

# APuZ

Aus Politik und Zeitgeschichte

61. Jahrgang · 46–47/2011 · 14. November 2011



## Ende des Atomzeitalters?

*Ortwin Renn*

Wissen und Moral – Stadien der Risikowahrnehmung

*Joachim Radkau*

Eine kurze Geschichte der Antiatomkraftbewegung

*Severin Fischer*

Das „Modell Deutschland“ und die europäische Energiepolitik

*Martin Keilhacker · Hardo Bruhns*

„Energiewende“: Wohin führt der Weg?

*Konrad Kleinknecht*

Abkehr vom Klimaschutz?

*M. Bürger · M. Buck · G. Pohlner · J. Starflinger*

Fukushima – Gefahr gebannt? Lernen aus der Katastrophe

*Rafaela Hillerbrand*

Von Risikoabschätzungen zum „guten Leben“

*Philipp Gassert*

Popularität der Apokalypse: Zur Nuklearangst seit 1945

Beilage zur Wochenzeitung **Das Parlament**

## Editorial

Vor einem Jahr beschloss die Bundesregierung, die Laufzeit der deutschen Kernkraftwerke zu verlängern. Unter lautstarkem Protest der Opposition machte sie damit den Atomausstieg rückgängig, den Rot-Grün neun Jahre zuvor mit der Industrie ausgehandelt hatte. Heute erscheint dieser Beschluss wie aus einer anderen Zeit. Denn seither hat sich die Lage dramatisch verändert: Das Reaktorunglück im japanischen Fukushima im März 2011 führte zu einer Neubewertung der Risiken der Kernenergiegewinnung, und nach einem dreimonatigen Moratorium folgte – für viele überraschend eilig – der erneute, sogar noch beschleunigte Ausstieg. 2022 soll das letzte deutsche Atomkraftwerk vom Netz gehen.

Die Entscheidung fußt auf einem breiten gesellschaftlichen Konsens, und sie stellt einen Sieg dar für die vielen Bürgerinnen und Bürger, die sich seit Ende der 1960er Jahre gegen Atomkraft engagiert haben. Doch ist das „Atomzeitalter“ damit wirklich beendet? Andere EU-Länder, darunter direkte Nachbarn wie Frankreich oder Polen, sind weit davon entfernt, dem deutschen Beispiel zu folgen. Und Deutschland wird möglicherweise selbst eine Zeit lang auf Stromimporte aus ausländischen Kernkraftwerken angewiesen sein.

Zugleich stellen sich weitere Fragen hinsichtlich der „Energiewende“. Den vormals in Kernkraftwerken erzeugten Strom gilt es aus anderen Quellen zu ersetzen, ohne dabei den Klimaschutz und die notwendige Reduzierung der Treibhausgasemissionen aus dem Blick zu verlieren. Zwar gibt es Studien, die den erneuerbaren Energien das Potenzial bescheinigen, die Lücke zu schließen, aber nach derzeitigem Ausbaustand ist ungewiss, ob dies binnen zehn Jahren geschehen kann – zumindest unter Beibehaltung unseres jetzigen, energieintensiven Produktions- und Lebensstils. Im Alleingang ist die „Energiewende“ nicht zu schaffen. Soll sie gelingen, bedarf es – mindestens auf europäischer Ebene – buchstäblich einer deutlich stärkeren Vernetzung.

*Johannes Piepenbrink*

Ortwin Renn

# Wissen und Moral – Stadien der Risiko- wahrnehmung

Essay

Die Ereignisse in Fukushima haben in Deutschland zu einer deutlichen Zäsur in der Bewertung von großtechnischen Risiken geführt: Alle politischen Parteien, die im

**Ortwin Renn**

Dr. rer. pol., Dr. sc. h. c.,  
geb. 1951; Professor für Umwelt-  
und Techniksoziologie am Insti-  
tut für Sozialwissenschaften der  
Universität Stuttgart, Seiden-  
straße 36, 70174 Stuttgart.  
ortwin.renn@  
sowi.uni-stuttgart.de  
http://ortwin.gingedas.net

Bundestag vertreten sind, nahezu alle relevanten gesellschaftlichen Gruppen sowie die Mehrheit der Bevölkerung haben sich auf einen Ausstieg aus der Kernenergienutzung in Deutschland geeinigt. Dabei sind

die Risiken der Kernenergie in Deutschland nach Fukushima nicht anders zu bewerten als vorher. Die Ethikkommission schreibt dazu: „Die Risiken der Kernenergie haben sich mit Fukushima nicht verändert, wohl aber die Risikowahrnehmung. Mehr Menschen als früher ist bewusst geworden, dass die Risiken eines großen Unfalls nicht nur hypothetisch vorhanden sind, sondern dass sich solche Unfälle auch konkret ereignen können. Somit hat sich die Wahrnehmung eines relevanten Teils der Gesellschaft an die Realität der Risiken angepasst.“<sup>1</sup>

Angesichts der unveränderten Risikolage ist es verwunderlich, dass die Politik so rasch und so gleichförmig auf die Ereignisse in Fukushima reagiert hat. Allerdings ist die Kernkraft in Deutschland schon seit Jahrzehnten umstritten. Dass allerdings die schwarz-gelbe Koalition umgehend ihre Politik auf den Kopf stellte und sich an die Spitze der Befürworter eines schnellen Ausstiegs setzte, hat viele überrascht.

Die massive Reaktion in Deutschland ist nur verständlich, wenn man sich die Entwicklung des politischen Diskurses um Kernenergie und

andere Großtechniken in Deutschland und anderen westlichen Ländern vergegenwärtigt. Im Folgenden soll daher die Kernenergie-debatte rekonstruiert und in den größeren Zusammenhang der Auseinandersetzungen um großtechnische Risiken eingebettet werden. Dabei geht es weniger um einen historischen Abriss als vielmehr um den Versuch, die Genese und den Verlauf eines Diskurses zu beschreiben und soziologisch zu deuten.

## Zäsur von 1986

Moderne Großtechnologien wie die Nutzung der Kernkraft genossen bis in die 1970er Jahre starken öffentlichen Rückhalt, und die Vertreter der technischen Elite hatten maßgeblichen Einfluss auf die Politik.<sup>2</sup> Die Risikoabschätzungen der Experten lieferten ausreichenden Rückhalt dafür, dass die intuitive Wahrnehmung andauernder Bedrohungen, die in vielen Risikowahrnehmungsstudien zum Ausdruck kamen,<sup>3</sup> als ungerechtfertigt erschien. Trotz einer großen Anzahl von Bewegungen gegen die höchst unpopuläre Kernenergie, trotz andauerndem Protest gegen den Bau neuer chemischer Fabriken oder die Erweiterungen von Flughäfen, trotz Alternativbewegungen, die überall in Europa und den USA aufkamen, waren die Vertreter der Technikeliten in der Lage, konservative, liberale und sozialdemokratische Parteien in allen westlichen Ländern von ihren Ideen und Plänen zu überzeugen. In Deutschland wurden Kernkraftwerke gebaut und in Betrieb genommen, in der Schweiz liefen alle Volksentscheide bis 1986 darauf hinaus, Kernkraftwerke in Betrieb zu behalten. In Schweden bestimmte 1980 ein Volksentscheid, die bestehenden Kernkraftwerke in begrenztem Rahmen bis zu einer vorbestimmten Laufzeit im Betrieb zu halten.

Dieses Bild änderte sich dramatisch nach den drei Katastrophen von 1986: der Explo-

<sup>1</sup> Ethikkommission der Bundesregierung, Zukünftige Energieversorgung, Berlin 2011.

<sup>2</sup> Die folgenden Ausführungen sind zum Teil meinem Aufsatz entnommen: Ortwin Renn, Abschied von der „Risiko-Gesellschaft“, in: Jens Aderhold/Olaf Kranz (Hrsg.), *Intention und Funktion. Problem der Vermittlung psychischer und sozialer Systeme*, Wiesbaden 2007, S. 230–251.

<sup>3</sup> Vgl. Ortwin Renn, *Risikowahrnehmung der Kernenergie*, Frankfurt/M. 1984.

## Das Imperium schlägt zurück: Die Rache der technischen Elite

sion der US-Raumfähre „Challenger“ (Januar), dem Reaktorunglück im Kernkraftwerk Tschernobyl (April) und dem Großbrand in einem Chemiewerk in Schweizerhalle bei Basel (November).<sup>f</sup> Unterstützer von Großtechnologien gerieten nunmehr in die Defensive, während die Skeptiker damit begannen, ein neues Denken über Risiken in Politik und Gesellschaft zu verankern. Jetzt wurden die Experten nicht nur für mangelnde Moralität, sondern darüber hinaus auch für mangelnde Rationalität ihres Fachwissens zur Verantwortung gezogen. Nahezu alle europäischen Länder bis auf Frankreich setzten die Entwicklung der Kernenergie aus. In Deutschland wurde nach langen und erbitterten Auseinandersetzungen das Projekt zur Wiederaufbereitung von Nuklearabfällen aufgegeben. Später entschied die neue Regierung unter Gerhard Schröder, aus der Kernenergie ganz auszusteigen.

Die Kernkraft war aber nicht die einzige Technologie, die nach gründlicher Infragestellung durch Gegenexperten und Bürgerinitiativen in Misskredit geriet. Es gab eine überbordende Stimmung der Ablehnung gegen die chemische Industrie, Wiederaufbereitungsanlagen von Abfällen, Straßenbauplänen, Flughafenerweiterungen und schließlich auch der Inbetriebnahme erster Labors und Produktionsanlagen zur Anwendung von Gentechnik.<sup>f</sup> Die magischen Begriffe der späten 1980er Jahre waren „Dezentralisation“, „verbrauchernahe Versorgung“, „erneuerbare Energien“, „ökologische Landwirtschaft“, „Ausbau öffentlicher Verkehrsmittel“ und „technische Entwicklung auf Grundlage sanfter Technologien“. Diese neue Sichtweise von Risiko fand ihren Niederschlag auch in der Durchsetzung härterer Sicherheitskriterien und der strengen Anwendung des Vorsorgeprinzips.<sup>f</sup>

<sup>f</sup> Vgl. ders., *Risk Governance. Coping with Uncertainty in a Complex World*, London 2008, S. 53 ff.

<sup>f</sup> Vgl. Lennart Sjöberg et al., *Risk Perception in Commemoration of Chernobyl: A Cross-National Study*, Rhizikon: Risk Research Report No. 33, Stockholm 2000.

<sup>f</sup> Vgl. Peter Sand, *The Precautionary Principle: A European Perspective*, in: *Human and Ecological Risk Assessment*, 6 (2000) 3, S. 445–458; Ortwin Renn et al. (eds.), *Precautionary Risk Appraisal and Management. An Orientation for Meeting the Precautionary Principle in the European Union*, Bremen 2009.

Im ersten Jahrzehnt nach den Ereignissen von 1986 wurde die technische Risikoelite in eine Verteidigungshaltung gedrängt. Doch nach 1996 drehte sich der Wind von neuem. Die in der Nach-Tschernobyl-Zeit verschmähte Logik der Experten wurde rehabilitiert, als bekannt wurde, dass die Katastrophen von 1986 so katastrophal, wie zu Anfang befürchtet, gar nicht waren. Der Rhein hatte sich von dem Unfall in Schweizerhalle sehr viel schneller erholt, als selbst die Optimisten es zu prognostizieren gewagt hätten. Die „Challenger“-Katastrophe blieb bis auf ein weiteres Ereignis die Ausnahme bei der Erkundung des Weltraums. Gemäß dem Urteil der meisten Toxikologen und Strahlenforscher hatte sogar der große Reaktorunfall von Tschernobyl wesentlich weniger Opfer hervorgerufen, als es in der Öffentlichkeit dargestellt worden war.

Von daher entpuppten sich nach Ansicht der Experten die scheinbar apokalyptischen Ereignisse des Jahres 1986 lediglich als eine Episode in der Folge von tragischen, aber letztlich unvermeidbaren Vorfällen – wie Dammbürche, Hurrikane, Fluten, Erdbeben und anderem. War damit das Ende der „Risikogesellschaft“ eingeläutet? In der Tat kehrten viele Experten zum alten Stil zurück. Risikoabschätzung und -bewertung sollten sich wieder an der Produktformel von Wahrscheinlichkeit und Ausmaß orientieren und als Grundlage der staatlichen Risikobewertung dienen. Vor allem kritisierten Risikoanalytiker die Regulierungsbehörden und mit ihnen die Politik, sie würde ihre Entscheidungen statt auf Basis der harten, wissenschaftlichen Daten auf Basis der in der Regel verzerrten Risikowahrnehmungen der betroffenen Menschen treffen. Denn dadurch würden mehr Menschen in Gefahr gebracht als bei nüchterner Abwägung der Risiken.<sup>f</sup>

Am Ende des Jahres 1990 schien das Pendel zurück zu schwingen zu einer neuen Ära, in

<sup>f</sup> Vgl. Frank B. Cross, *Facts and Values in Risk Assessment*, in: *Reliability Engineering and Systems Safety*, (1998) 59, S. 27–45; David Okrent, *Risk Perception and Risk Management: On Knowledge, Resource Allocation and Equity*, in: *Reliability Engineering and Systems Safety*, (1998) 59, S. 17–25.

der Experten wieder das Zepter in der Risikoabschätzung und -bewertung in der Hand trugen. Zur gleichen Zeit warnten jedoch viele Analytiker aus den Sozialwissenschaften davor, dass die Missachtung öffentlicher Wahrnehmung ihren Preis fordern würde.<sup>8</sup> Man würde diejenigen von der Politik entfremden, die sich als aktive Staatsbürger um politische Steuerungsfragen kümmern wollten. Zudem würde mit einer einseitigen Abstützung auf Expertenurteile auch der potenzielle Beitrag unterschätzt, den die Öffentlichkeit bei der Entscheidungsfindung im Risikomanagement liefern könne. Die vielen Bürgerproteste, die sich in den Folgejahren entwickelten, legen Zeugnis davon ab, dass die Entscheidungsträger zwar stärker auf Expertenurteile zurückgriffen, die breite Öffentlichkeit aber weiterhin dem eher postmodernen Gedanken an eine Pluralität von Wahrheiten und dem Egalitätsprinzip von Rechtfertigungen anhing.

## Nach der Jahrtausendwende

Im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrtausends veränderte sich die Debatte über Risiken ein weiteres Mal: das Augenmerk richtete sich zunehmend in Richtung auf soziale Risiken, insbesondere Terrorismus, Sabotage, Mobbing, Depression, Selbstmord und andere schwer zu fassende Gründe für menschliches Leid.<sup>9</sup> Zu einem dramatischen Wandel im Denken über Risiken kam es aber erst mit dem Aufkommen eines neuen Risikotyps, der mit dem Begriff „systemisches Risiko“ verbunden wurde.<sup>10</sup>

Seinen Ursprung hat dieser Begriff in den Finanzwissenschaften. Zunächst werden damit recht allgemein Risiken bezeichnet, die ein Finanzsystem oder die Ökonomie insgesamt und nicht nur spezifische Marktteilnehmer betreffen. Gleichzeitig steht bei systemischen Risiken die nicht intendierte Verknüpfung von Ereignissen mit anscheinend damit nicht funktional verbundenen

<sup>8</sup> Vgl. Sheila Jasanoff, *The Songlines of Risk*, in: *Environmental Values*, 8 (1999) 2, S. 135–152.

<sup>9</sup> Vgl. OECD, *Emerging Systemic Risks. Final Report to the OECD Futures Project*, Paris 2003.

<sup>10</sup> Vgl. Ortwin Renn/Florian Keil, *Was ist das Systemische an systemischen Risiken?*, in: *GAIA Ecological Perspectives for Science and Society*, 18 (2009) 2, S. 97ff.

anderen Ereignissen oder Folgen im Vordergrund. So hat die Hypothekenkrise ab Frühjahr 2007 auch die Finanzprodukte betroffen, deren Buchwerte sich auf andere, durchaus in sich solide finanzierte Schuldverschreibungen bezogen. In der finanzwissenschaftlichen Betrachtung wurde schon früh erkannt, dass solche systemischen Ereignisse nicht alleine in der Ökonomie auftreten können, sondern auch in anderen gesellschaftlichen Systemen. Allgemein wurde auf die besondere Verletzlichkeit hoch vernetzter Systeme hingewiesen, in denen der Zusammenbruch einzelner Systemkomponenten in der Art des Dominoeffekts auch andere Teile des Systems und schließlich gar das ganze System erfassen kann.<sup>11</sup>

Systemische Risiken beschreiben Zustände, bei denen sich die eine Bedrohung durch die Verknüpfung von Risikopotenzialen aus unterschiedlichen Einflussphären (Technik, Wirtschaft, Lebensstil) und ihren funktionalen Abhängigkeiten ergibt. Die Entwicklungen der Globalisierung vergrößern das Potenzial systemischer Risiken. Insbesondere lassen sich folgende Einflussfaktoren aufführen, welche die Verwundbarkeit vergrößern:

- die Geschwindigkeit der Verstädterung (voraussichtlich werden nach 2020 zwei Drittel der Weltbevölkerung in Städten leben);<sup>12</sup>
- die unzureichende Infrastruktur, um der Verstädterung gerecht zu werden;<sup>13</sup>
- die Kopplung voneinander unabhängiger Risikoquellen (Wechselwirkung von Naturkatastrophen mit chemischen, technologischen, durch Lebensstil bedingten und sozialen Risiken);<sup>14</sup>

<sup>11</sup> Vgl. George G. Kaufman/Kenneth E. Scott, *What is Systemic Risk, and Do Bank Regulators Retard or Contribute to it?*, in: *The Independent Review*, 7 (2003) 3, S. 371–391.

<sup>12</sup> Vgl. Brigit G. Jones/Walter A. Kandel, *Population Growth, Urbanization, Disaster Risk and Vulnerability in Metropolitan Areas: A Conceptual Framework*, in: Aaron Kreimer/Michael Munasinghe (eds.), *Environmental Management and Urban Vulnerability*. Discussion Paper No. 168, The World Bank, Washington, D. C. 1992.

<sup>13</sup> Vgl. OECD (Anm. 9), S. 44ff.

<sup>14</sup> Vgl. Ortwin Renn, *Three Decades of Risk Research: Accomplishments and New Challenges*, in: *Journal of Risk Research*, 1 (1997) 1, S. 49–71.

- die Zunahme der Mobilität und kulturelle Entwurzelung (und dadurch auch Verlust traditioneller Managementfähigkeiten);<sup>15</sup>
- die Verstärkung und Intensivierung sozialer Konflikte;
- die mangelnde Pufferkapazität bei Krisen und zu geringe Anpassungsmöglichkeiten an veränderte Bedingungen.<sup>16</sup>

Angesichts dieser neuen Herausforderungen befassten sich Wissenschaft und Politik zunehmend mit systemischen Risiken. Denn diese bedingen Nebenwirkungen über die betrachteten Systemgrenzen hinaus, wodurch eine ganze Folge sekundärer und tertiärer Auswirkungen ins Blickfeld geraten.<sup>17</sup> Der Soziologe Ulrich Beck spricht in diesem Zusammenhang von „entgrenzten“ Risiken.<sup>18</sup> Dabei tritt erneut eine Wechselwirkung zwischen physischen Gefahren und deren sozialer Verarbeitung zu Tage. Die oft gewalttätigen Demonstrationen gegen das globale Auftreten von Organisationen oder Institutionen öffnen die Kluft zwischen denen, die daran glauben, von einer Risikoübernahme zu profitieren, und jenen, die sich diesen Risiken hilflos ausgesetzt fühlen und durch die fortschreitende Globalisierung von Risiken den Boden unter den Füßen zu verlieren glauben. Auf dem Spiel stehen dabei nicht nur Gesundheit und Leben, sondern auch soziale Werte wie Identität, Gerechtigkeit und kulturelle Kohäsion.

Vor dieser Folie der systemischen Risiken müssen auch die Ereignisse von Fukushima interpretiert werden. Dass in einem

<sup>15</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), *World in Transition: Strategies for Managing Global Environmental Risks*, Berlin 2000.

<sup>16</sup> Vgl. International Federation of the Red Cross and Red Crescent Societies, *World Disasters Report 2000*, Geneva 2000.

<sup>17</sup> Zu den sekundären und tertiären Auswirkungen durch „social amplification“ vgl. Jeanne X. Kasperson et al., *The Social Amplification of Risk: Assessing Fifteen Years of Research and Theory*, in: Nick Pidgeon/Roger E. Kasperson/Paul Slovic (eds.), *The Social Amplification of Risk*, Cambridge 2003, S. 13–46.

<sup>18</sup> Vgl. Ulrich Beck, *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt/M. 1986; Joanne Linnerooth-Bayer/Ragnar E. Löfstedt/Gunnar Sjöstedt (eds.), *Transboundary Risk Management*, London 2001.

Hochtechnologieland wie Japan naheliegende Sicherheitsvorkehrungen nicht eingehalten und im Verlauf der Katastrophenbewältigung zahlreiche Fehler gemacht wurden, unterstreicht den Eindruck, dass die modernen Institutionen des Risikomanagements die Gefahren nicht mehr beherrschen, von deren Beherrschbarkeit sie ausgegangen sind. Bei hoher Komplexität und enger Kopplung der technologischen Entwicklungen bleibt, so die Analyse des Soziologen Charles Perrow, ein geplantes und geordnetes Management Makulatur.<sup>19</sup>

Dazu kommt noch, dass komplexe und eng gekoppelte technische Systeme besondere hohe Anforderungen an Bedienung und Steuerung stellen. Bei jeder Fehlermeldung können mehrere Probleme vorliegen: Die Signalanlage kann einen Defekt haben, die Sensoren können etwas Falsches melden, die Störung kann von einer Komponente ausgehen, die nur indirekt mit dem angeblich ausgefallenen Teilsystem in Verbindung steht, oder das Signal sagt genau das aus, was es anzeigt. Diese Mehrdeutigkeit ist gepaart mit der Dringlichkeit, schnell und effektiv zu handeln. Zwar werden technische Systeme heute so ausgelegt, dass unabhängige und redundant angelegte Überprüfungen sensibler Anlageteile vorgenommen werden und der Zeitdruck durch automatisch einsetzende Überbrückungsroutinen abgemildert wird. Dennoch überfordert die Komplexität häufig die Reaktionsmöglichkeiten der Operateure, auch wenn diese konzentriert und gewissenhaft arbeiten. Nicht der Mensch versagt also in einem solchen Falle, sondern die Schnittstelle Mensch-Maschine ist nicht für die Fähigkeiten und Grenzen menschlicher Steuerung ausgelegt.

Hochtechnologie ist nur noch durch Improvisation steuerbar. Dieser Eindruck der mangelnden Beherrschbarkeit hat viel dazu beigetragen, dass die Menschen das Vertrauen in die Problemlösungskapazität der Risikomanager verloren haben. Mit dem Entzug des Vertrauens in die technische Elite erscheint Kernenergie nicht mehr akzeptabel zu sein. Vergleichende Analysen zur Kernenergie, etwa zwischen Frankreich und den USA, weisen deutlich darauf hin, dass ein Entzug von Vertrauen in die technische Eli-

<sup>19</sup> Vgl. Charles Perrow, *Normal Accidents. Living with High Risk Technologies*, New York 1984.

te einer der wichtigsten Erklärungsfaktoren für den Akzeptanzverlust gegenüber dieser Technologie darstellt.<sup>120</sup>

## Schlussbetrachtung

Das bewusste Eingehen von Risiken im Bereich der Technologie ist für moderne industrielle Gesellschaften unvermeidlich. Risiken fallen aber nicht vom Himmel. Risiken einzugehen, sie zu begrenzen oder auch aktiv zu suchen, ist Ergebnis menschlicher Entscheidungen. In riskanten Situationen müssen die zur Verfügung stehenden Auswahlmöglichkeiten gegeneinander abgewogen werden. Die ausgewählte Option muss dabei moralisch begründet werden, wobei Sachwissen integraler Bestandteil dieser Abwägung sein muss. Expertenwissen und moralische Urteilskraft sind beide notwendige Bedingungen für ein akzeptables Risikomanagement. Gerade daran hat es bei der Einführung der Kernenergie gefehlt.

Ein solcher Prozess der Abwägung benötigt einen strukturellen Rahmen, in dem sich Gestaltungsdiskurse institutionell entfalten können. Die wichtigen Entscheidungen über Risiken können weder in einer Expertokratie gefunden werden, noch durch eine Politik, die sich im Bemühen um Akzeptanz vorauseilend der Bevölkerung anbietet. Was benötigt wird, sind gesellschaftliche Netzwerke, in denen Experten, Entscheidungsträger in Wirtschaft und Gesellschaft sowie von Risiken betroffene Bürgerinnen und Bürger gemeinsam die Aufgabe der Risikoabwägung vornehmen. Wie dies im Einzelnen organisiert werden kann, soll hier nicht ausgeführt werden. Es gibt bereits heute Ansätze, diese Art von Diskursen zu führen. Aber wir brauchen weitaus mehr derartige Versuche und Bemühungen, um die Lücke zwischen Wissen und Moral in der Bewältigung von Risiken in der modernen, globalisierten Welt zu schließen und ihre verlorene Einheit wiederzugewinnen.

<sup>120</sup> Vgl. Paul Slovic et al., Nuclear Power and the Public. A Comparative Study of Risk Perception in the United States and France, in: Ortwin Renn/Bernd Rohrman (eds.), Cross-Cultural Risk Perception: A Survey of Research Results, Dordrecht–Boston 2000, S. 55–102.

Joachim Radkau

# Eine kurze Geschichte der deutschen Anti-atomkraftbewegung

Die Anfänge der bundesdeutschen Anti-AKW-Bewegung reichen heute über 40 Jahre zurück. Der Höhepunkt des Atomkonflikts fällt in die späten 1970er Jahre. In der Folgezeit sah es oft so aus, als sei die Protestbewegung bereits ein Phänomen der Vergangenheit; wider Erwarten sprang sie aber auch auf jüngere Generationen über und flammte bei Gelegenheit immer neu auf. Nach den Reaktorkatastrophen von Tschernobyl am 26. April 1986 und von Fukushima am 11. März 2011 – in beiden Fällen war es zuvor um die Kernenergie äußerlich schon relativ still geworden – war die alte Protestszenerie schlagartig wieder da, und jedes Mal zeigte sich, dass die Kritik an der Kernkraft weit über den inneren Zirkel der Gegner hinausreichte. Viele Anti-AKW-Streiter glaubten sich lange auf verlorenem Posten; aber wie es heute aussieht, haben sie gesiegt.

**Joachim Radkau**

Dr. phil., geb. 1943; Professor em. für Neuere Geschichte an der Universität Bielefeld; Bultkamp 16, 33611 Bielefeld. joachim.radkau@uni-bielefeld.de

## Fragen aus der Distanz

Die Antiatomkraftbewegung ist längst nicht so gut erforscht, wie man in Anbetracht ihrer historischen Tragweite und faszinierenden Neuartigkeit erwarten könnte. Zentrale Fragen stellen sich erst aus einer gewissen Distanz: aus der zeitlichen Ferne; aus dem Vergleich mit anderen Ländern und aus dem Gesamtüberblick über die ganze Vielfalt der Umweltbewegung. Was war an dieser Protestbewegung typisch deutsch, was findet sich auch in anderen Ländern, und wie erklärt sich eine etwaige bundesdeutsche Besonderheit? Wie ist es angesichts der Vielfalt der Umweltprobleme zu erklären, dass sich der Protest immer wieder auf die Kernkraft konzentrierte? Gibt der historische Verlauf Aufschlüsse darüber, wieweit dieser Protest rationale Wurzeln hatte oder eher irratio-

nenen Ängsten und ideologischen Voreingenommenheiten entspringt? Liegt der wahre Ursprung bei der Studentenrevolte von 1968? Oder noch weiter zurück bei dem Protest gegen die atomare Bewaffnung der Bundeswehr? Wieweit resultierte der Elan der Antiatomkraftbewegung aus bestimmten Feindbildern, wie stand es mit der Gewaltbereitschaft? Gab es in dieser Bewegung unterschiedliche Phasen und Lernprozesse – und auch Prozesse des Vergessens? Auf welche Weise gelangte der Anti-AKW-Protest über den Tellerrand einer selbstbezogenen Szene hinaus? Öffnete er die Augen für ein breites Spektrum von Umweltgefahren, oder erzeugte er eher eine Monomanie, die ihn von anderen Umweltinitiativen isolierte? Auf viele dieser Fragen gibt es auf dem derzeitigen Forschungsstand nur vorläufige Antworten.<sup>1</sup> Der Historiker stößt auf Probleme des Quellenzugangs; von den zugänglichen Dokumenten her ist das Innenleben vieler Anti-AKW-Initiativen nicht leicht zu durchschauen.

## Prähistorie: Von Bodega Bay bis Würgassen

Selbst in den USA geriet später nahezu in Vergessenheit, dass die Antiatomkraftbewegung amerikanischen Ursprungs war. In den USA kulminierte der Konflikt bereits in den 1960er Jahren. Dort gab es einen direkten Übergang von der Protestbewegung gegen Atomwaffentests zu den Protesten gegen zivile Kernkraftwerke. Die erste erfolgreiche Anti-AKW-Initiative der Welt begann 1958 in Kalifornien und richtete sich gegen das Kernkraftprojekt an der Bodega Bay nördlich von San Francisco. Am Anfang stand die Sorge um die Schönheit dieser Bucht; aber dann brachte ein Insider die Widerständler auf die dortige Erdbebengefahr, und dieses Argument erwies sich als durchschlagend. Diese längst vergessene Geschichte gibt gerade nach Fukushima zu denken: Anders als in Japan, wo man glaubte, im erdbebensicheren Bauen Weltspitze zu sein, übte in Kalifornien das Erdbeben von 1906, das einen Großteil von San Francisco zerstört hatte, nach wie vor abschreckende Wirkung aus.

<sup>1</sup> Auf Belege soll hier aus Platzgründen verzichtet werden. Für umfangreiche Quellen- und Literaturangaben sei verwiesen auf Joachim Radkau, *Die Ära der Ökologie – Eine Weltgeschichte*, München 2011.

Längst in Vergessenheit geraten ist heute auch das Faktum, dass die ersten europäischen Großdemonstrationen gegen geplante Kernkraftwerke – dort freilich erfolglos – 1971 in Frankreich stattfanden und in französischen Traditionen der *action directe* standen: die Bauplatzbesetzung am 12. April 1971 im elsässischen Fessenheim und kurz darauf eine noch weit größere Massendemonstration am Reaktorbauplatz von Bugey an der Rhône. Am 28. Dezember 1971 trafen sich in Straßburg Vertreter von etwa 50 Antikernkraftinitiativen aus verschiedenen Ländern; eine antinukleare Internationale war im Entstehen. Noch immer kamen dabei wichtige Anstöße aus den USA. David Brower (1912–2000), eine charismatische Gestalt der amerikanischen Bewegung zum Schutz der Wildnis, gründete 1969 mit Friends of the Earth die erste internationale Umweltorganisation. Fern der bisherigen Wildnis-Romantik konzentrierte sich diese auf den Kampf gegen die Kerntechnik.

Brower gab die berühmt gewordene Parole *think globally – act locally* aus. Es ist eine scheinbar paradoxe Parole, die längst nicht für alle Aktionsfelder des Umweltschutzes taugte; beim Kampf gegen die Kernkraft dagegen ergab sie Sinn. Denn da kam es ganz entscheidend auf Wissen an, und da besaßen die amerikanischen Kernkraftkritiker einen Informationsvorsprung; ohne diesen drohten anderswo Anti-AKW-Initiativen in einem Hinterwäldlertum stecken zu bleiben. Auf amerikanische Informationen gestützt, verfasste Holger Stroh, der Gründer der bundesdeutschen Sektion der Friends of the Earth, das erste umfangreiche deutschsprachige Kompendium von Anti-AKW-Argumenten, das in seinen späteren, stets erweiterten Auflagen Bibelformat erlangte. Lokalen Protest hatte es in der Bundesrepublik schon gegen den Bau der ersten kleinen Versuchsreaktoren in den späten 1950er Jahren gegeben; dieser war jedoch von der überregionalen Presse nicht ernst genommen worden. Mit dem neuen Argumenten-Arsenal erreichte der Protest nun eine breitere Öffentlichkeit.

Den Übergang von der Prähistorie zum Hauptstrom der Antiatomkraftbewegung markiert in der Bundesrepublik der Protest gegen das seit 1968 im Bau befindliche Kernkraftwerk Würgassen an der Oberweser. Dieser verfügte bereits über Insiderinformati-

onen, die von dem Chemie-Ordinarius und SPD-Bundestagsabgeordneten Karl Bechert stammen, der von 1962 bis 1965 den Bundestagsausschuss für Atomenergie geleitet hatte. Materielle und ideelle Unterstützung erhielten die Aktivisten vom Arzt und Naturheiler Max-Otto Bruker, der dem konservativen Weltbund zum Schutze des Lebens vorstand. Am 12. Juli 1968 veröffentlichte Bruker in der linksstehenden „Deutschen Volkszeitung“ (Düsseldorf) einen Brandartikel „Der Notstand der Demokratie – aufgezeigt am Kernkraftwerk Würgassen“: Es war ein Fanfarenstoß gegen die zivile Kerntechnik, wie es ihn bis dahin in der deutschen Presselandschaft nicht gegeben hatte. Am Fall Würgassen – so Bruker – ließen „sich wie an einem Schulbeispiel die Methoden ablesen, wie durch Nachrichtensperre, bewusste systematische Fehlinformationen, Verbreitung unwahrer Angaben und diktatorische Maßnahmen das Prinzip der Demokratie zur Farce gemacht“ werde.

