiv.faz.net)
9) Vorschlag aus LEO.org vom August 2015
10) Trabant, J.: Prenzelberg meets MIT; in: Gegenworte, Heft 07, S. 29–32; Potsdam: Akademie der Wissenschaften 2001
11) http://anno.onb.ac.at/cgi-content/anno-plus?aid=oav&datum=1888
12) Beim Bier berichtet der Verwaltungsmensch über den Anerkennungsdschungel bei internationalen Abschlüssen: de facto wird alles, was ein M oder B mit einem Sc, BA oder A trägt, automatisiert anerkannt.
13) http://www.welt.de/politik/ausland/article 124281154
14) Für Nicht-Schwaben: „Von der Alb herab", eine lautmalerische Bezeichnung für den gutturalen Dialekt der schwäbischen Alb.

15) Auf Science-Pidgin-English: „Because than needs the NSA no translation more to take us our best hatted scientific results.“ Auf Deutsch: „Denn dann benötigt die NSA keine Übersetzung mehr, um uns unsere best-gehüteten wissenschaftlichen Resultate wegzunehmen.“
16) Vgl. http://www.welt.de/politik/deutschland/article131069320 sowie http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-134878965.html und http://www.taz.de/Uebersicht-zur-BND-NSA-Affaere/!5010136/
17) Nr. 45, Seiten C1 und C2, beziehbar per www.fazarchiv.faz.net
18) Mark Twain führt auf http://german.about.com/library/blmtwain01.htm aus: *He runs his eye down and finds that there are more exceptions to the rule than instances of it. So overboard he goes again, to hunt for another Ararat. Every time I think I have got one of these four confusing "cases" where I am master of it, a seemingly insignificant preposition intrudes itself into my sentence, clothed with an awful and unsuspected power, and crumbles the ground from under me.*

    In der Microsoft-Übersetzung heißt das: *Er rennt Augenwinkel nach unten und findet, gibt es weitere Ausnahmen von der Regel als Instanzen davon. Also über Bord geht er wieder auf Jagd nach einem anderen Ararat. Jedes Mal, wenn ich glaube, ich habe diesen vier verwirrend „Fällen“ wo ich Meister davon bin, eine scheinbar unbedeutende Präposition dringt selbst in meinem Satz, bekleidet mit einer schrecklich und unvermutete macht und krümelt den Boden unter mir.*
19) Und dies bedeutet auch, z. B. bei Tagungen mindestens so viel Geld für gute Simultanübersetzungen auszugeben wie für *location* und *fingerfood*.

Literatur

Kelle, B., 2015: Gender Gaga. München

Langguth, G.A.; Müller, G.S., 1774: Disputatio Inauguralis Medica De Stimulo Naturae Parcius Addendo. Wittenbergae; http://vd18.de/de-slub-vd18/content/titleinfo/22684629 (download 11.11.15)

Littger, P., 2015: The Devil Lies in the Detail. Köln

Moses, 1000 v. Chr.: Gesammelte Werke, Band 1 (Genesis). Vorderer Orient

Richter, E., 1888: Beobachtungen an den Gletschern der Ostalpen. III. Der Karlinger-Gletscher 1880–1886. In: Zeitschrift des Deutschen Alpenvereins/Zeitschrift des Deutschen und (des) Österreichischen Alpenvereins, Jg. 1888, Bd. XIX, S. 35–37

Twain, M., 1996/2010: The Awful German Language (Die schreckliche deutsche Sprache). Recklinghausen

Kontakt

Dr.-Ing. Marcus Steierwald
FB Geowissenschaften
Universität Tübingen
Stöckring 3, 71088 Holzgerlingen
E-Mail: marcus.steierwald@uni-tuebingen.de

« »

Parliamentary TA in Portugal – A Comparative Analysis of Two Models

by Mara Almeida, ITQB, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Currently, a structure for parliamentary Technology Assessment (pTA) in Portugal does not exist. However, efforts have been made by the Parliament to support the establishment of pTA through the involvement of external actors. Two different models, a Parliamentary Office of Technology Assessment (GPAT) and a Parliamentary Unit of Technology Assessment (UPAT), have recently been proposed. This paper discusses some of the observations presented in a previous TATuP-paper by Böhle/Moniz (2015) relative to the establishment of TA in Portugal including observations on the GPAT model. In doing so, this paper provides a brief comparative analysis between the two models, including precedents, funding and organisational structure.

1 Introduction

In Portugal policy-making processes related to science and technology (S&T) are considered not sufficiently informed by relevant sources of knowledge and do not adequately take into account the input of key stakeholders, as well as citizens views (Almeida 2013). A main question is how to improve the current situation, and in particular how the introduction of an effective parliamentary Technology Assessment (pTA) framework can contribute to this.

In a recent article in this journal, Böhle/Moniz (2015) suggest that, in Portugal and Spain, "TA should be introduced as a democratic inno-

vation" involving parliamentarians, scientists, and the public sphere. This article will present an analysis of the Portuguese pTA context, discuss some of the observations presented in Böhle/Moniz (2015), and compare the TA model proposed by the GrEAT[1] network (Annex 1 of Duarte 2015) with a model previously proposed by a rapporteur for TA appointed by the Portuguese Parliament (Santos, 2012), developed with input from Almeida, at that time Portuguese partner for the Parliaments and Civil Society in Technology Assessment (PACITA) project. For the sake of simplicity, the model described in (Santos, 2012) will be referred to as Parliamentary Office of Technology Assessment (Gabinete Parlamentar de Avaliação de Tecnologia, GPAT), whilst the model described in Annex 1 of Duarte (2015) as Parliamentary Unit of Technology Assessment (Unidade Parlamentar de Avaliação de Tecnologia, UPAT).

In particular, Böhle and Moniz argue that there are two possible reasons for the lack of support to the initially proposed GPAT model, the first being the "lack of financial resources in the context of austerity" and the second that "there were no precedents for the type of unit proposed within the organizational structure of parliament". These views are discussed in more detail below together with other salient aspects of both models.

2 Background

2.1 The Parliamentary TA Context in Portugal

In 2009 the Portuguese standing Parliamentary Committee on Education, Science and Culture (CECC) produced a report about science (Nico 2009). One key aspect of this report was the reference to the importance of developing an office for S&T in the Portuguese Parliament. The report has led to a resolution of the Portuguese Parliament nº 60/2009[2], laying the foundations for the implementation of TA.

In September 2011, the Chairman of CECC (J. Ribeiro e Castro) was invited to participate in the conference on Cross-European TA, organized by the European Parliament's Science and Technology Options Assessment (STOA) Panel, which took place in the European Parliament. During the conference, Ribeiro e Castro stated that efforts would be made to initiate the process of parliamentary TA development in Portugal. In October 2011, following a proposal from the Chairman of CECC, the appointment of a rapporteur (R. Santos) on matters of pTA was approved. The mandate of the rapporteur was to consider and evaluate the operationalization of the resolution 60/2009, which included submitting a proposal of a TA office (GPAT) for approval by the CECC. This was the first time the Portuguese Parliament considered the operationalization of the resolution.

In April 2012, as a representative of the Portuguese partner within the European funded PACITA project, M. Almeida was invited by the rapporteur (R. Santos) to attend a committee hearing (Parliamentary Hearing Nº 47-CECC-XII) and, following the hearing, to contribute to a report considering the operationalization of the resolution (Santos 2012) which included pursuing a feasibility study for the possible establishment of a Parliamentary Office of Science and Technology. In their analysis, Böhle/Moniz (2015) state that members of the PACITA project approached the Portuguese Parliament with a proposal for TA unit (the GPTA). Contrarily to what was reported in Böhle/Moniz (2015), the input of Almeida, as a partner of PACITA, to the development of the GPAT model resulted from the contact made by Santos and not vice versa.

In July 2012, the rapporteur presented the report to CECC, proposing a model of a parliamentary TA office (GPAT) that could be established within the Portuguese Parliament (Santos 2012). Further progress on the matter, however, was halted due to the "lack of budgetary framework for the initiative" and led to a recommendation that another organizational model making use of existing resources should be considered, either internally to the Parliament, or using other external entities within the state. As an interim solution, a Committee model was adopted, with the responsibility over pTA taken by CECC, from which a Member of Parliament would be nominated as "Rapporteur for Pta" (Santos 2013).

In 2014, the CECC held hearings with several stakeholders with interest in pTA (including members of the GrEAT network), in order to consider and evaluate the operation/reformulation of the resolution 60/2009. In general, there was strong

support for establishing a pTA unit with connections between the Parliament, universities and research centres. J. Caraça, one of the pioneers of TA in Portugal (Gonçalves/Caraça 1987), pointed out that TA activity needs "legitimacy, competence and authority". Therefore, he was supportive of an independent unit in the Parliament under the Presidency (Parliamentary Hearing nº 166-CECC-XII).

In March 2015, the Portuguese partner of PACITA organised a conference to discuss with Members of Parliament and several stakeholders different models for the future of pTA in Portugal, considering some of the existent TA institutions in Europe. Key contributors to the event included representatives of the UK Parliamentary Office for Science and Technology (POST), the Dutch Rathenau Institute, and TA Swiss. In general, there was an agreement on the need to establish an independent structure to support the Parliament function in issues of S&T and innovation in Portugal.

In July 2015 a report was presented by the rapporteur for pTA (Duarte 2015) and approved by the CECC. This report describes the current state of pTA in Portugal acknowledging the inputs of GrEAT and PACITA. The report includes in annex a proposal by the GrEAT network, suggesting a pilot project for the establishment of a Parliamentary Unit of Technology Assessment (UPAT) based in the Parliament, including the establishment of a supporting digital library. Funding of the new proposal will be dependent by a new assessment by the Administration Board of the Parliament.

2.2 Models of pTA

Parliamentary Office of Technology Assessment (GPAT) – An Office with a Permanent Scientific Team

The model of pTA initially proposed in Santos 2012 suggested the establishment of an office (GPAT) based in the Parliament providing objective, balanced and accessible analysis of policy issues related to science and technology. The GPAT would have been composed by a board, a scientific team and a communication officer. At least initially, the overall team would have been small (up to 4 personnel) and operate as a pilot project. The work would have been public and communicated to society, institutions with a stake in S&T, and governmental spheres through the organization of dedicated events (e.g. discussion platforms) on a frequent and structured basis. The funding suggested (of the order of € 200,000 per year) would have come directly from the Parliament and include salaries, the costs of external experts, as well as the organisation of events for public debate and dissemination.

The board proposed for the GPAT would have been composed by 5-8 invited leading personalities from the science and technology community which should "not represent any political, academic, scientific or technological interest, only the public interest as they understand it in their conscience and within their technical competence in the scientific area" (Santos 2012). The board would have been nominated by and operate under the President of the Parliament and would establish a direct interaction with relevant Parliamentary Committees (e.g. health, economy, etc.) to assess the themes of interest to them and agree a work programme.

Parliamentary Unit of Technology Assessment (UPAT) – A Unit Without a Permanent Scientific Team

The model of pTA proposed in annex 1 of Duarte 2015 as a pilot study suggests the establishment of a parliamentary TA unit (UPAT) comprised by two boards (coordinating and advisory), with the technical TA work commissioned to external research centres (i.e. no permanent scientific team). The proposal suggests that financing should be provided by external organisms, including the national funding agency for science, the Foundation for Science and Technology (FCT), which is under the directive of the Ministry of Education. According to such proposal, (ad hoc?) contracts would be established "probably directly between the funding agencies and the proposers of the studies". The funding suggested for external studies would be of the order of 50,000-130,000 euros per year.

The coordinating board of UPAT should have one representative of all the Parliamentary Committees existing in Parliament. The advisory board would be composed by one representative of each of the funding agencies, one representative of the GrEAT network, and one representative of the academic programs associated with

TA[3] as proposed by GrEAT. Additionally, the parliamentary rapporteur for pTA suggested that one representative of the PACITA project and of other academic institutions (state Laboratories and associated Laboratories) should also be members of the advisory board. During the start-up phase, the advisory committee would be comprised by 2–4 members, increasing to 15–17 at later stages. It is worth noting that it is currently not clear who would appoint representatives of both boards and how they would be nominated.

3 Discussion: Comparison between pTA Models

In this section, a comparison of the existence of precedents, levels and sources of funding, organisational structure and positioning, and stakeholders involvement between the GPAT and the UPAT is presented. The criteria include the two possible reasons (precedents and funding) to which Böhle/Moniz (2015) attribute the lack of support to the initially proposed GPAT model.

Precedents

While not common, a relatively independent and specialised unit within the Portuguese Parliament currently exists, initially set up as pilot project in 2006: the Technical Unit of Budget Support (UTAO)[4]. Although working on financial matters, its structure and size would be similar to that envisioned for the GPAT (Santos 2012). Following the resolution nº 53/2006, a report by the Budget and Finances parliamentary committee (COF) was produced assessing the work developed by UTAO in the period of 2006-2009 (Evaluation of UTAO; Neto 2009). The report considered UTAO a very good experience characterised by high-level quality work. It also recommended an analysis of the best model to be adopted in the future for such unit, including consideration of its integration in Parliament or outsourcing. The model adopted for UTAO was integration in Parliament as a technical team.

Thus the GPAT model proposed for Portugal has a limited but noteworthy precedent in the Portuguese Parliament. As such, the presence/lack of precedents for either TA model cannot be considered a key differentiator between the two. If a differentiator, it is arguable that a model fully integrated in the parliament (GPAT) has a stronger precedent in the Portuguese Parliament than a model of a unit at the dependence of external institutions.

Level and Sources of Funding

It is very likely that the current economic climate is substantially hampering progress with TA in Portugal, with the Parliament predisposed to reject initiatives requiring additional expenditure and not considered within agreed budgetary frameworks. It is informative to compare the level and sources of funding proposed for the two pTA models and discuss how they compare with the typical budget of a similar unit (i.e. the UTAO) and with the overall budget of the Parliament.

The budget of the UTAO over the start-up period 2006–2009 (salary of 2–3 experts, working trips and daily allowances) was close to € 462,000 (Neto 2009). The budget is broadly comparable with the budget suggested for GPAT (€ 200,000 per year) and for the UPAT (€ 50–130,000 per year). The budget for GPAT would be provided by the Parliament while the one for UPAT would be based on external funding, including funding from the government funding agency for science, FCT. In 2010 the UTAO saw its human resources and competences strengthened (Parliamentary resolution nº 57/2010), resulting in a higher budget than that allocated over the start-up period. The overall budget of the Portuguese Parliament in 2015 was of the order of €105 million, so the budget of the GPAT and the UPAT would represent about 0.1–0.2% of the total budget of the Parliament in 2015.

Overall, whereas the costs of the GPAT would have been higher, the two pTA models proposed a similar scale of operations, with costs broadly comparable to that of UTAO currently operating within the Parliament. Differences in levels of funding associated with the two models (largely associated with the salaries of personnel comprising the office) are small in the context of budgets of parliaments/institutions and are unlikely to represent a primary differentiator between the two. However, the source of funding is a differentiator between the two models, as the GPAT would

require financial resources from the Parliament whilst the UPAT would be dependent on external funding. Therefore, it would be interesting to analyse if the arguments associated with the "lack of budgetary framework" for the GPAT model, described in (Santos 2013) and subsequently reported by Böhle/Moniz (2015), could be interpreted purely on the basis of lack of resources for unplanned expenditure and on the political difficulties of justifying additional parliamentary expenditure in a context of austerity (making it easier to support political initiatives in which funding is external to the Parliament), rather than on the actual costs involved. In other words, it is possible that the key differentiator between the two models is the source of funding rather than the actual amount of resources required by either model. It is worth reflecting on the fact that, whilst providing a contingent solution enabling TA to be formally establish and lay its foundations in Portugal, setting up the UPAT with budget external to the Parliament may introduce issues of accountability and inefficiency (see below).

Organisational Models

In the GPAT, a board composed by leading personalities from the S&T community would establish the work programme, while a dedicated technical team would be permanently employed to deliver the work. Such a team would be required to develop a strong network of experts across different disciplines and institutions (scientific community, public institutions and civil-society organisations), as well as understand the work of the Parliament. In this model, the presence of a permanent technical team, its autonomy from conflicting interests on producing the technical work, the possibility of developing its own work plans to anticipate issues on the horizon in the parliamentary debate and its ability to operate with its own budget would result in an effective, accountable and transparent organisation. The board would have had the function of developing a good platform of interaction with the different Parliamentary Committees and to ensure that the GPAT focused on issues relevant to the Parliament. A possible difficulty with this model is maintaining the direct involvement of Members of Parliament, hence ensuring that the work of the board would be integrated with that of the Parliament.

In the UPAT, there is no permanent technical team coordinating and procuring the work, so both the governance and delivery of the work would rely on the activities of the coordinating and advisory board. Taking into account the input of the advisory board, the coordinating board would establish its work programme, and proceed to procurement. In such model, it is crucial to clearly define how funding would be managed to assure a transparent and independent process of procurement, given the potential for conflict of interest between members of the advisory board and institutions potentially executing TA-relevant technical work. Additionally, the lack of a structural budget (i.e. resources would come from external funding agencies rather than by the UPAT itself) could make the procurement processes less efficient and decrease the overall accountability of the unit.

Institutionalisation of Parliamentary TA: Positioning and Stakeholders' Involvement

Models of pTA currently operating in different countries place different emphasis on the involvement of with the four societal spheres, Government, Parliament, Science and Society. The two pTA models proposed so far in Portugal can be characterised by a "shared parliamentary-science involvement in TA" (Ganzevles et al. 2012). However, in the case of the UPAT the dependence of the unit on funding provided by the FCT (dependent from the Ministry of Education) would indirectly introduce a link with the government.

One of the main differences between the two models proposed is at the communication level. The GPAT model places a strong emphasis on the communication of results and involvement of stakeholders in order to have an impact on the (public and political) debate on S&T. Such function would have been performed through the organization of dedicated events, facilitated by the presence of a dedicated communication officer responsible for establishing interactions with the press offices of newspapers, TV and radio. The GPAT model also aimed at creating discussion platforms to involve different stakeholders, encouraging the development of a wider communi-

ty able to influence the debate on S&T. The work produced would be presented to the Parliament, Government and to the public through the page of Parliament and by dedicated events.

In the available proposal of the UPAT there is less emphasis on public debate or dissemination of the results. More generally, information currently available suggests that the UPAT would approach dissemination and stakeholder engagement in an ad hoc, rather than structured manner. In particular, the studies produced by the UPAT would be accessible to the Members of Parliament through a digital library, and eventually to the public in general with public consultation, or other public participation methodologies, to be used as appropriate, depending on specific studies. Overall, it would be important to understand how the UPAT would result in the introduction of pTA in Portugal as a "democratic innovation", as proposed by Böhle/Moniz (2015).

In general, in order to promote a strong institutionalisation of pTA, a broader acceptance by key stakeholders (CSO, national councils, business, industry, academia, etc.) of any TA office/unit proposed will be needed. In Portugal, there are many bodies[5] for policy consulting in the field of S&T that could be considered as carrying out some kind of TA-like activities and could be involved as members of the UPAT advisory board or, as a minimum, as important stakeholders. These structures currently include an advisory role to government/parliament relative to specific matters within their competences, executed by producing reports or opinions which can then be requested by the Government or the Parliament (Almeida 2013), and need to be considered when discussing the institutionalisation of TA in Portugal.

For a suitable TA structure to be established, it seems important to develop a consistent and systematic integration process with the participation of the different existing actors. In Böhle/Moniz (2015) GrEAT is presented as a "national TA network". It would be relevant to assess the awareness and acceptance of such network by key national stakeholders. In the absence of such assessment, indicating the GrEAT network as the main (and possibly only) stakeholder to consider the future of institutionalised TA in Portugal may provide a limited vision, as there are many other stakeholders/established bodies that deserve to be taken into account when considering the context of, and for, TA in Portugal.

In the opinion of the author of this paper, the PACITA project had an essential role in increasing societal involvement in the establishment of pTA in Portugal, by conducting various national activities involving a broad range of stakeholders. These helped raise awareness of TA practices far beyond the TA community, increasing the societal support for TA.

4 Summary

Analysis of recent events indicates that the establishment of pTA in Portugal is progressing. Proposed models of pTA have been developed based on the input of a number of stakeholders, including members of the GrEAT network and of the PACITA project. After progress with the GPAT model (developed by the national rapporteur for pTA with the contribution from Almeida and initially approved by the CECC) was halted due to a "lack of budgetary framework for the initiative" by the Administration Board of the Parliament (Santos 2013), the UPAT model (proposed by GrEAT network in 2015) is now being considered by the parliament.

The interpretation of the reasons indicated by Böhle/Moniz (2015) as being responsible for the lack of progress with the initially proposed GPTA model requires consideration. In particular:

- Level of precedents is unlikely to be a key differentiator between the two models, in fact the GPAT has a precedent in the parliament (the Technical Unit of Budget Support, UTAO) which the UPAT does not have.
- While the sources of funding (Ministry of Education for the UPAT as opposed to Parliament for the GPAT) and level of funding (€ 50–130,000 per year for the UPAT as opposed to € 200,000 per year for the GPAT) present some differences, the amount of resources required by the GPTA is broadly comparable to that of a similar initiative operating in the Parliament (i.e. the UTAO) and very small compared to the costs of operating the Parliament. As a result, differences about "budgetary framework" are better interpreted

on the basis of resource planning and political justification for Parliamentary expenditure as opposed to actual levels of resources.

On balance, whilst overcoming the short-term issue of not requiring Parliamentary funding, the proposed UPAT introduces an organis ational model with no precedents in the Parliament, with the potential for conflict of interests on executing the TA work and, raising other questions that will require consideration (i.e. accountability and efficiency). In general it would be important to consider the long-term implications of the use of funding from the Foundation for Science and Technology (FCT, an agency at the dependency of the Ministry of Education) to support the work of the UPAT and the relationship of the UPAT with the Government.

Notes

1) Group for the Study of Technology Assessment
2) In the Resolution of the Portuguese Parliament nº 60/2009 the Parliament commits to: "(1) Build an institutional platform that promotes the meeting of politicians and scientists in order to provide quality information, timely and usable on all controversies and scientific implications that determine or are consequences of public policies, anticipating or evaluating human impacts, social, economic and environmental policies built in Parliament; (2) Pursue a feasibility study for the possible establishment of a Parliamentary Office of Science and Technology; (3) Promote efforts to enable the future membership of the *Assembleia da República* to the European Parliamentary Technology Assessment (EPTA) network; (…)."
3) PhD program on TA (Programa Doutoral de Avaliação de Tecnologia, PDAT), Faculdade de Ciência e Tecnologia-Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL), described in the article by Böhle and Moniz (2015) and PhD program on Engineering and Public Policies (Programa Doutoral em Engenharia e Políticas Públicas, DEPP), Instituto Superior Técnico-Universidade de Lisboa (IST-UL).
4) UTAD works under the direction of the permanent parliamentary committee responsible for budgetary and financial matters, providing support by elaborating studies and documents on technical work regarding public budgetary and financial management (Law nº 77/88, 1 July).
5) Examples of these national bodies include the National Council of Ethics for Life Sciences (CNECV) and the National Council of Environment and Sustainable Development (CNADS).

References

Almeida, M., 2013: Country Report-Portugal (D4.1). Lisbon, PACITA/ITQB

Böhle, K.; Moniz, A., 2015: No Countries for Old Technology Assessment? In: Technology Assessment – Theory and Practice 24/1 (2015), pp. 29–44

Duarte, R.P., 2015: Standing Committee for Education and Science: Relatório Avaliação Tecnológica Parlamentar (Report Parliamentary Technology Assessment)

Ganzevles, J.; Est, R. van (eds.), 2012: TA Practices in Europe. PACITA, Deliverable 2.2; http://www.pacitaproject.eu/wp-content/uploads/2013/01/TA-Practices-in-Europe-final.pdf (download 11.11.15)

Gonçalves, F.; Caraça, J., 1987: Towards Technology Assessment in Portugal. In: de Hoo, S.C.; Smits, R.; Petrella, R. (eds.): Technological Assessment – An Opportunity for Europe. The Hague, pp. 1–8

Neto, J., 2009: Standing Committee for Budget and Finances: Avaliação da UTAO (Evaluation of UTAO)

Nico, B., 2009: Standing Committee for Education and Science: Relatório sobre ciência (Report about Science)

Santos, R., 2012: Standing Committee for Education and Science: Relatório Final Avaliação Tecnológica Parlamentar (Final Report Parliamentary Technology Assessment)

Santos, R., 2013: Standing Committee for Education and Science: Relatório Final Avaliação Tecnológica Parlamentar-2ºsessão (Final Report Parliamentary Technology Assessment-2ºsession)

Contact

Dr. Mara Almeida
ITQB, Universidade Nova de Lisboa
Av. da República, Estação Agronómica Nacional
2780-157 Oeiras, Portugal
Email: mara.almeida@itqb.unl.pt

« »

TA-INSTITUTION

Neue Impulse auf dem Weg zu einem TA-Netzwerk in Russland

von Irina Chernikova, Nationale polytechnische Forschungsuniversität Perm (PNPFU), Russland, Armin Grunwald, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, und Elena Seredkina, PNPFU, Russland

1 Zur Geschichte der TA in Russland

Die Technikfolgenabschätzung (TA) ist in der Form, wie sie heute besteht, lange vor Ende des Kalten Krieges in den westlichen Ländern entstanden. Seit den 1990er Jahren liegt der Schwerpunkt der TA im westlichen Europa. Dementsprechend beschäftigt Technikfolgenabschätzung heute Praktiker und Wissenschaftler in vielen westeuropäischen Ländern in verschiedenen Organisations- und Institutionsformen an Universitäten, Forschungseinrichtungen, Parlamenten und Regierungen. Ihre Aufgabe ist es, die Folgen der wissenschaftlich-technischen Entwicklung zu erforschen und die dadurch beeinflussten politischen Entscheidungen zu orientieren. In den letzten Jahren ist, über das westliche Europa hinaus, ein erhebliches Interesse an TA in Asien und Australien festzustellen, aber auch in Russland.

Russland ist, wie andere Länder auch, mit den Ambivalenzen von Wissenschaft und Technik konfrontiert, genauso wie mit den Erwartungen an Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz. Besteht zwar keine eigene TA-Tradition im engeren Sinne (Gorokhov/Scherz 2004), so kann Russland doch an eine bedeutende Tradition der Technikphilosophie anknüpfen, die sich in Richtung TA ausbauen lässt. Während Technik in der westlichen Philosophie erst spät das Interesse der Philosophie fand (z. B. Lenk 1973), war dies in den Ländern der östlichen Hemisphäre anders, wohl auch deswegen, weil dem technischen Fortschritt im Marxismus sowohl theoretisch als auch praktisch eine zentrale Rolle zugeschrieben wurde.

So ist es nicht überraschend, dass die Schritte auf dem Weg zu einem russischen TA-Netzwerk aus der Philosophie heraus entstanden sind und weiter vorangetrieben werden. Dabei spielt die Kooperation mit deutschen Einrichtungen, vorwiegend mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), eine große Rolle. Geprägt von den Philosophen Hans Lenk (Technische Universität Karlsruhe, heute KIT) und Vitaly Gorokhov (Moskauer Staatliche Lomonossov-Universität, MSU) sowie dem langjährigen ITAS-Mitarbeiter Gotthard Bechmann (KIT/ITAS) entstand bereits kurz nach dem Fall der Grenzen eine fruchtbare Zusammenarbeit, deren wesentliches institutionelles Setting das deutsch-russische Kolleg an der Universität Karlsruhe (1995–2005) und die Internationale Akademie für Nachhaltige Entwicklungen (IANET; Gorokhov 1999) waren bzw. sind. In diesen Einrichtungen ging bzw. geht es nicht nur, aber eben auch um TA und verwandte Bereiche unter dem Aspekt der deutsch-russischen Kooperation. Mit der Gründung des „International Research Center for Social Consequences of Scientific and Technological Development and Innovation“ an der MSU, das gemeinsam von ITAS und der Philosophischen Fakultät der MSU betrieben wird, wurde die Institutionalisierung der TA-Forschung in Russland ein gutes Stück vorangetrieben. Durch das Institut wurde ein TA-Netzwerk aufgebaut, das neben der Akademie der Wissenschaften und der Baumann Universität in Moskau, die Universitäten Dubna, Yoschka-Ola, Tomsk, Perm und Kazan umfasst. Während der Aufbauphase wurden an den Universitäten durch das Institut Vorlesungen, Seminare und Tagungen veranstaltet. Viele der Folgeaktivitäten lassen sich aus diesen Anfängen heraus verstehen, wenngleich es in der Zwischenzeit auch andere Pfade der Entwicklung gegeben hat (die teils schon wieder verschwunden sind; vgl. zu frühen TA-Aktivitäten und zum sowjetischen Hintergrund Efremenko 1998).

In diesem Bericht werden Ereignisse und Entwicklungen an drei Orten und fünf Institutionen beschrieben, welche Anlass zu der Erwartung geben, dass sich in Russland neue Impulse zum Entstehen einer eigenen TA-Community zeigen: Moskau, Perm und Tomsk. Die damit verbundenen Perspektiven beinhalten freilich auch erhebliche Herausforderungen.

2 Moskau: Lomonossov-Universität und Russische Akademie der Wissenschaften

Eine wichtige Verbindung besteht seit Jahren zwischen Moskau und Karlsruhe: Auf der russischen Seite sind dies einerseits die Moskauer Staatliche Lomonossov-Universität (und dort insbesondere die Philosophische Fakultät mit Vladimir Mironov als langjährigem Dekan) und andererseits die Russische Akademie der Wissenschaften (insbesondere das Institut für Philosophie mit dem früheren Direktor Vjatcheslav Stepin und dem heutigen Direktor Abdusalam Gusejnov). Die Gründung eines gemeinsamen Forschungsinstituts und die Etablierung des deutsch-russischen Master-Studiengangs „Europäische Kultur- und Ideengeschichte“ (EUKLID) dokumentieren die Stabilität dieser Kooperation, in der es zwar nicht nur, aber auch um TA geht. Der Alltag dieser Kooperation besteht wie üblich aus dem Austausch von Studierenden, Gastwissenschaftlern und Dozenten, aus gemeinsamen Workshops und Konferenzen sowie gegenseitigen Einladungen zu Vorträgen und Vorlesungen.

Am 18. September 2015 fand auf Anregung von Anna Kostikova von der MSU eine Tagung zur Zukunft der Urbanität statt. In den Vorträgen wurde das Thema in interdisziplinärer Breite behandelt, wobei TA-Aspekte immer zur Sprache kamen. In den vergangenen Jahren wurden auf Konferenzen die interkulturelle Dimension der TA thematisiert ebenso wie das Thema „Human Enhancement“ – gerade auch angesichts einer nicht unerheblichen Resonanz des Transhumanismus in Russland – sowie verschiedene Fragen im Kontext nachhaltiger Entwicklung.

Als Besonderheit der langjährigen Kooperation zwischen Moskau und Karlsruhe kann gelten, dass mittlerweile, v. a. auf Initiative von Vitaly Gorokhov, eine große Zahl von Aufsätzen zur TA in mehrsprachigen Fassungen vorliegt (russisch/deutsch/englisch). Diese bilden den Grundstock einer fachlichen Verständigung zur TA über die doch noch recht hinderlichen Sprachgrenzen hinweg. Zum Teil wurden sie als Lehrmaterialien konzipiert. Ein nächster Schritt soll es sein, diesen Fundus zu systematisieren und ihn übergreifend nutzbar zu machen.

Eine projektbezogene und auf Forschung ausgerichtete Zusammenarbeit kann sich in Zukunft durch die geplante Vergrößerung der MSU ergeben. Insbesondere im Bereich der biologischen und biomedizinischen Forschung wird zukünftig interdisziplinäre Kooperation zur Erforschung von gesellschaftlichen Folgen möglicher Innovationen und ihrer ethischen Beurteilung gefragt sein, welche sicher von den Erfahrungen der TA profitieren kann.

3 Perm: Nationale Polytechnische Universität

Perm ist eine durch Industrie und Technik geprägte Stadt im westlichen Ural mit über einer Million Einwohnern. Die polytechnische Universität Perm ist eine der angesehensten und einflussreichsten Universitäten in Russland mit dem Status einer nationalen Forschungsuniversität. In der Lehre spielt die Weiterentwicklung der Ingenieursausbildung eine große Rolle, an der auch die Geisteswissenschaftliche Fakultät beteiligt ist. Das Ziel ist, die Grundlagen eines neuen Ingenieurparadigmas der Verantwortung unter der Berücksichtigung intellektueller, ökologischer und geopolitischer Herausforderungen der Moderne zu entwickeln. Im Zusammenhang mit den Zielen der Universität, Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz zu unterstützen, sind auch TA und Konzepte wie RRI (Responsible Research and Innovation) gefragt.

In diesem Zusammenhang wurde am 12. Januar 2014 am Lehrstuhl für Philosophie und Recht das Forschungslabor RRI_Lab unter Leitung von Elena Seredkina gegründet. Hervorgegangen ist dieses Labor aus einem Philosophie-Club, der von Elena Seredkina über viele Jahre geleitet wurde, und in dem mit Studenten und Doktoranden aus den technischen Fachrichtungen ethische und philosophisch-epistemologische Aspekte der modernen Ingenieurwissenschaften diskutiert wurden. Hauptaufgabe des RRI-Lab ist es, ethische Expertise zu wissenschaftlich-technischen Projekten auszubilden. Junge Ingenieure sollen mit TA vertraut gemacht werden, damit sie die gesellschaftliche Verantwortung ihres späteren Berufs frühzeitig erlernen. Den Teilnehmern des RRI_Lab wird angeboten, die weit gefassten Auswirkungen und Folgen auf die Gesellschaft, die Umwelt und die Gesundheit der von ihnen geplanten Forschung zu betrachten, das Risikoniveau und die Unbe-

stimmtheit der möglichen Auswirkung des von ihnen entwickelten Projekts einzuschätzen.

Die Teilnehmer des RRI_Labs verstehen RRI als eine neue Etappe der Entwicklung der TA in der Zeit der NBIC-Technologien und der Industrie 4.0, in der es zu neuen Formen des Zusammenwirkens zwischen Technik und Gesellschaft kommt. Im Zentrum der Aufmerksamkeit befinden sich epistemologische und ethische Aspekte der wissenschaftlich-technischen Entwicklung sowie die Entwicklung von Modellen einer wünschenswerten Zukunft. Zur Mitwirkung im RRI_Lab sind Ingenieursstudenten und Doktoranden der Universität mit ihren Forschungsprojekten eingeladen. Zurzeit arbeiten im Labor etwa 20 Studenten und Doktoranden von verschiedenen Fakultäten zusammen (Luft- und Raumfahrt, Mechanik, Bauwesen, Chemische Technologien, Angewandte Mathematik usw.). Aktuelle Projekte betreffen vor allem Medizin, Energetik, Nanobiotechnologien und Nachhaltigkeit.

Ein Beispiel ist Ekaterina Makarova, Doktorandin an der Mechanik-Fakultät, die sich mit Methoden der Herstellung von Nanomaterialien und deren physikalischen und chemischen Eigenschaften befasst. Durch die Zusammenarbeit mit dem RRI_Lab hat Ekaterina Makarova das Problem der Verantwortung von Ingenieuren im Bereich der Nanotechnologien in das Zentrum ihrer Arbeit gestellt. Zurzeit liegt der Schwerpunkt auf der Vorhersage der möglichen Risiken der Auswirkung von Nanoteilchen auf die Umwelt und die Gesundheit der Menschen. Ihre Doktorarbeit soll nicht nur zur Lösung eines grundlegenden Problems bei der methodischen Einschätzung der Sicherheit bei der Herstellung von Nanoteilchen beitragen, sondern auch den Informationsgrad hinsichtlich neuer potenzieller Möglichkeiten, neuer Probleme und neuer Risiken, die die Nanotechnologien begleiten, steigern.

Die Vernetzung des RRI_Lab in Russland umfasst das Institut für Philosophie der Russischen Akademie der Wissenschaften und den Lehrstuhl für Philosophie und Methodologie der Wissenschaft sowie das Wissenschaft- und Bildungszentrum „Policy Analysis and Studies of Technology“ (PAST) an der Staatlichen Universität Tomsk. Internationale Kontakte bestehen u. a. zum ITAS, zum „Institute of Science, Technology and Society“ an der „Chinese Academy of Science and Technology for Development“ (CASTED) und zur Technischen Universität Wien. Ein zentrales Anliegen und Arbeitsvorhaben des RRI_Lab ist die Föderung eines Netzwerks im Bereich der TA in Russland.

4 Tomsk: Staatliche Universität und Polytechnische Universität

Tomsk ist eine der ältesten Städte in Sibirien und beherbergt die erste sibirische Universität. Mit dieser Staatlichen Universität und der Polytechnischen Universität sowie weiteren Hochschulen, ist Tomsk ein Schwerpunkt von Bildung und Forschung in Russland. An der Staatlichen Universität ist der Lehrstuhl von Irina Chernikova am Institut für Philosophie entscheidend daran beteiligt, die TA vor Ort und im Netzwerk, v. a. mit Perm, zu entwickeln. Dabei fokussieren die Mitarbeiter auf das Feld der „Technowissenschaften“ (technosciences) und befassen sich u. a. mit der Folgenforschung und der Folgenbewertung zu NBIC-Technologien, v. a. im Kontext möglicher Risiken.

Im September 2015 wurde am Institut für Philosophie ein internationaler Workshop zum Thema „Social Assessment of Technology and Technoscience“ durchgeführt. Hintergrund ist der bestehende Schwerpunkt in der Wissenschaftstheorie in Tomsk, der auf das Verstehen von selbstorganisierenden Systemen in der belebten und nicht belebten Natur zielt. Dieser Workshop ist der bislang jüngste Schritt einer ganzen Reihe von Workshops und Konferenzen, in denen immer wieder TA-relevante Fragestellungen aus Sicht der Philosophie behandelt wurden. Beispiele für Themen aus den vorangegangenen Jahren sind: Philosophy of Science and Innovation Technologies in Education and Science (2007), Cognitive Science: Interdisciplinary Research of Cognition and Intellect (2009), Methodology of Complex Self-developing Systems of Cognition (2012), Philosophical Basis of Technoscience (2013) sowie die Internetkonferenzen Innovation Development: Challenges, Risks and Prospects (2014) und Socio-anthropological Resources of Transdisciplinary Research in the Context of Innovation Civilization (2015).

Diese Reihe zeigt, dass hier bereits seit Jahren eine Tradition in TA-naher philosophischer Reflexion auf neue Entwicklungen in den Technowissenschaften besteht.

Der Hintergrund für das diesjährige Thema liegt in der Beobachtung, dass die Technowissenschaften andere Herausforderungen an ein Assessment stellen als traditionelle Technikfelder, insbesondere wegen ihres neuartigen Zusammenhangs zwischen Forschung einerseits und Praxis andererseits. Diese neuen Konstellationen zeigen sich insbesondere darin, dass das Zentrum der Wissensproduktion von den universitären Labors zu Unternehmen wandert und damit Wissenschaft stärker in Richtung auf Kommerzialisierung und Wertschöpfung drängt. Um in dieser Konstellation Folgenforschung und -beurteilung durchführen zu können, bedarf es transdisziplinärer Ansätze eines „social assessment of technology".

Genau darum ging es in dem entsprechenden Workshop. Irina Chernikova entfaltete das „Social Assessment of Technology" als eine Form der „mode 2 science", in der die Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft als ein Prozess der Ko-Evolution begriffen werden sollte. Weitere Themen waren u. a. die Einbeziehung geistes- und sozialwissenschaftlichen Wissens in die Ingenieursausbildung (Vladislav Cheshev), die Anwendungsgrenzen des sozialwissenschaftlichen Wissens in der Technik (Margarita Zavyalova), Institutionen der Technik als Subjekte der kollektiven Verantwortung (Anastasiya Platonova) und Prädispositionen als anthropologische Grundlage der Technikwissenschaften (Natalya Ivanova). Besondere Diskussionen gab es nach dem Vortrag von Darya Sitnikova, in dem es um die Beteiligung der lokalen Bevölkerung an dem Staudamm-Projekt Katun im Altai-Gebirge während der Perestroika Ende der 1980er Jahre ging. Die Beteiligung der Bevölkerung an der Entscheidungsfindung führte zur Ablehnung des Projekts; Diskussionen entzündeten sich an der These der Referentin, dass Laien und Betroffene an derartigen Entscheidungsprozessen nicht beteiligt werden sollten, weil sie nicht die erforderliche Expertise hätten. An dieser Frage zeigten sich sowohl unterschiedliche Demokratieverständnisse als auch unterschiedliche Verständnisse der Rolle von Experten.

In Bezug auf TA ist auch das Bildungszentrum „Policy Analysis and Studies of Technology" an der Staatlichen Universität Tomsk zu nennen, das 2012 mit Unterstützung vom russischen Förderfond „Offene Gesellschaft" geschaffen wurde. Die wissenschaftliche Tätigkeit des Zentrums ist auf die interdisziplinäre Forschung im Bereich der technologischen Entwicklung im Sinne der STS ausgerichtet. Die Themen umfassen die Politik in der Entwicklung der Technologien für städtische Infrastruktur, soziale Aspekte technologischer Modernisierung in den medizinischen Dienstleistungen, die Politik der innovativen Unternehmenskultur und Kulturpolitik im Kontext der technologischen Entwicklung.

An der Polytechnischen Universität Tomsk (in direkter Nachbarschaft zur Staatlichen Universität gelegen) wurden im Rahmen der russischen Exzellenzinitiative sog. „Megaprojekte" bewilligt. Eines dieser Projekte fügt sich gut in eine entstehende TA-Landschaft in Russland ein. Es ist das Projekt „Responsible Resource Management", in dem es, aufbauend auf Vorstellungen der Nachhaltigkeit und des RRI, um interdisziplinäre Zugänge zu dieser Thematik gehen soll. Außerdem sollen neue wissenschaftliche Kooperationen etabliert werden, um die komplexen Themen zu bearbeiten. Das Projekt wird vom „Institute of Humanities, Social Sciences and Technologies" koordiniert und befindet sich zurzeit in der Aufbauphase.

5 Auf dem Weg zu einem TA-Netzwerk in Russland

Ein russisches TA-Netzwerk ist im Entstehen begriffen, wofür die genannten Beispiele Zeugnis ablegen. Die Moskauer Aktivitäten im Kontext der Technik- und Wissenschaftsphilosophie haben den Anfang gemacht. Über die Russische Akademie der Wissenschaften bestehen Beziehungen auch nach Perm und Tomsk. Die räumliche und personelle Konstellation scheint zurzeit die stärkste Dynamik in Richtung auf ein TA-Netzwerk zu entfalten. Diese ist verbunden mit thematischen Neuausrichtungen oder Erweiterungen. So fanden an der Polytechnischen Universität Perm im September 2015 das Seminar

„Technikfolgenabschätzung in der Ingenieurbildung“ und ein Forschungskolloquium „Technikdeterminismus vs. Sozialdeterminismus“ statt, auf denen aus der Philosophie heraus (Wladimir Zhelesniak und Elena Seredkina) eine umfassende Beschäftigung mit TA erfolgte. Hierdurch wurde das klassische Themenspektrum der Philosophie erheblich erweitert und interdisziplinär geöffnet. Tomsk ist durch die beiden Universitäten ebenfalls ein wichtiger Standort eines zukünftigen russischen Netzwerks TA. Zu Perm bestehen gute Verbindungen, die z. B. zu einem Kooperationsvertrag zwischen dem RRI_Lab und PAST führen sollen. Konkret geplant ist die Durchführung einer Winter School zur TA an der Staatlichen Universität Tomsk.

Interessant ist, dass sich an allen genannten Universitäten parallel ähnliche Entwicklungen erkennen lassen. Dies betrifft zum einen die interdisziplinäre Öffnung der Philosophie, von der die wichtigen neuen Impulse zur TA ausgehen, die aber nicht allein alle notwendigen Kompetenzen und Methoden bereitstellen kann. Hier scheint insbesondere die Kooperation mit dem auf STS ausgerichteten Zentrum PAST vielversprechend zu sein. Zum zweiten werden sowohl in Perm als auch in Tomsk interdisziplinäre Brücken zwischen Geistes- und Sozialwissenschaften auf der einen und den Ingenieurwissenschaften auf der anderen Seite aufgebaut. Hier sind insbesondere die interdisziplinäre Ausrichtung des RRI_Lab und das entstehende „Megaprojekt“ an der Polytechnischen Universität Tomsk zu nennen. Beide Typen von interdisziplinärer Erweiterung sind für TA nicht nur typisch, sondern auch notwendig. Freilich sind sie, wie dies auch die Erfahrungen im Westen zeigen, mühsam und benötigen Zeit.

Über Moskau, Perm und Tomsk hinaus sind Orte bzw. Institutionen zu nennen, so etwa die Polytechnische Hochschule in Yoshkar-Ola und das Forschungszentrum Dubna, natürlich auch die Baumann-Universität und die Offene Universität Skolkovo in Moskau. Auch dort laufen TA-ähnliche Aktivitäten. Viel Vernetzungsarbeit ist noch zu leisten, keine leichte Aufgabe angesichts der Größe des Landes. Dabei wird es v. a. darum gehen, den für Russland adäquaten Weg für die TA zu finden. Modelle aus dem internationalen Bereich liegen genügen vor (vgl. z. B. zum parlamentarischen Bereich das EU-Projekt „Parliaments and Civil Society in Technology Assessment“, PACITA 2011–2015). Diese lassen sich jedoch nicht einfach importieren, sondern es wird darum gehen, ein Modell für TA zu entwickeln, das sowohl den russischen Traditionen in der Wissenschaft als auch den Governance-Strukturen in Technik- und Wissenschaftsentscheidungen gerecht wird.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Situation in Russland in Vielem anders als in den meisten westlichen Ländern mit TA-Tradition ist. Die auffallende Besonderheit des aktuellen russischen Modells der TA besteht darin, dass dies zurzeit im wissenschaftlichen und im Bildungsraum umgesetzt wird, jedoch keine ausgeprägte politische oder zivilgesellschaftliche Ausrichtung aufweist. Mit anderen Worten besteht in Russland bislang kein transdisziplinärer Dialograum, der nicht nur die Experten und Wissenschaftler, sondern auch Entscheidungsträger und Stakeholder umfasst. Russische TA verfügt bislang über keine wesentliche Unterstützung seitens der Staatsstrukturen (wie dies z. B. auch in China der Fall ist). Zwar gab es kürzlich einen Antrag Russlands auf Aufnahme in das EPTA-Netzwerk (European Parliamentary Technology Assessment), der jedoch zunächst zurückgestellt wurde, da die Voraussetzungen noch nicht erfüllt sind.

Netzwerkbildung bedeutet und braucht Kommunikation. Von daher sind die nächsten Schritte auf dem Weg zu einem russischen TA-Netzwerk durch Dialog, Kommunikation und Austausch geprägt. Für Dezember 2016 plant der Lehrstuhl für Philosophie und Recht mit Unterstützung vom Rektorat der Universität Perm und dem Ministerium für Bildung und Wissenschaft die zweite internationale Konferenz „Das Bild des Ingenieurs im 21. Jahrhundert: Technikfolgenabschätzung und Nachhaltigkeit“. Die geplante Winter School zur TA in Tomsk wurde bereits erwähnt. Weitere Aktivitäten müssen und werden folgen, auch um den Netzwerkgedanken stärker institutionell abzusichern. So wäre darüber nachzudenken, eine russischsprachige Zeitschrift zur TA zu gründen, einerseits um das Entstehen einer russischen TA-Community zu fördern, andererseits um sich über Inhalte, Themen und Methoden auszutauschen und schließ-

lich auch die Begrifflichkeiten zu entwickeln, die in einem neu entstehenden Feld benötigt werden.

Literatur

Efremenko, D., 1998: Die Probleme der Institutionalisierung der Technikfolgenabschätzung in Russland. In: TA-Datenbank-Nachrichten 7/1 (1998); https://www.tatup-journal.de/tadn981_efre98a.php (download 2.12.15)

Gorokhov, V., 1999: Internationale Akademie für Nachhaltige Entwicklungen und Technologien an der Universität Karlsruhe gegründet. In: TA-Datenbank-Nachrichten 8/3–4 (1999), S. 58–59; https://www.tatup-journal.de/downloads/1999/tadn993_iane99a.pdf (download 2.12.15)

Gorokhov, V.; Scherz, C., 2004: Der (Nicht-)Umgang mit Technikfolgen in Russland. In: Maring, M. (Hg.): Fallstudien zur Ethik in Wissenschaft, Wirtschaft, Technik und Gesellschaft. Karlsruhe, S. 167–180

Lenk, H., 1973: Zu neueren Ansätzen der Technikphilosophie. In: Lenk, H.; Moser, S. (Hg.): Techne Technik Technologie. Pullach, S. 198–231

« »

Fachportal openTA

openTA ist das Fachportal des Netzwerks TA (NTA). Es aggregiert Nachrichten, Termine und Publikationen aus dem NTA, gibt einen Überblick über die Personen und Institutionen, die im Bereich der TA in Deutschland, Österreich und der Schweiz tätig sind, und erlaubt eine personalisierte und dezentrale Nutzung (etwa über Feeds, Widgets).

Die folgenden Dienste stehen gegenwärtig zur Verfügung:

Der openTA-Newsdienst informiert tagesaktuell über Projekte, Publikationen, Veranstaltungen und Kooperationsangebote aus zur Zeit zehn Mitgliedsinstitutionen des NTA sowie sechs weiteren Institutionen des europäischen Netzwerks der parlamentarischen TA-Institutionen (EPTA).

Der openTA-Kalenderdienst bietet einen Überblick über die Veranstaltungen der NTA-Institutionen und über weitere Termine mit TA-Relevanz. Die Termine des openTA-Kalenders lassen sich in eigene Kalenderanwendungen (Outlook, Thunderbird etc.) übernehmen.

Der openTA-Publikationsdienst aggregiert monatlich die Publikationsnachweise aus sechs Mitgliedsorganisationen des NTA sowie aus weiteren TA-relevanten Quellen. Er enthält gegenwärtig über 20.000 Publikationsnachweise bis in die 1970er Jahre zurück.

Der openTA-Neuerscheinungsdienst filtert aus den Daten der Deutschen Bibliothek monatlich etwa 30 bis 40 aktuelle, besonders interessante Monographien und kommentiert diese Auswahl in einem Beitrag auf dem openTA-Blog unter dem Titel „überdenTAellerrand“.

Alle diese Dienste können nach bestimmten Kategorien gefiltert und auch im Volltext durchsucht werden.

Das Fachportal openTA wurde aus dem NTA heraus initiiert, von der DFG gefördert und von einem Konsortium des KIT unter Federführung des ITAS realisiert.

Nutzen Sie die Möglichkeit, Ihre Inhalte auch über openTA zu verbreiten! Bitte setzen Sie sich dazu mit uns in Verbindung.

Kontakt: Ulrich Riehm; info@openTA.net

Internet: https://www.openTA.net

REZENSIONEN

Vom Tanz der Natur auf des Messers Schneide

J.C. Schmidt: Das Andere der Natur: Neue Wege zur Naturphilosophie. Stuttgart: S. Hirzel Verlag 2015, 360 S., ISBN 978-3-7776-2410-5, Euro 29,40

Rezension von Daniel Frank, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe

Auf „neuen Wegen der Naturphilosophie“ möchte Jan Cornelius Schmidt – seines Zeichens promovierter Physiker und Professor für Philosophie an der Hochschule Darmstadt – zum „Anderen der Natur“ gelangen. Dabei führt er den Leser in elf Kapiteln ebenso durch die klassischen naturphilosophischen Kernthemen „Zufall und Kausalität“, „Zeit und Raum“ wie auch durch, nach geistesgeschichtlichen Maßstäben, neuere Themen wie Selbstorganisation, Geist und Gehirn, die erst im zwanzigsten Jahrhundert vermehrte Aufmerksamkeit erfahren haben. Dass darüber hinaus auch der Ästhetik ein eigenes Kapitel gewidmet ist, mag da schon mehr verwundern, ist aber durchaus begründet. Auch die ausführliche Beschäftigung mit Technik und deren Folgen in einem Buch zur Naturphilosophie mag der Titel nicht unbedingt vermuten lassen. Kohärenz schafft der Autor trotz dieser Themenvielfalt dadurch, dass er alle unter einer bestimmten Perspektive untersucht: Er führt den Leser mit dem „Blick durch die Brille der Instabilität“ (S. 12) durch das gesamte Buch. Dabei nähert sich Schmidt dem „Anderen der Natur“ an, indem er anhand dieser Themen die Entwicklung der Naturwissenschaft, insbesondere der Physik, nachzeichnet. So gelingt es ihm, einen Prozess der Veränderung in den Naturwissenschaften offenzulegen, mit dem ein sich wandelndes Naturverständnis einherging bzw. -geht. Der Tanz auf des Messers Schneide – eine Metapher, die im Buch immer wieder für Instabilitäten auftaucht – illustriert, dass etwa kleinste Änderungen in den Anfangsbedingungen von Prozessen große Wirkungen nach sich ziehen können. Gemeint ist mit (insb. dynamischer) Instabilität das, was Edward Lorenz Schmetterlingseffekt nannte und was unter dem Begriff des deterministischen Chaos geläufig ist. Instabilitäten, ob statische, dynamische oder strukturelle, sind für Schmidt der „Grundcharakter von Natur“, die einerseits die Grenzen der Wissenschaft aufzeigen, aber andererseits diese gleichzeitig auch erweitern, insofern sie Grundlage und Voraussetzung für Selbstorganisation darstellen.

1 Vom Dogma der Stabilität zur „Nachmodernen Wissenschaft“

Lange Zeit galt Natur als stabil und insofern durch Naturgesetze präzise beschreibbar. Methodologisch bildete die Stabilitätsannahme die Voraussetzung für empirisches Arbeiten, insofern sie als Garant für die zentralen Wissenschaftscharakteristika Prognostizierbarkeit, Reproduzierbarkeit und Prüfbarkeit gesehen wurde und letztlich eine erklärungstheoretische Reduzierbarkeit erst ermöglichte. Instabilitäten hingegen galten als epistemische Unzulänglichkeit. Dies verdeutlicht Schmidt am Beispiel des Zufalls, dem er eine „prekäre Stellung zwischen Wirrem und Gesetzmäßigem“ (S. 130) zuschreibt. Zufall wurde lange nicht als der Natur inhärent betrachtet, sondern, wie etwa bei Hume und Laplace, als „temporäres Wissensdefizit“ (S. 112), das es durch Fortschritt bei Erklärungs- und Berechnungserfolg aus der Wissenschaft zu tilgen galt. Denn Zufall widersprach der metaphysischen Annahme einer geordneten, sich gesetzmäßig vollziehenden Natur. Erst nach harten wissenschaftlichen Auseinandersetzungen begann der Zufall – vornehmlich durch die Evolutionsbiologie im 19. Jahrhundert und die Quantenphysik zu Beginn des 20. Jahrhunderts – als wissenschaftlicher Faktor anerkannt zu werden. Anhand einer Typologie des Zufalls (S. 113) als Nichtabkürzbarkeit, als Nichtbeherrschbarkeit, als Ursachelosigkeit und als Nichtprognostizierbarkeit, erläutert Schmidt, dass dieser in den meisten Fällen (nicht jedoch in dem der Ursachelosigkeit) einen Kern der Instabilität aufweist. Damit veränderte sich auch das Naturverständnis. Natur wird nicht mehr als ewig und statisch gedacht. „Natur ist Natur, insofern sie dynamisch, instabilitäts- und selbstorganisationsfähig ist, kurzum: Sie ist Prozess des Werdens, Natur ist (als) Prozess“ (S. 296), so Schmidt.