Der Kampf gegen das Würgassen-Projekt wurde jedoch noch nicht im Stil der 68er mit Happenings und Massendemonstrationen, sondern vorwiegend mit juristischen Mitteln geführt; die Leitung der Bürgerinitiative lag bei dem Karlshafener Rechtsanwalt Horst Möller. Er bewirkte zwar keinen Baustopp – erst nach der Inbetriebnahme desavouierte sich dieser Siedewasserreaktor durch seine häufigen Pannen –, aber erreichte immerhin 1972 das „Würgassen-Urteil“ des Bundesverwaltungsgerichts. Dieses legte das den bis dahin doppelgesichtigen Paragraphen 1 des Atomgesetzes von 1959, der die Förderung der Kerntechnik und Gewährleistung der Sicherheit gleichrangig nebeneinanderstellte, nunmehr im Sinne eines Vorranges der Sicherheit aus. Damit war für künftige Kernkraftgegner ein gewichtiges juristisches Potenzial geschaffen, das freilich erst durch den „Kampf ums Recht“ zu aktivieren war. Die Gerichte wurden ein wichtiger, wiewohl von den Medien wenig beachteter Nebenschauplatz des Atomkonflikts. Das gilt auch für den Kampf um das geplante Kernkraftwerk Wyhl am Oberrhein, mit dem die Kontroverse schlagartig eskalierte.

## Von Wyhl bis Gorleben

Am 18. Februar 1975 besetzten mehrere hundert Mitglieder einer seit 1972 bestehenden

Bürgerinitiative (Oberrheinisches Aktionskomitee gegen Umweltgefährdung durch Kernkraftwerke) den Bauplatz des geplanten Kernkraftwerks Wyhl: Damit wurde erstmals die Schwelle zur illegalen Aktion überschritten; und in diesem Fall führte der Widerstand am Ende zum Erfolg. Es waren Bauern und Winzer aus der Region – Beobachtern fiel der große Anteil der Frauen auf – sowie Studenten der nahe gelegenen Universität Freiburg, die sich auf dem Bauplatz sammelten: eine in der bundesdeutschen Protestgeschichte bis dahin ungewohnte Allianz. Ein Kuriosum besteht aus späterer Sicht darin, dass auch ein lokaler Jägerverein den Widerstand unterstützte. Die Bauern fanden ihr Vorbild nicht so sehr in den linken Studenten, sondern mehr in den Aktionen ihrer elsässischen Stammesverwandten auf der anderen Seite des Rheins, die damals gerade erfolgreich gegen den Bau eines Bleichemiewerks kämpften.

Vor allem als zwei Tage nach der Besetzung 650 Polizisten mit Wasserwerfern den Bauplatz stürmten, obwohl sich die Besetzer gewaltlos verhielten, rückte der Protest in die Hauptschlagzeilen, und allenthalben wogte den Widerständlern eine Welle spontaner Sympathie entgegen. Am 23. Februar strömten am gleichen Ort an die 28 000 Atomkraftgegner zusammen, teilweise aus Frankreich und aus der Schweiz, besetzten das Baugelände nach einem Handgemenge mit der Polizei erneut und gründeten dort das erste deutsche Anti-AKW-Camp. Sie erzielten einen prompten Teilerfolg: Am 21. März 1975 hob das Verwaltungsgericht Freiburg die Teilerrichtungsgenehmigung auf und bewirkte einen vorläufigen Baustopp. Das gleiche Gericht verfügte am 14. März 1977, dass das geplante Kernkraftwerk nur bei Ummantelung mit einem „Berstschutz“ errichtet werden dürfte, der auch dann, wenn bei einem Störfall alle anderen Sicherheitsvorkehrungen versagten, das Entweichen radioaktiver Substanzen in die Umwelt verhinderte. Das war ein mutiger Vorstoß der Freiburger Richter, dem andere Amtskollegen vorerst nicht folgten. Da der Berstschutz die Anlage ganz erheblich verteuert hätte, verlor das Energieunternehmen das Interesse an dem Projekt.

Nicht ohne Pikanterie ist die Frage, wie die Richter auf die Berstschutz-Auflage kamen. Diese besaß eine in der Öffentlichkeit kaum bekannte Vorgeschichte. Der Chemiekonzern

BASF hatte ab 1967 ein firmeneigenes Kernkraftwerk bei Ludwigshafen projektiert, also in unmittelbarer Nähe eines städtischen Ballungsraumes. Das überkreuzte sich mit Plänen der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk AG (RWE), die nicht weit davon, bei Biblis, den damals größten Kernkraftwerkskomplex der Welt plante. Heinrich Mandel, der kommende „Atompapst“ des RWE, machte das Bundesforschungsministerium darauf aufmerksam, dass man in den USA dahin gelangt sei, Kernkraftwerke nicht in Großstadtnähe zu errichten. Zunächst wurde dem BASF-Projekt ein Berstschutz zur Auflage gemacht, dann legte Forschungsminister Hans Leussink ein gänzlichliches Veto ein. Die BASF-Spitze schäumte über die „barbarische Brutalität des RWE“. Leussink prägte in diesem Zusammenhang den Begriff des „Restrisikos“, das durch die bisherigen Sicherheitsvorkehrungen nicht abgedeckt sei. Die Freiburger Richter argumentierten logisch, dass den Bauern am Oberrhein das gleiche Recht auf Schutz zustände wie den Städtern des Großraums Mannheim-Ludwigshafen. So gesehen, stand kein anderer als der „Atompapst“ am Anfang des Anti-AKW-Protests: eine Ironie der Geschichte, von der die Öffentlichkeit nichts ahnte!

Dem Drama um das Ludwigshafen-Projekt war 1966 ein Drama in den USA vorausgegangen, das einer der Beteiligten, David Okrent – damals Mitglied des Advisory Committee on Reactor Safeguards – später als „Revolution“ in der Beurteilung der Sicherheit von Leichtwasserreaktoren charakterisierte: Versuche hatten Zweifel daran erweckt, ob bei einem „Durchgehen“ des Reaktors auf die für diesen Fall installierte Notkühlung Verlass ist. Mit Hinweis darauf wurde das Kernkraftprojekt Ravenswood in der Nähe von New York gestoppt. Dies markierte eine Zäsur in der Geschichte der Kernenergie, deren Fernwirkung gar nicht überschätzt werden kann. Bis dahin hatten es gerade viele „progressive“ Intellektuelle für einfüchtig gehalten, die zivile Atomkraft mit der Atombombe zu assoziieren, und die Einsicht für aufgeklärt und fortschrittlich geglaubt, dass das „friedliche Atom“ mit seiner gebremsten Kettenreaktion geradezu eine Gegenwelt zur Bombe sei. Fortan sickerte jedoch mehr und mehr die Sorge durch, dass auf die Abbremsung der Kettenreaktion durch die „Moderatoren“ in Kernkraftwerken kein absoluter Verlass und

daher die Assoziation des Atoms mit der Bombe eben doch kein purer Aberglaube sei. Um die Genese der Anti-AKW-Bewegung zu verstehen und gerade auch ihre Rationalität zu begreifen, muss man auch diesen Wissenstransfer beachten und darf die Bürgerbewegungen nicht nur als soziale Phänomene ins Visier nehmen.

Der Gedanke an den „Super-GAU“, die über den (angeblich) beherrschbaren „größten anzunehmenden Unfall“ noch hinausgehende Katastrophe, gab dem Protest gegen die Kernkraft eine neue Radikalität. Jetzt konnte er ähnliche Emotionen aufrühren wie zuvor der Protest gegen die Atomwaffen. In dieser Situation machte auch die studentische Linke mobil, die mit dem Ende des Vietnamkrieges und der neuen Ostpolitik ursprüngliche Zielobjekte verloren hatte. Diejenigen 68er, die ihr Handeln theoretisch begründen wollten und nicht einfach mitmachten, wenn irgendwo gegen irgendwas demonstriert wurde, taten sich allerdings mit der Wende gegen die Kernkraft nicht leicht. Denn im Neomarxismus jener Zeit war noch folgende Denkfigur verbreitet: Der gesellschaftliche Fortschritt wird durch den Fortschritt der Produktivkräfte vorangetrieben und dieser beruht auf fortschreitender Verwissenschaftlichung; daher sind fortan die Intellektuellen die revolutionäre Avantgarde, und aus dem gleichen Grund steht die Kerntechnik als die „wissenschaftlichste“ Technik an der Spitze des Fortschritts. Rudi Dutschke, die Ikone der Studentenbewegung, hatte den Philosophen Ernst Bloch geschätzt, dessen Schwärmerei für die Segnungen des „friedlichen Atoms“ selbst die Propaganda der Atomlobby übertroffen hatte und der den „latenten Maschinensturm des Spätkapitals“ dafür anklagte, dass er diese famose Kraftquelle nicht energisch genug forcieren. Noch im März 1977 seufzte Dutschke in seinem Tagebuch: „die ganze Atom- und Massenmobilisierung in B(rokdorf) und I(tzehoe) bereitet mir theore(tische) und politische Schwierigkeiten ‚Old Surehand II‘ mit und für die Kinder zu lesen ist leichter.“

Kein Zweifel: Das Engagement vieler 68er gegen die Kernkraft entsprang keiner panischen Angst, sondern vollzog sich in nicht wenigen Fällen über mühsame Lernprozesse, getrieben von dem Wunsch, endlich den Kontakt zur „Basis“, zu den breiten Massen

zu finden, den man um 1968 vergeblich gesucht hatte. Dabei waren DKP-nahe Gruppen durch ihre Verbindungen zur DDR blockiert; denn dort war und blieb die Kerntechnik für Kritiker tabu. Am hemmungslosesten konnten maoistische K-Gruppen ihren Radikalismus gegen die Atomkraft austoben; denn Kernkraftwerke wurden in der Regel in abgelegenen bäuerlichen Gebieten errichtet, wo sie das Landleben störten; und das Kampfbündnis mit den Bauern besaß einen maoistischen Zug. Aber unter bundesdeutschen Verhältnissen bestand es doch vorwiegend in der Phantasie. Bauern blockierten zwar Zufahrtsstraßen mit Treckern, wurden jedoch durch förmliche Schlachten mit Polizeieinheiten, wie sie sich vor allem 1977 bei den Bauplätzen von Brokdorf und Grohnde abspielten, nur abgeschreckt.

Das Bündnis von Wyhl, als Studenten und Winzer zusammen aushielten, wurde zur romantischen Erinnerung, die von einer ganzen Flut von Literatur beschworen wurde; aber durch die Gewalttätigkeit der K-Gruppen drohte die breite Allianz zu zerfallen. Die bürgerkriegsartigen Kampfszenen am Bauzaun von Kernkraftwerken faszinierten zwar die Medien, erweckten jedoch nicht die Sympathie der Gerichte; dort blieb der Protest gegen Brokdorf und Grohnde ohne Erfolg. Obwohl die Brutalität mancher Polizeieinheiten selbst bei friedlichen Kernkraftgegnern zeitweise eine wilde Wut hervorrief, setzte sich doch immer wieder – ob offen oder unausgesprochen – der Grundsatz der Gewaltfreiheit durch. Wie sich mehr und mehr zeigte, standen die Kernkraftgegner eben doch nicht auf verlorenem Posten. Das Horrorszenerario eines verzweifelten Kampfes um das nackte Leben gegenüber einem erbarmungslosen „Atomstaat“ – so der Titel eines Bestsellers von Robert Jungk (1977) – erwies sich als ähnlich theatralische Phantasie wie zehn Jahre davor der Kampf gegen eine vermeintliche „Refaschisierung“ der Bundesrepublik durch den „Nazi Kiesinger“ mittels der Notstandsgesetze.

Zum historischen Höhepunkt der deutschen Antiatomkraftbewegung wurde der Widerstand gegen das Gorleben-Projekt, den Plan der damals größten Wiederaufarbeitungsanlage der Welt. Unter der Parole „Gorleben soll leben“ setzten sich die Anhänger der Gewaltfreiheit durch; wie bei

Wyhl kam eine Gemeinsamkeit mit vielen Bauern der Region zustande, und mehr noch als dort wurde der Kampf gegen das Atomprojekt im abgelegenen Wendland zugleich ein Kampf für die Erhaltung einer noch relativ urwüchsigen Landschaft. Im Wendland wurde die Anti-AKW-Bewegung, der es zunächst lediglich um technische Sicherheit gegangen war, zu einer „Umweltbewegung“ im vollen Sinne. Die „Freie Republik Wendland“, wo man im Wald mit „alternativen“ Lebensformen experimentierte, wurde zur grünen Legende.

## Wendezeiten: Verbindung von Antiatomkraft- und Friedensbewegung

Aber auch auf anderen Ebenen spielte sich Entscheidendes ab: Als den großen Wendepunkt im Atomkonflikt kann man das internationale Gorleben-Symposium in Hannover Ende März 1979 ansehen, das zeitlich mit dem Störfall von Harrisburg und der bis dahin größten Anti-AKW-Demonstration zusammenfiel. Das Symposium brachte eine neue Qualität in die Kontroverse; man gelangte über einen stereotypen Schlagabtausch mit immer gleichen Argumenten hinaus, und die Front der Kernenergiebefürworter begann zu zerbröckeln. Am Ende zog der niedersächsische Ministerpräsident Albrecht das Gorleben-Projekt in seiner ursprünglichen Dimension gar als „politisch nicht durchsetzbar“ zurück. Der Projektleiter stöhnte auf, das sei das „Cannae“ der deutschen Atomwirtschaft. In der Energiewirtschaft dagegen kursierte später das Bonmot, im Grunde müsse man den Gegnern dankbar sein, da man durch sie vor der größten Fehlinvestition der Geschichte bewahrt worden sei. Das Symposium hatte unter Vorsitz von Carl Friedrich von Weizsäcker getagt, der – aus der Atomphysik kommend – als höchste geistige Autorität der atomaren *community* galt. Aber selbst er ging auf Distanz zur Kerntechnik, vor allem mit Blick auf das Terrorismusrisiko.

Zur Wendezeit wurden die Tage von Harrisburg und Hannover auch dadurch, dass am 29. März 1979 die Bundestags-Enquête „Zukünftige Kernenergiepolitik“ unter Vorsitz des jungen SPD-Abgeordneten Reinhard Ueberhorst, der bei einer Demonstration in Brokdorf verletzt worden war, ihre Arbeit aufnahm. Mit dieser Kommission gelangte

der bis dahin überwiegend außerparlamentarisch ausgetragene Atomkonflikt auf die parlamentarische Ebene. In einer zunächst heillos verfahren erscheinenden Konfliktsituation erzielte Ueberhorst einen „historischen Kompromiss“: Am Ende stimmten die Kontrahenten darin überein, dass mehrere energiepolitische Optionen mit und ohne Kernenergie möglich seien und ein extremes Katastrophenrisiko nicht durch Hinweis auf die angeblich minimale Eintrittswahrscheinlichkeit bagatellisiert werden dürfe. Zwar hatte der Kommissionsbericht damals kaum unmittelbare Folgen, aber aus heutiger Sicht erscheint er als Markstein einer Entwicklung, in der sich die Politiker in Energiefragen nicht mehr wie zuvor als bloße Vollzieher vermeintlicher Sachzwänge verstanden.

Vom Anfang bis heute ist deutlich zu erkennen, dass sich die Dauerhaftigkeit und der Erfolg der deutschen Antiatomkraftbewegung nicht nur aus inneren Strukturen des Protests erklären, sondern auch aus Wechselwirkungen zwischen Bürgerprotest, Medien, Politik, Verwaltung, Justiz und Wissenschaft. Diese Dynamik verbindet die bundesdeutsche mit der amerikanischen Umweltbewegung. Zugleich erkennt man den Unterschied zu Ländern wie Frankreich und Japan, wo es zwar an Protest aus der Bevölkerung nicht fehlte, sich eine dynamische Wechselwirkung zwischen den genannten Akteuren und Instanzen aber weit weniger entwickelte. Der Protest gegen die Atomkraft wurde das entscheidende Bindeglied zwischen der 68er-Studentenrevolte und der Umweltbewegung; ohne sie wäre auch der Erfolg der Partei der Grünen nicht zu erklären. Dass in der Bundesrepublik die international stärkste Antiatomkraftbewegung und ebenfalls die stärkste grüne Partei entstanden, steht offenkundig in einem kausalen Zusammenhang.

In der Protestbewegung der 1970er Jahre sind bereits sämtliche Motive vorhanden, welche die Kritik an der Kernkraft bis heute bestimmen; nur ein neues kam um 1980 dazu und wurde für einige Jahre zum Leitmotiv: die Verbindung zwischen ziviler und militärischer Atomtechnik. Damals beherrschte der Widerstand gegen die „Nachrüstung“ die Protestszenerie; vor allem im Zeichen dieser neuen Friedensbewegung formierten sich die Grünen.

Weit mehr als in den USA wurde die zivile Kerntechnik in der Bundesrepublik bis dahin als ein von den atomaren Waffen abgekoppeltes Thema wahrgenommen. Aber über die Urananreicherungsanlagen, über das Plutonium und über das technische Know-how hängen beide Technologien eben doch zusammen. Eine große Protestbewegung richtete sich gegen die an Stelle von Gorleben bei Wackersdorf geplante Wiederaufarbeitungsanlage. Diese wurde – vermutlich zu Unrecht – mit der Nachrüstung in Verbindung gebracht. Doch seit Mitte der 1980er Jahre vollzog sich mit dem Ende des Kalten Krieges ein atmosphärischer Wandel, und die Verbindung von Antiatomkraftprotest und Friedensbewegung verlor an Bedeutung, obwohl die nukleare Proliferationsgefahr weltweit fortbestand. Seit dem Herbst 1981 beherrschte ohnehin der Waldsterben-Alarm die Szenerie der Umweltsorgen, wodurch sich die Kritik auf Kohlekraftwerke konzentrierte und die Kernkraftwerke – bei denen es in jenen Jahren ohnehin kaum neue Projekte gab – aus der Schusslinie gerieten.

## Von Tschernobyl bis Fukushima

Erst infolge der Reaktorkatastrophe in der Ukraine am 26. April 1986 grassierte zum ersten Mal in weiten Teilen der deutschen Bevölkerung eine existenzielle Angst vor der Atomkraft. Seit dem 12. Dezember 1985 gab es in Hessen mit Joschka Fischer erstmals einen grünen (Umwelt-)Minister. Er kam zwar nicht aus der Anti-AKW-Bewegung und verfügte damals, wie er selbst später bekannte, über keine ökologische Kompetenz, aber er veranlasste immerhin die unverzügliche Publikation genauer Daten über den in seiner Region gemessenen Anstieg der Radioaktivität. Und andere Bundesländer zogen nach: ein Unterschied zu Frankreich, wo man sich – fortan der Standardspott – einbilden konnte, an der deutsch-französischen Grenze höre die Radioaktivität auf. In der Bundesrepublik wurde die Ablehnung der Kerntechnik schlagartig zur Mehrheitsmeinung, selbst unter Ingenieuren: Ein Vorgang, der sich nicht nur aus den Demonstrationen erklärt, sondern auch daraus, dass die Risiken der Kerntechnik real waren und es gerade auch in Fachkreisen stets latente Skepsis gegeben hatte.

Die primär für den Kampf gegen waldschädigende Emissionen gegründete Greenpeace-Abspaltung Robin Wood gab die Parole aus: „Kümmern wir uns also um den ‚toten Hund‘ Atomenergie nur so viel wie nötig und sowenig wie möglich und widmen wir uns vor allem der Aufgabe, neuen Energieversorgungsstrukturen zum Durchbruch zu verhelfen.“ Aber das Potenzial der erneuerbaren Energien war zur Zeit von Tschernobyl noch viel unsicherer als 25 Jahre darauf zur Zeit von Fukushima; deren Durchsetzung erforderte technische Kompetenz, geduldige Entwicklungsarbeit und Kooperation mit Energieversorgern. Ein Zurück zur Kohle war zumindest als Langzeitperspektive nicht akzeptabel; denn gerade im Tschernobyl-Jahr 1986 ertönte auch der erste schrille Klima-Alarm, der eine globale Erwärmung als Folge des wachsenden Kohlendioxidgehalts der Atmosphäre prophezeite. Am 11. August 1986 brachte „Der Spiegel“ seinen berühmt-berüchtigten Titel, auf dem der Kölner Dom zur Hälfte unter Wasser steht. Kein Wunder, dass es nach Tschernobyl zu einer sofortigen großen Energiewende nicht kam.

Und doch waren die Langzeitwirkungen erheblich; in welchem Maße, erkennt man erst mit der zeitlichen Distanz. Das erste Opfer wurde der „Schnelle Brüter“ in Kalckar, der schon während der Bauphase seinen Rückhalt weithin verloren hatte. Dessen Stilllegung, kaum dass er betriebsbereit war, erregte nur noch geringes Aufsehen; und doch ging der Kernenergie damit endgültig das Charisma der erneuerbaren Energie verloren, das von Anfang an ihre Hauptattraktion ausgemacht hatte. Fortan wurde es in der Bundesrepublik zur offiziellen Sprachregelung, zwar lasse man die Kernkraftwerke vorerst weiter laufen, betrachte die Atomkraft jedoch als „Übergangsenergie“; ob das lediglich eine Ausrede war, um erst einmal Zeit zu gewinnen, blieb undurchsichtig. Auch die Entwicklung des anderen „Zukunftskraftors“, des Hochtemperaturreaktors, der wegen seiner potenziell erheblich höheren inhärenten Sicherheit selbst vielen Kritikern der Leichtwasserreaktoren noch lange als Geheimtipp gegolten hatte, wurde von der Industrie ohne großes Aufsehen abgebrochen. Alternativen gab es fortan nicht mehr inner-, sondern nur noch außerhalb der Kerntechnik.

Obwohl die Grünen damals – auch dies ist ein Unterschied zu der Situation nach Fukushima! – in ihrer Zerstrittenheit die Gunst der Stunde insgesamt nur wenig zu nutzen wussten und 1990 wegen ihrer Querschüsse gegen die deutsche Vereinigung sogar ein vorübergehendes Fiasko erlitten, das damals viele für das Ende der Partei hielten, schritt die Förderung der erneuerbaren Energien kontinuierlich voran. Auch wenn sich diese bis zum Unglück in Japan schon zu einem ökonomischen Gewicht entwickelt hatten, war bis in die jüngste Zeit nicht sicher, ob die Kernenergie wirklich ein „toter Hund“ war; daher bestand weiterhin ein Protestpotenzial gegen sie. In seinen Zielen war der Protest von den Handlungsmöglichkeiten einer Zeit beeinflusst, in der keine neuen Kernkraftwerke in Auftrag gegeben wurden: So konzentrierte er sich auf die Transporte der abgebrannten Brennelemente zu dem (provisorischen?) Endlager.

Dieser Schwerpunkt ließ sich jedoch nicht nur taktisch begründen. Vielmehr war die letztlich Unlösbarkeit des Endlagerproblems mit Blick auf die Jahrtausende fortdauernde Strahlungsintensität des „Atom Mülls“ von Anfang an das peinlichste Dilemma der Kernenergie gewesen, das auch – wie mittlerweile klargestellt worden war – durch die Wiederaufarbeitung nicht wesentlich gemindert wurde. Selbst Robert Gerwin, in der Folge ein führender Propagandist der Atomkraft, hatte 1963, als das stillgelegte Salzbergwerk Asse zum nuklearen Endlager ausersehen wurde, gewarnt, es gehöre „schon einige Unverfrorenheit dazu, seinen Nachfahren eine Last aufzubürden, an der diese noch nach zehn Generationen zu tragen haben“ (er plädierte damals für die sowjetische Idee, den Atom Müll in den Weltraum zu schießen). Die Erkenntnis, dass es sich bei Asse um einen Gelegenheitskauf und mitnichten um eine sichere Endlagerstätte handelte, wurde zum Gemeingut der Öffentlichkeit.

Es hatte seine Logik, dass das Dilemma der Endlagerung in einem dicht besiedelten Land wie der Bundesrepublik aufreizender wirkte als in Riesenreichen wie Russland oder den USA. Die Geschichte der deutschen Anti-atomkraftbewegung während der vergangenen beiden Jahrzehnte ist bislang nicht einmal im Ansatz geschrieben. Die Verjüngungsprozesse, die sich dort vollzogen haben – nicht

ohne Spannungen zu den „alten Kämpfern“, von denen manche die Mütter-Initiativen nach Tschernobyl als „Becquerel-Bewegung“ titulierte – sind ein Thema für künftige Historiker. Sie sind umso bemerkenswerter, als die Kerntechnik – die in den 1970er Jahren als Zielscheibe für Protestler nahezu konkurrenzlos dastand – bei den Umweltaktivisten mittlerweile mit einem breiten Spektrum anderer Ziele konkurrierte. Wer nunmehr gegen die Atomkraft protestierte, hatte eine bewusste Wahl getroffen. Von daher wäre es nicht angemessen, den späteren Protest, auch wenn er in der Literatur und Mythenbildung weniger eindrucksvoll wirkt als Wyhl und Gorleben, lediglich als Nachklapp zur Protestbewegung der 1970er Jahre zu werten.

## Vorläufige Bilanz

Friedrich Münzinger, ein alterfahrener Kraftwerksbauer der AEG, der in den 1950er Jahren das erste deutsche Standardwerk über den Reaktorbau verfasste, stellte bereits 1960 fest: „Viele unserer Landsleute stehen, wie ihre Reaktion auf die Erstellung einiger atomarer Forschungsinstitute zeigte, nuklearen Anlagen argwöhnischer gegenüber als beispielsweise die Amerikaner.“ Anders als man erwarten könnte, kanzelte er jedoch diese Einstellung keineswegs als „deutsche Hysterie“ ab, sondern hielt sie für ganz vernünftig; als „Atomkraftpsychose“ bezeichnete er dagegen die überdrehte Begeisterung anderer Länder für das „friedliche Atom“, das mit Verheißungen verknüpft werde, die „durch Sachkenntnis nicht getrübe Flunkereien“ seien. Dass die Deutschen skeptischer seien, war für ihn ein Zeichen dafür, dass hierzulande in Fragen der Technik die Ingenieure und nicht die Spekulanten den Ton angäben. In der Tat erkennt man in der Geschichte des deutschen Ingenieurwesens eine gewisse Tradition der Bedächtigkeit, welche die technische „Entwicklung“ mehr im Sinne von Evolution als von forciertem *development* verstand.

Somit lässt sich die deutsche Skepsis gegenüber der Atomkraft rational begründen. Dass die Kerntechnik mit erheblichen Risiken verbunden ist, war dem, der es wissen wollte, von Anfang an bekannt. Die Atomkräfte brauchten das „friedliche Atom“, um den mit immensen Kosten zu militärischen Zwecken errichteten Spaltstoffproduktions-

anlagen einen zivilen Sinn zu geben und dort manche Rüstungskosten zu verstecken; für eine Nicht-Atommacht wie die Bundesrepublik entfiel dieses Motiv. In einem dicht besiedelten Land gab es weit mehr Grund als in den USA, sich um das nukleare „Restrisiko“ zu sorgen. Beides traf zwar auch für ein Land wie Japan zu; aber im Unterschied zu diesem verfügte die Bundesrepublik über reichlich Kohle. Ausgerechnet RWE, der größte deutsche Energieproduzent, war bis in die späten 1960er Jahre zum Ärger des Bonner Forschungsministeriums die stärkste Bremskraft der Kernenergieentwicklung: Es hatte gerade gewaltige Braunkohlefelder erschlossen und erblickte in der Atomkraft lediglich eine lästige Konkurrenz.

Gerade in den Jahren ab 1967, als der kommerzielle Durchbruch der Kernkraft erfolgte, kam heraus, dass auf die Notkühlung im Falle eines Falles doch kein sicherer Verlass war. Als jedoch Milliarden investiert waren, konnte oder wollte man nicht mehr zurück. Es hatte seine Logik, wenn die Sorge um das „Restrisiko“, die unter den Experten nicht mehr im Klartext artikuliert werden durfte, von nun an in die Öffentlichkeit übersprang. Dabei lässt sich international eine gewisse Sonderstellung des deutschen Sprachraums erkennen, denn auch in Österreich und der Schweiz beherrschten die Kritiker der Kernkraft in den späten 1970er Jahren zunehmend die öffentliche Meinung und stoppten den Ausbau dieser Energietechnik. Das ist umso bemerkenswerter, als viele Naturschützer in den Alpenländern der Atomkraft ursprünglich wohlgesonnen waren, da diese ihnen als Argument gegen Wasserkraftprojekte diente, die schöne Alpentäler zu verschandeln drohten.

Bei den Alpenbewohnern ist zwar ein besonderer Hang zur Nostalgie, aber kaum je zur Hysterie beobachtet worden. Witzeleien über eine angebliche *German Angst*, seit Jahrzehnten der Standard-Kalauer in spöttischen Kommentaren zur Antiatomkraftbewegung, sind historisch ignorant. Beim Aufstieg dieser Protestbewegung in den 1970er Jahren stand keine Reaktorkatastrophe vor Augen; am Anfang standen Informationen, keine panische Angst. Es war auch keine Sensationsmache der Massenmedien, die – wie später oft behauptet wurde – den ersten Anstoß gegeben hätte; diese sprangen in aller Regel

erst nach der Bauplatzbesetzung von Wyhl auf das Thema an. Medienmoden sind zeitgebunden; die Anti-AKW-Bewegung dagegen verblüffte immer wieder durch ihre Zählebigkeit. Ebenso wenig wie aus Panikmache der Medien lässt sie sich insgesamt gesehen von bestimmten Gruppeninteressen, Ideologien, Diskursen herleiten.

Im Vergleich zu den USA, wo hinter dem Kampf gegen die Kernkraft Autoritäten wie David Brower und Barry Commoner standen, fällt in der bundesdeutschen Bewegung überdies der Mangel an charismatischen Führungsfiguren auf. Stattdessen kann man darüber betroffen sein, wie viele Pioniere des Protests, die wesentliche Anstöße gaben, in der Folge wieder in Vergessenheit gerieten: ob Günther Schwab, Karl Bechert, Holger Stroh, Jens Scheer, Manfred Wüstenhagen, Herbert Gruhl oder auch jener Tübinger Lehrer Hartmut Gründler, der zu den Initiatoren des vom Bundesforschungsministerium organisierten „Bürgerdialogs Kernenergie“ gehörte und sich am Buß- und Bettag 1977 auf den Stufen der Hamburger Petrikirche aus Protest selbst verbrannte. Robert Jungk stellte sich erst auf dem Höhepunkt der Protestbewegung an deren Spitze. Mit Max Webers Theorie des „charismatischen Führers“ lässt sich die Antiatomkraftbewegung ebenso wenig erklären wie mit Ronald Ingleharts Konstrukt des angeblichen postmodern-postmateriellen Wertewandels wie der darauf fußenden Theorie der „neuen sozialen Bewegungen“, die durch Bürokratisierungstrends und durch die Partei der Grünen längst widerlegt wurde.

All diese Theorien werden nur durch bestimmte Momentaufnahmen plausibel, überzeugen jedoch nicht mehr, sobald man diesen Protest in einem größeren zeitlichen Bogen betrachtet. Liest man sich durch die Literaturflut hindurch, welche die Kritik an der Kernkraft im Laufe der Jahrzehnte hervorbrachte, geht es nicht zu weit, von einer neuen Aufklärung zu reden, die an blinden Flecken des Fortschrittsdenkens der alten Aufklärung ansetzte. Man versteht die Antiatomkraftbewegung nicht, wenn man sie in abstrakte Modelle zu zwingen sucht, sondern nur dann, wenn man sich mit dem beschäftigt, um das es ihr geht.