Das Kausalitätskapitel ist thematisch mit dem Zufallskapitel verwoben. Dort erläutert

Schmidt die „Revitalisierung des Diskurses über Kausalität in den mathematischen Naturwissenschaften“ (S. 139), nachdem namhafte Theoretiker wie Ernst Mach, Bertrand Russell oder George Hendrik von Wright diese schon gänzlich aus der Wissenschaft verabschieden wollten. Zwar sei im Lichte der Instabilität der Begriff der „starken Kausalität“ (ähnliche Ursachen führen zu ähnlichen Wirkungen) heute in vielen Fällen nicht mehr tragfähig; am Beispiel der komplexen dynamischen Systeme des Herzens und des Gehirns zeigt er jedoch auf, dass eine schwache Form der Kausalität hier Voraussetzung für deren adaptives und flexibles Verhalten ist. Am Konzept der „schwachen Kausalität“ will Schmidt daher festhalten. Diesem hafte jedoch eine pejorative Konnotation an, weshalb er den Begriff der *flexibel-emergenten* Kausalität vorzieht.

In einem eigenen Kapitel geht Schmidt nochmals ausführlich auf das Gehirn ein, wenn er die Geist-Gehirn-Relation gesondert unter die Lupe nimmt. Hier bezieht Schmidt klar Position, indem er seine Skepsis nicht nur gegenüber diversen Positionen der *philosophy of mind* zum Ausdruck bringt, die eine potenzielle Reduktion des mentalen auf das Neuronale behaupten, sondern auch an den Ansprüchen und Versprechungen zahlreicher Neurowissenschaftler. Gerade da das Gehirn exemplarisch als ein rückgekoppeltes System gesehen werden kann, das dynamische Instabilitäten aufweist, lassen sich nämlich neben prinzipiellen auch innerwissenschaftliche Kritikpunkte anführen, die die Grenzen neurowissenschaftlicher Erkenntnis markieren.

In einem Kapitel über Kosmos und Raum beschreibt Schmidt den Wandel des Raumverständnisses vom absoluten Raum Newtons zur relativen Raumauffassung, die sich schon bei Ernst Mach findet, und die von Albert Einstein ihre theoretische Ausformung erhielt. Einstein und dessen langes Beharren auf einer kosmologischen Konstante, die ein statisches und stabiles Universum garantieren sollte, sind exemplarisch dafür, wie zögerlich ein Umdenken hin zur Anerkennung von Instabilitäten auch in anderen wissenschaftlichen Disziplinen stattfand.

Dass neben diesen traditionellen natur- und wissenschaftsphilosophischen Feldern auch die Ästhetik in einem eigenen Kapitel thematisiert wird, hat seine Berechtigung, wenn man im Blick behält, dass es Schmidt als Folge der Anerkennung von Instabilitäten als Naturcharakteristikum um ein verändertes, nachmodernes Wissenschaftsverständnis geht. Schmidt beschränkt seine Erörterung daher nicht auf ästhetische Kriterien für die Theoriebildung und die Darlegung, weshalb Ästhetisches auch schon „in der Tiefenstruktur von Tatsachen“ (S. 271) steckt. Spannend ist insbesondere auch, dass der Autor eine visuell-ästhetische Herangehensweise eines „*pictural* oder *iconic turns*“ (Gottfried Boehm) als eine Erweiterung der Möglichkeiten diskutiert, wie mit den Unzulänglichkeiten verfahren werden könnte, die die klassisch-modernen Naturwissenschaften bezüglich des Umgangs mit Instabilitäten zeigen. Der phänomenologisch-morphologische Zugang, den Schmidt stärken möchte, beinhaltet ein Plädoyer dafür, sich auch in den Wissenschaften wieder verstärkt dem anschaulichen Mesokosmos zuzuwenden. Schmidt zeigt sich hier Goethes morphologisch-phänomenologischem Wissenschaftsverständnis z. T. näher stehend als dem Fundamental- und Extremzugang im Anschluss an das Programm Francis Bacons. „Damit ist ein *Anderes der Natur* thematisiert, wie es von der nachmodernen Naturwissenschaft zum Gegenstand der Erkenntnis wird. Statt Intervention in die Natur werden Selbstdarstellungen der Natur herangezogen, statt reduktiver Erklärungen gelten phänomenologische Beschreibungen als Erkenntnisziel, statt Universalität wird nun Kontextualität geschätzt, kurzum: Statt Gesetzen hier Modelle, statt Nomologischem nun Phänomenologisches“ (S. 294).

2 Technik und ihre Folgen

Besonderes Augenmerk verdienen in einer Zeitschrift, die die Technikfolgenabschätzung im Titel trägt, die Kapitel, die der Technik und den Wissenschafts- und Technikfolgen gewidmet sind.

Schmidt beschreibt, wie die seit der Antike gezogene Grenze zwischen Natur (physis) und Technik (techné) in einem Auflösungsprozess begriffen ist. Einerseits findet seit Jahrhunderten eine Technisierung der Natur statt, andererseits aber auch, als jüngere Entwicklung, mit dem Fortschreiten der Biotechnowissenschaften eine „(Bio-)Naturalisierung der Technik“ (S. 225). Interessant ist hier

besonders Schmidts Auseinandersetzung mit der Nachahmungsthese der Technik.

Hinsichtlich der Technikfolgenabschätzung nimmt er exemplarisch die Synthetische Biologie in den Blick, die als „zentrale Zukunftswissenschaft" gehandelt werde. Synthetische Biologie, die auf Selbstorganisationsprozesse für die technische Nutzbarmachung zurückgreift, bezeichnet Schmidt daher analog zur nachmodernen Naturwissenschaft als nachmoderne Technik, die gerade für die Technikfolgenabschätzung zur besonderen Herausforderung wird.

Denn nachmoderne Technik zeichnet sich gerade durch die Provokation von Instabilitäten aus – dem besagten Tanz auf des Messers Schneide. Als solche erscheint sie jedoch nicht mehr als Technik im ursprünglichen Sinne, sondern als Natur, was es gestattet, von einer „Hybridisierung und Amalgamierung von Technik und Natur" (S. 308) zu sprechen. Diese Konvergenz sei problematisch, da mit der Naturalisierung der Technik die Instabilität der Natur in die Technik hineingetragen werde, was eine Prognostizierbarkeit und Berechenbarkeit quasi unmöglich mache. Da Instabilitäten solchen Techniken, zu denen auch andere Risikotechnologien wie die der Nukleartechnologie zählen, immanent sind, lassen sie sich auch nicht eliminieren und werden so zum „entscheidende[n] Differenzmoment, das prekäre Technikfolgenprobleme erzeugt" (S. 316). Grenzen der Konstruier- und Kontrollierbarkeit müssen mit deren Betrieb notwendig in Kauf genommen werden.

Hier schlägt Schmidt vor, das Verfahren der Prospektiven TA (ProTA) in Anschlag zu bringen, um Technologieentwicklungen im Frühstadium ihrer Entwicklung in den Blick zu nehmen. ProTA „sollte eine Kritik spekulativer Visionen und Versprechungen vornehmen und einen kritischen Realismus hinsichtlich der Realisierungsoptionen fördern" (S. 317). Damit ist eine Stoßrichtung vorgegeben, die der des *Vision Assessment* sehr nahe kommt, auf das Schmidt aber nur am Rande verweist.

Schmidt folgt hier Hans Jonas, wenn er zu bedenken gibt, ob angesichts dessen möglicherweise „Zurückhaltung oder gar eine Heuristik der Furcht angebracht [sei], verbunden mit bewahrenden nichtreziproken Vorsorge- und Vorsichtsprinzipien", da mit fortschreitendem technischem Zugriff eine „prinzipielle Unbestimmtheit, Unkontrollierbarkeit und Unverfügbarkeit des Technischen" (S. 319) immer deutlicher werde.

3 Das Ganze im Blick

In toto kann dieses Buch als Beitrag zur „Kritik der Stabilitätsmetaphysik der klassisch-modernen Wissenschaft" (S. 323) gesehen werden. Schmidt legt ein kurzweiliges, aber dennoch fundiertes Buch vor, in dem er zeigt, wohin sich die Naturphilosophie entwickeln sollte. Es sei allen anempfohlen, die auf der Suche nach einem roten Faden sind, der sie durch wichtige Großthemen der Philosophie der Naturwissenschaft seit dem späten 19. Jahrhundert führt. Schmidt verknüpft, indem er die Dreh- und Angelpunkte weitschweifiger Debatten präzise herausarbeitet, diese Themenvielfalt mit wissenschaftsphilosophischen Debatten des 20. Jahrhunderts. Dabei nimmt er immer wieder Bezug zu den Anfängen moderner Naturwissenschaft bei Francis Bacon und Isaac Newton, wendet sich Kant und Schelling zu und lässt auch Goethe zu Wort kommen. Der Autor scheut sich dabei auch nicht, tiefergehenden Fragen wie der nach der Stellung des Menschen nachzugehen, etwa wenn er die Bedeutung des anthropischen Prinzips für die Kosmologie erörtert. Was er dem Leser schuldig bleibt, ist den Weg, den er weist, auch zu Ende zu gehen und eine eigene, naturphilosophische Konzeption vorzulegen. Schmidt hält zwar in den einzelnen Kapiteln nicht mit seinen Ansichten hinter dem Berg, doch gelingt es ihm nicht, eine eigenständige Position zu entwickeln.

Dass es sich bei dem Autor um einen Philosophen handelt, der mit seinem naturwissenschaftlichen Bein in der Physik und nicht etwa in der Biologie steht, ist dem Buch gelegentlich anzumerken – etwa, wenn Zeit und Raum, Chaos und Kausalität in eigenständigen Kapiteln verhandelt werden, Leben und Evolution, Vererbung und Fortpflanzung aber – obwohl ja durchaus bedeutende Naturphänomene, entweder *en passant* diskutiert werden oder aber unter dem Blickwinkel des Physikers zur Sprache kommen. Dies soll jedoch nicht bedeuten, dass es sich um eine einseitige Betrachtung handelt, lediglich um eine notwendigerweise perspektivisch geprägte. Von philosophischer Seite nimmt Schmidt mehrfach Bezug auf Gernot Böhme, dem

dieses Buch mitgewidmet ist, und dessen Einfluss sich auch schon im Titel andeutet.

Der Gesamtentwurf des Buches folgt Vorlesungen, die Schmidt an unterschiedlichen Hochschulen gehalten hat, wobei den einzelnen Kapiteln andere Publikationen und Vorträge zugrunde liegen, die für die vorliegende Publikation umfassend überarbeitet, aufeinander abgestimmt und ergänzt wurden. Dennoch gewinnt der aufmerksame Leser des gesamten Buches an der einen oder anderen Stelle den Eindruck, als wäre das Werk nicht ganz aus einem Guss, etwa wenn er über z. T. fast wörtliche Redundanzen stolpert. Offenbar möchte Schmidt dem allgemeinen Trend zur selektiven Lektüre Genüge leisten, indem er jedes Kapitel auf dessen eigenständige Lesbarkeit hin konzipiert hat. Weitere Konzilianz dem Leser (mit begrenzten zeitlichen Ressourcen) gegenüber beweist ein zusammenfassendes Fazit am Ende eines jeden Kapitels sowie ein Rückblick zum Abschluss des Buches. Ein Sachregister erleichtert ferner die Orientierung, wohingegen ein Personenregister leider fehlt. In der Gesamtschau handelt es sich beim „Anderen der Natur" um ein sehr gelungenes Buch, das einen umfassenden und dennoch scharfen Blick auf Natur-, Wissenschafts- und Technikphilosophie wirft.

« »

Die Risiken der Energiewende – Oder die Gefahren des Nichtstuns

***M. Gross, R. Mautz*: Renewable Energies. London, New York: Routledge 2015, 176 S., ISBN 978-1138194519, Euro 38,00**

Rezension von Christian Büscher, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe

In den letzten Jahren sind einige sozialwissenschaftliche Werke zum Thema Erneuerbare Energie (EE), Energiewende oder Transformation des Energiesystems erschienen. Das vorliegende Buch von Matthias Gross und Rüdiger Mautz unterscheidet sich nicht in dem gemeinhin geteilten *bias*, dass die Verbreitung erneuerbarer Energiequellen wünschenswert ist – mehr oder weniger optimistisch vertreten alle SozialwissenschaftlerInnen diese Ansicht –, sondern, dass sie zurecht auf das Nichtwissen hinsichtlich dieses Transformations*experiments*, und die Effekte, die dieses Nichtwissen haben kann, hinweisen. Die Energiewende wird stets als Projekt dargestellt, das, wenn es erstmal abgeschlossen ist, eine bessere Situation für alle Betroffenen bereithält. Nur, wer will das mit Sicherheit wissen?

Die Problemstellung dieses Buches ist, etwas grob formuliert: „Our focus for the remainder of this book is on transition-related challenges and their sociological implications for twenty-first-century societies, particularly with regard to the switch from fossil and nuclear to energy drawn from the sun, gravitation, or the Earth's heat" (S. 10). Erst im Laufe der Lektüre wird der Leser erfahren, für wen die Herausforderungen als solche auftreten. Viel dreht sich um die Unsicherheit des Scheiterns der Transition, also die Kontingenz-Erfahrung von Akteuren, die ihre aktive Teilnahme verweigern oder gar opponieren könnten. Bei diesen Akteuren handelt es sich vornehmlich um Personen, Gruppen, Genossenschaften, kleine Organisationen, in denen die Autoren wesentliche Treiber der Wende sehen, und die alle außerhalb des „Energieestablishments" operieren.

Die Autoren stellen keinen eigenen Ansatz vor, sondern lehnen sich durchgängig an Argumente der klassischen Soziologie oder zeitgenössischer Forschungen zur System-Transition (Transition Research) an. Ab und an kommen Argumente aus den eigenen Forschungen zu „Real-Experimenten" zum Vorschein, die mit der Konstruktion aus der *Multi-Level-Perspective* (z. B. Geels 2002), der „Nische", verglichen und auf ihre strukturelle Äquivalenz hin untersucht werden (S. 41f.).

1 Soziologische Frühwarnung

Es ist interessant zu lesen, wie schon die soziologischen Altforderen (Weber, Simmel) vor den Konsequenzen der fossilen, industriezeitlichen Energiewende (vornehmlich: Kohle) gewarnt haben. Nutzbare Energie war stets ein Treiber gesellschaftlicher Entwicklungen, speziell der industriell-kapitalistischen Dynamik. Kapita-

listische Wirtschaftsformen sowie Lebens- und Arbeitsstile, die zur fortwährenden Suche nach Energieträgern antreiben, heizen einen sich selbst verstärkenden Prozess an: Technische und organisatorische Mittel haben es ermöglicht, einen Überschuss an Energie zu erschließen, was wiederum neue technische und organisatorische Produktionsweisen ermöglicht habe (S. 31). Simmel und Weber, hier als Zeitzeugen der Industrialisierung herangezogen, warnen vor dem nicht notwendigen, allein am Möglichen angepassten Energieverbrauch, und legen die sozialstrukturelle Bedingungen für die Produktion von Überfluss dar (S. 22f.). Die berühmte *Protestantische Ethik* (Weber) wird von Gross und Mautz als Doppelmoral entlarvt, weil sie einerseits die göttliche Schöpfung ehre und zum nachhaltigen, moderaten Umgang mit der Natur mahne, nur um gleichzeitig die Forcierung rationaler Arbeitsweisen und des Energieverbrauchs zu feiern. Schlussendlich führen die Autoren Simmel an als Warner vor der Resilienz dominanter Energieregime, die alternative Energieerzeugungsformen in ihrer Entwicklung zu behindern scheinen: „Scientifically informed energy cartels that may generally tend to slow down the processes needed to imagine and devise novel forms of energy utilization“ (S. 23).

2 Verlernen und Lernen

Wie können sich nun neue Formen der Bereitstellung und Nutzung von Energie durchsetzen? Zunächst einmal gehe kein Weg vorbei an dem willentlichen Verlernen von technischen Möglichkeiten (und sozialen Routinen bzw. Gewohnheiten). Nur durch Prozesse der „exnovation“, d. h. „discarting technologies“ (S. 3), ließen sich neue Freiheitsgrade für alternative Energieformen finden und implementieren. Das hört sich erstmal trivial an: Man lässt das Alte, um etwas Neues zu probieren. Aber was bedeutet es, ein neues „Energiesystem“ zu probieren? Der Schlüssel dazu sind nach Gross und Mautz Experimente. Mit deren Hilfe lassen sich Lernerfahrungen provozieren, die durch Überraschungen generiert werden. In diesen kontrollierten, selektiven Settings (Kausalitäten werden versucht zu isolieren) ist die Widerlegung von Annahmen willkommen, gerade weil diese auf Nicht-Wissen hinweisen. Wie dem auch sei, bei System-Transformationen hingegen sind Fehler gerade *nicht* willkommen, weil die Leistungserstellung permanent erwartet wird, und weil Fehler zu Konsequenzen nicht nur für die Experimentierenden, sondern auch für die sog. „Beistehenden“ – die als potenziell Betroffene abwesenden Anwesenden – führen könnten. Grundsätzlich seien Realexperimente aber notwendig, weil im Rahmen von System-Transformationen in isolierten Verhältnissen erprobte Technologien ihr Funktionieren auch auf der Ebene des Gesamtsystems erweisen müssen (S. 62). Die „Energiewende“ ist nun das Paradebeispiel für ein solches Realexperiment mit hoher inklusiver Wirkung, argumentieren die Autoren: „Research on energy has increasingly turned society into a laboratory – one in which the energy user and non-scientist can potentially play an active part in the experiment, be it via civil society engagement, novel forms of public participation, energy cooperatives, or social networks“ (S. 140).

3 Governance der Energiewende

Einen besonderen Stellenwert sprechen die Autoren dem schillernden Begriff der „Governance“ zu. Es sei zwar Government (Politik) gewesen, die Nischenentwicklungen befördert habe, um Real-Experimente anzustoßen; nichtsdestotrotz habe sich daraus eine Dynamik ergeben, die über Regierungs- und Planungsziele hinaus gehend, die Energie-Infrastruktur durch ein Zusammenspiel aus dezentralen technischen Systemen (Windräder, PV-Anlagen, Biogas-Anlagen etc.) und einer Vielzahl neuer Akteuren in ein emergentes Neues haben evolvieren lassen. Dabei sei die traditionelle, korporatistische Verknüpfung von Großindustrie und Staat, so das Argument von Gross und Mautz, unter Druck geraten (ironischerweise auch wenn diese enge Verknüpfung nicht ganz freiwillig aufrecht erhalten bleibt, wie im Fall der grün-roten Landesregierung in Baden-Württemberg und dem EnBW-Konzern). Dazu geselle sich „growing societal consensus about the need to tackle environmental problems“, stellen die Autoren fest, wobei Meinen und Handeln ja oft auseinanderfallen (der Fach-

begriff der *kognitiven Dissonanz* hat es schon in die Foren von Tageszeitungen geschafft[1]).

Im Weiteren wird dem Leser die Sympathie der Autoren für bestimmte Formen der Governance vorgeführt. In einer Mischform aus Analyse und Wunschdenken werden genossenschaftlich operierende Akteure als Träger der Energiewende stilisiert. Diese zögen ihre Motivation aus einem „diverse set of activities that go far beyond power generation to also include initiatives in energy efficiency, energy consulting, local or regional energy independence, boosting the local economy, improving social cohesion, and so on“ (S. 99). Man wird beobachten müssen, inwieweit dieses Modell der dezentralen Diffusion von EE-Innovationen trägt, auch und gerade wenn große Unternehmen in das Geschäft mit EE (wieder-)einsteigen und ihre Einflusssphären ausdehnen. Auch die bereits als Dinosaurier verunglimpften „Großen Vier“ (Energiekonzerne) richten ihre Strategie auf EE-Technologien aus (und versuchen, alte Technologie auszulagern).

Es ist ein großer Verdienst dieses Buches, auf die Effekte des Realexperiments „Energiewende“ hinzuweisen. Die Betroffenen dieses Jahrhundertprojekts drohen sich möglicherweise enttäuscht abzuwenden, wenn negative Auswirkungen wahrgenommen werden, sprich Umweltprobleme, Arten- und Landschaftsschutz, Entwertung von Eigentum, das Scheitern von Klein-Investitionen, Preissteigerungen, Datenschutzprobleme im sog. „Smart-Grid“ etc. Gross und Mautz weisen darauf hin, dass Realexperimente nicht mit den Mitteln des klassischen *risk assessment* bewertet werden können, weil es an Modellen, die diese gesteigerte Komplexität einfangen könnten, und damit auch an validen Daten mangelt. Deshalb sei auch ein hohes Maß an Nichtwissen involviert. Nun komme es darauf an, ob die Betroffenen den Experten zutrauen, das Nichtwissen zu spezifizieren und durch weitere Forschung in Wissen zu wandeln, oder ob sie nicht spezifizierbares Nichtwissen unterstellen und auf Prinzipiendissens umstellen. Dann wäre das gesamte Projekt womöglich gefährdet: „In this sense, there are good reasons for opposing experimental processes in the transition towards renewable energy“ (S. 144). Hier gerät die Dimension des Vertrauens in Experten und Politik in das Schlaglicht.

4 Ist Erneuerbare Energie „alternativ“?

Mittlerweile drohen einige der Argumente, die in diesem Werk vertreten werden, schon wieder von den Entwicklungen überholt zu werden. Erneuerbare Energien werden bereits heute mehr oder weniger offen als die neue „Leittechnologie“ bezeichnet; es bedarf nicht mehr der Nischen, die sie vor dominanten Akteurskonstellationen und Marktkräften schützen. Das macht sich an den politischen Plänen bemerkbar, die Subventionierungen auslaufen zu lassen. Auch muss man sich fragen, ob nicht Netzwerke von Proponenten von EE zukünftige Regime konstituieren, die ihrerseits Weiterentwicklungen blockieren – z. B. wird der bayerischen Landespolitik unterstellt, die idiosynkratischen Investitionen in Biogasanlagen zu schützen. Zudem ist zu vermuten, dass auch Genossenschaften Lobbyismuskräfte entfalten. Insgesamt reduzieren die Autoren die Energiewende auf eine Entscheidung, und welche Neigung sie vertreten ist überdeutlich: Besser handeln als abwarten – auch wenn man noch nicht wissen kann, wie es ausgeht (S. 144).

Anmerkung

1) Vgl. das Essay von George Monbiot: „Consume more, conserve more: sorry, but we just can’t do both“ und die vehementen Diskussionen unter den Leserinnen und Lesern (http://www.theguardian.com/commentisfree/2015/nov/24/consume-conserve-economic-growth-sustainability; download 26.11.15).

Literatur

Geels, F.W., 2002: Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-level Perspective and a Case-study. In: Research Policy 31 (2002), S. 1257–1274

« »

TAGUNGSBERICHTE

Zukünfte und Technologieentwicklung – Wechselseitige Beeinflussung als Herausforderung für die Technikfolgenabschätzung

Bericht von der TA'15-Jahrestagung „Zukunft, Macht, Technik", Institut für Technikfolgen-Abschätzung an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Wien, Österreich, 1. Juni 2015

von Ulrike Bechtold, Daniela Fuchs und Niklas Gudowsky, Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA), Wien, Österreich[1]

Die Frage, wie Zukunftsvorstellungen und Technologieentwicklung sich wechselseitig beeinflussen (können) und welche Rolle der Technikfolgenabschätzung bei der Auseinandersetzung mit möglichen zukünftigen Entwicklungen zukommen könnte, stand im Mittelpunkt der 15. Jahrestagung des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Dabei wurde das Verhältnis von (imaginierten) Zukünften und Technologie aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet. Im Mittelpunkt stand die Frage, wie die Technikfolgenabschätzung mit der Möglichkeit vielfältiger Zukunftsvorstellungen umgehen könnte – und wie diese Vorstellungen wiederum aktuelle Technologieentwicklungen gestalten. Neben TA-theoretischen Auseinandersetzungen wurden institutionelle Perspektiven und Ansätze aus ausgewählten Einzeldisziplinen diskutiert.

Zwei Keynotes befassten sich mit der Frage, inwiefern sich überhaupt wissenschaftliche Aussagen über Zukunft treffen lassen und wie die TA mit solcher Zukunftsoffenheit umgehen kann. Leena Ilmola-Sheppard (IIASA, Laxenburg/Österreich) sprach diesbezüglich über die Grenzen der Antizipation und die daraus resultierende Unsicherheit bei Entscheidungen. Armin Grunwald (ITAS, Karlsruhe) stellte vor, wie imaginierte Technikzukünfte gesellschaftliche Debatten strukturieren und damit Technikentwicklung beeinflussen können.

1 Offene Zukunft als Herausforderung für die TA

Anhand des Konzepts des Prosumers beleuchteten Sascha Dickel und Jan-Felix Schrape zwei Medienutopien des 21. Jahrhunderts. Die Beispiele Web 2.0 und 3D-Drucker dienten dazu zu zeigen, dass der Technik in beiden Fällen aufklärerisches Potenzial zugeschrieben werde (Empowerment, Demokratisierung und Dezentralisierung). Die in den Utopien versprochenen Revolutionen, die mittels utopischer Semantik vermittelt würden, wichen jedoch von den empirisch tatsächlich stattgefundenen Pfaden ab. Helge Torgersen und Daniela Fuchs widmeten sich in ihrem Vortrag mythisierten Vorstellungen von Zukunft, die besonders im Fall der *Emerging Technologies* eine Rolle in der Darstellung und Einordnung der jeweiligen Technologie spielen könnten. Das Beispiel Neuro Enhancement zeige, wie über semiologische Ketten Begriffen bewusste Bilder impliziert werden, die sich durch neue, nicht-sachbezogene Vorstellungen in Mythen transformieren. TA könne in diesem Kontext über Dekontextualisierung und Rekontextualisierung als „Myth-Buster" fungieren.

Arianna Ferraris Vortrag beschäftigte sich mit Überlegungen zu einem (noch utopisch anmutenden) Wissensobjekt: In-vitro-Fleisch. Während erste Ideen dazu bereits in den 1930er Jahren entstanden, habe die Diskussion neuen Aufschwung bekommen, als 2013 ein Burger aus Rindermuskelstammzellen hergestellt und medienwirksam verkostet wurde. Die Diskursanalyse ergab eine Kommunikation von Vorteilen sowohl aus Sicht der Nachhaltigkeit als auch aus ethischer (keine Tötung von Lebewesen) oder ökonomischer Perspektive (Effizienzsteigerung der Fleischproduktion). Damit entstünden neue gesellschaftliche Problemfelder, zu deren Beforschung TA einen wichtigen Beitrag leisten könne. Der Verfestigung des Zukunftsbildes Industrie 4.0 widmete sich Georg Reischauer: Unternehmen hätten dabei eine bedeutende Rolle, da sie diese konkretisieren und institutionalisieren.

Stefan Böschen befasste sich in seinem Vortrag mit dem Begriff der Selbstbindung in Bezug auf Risikodiskurse und Debatten der Öffnung, wie etwa Partizipation, Inklusion, Governance oder Resilienz. Selbstbindung bedeute die Begrenzung des Optionenraumes und gleichzeitig die Entdeckung bisher noch unbekannter Optionen. Entlang dreier Risikoformen – Umwelt-, Personalitäts- und Transformationsrisiken warf er die Frage auf, wie experimentelles Selbstverständnis, institutionelle Settings und das Phänomen der Selbstbindung zusammenhängen. Kontrovers diskutiert wurde u. a. die Frage, inwieweit Selbstbindung letztlich auch Fremdbindung bedeute. Martin Meister und Ingo Schulz-Schaeffer behandelten verschiedene Rollen von Szenarien in der Technikentwicklung im Bereich Ubiquitous Computing und fragten nach der tatsächlichen Wirkung gedachter Zukunft. Szenario definierten sie allgemein als Darstellung möglicher Zukünfte, wobei sie auf konkrete und generische Szenario-Formen in der Technikentwicklung fokussierten. Als Beispiel ersterer erläuterten sie, wie durch das Erfassen von Verhaltensmuster und konkreter Alltagsszenarien Ambient-Assisted-Living-Technologien gestalten werden könnten. „Generisch" wurde als eine Art Annäherungsszenario bzw. Heuristik begriffen, um dann ein konkretes Szenario erarbeiten zu können.

Einen Schwerpunkt im Bereich der Technikutopien und sich realisierender Technologiekonzepte bildete das Thema Big Data. Reinhard Heil stellte das Projekt „ABIDA. Assessing Big Data" vor, das mittels ExpertInnenworkshops, Fokusgruppen und BürgerInnenkonferenzen Einschätzungen und Erwartungen zur Entwicklung von Big-Data-Anwendungen untersucht. Die Begriffe „Hope-Vision" und „Fear-Vision" wurden vorgestellt, die eine „Berechenbarkeit" der Welt aus unterschiedlichen Blickwinkeln beschreiben. Unterschiedliche Typen von Big Data, z. B. öffentliche, staatliche, private Daten und deren Relevanz für Szenarien sowie das Spannungsfeld Autonomie des Individuums und Statistik wurden aufgeworfen. Ingrid Schneider fragte, ausgehend von Betrachtungen zur Privatsphäre sowie Grund- und Freiheitsrechten, wer wirksamen Datenschutz in der digitalisierten Welt verteidigen könne. In ihrer Analyse standen insbesondere Verfassungsgerichte, der Europäische Gerichtshof sowie der Europäische Gerichtshof für Menschenrechte als „Hüter von Datenschutz und Persönlichkeitsrechten" im Mittelpunkt. Beispiele waren Urteile zur Vorratsdatenspeicherung und das „Recht auf Vergessen". Im Hinblick auf TA wurden eine stärkere Einbindung von JuristInnen sowie eine „Rechtsfolgenabschätzung" gefordert.

2 Gestaltbarkeit der Zukunft und die Rolle von Methoden

Andreas Lösch, Reinhard Heil und Christoph Schneider untersuchten Visionen als sozio-epistemische Praktiken, die in Innovations- und Transformationsprozessen wirksam werden. Das Wissen darüber sei für beratende TA relevant. Visionen hätten damit mehrere Funktionen: Schnittstellen zwischen Gegenwart und Zukunft, Kommunikation ermöglichende Medien, Grenz- oder Wissensobjekten; Handlungsermöglichende Wissensobjekte; Leitbilder der Orientierung und Koordination. Visioneering als Prozess des „Zukunftmachens" wurde anhand von Big Data, smart grids sowie FabLabs und 3D-Druckern beleuchtet. Abschließend stand die Diskussion, welche Typen von Visionen für die TA durch Vision Assessment nutzbar wären.

Am Beispiel von Innovationen für das Leben im Alter untersuchten Mahshid Sotoudeh, Leo Capari, Niklas Gudowsky und Ulrike Bechtold wie qualitative Zukunftsstudien als Ausgangspunkt für multi-dimensionale Entscheidungen im Innovationssystem genutzt werden. Szenario- und Visionsgestaltungsprozesse aus mehreren Projekten im Bereich Altern und Technik wurden im Vortrag als Beispiele herangezogen. Michael Decker stellte im Kontext von Pflegearrangements die Nutzung von imaginierten Technikzukünften in der bedarfsorientierten TA vor. Die vorgestellte Bedarfsanalyse gab Aufschluss darüber, was Beteiligte wirklich bräuchten. Eine Liste mit technischen Optionen wurde daraufhin von TechnikerInnen erstellt und den NutzerInnen zur Revision vorgelegt. Betont wurde die Rolle der TA als Mediator zwischen realer Techniknutzung im Pflege- und Betreuungsalltag sowie der Welt der TechnikentwicklerInnen, so Decker.

Veronika und Sebastian Schmid untersuchten die Zukunftsbilder von Studierenden. Ein pessimistisches, technikzentriertes Zukunftsbild, getragen von Ressourcenknappheit und Konflikten stehe dem Wunsch nach einer Welt entgegen, in der weniger Leistungs- und Gewinnorientierung vorherrscht und soziale Werte wie Chancengleichheit an Bedeutung gewinnen. Dies deute auf ein nur gering ausgeprägtes utopisches Denken in gesellschaftlichen Fragen hin. Michael Scharp setzte sich mit der Wissenschaftlichkeit der Methode des Horizon Scanning vor dem Hintergrund sprachanalytischer Probleme auseinander. Der Vortragende verwies auf methodische Ähnlichkeiten zur Vorgangsweise der TA. Kritisch angemerkt wurde hierbei, dass die aufgezeigten Probleme des Horizon Scanning sich in allen möglichen Wissenschaftsgebieten zeigen und eine suggerierte klare Trennung zwischen Natur- und Sozialwissenschaften nicht haltbar sei.

3 Partizipation in der Zukunftsgestaltung

Wie könnte die Rolle von BürgerInnen und Stakeholdern bei der Gestaltung von Zukunft aussehen? Wie sehen verschiedene Disziplinen ihre eigene Rolle und jene von BürgerInnen im Zusammenhang mit Verantwortung für zukünftige Prozesse? Diese Fragen wurden aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet: In seinem Vortrag rund um Debatten im Zusammenhang mit Demokratisierung und Verantwortung plädierte Thomas Völker dafür, Möglichkeiten einer partizipativen Wissenschaft auszuloten, die nicht nur für, sondern auch mit PraxispartnerInnen in der Gesellschaft arbeite. Hierbei dürfe aber das Risiko, das eine solche Abkehr vom wissenschaftlichen Mainstream gerade für junge Wissenschaftlerinnen berge, nicht außer Acht gelassen werden. Die Hinwendung von DesignerInnen zur Intervention im gesellschaftlichen Diskurs spielte im Beitrag von Anouk Meissner und Frank Heidmann eine zentrale Rolle: Im Gegensatz zum herkömmlichen Designansatz liege der Fokus kritischer Ansätze nicht darauf, konkrete Probleme zu lösen, sondern eher darin, sie zu benennen. Der Wert von „Critical Design“ liege daher weniger in einer Realisierung von Ideen, sondern in einer Visualisierung existierender Phänomene, wie beispielsweise zunehmende Überwachung, die eine kritische Auseinandersetzung mit dem Thema ermöglichen solle. Eine Verschiebung von Verantwortung hin zu BürgerInnen präsentierte Carolin Thiem anhand zweier Beispiele („Maerker“ und „Ideenkanal.com“). Das Konzept des „Citizensourcing“ lagere Problemerkennung und -behandlung, und folglich Verantwortung, an BürgerInnen aus. Bei solchen, durch neue Technologien ermöglichten Beteiligungsformen, könnten aber auch eventuelle Parallelen und eventuell Synergien zu traditioneller Partizipation bestehen

4 Vom Umgang mit Geschichte

Das Verhältnis von TA zu Vergangenem, zur methodischen Integration von Historie und zur Bedeutung von Utopien für die TA standen im Mittelpunkt dieser Session. Der Beitrag von Torsten Fleischer und Silke Zimmer-Merkle ging der Frage nach dem Umgang mit Geschichte in der TA nach. Basierend auf der These, dass sich TA auch bei der Beantwortung historischer Fragen vorrangig auf Wissensbestände der eigenen oder nah verwandten Disziplinen berufe, forderte der Beitrag, interdisziplinäre Kompetenzen stärker zu nutzen und auch TechnikhistorikerInnen in die TA einzubeziehen. Johannes Schmidl stellte in seinem Beitrag die Frage, ob das Konzept utopischen Denkens eine Zukunft in der TA verdiene: Denn obwohl an einem Ziel orientiert, würden utopische Denkmodelle keine praktischen Handlungsempfehlungen aufzeigen. Der Beitrag plädiert in seiner Conclusio für eine bewusste Annäherung an den Utopie-Diskurs, da einerseits implizite utopische und dystopische Vorstellungen allgegenwärtig seien und andererseits positive, utopische Bilder zur Inspiration und Motivation dienten. Diskutiert wurde unter anderem der Umstand einer utopiearmen Gegenwart als Reaktion auf dystopische Realversuche des 20. Jahrhunderts.

5 Zukünfte zwischen Politik und TA – Von Nano bis Energie

Die Session war dem Verhältnis von Zukunftsvorstellungen und realen Implikationen auf der Ebene konkreter Politik gewidmet. André Gaz-

só präsentierte das Projekt NanoTrust und seine verschiedenen Aufgaben an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Regulative und der (interessierten) Öffentlichkeit. Das Projekt bediene unterschiedliche Medien und Prozesse, um das österreichische Nano-Risiko-Governance-System zu begleiten und weiter zu entwickeln. Interesse beim Publikum weckte die genaue Verortung des Projekts und seine Rolle im Bereich zwischen Regulierung und Wissenschaft. Judith Simon und Bernhard Rieder untersuchten die politische Entscheidungsfindung mittels Big-Data-Analysen und den daraus resultierenden Implikationen für die TA. Einem historischen Abriss der langwährenden Verknüpfung von Staat und Statistik folgte das Verhältnis von Big Data und Methoden der Technikfolgenabschätzung. Während Big Data auf Politikebene ein Hype attestiert wurde, sei die Aussagekraft von Prognoseanalysen jedoch begrenzt. Das Autorenteam Jens Schippl, Torsten Fleischer, Armin Grunwald und Bernhard Truffer reflektierten am Fallbeispiel „Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland" soziotechnische Entwicklungspfade als Ergänzung zu technologiezentrierten Betrachtungsweisen. Eine reine Fokussierung auf institutionelle Faktoren in der Akzeptanz der Elektromobilität sei zu kurz gegriffen, da andere Projekte den Einfluss technologischer Einschränkungen bzw. der Akzeptanz alternativer Energiekonzepte (z. B. Photovoltaik) zeigten. Aus Sicht des Verfassungsstaates hinterfragte Michael Goldhammer inwieweit dieser zukunftsgestaltende Macht habe. Basierend auf der Vergangenheit habe Verfassungsrecht notwendigerweise kein Zukunftsbild; aus dem Wesen der Demokratie und der Gewaltentrennung ergebe sich die Notwendigkeit, dass sich Gegenwartswahrnehmung und Zukunftsbilder institutionell ausdifferenzieren. Stefan Aykut lieferte Vorschläge für eine soziologische Betrachtung von Vorausschau in der Energiepolitik. Zukunftswissen könne hier einerseits Governance-Instrument, andererseits Objekt soziotechnischer Kontroversen und damit Medium der stetigen Neuverhandlung der Grenze zwischen Wissenschaft und Politik sein. Drittens könne Zukunftswissen zur kritischen Rezeption der Energiepolitik der öffentlichen Debatte beitragen.

6 Fazit

Sowohl anhand aktueller Bilder über Zukünfte bestimmter Technologien als auch der Rolle von Zukunftsbildern für die Gegenwart wurden die Beziehungen zwischen Gegenwart und Zukunft aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet. Dabei spielte auch die Frage eine Rolle, was Zukunftsideen über die Gegenwart aussagen und wie sich Macht anhand von Technikutopien manifestieren und zu irrationalen Handlungsketten in Politik, Forschung und Medien führen könne. Als essentiell wurde die Berücksichtigung von Verantwortung und Partizipation bei der Beschäftigung mit der Zukunft gesehen. Im Hinblick auf die Konzeption von Zukünften plädierten einige Vortragende für eine Umverteilung und teilweise Neudefinition von Verantwortung zugunsten von mehr Partizipation in unterschiedlichen Bereichen und Disziplinen. Betont wurde das Wechselspiel zwischen Technik- und anwendungsorientierter Wirksamkeit von Zukunftsbildern wie Szenarien oder Visionen und damit die Rolle der TA als Mediator zwischen realer Techniknutzung und der Welt der TechnikentwicklerInnen. Unter Berücksichtigung neuer, bisher wenig integrierter Disziplinen könnten sich neue Perspektiven für TA im Zusammenhang mit Technikgestaltung ergeben. Daraus resultierende reale Implikationen für gegenwärtige Governance-Strukturen, dienen als Ausgangspunkt für weitere, dynamische Entwicklungen. Zukunftsbilder müssen damit als Bilder der Zeit verstanden werden, in welcher sie entstanden sind.

Anmerkung

1) Unter der Mithilfe von Leo Capari, Anja Gänsbauer, Astrid Mager, Daniel Romanchenko und Stefan Strauss.

« »

Neue Methoden für Zukunftswissen

Bericht zur Tagung „Planning, Prediction, Scenarios – Using Simulations and Maps“

Bonn, 11.–12. Mai 2015

von Martin Deschauer, EA European Academy of Technology and Innovation Assessment, Bad Neuenahr-Ahrweiler

Die Jahrestagung der EA European Academy of Technology and Innovation Assessment stand thematisch ganz im Zeichen von Simulationen, Big Data, Szenario-Analysen und Karten.[1] Es wurde getestet, welches Potenzial neue sozialwissenschaftliche Methoden besitzen und inwiefern sie ermöglichen, Prognosen und Planungen abzuleiten. Sowohl empirische Fallbeispiele als auch wissenschaftstheoretische Vorträge beleuchteten den Forschungsstand und die Perspektiven neuer Methoden für Planung und Zukunftswissen. Die Beiträge stellten Ergebnisse aus vielfältigen Gegenstandsbereichen vor: Von der Innovationsforschung über Wahlanalysen, Stadtplanung bis hin zu Assessments von Informations- und Wissenssystemen, Universitäts- und Forschungsvorhaben, war ein breites Feld an Themen gegeben.

Die Tagungsorganisatoren etablierten in der Programmplanung neben der wissenschaftlichen Annäherung an Modelle und Simulationen auch einen künstlerischen Zugang zum Thema. Die Kunstausstellung „Places & Spaces – Mapping Science“[2], die mit einer Vernissage am Abend des 11. Mai eröffnet wurde, rückte die Möglichkeiten der Visualisierungen wissenschaftlicher Daten ins Zentrum und betonte damit, dass das ästhetische untrennbar mit dem epistemischen Moment verbunden ist, also wissenschaftlicher Inhalt (Daten) nicht von der Form (Darstellung) zu unterscheiden ist.

Thematisch ging die Vernissage fließend in die anderen Teile des Programms über. Die vier Sessions, zwei Keynotes und zwei Paneldiskussionen lieferten umfassende Beiträge zur Frage nach Zukunftswissen und Planungshilfen.

1 Die methodologische Stärke von Simulation

Zu Beginn der Tagung wurden in drei Vorträgen sozialwissenschaftliche Simulationen vorgestellt, die verschiedene Zukunftsszenarien und ex-ante-Evaluierungen zum Ergebnis hatten. Am Beispiel der irischen Forschungs- und Entwicklungslandschaft zeigten Petra Ahrweiler und Michel Schilperoord (beide EA Bad Neuenahr-Ahrweiler), welche Möglichkeiten der Policy-Planung entstehen, wenn unterschiedliche Szenarien in „Was-wäre-wenn“-Alternativen durch Computermodelle dargestellt werden können. Nigel Gilbert von der University of Surrey beschrieb den Einsatz von agentenbasierten Modellen (ABM) als gute Möglichkeit, um beispielsweise Konsequenzen aus Policy-Entscheidungen im Vorfeld einzuschätzen. Die mathematischen Modelle, so Gilbert, seien aber keinesfalls eindeutige Vorhersagen, da es sich bei gesellschaftlichen Ereignissen immer um nichtlineare, komplexe Dynamiken handele, die nicht vollständig in mathematischen Modellen abbildbar seien. Ähnlich argumentierte auch Bruce Edmonds von der Manchester Metropolitan University Business School. Er plädierte dafür, nicht immer die gesamte Breite der möglichen Szenarien auszuloten, sondern einige Linien zu verfolgen und diese durch Methoden wie dem ABM auf Mikro-, Meso- und Makrolevel zu untersuchen. Die Keynote von John Casti (Wien/Hoboken) spitzte diesen Gedankengang noch einmal zu: Extremereignisse (Casti: X-Events) außerhalb eines Trends ließen sich nicht vorhersagen, seien aber notwendig für Veränderungen und Innovationen. Simulationen seien, so die Einschätzungen der Vortragenden, wenn sie richtig eingesetzt und kontextualisiert werden, durchaus hilfreiche Instrumente zur Einschätzung unterschiedlicher Zukunftsszenarien.

2 Szenarien

Bei der Auswahl geeigneter methodischer Elemente für Planungs- und Zukunftswissen plädierte Matthias Weber (AIT Austrian Institute of Technology, Wien) für mehr Diversität. Der stärkere Einbezug der Stakeholder solle dazu führen, dass handlungsleitende, strategische Visionen erarbeitet werden können, die ein Policy-making ermöglichen.

Im zweiten Vortrag der Session über Szenarien verdeutlichte Andreas Pyka von der Universität Hohenheim, wie durch ABM eine neue Sicht auf Innovationsprozesse etabliert werden könne. Statt von einem technologischen „Spillover"-Effekt auszugehen, der in der wirtschaftswissenschaftlichen Fachliteratur seit langem diskutiert wird, ließen sich Wissensdynamiken viel besser durch Innovationsnetzwerke erklären. Daraus ergäben sich entsprechend neue Konsequenzen für die Strategiegestaltung von Forschung und Entwicklung in öffentlichen und privatwirtschaftlichen Bereichen.

3 Die Stärke von Big Data und Karten

Die Vorträge von Katy Börner (Indiana University, Bloomington), Andrea Scharnhorst (Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam) und Panos Argyrakis (Universität Thessaloniki) beschrieben unterschiedliche Big-Data-Ansätze im Feld der Wissenschaftsforschung wie z. B. Author-Paper-Networks, Alternativen zum Peer-Review-Verfahren, Visual Analytics of Science und Kollaborationen in EU-Forschungsprogrammen. Die Referenten konnten zeigen, welche Informationen sich aus den größtenteils bereits vorhandenen Daten generieren lassen, sofern der Zugang zu den Daten ermöglicht wird. In diesem Zusammenhang wurden in der Diskussion Fragen zur Offenheit und Verfügbarkeit von Forschungsdaten aufgeworfen. Die Forderung nach Open Data in den Sozialwissenschaften beinhaltet, dass Modelle bis in ihre Einzelheiten nachvollziehbar gemacht werden können. Unter den Schlagworten Open Data/Open Access/Open Science finden sich auch im RRI-Programm und der digitalen Agenda der Europäischen Kommission Forderungen nach einem offenen Umgang mit Daten, die in EU-geförderten Projekten entstanden sind. Leider werde diese Praxis nach Ansicht vieler Tagungsteilnehmenden viel zu wenig verfolgt: Zwischen EU-Idealen und der Forschungsrealität klaffe eine große Lücke. Hier sei ein Kulturwandel notwendig, um das Teilen von Daten selbstverständlicher zu machen. Auf einer ganz praktischen Ebene wurde deutlich, dass das Teilen von Daten im Vorfeld eine Aufbereitung notwendig mache, die von den Projektmitarbeiterinnen und Projektmitarbeitern geleistet werden müsse. Dieser durchaus zeitintensive Arbeitsschritt stehe allerdings in Konkurrenz zu den vielfältigen anderen Arbeiten im akademischen Betrieb. Zudem gäbe es dafür, ähnlich wie für eine ausführliche Dokumentation, keinen Platz im Belohnungssystem der Wissenschaft.

Katy Börner, die einen Bogen von ihrem Vortrag zu der, von ihr kuratierten, Ausstellung spannte, erläuterte, wie Visualisierungen als ein analytisches Werkzeug eingesetzt werden können. Auch Karten, ursprünglich ein methodologisches Format der Topographie für die Darstellung des Raums, würden in neue Zusammenhänge gebracht. Sie könnten den Bezug zum euklidischen Raum hinter sich lassen, die Proportionen ändern oder zur Visualisierung vielfältiger Informationszusammenhänge genutzt werden.

Wie in der Diskussion deutlich wurde, geht damit die Notwendigkeit einher, die (nicht immer selbstverständliche) Lesbarkeit von Modellen, Simulationen und Karten zu gewährleisten. Modelle und Visualisierungen hätten das Potenzial, Unbeobachtbares beobachtbar zu machen. Gemeint sei damit, dass Daten nicht für sich selbst sprächen und die Darstellung von Mustern über Visualisierungen neue epistemische Zugänge geben. Trotz (oder gerade wegen) des Potenzials von Visualisierungen müssten verstärkt Lernprozesse forciert werden, die einerseits die Nutzer und Betrachter dazu befähigen, einen kritischen und informierten Umgang zu entwickeln und andererseits den Machern die Wichtigkeit der allgemeinen Lesbarkeit verdeutlichen.

4 Angewandte Modelle und praktische Planung

Der Leiter des Instituts für Technikfolgeabschätzung und Systemanalyse (Karlsruhe), Armin Grunwald, beschrieb in seinem Vortrag die grundlegenden Probleme und Hoffnungen der Technikfolgeabschätzung und betonte die Wichtigkeit des Diskurses und der Hinterfragung von Prognosen und Vorhersagen. Anhand einiger Beispiele zeigte Marcus John vom Fraunhofer Institut für Naturwissenschaftlich-technische Trendanalyse (Euskirchen), wie die bibliometrische Forschung Eingang in das methodische Repertoire der Technik-Trendanalyse gefunden habe. Durch eine sog. „Trendarchäologie" würden Publikationsdynamiken erfasst und auf ihre Muster geprüft. Die Erforschung der

Kollaborationsnetzwerke des University College Dublin gehört für Aoibheann Gibbons zum Portfolio der Organisationsentwicklung. Durch die Darstellungsmöglichkeit ließen sich internationale und außeruniversitäre Kontakte nachvollziehen und auf entsprechende institutionelle Ziele beziehen.

In der Regionalentwicklung können sich durch Siedlungsentwicklungspläne Reserven für Wohn- und Gewerberaum ableiten, wie Hadia Straub vom Regionalverband Ruhr (Essen) in ihrem Vortrag erläuterte. Die Aktivitäten im Verband hätten zum Ziel, die Planung der Landnutzung für die Metropolregion zu gestalten.

5 Diskussionen

Am Ende beider Tage wurde jeweils in einer allgemeinen Paneldiskussion mit den Referenten und dem Publikum über die Frage gesprochen, welche Qualitäten ein Modell haben müsse – wann ist es „gut"? Die scheinbar einfache Frage führte zu weitreichenden Diskussionen und vielfältigen Positionen. In einem Punkt aber waren sich alle einig: Die Qualität bzw. die Güte eines Modells ist immer kontextabhängig – Zweck, Ziel, Adressat und Ausgangsfrage ändern die Einschätzung darüber, ob ein Modell als gut angesehen wird oder nicht.

Simulationen als „Running Theory" sind zweifach theoriegeleitet, sowohl auf der Ziel- als auch auf der Modellseite. Die Möglichkeiten der Verarbeitung von empirischen Daten, z. B. bei Visualisierungen oder Extrapolationen, erweitern die Vorstellungen eines rein theoretischen Instruments. Die wissenschaftstheoretische Sonderform bringt gleichzeitig eigene Herausforderungen mit sich.

Standards und methodologische Diversität

Für die Disziplin der Sozialwissenschaften wurden fehlende Standards beklagt, die die Qualität von Modellen verbessern könnten. Dabei wurde aber auch deutlich, dass Strategien der methodologischen Diversität Möglichkeiten bieten, verschiedene Interessen zu bedienen und mehrere Optionen zur Auswahl zu haben. Matthias Weber schlug in seinem Vortrag ein „Concurrent Design Foresight" vor, das unter einer gemeinsamen konzeptuellen Basis ganz verschiedene methodische Ansätze erlauben soll. In dem Vorgehen könnten neben explorativen, prozessualen und strukturellen Modellen auch qualitative und quantitative Varianten eingesetzt werden. Mehr Transparenz im Sinne der Open-Data-Idee würde einer Standardisierung in einigen Modellierungsprozessen vermutlich entgegenkommen. Gleichzeitig beuge der Austausch vor, nicht von den eigenen Modellen „gefangen" zu werden, d. h. offen für andere Herangehensweisen zu bleiben. In der Diskussion wurde ein Tradeoff zwischen der Nützlichkeit und der Gefahr eines Modells festgestellt. Diese liegt in der Verführung, den eigenen Modellen zu sehr zu vertrauen und damit in der Konsequenz ihr kommunikatives Potential zu verspielen.

Keine „All purpose"-Modelle

Es gibt keine „All purpose"-Modelle – d. h. Modelle, die für jeden Kontext passen würden. Verschiedene Ziele können zu unterschiedlichen Bewertungen des gleichen Modells führen. So ist beispielsweise die Modellierung zum wissenschaftlichen Verstehen eines Phänomens nicht zwangsweise für eine politische Handlungsempfehlung brauchbar. Entscheidungsträger übersehen diesen Unterschied oft und sind dann schnell in ihrer Erwartungshaltung enttäuscht. Gerade wenn anstelle von wissenschaftlichen Ergebnissen eher schnelle Antworten mit klaren oder visuell ansprechenden Aussagen erwartet werden, entstehen schnell Missverständnisse, was das Potenzial von Simulationen und Modellen betrifft. Ein ähnliches Problem kann entstehen, wenn Nutzer von Modellen sich zu sehr auf diese verlassen und vergessen, dass es sich um Forschungsobjekte handelt und eben nicht um ausgereifte Anwendungsprodukte. Inwiefern es möglich ist, Vorhersagen durch Modelle zu treffen, wurde ebenfalls an unterschiedlichen Stellen der Tagung diskutiert. Ein Großteil der Aussagen sah eine Vorhersage, also eine konkrete Antwort auf die Fragen, was in der Zukunft passieren wird, als unmöglich an. Armin Grunwald betonte, dass Zukünfte immer eine gemachte Narration seien und einen Autor hätten. Sie erzählten daher implizit mehr über die heutige Zeit, als dass sie einen unverstellten Blickwinkel in die Zukunft hätten. Die „Zutaten" von Zukünften seien heterogen und unterlägen einer Vielzahl von Einflüssen. Zudem hätten die Debatten über die Zukunft einen Einfluss auf die heutige Welt.

Es gehe, so eine weitere Teilnehmerin, eher um eine Art der Bewältigung (coping) der Zukunft. Gleichzeitig zeige sich eine Spannung zwischen der Notwendigkeit von Planung und der Undurchsichtigkeit ihrer Auswirkungen.

Ein weiterer kritischer Diskussionsbeitrag betonte den Aspekt der Reduktion von Komplexität, der Modellen innewohne. Sie seien eine Art argumentative „Selbstverteidigung" der eigenen Position in einer Debatte. In ähnlicher Weise wurden Modelle und Simulationen als Teile von Diskursen und damit eingebettet in soziale Prozesse beschrieben. Sie können also als Argumente in einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung beschrieben werden. Ihre Funktionen und Zwecke unterscheiden sich demnach im Hinblick auf den jeweiligen Kontext.

Paul Hoyningen-Huene von der Leibniz-Universität in Hannover machte in seiner Unterscheidung zwischen Vorhersage und Erklärung deutlich, dass beide Begriffe lediglich bei Natur- bzw. Kausalgesetzen einen gemeinsamen definitorischen Bereich besitzen. Erklärungen seien ein eher pragmatisches Konzept, das vom Publikum abhänge. Am Beispiel von historischen Ereignissen (narrative Erklärungen) erläuterte er, dass diese nicht für Vorhersagemodelle genutzt werden könnten, da ihre singulären Eigenschaften zu komplex und zu nicht-linear seien.

Einig waren sich die Teilnehmenden in der Besonderheit von Modellen und Simulationen: Sie machen auf Zusammenhänge aufmerksam, die auf andere Art nicht aus den Daten herleitbar wären. Damit stellten Modelle und Simulationen einen speziellen wissenschaftlichen Zugang dar, der sie zu, wie Andrea Scharnhorst es ausdrückte, „Epistemic devices" mache. Modelle müssten Fragen hervorrufen und zur Auseinandersetzung anregen – ein gutes Modell sei demnach „a model which makes trouble".