*Severin Fischer*

## Außenseiter oder Spitzenreiter? Das „Modell Deutschland“ und die europäische Energiepolitik

Deutschland steht nach mehreren Jahrzehnten intensiver Debatten über die Rolle der Atomenergie vor der Befriedung eines gesellschaftlichen Konflikts, der die politische Auseinandersetzung in der Bundesrepublik über Generationen hinweg geprägt hat. Mit Beginn der ersten Protestmärsche in Wyhl, Brokdorf oder Wa-

**Severin Fischer**

Dipl.-Pol., geb. 1983; Gastwissenschaftler in der Forschungsgruppe EU-Integration der Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), Ludwigkirchplatz 3–4, 10719 Berlin. [severin.fischer@swp-berlin.org](mailto:severin.fischer@swp-berlin.org)

ckersdorf hat sich die „Atomdebatte“ von einer energiepolitischen oder energiewirtschaftlichen Technologieentscheidung hin zu einer politischen Gewissensfrage gewandelt. Vor diesem Hintergrund erscheint es umso erstaunlicher, dass die Entscheidungen zur „Energiewende“ und der endgültige deutsche Atomausstieg zum Jahr 2022 als Folge des Reaktorunfalls von Fukushima von einer Koalitionsregierung aus CDU, CSU und FDP besiegelt wurden – drei Parteien, die wenige Monate zuvor noch eine Verlängerung der Laufzeiten deutscher Atomkraftwerke beschlossen hatten. Zwar unterscheidet sich der erneute Atomausstieg in seiner Wirkung kaum von dem Beschluss der rot-grünen Regierung unter Gerhard Schröder aus dem Jahr 2000. Er gewinnt jedoch durch die nunmehr parteiübergreifende Zustimmung einen Grad an Legitimation und Glaubwürdigkeit, der dem vermeintlichen „Konsens“ mit der Energiewirtschaft elf Jahre zuvor fehlte. Daher erscheint es unwahrscheinlich, dass sich eine der etablierten politischen Parteien im Verlauf der kommenden zehn Jahre für eine wiederholte Verlängerung der Laufzeiten der wenigen noch am Netz verbliebenen Kraftwerke einsetzen wird. Deutschland dürfte

damit im Jahr 2023 unter den zehn größten Volkswirtschaften der Welt die einzige sein, die freiwillig auf die Nutzung der Atomenergie verzichtet. Nachdem mit der Energiewende nun die Entscheidung zur Transformation des Energiesystems getroffen wurde, wird es in den kommenden Jahren um die Gestaltung der Rahmenbedingungen für diesen Prozess gehen.

## „Modell Deutschland“: Ausstieg und Einstieg

Die energiepolitische Debatte in Deutschland auf das Für und Wider der Kernenergie zu beschränken, würde der Komplexität des Themas nicht gerecht werden. Im Strategiepapier der Bundesregierung zur Energiewende vom Juni 2011 wurden neben dem Laufzeitende der 18 Atomkraftwerke auch drei andere Zielsetzungen aus dem Energiekonzept 2010 bestätigt.<sup>1</sup> Dazu gehören erstens die Klimaschutzziele, die eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen von 40 Prozent bis 2020, 50 Prozent bis 2030 und 80–95 Prozent bis 2050 gegenüber dem Jahr 1990 vorsehen. Zweitens sollen die erneuerbaren Energien als Anteil am Bruttoendenergieverbrauch 18 Prozent im Jahr 2020 erreichen und auf 30 Prozent im Jahr 2030 sowie schließlich 60 Prozent im Jahr 2050 gesteigert werden. Als dritten Schwerpunkt formulierte die Bundesregierung in ihrem Energiekonzept auch für die Energieeffizienz Zielwerte, die auf eine Verringerung des Primärenergieverbrauchs um 20 Prozent bis zum Jahr 2020 und 50 Prozent bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 2008 zielen.

Während die Klimaschutzziele eigenständige umweltpolitische Zielsetzungen darstellen, sind die Vorgaben zu den erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz Voraussetzungen, um Atomausstieg und Klima-

schutz gemeinsam zu ermöglichen. Durch diese Festlegungen werden nicht nur energie- und klimapolitische Entwicklungspfade vorgezeichnet. Die quantitativen Zielsetzungen dienen auch als industriepolitische Wegmarken und werden teilweise durch politische Steuerungsinstrumente unterlegt. So dient etwa das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) einer besseren Integration alternativer Technologien in den Energiemarkt und ermöglicht die Schaffung weiterer Arbeitsplätze in diesem Bereich in Deutschland. Auch die Klimaschutz- und Effizienzvorgaben stellen ein Signal an Branchen dar, die in effiziente und saubere Technologien investieren wollen. Somit wurde ein energiepolitischer Veränderungsprozess für die Bundesrepublik formuliert, der nicht nur einen Ausstieg aus der Atomkraft, sondern auch einen Einstieg in ein neues Energiesystem festlegt: das „Modell Deutschland“.

Die Erfolgchancen dieses Modells lassen sich anhand unterschiedlichster Kriterien bemessen und werden durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Entscheidend für eine erfolgreiche Transformation des Energiesystems sind dabei nicht nur die Gestaltung energiepolitischer Steuerungsmechanismen, sondern ebenso die Rahmenbedingungen, innerhalb derer sich ein solcher Prozess vollzieht. Für Deutschland gehört dazu seit einigen Jahren seine politische und energiewirtschaftliche Integration in die Europäische Union (EU). Dabei ist einerseits entscheidend, wie die europarechtlichen Regelungen ausgestaltet sind und inwieweit diese eine Veränderung des Energiesystems zulassen, ermöglichen oder unterstützen. Andererseits stellt sich die Frage, wie Nachbarstaaten und andere EU-Mitgliedstaaten ihre Energiepolitik ausrichten und welche Wechselwirkungen dies mit der deutschen Energiepolitik haben könnte.

Ob das Modell eines kernenergiefreien und klimaverträglichen Wirtschaftssystems letztlich erfolgreich ist, bemisst sich jedoch nicht nur an seinen umweltpolitischen Errungenschaften. Auch soziale und makroökonomische Faktoren müssen dafür herangezogen werden. Genauso zählt auch die Attraktivität des Modells für andere Staaten zu den Erfolgsbedingungen. Dies gilt insbesondere für die Übernahme von umwelt- und klimapolitischen Normen. Sollte sich das deutsche

<sup>1</sup> Vgl. Bundesregierung, Der Weg zur Energie der Zukunft – sicher bezahlbar und umweltfreundlich. Eckpunktpapier der Bundesregierung zur Energiewende, 6. 6. 2011, online: [www.bmu.de/energiewende/doc/47465.php](http://www.bmu.de/energiewende/doc/47465.php) (22. 9. 2011); Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28. 9. 2010, online: [www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept\\_bundesregierung.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf) (26. 9. 2011).

Modell als erfolgreich erweisen, wäre zu erwarten, dass zunächst entsprechende Nachahmungseffekte in der EU auftreten, die sich wiederum positiv auf die Veränderung europapolitischer Rahmenbedingungen auswirken könnten. Erst wenn die Spielregeln gesamteuropäisch entscheidend verändert werden, kann sich ein neues Wirtschaftssystem in einem integrierten Europa auch dauerhaft etablieren.

Der vorliegende Beitrag soll als Einstieg in die Debatte über Erfolgchancen des „Modells Deutschland“ und die notwendigen europapolitischen Implikationen einer Umgestaltung des Energiesystems dienen. Dabei soll der Frage nachgegangen werden, welche europapolitischen Steuerungsinstrumente für einen Erfolg des energiepolitischen „Modells Deutschland“ entscheidend sein könnten. Zunächst sollen jedoch die energiepolitischen Entwicklungspfade in einigen anderen EU-Ländern knapp dargestellt werden.

## Was machen die Nachbarn?

Mit 58 Atomreaktoren stellt *Frankreich* mehr als ein Drittel aller Kernkraftwerke in der EU und erzeugt damit über 75 Prozent seines Stroms. Durch die Ergänzung mit Wasserkraft und Erdgas kann Frankreich heute eine Stromversorgung vorweisen, die beinahe ohne klimaschädliche Emissionen auskommt und im europäischen Kostenvergleich weit unter dem Durchschnitt liegt. Unter Staatspräsident Nicolas Sarkozy wird das Land auch in Zukunft sein Nuklearprogramm fortsetzen.

*Polen* dagegen ist wie kein anderer EU-Mitgliedstaat abhängig von Stein- und Braunkohle. Rund 95 Prozent der Elektrizität werden durch die Verbrennung dieser Rohstoffe erzeugt. Die Anforderungen der Klimapolitik sowie die steigenden Kosten des Kohlebergbaus erfordern allerdings auch dort die Einleitung eines energiepolitischen Transformationsprozesses. Die Hoffnung liegt dabei weniger in den erneuerbaren Energien, als in den vermuteten riesigen Schiefergasvorkommen sowie im Bau von zwei Atomkraftwerken.

*Italien* ist derzeit das einzige Land unter den acht führenden Industrienationen der

Welt (G8), das die Kernenergie selbst nicht nutzt. Das positive Bild des kernenergiefreien Industriestaats wird jedoch durch die Tatsache getrübt, dass Italien im Jahr 2008 etwa elf Prozent des im Land verbrauchten Stroms aus dem Ausland importierten musste – in erster Linie aus Frankreich.

*Großbritannien* fühlt sich seit einigen Jahren wie kaum ein anderes Land in Europa dem Klimaschutz verpflichtet und hat sich vorgenommen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2025 gegenüber 1990 um die Hälfte zu senken. Dafür setzt das Vereinigte Königreich auf einen Mix aus Kernenergie, erneuerbaren Energien und fossilen Brennstoffen unter Anwendung der Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS). Eine Reihe alter Atomkraftwerke soll in den nächsten zehn Jahren durch leistungsfähigere und sicherere Neubauten ersetzt werden.

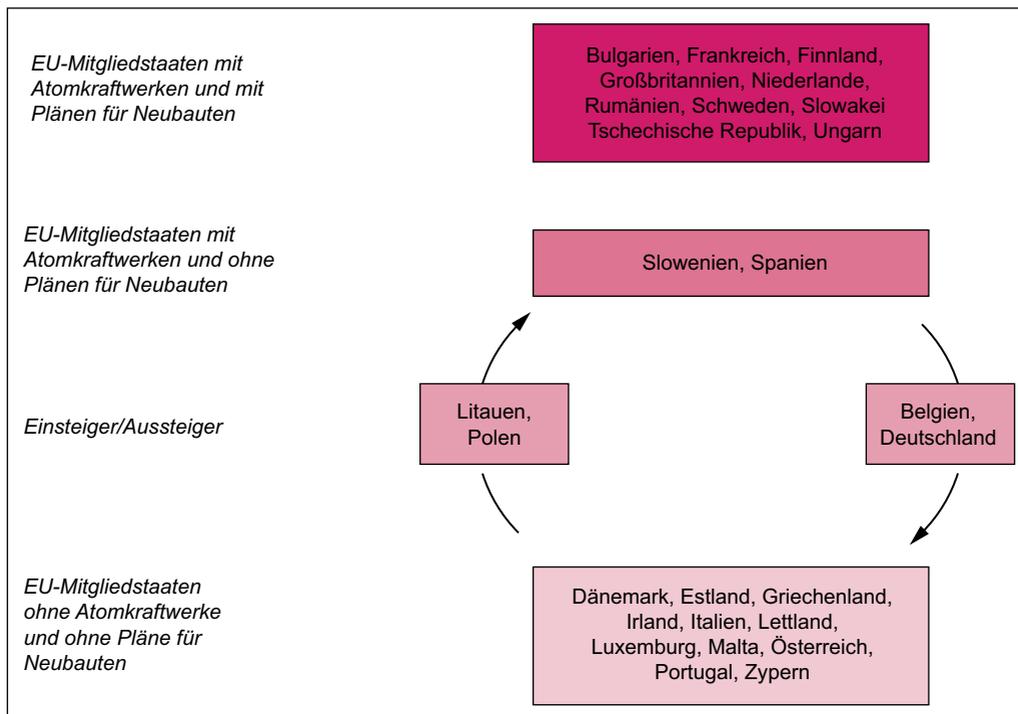
Die vier Beispiele zeigen, dass es in den 27 *EU-Mitgliedstaaten* sehr unterschiedliche nationale Strategien gibt. Die 135 derzeit in der EU betriebenen Atomkraftreaktoren befinden sich in 14 Staaten. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass 13 EU-Länder bislang auf die Nutzung der Kernenergie verzichteten. Von diesen hegen lediglich Polen und Litauen Ambitionen, dies zu ändern. Doch auch die Liste der „Aussteiger“ ist kurz. Neben Deutschland gibt es nur in Belgien einen gültigen Ausstiegsbeschluss, der sich noch über Jahrzehnte hinauszögern dürfte. Hinzu kommt, dass es sich bei der Mehrheit der atomenergiefreien Staaten um kleinere EU-Mitglieder handelt, die zudem häufig auf Stromimporte angewiesen sind.

## Rolle der europäischen Energiepolitik

In wenigen Politikfeldern hat sich in den vergangenen Jahren eine ähnliche „Europäisierung“ vollzogen wie in der Energiepolitik.<sup>12</sup> Dies mag vor dem Hintergrund der dargestellten Unterschiede gerade in der Bewertung der Kernenergie überraschen, scheint die Debatte über die Nutzung der Atomkraft doch gerade in Deutschland eine zentrale

<sup>12</sup> Vgl. Severin Fischer, Auf dem Weg zur gemeinsamen Energiepolitik. Strategien, Instrumente und Politikgestaltung in der Europäischen Union, Baden-Baden 2011.

## Abbildung: Haltung der EU-Mitgliedstaaten zur Atomenergie



Quelle: Eigene Darstellung.

energiepolitische Grundsatzentscheidung zu berühren. Die Europäisierungstendenzen in der Energiepolitik finden sich vorrangig in den Bereichen der Marktorganisation und der klimaverträglichen Umgestaltung des Energiesystems. So können die Entwicklung eines funktionierenden Energiebinnenmarkts, die Auflösung von Monopolen, der Verbraucherschutz, die Festlegung von Energieeffizienznormen oder die gemeinsamen Zielsetzungen für Klimaschutz und erneuerbare Energien als Errungenschaften der europäischen Institutionen in der Energiepolitik gesehen werden. Mit der Vertragsreform von Lissabon wurde die faktische Existenz einer gemeinsamen Energiepolitik erstmals auch primärrechtlich verankert. Mit dem neuen Vertragstext besitzt die EU nun die explizite Kompetenz und den Auftrag zur Gestaltung europäischer Energiepolitik.

Gleichzeitig wurden jedoch auch die Grenzen der EU-Energiepolitik in den Verträgen festgehalten. So heißt es im Artikel 194 Absatz 2 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV): „Diese Maßnahmen [der gemeinsamen Energiepolitik,

S. F.] berühren (...) nicht das Recht eines Mitgliedstaats, die Bedingungen für die Nutzung seiner Energieressourcen, seine Wahl zwischen verschiedenen Energiequellen und die allgemeine Struktur seiner Energieversorgung zu bestimmen.“<sup>13</sup> Während also Richtlinien und Verordnungen für den Handel mit Strom oder den Schutz der Umwelt im Rahmen der EU-Gesetzgebung verabschiedet werden können, bleibt die Entscheidung über die Nutzung einzelner Energiequellen oder Energietechnologien in der Hand der Mitgliedstaaten. Auch zukünftig ist nicht zu erwarten, dass die nationalen Regierungen an dieser Stelle einen Eingriff aus Brüssel zulassen werden.

Doch nicht nur auf vertraglicher Ebene, sondern auch mit Blick auf die strategischen Ziele folgt Europa zunehmend einem gemeinsamen Weg. So soll etwa der gemeinsame Energiebinnenmarkt bis zum Jahr 2014

<sup>13</sup> Konsolidierte Fassungen des Vertrags über die Europäische Union und des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union, Amtsblatt der Europäischen Union, 2010/C 83/01, 30.3.2010, S. 134f.

## Erfolgsbedingungen der deutschen Energiepolitik in Europa

vollendet sein. Dies würde den Fluss von Strom und Gas ohne rechtliche Hindernisse ermöglichen und den grenzüberschreitenden Handel stärken. Gleichzeitig haben sich die Staats- und Regierungschefs der EU bereits im Jahr 2007 auf gemeinsame Ziele für die umweltverträgliche Umgestaltung der Energiepolitik geeinigt. So will die EU bis zum Jahr 2020 ihre Treibhausgasemissionen um 20 Prozent gegenüber dem Wert von 1990 reduzieren. Der Anteil erneuerbarer Energien soll sich auf 20 Prozent erhöhen und der Energieverbrauch ebenfalls um 20 Prozent gesenkt werden („20-20-20-Ziele“). Um diese Zielsetzungen zu erreichen, wurde in den vergangenen Jahren eine Reihe von Steuerungsinstrumenten auf EU-Ebene installiert, die diesen Transformationsprozess ermöglichen sowie gleiche Bedingungen in allen Mitgliedstaaten und für alle Marktteilnehmer schaffen sollen. Dazu gehört wiederum die Gesetzgebung auf dem Energiebinnenmarkt, die diskriminierendes Verhalten gegenüber neuen Anbietern verbietet, den Netzzugang reguliert und eine weitgehende Trennung von Stromerzeugung und Netzbetrieb garantiert. Zur Erfüllung der gemeinsamen Klimaschutzziele wurde das EU-Emissionshandelssystem installiert, mit dem die Emissionen im Bereich der Stromerzeugung und der Industrie begrenzt werden sollen. Schließlich wurde auch das gemeinsame Ziel für die erneuerbaren Energien auf EU-Ebene in Form nationaler Zielsetzungen übersetzt.

Soll die „Energiewende“ gelingen, ist für Deutschland die Mitgestaltung der europäischen Energiepolitik von wachsender Bedeutung. Will man gleichzeitig Atomausstieg, Klimaschutz und den Ausbau erneuerbarer Energien erreichen, ohne dabei seine wirtschaftliche Leistungsfähigkeit aufs Spiel zu setzen, stellt dies eine Herausforderung dar, die nicht alleine im nationalen Rahmen gelöst werden kann. Insbesondere dann nicht, wenn das „Modell Deutschland“ sich erst durch die Nachahmung in anderen Staaten der Welt dauerhaft legitimiert. Während viele Stellschrauben in der deutschen Politik bereits angepasst wurden, liegt eine zentrale Aufgabe nun darin, deutsche Zielsetzungen konsequent in die weitere Entwicklung europäischer Politik einzubinden und hierfür Bündnispartner zu gewinnen. Diese Notwendigkeit soll im Folgenden anhand von drei Beispielen verdeutlicht werden.

**Nukleare Sicherheit.** Die Nutzung der Atomenergie ist unter den EU-Mitgliedstaaten stark umstritten, wie die einzelnen Länderbeispiele gezeigt haben. Zudem existiert auf europäischer Ebene weder eine gemeinschaftsrechtliche Zuständigkeit noch ein Regulierungsregime, mit dem der Betrieb von Kernkraftwerken gesteuert werden könnte. Ein europaweiter Atomausstieg erscheint trotz der Ereignisse in Fukushima damit auf absehbare Zeit unrealistisch. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Maßnahmen in anderen Bereichen zu ergreifen, um die deutsche Entscheidung in die Europapolitik zu übersetzen.

Wenn also, wie dargestellt, keine Möglichkeit zur Kontrolle der Ursache eines Problems besteht, muss die politische Antwort im präventiven Umgang mit den möglichen Folgen liegen. Dies bedeutet in der Praxis die Festlegung von gemeinsamen Sicherheitsnormen, um das nukleare Risiko, das von den 143 Reaktoren in der EU ausgeht, stetig zu reduzieren. Auch wenn die Entscheidung über die Nutzung verschiedener Energietechnologien national getroffen wird, so bleibt die EU aufgrund ihrer räumlichen Zusammengehörigkeit doch eine Risikogemeinschaft. Diese Tatsache sollte sich auch im gemeinsamen Management von Risiken widerspiegeln. Bislang hat die Festlegung einheitlicher Sicherheitsnormen für kerntechnische Anlagen in der EU noch keine Erfolge gebracht. Dies könnte sich nun nach dem Unfall von Fukushima ändern. In einem ersten Schritt haben sich die EU-Mitgliedstaaten in Folge der Havarie in Japan auf die Durchführung von „Stresstests“ an allen Kernkraftwerken in der EU geeinigt. In einem zweiten Schritt wurde die Europäische Kommission von den Staats- und Regierungschefs aufgefordert, eine neue Richtlinie zur Sicherheit nuklearer Anlagen vorzulegen. Beide Schritte könnten sich für den zukünftigen Umgang mit der Kernenergie als wichtig erweisen und die Kosten für den Betrieb von Kernkraftwerken näher an eine Internalisierung des Risikos rücken, vorausgesetzt, die Ergebnisse der „Stresstests“ und der Rechtssetzungsprozess der Richtlinie haben praktische Auswirkungen.

Um auch künftig eine bessere Regulierung der Sicherheit von kerntechnischen Anlagen zu gewährleisten, erscheint es zudem erforderlich, den Euratom-Vertrag zu reformieren. Der Euratom-Vertrag aus den 1950er Jahren regelt bis heute alle Fragen rund um den Betrieb von kerntechnischen Anlagen in der EU. Nicht nur die Zielsetzungen, sondern auch die Entscheidungs- und Beteiligungsprozesse im Rahmen dieses Vertrags befinden sich jedoch bis heute auf einem Stand, der Mitte des vergangenen Jahrhunderts adäquat erschien, den heutigen Gegebenheiten aber nicht mehr entspricht. Eine Mitbestimmung des Europäischen Parlaments sowie die Einführung von Mehrheitsentscheidungen sollten elementare Bestandteile einer Vertragsreform darstellen. Die Unterstützung dieses Reformvorhabens durch eine Mehrheit der EU-Mitgliedstaaten, nämlich derjenigen, die keine Atomkraftwerke betreiben, darf als wahrscheinlich gelten.

Erneuerbare-Energien-Politik. Die erneuerbaren Energien haben den deutschen Strommarkt in den vergangenen Jahren erheblich verändert. Die Analysen für das erste Halbjahr 2011 zeigen, dass bereits über 20 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus Wasser, Wind, Sonne oder Biomasse gewonnen wurde. Vor rund zehn Jahren lag dieser Wert noch im einstelligen Bereich. Der deutschen Politik ist es durch die Einführung des EEG gelungen, nicht nur den Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch deutlich zu erhöhen, sondern auch einen neuen Industriezweig anzusiedeln, in dem Arbeitsplätze und neue Absatzmärkte für Zulieferbetriebe anderer Industriezweige entstanden sind. Dieser Erfolg „ökologischer Industriepolitik“ ist jedoch auch mit Kosten verbunden. Rund 12 Milliarden Euro wurden im Jahr 2010 von den Stromkunden an die Anlagenbetreiber alternativer Energiequellen umgelegt.

Die Erneuerbare-Energien-Politik in Europa ist bislang hingegen unterentwickelt. So hatten sich die EU-Mitgliedstaaten zwar auf ein gemeinsames Ziel von 20 Prozent erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch bis 2020 geeinigt und dieses Ziel auch auf nationale Werte für jeden Mitgliedstaat aufgeteilt. Eine Umsetzung erfolgt aber allein durch nationale Maßnahmen. Die Folge ist eine Konzentration auf nationalstaatliche Fördersysteme. Dieses Systemdefizit zeigt sich bereits heute mit Blick auf

die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Europa. Während Deutschland unter den gegebenen Voraussetzungen das vereinbarte Ziel problemlos erreichen wird, lässt die Entwicklung in rund der Hälfte aller EU-Mitgliedstaaten zu wünschen übrig. Zu dieser Gruppe zählen unter anderem Länder wie Frankreich, Großbritannien oder Österreich.

Die unterschiedlichen Fortschritte im Bereich der erneuerbaren Energien sind in erster Linie eine Folge des Beharrens auf nationalen Förderinstrumenten in umweltpolitisch vergleichsweise erfolgreichen Staaten wie Deutschland und dem mangelnden Willen zur Europäisierung der Erneuerbare-Energien-Politik. Diese Haltung erscheint aus dreifacher Hinsicht problematisch für eine erfolgreiche Umsetzung des „Modells Deutschland“:

- Erstens erfordert auch die Erneuerbare-Energien-Politik zunehmend Effizienz beim Einsatz von Mitteln. Während es in einem ersten Schritt wichtig ist, neue Technologien überhaupt in den Markt zu bringen, muss sich die Entwicklung dieser Anwendungen im weiteren Verlauf immer stärker an der Standortwahl und am effizienten Einsatz der Anlagen orientieren. Einhergehend mit der technischen Entwicklung können so die Kosten für jede produzierte Kilowattstunde stetig gesenkt werden. Dies bedeutet einen zunehmenden Ausbau von Solarenergie in südlichen Regionen und von Windenergie an dafür günstig gelegenen Standorten in ganz Europa. Nur durch eine europaweite Vernetzung kann langfristig ein kostengünstiges und effizientes Energiesystem entwickelt werden, das vorrangig auf erneuerbaren Energien basiert.
- Zweitens versperrt eine nationalstaatlich fokussierte Förderpolitik den Blick auf Absatzmärkte für deutsche Produkte und Technologien im gemeinsamen Wirtschaftsraum der EU. Eine sanfte Auflösung nationalstaatlicher Förderpolitik zugunsten europäischer Förderinstrumente würde neue Perspektiven für Unternehmen aus diesem Bereich bieten, die im deutschen Markt in einigen Bereichen bereits erschöpft sind.
- Drittens hat die Erfahrung der vergangenen Jahrzehnte gezeigt, dass erst durch die

Integration erneuerbarer Energien in die Märkte eine Dynamik ausgelöst werden kann, die wiederum neue Investoren anlockt und somit resistente Marktstrukturen aufweichen kann. Somit könnten die Spielregeln in den Märkten verändert werden, zu denen die erneuerbaren Energien bislang noch keinen Zugang hatten.

Ohne die Erfolge nationaler Förderinstrumente hätten die erneuerbaren Energien in Europa bislang nicht Fuß fassen können. Dennoch birgt das Ausblenden europäischer Lösungsmodelle auch Gefahren. Deutschland könnte sich hier isolieren, wenn es die anderen Mitgliedstaaten nicht mitnimmt. Gerade in wirtschaftlichen Krisenzeiten bieten sich dabei auch neue Entwicklungsperspektiven und Wege aus der Krise. Ein europäisches Förderinstrument für erneuerbare Energien könnte eine solche Chance beinhalten. Langfristig kann so auch eine Verdrängung der Kernenergie aus dem europäischen Strommarkt erfolgen.

**Klimaschutz.** Die Klimapolitik spielt in Deutschland seit Jahren eine zunehmend wichtige Rolle. Gerne wird dabei auf die Erfolge Deutschlands beim Klimaschutz verwiesen. So wird die Bundesrepublik nicht nur ihr Kyoto-Ziel erreichen, sondern hat von allen EU-Staaten in den vergangenen zwei Jahrzehnten die meisten Emissionen eingespart. Gerne wird dabei jedoch verschwiegen, dass ein Großteil dieser Bilanz auf die Abwicklung der DDR-Industrie und eine zunehmende Deindustrialisierung im Zuge von Globalisierungsprozessen zurückzuführen ist. Bereinigt man die Bilanzen um diese spezifischen Effekte, wird der bislang geringe Einfluss umweltpolitischer Maßnahmen auf die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich.

Mit der Einführung des EU-Emissionshandelssystems im Jahr 2005 wurden die klimapolitischen Steuerungsmechanismen weitgehend auf die EU-Ebene transferiert. Alle Emissionen aus Stromerzeugung und Industrie fallen unter dieses Regime. Die konstante Reduzierung des Angebots an verfügbaren Zertifikaten steuert innerhalb des Handelssystems die Emissionsmenge. Am Markt bildet sich so ein Preis für den Ausstoß von Treibhausgasen. Dieser Preis erscheint auch als wichtiger Anreiz für Investitionen in effiziente und erneuerbare Technologien. Der

europaweite Handel mit Zertifikaten garantiert zwar, dass die Gesamtmenge der Emissionen den zuvor festgelegten politischen Vorgaben entspricht. Innerhalb des Systems ist es jedoch nicht möglich vorherzusagen, in welchen Mitgliedstaaten die Emissionen anfallen. Zusätzliche Emissionseinsparungen in einem Land können so zu einer Erhöhung der Quote in einem anderen Land führen. Was bedeutet das für die deutsche Energiewende?

Die Bundesregierung hat in ihren Beschlüssen vom Juni 2011 das bereits zuvor gefasste Ziel einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen in Deutschland um 40 Prozent bis zum Jahr 2020 wiederholt. Aufgrund der Wirkungen des europäischen Emissionshandelssystems ist es für die deutsche Politik jedoch kaum möglich, die Einhaltung dieser Zielsetzung auch zu gewährleisten. Selbst wenn sie zusätzliche Maßnahmen auf nationaler Ebene ergreifen würde, hätten diese zur Folge, dass die damit erzielte Einsparung in einem anderen EU-Mitgliedstaat durch einen Emissionszuwachs ausgeglichen wird. Sollen die Klimaschutzziele Deutschlands also ernst genommen werden, muss der Blick auf die Gestaltung der europäischen Klimapolitik geworfen werden.

Innerhalb der EU hatten sich die Staats- und Regierungschefs bereits im Jahr 2007 darauf geeinigt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen Europas bis zum Jahr 2020 um 20 Prozent zu reduzieren. Diese Zielsetzung wurde im Verlauf des Jahres 2008 im Zuge der Reform des Emissionshandelssystems in die Gesetzgebung überführt. Durch die einsetzende Wirtschaftskrise und die damit verbundenen Rückgänge im Energieverbrauch und bei der Produktion wurde jedoch bereits im Jahr 2009 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um rund 17 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 erreicht. Eine Steuerungswirkung des 20-Prozent-Ziels für das Jahr 2020 ist damit kaum mehr zu erwarten. Dies spiegelt sich auch im Preis für CO<sub>2</sub>-Zertifikate wider, der derzeit bei etwa zehn Euro pro Tonne und damit weit unter dem prognostizierten Niveau liegt.

Soll das deutsche Klimaziel für das Jahr 2020 aufrechterhalten werden, ohne dass es gleichzeitig zu einem Zuwachs der Emissionen in anderen EU-Mitgliedstaaten kommt, müsste die deutsche Politik auf eine Erhöhung des

europaweiten Reduktionsziels auf eine Marke von 30 Prozent drängen. Dies würde nicht nur konsequent mit Blick auf die Umsetzung der nationalen Klimapolitik erscheinen, es würde auch die Erfolgchancen für das deutsche Modell in der Energiepolitik verbessern. Durch einen steigenden CO<sub>2</sub>-Preis könnten sich die Anreize für Investitionen in effiziente und erneuerbare Energietechnologien verstärken, nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Europa. Dies wiederum könnte eine Transformation analog zum deutschen Entwicklungspfad auch in anderen Mitgliedstaaten der EU attraktiver machen.

## „Energiewende“ europäisch denken

Die Umgestaltung des deutschen Energiesystems erscheint aus heutiger Perspektive als Mammutprojekt. Die Gleichzeitigkeit des Ausstiegs aus der Atomenergie, des Einstiegs in das Zeitalter der erneuerbaren Energien sowie die Beachtung der Klimaschutzvorgaben stellt die Politik vor komplexe Herausforderungen. Häufig geht dabei jedoch der Blick über den Tellerrand verloren. Dies gilt insbesondere für die Frage, unter welchen Bedingungen ein solcher Entwicklungspfad umweltpolitisch und wirtschaftlich erfolgreich sein kann. Dabei erscheint die bereits existente Integration Deutschlands in ein europäisches Energiesystem ebenso wichtig, wie die Tatsache, dass nicht alleine die nationalstaatliche Regelungsebene für die erfolgreiche Umsetzung des „Modells Deutschland“ relevant ist. So kann weder ein Schutz vor den Risiken nuklearer Unfälle noch eine Bekämpfung des Klimawandels ohne die Koordination in Europa erreicht werden. Sogar die Umgestaltung der Energiewirtschaft hin zu mehr erneuerbaren Energien erfordert aus Effizienz- und Kostengründen eine stärkere Beachtung europaweiter Potenziale. Durch eine aktive Rolle bei der Gestaltung europäischer Energie- und Klimapolitik und die Übersetzung nationaler Strategien in die Europapolitik können die Erfolgchancen für das „Modell Deutschland“ erhöht werden. Auch wenn Entscheidungsprozesse in der europäischen Politik oft komplex, mühsam und schwerfällig erscheinen, kann nationale Politik im 21. Jahrhundert kaum ohne sie auskommen.

Hardo Bruhns · Martin Keilhacker

## „Energiewende“: Wohin führt der Weg?

In Deutschland und Westeuropa wird seit Jahrzehnten eine gesicherte und bezahlbare Energieversorgung als selbstverständlicher Standard betrachtet.

Nun gilt es, zur Abschwächung des Klimawandels die Emissionen von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) so weit wie möglich zu reduzieren. Für die dafür erforderliche „Energiewende“ muss gefragt werden, ob der in Deutschland eingeschlagene Weg zum Ziel führen kann und ob er hinreichend zweckmäßig verfolgt wird. Nicht hinterfragt werden muss die Notwendigkeit einer Energiewende selbst. Das Ziel muss sein, die Verwendung fossiler Brennstoffe ohne CO<sub>2</sub>-Abscheidung weitestgehend zu vermeiden.

Bei der Energiewende strebt Deutschland eine Vorreiterrolle an mit dem Ziel, bis 2020 eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung um 40 Prozent und bis 2050 sogar um mindestens 80 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu erreichen. Dafür sind enorme Anstrengungen erforderlich. Sie werden von der Politik höchst unterschiedlich gefördert, vielfach weitab vom Pfad marktwirtschaftlicher Tugend durch selektive direkte oder verdeckte Subvention und Begünstigung bestimmter – und nicht immer der am besten geeigneten – Technologien.

*Dieser Artikel gibt ausschließlich die Meinung der Autoren und nicht die Auffassungen der Europäischen Kommission, des JET Joint Undertaking, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft oder einer anderen Organisation wieder.*

### Hardo Bruhns

Prof. Dr. rer. nat., geb. 1945; Physiker, ehemaliger Referatsleiter und Berater in der Generaldirektion Forschung der EU-Kommission; stellvertretender Vorsitzender des Arbeitskreises Energie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; Meliesallee 5, 40597 Düsseldorf. [ake@bruhns.info](mailto:ake@bruhns.info)

### Martin Keilhacker

Prof. Dr.-Ing., geb. 1934; Physiker, ehemaliger Direktor des JET Joint Undertaking in Culham/UK; Vorsitzender des Arbeitskreises Energie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; Kapellengartenstraße 11, 81247 München. [martin.keilhacker@softdesign.de](mailto:martin.keilhacker@softdesign.de)

Klimaschutz ergibt nur als weltweites Unterfangen Sinn. 2005 wurde in Europa der CO<sub>2</sub>-Emissionsrechtehandel für Stromerzeugung und gewisse Industrien eingeführt, bei dem die Berechtigung für den Ausstoß jeder Tonne CO<sub>2</sub> erworben werden muss und eine Gesamobergrenze definiert wird. Damit erzeugen CO<sub>2</sub>-Emissionen Kosten, die bei Übergang auf emissionsfreie (oder -arme) Technologien nicht anfallen, und erworbene Zertifikate können gehandelt werden. Obwohl im Kyoto-Protokoll verankert, hat sich dieses marktwirtschaftliche System leider bislang keineswegs weltweit durchgesetzt. Überdies müssten Maßnahmen wie das deutsche Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) darauf abgestimmt werden. Für die mit teurer Wind- und Solarförderung geschaffenen CO<sub>2</sub>-freien Strommengen sollten in gleichem Umfang Zertifikate aus dem Markt genommen werden, was aber bisher nicht geschehen ist.<sup>1</sup> So ändert der deutsche Ausbau von Wind- und Solarenergie bisher viel zu wenig am Volumen der gesamten Verschmutzungsrechte und der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## Energiebedarf und Sparpotenzial

Der deutsche Anteil am Weltprimärenergieverbrauch liegt bei 3,5 Prozent und beträgt rund 4000 Terawattstunden (TWh). Deutschland (mit etwa 1,2 Prozent der Weltbevölkerung) hat gegenwärtig einen jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von gut vier Tonnen Öläquivalent (toe). Das ist etwa die Hälfte des Pro-Kopf-Verbrauchs der Spitzengruppe (unter anderem Kuwait, Vereinigte Arabische Emirate, USA, Kanada), aber deutlich mehr als das Doppelte des Weltdurchschnitts, der unter zwei toe pro Kopf liegt.

Etwa 35 Prozent der benötigten Primärenergie gehen in unserem Energieversorgungssystem verloren. Verluste bei der Stromerzeugung sind daran wesentlich beteiligt. Bei der Nutzung der verbleibenden Endenergie

<sup>1</sup> Dadurch sind die Zertifikate sehr preiswert geworden, was die kostengünstigsten CO<sub>2</sub>-Einsparungsmaßnahmen, nämlich die Optimierung konventioneller Kraftwerke und Industrieprozesse, wenig interessant macht, wohingegen die kostenträchtigen CO<sub>2</sub>-Einsparungsmaßnahmen durch das EEG besonders attraktiv sind. Erst im Zeitraum von 2013 bis 2020 soll das Zertifikatvolumen stärker – aber wohl immer noch nicht ausreichend – angepasst werden.

stehen mechanische Energie in Industrie und Transport (37 Prozent) sowie Raumwärme und Warmwasser (35 Prozent) an den ersten Stellen. Bei den privaten Haushalten macht die Wärmebereitstellung sogar fast 90 Prozent des Endenergieverbrauchs aus. Beleuchtung, wegen des Glühlampenverbots viel diskutiert, benötigt gerade einmal knapp drei Prozent.

Damit müssen Verbesserungen der Umwandlungseffizienz in Kraftwerken, Raffinerien und Antriebsaggregaten sowie wesentlich wirksamere Wärmeisolierung von Gebäuden im Vordergrund der Energiesparbemühungen stehen. In vielen Bereichen hat sich die Energieeffizienz über die vergangenen Jahrzehnte bereits erheblich verbessert, allerdings wirken Komfort- und Leistungsansprüche Einsparungen entgegen. Es muss also ein Umdenken bewirkt werden, wenn tatsächlich deutliche Einsparungen erreicht werden sollen – der Energiepreis wird das wesentliche Stimulans dafür sein.

Bei der Wärmedämmung zeigt sich, dass Verbesserungen bei Neubauten gut zu erzielen sind, wenngleich durchaus mögliche Ziele von 40 bis 60 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m<sup>2</sup>a) und weniger noch viel zu selten erreicht werden. Ein Großteil der Altbauten kann aber kaum bzw. nur mit großem finanziellen Aufwand und auch Einbußen bei Wohnqualität und Fassadenoptik auf Niedrigenergiestandards saniert werden. Für Heizungen ist besonders bei gut gedämmtem Wohnraum Einsparpotenzial vorhanden. Gerade bei für Einzelhäuser typischen Anlagegrößen könnten statt Brennwertkesseln oder Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) noch vorteilhafter Wärmepumpen eingesetzt werden.<sup>2</sup>

Der oft prognostizierten Senkung des Stromverbrauchs (2010 lag er in Deutschland brutto bei 606 TWh) steht eine Flut neuer elektrischer Anwendungen entgegen (Elektrifizierung nahezu aller Funktionen im Haushalt, im Handel und in der Industrie, Informations- und Kommunikationstechnologien, Elektrofahrzeuge). Auch liefern Wind- und Wasserkraft wie auch Photovoltaik von vornherein Energie in Form von Strom, der sich damit zunehmend

<sup>2</sup> Vgl. Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG), Elektrizität: Schlüssel zu einem nachhaltigen und klimaverträglichen Energiesystem, Bad Honnef 2010, S. 73 ff.

auch für Anwendungen anbietet, die heute mit fossilen Brennstoffen arbeiten. So könnten sich auf Dauer zum Beispiel elektrische Speicherheizungen wieder durchsetzen, die mit CO<sub>2</sub>-frei erzeugter Elektrizität unter Klimaschutzaspekten jeder Erdgasheizung vorzuziehen wären. Insgesamt wäre die Politik gut beraten, sich auf die Fortsetzung von Steigerungen beim Stromverbrauch und einen Bruttostrombedarf im Jahr 2050 von mindestens 700 TWh einzustellen.<sup>¶</sup>

Wie viel Primärenergie kann in Deutschland tatsächlich eingespart werden? In den meisten Szenarien wird von 20 Prozent bis 45 Prozent über die nächsten 40 Jahre ausgegangen.<sup>¶</sup> Das wird beachtliche Anstrengungen erfordern. Deswegen sollte so effizient und kostengünstig wie möglich vorgegangen werden.

## Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern

Zur Deckung unseres Energieverbrauchs tragen derzeit noch mit 78 Prozent fossile Energieträger bei.<sup>¶</sup> Erneuerbare Energiesysteme liefern mittlerweile rund zehn Prozent<sup>¶</sup> – hauptsächlich mit konventionellen biogenen Brennstoffen, sowie, besonders für die Stromerzeugung, Wasser- und zunehmend Windkraft, dazu ein wenig Solarstrom. Durch die fluktuierende Einspeisung aus Wind und Sonne entstehen neuartige Probleme: *back-up*-Leistung aus anderen Kraftwerken muss für wind- bzw. sonnenschwache Zeiten die Versorgungssicherheit garantieren.

Auch unsere derzeitige Stromversorgung wird von fossilen Kraftwerken dominiert (2010: 56 Prozent) und dies wird sich noch

verstärken: Um den Wegfall der Kernkraft (Stromanteil 2010: 22,5 Prozent) zu kompensieren, müssen zusätzliche Kohle- und Gaskraftwerke gebaut werden.<sup>¶</sup> Dass die Bundesregierung sogar plant, den Neubau von Gas- und Kohlekraftwerken aus dem Ökofonds zu subventionieren, ist kein gutes Zeichen für den Klimaschutz.

Kohle – insbesondere auch Braunkohle – wird aus Kostengründen eine große Rolle spielen (ihr Anteil könnte bis zum Jahr 2020 von 43 Prozent auf 47 Prozent anwachsen<sup>¶</sup>). Erdgas GuD-Kraftwerke (Gas- und Dampfkraftwerke) sind wegen ihres schnellen Lastwechselverhaltens besonders geeignet, die fluktuierende Stromerzeugung aus Wind und Sonne auszugleichen – und ihr CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist nur etwa halb so groß wie bei Braunkohle oder sogar günstiger, auch weil sie Wirkungsgrade bis zu 60 Prozent erreichen, Kohlekraftwerke dagegen maximal 45 Prozent. Diese Werte gelten allerdings nur für den Grundlastbetrieb. Bei der hauptsächlich geforderten Regellast muss man für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit ungünstigeren Werten rechnen.

Für die Klimaziele ist unumgänglich, in den Kohle- und Gaskraftwerken (und in anderen großen Industrieanlagen wie Stahl-, Zement- und Chemiewerken) das CO<sub>2</sub> abzuscheiden und im Untergrund zu speichern (*Carbon Capture and Storage, CCS*). Dieses Verfahren hat aber einen erheblichen Preis: Der zusätzliche Energieaufwand für CO<sub>2</sub>-Abscheidung, Kompression und Transport reduziert den Kraftwerkswirkungsgrad um acht bis 14 Prozentpunkte,<sup>¶</sup> bzw. steigert den Brennstoffverbrauch um 20 bis 35 Prozent.<sup>¶</sup> Ein Hauptziel der Forschung ist deshalb, diesen Wirkungsgradverlust zu minimieren.

Das abgeschiedene CO<sub>2</sub> soll in nach oben dichten geologischen Formationen, zum Beispiel sogenannten Aquiferen, gespeichert

¶ Vgl. zum Beispiel Studien des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (2008) und der DPG (2010).

¶ Vgl. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, *Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung*, Karlsruhe 2010; „Leitstudie 2010“ im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, Dezember 2010; *EWI/Prognos-Studie, Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030 (Energieraport IV)*, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Berlin 2005.

¶ Alle Energieangaben, soweit nicht anders erwähnt, nach AG Energiebilanzen, Stand: Sommer 2011.

¶ Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung liegt bei 17 Prozent.

¶ Vgl. Stephan Kohler, Chef der Deutschen Energieagentur (dena), spricht in diesem Zusammenhang von einem Bedarf von bis zu 12000 Megawatt.

¶ Laut Rheinisch-westfälischem Institut für Wirtschaftsforschung (RWI).

¶ Entsprechend wird zum Beispiel der Wirkungsgrad eines modernen GuD-Kraftwerks mit CCS von 60 Prozent auf unter 50 Prozent sinken, das heißt, die mit Hilfe modernster Hochtechnologie erzielten Verbesserungen gehen wieder verloren.

¶<sup>10</sup> Vgl. DPG-Studie (Anm. 2), S. 9.

werden. Deren Speicherkapazität wird in Deutschland allerdings nur auf 30 bis 80 Jahre des jetzigen CO<sub>2</sub>-Anfalls in Kraftwerken geschätzt.<sup>11</sup> Die Sicherheit und langfristige Wirksamkeit dieser Speicherung muss noch wesentlich umfänglicher untersucht werden,<sup>12</sup> da ohne deren Nachweis die Zustimmung der Politik und vor allem der Bevölkerung wohl nicht zu gewinnen ist.<sup>13</sup> Insgesamt könnte CCS allenfalls für eine Übergangsphase von einigen Jahrzehnten hilfreich sein; für eine Dauerlösung müssten andere Speichermöglichkeiten entwickelt werden. Dezentral (das heißt bei Gebäudeheizung, kleinen KWK-Anlagen, Verkehr) kann CCS nicht eingesetzt werden. Darum sollte hier mit hoher Priorität auf nichtfossile Alternativen wie etwa die Wärmepumpe gesetzt werden.

Ein beliebtes Streitthema ist „Peak Oil“ bzw. die Reichweite fossiler Ressourcen. Für die Energiewende sind solche Diskussionen müßig, denn auch wenn CCS in Industrie und Großkraftwerken eine zeitlich begrenzte Rolle spielen kann, erfordert der Klimaschutz längerfristig eine möglichst umfassende Abkehr von fossilen Brennstoffen, unabhängig von deren mehr oder weniger knappen Verfügbarkeit.

## Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern

Langfristig werden erneuerbare Energien hoffentlich die von ihnen erwartete Rolle spielen und den Großteil unserer Energieversorgung abdecken. Die Versorgung mit Treibstoff, Wärme bzw. Strom stellt dabei unterschiedliche Anforderungen. Beim Verkehr kommt nur die Umstellung der Verbrennungsmotoren von fossilen auf biogene Treibstoffe oder die Einführung von Brennstoffzellen bzw. Elektroantrieb in Frage. Bis 2020 sollen nach Wunsch der Bundesregierung eine Million Elektroautos auf deutschen Straßen fahren.

<sup>11</sup> Vgl. ebd., S. 52ff.

<sup>12</sup> Erfahrungen mit der Speicherung von CO<sub>2</sub> in Aquiferen wurden unter anderem bei norwegischen Gasfeldern (zum Beispiel Sleipner) gewonnen, wobei sich zeigt, dass bisher nur ein geringer Teil der nominalen Reservoirvolumina ohne Probleme nutzbar ist.

<sup>13</sup> Wie steinig dieser Weg ist, zeigt der Gesetzgebungsprozess zur unterirdischen CO<sub>2</sub>-Speicherung, der am 23. September 2011 durch das Veto der betroffenen Bundesländer im Bundesrat vorläufig gestoppt worden ist.

Vermutlich könnten sie gerade einmal ein Prozent des heutigen PKW-Kraftstoffverbrauchs durch Strom ersetzen.<sup>14</sup> Damit aber Elektrofahrzeuge einen Beitrag zum Klimaschutz liefern können, muss der Strom CO<sub>2</sub>-frei erzeugt werden. Bislang ist in Deutschland eine elektrische Kilowattstunde noch mit 565 Gramm CO<sub>2</sub> belastet und bis auf weiteres bleiben sparsame Diesel- und Hybridfahrzeuge wesentlich vorteilhafter für die Klimabilanz als Elektroautos.

Bei der Wärmeerzeugung interessiert vor allem der energetisch große Bereich der Gebäudeheizung. Hier ist es für die Erzielung von 22 Grad Celsius Raumtemperatur wenig sinnvoll, Erdgas bei vielen Hundert Grad zu verbrennen. Stattdessen können bei ausreichender Isolierung und mit geeigneten, das heißt großflächigen Heizkörpern (Fußbodenheizung) mittels Wärmepumpen 65 bis 75 Prozent der Energie aus der Umgebung (Erdreich oder Luft) gewonnen werden, so dass nur der Rest als elektrisch bereitzustellende Energie anfällt. Wärmepumpen sind für den Klimaschutz der KWK oder Brennwärmtesseln schon dann klar überlegen, wenn etwa drei Viertel des Stroms aus erneuerbaren oder anderen CO<sub>2</sub>-armen Quellen erzeugt werden.<sup>15</sup> Derzeit werden aber Wärmepumpen sowohl bei Steuern und Abgaben als auch bei der Förderung massiv gegenüber KWK benachteiligt.<sup>16</sup>

**Biomasse.** Sie wird nicht nur aus dem Anbau in der Forst- und Landwirtschaft gewonnen, sondern fällt auch als Reststoff bzw. als organischer Abfall an. Obwohl fast die Hälfte der Gesamtfläche landwirtschaftlich genutzt wird, ist Deutschland ein Nettoimporteur für Agrargüter und Lebensmittel. Weltweit könnte Biomasse um das Jahr 2050 einen wesentlichen Teil des (Primär-)Energiebedarfs abdecken.<sup>17</sup> Für Deutschland werden derzeit

<sup>14</sup> Wie viele Elektrofahrzeuge Zweit- oder Drittwagen sein werden, bleibt abzuwarten. Heute gibt es 55,5 Millionen zugelassene Fahrzeuge, davon 46,6 Millionen PKW mit einer Fahrleistung von rund 15000 Kilometer pro Jahr und Person, die bei Elektroautos bei etwa der Hälfte liegen könnte.

<sup>15</sup> Vgl. DPG-Studie (Anm. 2), S. 144 ff.

<sup>16</sup> Vgl. Gerhard Luther, Anforderungen an einen Wärmepumpentarif, in: HLH, 62 (2011) 9, S. 120–125.

<sup>17</sup> 30 bis 70 Prozent. Vgl. Verband der Chemischen Industrie, Biomasse – Rohstoff für die chemische Industrie, Frankfurt/M. 2007. Siehe auch online: [www.iea.org/papers/2011/biofuels\\_insights.pdf](http://www.iea.org/papers/2011/biofuels_insights.pdf) (28. 9. 2011).

Zahlen zwischen nur fünf Prozent und acht Prozent genannt,<sup>18</sup> Biomasse wird nur als Import eine größere Rolle spielen.

Energieerzeugung aus Biomasse wirft Fragen nach Nachhaltigkeit und Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion auf; dies gilt auch für die Länder, aus denen Biomasse importiert wird. Für eine nachhaltige Biomassestrategie ist deshalb die vermehrte und verbesserte Nutzung von Reststoffen wichtig: Von neuen Aufschluss- und Verarbeitungsverfahren der „2. Generation“ wird hier eine wesentliche Erweiterung des Potenzials erwartet.

**Geothermie.** Erdwärme aus oberflächennahen Bohrungen eignet sich hervorragend für Niedrigtemperaturheizung. Heißere, das heißt in der Regel tiefere Schichten können für die Stromerzeugung genutzt werden: Weltweit werden bereits über zehn Gigawatt (GW) Stromleistung erzeugt. Geothermie ist attraktiv, da Leistung ohne Fluktuationen rund um das Jahr Tag und Nacht zur Verfügung steht. Die Risiken sind gering und sollten sich wie die Kosten durch verbesserte Explorations- und Bohrverfahren noch deutlich verringern lassen.

**Windkraft.** Windenergie liefert den größten und am schnellsten wachsenden Beitrag zum erneuerbaren Stromangebot. In Deutschland trug sie 2010 mit sechs Prozent zur Stromerzeugung bei,<sup>19</sup> was aber nur 16 Prozent<sup>20</sup> der nominalen installierten Kapazität entsprach. Für den weiteren Ausbau setzt die Bundesregierung deshalb hauptsächlich auf Offshore-Anlagen in der Nord- und Ostsee, die einen mindestens doppelt so hohen Nutzungsgrad erwarten lassen. Hier sollen bis 2030 eine Nominalleistung von 25 GW und bis 2050 von rund 40 GW (und eine ähnlich große Onshore-Leistung) installiert sein.<sup>21</sup> Der

<sup>18</sup> Vgl. Martin Kaltschmitt/Volker Lenz/Daniela Thrän, Zur energetischen Nutzung von Biomasse in Deutschland, in: Lifis online, 25. 4. 2008, online: [http://leibniz-institut.de/archiv/kaltschmitt\\_25\\_04\\_08.pdf](http://leibniz-institut.de/archiv/kaltschmitt_25_04_08.pdf) (28. 9. 2011).

<sup>19</sup> Ende 2010 waren laut Bundesverband Windenergie 21 561 Onshore-Windenergieanlagen mit einer nominalen installierten Leistung von 27 088 Megawatt im Einsatz.

<sup>20</sup> Dieser Wert schwankte in den vergangenen zehn Jahren zwischen 14 Prozent und 20 Prozent.

<sup>21</sup> Vgl. „Leitstudie 2010“ (Anm. 4).

vielfach betriebene (weil durch das EEG gut geförderte) Ausbau in küstenfernen Schwachwindregionen ist wenig sinnvoll.

Das große Problem der Windenergie (und noch mehr der Photovoltaik) liegt in den starken Fluktuationen der Leistungsverfügbarkeit: Es müssen große, schnell regelbare Reservekapazitäten vorgehalten werden, die dann aber nur zeitlich begrenzt und damit ineffektiv und teuer eingesetzt werden. Bei der Windkraft sind Reservekraftwerke für mindestens 90 Prozent, bei der Photovoltaik sogar für mindestens 97 Prozent der nominalen Leistung erforderlich.<sup>22</sup>

**Solare Energieerzeugung.** Solarenergie sollte zweckmäßigerweise dort gewonnen werden, wo die Sonne scheint, also im Süden, wo der Jahresgang solarer Stromerzeugung zudem wesentlich ausgeglichener ist. Überdies kann die dort vorwiegend direkte Strahlung fokussiert werden, was bei Photovoltaik Vorteile bringt, aber vor allem solarthermische Kraftwerke ermöglicht, die Sonnenwärme über einen Dampfkreislauf in Strom wandeln. Dabei kann Wärme gespeichert werden, sodass die Stromerzeugung in die Nachtstunden ausgedehnt werden kann – und wenn einmal die Sonne nicht scheint, kann zum Beispiel mit Biomasse zugefeuert werden. Solarstrom aus südlichen Regionen Europas oder Nordafrikas wäre wesentlich günstiger als der deutsche. Er erfordert ein geeignetes Stromnetz, das aber ohnehin notwendig werden wird.

## Problem der Stromspeicherung

Energiespeicherung von fossilen oder Bio-brennstoffen ist üblicherweise ohne Schwierigkeiten möglich – ein Problem stellt sich nur beim Strom. Batterien und Kondensatoren bieten keine wesentlichen Großspeicher-möglichkeiten. Pumpspeicherwasserkraftwerke und Druckluftspeicher (mit deutlich höheren Verlusten) haben derzeit nur Kurzzeitspeicherkapazität. Ob es gelingen kann, für den deutschen (und europäischen) Langzeitspeicherbedarf in Norwegen ausreichend

<sup>22</sup> Vgl. DPG-Studie (Anm. 2), S. 110ff. Die dena beziffert den Beitrag der Photovoltaik zur gesicherten Leistung in ihrer Kurzanalyse der Kraftwerks- und Netzplanung (2008) sogar auf nur ein Prozent.

(Pump-)Speicherkraftwerke zu bauen, ist angesichts der bereits jetzt weitgehenden Nutzung des nach derzeitigen Bestimmungen möglichen Potenzials und von zu erwartenden Bürgerprotesten nicht leicht zu beantworten.

Aus Wind und Sonne gewonnene überschüssige elektrische Energie kann mit Elektrolyse zur Herstellung von speicherbarem Wasserstoff (bzw. anschließend Methan<sup>23</sup>) genutzt werden. In das Erdgasnetz eingespeist, kann damit Wärme erzeugt werden.<sup>24</sup> Allerdings ist diese Möglichkeit zu teuer, solange auf Grund des EEG die hohen Wind- und noch viel höheren Photovoltaikstromkosten anfallen. Dieser Weg ist aber ohnehin keine echte Stromspeicherung, denn die Rückverwandlung in Strom in Gaskraftwerken ist wegen hoher Verluste wenig sinnvoll. Vielleicht kann bei Nutzung in mobilen Brennstoffzellen eine günstigere Rechnung im Vergleich zu Diesel- oder Benzinantrieben aufgemacht werden.

Batterien von Elektroautos werden gern als zukünftig im Netz relevante Stromspeicher dargestellt. De facto dürfte ihr Einfluss zumindest in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten eher bescheiden sein; von den 20 bis 25 Gigawattstunden (GWh) Kapazität der für 2020 geplanten eine Million E-Fahrzeuge dürfte in der Praxis nur ein Bruchteil als Lastspeicher nutzbar sein, wenn der Fahrbetrieb im Vordergrund stehen soll. Damit werden diese teuren Batterien kaum mehr als zehn bis 20 Prozent der schon heute verfügbaren Pumpspeicherkapazität von 50 GWh bringen.

## Energietransport – europäisches Stromnetz gefragt

Auch beim Energietransport konzentrieren sich die Probleme auf den Strom. Das heutige Netz stößt bereits jetzt an seine Gren-

<sup>23</sup> Für die Entwicklung eines entsprechenden Verfahrens verlieh die deutsche Gaswirtschaft 2010 ihren Preis für Innovation und Klimaschutz.

<sup>24</sup> Der über Erdgas gedeckte Energieverbrauch ist etwa doppelt so groß wie der Stromverbrauch. Eine Umwandlung von einigen –zig Prozent der Stromerzeugung in Wasserstoff lässt sich also leicht durch Speicherung bzw. Reduzierung des Imports von Erdgas auffangen.

zen, etwa bei der Übertragung küstennaher Windenergie nach Süddeutschland. Der Netzausbau muss in europäischem Maßstab erfolgen, denn nur dann ist es möglich, durch Nutzung der optimalen Erzeugungsregionen zu deutlich kostengünstigerem Wind- und Sonnenstrom zu kommen als es bei einer auf Deutschland begrenzten Strategie je möglich sein wird. Ohnehin verlangt der europäische Energiebinnenmarkt in Zukunft einen echten, nicht durch (verdeckte) Subventionen verzerrten Preiswettbewerb, dem Anlagen in wind- und sonnenschwachen Regionen nicht werden standhalten können. Auch wird ein solches Netz ermöglichen, dass nur europaweit und nicht in jedem Land einzeln eine vollständige Reserveleistung für dort wind- und sonnenschwache Zeiten vorgehalten werden muss.

Technisch erfordert Stromtransport über große Strecken eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) mit zum Beispiel 600 Kilovolt (kV), die in vielen Regionen der Welt bereits seit langem erfolgreich eingesetzt wird. Dieses Netz muss das Rückgrat für einen europäischen Netzausbau werden, dessen Kosten die EU-Kommission auf 200 Milliarden Euro veranschlagt.<sup>25</sup> Bei Freileitungen werden die Masten für HGÜ beträchtlich höher sein als für die bisherigen 240/380-kV-Überlandleitungen. Ob die Bevölkerung das akzeptieren oder wesentlich teurere Erdkabel erzwingen wird, ist offen.

Bisher wird die Stromerzeugung an den Bedarf angepasst. Mit wachsenden Anteilen an schlecht vorausberechenbarem, fluktuierendem Strom wird künftig die Stromnachfrage an die aktuellen Erzeugungsmöglichkeiten angepasst werden müssen. Ein intelligentes Netz wird elektrische Verbraucher an- und abschalten. Mit sogenannten *Smart Meters*, die eine flexible Tarifgestaltung in Abhängigkeit von Stromangebot und -nachfrage ermöglichen, wird eine Entwicklung beginnen, die letztlich zu vom Stromversorger weitgehend fernsteuerbaren Geräten in Industrie, Handel und privaten Haushalten führen soll. Das wirft viele Fragen auf – nicht zuletzt nach persönlichem Datenschutz.

<sup>25</sup> Vgl. etwa Oettinger: Netzausbau treibt Strompreise, 9.2.2011, online: [www.zeit.de/news-022011/9/iptc-bdt-20110209-26-28616662xml](http://www.zeit.de/news-022011/9/iptc-bdt-20110209-26-28616662xml) (11.10.2011).

## Energiewende: ja, aber effizient und wirtschaftlich

Der Klimaschutz macht eine Energiewende unerlässlich, und sie muss mit Einsparung, Effizienzsteigerung und Vermeidung fossiler Brennstoffe auf die Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Freisetzung zielen. Knappere Öl- und Gasvorräte bedeuten noch lange nicht, dass die klimanotwendige Eindämmung von Öl-, Gas- und Kohleverbrennung von selbst rechtzeitig und in ausreichendem Maß erfolgen würde. Fossile Energieträger dürfen nur akzeptabel bleiben, wenn es gelingt, den Eintrag von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre zu vermeiden, das heißt CCS wirtschaftlich und sicher einzusetzen.

Welche Rolle Kernspaltung international langfristig spielen wird, kann heute noch nicht abgeschätzt werden. Auf Fragen nach Sicherheit vor Katastrophen und, für die Öffentlichkeit kaum weniger wichtig, nach zuverlässiger Entsorgung müssen Antworten gefunden werden, die der Politik und Gesellschaft dauerhafte Entscheidungen in Abwägung mit Risiken anderer Optionen der Energieversorgung ermöglichen. Wünschenswert wäre, dass die Kernfusion in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts einen wichtigen CO<sub>2</sub>-freien Beitrag zur Stromversorgung leistet. Aus grundsätzlichen physikalischen Gegebenheiten heraus sind hier keine nuklearen Katastrophen denkbar und auch die Abfallfrage ist wesentlich günstiger zu beantworten.

So sicher die Energiewende kommen muss, so offen sind noch viele Fragen, insbesondere die nach dem zukünftigen Strommix. Klar ist, dass erneuerbare Energien in Zukunft einen wesentlich größeren Anteil der Energieversorgung bereitstellen werden. Derzeit läuft die Entwicklung bis 2050 darauf hinaus,<sup>26</sup> national mit 80 GW Wind und 65 GW Photovoltaik extreme Überkapazitäten aufzubauen, damit bei Schwachwind und Wolken die Stromversorgung noch einigermaßen möglich ist. Bei Starkwind und Sonne wird dann aber viel zu viel Leistung in das Netz gedrückt, die sich schon beim heutigen Ausbaustand gelegentlich nur unter Zuzahlung „verkaufen“ lässt. Ob Stromspeicher, einschließlich des Konzepts, den überschüssigen Strom zur Elektrolyse von Wasserstoff zu verwenden, in

der notwendigen Größenordnung realisierbar sein werden, ist noch unklar.

Deshalb muss Stromaustausch mit anderen EU-Ländern und angrenzenden Regionen eine zunehmend wichtige Rolle spielen, denn nur so können Wind-, Sonnen- und anderer Strom in den zweckmäßigen Regionen erzeugt werden, nur so lassen sich Fluktuationen optimal ausgleichen und nur so die teure Regel- und Reserveleistung minimieren. Nach den Szenarien der Bundesregierung für 2050 soll der Nettostromimport interessanterweise in der Größenordnung des Beitrags der bisherigen Kernkraft liegen. Vernünftigerweise aber sollte der Stromaustausch noch wesentlich stärker forciert werden, um die wirtschaftlich günstigsten Bedingungen für die Erzeugung erneuerbaren Stroms möglichst umfassend nutzen zu können. Der europaweite Netzausbau mit HGÜ ist damit für Deutschland extrem wichtig, wichtiger als der Aufbau wenig wirtschaftlicher heimischer erneuerbarer Energieerzeugung. Eine mit Blick auf Europa gestaltete Strategie für die deutsche Energieversorgung würde auch stärker in die Nachbarländer und vielleicht auch in andere Weltregionen wirken.

Die heimischen Anstrengungen sollten sich vorrangig darauf konzentrieren, unseren Energiebedarf zu senken, beispielsweise die Wärmedämmung bei Gebäuden und die Reduzierung von Treibstoffverbrauch im Verkehr voranzutreiben und die erforderliche Akzeptanz in der Bevölkerung herbeizuführen. Sodann sollte die Energie- und Stromerzeugung aus zuverlässig verfügbaren Quellen verstärkt werden. Wind- und Wasserkraft wie auch Photovoltaik liefern unmittelbar Strom, womit elektrische Energie noch mehr an Bedeutung gewinnen wird. Da aber Wind und Sonne uns nur nach Lust und Laune helfen und die Anlagen sehr teuer sind, wird die Frage nach gesicherter Verfügbarkeit ebenso vordringlich wie die nach den Kosten. Zuverlässig liefern Biomasse und Geothermie rund um die Uhr und das ganze Jahr hindurch Strom: Es werden keine teuren Reserve-Kraftwerke benötigt. Das mit der Photovoltaik vergleichbare geothermische Stromerzeugungspotenzial in Deutschland sollte deshalb entsprechend genutzt werden.

Es ist offensichtlich, dass fossile Energieerzeugung noch für lange Zeit eine große Rolle

<sup>26</sup> Vgl. „Leitstudie 2010“ (Anm. 4).

spielen wird. Deshalb ist es wichtig, die Frage nach den Möglichkeiten der CO<sub>2</sub>-Speicherung zu beantworten. Obwohl teuer, könnte sie ein wirtschaftlich gangbarer Weg sein, wenn sich Emissionshandel und Energiewende international durchsetzen – ein weiteres Argument für eine europaorientierte deutsche Energiepolitik. Da CCS nach jetziger Kenntnis allenfalls nur in großen Kraftwerken und Industrieanlagen eingesetzt werden kann, sollte der dezentrale Einsatz fossiler Brennstoffe – insbesondere für Wohnraumheizung – möglichst reduziert werden, also etwa der Einsatz von Wärmepumpen statt dezentraler KWK verstärkt gefördert werden.

Zusammenfassend lassen sich die beiden eingangs aufgeworfenen Fragen beantworten. Erstens: Ja, die Energiewende ist nicht nur notwendig, sondern möglich. Allerdings wird sie bei noch weiterem Ausbau fossiler Energieerzeugung (auch in Zusammenhang mit dem Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022) verlangsamt.