Anmerkungen

1) Weitere Informationen zur Tagung: http://www.ea-aw.de/conference-2015
2) Weitere Informationen zur Ausstellung: http://www.ea-aw.de/veranstaltungen/kunstausstellungen.html oder unter http://scimaps.org/

« »

Responsible Innovation erreicht Managementforschung

Bericht von der Konferenz „EURAM'15 – Uncertainty is a Great Opportunity" der European Academy of Management

Warschau, Polen, 17.–20. Juni 2015

von Karsten Bolz, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, Bergische Universität Wuppertal, Schumpeter School of Business and Economics

1 Die Relevanz der EURAM'15 für die TA-Community

Die jährlich stattfindende Konferenz der European Academy of Management (EURAM) ist eine der größten Managementkonferenzen in Europa. Doch warum ist sie für die TA Community von Bedeutung? Dieses Jahr stand – neben vielen weiteren spannenden Themen – das Konzept der Responsible Innovation auf der Agenda. Somit war die EURAM'15 die erste große Management und Business Konferenz die diese Thematik explizit behandelte. Während sich die bisherigen Aktivitäten zu dem Konzept auf eine politische und sozioethische Perspektive von akademischen Forschungs- und Entwicklungsprozessen konzentriert (Lettice et al. 2013; Blok/Lemmens 2015), wurde die Rolle von Unternehmen bislang weitgehend ignoriert. Es scheint allerdings besonders wichtig zu sein, Responsible Innovation auch in diesem Kontext zu diskutieren, da (oft) Unternehmen neue Technologien in den Markt einführen, der breiten Gesellschaft verfügbar machen und somit mögliche Folgen herbeiführen. Zudem ist der Punkt an dem Unternehmen neue Technologien in den Markt einführen oftmals Auslöser der öffentlichen Debatte über eben diese. Dies ist möglicherweise aus der Tatsache zu begründen, dass erst zu diesem späten Zeitpunkt die Gesellschaft mit der Neuentwicklung oder neuen Technologie in Berührung kommt bzw. konfrontiert wird (Sutcliffe 2011, S. 8).

2 Die EURAM'15

Die EURAM'15 fand mit circa 900 Teilnehmern unter dem Slogan „Uncertainty is a Great Opportunity" in Warschau statt. Dabei lag ein gewisser Fokus auf der Frage, ob und wie sich Unsicherheit auf Unternehmen und unternehmerisches Handeln auswirkt – eröffnet sie neue Möglichkeiten oder stellt sie eher eine Gefahr dar – und wie damit umgegangen werden kann.

Neben den zahlreichen parallel stattfindenden Vorträgen gab es auch einige gemeinsame Veranstaltungen wie Gastvorträge von Lech Wałęsa (Nobelpreisträger und ehemaliger Präsident von Polen) und Lila Tretikov (Executive Director der Wikimedia Foundation) oder gesellschaftliche Veranstaltungen wie beispielsweise ausgedehnte Pausen oder Abendessen mit der Möglichkeit sein Netzwerk in der Wissenschaft zu erweitern. Besonders interessant für Doktoranden war das Doktorandenkolloquium, welches im Vorfeld der Konferenz stattfand. Dies gab Doktoranden die Möglichkeit, ihre Arbeit in kleinen Gruppen vorzustellen, intensiv zu diskutieren und von bereits erfahrenen Wissenschaftlern zu lernen sowie tiefer in die wissenschaftliche Community einzutauchen. Ergänzt wurden diese Aktivitäten durch das „Early Career Colloquium", welches Wissenschaftlern in einer frühen Phase ihrer Karriere, wie beispielsweise Assistenzprofessoren/innen oder Post-Docs, eine Plattform bot, sich auszutauschen.

Neben der Vernetzung mit Kollegen/innen aus ganz Europa und darüber hinaus gab es zudem die Möglichkeit, mit Verlagen in Kontakt zu kommen. Auf dem „Publishers Plaza" präsentierten sich einige renommierte Verlage, wie z. B. Cambridge University Press, Harvard Business Publishing, Oxford University Press, Wiley oder Springer.

3 Responsible Innovation im Unternehmenskontext

Thematisch war die Konferenz durch die 13 Special Interest Groups (SIG) der Academy gegliedert, welche sich in der Forschung jeweils einem ausgesuchten Themenfeld widmen. Das Konzept der Responsible Innovation wurde von der SIG „Business for Society" in die Agenda als eigene thematische Einheit aufgenommen und diskutiert. Innerhalb der Einheit sollen hier zwei Vorträge besonders hervorgehoben werden, da diese einen engen Bezug zu der von Schomberg vorgeschlagenen Definition der Responsible Innovation (Schomberg 2013) hatten. Andere Vorträge der Einheit beschäftigten sich zwar ebenfalls mit der sozialen und ökologischen Verantwortung von Unternehmen, doch bezogen sich diese weniger explizit auf das Konzept der Responsible Innovation.

Zuerst ist der Vortrag von Victor Scholten (Delft University of Technology) zu nennen. Er referierte über mögliche Chancen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die sich aus der Notwenigkeit eines verantwortungsvollen Innovierens ergeben. Verantwortungsvolles Innovieren sollte nicht ausschließlich als Herausforderung gesehenen werden, sondern gleichzeitig auch als Chance. Vor diesem Hintergrund stelle das Konzept der Responsible Innovation eine Möglichkeit dar, z. B. soziale Herausforderungen in neue Konzepte, Geschäftsmodelle oder neue Formen des Wirtschaftens zu übersetzen, und dadurch Unternehmen einen verantwortungsvollen Ansatz zu eröffnen, ohne dabei an Performance einzubüßen. Insbesondere wurden hier die „Grand Challenges" der Europäischen Kommission[1] angeführt, welche neue Wege und Möglichkeiten eröffnen, Innovationen voranzutreiben und neue Geschäftsfelder zu erschließen. Durch die Suche nach Lösungen zu diesen Herausforderungen können z. B. neue Technologien, Produkte oder Services, Märkte, Business Modelle, aber auch effizientere Lösungen zur Ressourcengewinnung oder Energienutzung entstehen. Scholten betonte aber v. a. auch die Notwendigkeit, neue Innovationsparadigmen zu schaffen und von aktuellen Ansätzen abzuweichen, wozu ein Ausbruch aus dominierenden Denkweisen und Heuristiken über Lösungsfindung, Technologie und deren Anwendung notwendig sei. In diesem Wandel sieht Scholten die Chancen für KMUs, die sich durch die Umsetzung des Konzepts der Responsible Innovation ergeben können. Er argumentierte, dass sich KMUs, aufgrund ihrer besonderen Struktur, in einer günstigen Lage befänden, wenn es um die Umsetzung von Responsible Innovation gehe. Im Innovationsprozess kooperierten diese oftmals mit Partnern, was sie, bezüglich der Anpassung des Prozesses hin zu den Zielsetzungen der Responsible Innovation, besonders flexibel mache. Allerdings sei es für sie

oftmals schwieriger Ressourcen (finanziell, personell, …) für Aktivitäten, wie der Beteiligung von verschiedenen Akteuren oder der Technikfolgenabschätzung, zur Verfügung zu stellen. Zudem wies Scholten darauf hin, dass es für KMUs, aufgrund einer fehlenden Wertschätzung und Wahrnehmung seitens der Bevölkerung, wenig Anreize hinsichtlich eines Reputationsgewinns gäbe das Konzept der Responsible Innovation in die Praxis umzusetzen. In dem Vortrag wurde die enge Verknüpfung der Responsible Innovation mit dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung und der, von Elkington (1998) definierten, Triple-Bottom-Line deutlich. Responsible Innovation solle demnach zu Verbesserungen in allen drei Dimensionen – Ökonomie, Ökologie und Soziales – führen.

Wie das Konzept der Responsible Innovation auf Business Modelle übertragen werden kann, damit beschäftigte sich der Vortrag von Alex Hope (Newcastle Business School). Ausgehend von der Sichtweise, dass heutzutage Unternehmen von der Gesellschaft eher als Verursacher sozialer und ökologischer Probleme wahrgenommen werden, vertrat er die Meinung, dass Unternehmen andererseits auch als eine Kraft gesehen werden können, die Gutes bewirken könne. Darin sieht Hope die Notwendigkeit für neue Business Modelle. Ähnlich wie bei Scholten seien Herausforderungen (z. B. Grand Challenges) oder Schocks (z. B. Wirtschaftskrise ab 2007) Möglichkeiten für Unternehmen, neue Wege zu beschreiten und innovative Lösungen zu generieren. Viele Unternehmen haben allerdings ein sehr enges bzw. eingeschränktes Verständnis von Innovation; dies sei meist sehr technokratisch geprägt. Diese technokratische Orientierung sieht Hope auch bei der aktuellen Diskussion um das Konzept der Responsible Innovation und macht deutlich, dass es bei Innovation nicht ausschließlich um technisches Design gehe, sondern diese sehr viel breiter gesehen werden solle und vor allem auch das dahinterstehende Geschäftsmodell in die Diskussion einzubeziehen sei. Es sei eine Sache, innovative und verantwortungsvolle Produkte und Services zu entwickeln, aber eine andere – und aus Sicht von Hope, die wohl wichtigere – zu gewährleisten, dass diese durch Geschäftsmodelle in den Markt eingeführt werden, welche ebenfalls den Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung, der sozialen Verantwortung und ethischen Prinzipien folgen. Auch Hope hinterfragte aktuelle Innovationsparadigmen und forderte, Innovation nicht nur um der Innovation willen anzustreben, sieht aber gleichzeitig auch die Notwendigkeit für Unternehmen, weiterhin zu innovieren, um erfolgreich und profitabel zu bleiben. Es gehe also nicht darum Innovation per se zu hinterfragen, sondern vielmehr deren Zielsetzung, denn bei Innovation gehe es letztendlich darum, das Leben von Menschen zu verbessern. Man solle sich also die Fragen stellen: „Innovate for what? Innovate for whom?“ Deshalb schlug Hope vor die Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung, der sozialen Verantwortung sowie ethische Grundsätze vor allem auch in das Business Modell von Unternehmen zu inkorporieren und somit auch die Frage nach deren Rolle in der Gesellschaft zu stellen. Dies sieht er als notwendigen Startpunkt für das „Responsible Innovation Movement“, wie er es nannte.

Beide Vorträge verbanden das Konzept der Responsible Innovation mit dem der nachhaltigen Entwicklung und der Trible-Bottom-Line. Eine weitere Gemeinsamkeit war, dass beide Vortragenden – ganz im Sinne der Responsible Innovation – aktuelle Innovationsparadigmen hinterfragten und die Erarbeitung neuer Innovationspfade forderten und auch für möglich hielten.

Anschließend folgten einige, von der Thematik der Responsible Innovation weiter entfernte, aber durchaus verwandte Vorträge, die sich mit neuen Wegen des Innovierens oder breiter gefasst des Wirtschaftens von Unternehmen beschäftigten, wobei neben ökonomischen auch explizit – und sicherlich mit einem Schwerpunkt – soziale und ökologische Aspekte berücksichtigt wurden. Hier sind insbesondere die eng miteinander verwandten Konzepte des Sustainability und Social Entrepreneurship zu nennen, welche in der Community der Wirtschaftswissenschaften stetig an Bedeutung gewinnen.

Generell ist jedoch festzuhalten, dass Aspekte der Verantwortung von Unternehmen gegenüber der Gesellschaft auf dieser Konferenz, aber vielleicht auch generell in den Wirtschaftswissenschaften, sehr stark im Kontext des Konzepts der Corporate Social Responsibility (CSR) diskutiert wurden bzw. werden. Eine Diskussion über die Abgrenzung von CSR zur Responsible Innova-

tion im Unternehmenskontext soll an dieser Stelle nicht stattfinden. Jedoch wird die Meinung vertreten, dass CSR – jedenfalls wie es aktuell Anwendung findet – den Zielsetzungen der Responsible Innovation nicht gerecht wird und sich tiefgreifendere Konzepte hinsichtlich sozialer, ökologischer und ethischer Aspekte in den Wirtschaftswissenschaften entwickeln und etablieren sollten.

Erfreulich ist, dass es Responsible Innovation auf die Agenda einer großen Managementkonferenz geschafft hat, was andeutet, dass das Konzept auch in den Wirtschaftswissenschaften an Relevanz gewinnt. Wünschenswert wäre es gewesen, mehr Vorträge explizit zu der Thematik der Responsible Innovation im Unternehmenszusammenhang zu hören. Generell wurde deutlich, dass es – insbesondere in den Wirtschaftswissenschaften – noch Forschungsbedarf gibt, um das Konzept weiterzuentwickeln, und es noch stärker an Gestalt gewinnen muss, um in der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion wahrgenommen zu werden. Doch vielleicht genügen auch die existierenden bzw. emergierenden Konzepte der Wirtschaftswissenschaften, um die Zielsetzungen der Responsible Innovation in der Community zu diskutieren.

4 Lech Wałęsa über moralische Werte in einer Marktwirtschaft des 21. Jahrhunderts

Während der Tage in Warschau sprach Friedensnobelpreisträger Lech Wałęsa zu den Teilnehmern über „Moral Values in a Market Economy of the 21st Century" – sicherlich ein Höhepunkt der Konferenz. In seiner Rede schlug er den Bogen in die Vergangenheit und betonte die Rolle des Vorangehens, um Menschen in turbulenten politischen und ökonomischen Zeiten zu inspirieren, einen Wandel einzuleiten, sowie die Bedeutung der Entwicklung starker moralischer Werte für die Entscheidungsfindung. War es in der Vergangenheit die Annäherung von Ost und West, seien es heute die Vereinigung Europas und die fortschreitende Globalisierung, die starke moralische Werte bedürfen, um erfolgreich umgesetzt zu werden. Die damit verbundene Frage, auf welchen moralischen Werten zukünftig Institutionen und Systeme – insbesondere auch ökonomische – begründet sein sollten, ließ Lech Wałęsa für das Publikum als Denkanstoß offen. Er sieht in dem Handeln jedes Einzelnen und dem Dialog die Mittel, diese Institutionen und Systeme auf gemeinsamen Werten zu errichten und sie gemeinsam zu gestalten. Er betonte damit die Notwendigkeit der Kooperation und des gemeinsamen Gestaltens; zwei Elemente, die auch Kern der Responsible Innovation sind.

Anmerkung

1) Die Europäische Kommission fokussiert sich in ihrem aktuellen Forschungsprogramm „Horizon 2020" auf folgende „Grand Challenges": health, demographic change and wellbeing; food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research, and the bioeconomy; secure, clean and efficient energy; smart, green and integrated transport; climate action, environment, resource efficiency and raw materials; inclusive, innovative, reflective and secure societies (http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges; download 19.10.15).

Literatur

Blok, V.; Lemmens, P., 2015: The Emerging Concept of Responsible Innovation. Three Reasons why it is Questionable and Calls for a Radical Transformation of the Concept of Innovation. In: Koops, B.-J.; Oosterlaken, I.; Romijn, H. et al. (Hg.): Responsible Innovation 2: Concepts, Approaches, and Applications. Berlin, Heidelberg, New York, S. 19–35

Elkington, J., 1998: Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. Gabriola Island, BC

Lettice, F.; Pawar, K.; Rogers, H., 2013: Responsible Innovation; What Challenges Does it Pose for the New Product Development Process? 19th International ICE & IEEE-ITMC International Technology Management Conference June 24–26, 2013. Den Haag

Schomberg, R. von, 2013: A Vision of Responsible Research and Innovation. In: Owen, R.; Bessant, J.; Heintz, M. (Hg.): Responsible Innovation – Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society. London, S. 51–74

Sutcliffe, H., 2011: A Report on Responsible Research and Innovation for the European Commission; https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf (download 10.11.15)

« »

Auf Augenhöhe? Beteiligung lernen in der Endlagerdebatte

Berichte von den Veranstaltungen „Bürgerdialog Standortsuche für hoch radioaktive Abfallstoffe“ der Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe und „Atommüll ohne Ende, Teil 2“ der Bürgerinitiative Lüchow-Dannenberg und .ausgestrahlt e.V.

Berlin, 20. Juni 2015

von Yasmine Kühl, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, Felix Wittstock, Friedrich-Schiller-Universität Jena, und Nele Wulf, ITAS, Karlsruhe

Alle wollen reden – zumal über einen möglichen Endlagerstandort. Doch ebenso entscheidend für alle Seiten ist: Folgt dem formuliertem Wunsch nach Bürgerbeteiligung auch echter Dialog? Die Öffnung von Demokratie und Forschung für partizipative Elemente stellt Vertreter[1] aus Politik und Wissenschaft seit nunmehr zwei Jahrzehnten vor methodische und demokratietheoretische Herausforderungen. In der Problematik nuklearer Entsorgung verbinden sich Partizipationsbemühungen, Sachfragen und normative Standpunkte auf besonders komplexe Weise. Nie zuvor wurde einem politischen Verfahren überhaupt – und schon gar nicht dieser Größenordnung – der Anspruch vorausgeschickt, in seiner Beratungsphase historische Erfahrungen politisch aktiver Bürger, Transparenzansprüche und die Mitsprache zivilgesellschaftlicher Akteure zu berücksichtigen. Am Samstag, den 20. Juni 2015, fand in der Berliner Jerusalemkirche der erste von der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ initiierte „Bürgerdialog Standortsuche“ statt.

Die Veranstaltung mit ca. 200 Teilnehmern war Teil des von DEMOS und PROGNOS entwickelten Beteiligungskonzepts und diente als Auftakt für eine seit Oktober stattfindende sechsmonatige Beteiligungsphase, u. a. mit Regionalveranstaltungen. Die von der Bundesregierung eingesetzte Endlagerkommission, bestehend aus 33 Mitgliedern aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft, soll Vorschläge für die Entscheidungsgrundlagen im späteren Standortauswahlverfahren erarbeiten und das Standortauswahlgesetz überprüfen. Zudem befasst sie sich mit den Kriterien der Öffentlichkeitsbeteiligung.

Im Vorfeld des Bürgerdialogs war die Ernsthaftigkeit der Öffentlichkeitsbeteiligung vonseiten einiger Umweltverbände infrage gestellt worden. Diese organisierten eine Parallelveranstaltung mit etwa 100 Teilnehmern unter dem Titel „Atommüll ohne Ende, Teil 2“. Vertreter der Organisation *.ausgestrahlt* hatten das Beteiligungskonzept der Kommission im Vorfeld als „simulierte gesellschaftliche Verständigung“ (Ueberhorst 2015, S. 1) bezeichnet und in Blogeinträgen zur Nichtteilnahme aufgerufen. Diese ablehnende Haltung war ihrerseits von anderen Vertretern der Umweltverbände kritisiert worden – darunter BUND sowie Kommissionsmitglied Jörg Sommer, Sprecher der Umweltstiftung, der in seinem Blogeintrag „Wir müssen reden“ (Sommer 2015) noch am Vorabend der Veranstaltung zur Teilnahme am Bürgerdialog aufrief.

1 Bürgerdialog Standortsuche

Die Anmeldung für den Bürgerdialog erfolgte ausschließlich online, wobei auch die Herkunftsinstitution angegeben werden sollte. Auf den Namensschildern der etwa 200 Teilnehmer am Tagungsort erschien diese Angabe nicht, was mit Hinblick auf die zu erwartende starke Interessengebundenheit[2] der Teilnehmer einer gewissen Unbefangenheit im gegenseitigen Umgang sicher zuträglich war. Hinsichtlich der Teilnehmerstruktur wurde in ersten Gesprächen schnell deutlich, dass ein Großteil der Anwesenden aus dem beruflichen Kontext und/oder sozialen Engagement heraus engen Kontakt mit der Frage der Endlagerung hat. Dies mag in erster Linie auf die von den Veranstaltern verfolgte minimalistische Werbestrategie zurückzuführen sein. Schüler aus dem Kreis Lüchow-Dannenberg waren über die evangelische Landeskirche von Hannover eingeladen worden.

Die Moderatorin Heike Leitschuh eröffnete die Veranstaltung mit einleitenden Worten[3] zur Aufgabe der Kommission und dem Hinweis, dass alles, was hier heute passiere, Eingang in die Arbeit der Kommission finden solle und müsse. Verwiesen wurde von ihr und einigen Kommissionsmitgliedern auf die Gemeinsamkeit im Ziel – die

Errichtung eines Endlagers. Leitschuh erbat von den Teilnehmern die Wertschätzung gemeinsamer Spielregeln im Sinne eines deliberativen Ideals, welches die Kommission mit der Absicht anstrebe, Vertrauen zurückzugewinnen. Das Herzstück der Kommission, so die Kommissions-Vorsitzende Ursula Heinen-Esser, sei Öffentlichkeitsbeteiligung. Ein wichtiges Element des Leitbildes der Kommission sei es zudem, die Historie des Atomkraftkonflikts aufzuarbeiten. Welche Sensibilität dafür nötig ist, wurde immer wieder deutlich. Gerade jenen Anwesenden, die im jahrzehntelangen Konflikt aus ihrer Sicht Unrecht erfahren haben, mag beispielsweise eine Äußerung Hans Hagedorns (DEMOS) unangemessen erschienen sein: Auf die Frage von Moderatorin Leitschuh nach den Ressourcen, welche für weitere Formate aufgewendet werden, erwiderte er, soweit er gehört habe, sei es der Kommission wichtiger, „Geld in Beteiligung als später in Wasserwerfer zu investieren".

Übergeordnet wolle die Kommission eine Beteiligung neuer Qualität erreichen, so Kommissionsmitglied Hartmut Gaßner. Hagedorn erläuterte, das Adressieren von Teilöffentlichkeiten solle ermöglichen, unterschiedlichen Informationsständen und Erfahrungen gerecht zu werden. Auch wolle man „alte Hasen der Öffentlichkeitsbeteiligung durch die Perspektive junger Leute überprüfen lassen", um in zweiter Instanz die „sehr verhärteten Konflikte neu aufbrechen zu können". Gaßner betonte, hierfür sei es auch nötig, Widerstände in Fragen der Verwaltung und der Finanzierung solcher Verfahren zu überwinden. Die im Beteiligungsprozess ermittelten Kriterien seien jedoch nicht als „Blaupause" für das spätere Standortauswahlverfahren zu verstehen, da der jetzt zu erstellende Bericht zeitlich weit, d. h. voraussichtlich 30 Jahre, entfernt von der Situation liege, in der Bürger an einem möglichen Endlagerstandort betroffen sein werden. Beabsichtigt sei daher neben der Dokumentation der Beteiligung selbst und der Weitergabe inhaltlicher Positionen auch die Dokumentation erzielter „Lerneffekte" hinsichtlich der einzelnen Beteiligungselemente. Zusammengenommen könne dies als Überbrückung der langen Zeitspanne zwischen Bericht und Standortauswahl dienen, um zu dokumentieren, „was wir dem späteren Standortauswahlverfahren als faire und gerechte Beteiligungsvorstellung ins Stammbuch schreiben".

Keine Zukunft der Beteiligung ohne „Erfahrungsberücksichtigung"

Hagedorn warnte vor der „Illusion, die Positionen adressierter Zielgruppen könnten 1:1 Eingang in den Bericht finden". Bereits die Zusammensetzung der Kommission spiegele das konträre Meinungsbild in der Gesellschaft wider; Konflikte aus der Beteiligungsphase würden entsprechend an die Kommission herangetragen. Es sei möglich, mit solchen Bürgerbeteiligungsformaten eine Annäherung sich bisher bipolar gegenüberstehender Gruppen zu erreichen – darüber hinaus seien gemeinsame Empfehlungen aus der Beteiligungsphase natürlich wünschenswert. Wichtig für die Verbindlichkeit des Berichtes sei v. a. die transparente Begründung durch die Kommission, welche Empfehlungen in den Bericht übernommen und als eigene Empfehlung ausgewiesen werden und welche nicht.

Gaßner bestätigte die Relevanz eines neuen Verständnisses von Beteiligung, auch wenn man die Bevölkerung bei einer solch wichtigen Fragestellung ohnehin nicht „einlullen" könne oder wolle. Gemeinsam könne man jedoch in einen Dialog über gemeinsam drängende und verbindende Fragen zurückfinden. Dieses Stichwort veranlasste Edo Günther, Sprecher des BUND-Arbeitskreises „Atomenergie und Strahlenschutz", zu seinem Appell an die Kommissionsmitglieder, die Erfahrung der „kritischen Öffentlichkeit" tatsächlich als „Ergebnisse" im Prozess zu berücksichtigen: Erkennbar echte Beteiligung sei die Grundvoraussetzung für einen Neuanfang im Dialog. Es komme den Mitgliedern von Bürgerinitiativen weniger auf die im Beteiligungskonzept vorkommende „Vergangenheitsbewältigung" als auf eine zukunftsgerichtete „Erfahrungsberücksichtigung" an. Applaus erntete ein Lehrer aus Lüchow-Dannenberg für seinen Einwurf, er glaube nicht mehr an die „weiße Landkarte": Man habe im Wendland 40 Jahre lang „Einlullung" hinter sich und der Begriff „Akzeptanz" sei, wie Gaßner zuvor angemerkt hatte, zu deren Synonym geworden.

Die Veranstalter sowie die Moderatoren der anschließenden Gruppenphase betonten, es sei eine Herausforderung, mit geschlagenen Wunden umzugehen. Man sei auch im Kommissionsprozess „noch lange nicht so weit, Händchen haltend zusammenzustehen", die Zusammenset-

zung der Kommission sei „selbst nicht darauf angelegt, dass alle dieselben Positionen vertreten". Eine Einigung müsse aber gefunden werden; hier sei ein Paradigmenwechsel in der Anti-AKW-Bewegung hinsichtlich der Entsorgungsfrage zu bemerken (Gaßner). Es gebe jedoch keine „geschichtslose Zeit", umso wichtiger sei nun die Entwicklung von objektiven Kriterien als Vertrauensgrundlage für die Arbeit der Kommission.

Kern des Bürgerdialogs: Diskussionsformate

Der nachfolgende Hauptteil der Veranstaltung fand in den zeitgleich stattfindenden Diskussionsformaten „World Café" und Fokusgruppen statt und lieferte ein heterogenes Bild. Einig waren sich die Teilnehmer hinsichtlich der fehlenden Öffentlichkeitsarbeit für die Auftaktveranstaltung: Der Bürgerdialog sei kaum beworben worden. Obgleich kritisiert wurde, dass die jetzige Veranstaltung angesichts des zeitnah zu verfassenden Berichtes der Kommission die Lücke nicht schließen könne, wurden zahlreiche Vorschläge erarbeitet, wie eine Vergangenheitsbewältigung und das Erreichen eines bundesweiten Bewusstseins für die Thematik der Lagerung hoch radioaktiver Reststoffe aussehen könnten. Zu diesen zählten Informationsangebote wie Regionalveranstaltungen, Ausstellungsbusse und ein Forschungszentrum zur Dokumentation der Fehlentwicklungen im Gorlebenkonflikt. Hier seien bestehende Strukturen wie Schulen und Kultusministerien nutzbar, um bislang nicht interessierte Gruppen zu erreichen. Ausgehend von den methodischen Herausfoderungen von Deliberationsverfahren wurde die Ergebnisdokumentation des Bürgerdialogs selbst problematisiert. Unter den Teilnehmern kam abschließend die Forderung nach unabhängigen Partizipationsbeauftragten auf, die nach dem Vorbild von Datenschützern diese Prozesse überwachen sollten, ohne in einem Anstellungsverhältnis zu deren Initiatoren (wie etwa Kommunalverwaltungen) zu stehen.