Zweitens: Die mit dem EEG und anderer Unterstützung in Deutschland verfolgte Bevorzugung heimischer dezentraler Stromerzeugung ist vielfach wenig zweckmäßig, da teuer, voraussichtlich nicht bestandsfähig in einem liberalisierten europäischen Strommarkt und wenig effizient für den Klimaschutz. Viel wichtiger und wesentlich kostengünstiger wäre es, den ohnehin notwendigen transeuropäischen Netzausbau massiv zu forcieren, um nationalen Reserveleistungsaufwand zu reduzieren und wesentlich effektivere erneuerbare Stromerzeugung in geeigneteren EU- und angrenzenden Regionen für Deutschland nutzbar zu machen und dort vielleicht auch großvolumige Stromspeicherung zu ermöglichen.

Insgesamt ist ein gemeinsames europäisches Vorgehen von größter Bedeutung, nicht zuletzt auch dafür, eine Energiewende in den anderen großen Industrienationen der Welt zu bewirken. Denn für das Klima zählt nur die globale Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Zu den Auswirkungen des Ausstiegs aus der Kernkraft auf die Erreichbarkeit der deutschen Klimaschutzziele siehe den nachfolgenden Beitrag von Konrad Kleinknecht.

Konrad Kleinknecht

## Abkehr vom Klimaschutz?

Der überstürzte Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie hat schwerwiegende Folgen: Deutschland wird massiv Strom aus den Kernreaktoren der Nachbarländer Frankreich, Tschechien und der Schweiz importieren und viele Kohle- und Gaskraftwerke bauen müssen. Die Emissionen des Treibhausgases Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) werden ansteigen, und die Klimaziele der Regierung können nicht erreicht werden. Der Anstieg der Strompreise durch die Einspeisung der erneuerbaren Energien und den Zwang zum Kauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten wird Deutschland als Standort für die energieintensiven Industriezweige benachteiligen und viele Arbeitsplätze gefährden.

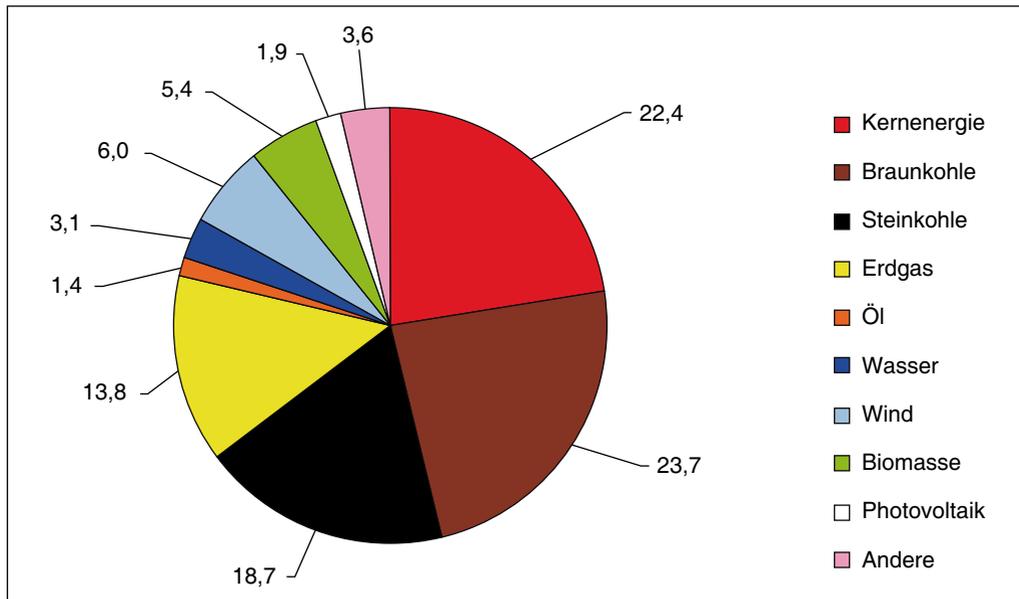
**Konrad Kleinknecht**

Dr. rer. nat., geb. 1940; Professor für Physik an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55128 Mainz. konrad.kleinknecht@uni-mainz.de

Die deutsche Stromversorgung ruhte im Jahr 2010 auf zwei Säulen: der Kernenergie und der Verbrennung von Kohle und Erdgas. Hinzu kamen ein kleiner Anteil von zeitlich konstanter Energie aus Laufwasserkraftwerken und Biomasseverbrennung sowie zeitlich variable Anteile aus Windkraft und Photovoltaik (*Abbildung 1*). Der Ausbau der erneuerbaren Energiequellen war erklärtes Ziel der Regierung, und die im September 2010 von ihr beschlossene Laufzeitverlängerung der Kernreaktoren gab den Energieversorgern die Möglichkeit, mit ihren Gewinnen Windkraftanlagen auf hoher See in großem Umfang zu finanzieren. Das Ziel, bis zum Jahr 2020 einen Anteil von 30 Prozent am Strombedarf durch erneuerbare Quellen bereitzustellen und gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern, hätte damit erreicht werden können („*Szenario A*“ in *Abbildung 3*).

Am 11. März 2011 bebten an der Ostküste der japanischen Insel Honshu die Erde und der Meeresboden. Das Beben der Stärke 9 und der darauf folgende Tsunami verursachten eine Havarie in den unmittelbar an der Küs-

Abbildung 1: Quellen der Stromerzeugung in Deutschland (2010, in Prozent)



Quelle: Eigene Darstellung.

te gelegenen Kernkraftwerken von Fukushima. Das Erdbeben führte zur kontrollierten Abschaltung der Wärmeerzeugung in allen Reaktoren. Die Nachzerfallswärme wurde zunächst durch die anspringenden Notkühlsysteme abgeführt. 46 Minuten später traf eine 14 Meter hohe Welle auf die Küste, überspülte die zu niedrigen Schutzmauern und zerstörte Dieselgeneratoren und Kühlwasserpumpen. Durch den Ausfall der Kühlung schmolzen einige Brennstäbe im Inneren von drei der sechs Druckbehälter. Der größte Teil des radioaktiven Inventars blieb in den Sicherheitsbehältern, ein kleiner Teil wurde freigesetzt.

In Deutschland hat sich durch den Unfall in Japan sachlich nichts verändert. Die Sicherheit unserer Kernkraftwerke ist gleich geblieben, Tsunamis kommen nicht vor, Erdbeben sind tausendmal schwächer als in Japan, und gegen Flugzeugentführer helfen Passagierkontrollen und Vernebelungsstrategien. Trotz der unveränderten Sicherheitslage in Deutschland empfand die Bundeskanzlerin die Katastrophe in Japan als „Einschnitt für die Welt und mich persönlich“. Sie habe eine neue Bewertung vorgenommen. Kernenergieunfälle seien nicht sicher beherrschbar. Sie entschied, die sieben ältesten Kernreaktoren durch ein Moratorium sofort abzuschalten. Die Reaktorsicherheitskommission soll-

te die Sicherheit der Reaktoren überprüfen, und eine ad hoc von der Kanzlerin eingesetzte Ethikkommission sollte über den Ausstieg aus der Kernenergie beraten.

Allerdings erklärte der Vorsitzende dieser Kommission, Klaus Töpfer, schon vor dem Beginn der Beratungen, das Ergebnis solle der Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie sein. Die Kommission hat diese Empfehlung in ihrem Bericht auch ausgesprochen. Erstaunlich ist dabei, dass sie einerseits fordert, der Zeitrahmen für den Ausstieg müsse so bemessen sein, dass eine alternative Stromerzeugung aufgebaut werden kann, aber andererseits dafür einen engen Zeitrahmen von zehn Jahren empfiehlt. An keiner Stelle des Berichtes wird der Versuch unternommen, für diese kühne Forderung eine konkrete quantitative Begründung zu geben. Für die Umstellung unserer gesamten Stromversorgung und damit unserer Wirtschaft ist das ein unrealistisch kurzer Zeitraum, der weniger auf rationalen Überlegungen als auf dem Prinzip Hoffnung beruht.

Die Regierung und der Bundestag haben diesen Zeitrahmen übernommen, ohne die Folgen genau zu übersehen. Unter Zeitdruck konnte im Parlament und seinen Ausschüssen keine breite öffentliche Diskussion

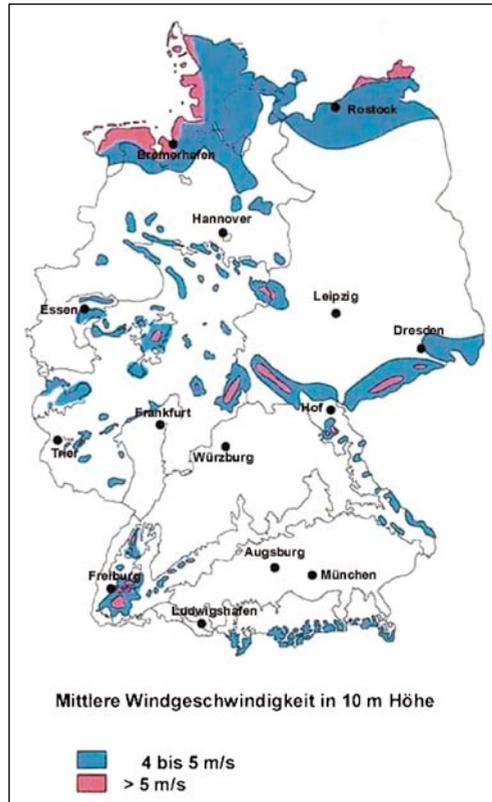
geführt werden, wie es bei einer so wichtigen Entscheidung angebracht gewesen wäre. Es fehlt eine belastbare empirische Begründung, um die Fragen nach der Versorgungssicherheit, der Finanzierbarkeit, den Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung und die soziale Verträglichkeit angemessen behandeln zu können. Im Gegensatz zu dem Ausstiegsplan der Regierung Schröder, der mit der Industrie abgestimmt war und von dieser als realisierbar eingeschätzt wurde, ist dieses Gesetz ohne Anhörung der Industrie und gegen sie beschlossen worden. Dadurch müssen die vier überregionalen Energieversorger große Vermögensverluste hinnehmen, die ihre Fähigkeit schwächen, in den Aufbau der erneuerbaren Energien und der benötigten fossilen Kraftwerke zu investieren.

## Wie schnell können wir erneuerbare Energiequellen erschließen?

Gegenwärtig liefern Wasserkraft, Wind, Biomasse und Photovoltaik zusammen rund 17 Prozent unseres Strombedarfs, allerdings zu unregelmäßigen, vom Wetter abhängigen Zeiten. Die zu jeder Sekunde von der Industrie, Dienstleistern und den Privatkunden benötigte sichere Grundlast wird etwa je zur Hälfte von Braunkohle- und Kernkraftwerken bereitgestellt. Der Beitrag der erneuerbaren Energiequellen hat sich seit 1990 um 13 Prozent auf gegenwärtig 16,4 Prozent erhöht. Darunter tragen die Windkraft mit 6 Prozent und die Biomasse mit 5,4 Prozent den größten Anteil bei, während die Photovoltaik nur 1,9 Prozent und die Wasserkraftwerke unverändert 3,1 Prozent beisteuern. Der Anstieg wurde durch Investitionen in Milliardenhöhe und verdeckte Subventionen über garantierte Einspeisevergütungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erreicht, die von 2,2 Milliarden Euro im Jahr 2002 auf 12,7 Milliarden im Jahr 2009 anstiegen.

Wenn die Geschwindigkeit des Ausbaus erneuerbarer Energiequellen gegenüber den vergangenen Jahrzehnten verdoppelt wird, so ist eine weitere Steigerung in den nächsten zehn Jahren auf 25 oder 30 Prozent denkbar. Der Zuwachs wird vorwiegend durch den Ausbau der Windkraft auf der offenen Nord- und Ostsee (*offshore*) erreicht werden. Im Binnenland gibt es nicht mehr genügend windreiche Standorte (*Abbildung 2*). Als Pilotan-

Abbildung 2: Windkarte von Deutschland



Quelle: Universität München.

lage wurde 2010 der Windpark Alpha Ventus nach vierjähriger Bauzeit fertig gestellt. Dort stehen zwölf 150 Meter hohe Türme, die jeweils fünf Megawatt Spitzenleistung liefern können. Die Investitionskosten beliefen sich auf 250 Millionen Euro, die jährliche Energieeinspeisung beträgt 250 Millionen Kilowattstunden (KWh) bzw. 0,25 Terawattstunden (TWh). Die Bundesregierung hat 20 Plätze in der Nord- und Ostsee für solche Windparks genehmigt, weitere 30 Standorte sind geplant. Um bis 2020 die Einspeisung der Windenergie auf 80 Milliarden KWh zu verdoppeln, müssen nach dem Plan des Bundesumweltministers insgesamt 2000 Turbinen im offenen Meer installiert werden. Dies sind 160 Windparks der Größe von Alpha Ventus. Es ist zweifelhaft, ob dieses riesige Projekt in zehn Jahren zu verwirklichen ist. Falls es gelingen sollte, liefern die Windparks soviel elektrische Energie wie acht große Kohlekraftwerke zum Investitionspreis von 40 Kohlekraftwerken. Für die technische Umsetzung, die bürokratische Genehmigung und den Aufbau der Seekabel zur Küste und der Hochspannungslei-

tungen von der Küste ins Binnenland werden nach Abschätzungen der Deutschen Energieagentur (dena) mindestens zehn Jahre Zeit benötigt. Auch die Finanzierung der großen Investitionssumme ist schwierig, da die großen Stromversorger durch den Ausstiegsbeschluss Verluste hinnehmen müssen.

Der Beitrag der Photovoltaik liegt trotz der enormen Subventionen durch die Einspeisungsgebühr des EEG im Jahr 2010 nur bei knapp zwei Prozent des Strombedarfs. Die auf 20 Jahre garantierten Einspeisevergütungen für die bis 2010 installierten Photovoltaikanlagen addieren sich auf 85,4 Milliarden Euro,<sup>1</sup> die über den Strompreis finanziert werden. Die Ökobilanz der gegenwärtig eingebauten Solarpaneele aus dicken Siliziumschichten leidet darunter, dass das Silizium unter großem Elektrizitätsbedarf aus Quarzsand erschmolzen und anschließend in chemischen Verfahren zu hochreinem Solarsilizium umgewandelt werden muss. Der Energieaufwand der Paneele ist so hoch, dass die Rückgewinnung der Energie im sonnenarmen Deutschland jeweils drei bis fünf Jahre Betrieb erfordert. Günstiger wäre die Verwendung von Dünnschichtzellen aus Silizium, die Dünnschichttechnologie des CIGS-Materials oder die Cadmium-Tellur-Photovoltaik. Die deutschen Firmen haben diese alternativen Techniken nicht genügend weiterentwickelt, sodass die Kosten ihrer Module hoch geblieben sind und die asiatische Konkurrenz im deutschen Markt dominiert. Das EEG dient so dem Aufbau der Solarindustrie in Asien.

Sowohl die Windkraft wie die Photovoltaik liefern Strom nur für günstige Zeitperioden. Die volle Leistung erreichen Windkraftwerke an Land durchschnittlich während vier Stunden und im Meer während zehn Stunden am Tag, die Photovoltaik während zweieinhalb Stunden am Tag. Die konstant benötigte Grundlast an Strom für Industrie und Haushalte wird zurzeit je zur Hälfte von Braunkohle und Kernkraft getragen. Diesen Bedarf können die erneuerbaren Energiequellen für die nächsten 20 Jahre nicht zuverlässig liefern. Wie langsam ihr Ausbau verläuft, kann man an der Entwicklung der eingespei-

ten Energiemenge ablesen: Die Summe der Energiemengen aus Wasser, Wind, Biomasse und Photovoltaik stieg von 87 TWh im Jahr 2007 lediglich auf 102,3 TWh im Jahr 2010, das heißt von 14,1 Prozent auf 17 Prozent des Strombedarfs. Nur wenn sich der Trend des Ausbaus der erneuerbaren Energiequellen in den nächsten zehn Jahren verstärkt fortsetzt, kann die Marke von 30 Prozent der Stromerzeugung bis 2020 erreicht werden.

## Hochspannungsleitungen und Speicherseen

Wenn die Leistung der an der Nordseeküste oder auf offener See installierten Windkraftwerke in Norddeutschland nicht abgenommen werden kann, muss sie nach Skandinavien exportiert werden, gegen Abnahmegebühr freilich. Für den Transport nach Süden fehlt es an Hochspannungsleitungen. Nach Berechnungen der dena ist der Bau von 3600 Kilometern solcher Höchstspannungsleitungen von Nord nach Süd notwendig. Die gegenwärtig geplanten Vorhaben werden von diversen Bürgerinitiativen bekämpft und von Verwaltungsgerichten um Jahre verzögert. Elektrischer Strom kann im nötigen Umfang nur in Pumpspeicherkraftwerken gespeichert werden. Der Neubau von Staudämmen ist heute in Deutschland nur noch in wenigen Fällen möglich, weil er dem Naturschutz zuwider läuft. Alternative Speichermöglichkeiten wie Batterien oder andere chemische Verfahren bieten keine genügend große Kapazität für die benötigte Menge an elektrischer Energie. Der Fortschritt in diesen Techniken war in den letzten 20 Jahren nicht groß genug.

Im Gegensatz zu der Schweiz oder Österreich verfügt Deutschland aber nur in den Mittelgebirgen über die nötigen Höhenunterschiede für solche Speicher. In Sachsen und im Schwarzwald liegen die leistungsfähigsten Anlagen, aber ihre Kapazität reicht bei weitem nicht aus, um den Speicherbedarf zu decken. Gegenwärtig haben alle Pumpspeicherkraftwerke im Süden eine Kapazität von 30 Millionen Kilowattstunden. Die Energie, die die 21 585 Windkraftwerke an der Nord- und Ostseeküste in acht Stunden erzeugen, ist zehnmal größer. Der Ausbau der Speicher im Süden hätte also höchste Priorität. Allerdings stößt das einzige Großprojekt für solche Speicher, die Erweiterung des Schluch-

<sup>1</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Zur Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, Brief an Minister Brüderle, 2. 5. 2011, S. 2.

seekraftwerks bei Atdorf auf Widerstand der Anwohner. In den nächsten zehn Jahren wird in Deutschland also höchstens ein neues Pumpspeicherwerk gebaut werden.

Deshalb muss für jedes Wind- oder Solar-kraftwerk ein fossiles Tandem-Kraftwerk ge-  
baut werden, das als Reserve für den Still-  
stand der erneuerbaren Energiequelle dient.  
Besonders geeignet als schnell aktivierbare  
Stromquellen sind Gas- oder GuD-Kraft-  
werke (Gas- und Dampfkraftwerke).

## Ersatz für die ausfallenden Kraftwerke?

Die erneuerbaren Energiequellen werden im  
Jahre 2020 zwischen 25 und 35 Prozent unseres  
Strombedarfs abdecken, zu unterschiedlichen  
Tages- und Jahreszeiten. Alle realistischen  
Prognosen ergeben solche Resultate. Wie sol-  
len in den nächsten zehn Jahren die restlichen  
70 Prozent unseres Strombedarfs gedeckt wer-  
den? Da die Kernkraftwerke vom Netz gehen,  
müssen mehr als 20 Kohle- und Gaskraftwer-  
ke gebaut werden, besonders im Süden.

Da sowohl der Ausbau der Hochspannungs-  
trassen von Nord nach Süd als auch der Bau  
neuer Pumpspeicherkraftwerke im Süden  
durch Bürgerinitiativen verzögert wird, ist es  
nicht sicher, ob der beabsichtigte Ausbau der  
Windkraft im Norden dem Süden des Landes  
helfen kann. Es zeigt sich eine regionale Asym-  
metrie: Die leistungsfähigen Industriestand-  
orte in den Ländern Bayern, Baden-Württemberg  
und Hessen, die bisher mehr als 50 Prozent ih-  
rer elektrischen Energie aus Kernkraftwerken  
bezogen, können die Grundlast ihrer Strom-  
versorgung nur zum kleinen Teil aus erneuer-  
baren Energiequellen ersetzen. Windkraft im  
Süden ist wesentlich weniger ertragreich als an  
der Küste oder auf dem Meer, weil die Lei-  
stung solcher Anlagen mit der dritten Potenz  
der mittleren Windgeschwindigkeit abnimmt.  
Steht eine Windkraftanlage also in einem Ge-  
biet, in dem die mittlere Windgeschwindigkeit  
halb so groß ist wie an der Küste, dann ent-  
spricht ihre Leistung nur einem Achtel einer  
gleichwertigen Anlage in Küstennähe.

Die südlichen Länder sind also nach der Ab-  
schaltung ihrer Kernkraftwerke darauf ange-  
wiesen, auf importierten Strom aus Tschechi-  
en, Frankreich und der Schweiz auszuweichen

und neue fossile Kraftwerke zu bauen. Die der-  
zeit im Bau befindlichen elf Kohlekraftwer-  
ke und die weiteren elf geplanten liegen aller-  
dings hauptsächlich im Norden und Westen.  
Um höchste Wirkungsgrade zu erzielen, sind  
die Hochleistungskessel für 600 Grad Celsi-  
us Dampftemperatur und 280-fachen Atmo-  
sphärendruck ausgelegt, sie bestehen aus einer  
neu entwickelten Stahlsorte. Bei drei der neun  
im Bau befindlichen Kraftwerke haben sich  
bei diesen neuen Kesseln undichte Stellen in  
den Schweißnähten gebildet, die Nachbesse-  
rungen oder einen kompletten Austausch des  
Kessels erfordern und eine Verzögerung von  
ein bis zwei Jahren verursachen.

In Bayern sind im Augenblick nur Pläne für  
Gaskraftwerke mit russischem Gas bekannt.  
Der Einsatz von Flüssiggas aus Katar ist noch  
nicht möglich, da kein deutscher Hafen zum  
Gasterminal ausgebaut worden ist. Die Koh-  
le für Kraftwerke im Süden muss beispiele-  
weise aus Australien über den Rhein oder das  
Schwarze Meer und die Donau transportiert  
werden. Die Versorgung Süddeutschlands ist  
mittelfristig ungesichert.

## Ist Klimaschutz noch möglich?

Hauptverursacher des anthropogenen Treib-  
hauseffektes ist CO<sub>2</sub>, das bei der Verbrennung  
von Kohle, Öl oder Erdgas entsteht. Jährlich  
entweichen weltweit 33 Milliarden Tonnen  
CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre, die so zum Endlag-  
er für dieses Treibhausgas wird. Die welt-  
weiten Emissionen nehmen auch nach dem  
Abschluss des Kyoto-Protokolls von 1997  
unvermindert zu, weil die größten Emitten-  
ten China, USA und Indien dem Protokoll  
nicht beigetreten sind und auch die übrigen  
Schwellenländer ihre Energieversorgung  
vorwiegend auf der Basis von Kohlekraft-  
werken ausbauen. Entsprechend stieg auch  
die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre  
auf den gegenwärtigen Wert von 395 ppmv  
(*parts-per-million by volume*, Volumenanteile  
pro eine Million Luftmoleküle). Deutsch-  
land ist für etwa drei Prozent der Emissionen  
verantwortlich. Die größten Beiträge kom-  
men aus China und den USA, die jährlich sie-  
ben bzw. sechs Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> emit-  
tieren. Eine Lösung des Klimaproblems wird  
nur gelingen, wenn diese beiden Großmächte  
ihre Emissionen merklich reduzieren. Dafür  
gab es aber bei der jüngsten Klimakonferenz

der Vereinten Nationen 2010 in Cancún keine Anzeichen.

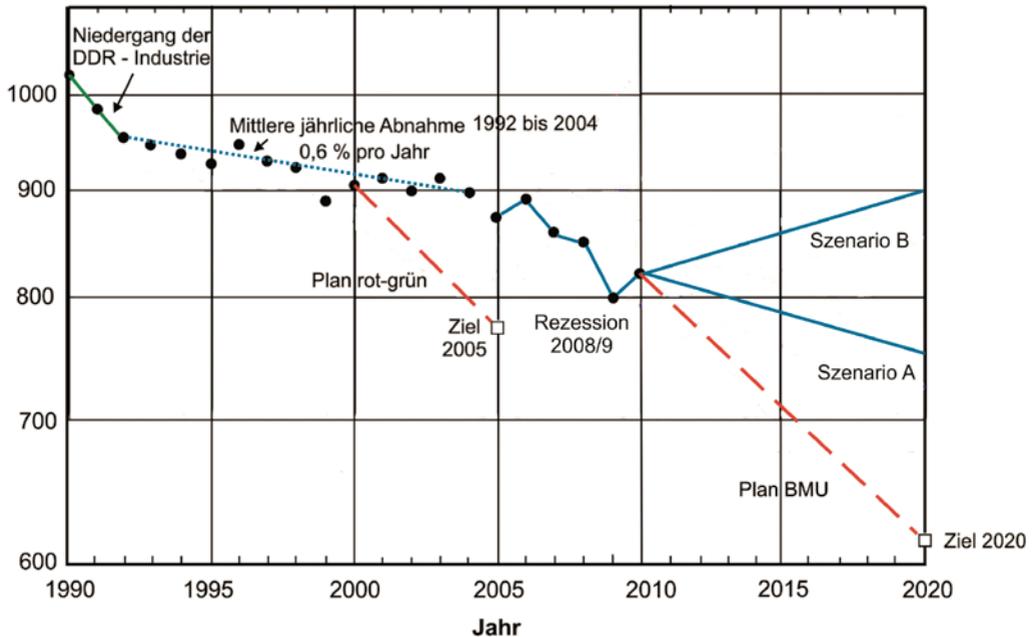
Die Europäische Union (EU) hat sich trotzdem das Ziel gesetzt, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 20 Prozent zu senken. Deutschland muss dafür am stärksten reduzieren, weil es im Vergleich zu allen anderen europäischen Ländern am meisten CO<sub>2</sub> produziert. Auch wenn man die Emissionen auf die Zahl der Einwohner bezieht, liegt Deutschland in Europa an der Spitze. Die Bundesregierung plante daher im Herbst 2010, den Ausstoß bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent zu senken („Plan BMU“ in Abbildung 3).

In Deutschland sind Braunkohle- und Steinkohlekraftwerke mit mehr als 300 Millionen Tonnen jährlich etwa für ein Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Zusammen mit den Erdgaskraftwerken liefern sie mehr als die Hälfte unseres Stroms (Abbildung 1). Weitere große Mengen an Kohlendioxid kommen aus den Wohnungsheizungen und aus dem Verkehr (jeweils über zehn Prozent). Beide Anteile können schrittweise ge-

senkt werden. Die bessere Wärmedämmung bei Neubauten und die energetische Altbauanierung von rund 200 000 Wohnungen pro Jahr reduzieren den Ausstoß allerdings noch nicht genug. Bei gleichbleibender Rate dauert die Renovierung des Bestandes länger als 100 Jahre. Beim Verkehr werden die Verbrauchsbegrenzungen durch die EU zu einer langsamen Effizienzsteigerung führen. Elektroautos tragen jedoch nur dann zur Emissionsminderung bei, wenn der Strom zum Aufladen der Fahrbatterien aus Kernkraftwerken oder erneuerbaren Energiequellen kommt. Klimapolitisches Ziel muss es sein, neben diesen Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung die Emission von Treibhausgasen bei der Stromerzeugung abzusenken.

Seit 1990 haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland abgenommen, wobei der Rückgang zur Hälfte auf dem Niedergang der Industrie in den östlichen Bundesländern beruht. Lässt man den Anteil der vereinigungsbedingten Reduktionen in den Jahren 1990 und 1991 weg, sanken in den Jahren von 1992 bis

Abbildung 3: Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland (in Millionen Tonnen)



Abnahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2004 nach Daten des Bundeswirtschaftsministeriums (Punkte, blau gestrichelte Linie); weitere Entwicklung nach drei Szenarien: „Plan BMU“ (rot gestrichelte Linie rechts) = angestrebte Emissionsabnahme laut Plan des Bundesumweltministeriums; „Szenario A“ (untere blaue Linie) = zu erwartende Emissionsabnahme nach dem AKW-Laufzeitverlängerungsbeschluss Herbst 2010; „Szenario B“: zu erwartende Emissionsentwicklung nach Ausstiegsbeschluss Sommer 2011.

Quelle: Eigene Darstellung.

2004 die CO<sub>2</sub>-Emissionen zwar gleichmäßig, aber jährlich nur noch um 0,6 Prozent. Das kann auf die zunehmende Einspeisung von Windstrom zurückgeführt werden, unter Beibehaltung des Anteils der Kernenergie. Eine größere Abnahme gab es auch durch die Finanzkrise und die folgende Rezession der Wirtschaft 2008/2009 (*Abbildung 3*).

Die Bundesregierung wollte schon im „Nationalen Klimaschutzprogramm“ vom Oktober 2000 den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2005 um 25 Prozent vermindern. Diese Marke wurde jedoch nicht erreicht („*Plan rotgrün*“ in *Abbildung 3*). Im Herbst 2010 plante der Bundesumweltminister eine Minderung der Emissionen auf 610 Millionen Tonnen im Jahr 2020. Seit dem Ausstieg aus der CO<sub>2</sub>-freien Kernenergie sind all diese Ziele hinfällig. Trotz optimaler Förderung werden die erneuerbaren Energiequellen bis zum Jahr 2020 nur etwa 30 Prozent unseres Strombedarfs decken können. Deshalb sind wir dann für die verbleibenden 70 Prozent auf die fossilen Verbrennungskraftwerke und den Stromimport aus unseren Nachbarländern angewiesen. Außerdem müssen fossile Kraftwerke als Reservekapazität für die zeitlich variable Stromeinspeisung der Wind- und Solaranlagen bereitgehalten werden.

Der nötige Neubau von Kohle- und Gaskraftwerken bedingt eine Steigerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Die geplanten 22 neuen Kohlekraftwerke mit etwa 20 Gigawatt Leistung emittieren jährlich 90 Millionen Tonnen Kohlendioxid. Da es die Versorgungssicherheit nicht gestattet, alte, ineffiziente Kohlekraftwerke abzuschalten, steigen die jährlichen deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Neuanlagen entsprechend. Das verletzt die deutschen Klimaschutzziele innerhalb der EU und des Kyoto-Protokolls.

Deshalb wird versucht, das erzeugte CO<sub>2</sub> chemisch abzuscheiden und in unterirdische Endlager zu bringen, statt es in die Atmosphäre zu entlassen (CCS: *Carbon Dioxide Capture and Storage*). Alle diese Prozesse haben den Nachteil, dass für die Abscheidung des Kohlendioxids und die anschließende Verdichtung vor dem Transport etwa ein Viertel des vom Brennstoff erzeugten Stroms verbraucht wird. Dadurch reduziert sich der effektive Wirkungsgrad des Kraftwerks, und der Brennstoffeinsatz erhöht sich

um 30 Prozent. Schließlich müssen die vermehrten CO<sub>2</sub>-Rückstände, etwa 400 Millionen Tonnen pro Jahr, sicher und dauerhaft in der Erde „endgelagert“ werden.

Eine hinreichend große Speicherkapazität bieten sogenannte Salzwasseraquifere. Solche porösen Schichten, die Wasser führen, finden sich zum Beispiel in Norddeutschland in einer Tiefe von 1000 Metern. Dort müsste eine große technische Infrastruktur aufgebaut werden, um täglich eine Million Tonnen CO<sub>2</sub>-Abfall von den Kraftwerken zu den Lagerstätten zu transportieren, unter 70-fachem Atmosphärendruck einzupressen und für Tausende von Jahren sicher zu speichern. Die Endlagerung birgt jedoch Risiken. Denn es ist unklar, ob die Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> mit der Zeit nicht doch in die Atmosphäre diffundieren können. Der Bundestag hat im Juni 2011 ein Gesetz verabschiedet, das die Einlagerung von flüssigem CO<sub>2</sub> in tiefen Schichten ermöglicht. Allerdings enthält das Gesetz eine Veto-Klausel für die betroffenen Bundesländer, und zwei dieser Länder haben schon beschlossen, die Endlagerung nicht zuzulassen. Am 23. September 2011 lehnte der Bundesrat das Gesetz ab. Das CCS-Verfahren wird deshalb für das Erreichen der Klimaziele bis 2020 keinen Beitrag leisten.

Für die mittelfristige Entwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2020 bleibt nach dem Beschluss, aus der Kernenergie auszustiegen, von den in den vergangenen Jahren diskutierten Alternativen nur noch das „Szenario B“ in *Abbildung 3* übrig:

- Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird weiter gefördert. Sie erreichen bis 2020 einen Anteil von 30 Prozent an der Stromerzeugung. Die Kernkraftwerke werden nach und nach abgeschaltet. Die entstehende Versorgungslücke wird zum kleineren Teil durch den Zuwachs der erneuerbaren Energiequellen und zum überwiegenden Teil durch den Neubau fossiler Kohle- und Gaskraftwerke und den Stromimport aus Frankreich, Tschechien und der Schweiz gedeckt.
- Die Energiekonzerne planen als kostengünstigste Art der Stromerzeugung 22 neue Braunkohle- und Steinkohlekraftwerke mit einer Gesamtleistung von etwa 20 Gigawatt für die Grundlast.