Resümee der Kommission

Den Abschluss der Veranstaltung bildeten die Resümees zweier Kommissionsmitglieder. Der hannoversche Landesbischof Ralf Meister nannte die Veranstaltung „eine Maßnahme gegen die Kommissionsangst" – die Angst, dass niemand kommen würde und, „dass es überhaupt kein Interesse gäbe an einer solchen Debatte". Diese Interpretation blieb unbegründet und wirkte angesichts des regen Interesses der Teilnehmer, der historischen Bedeutung der Endlagerproblematik wie der eingangs genannten Einladungspolitik erklärungsbedürftig. Weiter nahm Meister Bezug auf die Frage, wie die erarbeiteten Informationen Eingang in die Tätigkeit der Kommission finden könnten. Die abfotografierten Flip-Charts, die zur Ergebnissicherung in den Diskussionen verwendet wurden, bezeichnete er als „zeitgeschichtliche Dokumente", die allein zwar nicht ausreichten, aber durch Zeitzeugen – die Kommissionsmitglieder als Botschafter der Diskussionen – ergänzt würden. Diese seien verpflichtet, so neutral wie möglich das Gehörte in die Kommission einzubringen. Als mögliches Korrektiv ihrer Arbeit verwies er auf das Publikum.

2 Parallelveranstaltung der Anti-Atomkraft-Bewegung

Nur wenige U-Bahn-Stationen entfernt fand zeitgleich die Tagung „Atommüll ohne Ende, Teil 2" statt; dies sowohl als demonstratives Gegenstück zum Bürgerdialog als auch als inhaltliche Fortsetzung einer Tagung, welche die Atomkraftgegner im März 2014 in Berlin[4] veranstaltet hatten. Die Veranstaltung war überwiegend von Vorträgen und Plenumsdiskussionen geprägt und wurde gerahmt durch die Kritik am Bürgerdialog. Sie kann auch als Hinweis auf die strategische Herausforderung für die Anti-Atomkraft-Bewegung interpretiert werden, sich zu Endlagerthematik und institutionalisiertem Verfahren zu verhalten. Einige Anwesende hatten vor Beginn des Bürgerdialogs demonstriert und sich satirisch geäußert („Niemand hat die Absicht, in Gorleben ein Endlager zu errichten!"). Ein Großteil der Menschen dort habe ohnehin beruflich mit dem Thema zu tun, so Jochen Stay von der Organisation *.ausgestrahlt*, die gemeinsam mit der Bürgerinitiative Lüchow-Dannenberg (Martin Donat, Wolfgang Ehmke) und Greenpeace (Mathias Edler) die Parallelveranstaltung maßgeblich gestaltete. Die „echte" Öffentlichkeit bzw. Gesellschaft sei nun

hier versammelt, wurde betont. Man habe weiterhin die Aufgabe, als „watchdog“ die aktuelle Atompolitik zu thematisieren, zu skandalisieren und zu kritisieren und „akribische Detektivarbeit“ zu leisten. Der Konflikt bleibe, da es keine gemeinsame Problemsicht oder Einigung gebe.

Unter den Referenten und den etwa 100 Teilnehmern herrschte hingegen weitgehende Einigkeit: Anstatt des proklamierten Neuanfangs dominierten in der Endlagersuche das Thema Gorleben und die „alte Politik“, die man nicht legitimieren wolle. So würden unter neuen Voraussetzungen alte Irrwege verfolgt. Das jetzige Verfahren der Endlagersuche sei von Anfang an falsch, thematisch verengt und „vom Ende her gedacht“ statt ergebnisoffen. Das Anliegen einer Überprüfung oder Änderung des Standortauswahlgesetzes sei in den Hintergrund gerückt, vielmehr beriefen sich die Kommissionsmitglieder zunehmend auf einzelne Passagen des Gesetzes. Inhaltlich konzentriere sich die Kommission auf Bergwerkskonzepte und Tiefenlagerung (diese seien aus politischen Gründen schon lange teuer erforscht worden), anstatt das komplette Spektrum atompolitischer Optionen zu betrachten.

„Simulation” und „Demokratie-Inszenierung”

Den Kern der Kritik brachte der Berater und Planer Reinhard Ueberhorst zum Ausdruck, dem der Bürgerdialog als „Inszenierung einer Befriedungsveranstaltung“ galt. Im Laufe der Veranstaltung wurden Forderungen nach Beteiligung und Verfahrensgerechtigkeit deutlich, denen Simulation und Inszenierung als negative Gegenhorizonte entgegengestellt wurden. Reden sei kein Selbstzweck und rein formaldemokratische Verfahren reichten nicht aus. Dieser Meinung Ueberhorsts entsprachen Stimmen aus dem Publikum: Es drohe ein Mehrheitsentscheid über die an einem potenziellen Endlagerstandort Betroffenen hinweg, das Verfahren wirke auf diese Weise als ein „Entsolidarisierungssystem“. Eine „demokratische Atommüllpolitik“ dagegen hieße: keine parlamentarische Entscheidung ohne breite öffentliche Diskussion und keine Diskussion ohne gründliche Vorbereitung, so Ueberhorst weiter. Immer wieder wurde von den Referenten der Veranstaltung hervorgehoben, man wolle sich nicht instrumentalisieren lassen und müsse auf entsprechende Versuche vorbereitet sein, in die ‚Pseudo-Beteiligung’ eingebunden zu werden. In diesem Zusammenhang wurde die eigene Organisations- und Konfliktfähigkeit betont („Wir wissen, wie man so etwas verhindert“) und auf den Vertrauensverlust durch eine langjährige verfehlte Atompolitik hingewiesen. Dieses Vertrauen sei durch eine solche Form unechter Beteiligung nicht wiederzugewinnen. Die Anwesenden forderten vielmehr Wahrheit und Wahrhaftigkeit im Umgang mit der Vergangenheit; Fehler müssten eingeräumt, problematische Verstrickungen der Parteienpolitik offengelegt und aufgearbeitet werden. Zudem bedürfe es der Anerkennung der Kompetenz und des Engagements der Bürger, die sich Expertise in der Atompolitik angeeignet hätten und auch in Zukunft für eine vernünftige Lösung eintreten wollten.

Status Quo und Vergangenheitsbewältigung

Die Kritik an Bürgerdialog und Kommissionsarbeit nahm trotz klarer Positionierungen nicht den größten Raum ein. Im Mittelpunkt der Veranstaltung standen Referate von Ursula Schönberger (AG Schacht Konrad) und Claudia Baitinger (BUND NRW), die detailliert von aktuellen Erfahrungen mit der Atommüllpolitik berichteten. Im Anschluss an die Tagung im Vorjahr kamen dabei sicherheitstechnische und juristische Probleme der Produktion und der momentanen Handhabung von Atommüll zur Sprache, die auch Eingang in den zwischenzeitlich von atomkraftkritischen Initiativen erarbeiteten „Atommüll-Report“[5] gefunden haben. In ihrem abschließenden Vortrag forderte Rechtsanwältin und Mediatorin Ulrike Donat eine ehrliche und schonungslose Vergangenheitsbewältigung von Politik und Parteien, die Voraussetzung für eine konstruktive Bearbeitung des Konfliktes sei.

Am Ende einer eher von Vorträgen als Diskussion geprägten Veranstaltung stand neben dem Bekenntnis zu fortgesetzter Kritik auch eine gewisse Ratlosigkeit: „Die Kommission sitzt in einem fahrenden Zug und wir stehen neben den Gleisen und demonstrieren“, so Jochen Stay.

3 Fazit

Organisation und Verlauf des Bürgerdialogs und der Parallelveranstaltung verdeutlichen gemeinsam die Komplexität einer angemessenen Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der Endlagersuche. Der Bürgerdialog der Endlagerkommission verweist mit seinem Anspruch, ein konstruktiv-zukunftsorientierter Auftakt der Beteiligungsphase zu sein, auch auf eine umstrittene und bis heute folgenreiche atompolitische Vergangenheit. Mit den Motiven der Lernbereitschaft, des wechselseitigen Respekts und neu zu gewinnenden Vertrauens verbinden sich zudem konkrete inhaltliche und methodische Herausforderungen in der Umsetzung von Partizipationsveranstaltungen. Es gilt, unterschiedliche Positionen differenziert zu berücksichtigen, sachliche Kontroversen zu bearbeiten und dabei sensibel für die Erfahrungshintergründe aller Beteiligten zu bleiben. Die Parallelveranstaltung der Atomkraftkritiker zeigt, wie unterschiedlich die Chancen und Schwierigkeiten der institutionalisierten Partizipationsbestrebungen im Kontext der Endlagersuche eingeschätzt werden. So findet das durchaus geteilte Bemühen um eine adäquate Bearbeitung des Endlagerproblems unterschiedliche Ausdrucksformen, die mit normativen Prägungen und politischen Strategien der involvierten Akteure zusammenhängen. Als immer wieder aufscheinende Elemente spielen dabei die jeweiligen Verständnisse von repräsentativer Demokratie, politischer Entscheidungsfindung und Deliberation eine entscheidende Rolle.

Die Gemeinsamkeiten und Widersprüche der beiden Veranstaltungen liefern Hinweise auf die gesellschaftliche und wissenschaftliche Relevanz von Partizipationsveranstaltungen. Sie erfordern eine wissenschaftlich detaillierte Betrachtung, aber auch den Abgleich der Ansprüche von Beteiligungsformaten mit ihrem tatsächlichen Verlauf.

Anmerkungen

1) Zur besseren Lesbarkeit wird das generische Maskulinum verwendet.
2) Zur Interessengebundenheit wissenschaftlicher und zivilgesellschaftlicher Experten in der Frage der Kernfusion s. Grunwald et al. 2002, S. 14f.
3) Die im Folgenden zitierten Wortbeiträge sind als Video online nachzuhören; https://www.bundestag.de/endlager/mediathek/videos (download 28.9.15)
4) Die Tagung fand am 28.–29. März 2014 statt. Eine Tagungsdokumentation findet sich auf der Webseite des Deutschen Naturschutzrings (DNR); http://www.dnr.de/aktuell/dokumentation-tagung-atommuell.html (download 23.10.15).
5) Der Report ist mittlerweile online einsehbar und wird laufend aktualisiert; http://www.atommuell-report.de/home.html (download 23.10.15).

Literatur

Grunwald, A.; Grünwald, R.; Oertel, D. et al., 2002: Kernfusion Sachstandsbericht. TAB-Arbeitsbericht Nr. 75. Berlin

Sommer, J., 2015: BürgerDialog: Wir müssen reden! http://www.antiatomblog.de/burgerdialog-wir-mussen-reden/ (download 30.7.15)

Ueberhorst, R., 2015: Demokratische Atommüllpolitik oder Zustimmungsmanagement und simulierte gesellschaftliche Verständigung. Eine kritische Wahrnehmung der Arbeit der StandAG-Kommission; https://www.ausgestrahlt.de/fileadmin/user_upload/atommuellkommission/Ueberhorst-Atommuell-Tagung-20.6.2015.pdf (download 20.9.15)

« »

Keine Klimagerechtigkeit ohne Degrowth

Bericht von der Summer School „degrowth konkret: Klimagerechtigkeit“

Braunkohlerevier, 9.–14. August 2015

von Benjamin Best und Georg Kobiela, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

Die Summer School „degrowth konkret: Klimagerechtigkeit“ fand im Braunkohleabbaugebiet Rheinland zusammen mit dem Klimcamp[1] statt. Sie wurde von einem deutschlandweiten Kreis von ca. 40 ehren- und hauptamtlichen Personen im Umfeld des Leipziger Konzeptwerks Neue Ökonomie e.V. organisiert, die u. a. bereits für die Degrowth-Konferenz 2014 (Leipzig) mitverantwortlich zeichneten. Ein großer Teil der Arbeit wurde ehrenamtlich geleistet. Auf dem Camp un-

ter freiem Himmel und in unmittelbarer Nähe zum Tagebau Garzweiler wurden die ökologischen und sozialen Folgen der fossilen Wachstumswirtschaft für die mehr als 500 Teilnehmer/-innen spürbar; es reichte ein kurzer Spaziergang, um die akuten verheerenden lokalen Folgen des Braunkohleabbaus und die Geisterdörfer und -städte zu besichtigen. An die akademischen Debatten von Leipzig wurde anhand der konkreten und aktuellen Braunkohleproblematik angeknüpft. Die Veranstaltung war durch das Zusammenwirken mit dem Klimacamp viel praktischer und aktivistischer als übliche Konferenzen oder Summer Schools.

Eine Degrowth-Definition des Organisationskreises war bereits dem Programmheft der Leipziger Konferenz zu entnehmen: „Unter ‚Degrowth' verstehen wir eine Verringerung von Produktion und Konsum in den frühindustrialisierten Staaten, die menschliches Wohlergehen, die ökologischen Bedingungen und die Gleichheit auf diesem Planeten fördert." Die Summer School und das Klimacamp waren Experimente auf diesem reduktiven Weg, der menschliches Wohlergehen in ökologischen Grenzen fördern soll. Die Infrastrukturen des Camps wurden durch die Teilnehmer/-innen selbst hergestellt und erhalten: angefangen von den selbsterrichteten Außenduschen und Komposttoiletten über die partizipative Kinderbetreuung bis hin zur „Volxküche", die im „Schnibbelbereich" ständig auf Hilfe angewiesen war und in Spitzenzeiten die insgesamt 1.500 Teilnehmer/-innen des Camps und der Summer School mit Essen versorgte. Eine eigene Bäckerei buk 270 kg Brot pro Tag und startete irgendwann sogar noch einen Crêpes-Stand, der Spenden für ein Flüchtlingsprojekt in Calais sammelte. Einer der Autoren dieses Berichtes fand sich keine Stunde nach seiner Anreise hinter dem Registrierungstisch im Eingangsbereich wieder, wo sich die Teilnehmer/-innen der Summer School für die zwei- bis fünftägigen Kurse registrieren konnten.

1 Inhaltliche Auseinandersetzungen

Morgens fanden die Keynote-Vorträge statt, abends Podiumsdiskussionen. In einem gut besuchten Keynote-Vortrag mit dem Titel „Klimawandel, Kipp-Punkte, X-Grad-Ziele" schaffte es Helga Kromp-Kolb (BOKU Wien) scheinbar allseits bekannte klimawissenschaftliche Grundlagen, Ursachen und Wirkungen des Klimawandels sowie Szenariostudien interessant darzustellen – in einem großen Zelt mit einem Beamer, der mit Solarstrom betrieben wurde. Die Mischung aus theoretischen Betrachtungen, wie z. B. soziologischen und ökonomischen Perspektiven, künstlerischer Aufarbeitung, Gesprächspanels mit vielfältigen Akteuren, von Gewerkschaftsvertreter/-innen, Umweltaktivist/-innen aus verschiedenen Ländern weltweit, politisch Tätigen (z. B. aus Spanien, Griechenland und Lateinamerika) und universitären Beiträgen (z. B. von Niko Paech, Universität Oldenburg, und Barbara Muraca, Oregon State University) charakterisierte die Diskussionen im Hauptzelt. Das (selbstorganisierte) Übersetzungsangebot in Englisch, Deutsch, Französisch und Spanisch sollte allen Teilnehmer/-innen hier einen guten Zugang ermöglichen.

Das Herzstück waren mehrtägige Kurse von zwei bis fünf Tagen Dauer. Besonders gefragt und entsprechend überlaufen waren die Veranstaltungen zu aktuellen Forschungsthemen wie „Macroeconomic conditions for post-growth societies" (Steffen Lange und Kai Kuhnhenn, beide Konzeptwerk Neue Ökonomie) und „Technik, Degrowth und das Gute Leben" (Andrea Vetter, HU Berlin, und Brigitte Kratzwald, Commons-Aktivistin). Auch praktische Kurse wurden stark nachgefragt, etwa „Schneller und besser die Welt retten?! Mit welchen Mustern reproduzieren wir die Wachstumslogik?", organisiert durch Impuls e.V. – Agentur für angewandte Utopien. Darin erforschten die Teilnehmer/-innen innere und äußere Widerstände gegen suffizientes Handeln und erkundeten durch intensive Gespräche und Zuhören eigene Möglichkeiten, der Steigerungs- und Wachstumslogik zu entkommen.

In einem bemerkenswerten Vortrag nahm der „konkret"-Autor Peter Bierl rechte und konservative Formen der Wachstumskritik ins Visier. Er kritisierte, dass Teile der Degrowth-Bewegung bspw. annehmen, es gebe so etwas wie ursprüngliche Kulturen, deren Eigenheit und Vielfalt analog zur Biodiversität erhaltenswert sei, und er zeigte auf, dass dieser Argumentationsstrang auf eine „Blut und Boden"-Argumentation rekurriere. Die rassistische Schweizer Initiative „Ecopop" und Veröffentlichungen von Meinhard

Miegel machten deutlich, dass Konservative und Rechte sich in die Degrowth-Diskussion einbringen und diese eventuell vereinnahmen oder sogar dominieren könnten.

In den Workshops und Diskussionen wurde die drohende Spaltung zwischen sozialen und ökologischen Themen (z. B. in Hinblick auf die Position von Gewerkschaften, aber auch von NGOs in armen Ländern) sichtbar. Ein Konsens konnte nicht immer gefunden werden, auch wenn die Bedenken der jeweils anderen Seite durchaus zur Kenntnis genommen und aufgegriffen wurden. An anderer Stelle, wie etwa bei der Betrachtung der Bergbaupraxis in Südafrika und der Geschehnisse um den Gewaltausbruch um die Marikana-Mine, wurden aber auch die im Degrowth-Konzept angelegten Gemeinsamkeiten mit globaler Gerechtigkeit und Klimagerechtigkeit deutlich. Diese Gemeinsamkeiten liegen im Abschied von extraktivistischen[2] Wirtschaftsformen, der Kritik an der Verengung der Klimadiskussion auf CO_2 und der Notwendigkeit einer tiefgreifenden Systemtransformation.

Durch die Vermischung von Veranstaltungsangeboten der Summer School und des Klimacamps war nicht immer klar, was von wem angeboten wurde. Die meisten Kurse der Summer School basierten auf eigenständiger Forschung, manche arbeiteten bei der praktischen Übersetzung wissenschaftlicher Grundlagen jedoch auf selektive und plakative Weise. Einige Angebote und Diskurse auf der Summer School waren bewusst utopisch, weit über Tellerränder oder derzeit Bestehendes hinausdenkend – dies war im Rahmen des Klimacamps angemessen und kam auch durch die stark von linken und emanzipatorischen Gruppen geprägte Kommunikationsstrukturen in dem Camp zum Ausdruck.

2 Die Summer School als emanzipatorisches Projekt

Die meisten Besucher/-innen zelteten und waren durch regelmäßige Treffen in ihrer Zeltnachbarschaft in die Entscheidungsstrukturen des Camps eingebunden, wobei ein Rotationsprinzip den Austausch zwischen den Kleingruppen aller Campbewohner/-innen sicherte und alle formulierten Anliegen in eine zentralen Struktur einspeiste. So konnten alle Teilnehmer/-innen ihre Bedürfnisse und Probleme artikulieren und das Camp als Institution seine Mikro-Regeln selbst entwickeln. Das Camp entschied sich zunächst dafür, Regeln zum Schutz mancher Gruppen zu definieren. Hunde auf dem Camp mussten an der Leine geführt werden, um Menschen mit Angst vor Hunden zu schützen. Trotz des heißen Wetters war es unerwünscht, sich das T-Shirt auszuziehen, weil dieses Recht zwischen Männern und Frauen gesellschaftlich ungleich verteilt ist und in anderen Zusammenhängen vor allem von Männern in Anspruch genommen wird. Das klingt restriktiv, war aber anscheinend für alle akzeptabel und für den Einzelnen sogar erfrischend, wenn man sonst z. B. nur Orte mit vorgefertigten Regeln kennt.

Künstlerische Angebote, Artistik, Jonglagen und Yoga, Meditation am frühen Morgen und spontan gebildete Workshops zu Tanz und Theater sowie Kinofilme ergänzten das Diskussions- und Workshopangebot. Uns beeindruckte die beleuchtete Bühne mit allabendlicher Livemusik, die einschließlich der Verstärker aus der autarken PV-Energieversorgung des Klimacamps gespeist wurde.

Ein DIY-Workshop mit 20 Teilnehmer/-innen baute während der Summer School eine Kleinwindkraftanlage mit 350-400 Watt Leistung, durch die etwa 10 Laptops gleichzeitig betrieben werden können. Die Werkstattarbeit fand parallel in unterschiedlichen Stationen statt, die sich der Herstellung des Rotors, der Elektronik etc. widmeten. Durch ein Rotationsprinzip ist theoretisch jede/r der Teilnehmer/-innen nun in der Lage, eine Windkraftanlage zu konstruieren und in Betrieb zu nehmen.

3 Ende Gelände

Nach der Summer School fand gemeinsam mit dem Klimacamp die große Massenaktion zur Blockade der Braunkohlebagger statt. Circa 1.500 „Aktivisten“ versuchten in die Grube zu gelangen, über 800 davon erfolgreich. Viele waren Teilnehmer/-innen der Summer School, Wissenschaftler/-innen, Journalist/-innen und Studierende, die teils zum ersten Mal an einer Aktion des zivilen Ungehorsams teilnahmen und mit aktiven Braunkohlegegner/-innen friedlich und entschlossen für wenige Stunden die Riesenmaschinen zum Stehen brachten. Die Plattform der Aktion

war das Klimacamp, das organisatorisch nicht mit der Degrowth Summer School zusammen hing. Das Aktionsbündnis „Ende Gelände“ hatte über ein Jahr hin u. a. einen tragfähigen Aktionskonsens erarbeitet, der auch verlässlich eingehalten wurde. Zu diesem gehörte das klare Bekenntnis zur Gewaltlosigkeit und gegen Akte der Sabotage.

Ein Ziel neben der Blockade war, ein öffentlichkeitswirksames Zeichen gegen den Abbau in Garzweiler zu setzen und die weitere gesellschaftliche Diskussionen und politische Meinungsbildung voran zu treiben. Ende Gelände war die bislang größte Aktion zivilen Ungehorsams gegen die Kohlewirtschaft hierzulande. Sie löste ein breites Presseecho aus und wurde selbst international (NY Times, Guardian) erwähnt. Das harte Vorgehen der Polizei (in irritierender Zusammenarbeit mit dem RWE-Wachschutz) wurde z. B. in der SZ, der ZEIT und der taz, aber auch u. a. in öffentlich-rechtlichen Medien (tagesschau.de) erwähnt. Jürgen Döschner kommentierte im WDR:

> „Auf das abgesperrte Gelände der RWE-Braunkohlegrube zu laufen und sich vor die Bagger zu stellen, dürfte formal vermutlich den Tatbestand des Hausfriedensbruchs erfüllen. Aber dass RWE gemeinsam mit einem massiven Polizeiaufgebot versucht hat, seinen ‚Hausfrieden‘ mit Schlagstöcken und Pfefferspray durchzusetzen, dass RWE nun mit Massenklagen gegen rund 800 Aktivisten und Journalisten versucht, diese zu kriminalisieren – das ist nicht nur unangemessen, sondern zutiefst absurd“.[3]

4 Fazit

Die vitale Vernetzung der akademisch geprägten Degrowth-Bewegung mit Formen des bislang kapitalismuskritischen und anarchistisch geprägten Aktivistenspektrums zeigte das große Erweiterungspotenzial der Degrowth- und der Anti-Kohle-Bewegung in weitere Teile der Gesellschaft auf. Die Summer School, Ende Gelände und das Klimacamp werden von den Veranstaltern und den Kommentator/-innen insgesamt als Erfolg gewertet. Verglichen mit den üblichen Kongressen, Konferenzen, Workshops und Summer Schools des Wissenschaftssystems ist die gesellschaftliche Wirkung der Degrowth Summer School enorm.

Jedoch ist die fachliche Resonanz (noch) vergleichsweise gering, auch gegenüber der Degrowth-Konferenz vor einem Jahr in Leipzig, die in zahlreichen Publikationen mündete. Das spricht dafür, dass bei wissenschaftlich-aktivistischen Veranstaltungen ein gewisses Dilemma zwischen diesen Polen besteht. Dennoch hat die dezentrale und selbstorganisierte Organisationsform erneut ihr großes Potenzial bewiesen, nicht nur eine professionelle Veranstaltung zu realisieren, sondern die transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Aktivismus und Kunst zu ermöglichen – woran andere Tagungen etc. häufig scheitern. Man kann sich daher nur wünschen, dass das „Rezept“ der internationalen Degrowth-Veranstaltungen kopiert wird.

Eine Fortführung der Aktivitäten ist geplant: Ein großes offenes Planungstreffen findet am 6.–8. November in Leipzig statt und vom 30. August bis zu 3. September 2016 findet die 5. Degrowth-Konferenz in Budapest statt.

Anmerkungen

1) Klimacamps sind ein Sammelpunkt der internationalen Klimabewegung und dienen der Vernetzung, Schulung, Sichtbarmachung und konzeptionellen Weiterentwicklung. Aus Protest gegen den unverminderten Braunkohleabbau, der im Abbaugebiet für den Tagebau Garzweiler noch bis 2045 geplant ist, fand dieses Jahr zum fünften Mal das „Klimacamp Rheinland“ statt. Organisiert hatte es ein Bündnis aus Aktivist/-innen der Klimabewegung, BUNDjugend NRW, ausgeCOhlt und zahlreichen Unterstützerorganisationen.
2) (Neo-)Extraktivismus ist ein Entwicklungsmodell, das auf der Ausbeutung natürlicher Ressourcen zum Zweck ihrer Inwertsetzung beruht. Extraktivistische Industrien und Sektoren sind der Bergbau und fossile Energierohstoffe (Öl, Gas, Kohle), aber auch monokulturell angebaute Agrar- und Forstprodukte (Quelle: http://www.fu-berlin.de/vv/de/lv/87749?sm=62059).
3) http://www.tagesschau.de/kommentar/kommentar-braunkohle-proteste-101.html

Redaktioneller Hinweis

Als Schwerpunkt der TATuP 2/2016 ist das Thema „Forschungsperspektiven für Postwachstumsstrategien zwischen Technik, Wirtschaft und Gesellschaft“ vorgesehen.

« »

Wissenschaftskommunikation zwischen Informationsvermittlung und Partizipation

Bericht vom Fachgespräch des Bundestagsausschusses „Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung“ zum Thema „Stand und Perspektiven der Wissenschaftskommunikation“[1]

Berlin, 14. Oktober 2015

von Marc-Denis Weitze, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München

Wie soll die Kommunikation zwischen Wissenschaft und Technik auf der einen sowie Medien und Öffentlichkeit auf der anderen Seite gestaltet werden? Welche neuen Kommunikationsformate gibt es, die eine bessere Information und Beteiligung ermöglichen? Hinsichtlich der Rolle der Bundespolitik stellen sich Parlamentarier Fragen wie die folgenden: Werden die falschen Kampagnen und Prestigeprojekte gefördert? Nehmen an „Bürger“dialogen die richtigen Personen teil? Sollen statt Wissenschaftlern Agenturen für die Kommunikation sorgen?

Grundlage des Fachgesprächs „Stand und Perspektiven der Wissenschaftskommunikation“ waren die Stellungnahme „Zur Gestaltung der Kommunikation zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit und den Medien“ von acatech, Akademienunion und Leopoldina (acatech et al. 2014), der „Siggener Aufruf“ und Leitlinien zur Wissenschafts-PR, die auf Initiative von Wissenschaft im Dialog und Bundesverband Hochschulkommunikation erarbeitet wurden (Wissenschaft im Dialog 2015). Etwas übertrieben war sicherlich der Anspruch in der Ankündigung („Überprüfung bzw. Neugestaltung der Grundlagen der Wissenschaftskommunikation“), aber in der Veranstaltung wurden wesentliche Themen diskutiert: einerseits zu Wissenschaftsjournalismus und -PR, andererseits zu Partizipation. Diese Themen haben gemeinsame Fragestellungen, etwa hinsichtlich der Diskussion zu Definition, Zielen, Zielgruppen, Qualitätskriterien, zur Rolle sozialer Medien und dazu, wie Beschränkungen der Wissenschaft sichtbar gemacht werden. Wissenschaftskommunikation ist im Sinne von Informationsvermittlung eine Grundlage von Partizipation und partizipative Formate können ihrerseits ein Verständnis von Wissenschaft befördern, zu ihren Methoden, zur Rolle von Nicht-Wissen und zur Trennung von Fakten und Bewertung – aber es sind doch zwei unterschiedliche Themenfelder, die entsprechend auch in der Diskussion getrennt blieben.