- Zum kurzfristigen Ausgleich von zeitlich schwankenden Stromquellen werden effiziente GuD-Kraftwerke gebaut. Die Hälfte der benötigten Gasmenge wird aus Russland geliefert. Russische Gaslieferanten beteiligen sich an deutschen Energieunternehmen.
- Der Anteil fossiler Kraftwerke an der Stromerzeugung steigt auf etwa 70 Prozent.
- Die fossilen Kraftwerke in Deutschland werden durch die CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate innerhalb der EU mit rund neun Milliarden Euro im Jahr belastet, während in Frankreich die Industrie keine solche Belastung übernehmen muss.
- Der Strompreis in Deutschland steigt weiter; relativ zu Frankreich ist er zur Zeit (Steuern eingerechnet) schon um 70 Prozent höher.

## Vom „Vorreiter“ zum Nachzügler

Die Bundesregierung betrachtete sich bisher als Vorreiter der Klimapolitik. Nun wird sie von der Realität eingeholt: Durch die Energiewende werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen in zehn Jahren voraussichtlich um 90 Millionen Tonnen pro Jahr höher sein als heute. Dieser Anstieg kann durch die Klimaschutzmaßnahmen in anderen Sektoren höchstens zu einem Drittel kompensiert werden. Deutschland steigert seine Emissionen und bleibt der größte CO<sub>2</sub>-Emittent Europas, sowohl nach dem absoluten Betrag wie nach den Emissionen pro Einwohner. Die Klimaziele innerhalb der EU sind so nicht erreichbar.

Deutschland reiht sich damit als Nachzügler in die Liste der Länder ein, die keine verbindlichen Ziele zur Reduktion der Treibhausgase akzeptieren und keinem Folgeabkommen zum Kyoto-Protokoll ab 2013 beitreten werden: China, USA, Russland, Indien, Japan und Kanada.

Nicht nur das Klimaproblem, sondern viele andere Fragen werden durch die deutsche Energiewende neu aufgeworfen und sind ungelöst: Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit, Auswirkungen auf Wirtschaft und soziale Gerechtigkeit. Sie harren einer realitätsnahen Antwort.

*Manfred Bürger · Michael Buck ·  
Georg Pohlner · Jörg Starflinger*

# Fukushima: Gefahr gebannt? Lernen aus der Katastrophe

Das Erdbeben und der Tsunami vom 11. März 2011 haben in Japan unvorstellbare Zerstörungen, den Tod von wohl mehr

als 20000 Menschen und die Verwüstung ganzer Städte hervorgerufen. Das Hauptthema in Deutschland war jedoch der Reaktorunfall in Fukushima. Das Ringen um die Kernschmelze und die Freisetzung von Radioaktivität beschäftigte die deutsche Öffentlichkeit, aktualisierte Ängste und führte schließlich zur Rücknahme der Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke und zur sofortigen Stilllegung von Anlagen in Deutschland. Die Naturkatastrophe verblasste demgegenüber in der Wahrnehmung.

Wie kommt es zu dieser unterschiedlichen Wahrnehmung? Kann die Naturkatastrophe nur schicksalhaft hingenommen werden, während der Reaktorunfall Anlass gibt, Alternativen zu bedenken? In Deutschland sind Erdbeben und Tsunami keine realen Bedrohungen, was wohl auch ein Grund ist, weshalb die Reaktorkatastrophe stärker wahrgenommen wurde. Dabei war der Bezug zu Diskussionen um Risiken der Technik und Alternativen gegeben.

### **Manfred Bürger**

Diplomphysiker, geb. 1946; Leiter der Abteilung Reaktorsicherheit, Systeme und Umwelt (RSU) am Institut für Kernenergetik (IKE) der Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart.  
manfred.buerger@ike.uni-stuttgart.de

### **Michael Buck**

Dr.-Ing., geb. 1963; wissenschaftlicher Mitarbeiter am IKE (s. o.).  
michael.buck@ike.uni-stuttgart.de

### **Georg Pohlner**

Diplomphysiker, geb. 1963; wissenschaftlicher Mitarbeiter am IKE (s. o.).  
georg.pohlner@ike.uni-stuttgart.de

### **Jörg Starflinger**

Dr.-Ing., geb. 1966; Professor für Kerntechnik und Reaktorsicherheit, Direktor des IKE (s. o.).  
joerg.starflinger@ike.uni-stuttgart.de

## Sicherheitskonzept und Krisenmanagement in Fukushima

Auf den Unfallablauf in Fukushima wird hier nicht näher eingegangen, wesentliche Aussagen sind schon publiziert.<sup>1</sup> Das zentrale Problem war die Kühlung des Reaktorkerns nach Stromausfall als Folge des Erdbebens und der Ausfall der Notkühlssysteme infolge des Tsunamis. Zwar wurde die Kettenreaktion abgeschaltet, durch den Zerfall der entstandenen radioaktiven Stoffe tritt aber noch über längere Zeit eine erhebliche Wärmefreisetzung auf. Bei Ausfall der Kühlssysteme führt dies zum Ausdampfen des Kühlwassers, schließlich zum Aufheizen und Schmelzen des Kernmaterials. Durch die Oxidation der den uranhaltigen Brennstoff umschließenden Hüllrohre in Wasserdampf entsteht dabei ab etwa 1200 °C Wasserstoff. Die Aufheizung wird durch die chemische Reaktion verstärkt, ab etwa 1800 °C treten erste Schmelzvorgänge auf, und ab etwa 2700 °C schmilzt schließlich der ganze Kern. Ohne Kühlung führt dieser Ablauf zum schrittweisen Versagen der Barrieren gegen die Freisetzung radioaktiven Materials, also der Brennstabhüllen, des Reaktordruckbehälters, des Sicherheitsbehälters (*containment*) und letztlich des Reaktorgebäudes selbst. Im Folgenden werden nur die hauptsächlich im Unfallablauf zu Tage getretenen Schwachstellen zusammengefasst.

Das vollständige Versagen der Notstrom- und Notkühlungssysteme durch den Tsunami stellt einen Ausfall mehrfacher Systeme durch eine gemeinsame Fehlerursache dar (*common mode failure*). Dies ist bei der Konstruktion derartiger Anlagen grundsätzlich zu vermeiden. Dazu wäre in Fukushima Daiichi eine gesicherte Unterbringung der Notstromdiesel und Notkühlpumpen gegen Überflutung durch Tsunamis notwendig gewesen. Ein weiterer Konstruktionsfehler trat im Verlauf des Unglücks bei der Druckent-

<sup>1</sup> Vgl. Bernhard Kuczera, Das schwere Tohoku-Seebeben in Japan und die Auswirkungen auf das Kernkraftwerk Fukushima Daiichi, in: atw, 56 (2011) 4–5, S. 234–241; Ludger Mohrbach, Unterschiede im gestaffelten Sicherheitskonzept: Vergleich Fukushima Daiichi mit deutschen Anlagen, in: ebd. S. 242–249; Bernhard Kuczera et al., Fukushima auch in Deutschland?, in: Spektrum der Wissenschaft, (2011) 8, S. 76–83.

lastung zutage. Das Abblasen von Dampf (*venting*) und damit auch von Wasserstoff erfolgte, bedingt durch die Bauweise, ins Gebäudedach. Dort bildete der Wasserstoff mit der Luft zündfähige Gemische, deren Explosion den Dachbereich zerstörte. Grundsätzlich ist über einen höheren Kamin mit eigener Filterung ein gesichertes *venting* direkt ins Freie zu gewährleisten. Auch die Lage der Brennelementbecken im wenig geschützten oberen Gebäudeteil außerhalb des *containments* stellte sich als Schwachstelle heraus. So wurden die Becken durch die Explosionen freigelegt, mit dem großen Risiko, dass ein Versagen der Kühlung und eine Aufheizung der Brennelemente dort zur direkten Freisetzung großer Mengen an Radioaktivität in die Umgebung führt.

Beim Krisenmanagement erwies sich eine unzureichende messtechnische Erfassung des Anlagenzustandes während des Unfallablaufs als Problem. Viele Maßnahmen erschienen wenig begründet. Dies wirft Fragen nach einer speziellen messtechnischen Auslegung für solche schweren Unfälle auf. Grundsätzlich hat Kühlung bei derartigen Störfällen absolute Priorität.<sup>2</sup> Die Unsicherheiten über den Anlagenzustand beeinträchtigten jedoch strategische Abwägungen, die vom Kraftwerksbetreiber TEPCO (Tokyo Electric Power Company) auch nicht kommuniziert wurden. So blieb unklar, welche Optionen zur Verfügung standen. Nach Stunden ohne Kühlung musste von Ausdampfen und erheblicher Aufheizung ausgegangen werden, erst recht nach den Wasserstoffexplosionen. Ein Einspeisen von Wasser in die heißen Kerne, mit starker Dampfentwicklung und Druckaufbau als Folge, kann nur alternierend mit *venting* funktionieren, was zunehmend mit radioaktiven Emissionen verbunden ist. Wenn allerdings die Chancen einer Kühlung, mit dem Hauptziel der Rückhaltung des radioaktiven Materials, immer kleiner werden und Lecks auftreten, dann ist eine Fortsetzung massiven Flutens zu hinterfragen, das dann gerade die Freisetzung von radioaktivem Material bewirkt. Maßnahmen der Einschließung müssten dann in den Vordergrund treten.

<sup>2</sup> Vgl. Manfred Bürger/Michael Buck/Günter Lohnert (guest eds.), Core melt accidents in LWRs – State of the Art of „Coolability of Porous Debris“, Nuclear Engineering and Design, 236 (2006).

## Folgen des Unfalls und Sanierungsmaßnahmen

Ein weiteres Unfallmanagement ist noch über längere Zeit erforderlich. So bleibt die Kühlung von Kernmaterial eine andauernde Aufgabe. Auch nach einem Jahr könnte noch Schmelzen auftreten, allerdings reicht dann ein stark reduzierter Wasserzustrom. Dies hängt aber auch von der Konfiguration der Schmelze ab. Große geschmolzene Anteile werden aber zunehmend unwahrscheinlicher, so dass Risiken daraus abnehmen. Eine weitere Verlagerung der Schmelze durch Beton- und Boden-Erosion sowie weitere Freisetzungen von Radioaktivität durch einen teilweise geschmolzenen Zustand sind aber nicht auszuschließen. Fortgesetztes massives Fluten kann kontraproduktiv sein.

Um eine weitere Verbreitung radioaktiven Materials zu verhindern, ist letztlich die gesamte Anlage durch stabile Umhüllungen einzuschließen. In der Umgebung müssen Dämme und im Erdreich tiefe Mauern errichtet werden. Auch sind verbesserte Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz gegen neuerliche Erdbeben und Tsunamis zu treffen. Erhebliche Belastungen in der Anlage selbst und einer weiten Umgebung resultieren bereits aus dem bisherigen Austrag radioaktiver Stoffe. Hierzu bedarf es intensiver, großräumiger Untersuchungen, wobei besonders lokale Spitzenbelastungen zu erfassen sind. Regelmäßige Gesundheitschecks sind erforderlich, zudem gilt es, im Bereich der Anlage und (abhängig von Messungen) in einer weiten Umgebung Dekontaminationsmaßnahmen einzuleiten. In den Anlagen steht das in großen Mengen angefallene, radioaktiv belastete Wasser im Vordergrund. Im Hinblick auf Wiederansiedlungen sind großflächige und tiefe Abtragungen des Erdreichs voraussichtlich unvermeidlich.

Eine Einschätzung aller Folgen des Unfalls ist nach wie vor schwierig. Im Vergleich zur Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986 ist nach vorliegenden Informationen viel weniger radioaktives Material freigesetzt worden, vor allem weil es in Fukushima keine unkontrollierte nukleare Kettenreaktion („nukleare Exkursion“) und keinen Graphitbrand gab wie in Tschernobyl. Die Wasserstoff-Explosionen öffneten dagegen hauptsächlich

nur Pfade für die Freisetzungen, die sich daher auf die nähere Umgebung konzentrierten. Die gesundheitlichen Auswirkungen der freigesetzten radioaktiven Stoffe sind noch schwerer zu beurteilen. Als Unfallfolgen sind aber auch die Belastungen aus der Evakuierung von mehr als 100 000 Menschen zu betrachten sowie die Unsicherheiten mit den fortbestehenden Gefährdungen. Maßnahmen entsprechend den hier aufgeführten sind auch Gegenstand einer „Roadmap“ von TEPCO.<sup>13</sup> Die darin angegebenen Ziele und Wege gehen in die richtige Richtung. Sie zeigen gleichzeitig den langen und aufwendigen Weg an.

## Lehren für Sicherheitskonzepte

Welche Lehren sind für Deutschland und Europa zu ziehen? In einer eilig herbeigeführten Entscheidung beschloss die Bundesregierung kurz nach der Katastrophe in Japan ein dreimonatiges Moratorium, und setzte die wenige Monate zuvor beschlossenen Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke aus. Die älteren Anlagen wurden vorläufig stillgelegt. Zugleich sollte durch einen „Stresstest“ deutscher Kernkraftwerke eine Basis für endgültige Entscheidungen geschaffen werden. Beim „Stresstest“ sollte eine anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung darüber durchgeführt werden, ob Sicherheit aufgrund neuer Annahmen neu definiert werden muss.

Welche Fragen ergeben sich also aus Fukushima? Offensichtlich handelt es sich nicht um bisher unerkannte Gefährdungen. Die Besonderheit einer Tsunami-Situation ist für Deutschland praktisch nicht gegeben. Festzustellen sind also allenfalls Defizite durch eine Nichtbeachtung von vorher bereits erkennbaren Risiken. Dann beinhaltet die Fragestellung für Deutschland und Europa eine Kritik an bisherigen Sicherheitsanalysen. Es reicht aber nicht aus, für jahrzehntelang Bearbeitetes in kurzer Frist neue Einschätzungen zu fordern. Das Funktionieren der Sicherheitsforschung und des Sicherheitssystems selbst ist dann zu überprüfen. Es drängt sich somit der Eindruck auf, dass der „Stresstest“ vor al-

<sup>13</sup> Vgl. Current Status of „Roadmap towards Restoration from the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, TEPCO“ (Revised edition), 17. 8. 2011, online: [www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11\\_e/images/110817e3.pdf](http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110817e3.pdf) (29. 9. 2011).

lem der Argumentation für den politisch gewollten Ausstieg dienen sollte.

Letztendlich wurde als hauptsächliches Kriterium für die Abschaltung einzelner Kraftwerke die Absicherung gegen Flugzeugabstürze herangezogen. Tatsächlich handelt es sich hier um äußere Ereignisse, die am ehesten ein Außerkraftsetzen auch von geschützten Notstromsystemen verursachen könnten. Durch Explosionen und großräumige Brände könnten auch längere Zeit Zugänge versperrt sein. Weitere Betrachtungen solcher „Restrisiko“-Szenarien scheinen geboten, schon im Hinblick auf die noch laufenden Reaktoren in Deutschland und die Perspektiven in Europa.

## Anforderungen an eine Sicherheitskultur

Fukushima konfrontiert uns direkt mit der Frage nach einer funktionierenden Sicherheitskultur. Eine solche erfordert einen ständigen Prozess der Analyse von Sicherheitsfragen und der Erarbeitung eines Sicherheitsstandards, wobei auch der Prozess selbst und seine Mängel und Ausblendungen zu reflektieren sind. Wenn Kritik an den mangelhaften Notfallkonzepten in Fukushima bzw. an deren mangelhafter Auslegung erst jetzt zutage tritt, muss ein Versagen der internationalen Sicherheitskultur konstatiert werden.

Das Problem von Risikobetrachtungen und Sicherheitsanalysen bei Kernreaktoren liegt in der Komplexität der Prozesse, physikalisch wie technisch. Dazu kommt, dass Unfallabläufe wie in Fukushima nur anhand von Modellen untersucht werden können sowie in Experimenten in kleinem Maßstab und meist mit Simulationsmaterialien. Wie sind damit aber abgesicherte Erkenntnisse zu gewinnen? Die Qualität der Urteile zu Sicherheitsfragen basiert auf einer kulturellen Qualität, die nur über Zusammenarbeit und Auseinandersetzung entstehen kann.<sup>†</sup> Ohne gemeinsames Bemühen und ohne Ausein-

<sup>†</sup> Vgl. Theofanis G. Theofanous, Risk, Severe Accidents and Thermohydraulics, in: Proceedings of the International Topical Meeting on Nuclear Thermal-Hydraulics, 10<sup>th</sup> International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics (NURETH-10), Seoul, October 5–9, 2003.

dersetzung über Ziele und Wege gibt es keine Sicherheit. Formale Definitionen und Festlegungen helfen nur begrenzt. Natürlich ist die Fixierung und Einhaltung von Regeln wichtig, um eine Kultur zu erreichen, in der Verlässlichkeit und Beachtung des gemeinsam Festgelegten hohe Werte sind. Andererseits darf ein solches System auch nicht erstarren, sondern bedarf hinsichtlich der aufgestellten Regeln und ihrer Basis der ständigen Überprüfung.

Der US-amerikanische Risikoforscher Theofanis Theofanous skizziert ein entsprechendes Verhältnis von Wissenschaft, Ingenieurwesen und Management als Basis von Sicherheitskultur. Vereinfachend weist er der Wissenschaft das Hinterfragen, dem Ingenieurwesen das praktische Anpacken und dem Management bzw. der Politik eine steuernde und ausgleichende Rolle zu. Erst aus dem Zusammenwirken aller drei könne sich Sicherheitskultur herausbilden. Ein offensichtliches Versagen liegt demzufolge vor, wenn bloße Anpassung herrscht, aber auch, wenn die Funktionen auseinanderfallen, wenn Zerstrittenheit dominiert. In beiden Fällen kann es vorkommen, dass Korrekturen sich nur durch Katastrophen oder Alarmismus ergeben, sei er berechtigt oder nicht.

Theofanous führt Beispiele aus der Raumfahrt (etwa der Absturz der „Challenger“ 1986) ebenso wie aus der Kerntechnik an, in denen die Sicherheitskultur eklatant versagte. In allen Fällen sei es entscheidend um ein Wahrnehmungsvermögen für kritische Defizite gegangen. Sicherheitskultur sei daher auch als eine Kultur des Verstehens der Natur, der Technik und von gesellschaftlichen Prozessen zu interpretieren. Daher wendet er sich gegen Versuche, eine funktionierende Sicherheitskultur an quantitativen Maßstäben zu messen. Defizite seien nur in der lebendigen Auseinandersetzung zu bemerken. Theofanous sieht ein zunehmendes Auseinanderfallen, eine Isolierung der Herangehensweisen, wodurch die schwierige Bestimmung notwendiger Detailklärung im Verhältnis zur Orientierung an Relevanz (*fitting for purpose*) beeinträchtigt werde. Dies wiederum resultiere in verselbstständigten Rechen-codes und Empirismus sowie einer blinden Gläubigkeit gegenüber errechneten Resultaten zulasten wirklichen Verständnisses: „Experts go away but codes stay.“ Tatsächlich ist

festzustellen, dass die bloße Anwendung von Rechencodes den Versuch des Verstehens zunehmend ersetzt.

Auch den generellen kritischen Aussagen und Schlüssen von Theofanous bezüglich des Zustands unserer Sicherheitskultur schließen wir uns an. Eigene Erfahrungen stützen die Kritik an einem unzureichenden Zusammenwirken der Beteiligten im Sinne eines produktiven Spannungsverhältnisses. Dies betrifft die Realitätsferne mancher wissenschaftlicher Arbeiten, aber auch eine fehlende Bereitschaft bei Herstellern, Betreibern und Politik, Kritik und Vorschläge anzunehmen und im Zusammenwirken konsequent zu bearbeiten. Ebenso zutreffend ist die Kritik an wissenschaftlichen Arbeitsweisen, die Resultate von Simulationsrechnungen über den eigentlichen Klärungsprozess stellen, international jedoch immer stärker dominieren. Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass ein rechtzeitiges und nachdrückliches Hinterfragen auch im Fall des Kraftwerks von Fukushima offenbar nicht stattfand.

Die Notwendigkeit, sich um eine Verbesserung der Sicherheitskultur zu kümmern, bleibt auch nach dem Entschluss zum Atomausstieg bestehen. Bei Restlaufzeiten von rund zehn Jahren wäre es fahrlässig, Mängel nicht zu beheben. Die Herausforderung, die Standards hoch zu halten, ist mit der Ausstiegsperspektive eher größer geworden. Angesichts des Weiterbetriebs und sogar Neubaus von Anlagen im europäischen Umfeld bleibt es zudem notwendig, Entwicklungen in anderen Ländern zu beurteilen und gegebenenfalls zu beeinflussen. Gibt Deutschland seine Beteiligung an der internationalen Sicherheitskultur und an ihrer Ausgestaltung auf, resultieren daraus unabsehbare Risiken. Eine weitere Beteiligung setzt die Fortsetzung der eigenen *know-how*-Entwicklung voraus.

## Sicherheitskultur, Expertentum und Demokratie: Wie wird entschieden?

Risiken von vergleichbaren oder sogar größeren Ausmaßen, die angesichts der Komplexität der Prozesse und Zusammenhänge nur schwer einzuschätzen sind, existieren auch in anderen Bereichen. So können Klimaveränderungen kaum absehbare Zerstörungen und

soziale Verwerfungen verursachen, Gentechnik könnte zu einer bedrohlichen Evolution von Schädlingen und Krankheitserregern führen. Ähnliche Risiken bestehen schon bei der konventionellen Lebensmittelproduktion aufgrund des Einsatzes chemischer Mittel. Die Gefährdungen in diesen Fällen sind eher schleicher Art, nicht durch einen einzelnen Unfall bedingt. In Fukushima gab es allerdings auch keine direkten Todesfälle durch Radioaktivität – auch hier sind ebenfalls eher längerfristig auftretende Schäden zu erwarten, deren Ausmaß noch nicht absehbar ist.

Die verschiedenen Risiken sollen hier nicht gegeneinander abgewogen werden. Es geht vielmehr zunächst um die Erkenntnis, dass es übergreifend notwendig ist, sich mit komplexen Zusammenhängen zu beschäftigen, wobei sich ähnliche Fragestellungen wie zur Sicherheitskultur in der Kerntechnik ergeben. Ein Verstehen der wesentlichen Einflüsse und Zusammenhänge ist essenziell und muss die Basis für Abwägungen in einem Prozess der Auseinandersetzung bilden. Es geht letztlich um Entscheidungen, bei denen Gefahren einem Gewünschten gegenüberstehen, also keine Eindeutigkeit besteht. Die Alternativen sind in solchen Prozessen zu erarbeiten.

Die Entscheidungen bezüglich der Kernenergie zeigen, dass es hier auch um Abwägungen zwischen Alternativen der Energieversorgung geht, nicht nur um Fragen einer Sicherheitskultur in der Kerntechnik. Neben Fragen der Sicherheit spielen unterschiedliche Erfahrungen und Auffassungen zu Lebenszielen und Lebensweisen eine große Rolle. Die kulturelle Dimension in den Abwägungs- und Entscheidungsprozessen wird im Gefolge von Fukushima deutlich. Dabei kollidieren scheinbar rationale, jedoch auch auf technische Sichtweisen begrenzte Verarbeitungen mit gefühlsbestimmten Reaktionen, die aber auch Argumente aus Erfahrungen und anderen Lebensorientierungen einbringen können. Wie sind dabei sinnvolle Wege der Konsensbildung zu finden oder faire Entscheidungen zu treffen? Wie ist bloße Konfrontation in produktive Lösungssuche zu überführen?

Die Konfliktlage ist wie folgt: Einerseits sind weit verbreitete Ängste auszumachen, die von Seiten der Technik-Experten in der Regel dem Verdikt der Irrationalität ausge-

setzt sind. Umgekehrt wird den Experten begrenzte Wahrnehmung vorgeworfen, verbunden mit dem Vorwurf der Interessen-Orientierung. Beide Sichtweisen sind teilweise richtig, in ihren Ausblendungen und Konsequenzen aber nicht weiterführend. Ängste haben sich angesichts von technikbedingten Katastrophen vielfach bewahrheitet, ihnen liegen Erfahrungen mit falschen Sicherheitsversprechungen und mit Problemen technischer Verheißungen zugrunde. Andererseits sind die Vorzüge technischer Entwicklung und auch fachlich begrenzter Rationalität nicht von der Hand zu weisen.

Die Auseinandersetzung weist eine grundsätzliche Dimension auf. Die Rationalitätsansprüche von Aufklärung und der mit ihr beförderten Wissenschaft haben sich heute weitgehend auf innerwissenschaftliche Forderungen begrenzt, die Rationalität des Ganzen kaum noch hinterfragend. Technische Entwicklung hat sich im Kontext kapitalistischer Dynamik verselbstständigt und von gesellschaftlichen Zielen abgelöst. Sie gehorcht oftmals nur noch den Anforderungen eigener Entwicklung und blindem ökonomischem Wachstum. Dass letzteres und die gesamte durch das Kapital getriebene Dynamik selbst irrationale Züge aufweisen, wird deutlich in Überschussproduktion als Krisenursache, in Finanzkrisen als Resultat überschüssiger Finanzmittel, die zu Spekulationsgeschäften treiben und auf der anderen Seite als Konsequenz in Form von Staatsverschuldungen wieder Sparschwänge hervorrufen. Das generelle Versprechen der Lösung von Problemen durch Technik, Innovation und Großprojekte sowie dadurch angetriebenes Wachstum hat seine Unschuld verloren.

Daraus ergibt sich auch eine ethische Dimension. Die Handlungsreichweite moderner Technik brachte den Philosophen Hans Jonas (1903–1993) dazu, über Kant hinaus das Prinzip der Verantwortung zu postulieren, das auf eine Verantwortung für die Zukunft abzielt und Forderungen nach Nachhaltigkeit begründet. Wie bei der Sicherheitskultur scheinen erweiterte Postulate und Bestimmungen, hier einer Ethik, aber kaum weiterzuhelfen. Es ist eine gesellschaftliche Auseinandersetzung um Ziele und Alternativen zu führen. Dabei wird beides gebraucht: die allgemeine Bestimmung von Orientierungen (Wie wollen wir leben?) und die wis-

senschaftlich-technische Prüfung der Möglichkeiten. Beide Seiten müssen sich öffnen. Gestaltungsfähigkeit bedarf allerdings des politischen Primats, das es in der Auseinandersetzung selbst wieder zu erringen gilt.

Wie aber ist angesichts der Komplexität der Fragen Entscheidungskompetenz zu gewinnen? Selbstverständlich darf die Komplexität der Probleme kein Argument dafür sein, letztlich nur Experten entscheiden zu lassen. Dann verkommt Demokratie zu bloßer Akklamation. Sowohl die Komplexität unserer hoch technisierten Gesellschaft als auch deren Sachzwänge produzieren zwar eine zunehmende Bedeutung von Fachleuten, aber dem Experten eines Fachgebiets entzieht sich oft der Sinn fürs Ganze. Dies jedoch betrifft keineswegs nur Vertreter des wissenschaftlich-technischen Bereichs.

Umso mehr müssen Transparenz und Entwicklung von Entscheidungsfähigkeit eingefordert werden. Es gilt, eine bewusste Öffentlichkeit zu bilden, eine Kultur der Auseinandersetzung, welche Expertenurteile einfordert und einschließt. Darin enthalten ist die Forderung an Experten, sich so einzubringen, dass die entscheidenden Gesichtspunkte und Fragestellungen verständlich herausgearbeitet werden und so zur Grundlage für Entscheidungen in einem demokratischen Prozess werden können. Alternativen mit Für und Wider müssen so aufbereitet werden, dass Entscheidungsfähigkeit für alle entsteht, dass der Bezug zu Alltagsfragen und zum „großen Ganzen“ deutlich wird. Vereinfachungen sind hierzu notwendig, nicht jedes Detail ist wichtig. Vielmehr sind die wesentlichen Bedeutungen und Unterscheidungen sichtbar zu machen, wie bei der Sicherheitskultur zur Kerntechnik auch.

Exemplarisch können Fragen des Expertentums und der Beziehung zum demokratischen Prozess bei „Stuttgart 21“ betrachtet werden. In der Schlichtungsveranstaltung um den Streit um den Stuttgarter Bahnhofsumbau ging es letztlich um eine Rückgabe von Entscheidungskompetenz an die Öffentlichkeit. Auch hier sollte ein „Stresstest“ durch Experten eigentlich eine verbesserte Entscheidungsgrundlage schaffen. Das Resultat wurde dann aber zum Urteilsspruch uminterpretiert und ein als besser dargebotener Alternativvorschlag derselben Exper-

ten dagegen unter Verweis auf weit zurückliegende Beurteilungen nicht beachtet.

## Konsequenzen der Energiewende

Nach dem Beschluss zur Energiewende in Deutschland, abgestützt durch die flankierend zum Reaktor-„Stresstest“ eingesetzte Ethikkommission, stehen höchst komplexe Gestaltungswege und Entscheidungen an. Einerseits verweist das Unglück in Fukushima darauf, dass die Lösung der globalen Energieprobleme über den Ausbau der Kernenergie sicherheitstechnisch problematisch wäre. Um in die Größenordnung relevanter Beiträge zum gesamten Energiebedarf zu kommen, also in eine bezüglich der Klimaproblematik entscheidende Dimension, wären Tausende neuer Reaktoren weltweit notwendig, was auch ökonomisch kaum gangbar erscheint. Andererseits sind Wege allein über regenerative Energien, insbesondere Wind und Sonne, schwer vorstellbar, außer über politisch schwierige Großprojekte im Bereich der Solarenergie in Wüstenregionen. Räumliche und zeitliche Schwankungen erfordern Speicherung und Netzausgleich in großem Maßstab. Bedarfsorientierte Modelle der lokalen Nutzung („Energieautonomie“) erscheinen daher nur begrenzt einsatzfähig, am ehesten noch im Sinne des allerdings wichtigen Ziels der Einsparung. Es kommt darauf an, die Schwierigkeiten und Wege realistisch zu beschreiben, um fundierte Entscheidungsprozesse zu ermöglichen.

Fraglich bleibt, inwieweit Wege überhaupt gangbar sind, die nicht auf Einschränkungen des Produktionswachstums zielen, trotz Steigerung von Energieeffizienz und Energiesparen. Ob eine solche Wachstumsbegrenzung Askese-Forderungen bedeutet oder sogar eher eine qualitativ bessere Lebensweise einleiten könnte, bedarf einer separaten Diskussion. Ob der Beschluss zum Ausstieg aus der Kerntechnik Übergänge eher fördert, da er sie erfordert, oder angesichts der absehbaren Probleme und Konflikte eher blockiert und Katastrophen-Tendenzen befördert (etwa durch soziale Brüche), hängt auch von der Entwicklung einer öffentlichen Kultur politischer Auseinandersetzung ab.

Rafaela Hillerbrand

## Von Risikoabschätzungen zum „guten Leben“ – oder umgekehrt?

Moderne Techniken bestimmen heute unseren Alltag und sichern nicht nur unseren Wohlstand, sondern auch unser Überleben als Gattung „Mensch“. Auch in Zukunft macht insbesondere eine steigende Weltbevölkerung technologischen Fortschritt unabdingbar. Nur so können in den Industrieländern Lebensstandard, Lebenserwartung und Gesundheit erhalten und in Schwellen- und Entwicklungsländern vergleichbare Standards erreicht werden. So unstrittig es ist, dass Technik zur Lösung vieler Probleme in der Vergangenheit beigetragen hat und in Zukunft beitragen wird, ist ebenso unstrittig, dass Technik nicht nur Segen bringt. Alle Techniken sind nicht nur mit Nutzen und Chancen verknüpft, sondern auch mit Risiken. Der Unfall in den Kernreaktoren von Fukushima oder die prognostizierte Erderwärmung als Folge der Verbrennung fossiler Rohstoffe zeigen dies überdeutlich und haben dazu geführt, dass insbesondere in der deutschen Öffentlichkeit das Risiko einiger technologischer Entwicklungen eher hoch, der mit ihnen verbundene Nutzen dagegen eher niedrig eingeschätzt wird.<sup>1</sup>

Aber es ist nicht allein das hohe Gefährdungspotenzial, das der Akzeptanz bestimmter Techniken entgegensteht; erschwerend kommt hinzu, dass der Einzelne hier kaum Einfluss auf eine Entscheidung hat und sich auf die Risikoabwägung von Staat und Recht verlassen muss. Die Risiken vieler Techniken etwa im Bereich der Stromerzeugung tragen

### Rafaela Hillerbrand

Dr. phil., Dr. rer. nat., geb. 1976; Juniorprofessorin für Philosophie an der RWTH Aachen und Leiterin der interdisziplinären Arbeitsgruppe Ethics for Energy Technology (EET) am Human Technology Centre, Theaterplatz 14, 52062 Aachen. [rafaela.hillerbrand@rwth-aachen.de](mailto:rafaela.hillerbrand@rwth-aachen.de)

<sup>1</sup> Die Nanotechnologie stellt eine der wenigen Ausnahmen dar, bei der Fachleute die Risiken höher einschätzen als die breite Bevölkerung.

allerdings nicht allein diejenigen, die deren Nutzung zustimmen und von deren Chancen profitieren, sondern die gesamte Gesellschaft – heute wie in Zukunft.

Dabei ist die Risikoeinschätzung von Individuen sehr unterschiedlich, sie reicht von risikoavers bis zu hochgradig riskant. Der Eine geht einer risikoreichen Sportart nach, der Andere nicht. Bei großtechnischen Anlagen kann individuelles Risikoverhalten aber nicht berücksichtigt werden; der Einzelne muss sich auf die politischen Entscheidungsträger verlassen, dass diese in seinem Interesse die Abwägung von potenziellem Schaden und Nutzen nach gewissen objektiven Kriterien vorgenommen haben. Aber kann es denn überhaupt eine objektive Risikobewertung geben? Die Auslagerung des politischen Diskurses auf Expertendebatten gerade dort, wo es um durch Technik geschaffene Risiken geht, scheint dies zumindest nahezuliegen.<sup>12</sup>

Aber wer sind denn angesichts komplexer technischer Entscheidungssituationen überhaupt die relevanten Experten? Nicht zuletzt die Besetzung der Ethikkommission für sichere Energieversorgung, die nach den Unfällen in Fukushima ins Leben gerufen wurde, warf diese Frage auf. Und wo bleiben die individuellen Risikopräferenzen und die demokratische Beteiligung des Individuums bei all diesen Entscheidungen? Diesen Fragen soll im Folgenden am Beispiel der Energieversorgung nachgegangen werden.

## Risiko als vielschichtiger interdisziplinärer Begriff

Auch wenn die unerwünschten Risiken bei der Nutzung der Kernenergie oder bei der Verbrennung fossiler Energieträger offensichtlich und unter Umständen gravierender sind als bei anderen Energietechniken, so sind auch regenerative Energiequellen nicht völlig frei von Risiken. Den nicht-brennbaren Brennstoff gibt es schlicht nicht. Die Debatte um eine sichere Energieversorgung ist deshalb in erster Linie ein Risikodiskurs,

<sup>12</sup> Die Einbeziehung der Exekutive in technik- und umweltrechtliche Fragen, die wiederum externe Berater heranzieht, wird diskutiert in: Liv Jaekel, Risiko-Signaturen im Recht, in: Juristen Zeitung, 66 (2011) 3, S. 116–124.

bei dem die Vor- und Nachteile verschiedener Energieträger gegeneinander abgewogen werden müssen. Was wiegt schwerer: Die Sicherheit der jetzt Lebenden, die durch einen Unfall in einem Kernkraftwerk bedroht wird, oder die Lebensgrundlage für zukünftige Generationen, die durch eine globale Erwärmung auf dem Spiel steht? Dabei bedeutet die Entscheidung gegen eine bestimmte Form der Energieumwandlung – unter den (derzeit realistischen) Annahmen, dass keine wesentliche Steigerung der Energieeffizienz sowie keine wesentlich Änderung in der Energienutzung (etwa starker Rückgang des Energieverbrauchs) zu erwarten sind – immer einen Einstieg in eine vermehrte Nutzung anderer Energieformen. Die Risikoanalyse einer einzelnen Technik bleibt damit immer unvollständig; sinnvoll sind nur Risikoanalysen ganzer *Energieszenarien*. Die Risiken der Energieversorgung sind hier insbesondere auch gegen die Risiken der Nichtversorgung abzuwägen. Ein Zusammenbruch der Stromnetze hat gravierende Auswirkungen in den Großstädten hochentwickelter Länder (Intensivstationen in Krankenhäusern, Aufzüge in Hochhäusern, Verkehrsampeln und vieles mehr); in ländlichen oder weniger entwickelten Regionen wiegt ein Ausfall der Stromversorgung dagegen weniger schwer.

Was genau ist dabei überhaupt unter dem Begriff „Risiko“ zu verstehen? Während in der Umgangssprache Risiko sowohl synonym für einen bestimmten Schaden (etwa in „Rauchen stellt ein Risiko dar“) oder für dessen Wahrscheinlichkeit („Rauchen erhöht das Risiko an Krebs zu erkranken“) steht, umfasst der Risikobegriff in der Fachliteratur immer beides, Schaden wie seine Eintrittswahrscheinlichkeit. In der einfachsten Definition wird Risiko als gemittelter Schaden bestimmt, das heißt als Produkt aus Schaden mal Eintrittswahrscheinlichkeit.

Diese Wahrscheinlichkeiten lassen sich oftmals in gewissen Grenzen im Rahmen der technisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen abschätzen. Was aber für wen und warum einen Schaden darstellt, können die Natur- und Technikwissenschaften alleine nicht beantworten. So ist eine globale Erderwärmung um zwei Grad Celsius nicht *per se* moralisch problematisch, zumindest nicht in einer anthropozentrischen Ethik. Erst bestimmte Auswirkungen auf die Lebensum-

stände jetziger und zukünftiger Generationen machen sie zu einem ethischen und damit politischen Problem. Klimamodelle liefern zwar beispielsweise Informationen über die erwartete Zunahme tropischer Zyklone und anderer extremer Wetterereignisse; die Frage aber, warum derartige Ereignisse ethisch relevant sind und im heutigen politischen Diskurs berücksichtigt werden müssen, weist aus den Naturwissenschaften hinaus in den Bereich der Ethik.

Der Begriff des Schadens setzt immer Werturteile voraus, Risikodiskurs und Risikoabschätzungen finden damit niemals allein auf dem Feld der rein deskriptiven Wissenschaften statt, sondern im interdisziplinären Bereich, in dem insbesondere normative Setzungen von Bedeutung sind. Bereits die Frage (und nicht erst die Lösung) nach einer nachhaltigen Energieversorgung ist damit interdisziplinär formuliert und kann entsprechend – wie viele der drängenden Probleme des 21. Jahrhunderts – auch nur im interdisziplinären Diskurs beantwortet werden.

So hat sich der wissenschaftliche Risikodiskurs in den vergangenen Jahrzehnten von der ursprünglichen Fixierung auf technisch-naturwissenschaftliche Fragen emanzipiert.<sup>¶</sup> Insbesondere seit den bahnbrechenden Arbeiten von Daniel Kahnemann und Amos Tversky zur sogenannten *Prospect Theory* oder *Neuen Erwartungstheorie*, die 2002 mit dem Nobelpreis für Ökonomie ausgezeichnet wurde und die Abweichung realer Akteure bei Risikoentscheidungen vom idealen Nutzenmaximierer beschreibt, werden vermehrt auch sozialwissenschaftliche und psychologische Erkenntnisse über den Umgang mit Risiken rezipiert.<sup>¶</sup> Jedoch wird der grundsätzlichen Wertbeladenheit des Risikobegriffes durch die Einbeziehung anderer empirisch-deskriptiver Disziplinen wie den Sozialwissenschaften nicht Rechnung getragen.

¶ Vgl. Sabine Roeser et al. (eds.), *Handbook of Risk Theory. Epistemology, Decision Theory, Ethics and Social Implications of Risk*, Springer 2011.

¶ Vgl. Amos Tversky/Daniel Kahneman, *Judgment under Uncertainty. Heuristics and Biases*, in: *Science*, 185 (1974), S. 1124–1131. Neben den ökonomischen Arbeiten zu Risiko sind auch die soziologischen Untersuchungen Ulrich Becks zur „Risikogesellschaft“ zu erwähnen und die Forschung innerhalb der Psychologie, die insbesondere angestoßen wurde durch Paul Slovic, *The Perception of Risk*, London 2000.

Ethische wie politisch-gesellschaftliche Überlegungen von vornherein in die Risikoanalyse einzubeziehen, erfordert einen grundlegenden Paradigmenwechsel gegenüber der gegenwärtig üblichen Praxis. Heute werden zunächst durch die Natur-, Technik- und Sozialwissenschaften wie die Ökonomie die Folgen technischer Eingriffe abgeschätzt, und erst in einem zweiten Schritt wird die ethische Bewertung, sei es durch spezielle Ethikkommissionen oder durch politische Entscheidungsträger, nachgeschaltet. Das hat unter Umständen negative Konsequenzen. So wird derzeit etwa sehr viel Geld und Energie darauf verwendet, die wissenschaftlichen Klimamodelle zu verbessern. Nur ist mit einer genaueren Prognose der globalen Mitteltemperatur im Jahre 2100 für die politisch-ethische Debatte noch nicht allzu viel gewonnen; relevant ist im Rahmen eines anthropozentrischen Ansatzes vielmehr, wie sich die globale Erwärmung auf die Betroffenen auswirkt. Um dies abzuschätzen, bedarf es allerdings in erster Linie nicht besserer Klimamodelle, sondern besserer (wohlfahrtsökonomischer) Impaktmodelle.<sup>¶</sup> Was genau in derartigen Impaktmodellen modelliert werden soll, kann jedoch nur nach gewissen normativen Entscheidungen beantwortet werden. Hier kann Technikkommunikation nicht darauf reduziert werden, einseitig die breite Bevölkerung über Chancen und Risiken lediglich zu informieren, denn was Chancen und Risiken darstellt, ergibt sich erst aus den individuellen und kollektiven Wünschen und Ängsten in einer Gesellschaft.

## Jenseits von Naturwissenschaft und Technik

Wenn individuelles Risikoempfinden aber derart unterschiedlich ist, wie kann vermieden werden, dass Risikoanalysen beliebig werden – schließlich müssen im Fall umweltpolitischer Maßgaben sowohl risikoscheue als auch risikofreudige Einzelpersonen mit der jeweiligen Entscheidung leben. Die normativen Wissenschaften können hier eine Grammatik für den gesellschaftspolitischen Diskurs, etwa für den über eine nachhaltige Energieversorgung, liefern. Diese Grammatik ist intersub-

¶ Vgl. z. B. Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge 2007; William Nordhaus, *A Question of Balance. Weighting the Options on Global Warming Policies*, Yale 2008.

ektiv vermittelbar, schränkt individuelle Risikoentscheidungen ein, ermöglicht jedoch die Äußerung und Berücksichtigung individueller Aspekte im demokratischen Diskurs.

Eine wesentliche Aufgabe einer solchen Grammatik besteht darin, Rahmenbedingungen des gesellschaftlichen Diskurses abzustecken, der als ethischer Diskurs gewissen Regeln der Unparteilichkeit zu genügen hat. Für Energietechniken, deren negative Folgen global wirksam und zum Teil nachfolgende Generationen treffen werden, erfordert dies Rahmenbedingungen, welche die Behandlung inter- wie intragenerationeller Gerechtigkeitsaspekte gewährleisten. Die Bedürfnisse der zukünftig Lebenden müssen sinnvoll gegenüber den jetzt Lebenden etwa hier in Deutschland, aber ebenso gegenüber denen in weniger entwickelten Teilen der Welt abgewogen werden.

Weiterhin muss der ethische Diskurs sicherstellen, dass alle auch über das Gleiche reden. Dies erscheint zunächst als Selbstverständlichkeit, ist aber bei Risikodiskursen nicht unbedingt einfach zu gewährleisten. So ist oft zu beobachten, dass etwa die Befürworter der Kernenergie auf die niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit eines Störfalls oder Unfalls fokussieren, während die Gegner hingegen ausschließlich über das hohe Schadensmaß reden. Jedoch umfasst Risiko immer beides, Schaden wie Unsicherheit darüber, ob er eintritt. Eine Aufgabe des ethischen Diskurses besteht somit darin, beide Sichtweisen zu berücksichtigen und sowohl den Schaden als auch die Unsicherheit desselben (gegebenenfalls quantifiziert in Form von Wahrscheinlichkeit) in den Blick zu nehmen. Dies mag über die oben genannte Produktformel, durch unterschiedliche Gewichtung von Schaden und Eintrittswahrscheinlichkeit oder durch Einbeziehung weiterer Informationen über die Wahrscheinlichkeitsverteilung (und nicht allein über ihren Mittelwert) geschehen.<sup>16</sup> Wichtig ist hierbei zu beachten, dass somit völlig unabhängig von dem Schadensbegriff die Definition von Risiko bereits eine Wertung beinhaltet. Damit beschränkt sich die Grammatik des Diskurses, den eine ethische Diskussion zu entwerfen hat, nicht nur

<sup>16</sup> Vgl. Stan Kaplan/B. John Garrick, On The Quantitative Definition of Risk, in: Risk Analysis 1 (1981) 1, S. 11–27.

auf gewisse Gerechtigkeits- und Fairnessaspekte, sondern muss sich auch Fragen nach der Natur von Risiko und Unsicherheit stellen.

## Metrik der Gerechtigkeit: Alternative Wohlstandsindikatoren

Da Risiken in der Energieversorgung nicht völlig vermieden werden können, geht es hier letztlich um die Frage, welches Risiko für wen tragbar ist, oder vielmehr: Welches Risiko muss von wem getragen werden? Inwieweit müssen die Anwohner um ein Kernkraftwerk ein größeres Risiko tragen als alle Anderen, die ebenfalls von der Stromerzeugung durch dieses Kraftwerk profitieren? Inwieweit dürfen wir heute durch Verbrennung fossiler Brennstoffe und der damit einhergehenden Erderwärmung zukünftigen Generationen Lebensraum und Lebensqualität nehmen? Die Frage, die hier schlussendlich dahinter steht ist die, welche Verteilung von Risiken und Chancen gerecht ist.

Bevor wir uns aber sinnvoll darüber verständigen können, welche Verteilung fair oder gerecht ist, muss klar sein, was eigentlich verteilt werden soll. Auch wenn es bei einer nachhaltigen Energieversorgung um die Allokation von Energie geht, so steht diese hier nicht im Zentrum. Auch um die gerechte Verteilung von Strom oder anderen Energiedienstleistungen geht es nicht. Wie in der durch den Brundtlandreport<sup>17</sup> angestoßenen Debatte um Nachhaltigkeit geht es bei der Verteilungsfrage um intrinsisch wertvolle Güter und damit letztendlich um menschliches Wohlbefinden oder zumindest die Voraussetzungen dafür.

Auch wenn in den meisten Bewertungen verschiedener Energieszenarien Schaden und Nutzen ausschließlich in monetären Einheiten, gewöhnlich über das Bruttoinlandsprodukt (BIP), erfasst werden, sind weder Dollar noch Euro geeignete Einheiten, um menschliches Wohlbefinden zu messen. So geriet auf der volkswirtschaftlichen Ebene in den vergangenen Jahren das BIP als Indikator für den Wohlstand von Nationalstaaten vermehrt in die Kritik. Heute werden alternative Wohlstandsindikatoren diskutiert, die neben ökonomischen Aspekten auch andere Dimen-

<sup>17</sup> Vgl. World Commission on Environment and Development, Our Common Future, Oxford 1987.

sionen des menschlichen Lebens erfassen. Derartige Dimensionen können zum Beispiel Freizeit sein, Zufriedenheit in der Stille der Kontemplation, Freude, am Leben Anderer teilhaben zu dürfen, und viele andere mehr.

Der schönste Name, den ein solcher Wohlstandsindikator bekam, ist sicherlich der des Landes Bhutan, das seit einigen Jahren den *Gross National Happiness Index* aufstellt. Die Vereinten Nationen geben seit nunmehr zehn Jahren den Human Development Index (HDI) als Wohlstandsindikator für den Vergleich verschiedener Länder heraus. Der HDI ergänzt das BIP um Lebenserwartung und Bildungsrate. Zwar ist der HDI zur Bewertung der Energieversorgung noch zu allgemein, er fußt jedoch auf Ideen des Ökonomie-Nobelpreisträgers Amartya Sen, die sich hierfür gut eignen.<sup>18</sup> Die Metrik der Gerechtigkeit, also das, was verteilt werden soll, bilden Sen zufolge sogenannte *capabilities* bzw. Fähigkeiten, ein glückliches Leben zu führen. Diese lassen sich ganz grob mit den grundlegenden Voraussetzungen identifizieren, die erfüllt sein müssen, damit jemand überhaupt die Konzeption eines nach individuellen Maßstäben glücklichen Lebens ausbilden kann. Was wären solche Voraussetzungen? Die Vereinten Nationen nennen in ihrem Human Development Report Bildung, materiellen Wohlstand sowie Gesundheit.

Was Sens Ansatz nun gerade für die Bewertung der verschiedenen Energieoptionen interessant macht (und vom HDI nicht erfasst wird), ist, dass er verschiedene Energieszenarien nicht allein danach bewertet, wie sie sich zu einem bestimmten Zeitpunkt auf sämtliche hier aufgelistete Aspekte menschlichen Lebens auswirken. Vielmehr müssen weitere noch bestehende alternative Handlungsoptionen berücksichtigt werden, das heißt Energieszenarien, in denen materieller Wohlstand, Gesundheit und Bildung anders ausgestaltet und verteilt sind.

Ein einfaches Beispiel mag dies verdeutlichen: Jede Technik birgt Gefahren. Sollten wir in naher Zukunft feststellen, dass die Windenergie unabwägbare Risiken darstellt, dann können wir oder nachfolgende Generationen mehr

<sup>18</sup> Vgl. Amartya Sen, *Ökonomie für den Menschen. Wege zu Gerechtigkeit und Solidarität in der Marktwirtschaft*, München 2001.

oder weniger einfach die Windräder abbauen. Für das Wasserkraftwerk Belo Monte in Brasilien, das den Rio Xingu zu einem Stausee von der Größe des Bodensees wandelt, wird dies schon schwieriger. Bei einem Lager für hochradioaktive Abfälle ist diese Handlungsoption, das einfache Beseitigen der Gefahr, selbst wenn eine Transmutation der langlebigen Radionuklide (deren Umwandlung in kürzer radioaktiv strahlende Isotope) in naher Zukunft großtechnisch realisiert wird, nicht möglich, was eine Einschränkung nicht nur für uns, sondern auch für zukünftige Generationen bedeutet. Eben diesen Verlust an Freiheit gilt es in einer ethischen Bewertung ebenso zu berücksichtigen wie den tatsächlich realisierten materiellen Wohlstand, Gesundheit oder Bildung.

Sen zufolge sind es also *capabilities*, die gerecht zu verteilen sind. Wie und für was dann der Einzelne diese Fähigkeiten nutzt, ist Sache des Individuums, nicht eines gesellschaftlichen Energiediskurses. Dieser steckt lediglich den Rahmen ab, innerhalb dessen sich das Individuum bewegt. Anders als die gängigen sozialwissenschaftlichen Ansätze, die auf die Interessen und Handlungen der direkt betroffenen Personen fokussieren, bietet Sens Ansatz zudem den Vorteil, Aspekte der intergenerationellen Gerechtigkeit besser berücksichtigen zu können. Da die Interessen der zukünftigen Generationen schlicht nicht bekannt sind, sind interessenbasierte Ansätze immer zugunsten der jetzt Lebenden verzerrt. Der Fähigkeitsansatz Sens ist hier bescheidener und fokussiert lediglich auf die grundlegenden Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, um eine individuelle Konzeption eines guten Lebens ausbilden zu können. Ein Aspekt, der neben dem Verlust an Handlungsoptionen im öffentlichen Diskurs gerne übersehen wird, ist etwa die Bedeutung einer sicheren Energieversorgung für die zukünftige Gesundheitsversorgung. Es darf nicht vergessen werden, dass in der einen oder anderen Form ein ethisches Desiderat besteht, Energie, insbesondere elektrische, billig und damit für alle verfügbar anzubieten.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> So berücksichtigen auch die Nachhaltigkeitsindikatoren der International Atomic Energy Agency (IAEA) – Energy Indicators for Sustainable Development (EISD) – den Aspekt der Bezahlbarkeit der Energieversorgung. Vgl. IAEA, *Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, Wien 2005, online: [www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222_web.pdf) (28.9.2011).

## Gerechtigkeit als offenes Verfahren

Ein wichtiges Ziel des ethischen Diskurses ist es, die Metrik der Gerechtigkeit festzulegen und damit den öffentlichen Diskurs dahingehend zu ergänzen, dass alle als relevant erachteten Aspekte menschlichen Wohlbefindens Berücksichtigung finden, unabhängig davon, ob sie heute oder in 100 Jahren lebende Menschen betreffen. Der Fähigkeitsansatz Sens bietet eine mögliche diskursive Grammatik, um die Grenzen des politisch-gesellschaftlichen Diskurses abzustecken.<sup>10</sup>

Nun scheint die Erweiterung des Expertenkreises bezüglich des Risikodiskurses – neben natur- und technikkissenschaftlicher Expertise gilt es auch normative Sachkenntnis zu berücksichtigen – zunächst kaum noch Raum für die Berücksichtigung individueller Risikopräferenzen zu lassen. Jedoch bedeutet die zentrale Rolle von Experten bei Risikodiskursen nicht notwendig eine „Experten-diktatur“. Ein Vorteil von Sens *capabilities*-Ansatz ist gerade, dass er durch das Maß der Gerechtigkeit einen Balanceakt meistert, der die Diversität menschlicher Lebensentwürfe berücksichtigt ohne in einen ethischen Subjektivismus abzugleiten. Der Expertendiskurs gibt hier zwar (in Grenzen) vor, was gerecht zu verteilen ist (nämlich die erwähnten, grundlegenden Fähigkeiten). In Sens Ansatz lässt dieser Expertendiskurs aber wichtige Entscheidungen offen: Wie die verschiedenen Dimensionen menschlichen Lebens zu gewichten sind, obliegt nicht der Entscheidung von Experten, sondern einem demokratischen Entscheidungsverfahren.

Um die Frage nach Gerechtigkeit beantworten zu können, gilt es also zum Beispiel zu eruieren, ob Sicherheit oder Gesundheit schwerer wiegt, wie viel Wohlstand einen gewissen Verlust an Freiheit aufwiegt und anderes mehr. Erst durch diese Gewichtung kann der multidimensionale Raum der verschie-

<sup>10</sup> Eine Frage, die damit noch nicht beantwortet ist und die den Rahmen dieses Beitrags sprengen würde, ist die nach der institutionellen Umsetzung und genauen Gestaltung dieser Partizipation. Der Bericht der Ethikkommission für sichere Energieversorgung liefert dafür Ansatzpunkte, online: [www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_\\_\\_Anlagen/2011/05/2011-05-30-abschlussbericht-ethikkommission.property=publicationFile.pdf](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/___Anlagen/2011/05/2011-05-30-abschlussbericht-ethikkommission.property=publicationFile.pdf) (28.9.2011).

denen Fähigkeiten auf eine kardinale Größe und damit auf eine Aussage wie Ja oder Nein zu einem bestimmten Energieszenario abgebildet werden. Erst der öffentliche Diskurs vermag somit die Frage zu beantworten, ob ein Energieszenario ohne Kernenergie gegenüber einem mit Kernenergie zu bevorzugen ist.

Da sich demokratische Entscheidungen zu Energiefragen meist im Rahmen von Nationalstaaten abspielen, kann dies dazu führen, dass einige Länder bestimmte Risikoaspekte höher werten als ihre Nachbarländer und im nationalen Alleingang aus der Kernenergie aussteigen. Eine solche Entscheidung kann somit auch dann durchaus rational sein, wenn das individuelle Gefahrenrisiko dadurch nicht abnimmt, weil die Nachbarländer weiterhin Kernenergie nutzen und Strahlenwolken an Staatsgrenzen nicht halt machen.

## Partizipation ist mehr als Technikkommunikation

Die großen technischen Katastrophen des vergangenen Jahrhunderts haben gezeigt, dass technische Risiken oftmals nur durch mehr Technik in den Griff zu bekommen sind. Die „autonome“ Technik avancierte Ende des 20. Jahrhunderts zum Schlagwort, das technische *Notwendigkeit* suggeriert. Technik ist indes mehr als angewandte Naturwissenschaft; technische Notwendigkeiten sind niemals naturgesetzlich. Die Notwendigkeit zur technischen Umgestaltung der Natur ergibt sich immer in Kombination aus dem Machbaren mit dem Gewünschten. Individuelle oder, im Fall von Großtechniken, kollektive gesellschaftliche Präferenzen müssen von vornherein in die Technikgestaltung einbezogen werden. Wirklich partizipative Technikgestaltung ist unerlässlich für technischen Fortschritt, und sie unterscheidet sich grundlegend von einer Technikkommunikation, in der Technikakzeptanz oftmals lediglich als Standortvorteil in einer rein ökonomischen Bewertung gesehen wird.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Vgl. etwa den Abschlussbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung zum Thema „Technikakzeptanz und Nachfragemuster als Standortvorteil“, Dezember 2002, online: [www.bmbf.de/pubRD/Akzeptanz\\_Nachfrage\\_Standort.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/Akzeptanz_Nachfrage_Standort.pdf) (28.9.2011).

Es geht weniger darum, durch Experten – seien sie nun aus den Natur- und Technikwissenschaften oder aus den normativen Disziplinen – die Bevölkerung über „objektive“ Risiken und Chancen aufzuklären, als darum, einen Raum für eine transparente Kommunikation zu schaffen, in der überhaupt erst Chancen und Risiken im gleichberechtigten Gespräch eruiert werden. Neben einer Öffnung des Expertendiskurses setzt dies auch die Bereitschaft der Bürgerinnen und Bürger voraus, sich jenseits von Klischees und Vorurteilen in vollem Umfang über Potenziale und Gefahren der Nutzung wie der Nichtnutzung einer Technik zu informieren. Ein stärkerer Fokus auf das, was menschliches Wohlergehen ausmacht, kann der ökonomischen Engführung des Begriffs ebenso entgegenwirken wie der Verkürzung des Schlagworts „Nachhaltigkeit“ auf den Erhalt natürlicher Ressourcen.

Die Debatte um alternative Wohlstandsindikatoren, die heute nicht mehr allein in Fachjournalen geführt wird, sondern in vielen Ländern durch die Exekutive angestoßen wurde,<sup>12</sup> mag als Rahmen für transparente Kommunikation gesehen werden, der allerdings noch durch eine stärkere Bürgerbeteiligung zu füllen ist. Das 21. Jahrhundert gilt es als Chance zu begreifen, sich wieder auf die Notwendigkeit von Technik für das gute menschliche Leben zu besinnen. Nur wenn eine Reflexion über Letzteres stattfindet, kann Technik als Gesamtheit der Maßnahmen, Einrichtungen und Verfahren dazu dienen, naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu nutzen, um zu einer – im wirklichen Sinne – nachhaltigen Umgestaltung unserer Lebenswelt beizutragen.

<sup>12</sup> Auf Initiative der französischen Regierung wurde eine Kommission unter anderem mit dem Ziel gegründet, sozialen Fortschritt jenseits des BIP messbar zu machen. Vgl. Joseph E. Stiglitz/Amartya Sen/Jean-Paul Fitoussi, Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, September 2009, online: [www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport\\_anglais.pdf](http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf) (28.9.2011). Mit ähnlicher Zielsetzung hat der Deutsche Bundestag 2010 die Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der sozialen Marktwirtschaft“ eingesetzt. Vgl. online: [www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse17/gremien/enquete/wachstum/index.jsp](http://www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse17/gremien/enquete/wachstum/index.jsp) (6.10.2011).

Philipp Gassert

## Popularität der Apokalypse: Zur Nuklearangst seit 1945

Schon die Beobachter des ersten erfolgreichen Kernwaffentests in Alamogordo in der Wüste von New Mexico am 16. Juli 1945 fassten ihre Eindrücke

in Superlative: „Es war wie ein Sonnenaufgang, wie die Welt ihn nie zuvor gesehen hatte, eine große grüne, an Kraft alles überstrahlende Sonne.“ Während die einen den nuklearen Lichtblitz mit dem biblischen Schöpfungsakt verglichen, sahen andere „eine Warnung vor dem Jüngsten Tag“. Die an der Spitze des Manhattan-Projekts stehenden Physiker wurden als „Geburtshelfer eines neuen Zeitalters“ gefeiert. Atomenergie schien „die Verwirklichung der Träume aller Zeitalter in Reichweite des Menschen“ zu bringen.<sup>1</sup>

Rief „die Bombe“ auch bald Skepsis hervor und weckte soziale Ängste vor Vernichtung und Tod, so wurden im Kontrast hierzu lange Zeit kaum Zweifel an den megalomanen Visionen eines mit ziviler Nuklearkraft betriebenen modernen Garten Eden laut. Bis in die 1970er Jahre priesen auch Kritiker der atomaren Hochrüstung das „friedliche Atom“. Als 18 führende deutsche Kernforscher 1957 mit dem „Göttinger Manifest“ gegen Pläne zur atomaren Bewaffnung der Bundeswehr protestierten, betonten sie gleichzeitig, es sei äußerst wichtig, „die friedliche Verwendung der Atomenergie mit allen Mitteln zu fördern.“<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zitate nach: William L. Laurence, Dämmerung über Punkt Null. Die Geschichte der Atombombe, München–Leipzig 1948; Robert Jungk, Heller als tausend Sonnen. Das Schicksal der Atomforscher, Stuttgart 1956, S. 207.

<sup>2</sup> Vgl. Joachim Radkau, Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945–1975. Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse, Reinbek 1983, S. 96 f.

Kernkraftwerke haben im Vergleich zu Atombombenexplosionen in der Kulturgeschichte nur wenige Spuren hinterlassen. Der düsteren Nuklearsatire „Dr. Strangelove or: How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb“ von Stanley Kubrick (1964) fehlt das zivile Pendant, jedenfalls was Qualität und Wirkung betrifft. Dieses Ungleichgewicht dauert an, trotz der Unfälle in den Kernkraftwerken von Windscale (1957), Harrisburg (1979), Tschernobyl (1986) und jüngst Fukushima (2011). Hollywood nahm sich seit den späten 1970er Jahren gelegentlich der Gefahren der zivilen Nutzung der Kernenergie an. Doch neben der visuellen Gewalt zeitgleich produzierter militärnuklearer *disaster movies* wirken „The China Syndrome“ (1979) und „Silkwood“ (1983) zahm. Auch Japan, mit seiner hoch entwickelten nuklearen Populärkultur hat mit „Träume“ (1990) nur einen signifikanten Film hervorgebracht, der einen zivilen Störfall visualisiert. Das durch Atombomben auferweckte Urzeitmonster „Godzilla“ darf dagegen in inzwischen 28 Filmen Angst und Schrecken verbreiten.

Warum ist das so? Ich kann darüber nur spekulieren, weil es an historischen Forschungen noch fehlt: Ein Grund dürfte in dem lokalen Zuschnitt der Anti-AKW-Bewegung liegen. Erst mit dem GAU von Tschernobyl wurden zivilkernäre Angstszenerien von breiteren literarischen Strömungen aufgegriffen (mit „Störfall“ von Christa Wolf, „Die Wolke“ von Gudrun Pausewang und „Die Rätin“ von Günter Grass), obwohl die politische Debatte über „Die Angst des Bürgers vor dem Atom“ seit Mitte der 1970er Jahre breite Kreise zog.<sup>¶</sup> Diese Diskrepanz weist auf unterschiedliche gesellschaftliche Wahrnehmungen militärischer und zivilkernärer Gefährdungen hin. Letztere haben, ungeachtet der dagegen gerichteten Proteste, eine gewisse Alltagsnormalität.

Ein *zweiter* Grund dürfte im gesellschaftlichen Kontext und in der Erinnerungskultur liegen, die vor allem im Kalten Krieg Ängste aufgrund von internationalen Konflikten kulturell höher bewertete als solche aufgrund von Alltagsrisiken.<sup>¶</sup> Die Debatte über Nuklearwaffen war stets mit kollektiven Reminiszen-

<sup>¶</sup> Wolfgang Barthel et al., *Der Unsichtbare Tod. Die Angst des Bürgers vorm Atom*, Hamburg 1979.

<sup>¶</sup> Vgl. Bernd Greiner et al. (Hrsg.), *Angst im Kalten Krieg*, Hamburg 2009.

zen an den Zweiten Weltkrieg verknüpft. Sie ist integraler Bestandteil der Auseinandersetzung mit dem Nationalsozialismus und dadurch in einen identitätsstiftenden Diskurs integriert. In Debatten über Nuklearrüstung liefen, oft auch ohne explizite Nennung, Bilder von Hiroshima und Dresden mit ab. Daher ist „die Bombe“ in ihrem emotionalen Potenzial nicht zu schlagen, auch wenn das „friedliche Atom“ für die Bevölkerung mit höheren Risiken verknüpft ist. Auch schienen nukleare „Angstmacher“ den außen- und sicherheitspolitischen Konsens der Bundesrepublik aufzukündigen.<sup>¶</sup>

Ein *dritter* Grund für die unterschiedliche Resonanz ziviler und militärischer nuklearer Katastrophenszenarien liegt in der „Dramaturgie der Furcht.“ Diese ist jeweils eine andere. Ein ziviler Störfall kündigt sich schleichend, nachgerade heimlich und ohne das explosive Donnerrollen der dramatisch aufsteigenden Atompilze an. In unserer auf visuelle Codes getrimmten Kultur bietet selbst ein Super-GAU wie Tschernobyl nur beschränkte Möglichkeiten der theatralischen Inszenierung. In Atomkonflikten stehen sich klar definierte Lager gegenüber, die personalisiert werden können. Das Drama-Potenzial der Atomkraftwerke bleibt dahinter deutlich zurück. Auch ist bisher niemand auf die Idee gekommen, ein Kernkraftwerk zu einer fiktionalen Waffe umzufunktionieren.