1 Themenfeld „Wissenschaft – Öffentlichkeit – Medien“

Versteht man Wissenschaftskommunikation „im Sinne einer beständigen und aktiven Information der Öffentlichkeit durch Forschungseinrichtungen, Universitäten und andere Wissenschaftsorganisationen über Erkenntnisfortschritte der Wissenschaft sowie über deren gesellschaftliche und politische Implikationen“ (acatech et al. 2014, S. 9), dann liegen Wissenschaft einerseits und Medien andererseits im Blickfeld. Die Akademien haben im vergangenen Jahr empfohlen, dass wissenschaftliche Einrichtungen gemeinsam mit Journalistinnen und Journalisten Qualitätskriterien zur Kommunikation von Forschungsergebnissen und für die wissenschaftsjournalistische Arbeit entwickeln (acatech et al. 2014, Kap. 2). Ein Ansatz, der in diese Richtung geht, ist der Entwurf zu „Leitlinien zur guten Wissenschafts-PR“ eines von Wissenschaft im Dialog und dem Bundesverband Hochschulorganisation organisierten Arbeitskreises. Als zugrunde liegende Werte der Wissenschaftskommunikation werden hier genannt: Wahrhaftigkeit und Glaubwürdigkeit, Nutzen für die Gesellschaft, Transparenz, Offenheit der Wissenschaft für den aktiven Dialog mit der Gesellschaft, Selbstkritik und Veränderungsbereitschaft, Unabhängigkeit sowie die Kooperationsbereitschaft aller Akteure (Wissenschaft im Dialog 2015).

Tatsächlich haben sich in den vergangenen Jahre sowohl die Wissenschafts- als auch die Medienlandschaft stark verändert – und damit auch die Spielregeln der Wissenschaftskommunikation. Volker Meyer-Guckel, stellvertretender Generalsekretär des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, wies darauf hin, dass in den Hochschulen einzig der Bereich der „Kommunikation“

wachse – eine Kommunikation, die freilich kaum noch Aufmerksamkeit findet auf einem mit Information gesättigten Markt. Julia Wandt, die Vorsitzende des Bundesverbandes Hochschulkommunikation und Leiterin der Stabsstelle Kommunikation der Universität Konstanz, beschrieb demgegenüber zahlreiche Betätigungsfelder der Hochschulkommunikation, in denen diese nicht nur als „Sender" auftrete, sondern im Sinne einer „strategischen Kommunikation" mit so verschiedenen Zielgruppen wie Schülern, Politik und Unternehmen in Dialog trete.

Während Universitäten und Forschungseinrichtungen ihre Außendarstellung also immer stärker professionalisiert haben, treten kostenlose Internetangebote in Konkurrenz zu klassischen Medien. Der Wissenschaftsjournalismus ist davon in besonderem Maße bedroht, wie auch Jan-Martin Wiarda, Journalist für Bildung und Wissenschaft, früher u. a. Kommunikationschef der Helmholtz-Gemeinschaft, betonte. Es werde nach alternativen Finanzierungsmodellen des Wissenschaftsjournalismus gesucht. Welche Rolle könnte hier das Science Media Center spielen, in dem ein Team aus Wissenschaftsjournalisten bestmögliches Wissen, seriöse Experten und verlässliche Expertisen aus der Wissenschaft an Journalisten in allen Mediengattungen vermittelt?

Die Tiefseeforscherin und Professorin für Geomikrobiologie an der Universität Bremen Antje Boetius beschrieb als Vorsitzende des Lenkungsausschusses von Wissenschaft im Dialog zwei Fragen der Wissenschaftskommunikation: Viele Menschen werden noch gar nicht von der Wissenschaftskommunikation erreicht – wie kann man sie erreichbar machen? Und da innerhalb der Wissenschaft die Wissenschaftskommunikation einen geringeren Stellenwert als Forschung und Lehre hat, stellte sie die Frage, inwieweit die Politik hier Rahmenbedingungen verändern soll, um mehr Anreize für Kommunikation zu schaffen.

2 Themenfeld „Partizipation"

Versteht man als Ziel der Wissenschafts- und Technikkommunikation, „den Einsatz von Technik und die Entwicklung neuer Technologien in einem umfassenden Prozess der Abstimmung von Wissensansprüchen, Interessen, Werten und Präferenzen unter Einbeziehung aller interessierten gesellschaftlichen Gruppen nach Maßgabe der wissenschaftlichen und technischen Möglichkeiten zu gestalten" (acatech 2012, S. 8), steht die Öffentlichkeit im Blickfeld. Referiert wurde u. a. auf ein aktuelles Papier des Wissenschaftsrats, in dem die Beteiligung von Akteuren außerhalb der Wissenschaft als Chance erkannt wird: „Die Berücksichtigung spezifischer Wissensbestände, Interessen und Wertvorstellungen verschiedener gesellschaftlicher Akteursgruppen erhöht die Perspektivenvielfalt und verbreitert die Wissensbasis hinsichtlich der Entwicklung von Forschungsagenden und Förderprogrammen" (Wissenschaftsrat 2015, S. 26). So empfiehlt der Wissenschaftsrat „die Bedingungen und Möglichkeiten unterschiedlicher Beteiligungsformen zu untersuchen und dafür Experimentierräume zu schaffen" (Wissenschaftsrat 2015, S. 27). Wie lassen sich etwa Formate finden, mit denen die Gesellschaft auf Forschungsagenden und -designs Einfluss nehmen kann?

Reinhold Leinfelder, Direktor von „Haus der Zukunft", bemerkte, dass in der Wissenschaftskommunikation bislang „lineare" Formate dominierten, die dem Bedarf nach einem solchen Diskurs (auch angesichts der Komplexität der Themen) nicht gerecht würden. Er plädiert für „slow media" (z .B. Ausstellungen, Science Cafés), insgesamt für eine größere Vielfalt an Formaten und für mehr Experimente. Ebenso vielfältig seien die Ziele von Wissenschaftskommunikation: Sie bewegten sich zwischen Legitimation von Wissenschaft und Freude an Wissenschaft. Leinfelder betonte, dass wichtiger als „Akzeptanzbeschaffung" die Vermittlung dessen sei, was von Wissenschaft und Technik gemeinsam gestaltet werden könne. Hier hätten Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft spezifische Beiträge zu leisten.

Steffi Ober, Projektleiterin der Zivilgesellschaftlichen Plattform Forschungswende der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler, sucht Wege, wie das Wissen etwa der NGOs in die Diskussion um Wissenschaft und Technik kommt. Gefragt seien „Resonanzräume", in denen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft in Dialog kommen und die Relevanz von Themen (und damit auch die Prioritätensetzung in der Forschungsförderung) diskutiert werden kann – anstatt dass Themen von „Wissenschaft und Wirtschaft allein" als

relevant definiert würden. Ganz ähnlich betonte Thomas Korbun, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und Sprecher des Ecological Research Network (Ecornet), dass Partizipation bereits im Forschungsprozess stattfinden sollte.

Fragen einzelner Abgeordneter betrafen generelle Fragen zur Akzeptanz (wie viele Menschen sollten informiert oder interessiert oder begeistert sein angesichts der hohen ökonomischen Relevanz von Wissenschaft und Technik?) und Fragen zum Bild der Wissenschaft (Problemlöserin? Gestalterin?). Diskutiert wurden die Wirkung von Wissenschaftskommunikation und der Beitrag, den die Politik in diesem Feld nun leisten sollte (was u. a. im Sinne finanzieller Förderung verstanden wurde).

Anmerkung

1) Die Statements der sieben eingeladenen Sachverständigen sind verfügbar unter http://www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse18/a18/fg-wissenschaftskommunikation/391290. Die Veranstaltung ist dokumentiert als Video: http://dbtg.tv/cvid/5957178.

Literatur

acatech (Hg.), 2012: Perspektiven der Biotechnologie-Kommunikation. Heidelberg

acatech, Akademienunion, Leopoldina (Hg.), 2014: Zur Gestaltung der Kommunikation zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit und den Medien. Halle

Wissenschaft im Dialog, 2015: Siggener Kreis; http://www.wissenschaft-im-dialog.de/ueber-uns/siggener-kreis/ (download 20.11.15)

Wissenschaftsrat, 2015: Zum wissenschaftspolitischen Diskurs über große gesellschaftliche Herausforderungen. Positionspapier; http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4594-15.pdf (download 11.11.15)

Redaktioneller Hinweis

Als Schwerpunkt der TATuP 1/2016 ist das Thema „Kommunikation neuer Technologien“ geplant.

« »

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.kit.edu.

NACHRUF

Fritz Gloede

(* 7.3.1947 † 2.10.2015)

von Armin Grunwald, Karlsruhe

Fritz Gloede, Diplom-Soziologe, gehörte zu der Generation der Technikfolgenabschätzung in Deutschland, die an der Etablierung von TA maßgeblich beteiligt war. Seit den 1980er Jahren hatte er zur TA gearbeitet, zum einen in konkreten Projekten wie etwa zur Biologischen Sicherheit oder zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. Zum anderen, und das dürfte bei vielen in der Erinnerung dominant sein, arbeitete er zu theoretischen und konzeptionellen Fragen der TA, wie etwa zur Folgenorientierung. Der Titel „Unfolgsame Folgen" einer seiner späten Artikel ist sprichwörtlich geworden. Fritz Gloede verstarb am 2. Oktober 2015 in Minden.

Fritz Gloede war von 1981 bis 2012 Wissenschaftler am ITAS bzw. seiner Vorgängereinrichtung AFAS. In seinen Arbeiten warf er klassische und bis heute relevante Fragestellungen auf, wie etwa die nach dem richtigen Zeitpunkt für TA oder die nach den gesellschaftlichen Bedingungen der Möglichkeit von TA. Weil es aufgrund der Kontextbezogenheit der TA kein Idealkonzept geben könne und sich die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für TA in permanentem Wandel befinden, müsse TA heuristisch ausgerichtet sein. Dabei jedoch sei ständige Reflexion auf den jeweils konkreten Forschungsgegenstand erforderlich, aber auch die Reflexion der Bedingungen, TA in dem jeweiligen Kontext überhaupt durchführen zu können. Dem Zusammendenken dieser beiden Ebenen der Reflexion galt sein theoretisches Engagement für die TA. Fritz Gloede verstand TA in diesem Sinne als reflexives wissenschaftliches Konzept, das inmitten gesellschaftlicher Problemlagen darauf angewiesen ist, selbstreflexive Deutungsversuche zu unternehmen und den Rahmen auszuweisen, vor dem sie ihre Reflexionen anlegt und in dem sie ihre Ergebnisse als legitim erweisen kann. Diese theoretische Positionsbestimmung für TA weist auf die Notwendigkeit der ständigen Reflexion des Verhältnisses von Theorie und Praxis hin – einer Reflexion, die gelegentlich als Last und Zumutung empfunden wird, sowohl in der TA als auch außerhalb, die aber trotzdem eine Notwendigkeit bleibt, soll nicht TA ihren eigenen diskursiven und demokratietheoretischen Idealen untreu werden.

Diese früh angestellten Überlegungen sind erstens weiter aktuell, da die Positionsbestimmung der TA immer wieder zwischen den Rollen des Beobachters, des Erforschers oder des Betroffenen austariert werden muss. Zweitens geben aktuelle Debatten zur Rolle der Wissenschaft angesichts der Transformationserfordernisse hin zu einer nachhaltigeren Gesellschaft Anlass, die entsprechenden Überlegungen von Fritz Gloede aufzugreifen und fortzuführen.

Ein Thema, das sich wie ein roter Faden durch seine Arbeiten zieht, ist „Partizipation". Hier ging es Fritz Gloede immer um die Verteidigung eines demokratietheoretisch starken Partizipationsbegriffs als einer *Teilhabe* an Entscheidungsprozessen. Die seit Jahren zu beobachtende Karriere des Partizipationsbegriffs in Verbindung mit seiner Entleerung von jedwedem Inhalt war ihm ein Gräuel.

Fritz Gloede war der TATuP eng verbunden, ob nun als Autor, als ausgesprochen kritischer Gegenleser von Texten oder auch als Ratgeber für die Redaktion in „schwierigen Fällen". Legendär waren und sind einige seiner Rezensionen. Jemand sprach einmal von Fritz Gloede als „Reich-Ranicki der TA". Von Fritz Gloede rezensiert zu werden, war eine Ehre, führte aber bei den Rezensierten auch zu Sorgen vor sprachgewaltigem und scharf argumentiertem „Verriss".

Im Institutsalltag des ITAS galt Fritz Gloede als eine Art Faktotum, als bis in Kleidung und Habitus hinein sichtbarer Exponent der 68er-Bewegung. Die Bezeichnung „Alt-68er" hätte Fritz jedenfalls nicht als Beschimpfung, sondern als Anerkennung verstanden, nie jedoch in einem dogmatischen Sinne, sondern streng dem „zwanglosen Zwang des besseren Arguments" (Habermas) verpflichtet. Ich habe mehrfach miterlebt, wie er in Diskussionen eine Position klaglos geräumt hat, wenn ein „besseres Argument" auftauchte. Das ist Wissenschaftler-Ethos, wie man es nicht oft findet. Wir werden Fritz Gloede vermissen, in wissenschaftlicher wie in persönlicher Hinsicht, und ihn in dauerhafter und ehrenvoller Erinnerung behalten.

NACHRUF

Ladislav Tondl

(* 28.2.1924 † 7.8.2015)

von Gerhard Banse, Berlin, und Petr Machleidt, Prag

Professor Dr. Ing. Ladislav Tondl, Dr. sc., gehört zu den Begründern der tschechischen Semiotik, der Kommunikationstheorie, der Theorie der Wissenschaft und Technik sowie zu den Initiatoren der analytischen Linie im tschechischen philosophischen Denken. Seine zahlreichen Publikationen, v. a. in tschechischer, englischer, russischer und deutscher Sprache, erreichten eine hohe internationale Anerkennung. Er verstarb am 7. August 2015 in Prag.

Ladislav Tondl wurde in Znojmo (Südmähren) geboren, studierte Philosophie, Soziologie und Wirtschaftswissenschaften und steht in der Tradition einerseits des Neopositivismus, andererseits der Praxiologie. Wichtige Stationen seines „akademischen" Werdegangs waren: 1949 Dr. phil. und Ing.; 1953 Habilitation im Fach Philosophie; Lehr- und Forschungstätigkeit an der Karls-Universität Prag; 1959 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Informationstheorie und Automatisierung der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften (ČSAV), Prag; 1968 Berufung zum ordentlichen Professor für Philosophie an der Karls-Universität, Gründung einer Arbeitsstelle zur Erforschung der Wissenschaften und der Wissenschaftspolitik an der ČSAV; nach dem „Prager Frühling" 1968 musste er in den Bereich der Projektierung, Informatik und Computergrafik wechseln; 1989 Rehabilitierung und Leitung des Instituts für Theorie und Geschichte der Wissenschaft der ČSAV. 1993 gründete Tondl nach Umstrukturierungen innerhalb der nunmehrigen Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik im Rahmen ihres Philosophischen Instituts das Zentrum für Wissenschafts-, Technik- und Gesellschaftsstudien, das er bis 2002 leitete. Sein dann beginnender Ruhestand war für ihn jedoch mehr ein „Unruhestand", publizierte und kooperierte er doch im gleichen Maße weiter.

Ladislav Tondls Denken zeichnete sich durch ein hohes Maß an Interdisziplinarität aus, die sowohl in Fragen der Semantik als auch in Überlegungen zur Wissenschaftstheorie und zur Technikphilosophie zum Tragen kamen. Stets ging es ihm auch um die gesellschaftliche Einbettung und Bedeutung wissenschaftlicher Erkenntnisse und technischer Hervorbringungen. Das hängt ganz sicher auch damit zusammen, dass er mehr als dreißig Jahre in technischen Fächern und in der Informatik aktiv tätig war, als Mathematiker, Analytiker, Berater. Darin ist wohl auch seine innere Beziehung zur Technik begründet: In seinen Studien über Probleme der Theorie der Wissenschaft und Technik sind v. a. semantische und epistemologische Gesichtspunkte präsent.

Ladislav Tondl kann auf einen reichhaltigen wissenschaftlichen „Output" verweisen. Hier sei stellvertretend nur das Hochschullehrbuch „Sociální hodnocení techniky" („Soziale Technikbewertung"; 1992) genannt. Darin werden gesellschaftliche Determinanten technischer Lösungen und ihrer Auswirkungen, Kriterien ihrer Bewertung sowie die methodologischen Instrumente der sog. systemischen, multikriteriellen Bewertung technischer Lösungen detailliert erörtert.

In der Person von Ladislav Tondl verliert die tschechische TA-Szene eine ihrer einflussreichsten Mitstreiter. Er war Wegbereiter und konzeptioneller Vordenker der sozialen Technikbewertung, deren multi- und interdisziplinären Charakter er stets betonte.

Für Ladislav Tondl war Wissenschaft sinnvoll nicht anders zu realisieren als in internationaler Kooperation, also auch mit Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland. Mit TA-Einrichtungen (insbesondere dem ITAS, Karlsruhe, und der jetzigen European Academy of Technology and Innovation Assessment, Bad Neuenahr-Ahrweiler) bestanden seit Mitte der 1990er Jahre intensive Arbeitskontakte, die in zahlreichen Publikationen und gemeinsamen wissenschaftlichen Veranstaltungen ihren Niederschlag fanden.

Wer – wie wir – Ladislav Tondl kennenlernte und mit ihm viele Jahre lang wissenschaftlich zusammenarbeitete, wird sich dauerhaft und gerne an ihn erinnern.

ITAS NEWS

Das neue ITAS-Jahrbuch – 20 Jahre ITAS

„Als vor 20 Jahren das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) gegründet wurde, bedeutete das vor allem auch eine Anerkennung der Technikfolgenabschätzung in der damaligen Wissenschaftslandschaft“, schreiben Armin Grunwald und Michael Decker im ITAS Jahrbuch 2014/2015. Das Jahrbuch möchte die TA-Community, Kooperationspartner und Auftraggeber ansprechen und allen Interessierten ermöglichen, das ITAS näher kennenzulernen. „20 Jahre ITAS“ lässt Institutsleiter Grunwald in seiner Positionsbestimmung Revue passieren, nicht ohne dabei künftige Herausforderungen für die inter- und zunehmend transdisziplinäre Arbeitskultur des ITAS zu skizzieren. Eine grafische Zeitleiste zeigt die zentralen Ereignisse nicht nur der Institutsgeschichte, sondern auch seiner Vorgänger in Verbindung zur europäischen Entwicklung der Technikfolgenabschätzung und weitere Ereignisse im Kontext der technologischen Entwicklung. Das Jahrbuch präsentiert ausgewählte Forschungsaktivitäten des Instituts. In Form von Interviews, Berichten, Reportage und Essay kommen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des ITAS zu Wort. Sie diskutieren die gesellschaftliche Dimension von Zukunftstechnologien wie Big Data oder Service-Robotik, berichten über ihren Ansatz zur Erforschung der Energiewende, schildern ihre Erfahrungen mit der Arbeit im „Quartier Zukunft“ oder zeigen die Herausforderungen wissenschaftlicher Politikberatung auf. Ergänzt wird das Jahrbuch um Einblicke in das vielfältige Institutsleben. Die Autorinnen und Autoren fragen dabei beispielsweise, wer Forschung möglich macht, präsentieren Impressionen von einer der größten europäischen TA-Konferenzen oder berechnen anschaulich den CO_2-Fußabdruck ihrer täglichen Kaffeepause. Ein statistischer Teil bietet schließlich einen Überblick über Publikationen, Projekte, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie die „organische“ Struktur des Instituts. Kurze Beiträge von Personen aus Politik, Wissenschaft und Gesellschaft, die dem Institut verbundenen sind, komplettieren das Jahrbuch.



Unter folgendem Link findet sich das Jahrbuch als PDF: http://www.itas.kit.edu/jahrbuch.php.

« »

Michael Decker übernimmt KIT-Bereichsleitung

Seit dem 1. Oktober 2015 leitet Michael Decker den Bereich II des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Vorgeschlagen vom Präsidium des KIT und vom Bereichsrat einstimmig gewählt, verantwortet Decker für die kommenden fünf Jahre Forschung, Lehre und Innovation im Bereich „Informatik, Wirtschaft und Gesellschaft“. Für diese Zeit ruht seine Tätigkeit am ITAS, das er zuletzt gemeinsam mit Armin Grunwald leitete. „Ich freue mich auf die große Herausforderung, die vor mir liegt. Gleichzeitig werde ich mich aber dem ITAS und der Technikfolgenabschätzung weiterhin eng verbunden fühlen und in einem möglichst intensiven fachlichen Austausch mit den vielen Kolleginnen und Kollegen bleiben“, erklärte Michael Decker, der im Jahr 2003 als wissenschaftlicher Mitarbeiter ans ITAS kam und bereits im folgenden Jahr stellvertretender Leiter des Instituts wurde. Armin Grunwald, der die Leitung des Instituts zunächst wieder alleine übernimmt, bedauert den Verlust für das ITAS, unterstreicht aber auch die positiven Aspekte: „Die Berufung Michael Deckers in eine herausragende Leitungsposition des KIT ist eine Auszeichnung für seine großen Verdienste am ITAS und zeugt gleichzeitig von der wachsenden Sichtbarkeit unseres Instituts in und außerhalb des KIT.“

« »

Neue Projekte

Visionen von In-vitro-Fleisch

Kultiviertes Fleisch aus dem Labor könnte die Probleme traditioneller Fleischproduktion lösen. Im Auftrag des BMBF untersucht das ITAS Leitbilder und Visionen für die neue Technologie. Lösungen für die ökologischen, gesundheitlichen und ethischen Probleme der traditionellen Fleischproduktion verspricht die Produktion von In-vitro-Fleisch, das aus tierischen Muskelstammzellen hergestellt wird. Noch kann In-vitro-Fleisch nicht im größeren Maßstab produziert werden. Unklar sind deshalb auch die tatsächlichen ökologischen Vorteile gegenüber herkömmlicher Viehhaltung, die gesellschaftlichen Bedingungen für die Akzeptanz dieser Innovation sowie die kulturellen Auswirkungen auf Landwirtschaft, Ernährung und das Verhältnis zwischen Mensch und Tier. Hier setzt das neue ITAS-Projekt „Visionen von In-vitro-Fleisch (VIF) – Analyse der technischen und gesamtgesellschaftlichen Aspekte und Visionen von In-vitro-Fleisch“ an. Die Wissenschaftlerinnen untersuchen in den kommenden zwei Jahren die mit dieser emergierenden Technologie einhergehenden Leitbilder und Visionen. Als Instrumente kommen dabei neben der Literaturanalyse Interviews mit Expertinnen und Experten sowie partizipative Verfahren mit der Öffentlichkeit und relevanten Stakeholdern zum Einsatz. Das zentrale Ziel des Projekts ist es, die naturwissenschaftlichen und technischen sowie die gesellschaftlichen, kulturellen und politischen Aspekte der Leitbilder und Visionen der heutigen In-vitro-Fleisch-Forschung zu analysieren. Dazu gehört auch eine Untersuchung der gesellschaftlichen Akzeptabilität einer Technologie, der in der frühen Phase des Innovationsprozesses eine hohe Bedeutung für die Forschungspolitik im Engeren und die „Technology Governance“, also die politische Steuerung von Technikentwicklung, im Weiteren zukommt.

Kontakt

Dr. Arianna Ferrari
E-Mail: arianna.ferrari@kit.edu

PartInno – Partizipation an Innovationsprozessen

Wie können technische Innovationen von der Beteiligung der Öffentlichkeit profitieren? Nach Antworten sucht das ITAS in dem vom BMBF geförderten Projekt „PartInno“. Mehr Effektivität und größere Legitimation – Akteure aus Politik und Wirtschaft versprechen sich viel von öffentlicher Partizipation an Innovationsprozessen. Ihre Erwartungen an die durch solche Verfahren erzielbaren „Partizipationsgewinne“ bleiben jedoch vielfach unbefriedigt und werden nicht selten enttäuscht. Ein wichtiger Grund für dieses Ungleichgewicht besteht oft darin, dass weder die Bedingungen der Anwendbarkeit noch die Ziele der Partizipation genügend bestimmt sind. Die Möglichkeiten und Grenzen von Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung in verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses genau zu erkunden, ist Ziel des Projekts „Partizipation und Innovationsphasen (PartInno): Funktionale Gewinne durch Öffentlichkeitsbeteiligung in differenten Phasen der Innovationsentwicklung“. Das BMBF fördert das Forschungsvorhaben für zwei Jahre.

Bisher gibt es keine Studien, welche die Anwendung und Anwendbarkeit spezifischer partizipativer Verfahren in Relation zu Innovationsphasen in einem systematischen Zusammenhang untersuchen. Die Forscherinnen und Forscher des ITAS wollen Partizipationsgewinne analytisch differenzieren. Ihr Augenmerk gilt dabei Wertfragen (z. B. Lösung von Wertkonflikten), Wissensfragen (z. B. Wissen über die Wünsche von Konsumenten) und Fragen der gesellschaftlichen Einbettung (z. B. Voraussetzungen für die Akzeptanz von Innovationen) sowie dem Zusammenspiel dieser einzelnen Dimensionen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen schließlich in einem Modell so aufbereitet werden, dass sie als Entscheidungshilfe für die Gestaltung partizipativer Verfahren dienen können.

Kontakt

Dr. Leonhard Hennen
E-Mail: leonhard.hennen@kit.edu

« »

ITAS-Hypertext als Exponat im ZKM

Der am ITAS entwickelte „Flusser-Hypertext“ war in der Ausstellung „Bodenlos. Flusser und die Künste“ im ZKM | Zentrum für Kunst und Medientechnologie in Karlsruhe zu sehen, die dem Leben und dem Wirken des Medienphilosophen und Kommunikationswissenschaftlers Vilém Flusser gewidmet war. Bereits in den späten 1980er Jahren wurden am ITAS Forschungen zur Entwicklung des Publizierens und neuer Medienformate angesichts von Computerisierung und Digitalisierung durchgeführt. In diesem Zusammenhang hielt Vilém Flusser am 2. März 1989 im öffentlichen Kolloquium des Instituts einen Vortrag zum Thema „Schreiben für Publizieren“. Daraus entstand die Idee, diesen Vortrag zum Zentrum eines multimedialen elektronischen Buchs („Hypertext“) zu machen, der drei Nutzungsweisen kombiniert: den lebendigen Vortrag hören, das Transkript lesen und den vielen im Vortrag genannten Personen, Konzepten und Flusserschen Wortschöpfungen in einem umfangreichen Erläuterungsapparat nachgehen. Der Flusser-Hypertext war einer von drei Anwendungsfällen in einem Forschungsprojekt, in dem innovative Präsentationsformen für wissenschaftliche Inhalte prototypisch entwickelt werden sollten – ausgehend von der Metapher des „elektronischen Buchs“. Die Eigenerfahrungen bei der Entwicklung der Prototypen dienten nicht nur der Reflexion über neue Medien im Rahmen einer Technikfolgenabschätzung; die entwickelten Prototypen erleichterten auch den Zugang zu Medienkünstlern und Technikentwicklern. Im Jahre 2007 wurde der Flusser-Hypertext samt Gerät dem Flusser-Archiv übergeben, das bei Siegfried Zielinksi an der Universität der Künste in Berlin angesiedelt ist. Es zeigte sich dabei paradigmatisch, worauf in der ITAS-Forschung der 1980er und 1990er schon hingewiesen wurde: Die elektronische Publikation altert schneller als diejenige auf Papier. Dank der intensiven Restaurierungsarbeit des Flusser-Archivs und eines Emulationsprojekts am Freiburger Institut für Informatik, das diesen Prototypen als ein Anwendungsbeispiel dankenswerterweise aufgegriffen hat, gibt es heute eine „museums-stabile“ Version, die vielleicht die Chance hat, der drohenden „digital darkness“ der neuen Medien zu entgehen. Anlässlich der Ausstellung macht das Institut die Freiburger Emulation des Flusser-Hypertextes und eine QuickTime-basierte Einführung in den Hypertext wieder zugänglich. Ebenso ist der Volltext der damaligen Monografie zum Projekt wieder verfügbar (Böhle, Riehm, Wingert, 1997: Vom allmählichen Verfertigen elektronischer Bücher).

Die Ausstellung mit zahlreichen Exponaten (Bücher, Briefwechsel, Videos, Zeichnungen usw.) war bis 18. Oktober 2015 am Karlsruher ZKM | Zentrum für Kunst und Medientechnologie zu sehen und wird bis zum 10. Januar 2016 in der Akademie der Künste, Hanseatenweg, in Berlin gezeigt. Danach wandert die Ausstellung nach Prag und São Paulo.

« »

Personalia

Neue Kolleginnen und Kollegen

Prof. Dr. Gregor Betz wurde zum W3-Professor für Wissenschaftstheorie mit dem Schwerpunkt Zukunftswissen am ITAS in Zusammenarbeit mit dem Institut für Philosophie berufen. Gregor Betz ist einer der beiden Leiter des ITAS-Forschungsbereichs „Energie – Ressourcen, Technologien, Systeme“ und hat an der Freien Universität Berlin zum Thema „Theorie dialektischer Strukturen“ habilitiert. Schwerpunkte seiner Forschung liegen in der Philosophie von Wissenschaft, philosophischer Logik, Argumentationstheorie und angewandte Ethik.

Inge Böhm ist seit Oktober 2015 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt „Visionen von In-vitro-Fleisch (VIF)“. Sie studierte Europäische Kultur und Ideengeschichte mit Schwerpunkt Philosophie am KIT und verfasste ihre Masterarbeit zum Thema „Modelle gelebter Nachhaltigkeit zwischen Theorie und Praxis – Ökodörfer als Kulturen der Nachhaltigkeit“.

Claudia Brändle ist seit August 2015 wissenschaftliche Mitarbeiterin in den Projekten „QuartrBack – Intelligente Notfallkette im Quartier für Menschen mit Demenz“ und „M4Shale Gas“. Sie studierte Europäische Kultur- und Ideengeschichte am KIT und war ab 2011 als stu-

dentische Hilfskraft am ITAS tätig. Ihre aktuellen Arbeitsschwerpunkte umfassen den Technikeinsatz in der Pflege und die öffentliche Wahrnehmung von Fracking in Europa.

Der Wirtschaftsingenieur **Tobias Domnik** ist seit September 2015 Doktorand am ITAS. Am ITAS promoviert er im Forschungsbereich Energie zum Thema „Stand und Perspektiven des Überseetransports von Biomasse nach Deutschland".

Johannes Hirsch ist seit August 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „QuartrBack" und im Projekt „MOVEMENZ". Er studierte Informatik am KIT und war ab 2014 wissenschaftliche Hilfskraft am ITAS, wo er auch seine Diplomarbeit verfasste. Ein aktueller Arbeitsschwerpunkt ist der Technikeinsatz in der Pflege mit Fokus auf Menschen mit Demenz.

Dr. Michael Nerurkar ist seit Juni 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITAS und im Arbeitskreis Ethik des Projekts „Begleitforschung Big Data" tätig. Zuvor war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an Universitäten in Stuttgart, Darmstadt und Tübingen in der Lehre sowie in der Forschung mit Themen der theoretischen Philosophie, der Technikphilosophie und der Ethik befasst. Seine Interessen liegen in Metaphysik, Reflexion, Erkenntnisphilosophie und Rechtsphilosophie.

Jens Peters ist seit Mai 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITAS im Forschungsbereich Innovationsprozesse und Technikfolgen. Als Mitglied der Forschungsgruppe „Ressourcen, Umwelt und Nachhaltigkeit" des Helmholtz-Instituts Ulm (HIU) für Elektrochemische Energiespeicherung arbeitet er an der Bewertung von neuartigen Energiespeichern, mit Fokus auf den entsprechenden Produktionsprozessen. Zuvor war er in Madrid am Instituto IMDEA Energía im Bereich Systemanalyse tätig, wo er über das Thema Pyrolyse für Biotreibstoffe und Biokohle promovierte. Er hat einen MSc. in Erneuerbare Energien und Brennstoffzellen, einen Dipl. Ing. in Elektrotechnik sowie mehrjährige Erfahrung als Projektleiter in der Elektronikentwicklung im Automobilsektor.

Silvia Woll ist seit Oktober 2015 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt „Visionen von In-vitro-Fleisch (VIF)". Ihr Studium der Germanistik, Kulturwissenschaften und Europäischen Kultur- und Ideengeschichte mit Schwerpunkt Philosophie am KIT schloss sie 2015 mit dem Magister Artium ab. Am ITAS war sie mit Unterbrechungen seit 2011 als Praktikantin und studentische Hilfskraft tätig und verfasste am Institut auch ihre Masterarbeit. Ihre fachlichen Schwerpunkte liegen auf Technikfolgenabschätzung, Technikphilosophie und Vision Assessment.

« »

Neue Veröffentlichung

Lexikon der Mensch-Tier-Beziehungen

Unsere Beziehung zu den „anderen" Tieren gewinnt nicht bloß mehr und mehr an gesellschaftlicher Bedeutung, sie ist auch für die Wissenschaften wieder zum Thema geworden. Mit diesem Band widmet sich zum ersten Mal ein Lexikon umfassend den Mensch-Tier-Beziehungen. Im Gegensatz zu traditionellen Einführungen in die Tierethik beschränkt sich das groß angelegte Werk aber nicht auf moralphilosophische Themen, sondern beleuchtet die Mensch-Tier-Beziehungen u. a. auch aus historischer, soziologischer, ethologischer und kulturwissenschaftlicher Perspektive.

Bibliografische Angaben: Ferrari, A.; Petrus, K. (Hg.): Lexikon der Mensch-Tier-Beziehungen. Bielefeld: transcript 2015



« »

TAB NEWS

Veröffentlichungen

TAB-Arbeitsbericht Nr. 164 und TAB-Fokus Nr. 7: „Synthetische Biologie – die nächste Stufe der Bio- und Gentechnologie“

Seit gut zehn Jahren werden mit dem Begriff „Synthetische Biologie“ (kurz: Synbio) Forschungsvorhaben, Methoden und Verfahren zu einem „Umbau“ natürlicher Organismen bezeichnet, der weiter geht, als es bislang mithilfe der Gentechnik möglich war. Perspektivisch wird die Schaffung (komplett) künstlicher „biologischer“ Systeme (Synbio i.e.S.) anvisiert, deren praktische Nutzung allerdings noch in weiter Ferne liegt und daher in den kommenden Jahren wenig gesellschaftliche und politische Relevanz entfalten dürfte. Ganz anders ist dies bei der Synbio i.w.S. – verstanden als nächste Stufe der Bio- bzw. Gentechnologie, wozu insbesondere auch die in jüngster Zeit entwickelten Methoden des sog. Genome Editing (u. a. CRISPR/Cas) gehören. Durch die zunehmend einfachen und schnelleren Möglichkeiten der gezielten molekularbiologischen Veränderung bekannter Organismen ist in den nächsten Jahren mit einer großen Zahl von Anwendungen bei Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren zu rechnen. Seit Herbst 2015 hat die Debatte über eine verantwortungsvolle Anwendung und notwendige Regulierung der Gentechnik an Fahrt aufgenommen.

Der nun erschienene TAB-Bericht bietet eine umfassende Darstellung zum Stand von Forschung, Entwicklung und Anwendung, zu Sicherheits- und Governancefragen der Synbio sowie ein ausführliches Porträt von Akteuren und Perspektiven der Do-It-Yoursef-Biologie. Er ordnet die Debatten über die Potenziale und Perspektiven der Synbio in größere wissenschafts-, forschungs- und innovationspolitische Kontexte ein und arbeitet zentrale Zukunftsfragen und Handlungsfelder heraus – u. a. im Bereich der Biosicherheitsforschung sowie mit Blick auf die Erweiterung der Akteurskreise bei der Planung und Durchführung von Forschungsprogrammen und -vorhaben.

Link zum Arbeitsbericht: http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab164.pdf
Link zum TAB-Fokus: http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/tab-fokus/TAB-Fokus-007.pdf

TAB-Hintergrundpapier Nr. 20: „Handlungsmöglichkeiten für Kommunikation und Beteiligung beim Stromnetzausbau – Ein Praxishandbuch für Abgeordnete“

Aktuell sind in Deutschland ein weitreichender Umbau und eine Erweiterung des Stromnetzes im Gang. Hierbei treten immer wieder Konflikte vor Ort auf. Bürger lehnen neue Leitungen ab, gründen Bürgerinitiativen, organisieren Protest. Die Diskussionen werden sehr engagiert und emotional geführt. Bundestagsabgeordnete nehmen als Vermittler zwischen bundespolitischen Entscheidungen und den lokalen Ansprüchen eine Schlüsselrolle ein. Einerseits erwarten die Bürger von ihnen eine klare Positionierung und eine aktive Rolle als Sachwalter ihrer Interessen. Auf der anderen Seite gehen die Betreiber der Übertragungsnetze davon aus, dass die Politik die gefassten Beschlüsse rechtfertigt und dafür einsteht, dass sie möglichst reibungslos umgesetzt werden können.

Das vorliegende TAB-Hintergrundpapier stellt wissenschaftliche Erkenntnisse und Praxiserfahrungen zu Kommunikation und Beteiligung beim Netzausbau zusammenfassend dar und gibt daraus folgend Hinweise auf Handlungsmöglichkeiten für Kommunikationsstrategien und Beteiligungsverfahren. Mitglieder des Deutschen Bundestages, in deren Wahlkreisen Netzausbauvorhaben geplant sind, sollen auf diese Weise beim Umgang mit den daraus entstehenden Interessenkollisionen und Konflikten vor Ort unterstützt werden.

Link zum Hintergrundpapier: http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Hintergrundpapier-hp020.pdf

TAB-Hintergrundpapier Nr. 19: „Big Data in der Cloud“
Einerseits werden für Big Data große Potenziale beispielsweis in der Medizin, der Logistik und der Verkehrslenkung, der Energieproduktion oder im Katastrophenschutz gesehen, andererseits werden auch große Herausforderungen insbesondere für den Datenschutz thematisiert. Der Diskurs dazu ist von einer Vielzahl von Unsicherheiten über die realistischen Möglichkeiten und Risiken der zugrundeliegenden Technologien geprägt. Ein Schwerpunkt der TA-Vorstudie „Big Data in der Cloud“, die auf einer Auswertung existierender Literatur, von Miniszenarien und Experteninterviews basiert, lag daher auf den technischen Möglichkeiten sowie den verfügbaren Systemen unter besonderer Berücksichtigung der Kombination von Big Data und Cloud Computing. Diese Kombination wird als besonders relevant angesehen, da sie auch kleinen und mittleren Unternehmen, Verwaltungen oder Nichtregierungsorganisationen Zugang zu Big-Data-Analysen eröffnen kann.

Die Vorstudie zeigt, dass Cloud Computing zunehmend an ökonomischer Bedeutung gewinnt. Hingegen befindet sich der Markt für Big-Data-Analysen, auch aufgrund der schwierigen Abgrenzung zu schon existierenden Technologien, noch in seinen Anfängen. Der Überblick zu den Anwendungspotenzialen in den Bedarfsfeldern der High-Tech-Strategie belegt die Möglichkeiten in den Bereichen Produktivität, Effizienz und Innovation sowie für Wachstum und Beschäftigung. Herausforderungen werden außer im Datenschutz sowie bei den geistigen Eigentumsrechten auch bei den Geschäftsmodellen deutlich. Abschließend werden Bereiche identifiziert, die einen Handlungs- und Forschungsbedarf aufzeigen. Hierzu gehören Fragen der nötigen Infrastrukturen, der technischen und rechtlichen Sicherheit, der Ausbildung sowie der ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit.

Link zum Hintergrundpapier: http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Hintergrundpapier-hp019.pdf

« »

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. Wiegerling 2011); bei Zitaten ist die Seitenangabe hinzuzufügen (z. B. Fink/Weyer 2011, S. 91). Bei den Angaben in der Literaturliste orientieren Sie sich bitte an folgenden Beispielen:

Monografien: *Wiegerling, K.*, 2011: Philosophie intelligenter Welten. München

Bei Aufsätzen: Fink, R.D.; Weyer, J., 2011: Autonome Technik als Herausforderung der soziologischen Handlungstheorie. In: Zeitschrift für Soziologie 40/2 (2011), S. 91–111

Bei Beiträgen in Sammelbänden: *Mehler, A.*, 2010: Artifizielle Interaktivität. Eine semiotische Betrachtung. In: Sutter, T.; Mehler, A. (Hg.): Medienwandel als Wandel von Interaktionsformen. Heidelberg

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

NTA NEWS

Rückblick: NTA-Jahrestreffen in Karlsruhe

Am 26. und 27. November 2015 trafen sich ca. 40 Mitglieder des Netzwerks Technikfolgenabschätzung (NTA) zu ihrem jährlichen Treffen, dem 11. seit Bestehen des Netzwerks. Flankiert wurde dieses Treffen von verschiedenen, durchweg produktiven Workshops und einer Arbeitsgruppensitzung. Anlass, sich 2015 in Karlsruhe zu treffen, war das nunmehr zwanzigjährige Bestehen des ITAS, das am Abend bei einem Empfang gefeiert wurde.

Am Vormittag des 26. November trafen sich zunächst die Mitglieder der NTA-Arbeitsgruppe „Information und Kommunikation“ (AG IuK) sowie weitere interessierte Kolleginnen und Kollegen. Im Mittelpunkt dieser öffentlichen Sitzung stand die aktive Beteiligung des NTA am DFG-Vorhaben „Fachportal openTA“. Im Zuge der seit März 2015 abgeschlossenen ersten Förderperiode wurde das Fachportal des NTA unter der Adresse www.openta.net etabliert. Es enthält einen Nachrichten-, Kalender-, Neuerscheinungs- und Publikationsdienst, das Verzeichnis der Mitglieder des NTA, einen Blog und Informationen zum NTA sowie zum Projekt openTA. Ulrich Riehm, openTA-Projektkoordinator und Sprecher der AG IuK, erläuterte den im November 2015 eingereichten Fortsetzungsantrag. Ziel in der angestrebten zweiten Förderperiode sei es, u. a. neue, innovative Dienste ins Portal zu integrieren und die bestehenden Angebote weiter auszubauen. Im Mittelpunkt der Sitzung stand eine Diskussion über Prioritäten bei der Verbesserung des News-, Kalender, Publikations- und Neuerscheinungsdienstes. Um das Ergebnis kurz zu umreißen: Die Ausweitung der Informationsquellen auf mehr NTA-Mitglieder wurde für alle Dienste mit der höchsten Priorität versehen.

Mit der Unterzeichnung einer Unterstützungserklärung zum Fortsetzungsantrag Fachportal openTA durch die anwesenden Leiterinnen und Leiter der institutionellen Mitglieder sowie die anwesenden Mitglieder des Koordinationsteams des NTA wurde der Antrag auf breiter Basis und nachdrücklich begrüßt.

Auf dem sich am Nachmittag anschließenden Jahrestreffen gab Michael Decker, Sprecher des Koordinationsteams, einen Überblick über die in den vergangenen zehn Jahren stattgefundenen NTA-Konferenzen, deren Beiträge alle in Tagungsbänden veröffentlicht sind. Ausdrücklich begrüßt wurde die Bereitschaft der „EA European Academy of Technology and Innovation Assessment“, die nächste Konferenz (NTA7) 2016 in Bonn auszurichten (Ankündigung s. u.). Auf dem Jahrestreffen wurde des Weiteren u. a. über die sog. „NTA-Sessions“ reflektiert, die auf der 2. European TA Conference (PACITA, Berlin, Februar 2015) durchgeführt worden waren. Sergio Bellucci (TA Swiss) und Stephan Lingner (EA) berichteten stellvertretend für die insgesamt vier NTA-Sessions von ihren Erfahrungen. In aller Kürze kann hier als Ergebnis festgehalten werden, dass es attraktiv gewesen sei, eine breitere, nicht nur deutschsprachige TA-Community zu erreichen und Themen zur Diskussion zu stellen, die im NTA-Kontext von großer Relevanz sind (Governance of Big Data and the Role of TA, RRI in Europe, Horizons and Incentives of TA, Varieties of Technology Governance and Opportunities for TA). Umgekehrt könne aber nicht der Schluss gezogen werden, dass der deutschsprachige Forschungskontext, in dem sich das NTA bewege, keine Rolle mehr spielen sollte. Im Gegenteil sei es wichtig, den regelmäßigen wissenschaftlichen Austausch auf gemeinsamen Konferenzen und in gemeinsamen Projekten fortzuführen und zu stärken. Denkbar sei auch, öfters beide Sprachen auf Konferenzen zuzulassen, um sowohl Impulse aus der internationalen Community zu bekommen wie auch die eigene deutschsprachige Gemeinschaft zu stärken.

Workshop „Institutionalisierte TA“

Welche unterschiedlichen institutionellen Einbettungen haben die NTA-Einrichtungen? Einbettungen in die universitäre und außeruniversitäre Forschungslandschaft kommen ebenso vor wie Einbettungen in die nationalen Akademien der Wissenschaften, in die Form einer GmbH oder auch als Verein. Um diese Vielfalt deutlich zu machen, wurden zunächst einige der NTA-Institutionen vorgestellt (TA Swiss, ITA Wien, EA European Academy of Technology and Innovation Assessment,

IZT Berlin, ISI Fraunhofer, BIOGUM, ITAS). Im Anschluss daran entspann sich eine offene und lebhafte Diskussion über Probleme und Chancen, die die Unterschiede, aber auch Gemeinsamkeiten der institutionellen Settings mit sich bringen: In welchem Zusammenhang stehen Finanzierungsform und Unabhängigkeit der Forschung/Beratung? Welche Bedeutung kommt einer Ausrichtung auf die Grundlagen- und/oder die angewandte Forschung im TA-Kontext zu? Inwieweit hängt die Bearbeitung mittel- und langfristiger Themen mit der Institutionalisierungsform zusammen? Sollte es TA-spezifische Evaluationskriterien geben? Es zeigte sich, dass das Thema des Workshops gut gewählt worden war, nicht nur, um die Vielfalt der Mitgliedsinstitutionen kennenzulernen, sondern auch, um Spezifika des „TA-Machens" zu schärfen, Kooperationsmöglichkeiten aufzuzeigen und „lessons learned" zu teilen.

Workshop „Technology and Work from a TA Perspective"

Am 27. November fand der englischsprachige Workshop zum Themenkomplex Technik und Arbeit statt, der von Bettina-Johanna Krings, Linda Nierling und António Moniz konzipiert worden war. Welche Auswirkungen Robotik und Industrie 4.0 auf die Gesellschaft haben, ist sowohl auf der Forschungs- als auch auf der politischen Agenda von zunehmender Bedeutung. Der Workshop bot hierbei den Rahmen, um TA-Studien zum Thema vorzustellen und zu diskutieren. Eingeleitet wurde der Workshop von konzeptionellen Überlegungen von *Bettina-Johanna Krings*, die den Stand der Diskussionen des Teams im ITAS vorstellte. Schon mit dem Titel „Bridging the gap between technology and work. New questions from a TA perspective" wurde die These formuliert, dass es wenig konzeptionelle Zusammenhänge zwischen technologischen Innovationen und Auswirkungen auf Arbeitsstrukturen gibt. Diese These trifft insbesondere für die Prozesse der Informatisierung von Arbeit zu, die aktuell als „digitale" Revolutionen in Sektoren wie Industrie und/oder Dienstleistungen ausgerufen werden. Die Analyse und Abschätzung von Technologien in der (Erwerbs)arbeit ist hierbei sehr komplex, da sich zentrale gesellschaftspolitische Fragen an dieses Themenfeld anknüpfen, wie beispielsweise soziale Verteilungsfragen, demografischer Wandel, Bildung und Qualifikation, Lebens- und Arbeitsqualität. Diese können bei der Bewertung von Technologien in bestimmten Arbeitsfeldern nicht einfach außer Acht gelassen werden, was im Hinblick auf neue Fragestellungen eine besondere Herausforderung darstellt.

Rinie van Est vom Rathenau-Institut in den Niederlanden stellte die Ergebnisse der Studie „Working on the Robot Society" vor, die u. a. zwei in der Gesellschaft vorherrschende Visionen des Zusammenhangs von technologischer Innovation und Arbeit beinhaltet: Führt sie zu mehr oder weniger Jobs in der Zukunft? Auf der Basis einer umfassenden Studie, die das Institut jüngst vorgelegt hat, wird das Themenfeld zunächst historisch aufgearbeitet, um der Komplexität gerecht zu werden. Hierbei werden Technisierungsschübe in den Niederlanden dargestellt, die die Arbeitswelt grundlegend verändert haben. Ein nächster Technisierungsschub, so die These, wird durch die Einführung von Robotertechnologien vermutet. Was, aus der Perspektive der TA, hierbei zentral ist, ist jedoch die aktive Beteiligung im Hinblick auf Design und Implementierung der Robotertechnologien. Nur so könnten negative Effekte langfristig vermieden werden.

Georg Aichholzer vom Institut für Technikfolgen-Abschätzung in Wien argumentiert im Großen und Ganzen in eine ähnliche Richtung. In seinem Vortrag „Industry 4.0: New Challenges for Work and Qualification" benannte Aichholzer zunächst die statistischen Unsicherheiten im Hinblick auf die Prognosen über möglichen Arbeitsplatzabbau durch neue technische Systeme. Er vermutet hierbei eher eine Veränderung des Qualifikationsprofils über lange Zeiträume hinweg, die möglicherweise Jobverluste langfristig kompensieren könnten. Diese Vermutung kann aus vergangenen, ähnlichen Prozessen abgeleitet werden. Gleichzeitig macht er jedoch auch auf Globalisierungsprozesse, neue Formen von Arbeitsteilungen, neue Formen der Arbeitsprekarität aufmerksam, die im Zuge der Technisierungsschübe entstehen können. Hier müsste politisch aktiv entgegengesteuert werden.

Sergio Bellucci von der TA Swiss in Bern stellte die Ergebnisse der Studie „Robotics and Autonomous Devices in Social and Health Care" vor. Diese Ergebnisse basieren ebenfalls auf einer

umfassenden Studie, die die TA Swiss vorgelegt hat. Hierbei wurde der Einsatz der Robbe „Paro“ (Companion) untersucht und ihre funktionale Bedeutung für die Pflegearbeit eingeschätzt. Neben ethischen und moralisch noch offenen Fragen betonte er hierbei, dass es sich lediglich um assistive Technologien handele, die keine eigenständigen Aufgaben übernehmen, sondern unterstützend eingesetzt werden können. Im Falle von „Paro“ könnten hier lediglich kommunikative und interaktive Effekte in der Wechselbeziehung Patient und Pflegerin erzeugt werden.

Last but not least präsentierte *Linda Nierling* vorläufige Ergebnisse aus dem Projekt „Digitalisation of Work: Visions versus Empirical Evidence“, das derzeit im Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag durchgeführt wird. Sie stellte die These auf, dass die Erwartungen, die mit der Digitalisierung in der Öffentlichkeit diskutiert werden, nicht den empirischen Evidenzen entsprechen. Die statistische Überprüfung weist darauf hin, dass nennenswerte und fundamentale Veränderungen der Arbeitsstrukturen bisher noch nicht nachzuweisen sind. Allerdings, und hier plädierte Linda Nierling für mehr quantitativ und qualitativ ausgerichtete Forschung, weisen neue Arbeitsmodelle, wie beispielsweise „crowd-work“, auf neue Arbeitsformen hin, die von institutionell eingebetteter Erwerbsarbeit signifikant abweichen. Hier ist die TA aufgefordert, Fragestellungen und Forschungsausrichtungen zu entwickeln, die diesen neuen Entwicklungen gerecht werden kann.

Nach diesen interessanten und stimulierenden Präsentationen fand eine Gesamtdiskussion unter der Leitung von António Moniz statt, in der „neue Fragen“ an die TA zum Teil sehr leidenschaftlich diskutiert wurden.

Alle Präsentationen dieses Workshops finden sich unter http://www.itas.kit.edu/veranstaltungen_2015_technology_and_work.php.

« »

Ankündigung: 7. NTA-Konferenz 2016 in Bonn

„Grand Challenges meistern – der Beitrag der Technikfolgenabschätzung“, so der Titel der 7. NTA-Konferenz, die vom 16.–18. November 2016 im Universitätsclub Bonn stattfindet. Die Organisation liegt beim NTA-Mitglied EA European Academy of Technology and Innovation Assessment GmbH.

„Grand Challenges“ bzw. große gesellschaftliche Herausforderungen sind Leitbegriffe aus dem forschungspolitischen Raum der EU, die in den letzten Jahren eine bemerkenswerte Konjunktur durchgemacht haben. Sie fanden insbesondere Eingang in die Formulierung übergeordneter Strategien zur Förderung und Koordinierung gesellschaftlich relevanter Forschung und Innovation in Europa. Im deutschsprachigen Raum werden neben dem demografischen Wandel spezifische Herausforderungen durch Klimawandel, Gesundheitsfragen, moderne Mobilitäts- und Kommunikationskonzepte sowie für die zivile Sicherheit erkannt. Dabei gilt es, die Entwicklung geeigneter Schlüsseltechnologien oder Verfahrensansätze im gesellschaftlichen Dialog zu untersuchen und ggf. zu fördern. Grand Challenges sind somit genuin auch Gegenstände von Technikreflexion und -abschätzung, wenn entsprechende gesellschaftliche Problemlagen technisch veranlasst sind oder für technische Lösungsmöglichkeiten zugänglich erscheinen. Klassischerweise zählen hierzu die Beurteilung technisch induzierter Risiken, die Reflexion von nachgelagerten Nachhaltigkeits- und Akzeptanzfragen und entsprechende Lösungsvorschläge aus technikethischer sowie aus innovationsgetriebener Perspektive.

Vom 16.–18. November 2016 werden Vortragende und Plenum aus Sicht der TA Optionen, Potenziale und Barrieren sowie mögliche Nachteile einer an Grand Challenges orientierten Forschungs- und Innovationspolitik erörtern. Der Call for Papers ist veröffentlicht. Im Rahmen der Netzwerkkonferenz feiert die EA European Academy auch ihr 20jähriges Bestehen.

Aktuelle Informationen und den Call zur NTA7 finden sie unter http://www.ea-aw.de/20-jahre-ea/7-nta-tagung-in-bonn.html.

Kontakt

Dr. Stephan Lingner
E-Mail: stephan.lingner@ea-aw.de

« »

IMPRESSUM

Herausgeber:
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse (ITAS)
Karlstraße 11
76133 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-26814
Fax: +49 721 608-24806
E-Mail: TATuP@itas.kit.edu

URL: http://www.tatup-journal.de

ISSN (Print) 1619-7623
ISSN (Online) 2199-9201

TATuP-Beiträge können mit Quellenangabe frei nachgedruckt werden. Belegexemplar erbeten.
Eine kommerzielle Verwertung von TATuP-Beiträgen kann nur nach Absprache mit der Redaktion gestattet werden.

Die Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ (TATuP) erhalten Sie kostenlos bei der Redaktion.
Die Zeitschrift erscheint parallel als gedruckte und elektronische Version.

Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier.

Redaktion:
Constanze Scherz
Prof. Dr. Armin Grunwald
Julia Hahn
Ulrich Riehm

Redaktionsassistenz:
Gabriele Petermann