Ein *vierter* Grund liegt in dem durch die Kulturgeschichte und ihre Traditionen gesteckten Rahmen. Apokalyptische Szenarien gehören zum gesunkenen Kulturgut westlicher Gesellschaften. Sie sind selbst unter nicht bibelfesten Zeitgenossen jederzeit kulturell abrufbar. Nur ein Atomkrieg bietet das Szenario einer massenhaften Vernichtung menschlichen Lebens mit entsprechender postapokalyptischer Katharsis. Nukleare Weltuntergänge eröffnen weite Felder für utopische Zukunftsentwürfe, während imaginierte Störfälle in Kernkraftwerken an die Komplexität der gegenwärtigen Probleme erinnern, mit schwierigen Abwägungsfragen und geordneten politischen Prozessen. Auch katastrophalste Reaktorunfälle

<sup>¶</sup> Vgl. die Beiträge von Holger Löttel und Judith Michel in: Patrick Bormann et al. (Hrsg.), *Angst in den internationalen Beziehungen*, Bonn 2010; Eckart Conze, *Modernitätsskepsis und die Utopie der Sicherheit. NATO-Nachrüstung und Friedensbewegung in der Geschichte der Bundesrepublik*, in: *Zeithistorische Forschungen*, (2010) 7, S. 220–239.

(siehe Fukushima) scheinen nicht das Potenzial zur fiktionalen Apokalypse zu haben.

Dieser Beitrag ist ein Versuch, Schneisen in die Kulturgeschichte der deutschen Nuklearangst in ihrer internationalen Verflechtung zu schlagen. Er konzentriert sich auf kulturelle Produktion im engeren Sinne, auf Romane, Gedichte, die bildenden Künste, Musik und Film. Die hier manifest werdenden Beschreibungen des „atomaren Todes“ greifen, gerade in ihren populären Formen, zentrale gesellschaftliche Problemstellungen auf. Sie sind für eine Politik- und Sozialgeschichte der beiden deutschen Staaten essenziell. Das gilt besonders für die in diesen Quellen kommunizierten Ängste, die stets als Chiffre für die Beschäftigung mit der Zukunft dienen. Sie spiegeln gesellschaftliche Befindlichkeiten wider, wirken aber auch als Antrieb in politischen Entscheidungssituationen.

## Unwille zur Angst? Die frühen Jahre

Die verstörende Gewalt der ersten nuklearen Explosionen im Sommer 1945 hat tiefe Spuren in der Kulturgeschichte hinterlassen. Daher haben Hiroshima und Nagasaki rückblickend Deutungen nahe gelegt, wonach sich mit dem Abwurf der ersten Atombomben eine weltgeschichtliche Wende vollzog. Schon 1947 legte der Schriftsteller Max Frisch in seiner Farce „Die Chinesische Mauer“ einem der Protagonisten das Wort in den Mund: „Zum ersten Mal (...) (und darum, meine Herren, hilft uns keine historische Routine mehr!) stehen wir vor der Wahl, ob es die Menschheit geben soll oder nicht. Die Sintflut ist herstellbar.“

Tatsächlich gab es aber historische Referenzpunkte zur Verständigung über „die Bombe“. Geht man kulturelle Manifestationen des nuklearen Todes durch, so verfestigt sich rasch der Eindruck, dass die Forderung des „Philosophen des Atomzeitalters“, Günther Anders, die Vermessung des Daseins „unter dem Zeichen der Bombe“ bedürfe neuer Formen des Nachdenkens, die Menschheit nicht sonderlich beeindruckt hat.<sup>6</sup> Im Gegenteil: Wenn eine

<sup>6</sup> Vgl. Günther Anders, Über die Bombe und die Wurzeln unserer Apokalypse-Blindheit, in: ders., Die Antiquiertheit des Menschen, Band I: Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution, München 1956, S. 233–353.

umfassende Kulturgeschichte der Nuklearangst etwas deutlich macht, dann, wie gängig der Rückgriff auf altbekannte Begriffe war. So eröffnen viele, auch drastische Inszenierungen des „nuklearen Todes“ der Menschheit am Ende ein Hintertürchen zum Überleben und tragen so, wenn auch unbewusst, neutestamentarische Spuren chiliastischer Heilserwartungen weiter. Hier werden uralte Erzählungen vom postapokalyptischen Überleben weniger „Gerechter“ in moderne, säkularisierte Bilder gefasst.<sup>7</sup> Auch wurden bestimmte Muster der Kernenergie-Rezeption schon frühzeitig durch Science-Fiction-Romane wie H. G. Wells' „The World Set Free“ (1914) angelegt.<sup>8</sup>

Bestimmte „apokalyptische“ Wahrnehmungsmuster „der Bombe“ waren daher als kulturelle Standards bereits etabliert, als es 1945 zu den ersten nuklearen Explosionen kam. Dennoch konstatierten zeitgenössische Beobachter wie Anders eine „Apokalypse-Blindheit“ der Menschen, eine „Unfähigkeit zur Angst“.<sup>9</sup> Das lässt sich relativ leicht erklären: Wie viele technische Innovationen wurde „die Bombe“ in bekannte Schemata integriert. Sie erschien als noch verheerendere Waffe, die in das Narrativ einer kontinuierlichen Steigerung moderner Kriege passte. Sie wurde „konventionell“, im Sinne der „Feuerstürme“ des Zweiten Weltkrieges, gedeutet; Hiroshima erschien „nur“ als Höhepunkt des Luftkrieges.<sup>10</sup>

Ängste richteten sich in den 1940er Jahren nicht auf die unsichtbaren Gefahren „des Atoms“, sondern waren allgemeine Kriegs- und Zukunftsängste: Angst vor Inflation, Arbeitslosigkeit und dem Kommunismus. Nukleare Explosionen wurden in grell bunten Bildern ästhetisiert, Aufnahmen atomarer Explosionen zu einem positiv besetzten Symbol „politischer Macht und technischen Fortschritts“ ikonisiert.<sup>11</sup> Indes wurden in Eu-

<sup>7</sup> Vgl. Mick Broderick, Surviving Armageddon. Beyond the Imagination of Disaster, in: Science Fiction Studies, (1993) 20, S. 362–382.

<sup>8</sup> Vgl. Spencer R. Weart, Nuclear Fear. A History of Images, Cambridge/MA 1988, S. 24.

<sup>9</sup> G. Anders (Anm. 6), S. 276 ff.

<sup>10</sup> Vgl. Dietmar Süß, Tod aus der Luft. Kriegsgesellschaft und Luftkrieg in Deutschland und England, München 2011, S. 534.

<sup>11</sup> Gerhard Paul, „Mushroom Clouds“. Bilder des atomaren Holocaust, in: ders. (Hrsg.), Das Jahrhundert der Bilder. Band I: 1900 bis 1949, Bonn 2009, S. 723–729, hier: S. 725.

ropa und in den USA frühzeitig Warnungen geäußert, wenn zum Beispiel Aldous Huxley in „Ape and Essence“ (1948) ein düsteres Bild der degenerierenden Wirkungen der Radioaktivität auf das menschliche Erbgut zeichnet.

Die *atomic culture* trieb in den USA skurrile Blüten. Aber auch in Deutschland wurde „die Bombe“ verharmlost und trivialisiert. Von den Atomtests ging ein faszinierendes, aber oberflächliches Grauen aus. Die Tests auf dem Bikini-Atoll riefen naive Technikbegeisterung und groteske Verharmlosungen hervor, einschließlich des bekannten Terminus-Transfers in die weibliche Bademode. „Wir leben im Dauerzustand der Katastrophe, und wenn wir uns auch vor der dunklen Wolke fürchten“, so kommentierte der Schriftsteller Friedrich Sieburg 1954 etwas kopfschüttelnd die Situation: Die „Furcht [ist] doch auch mit einem heimlichen Vergnügen vermischt.“<sup>12</sup>

## Glückliche Drachen und atomare Monster

Mitte der 1950er Jahre verdichteten sich die bis dahin selten thematisierten Gefahren der Radioaktivität zu gesellschaftlichen Ängsten. Wichtiger Auslöser war ein Unglücksfall bei der Erprobung der ersten einsatzfähigen Wasserstoffbomben 1954 auf dem Bikini-Atoll, wodurch die Mitglieder eines japanischen Fischerbootes, „Glücklicher Drache Nr. 5“, verstrahlt worden waren. Einer der Fischer starb bald nach der Rückkehr.<sup>13</sup> Nun war „die Bombe“ zur unmittelbaren Bedrohung von Zivilisten im Hier und Jetzt geworden (nicht erst in einem hypothetischen Nuklearkrieg). Es begann der Aufstieg der *nuclear fiction*. Die Menschheit hatte das griffige Exempel, das die Gefährdungen „des Atoms“ existenziell erfahrbar machte.<sup>14</sup>

Das Schicksal des „Glücklichen Drachen“ zog in der Populärkultur weite Kreise. Der erste Godzilla-Film wurde noch 1954 in Japan uraufgeführt. Er ist direkt von dem Bikini-

<sup>12</sup> Friedrich Sieburg, Die Lust am Untergang. Selbstgespräche auf Bundesebene [1954], Neudruck Frankfurt/M. 2010, S. 74.

<sup>13</sup> Vgl. Ralph E. Lapp, Die Reise des glücklichen Drachen. Eine moderne Odyssee, Düsseldorf 1958.

<sup>14</sup> Vgl. Ilona Stölken-Fitschen, Atombombe und Geistesgeschichte. Eine Studie der fünfziger Jahre aus deutscher Sicht, Baden-Baden 1995, S. 95.

Vorfall inspiriert: Ein atomarer Test weckt ein in der Tiefsee verborgenes urzeitliches Monster, das kein Stacheldraht und kein Kampfflugzeug aufhalten kann.<sup>15</sup> In Hollywood wurden Mutanten endemisch. Angefangen mit „Them!“ (1954, deutsch „Formicula“, 1960) entkamen in weiteren B-Movies nicht nur Ameisen, sondern auch Spinnen („Tarantula“, 1955), Schnecken („The Monster that Challenged the World“, 1957), Grashüpfer („Beginning of the End“, 1957) und Krabben („Attack of the Crab Monsters“, 1957) der von der Wissenschaft geöffneten Büchse der Pandora.<sup>16</sup>

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen des Zweiten Weltkrieges, der atomaren Planspiele der NATO und der gesellschaftlichen Proteste über die atomare Bewaffnung der Bundeswehr, wirkten diese phantastischen Inszenierungen auf das gebildete deutsche Publikum leicht lächerlich. Indes: Trotz traditioneller Abwehrhaltung gegenüber der US-Populärkultur dürften diese Filme auch hierzulande ein Publikum gefesselt haben, zumal sie im öffentlich-rechtlichen Fernsehen regelmäßig wiederholt wurden. Kann man diesen Filmen auch Verharmlosung und Eskapismus zum Vorwurf machen (wie zum Beispiel Susan Sontag dies tat), so zeigt doch ihr massenhaftes Auftreten, was den Mainstream bewegte.<sup>17</sup>

## Physiker-Dramen und Hiroshima-Gedenken

Die Jahre bis nach der Kubakrise (1962) sind für die Kulturgeschichte der Atomangst ein fruchtbares Jahrzehnt. Für die zweite Hälfte der 1950er Jahre sind Dutzende von literarischen, lyrischen und auch philosophischen Thematisierungen des nuklearen Todes überliefert. Die Palette reicht von Wolfgang Weyrauchs preisgekröntem Hörspiel „Die japanischen Fischer“ (1955) bis zu den Dichtungen von Marie-Luise Kaschnitz, Stefan Hermlin und Anna Seghers.<sup>18</sup> Populäre Bestseller wie

<sup>15</sup> Details nach [www.mechagodzilla.de](http://www.mechagodzilla.de) (5. 10. 2011).

<sup>16</sup> Ausführliche Übersicht bei Thomas Koebner (Hrsg.), Filmgenres: Science Fiction, Stuttgart 2003.

<sup>17</sup> Vgl. Susan Sontag, Die Katastrophenphantasie, in: dies., Kunst und Antikunst, Reinbek 1968, S. 232–250; für die Gegenposition vgl. Kaspar Maase, Was macht Populärkultur politisch?, Wiesbaden 2010.

<sup>18</sup> Vgl. Walter Jens (Hrsg.), Leben im Atomzeitalter. Schriftsteller und Dichter zum Thema unserer Zeit, Gräfelting 1987.

die des „Atom-Journalisten“ Robert Jungk beschworen am Beispiel J. Robert Oppenheims den faustischen Pakt. Physikerdramen kamen groß in Mode und elaborierten den Zwiespalt von Technik und Ethik.<sup>19</sup>

Populärwissenschaftliche Arbeiten fanden einen breiten Markt. Vielleicht, weil im deutschen Fall historische Ängste und Erinnerungen durch die Gefahr des Atomkriegs angesprochen wurden, spielte sich die Auseinandersetzung mit dem Atomtod in weniger fiktionalen Genres ab (im augenscheinlichen Kontrast zu Japan, das mit Deutschland die Luftkriegserfahrung teilte). In den „Angstsemantiken“ (Holger Nehring) der Friedensbewegung wurde auf „reale“ Fiktionen zurückgegriffen, die in der Presse in Wort und Bild leicht zugänglich waren, drohten doch in NATO-Manövern mit immer höheren Einsätzen an Nuklearwaffen Millionen deutscher Opfer.<sup>20</sup> Hier wurde die Fiktion von der imaginierten Realität zum Teil überholt.

Mit der „Kampf dem Atomtod“-Kampagne wurzelte sich nun auch „Hiroshima“ als zentraler Referenzpunkt der deutschen Nuklearangst ein. „Nie wieder Hiroshima“ war das wichtigste Schlagwort der deutschen Friedensbewegung, es entstand eine umfangreiche Hiroshima-Lyrik,<sup>21</sup> der ostdeutsche Maler Werner Tübke schuf einen Furcht einflößenden Zyklus „Hiroshima I-III“, und der ebenfalls in der DDR tätige Armin Münch zeichnete „Little Man“ und „Fat Boy“, die Hiroshima- und Nagasaki-Bomben.<sup>22</sup> Dabei wurde Hiroshima bewusst auch mit den deutschen Erfahrungen des Luftkriegs gleichgesetzt, zugleich aber auch die völlige Andersartigkeit der langfristigen Wirkungen der Radioaktivität thematisiert. „Radioaktiv“ wurde zum Angstbegriff.

<sup>19</sup> Vgl. I. Stölken-Fitschen (Anm. 14), S. 220.

<sup>20</sup> Vgl. Holger Nehring, *Angst, Gewalterfahrungen und das Ende des Pazifismus. Die britischen und westdeutschen Proteste gegen Atomwaffen, 1957–1964*, in: B. Greiner (Anm. 5), S. 436–464, hier: S. 441.

<sup>21</sup> Vgl. Raimund Kurscheid, *Kampf dem Atomtod. Schriftsteller im Kampf gegen eine deutsche Atomwaffenbewaffnung*, Köln 1981.

<sup>22</sup> Vgl. Ulrich Krökel, „Bombe und Kultur“. Künstlerische Reflexionen über die Atombombe von Hiroshima bis Cernobyl, in: Michael Salewski, *Das nukleare Jahrhundert. Eine Zwischenbilanz*, Stuttgart 1998, S. 188–216.

Ein paradoxes Resultat der „Kampf dem Atomtod“-Bewegung war die klare Aufspaltung der Atomenergie in eine „gute“ zivile Variante, und eine in Deutschland von der Bevölkerung mehrheitlich abgelehnte militärische Nutzung.<sup>23</sup> Atompsychose und Atomeuphorie koexistierten fast übergangslos, wenn etwa das „Godesberger Programm“ der SPD von 1959 in seiner Präambel konstatierte, „dass der Mensch die Urkraft des Atoms entfesselte und sich jetzt vor den Folgen fürchtet“, aber zugleich der Hoffnung Ausdruck gab, „dass der Mensch im atomaren Zeitalter sein Leben erleichtern, von Sorgen befreien und Wohlstand für alle schaffen kann, wenn er seine täglich wachsende Macht über die Naturkräfte nur für friedliche Zwecke einsetzt“.

Zwar kamen auch in den 1960er Jahren noch filmische und literarische Zeugnisse auf den Markt, die sich mit Nuklearkriegen auseinandersetzten oder an die Verantwortung der Wissenschaft appellierten, in ihrer Mehrheit aber hörten die Menschen für anderthalb Jahrzehnte auf, sich um „die Bombe“ zu sorgen. Sie mochten sie vielleicht nicht gerade lieben, wie Stanley Kubrick pointiert behauptete, doch mit der Unterzeichnung des Atomteststoppabkommens 1963 waren Atomängste evozierende Pilzwolken weitgehend passé. Der nukleare Tod stand am Rande. Aktivisten der Studenten- und Friedensbewegung konzentrierten sich auf Probleme wie den Algerien- und den Vietnam-Krieg, die Dekolonisierung und die Nord-Süd-Problematik.

Auf breiter Front kehrte die Atomangst mit dem Ende der Fortschrittsgläubigkeit zu Beginn der 1970er Jahre zurück.<sup>24</sup> Nun stand zum ersten Mal das „friedliche Atom“ im Zentrum der Kontroversen, nachdem der Durchbruch zur kommerziellen Nutzung der Kernenergie in Deutschland Ende der 1960er Jahre erfolgt war. Was lokal (etwa in

<sup>23</sup> Vgl. Michael Geyer, *Der Kalte Krieg, die Deutschen und die Angst. Die westdeutsche Opposition gegen Wiederbewaffnung und Kernwaffen*, in: Klaus Naumann (Hrsg.), *Nachkrieg in Deutschland*, Hamburg 2001, S. 267–318.

<sup>24</sup> Vgl. Kai F. Hünemörder, *Die Frühgeschichte der globalen Umweltkrise und die Formierung der deutschen Umweltpolitik 1959–1973*, Stuttgart 2004, S. 154ff.

## Apokalypsen in der Friedensbewegung

Karlsruhe) schon Mitte der 1960er Jahre mit vereinzelt Protesten begann, sollte in Gorbelen und Wackersdorf, und vor allem auch in Wyhl bald nationale symbolische Signifikanz erhalten.<sup>25</sup> Der Anti-AKW-Protest hat vor allem kleinere Kunstformen inspiriert. In der Folk- und Liedermachszene kamen zahlreiche Protestsongs zu Ehren, oft wurden alte Volkslieder mit neuen Protestinhalten gefüllt oder auch völlig umgedeutet (wie zum Beispiel die „Wacht am Rhein“). „In Mueders Stübele“ vergleicht Walter Moßmann die Angst vor dem Verlust der Heimat ans „große Geld“ mit einem Krieg im eigenen Land. Bekannt geworden sind auch die Lieder gegen den Schnellen Brüter in Kalkar, etwa Frank Baiers „Lied vom Bauern Maas“.<sup>26</sup>

Die Anti-AKW-Songs folgten dem Muster „David gegen Goliath“. Angstszenerien wurden hier aber nicht entworfen, um das Publikum mit Schaudergeschichten zu unterhalten. Sie sollten Mut einflößen, um sich gegen die Übermacht des Staates und Kapitalinteressen zu wehren. Die Songs dienten dem eminent praktischen Zweck, die Protestler bei Platzbesetzungen und Demonstrationen im Angesicht der Polizei durch Singen zu stärken. Hier war ein Verständnis von Angst nicht als einer lähmenden, sondern rationalen Kraft verbreitet, wie es später auch für die Friedensbewegung typisch wurde.

Im Vergleich zu anderen sozialen Bewegungen der 1970er Jahre haben die Anti-AKW-Proteste weniger kulturelle Spuren hinterlassen. Zivile Atomängste wurden entweder aus Hollywood importiert, wie in dem kurz vor dem Unfall in Harrisburg angelaufenen Film „The China Syndrome“ (1979) oder dann, nach Tschernobyl, von ökopessimistischen Autorinnen wie Gudrun Pausewang breitenwirksam in literarische Bilder gefasst. Nicht zu vergessen ist auch die ironische Brechung der Ängste, etwa in der Zeichentrickserie „The Simpsons“ (seit 1989). Das Science-Fiction-Genre hat der zivilnukleare Tod dagegen nur marginal beschäftigt. Die dramaturgischen Potenziale des „unsichtbaren Todes“, der von einem „ganz normalen“ Kernkraftwerk ausgeht, waren offensichtlich begrenzt.

<sup>25</sup> Zur Antiatomkraftbewegung siehe auch den Beitrag von Joachim Radkau in dieser Ausgabe.

<sup>26</sup> Vgl. Thomas Rotschild, Liedermacher. 23 Porträts, Frankfurt/M. 1980, S. 147.

Erst mit dem NATO-Doppelbeschluss 1979 fanden nukleare Apokalypsen wieder weitere Verbreitung in der Populärkultur. Amerikanische Punk-Rock-Bands widmeten der Neutronenbombe eigene Stücke, Kurt Vonnegut malte sich in „Deadeye Dick“ (1982) ihre Folgen aus. In Großbritannien ging eine Welle postapokalyptischer nuklearer Visionen der politischen Debatte voraus. Und in Deutschland wurde der Song „Das weiche Wasser bricht den Stein“ mit der eingängigen Eröffnungszeile „Europa hatte zweimal Krieg/der dritte wird der letzte sein“ zu einem der Schlager der Friedensbewegung.

Nukleare Angstszenerien waren in der populären Musik der Jahre auf dem Höhepunkt der Nachrüstungsdebatte 1982/1983 so ubiquitär, dass es eigener Untersuchungen bedarf.<sup>27</sup> In der Bundesrepublik und der DDR hatte der *nuclear pop* bzw. *nuclear rock* seine goldene Ära. Nicht allein die bekannten Interpreten wie Herbert Grönemeyer, Udo Lindenberg („Wozu sind Kriege da“, 1981), Peter Maffay und Konstantin Wecker, oder die Bands der Neuen Deutschen Welle beschworen Weltuntergänge. Dass der „nukleare Holocaust“ (wie das Szenario nun gerne apostrophiert wurde) kommerziell „lief“, zeigt Boney M. Die Diskogruppe ersang sich mit „We kill the World“ (1981) sozialkritische Glaubwürdigkeit. Die Schlagersängerin Nicole reüssierte 1982 mit „Ein bißchen Frieden“. Das Nuklearthema degradierte zur europäischen Modeerscheinung, wenn der größte Strandschlager der 1980er Jahre, „Vamos a la playa“, über die nukleare Verseuchung der Meere sinniert.<sup>28</sup>

Filme und Romane folgten. Die bekanntesten Beispiele sind das amerikanische TV-Drama „The Day After“, das den nuklearen Weltuntergang am Beispiel einer mittwestli-

<sup>27</sup> Vgl. Philipp Baur, Nukleare Untergangsszenarien in Kunst und Kultur, in: Christoph Becker-Schaum et al. (Hrsg.), Die Nuklearkrise: Der NATO-Doppelbeschluss und die Friedensbewegung der 1980er Jahre, Paderborn 2012 (i. E.).

<sup>28</sup> Vgl. Sebastian Peters, Ein Lied mehr zur Lage der Nation. Politische Inhalte in deutschsprachigen Popsongs, Berlin 2010; Philipp Gassert, Die Vermarktung des Zeitgeists. Nicoles „Ein bißchen Frieden“ (1982) als akustisches und visuelles Dokument, in: Zeithistorische Forschungen, (2012) 2 (i. E.).

chen Kleinstadt drastisch inszeniert, und der britische Zeichentrickfilm „When the Wind Blows“ (beide 1983).

Im Unterschied zu den monströsen oder galaktischen, meist postapokalyptischen Utopien der 1950er Jahre bilden die Szenarien der 1980er Jahre sowohl in ihren filmischen als auch in ihren literarischen Formen (mit Anton-Andreas Guhas „Ende. Tagebuch aus dem Dritten Weltkrieg“, 1983, als markantes Beispiel) nicht die Welt nach dem nuklearen Armageddon ab, sondern schildern den Untergang selbst. Der deutsche Bestseller „Die letzten Kinder von Schewenborn“, wartet mit plastischen Details aus der Ereigniskette eines Atomkriegs auf. Wie in „The Day After“ wird die Vogelperspektive vermieden. Anders als der amerikanische Film, der die Möglichkeit menschlichen Überlebens andeutet, geht bei Pausewang mit den „letzten Kindern“ die Weltgeschichte zu Ende.

Bei der Thematisierung von Nuklearängsten stechen die Unterschiede zu den 1950er Jahren hervor. „Angst“ konnte in einer sich individualisierenden, demokratisierten Gesellschaft als positiv besetzter Topos sowohl in der Anti-AKW- als auch Friedensbewegung Geltung beanspruchen.<sup>29</sup> Während Anhänger der „Kampf dem Atomtod“-Kampagne sich gegen Zuschreibungen wehrten, sie schürten pure Emotionalität, wurde Angst nun als handlungsleitender, rationaler Impuls gefeiert. Angesichts der Wahrscheinlichkeit des Atomkrieges sei „nicht die Angst, sondern die Angstfreiheit irrational“, verteidigte der Philosoph Ernst Tugendhat die friedensbewegte Emotionalität.<sup>30</sup>

## Resümee

Ein Überblick über die Kulturgeschichte der deutschen Nuklearangst hinterlässt ein Paradox, das der näheren geschichtswissenschaftlichen Aufklärung bedarf. Der friedliche Anti-AKW-Protest, der in Wyhl, Kalkar und Wackersdorf erfolgreich agierte und auf

<sup>29</sup> Vgl. Susanne Schregel, Konjunktur der Angst. „Politik der Subjektivität“ und „neue Friedensbewegung“, 1979–1983, in: B. Greiner (Anm. 4), S. 495–520.

<sup>30</sup> Ernst Tugendhat, Nachdenken über die Atomkriegsgefahr und warum man sie nicht sieht, Berlin 1986, S. 37.

Bundesebene ein Moratorium der nuklearen Ausbaupläne erreichen konnte bzw. mit der jüngsten Wende sogar den „Atomausstieg“, hat trotz seiner auch im internationalen Vergleich bemerkenswerten politischen Erfolge kaum den Atomkriegsphantasien vergleichbare populär- und hochkulturelle Fiktionen der Angst hervor gebracht.

Es fehlen also für die zivile Seite, trotz der signifikanten Ausnahme der Protestlieder, die Weiterungen in fast allen der hier untersuchten Bereiche kultureller Produktion. Dagegen ist die Kulturgeschichte Europas und Nordamerikas, vom vorübergehenden Rückgang der Atomangst in den 1960er Jahren einmal abgesehen, voll von postapokalyptischen und katastrophischen Fiktionalisierungen eines nuklearen militärischen Schlagabtauschs, der häufig mit einer weitgehenden Vernichtung menschlichen Lebens endet.

Eine Ausnahme in dieser relativen kulturgeschichtlichen Nicht-Thematisierung der Gefahren der zivilen Nutzung der Kernenergie stellt die nukleare Havarie von Tschernobyl dar (und vielleicht künftig auch die von Fukushima). Aber auch hier handelt es sich meist um dokumentarische Romane und nicht um fantastische Fiktionen. Tschernobyl hat (wie jüngst Fukushima) eine intensive publizistische Auseinandersetzung über die „Angst der Deutschen“ bewirkt. Es half gesellschaftliche Ängste zu fokussieren, zumal hier das Entweichen von Radioaktivität keine Fiktion blieb, sondern die Wirklichkeit herausforderte (beschrieben von Christa Wolf).

Es ist ein wenig verwunderlich, dass atomare Reaktoren, die in der unmittelbaren Nachbarschaft vieler Künstler, Schriftsteller und Intellektueller standen (und stehen), als Projektionsfläche alptrauhafter Nuklearfiktionen offenbar unbrauchbar sind. Aufgrund der von weiten Kreisen gefürchteten Realität der Bedrohung schien es fiktiver Nachhilfen nicht zu bedürfen. Im Umkehrschluss ließe sich aber auch spekulieren, ob militärnukleare Untergangsszenarien vielleicht häufiger sind, weil sie einen hypothetischen Ernstfall betreffen, der außerhalb unserer tatsächlich vorstellbaren Realität liegt.

„APuZ aktuell“, der Newsletter von

## Aus Politik und Zeitgeschichte

Wir informieren Sie regelmäßig und kostenlos per E-Mail über die neuen Ausgaben.

Online anmelden unter: [www.bpb.de/apuz-aktuell](http://www.bpb.de/apuz-aktuell)

# APuZ

Nächste Ausgabe 48/2011 · 28. November 2011

# Wehrpflicht und Zivildienst

*Harald Kujat*

Das Ende der Wehrpflicht

*Peter Steinbach*

Zur Geschichte der Wehrpflicht

*Berthold Meyer*

Vom Ende her denken.  
Bundeswehrreform und Parteiendemokratie

*Heiko Biehl · Alexandra Jonas · Bastian Giegerich*

Aussetzung der Wehrpflicht.  
Erfahrungen und Lehren westlicher Partnerstaaten

*Wenke Apt*

Personalgewinnung und -politik der Bundeswehr

*Ines-Jacqueline Werkner*

Wehrpflicht und Zivildienst –  
Bestandteile der politischen Kultur?

*Holger Backhaus-Maul · Stefan Nährlich · Rudolf Speth*

Der diskrete Charme des neuen Bundesfreiwilligendienstes

*Jörn Fischer*

Freiwilligendienste – vom Nutzen des Engagements

Herausgegeben von  
der Bundeszentrale  
für politische Bildung  
Adenauerallee 86  
53113 Bonn



### Redaktion

Dr. Hans-Georg Golz  
Dr. Asiye Öztürk  
Johannes Piepenbrink  
(verantwortlich für diese Ausgabe)  
Anne Seibring (Volontärin)  
Telefon: (02 28) 9 95 15-0  
[www.bpb.de/apuz](http://www.bpb.de/apuz)  
[apuz@bpb.de](mailto:apuz@bpb.de)

Redaktionsschluss dieses Heftes:  
4. November 2011

### Druck

Frankfurter Societäts-Druckerei GmbH  
Kuhresstraße 4–6  
64546 Mörfelden-Walldorf

### Satz

le-tex publishing services GmbH  
Weißenfelsstraße 84  
04229 Leipzig

### Abonnementservice

*Aus Politik und Zeitgeschichte* wird  
mit der Wochenzeitung **Das Parlament**  
ausgeliefert.  
Jahresabonnement 25,80 Euro; für Schüle-  
rinnen und Schüler, Studierende, Auszubil-  
dende (Nachweis erforderlich) 13,80 Euro.  
Im Ausland zzgl. Versandkosten.

Frankfurter Societäts-Medien GmbH  
Vertriebsabteilung **Das Parlament**  
Frankenallee 71–81  
60327 Frankfurt am Main  
Telefon (069) 7501 4253  
Telefax (069) 7501 4502  
[parlament@fs-medien.de](mailto:parlament@fs-medien.de)

### Nachbestellungen

IBRo  
Kastanienweg 1  
18184 Roggentin  
Telefax (038204) 66 273  
[bpb@ibro.de](mailto:bpb@ibro.de)  
Nachbestellungen werden bis 20 kg mit  
4,60 Euro berechnet.

Die Veröffentlichungen  
in *Aus Politik und Zeitgeschichte*  
stellen keine Meinungsäußerung  
der Herausgeberin dar; sie dienen  
der Unterrichtung und Urteilsbildung.

ISSN 0479-611 X

# Ende des Atomzeitalters? APuZ 46–47/2011

*Ortwin Renn*

## 3–7 Wissen und Moral – Stadien der Risikowahrnehmung

Die Ereignisse von Tschernobyl und Fukushima haben die Risikowahrnehmung der Kernenergie in Deutschland stark beeinflusst. Der Beitrag verfolgt die Wahrnehmung des Risikos von Großtechnologien von 1986 bis heute.

*Joachim Radkau*

## 7–15 Eine kurze Geschichte der deutschen Antiatomkraftbewegung

Die Anfänge der Anti-AKW-Bewegung reichen über 40 Jahre zurück. Nach dem Höhepunkt des Konflikts in den späten 1970er Jahren glaubten sich viele Anti-AKW-Streiter auf verlorenem Posten; aber wie es aussieht, haben sie gesiegt.

*Severin Fischer*

## 15–22 Das „Modell Deutschland“ und die europäische Energiepolitik

Es gilt, die „Energiewende“ europäisch zu denken. Soll das „Modell Deutschland“ Schule machen und die Transformation des Energiesystems gelingen, ist die Mitgestaltung der EU-Energiepolitik für die Bundesrepublik von größter Bedeutung.

*Hardo Bruhns · Martin Keilbacker*

## 22–29 „Energiewende“: Wohin führt der Weg?

Die „Energiewende“ ist nicht nur notwendig, sondern möglich. Allerdings wird sie durch den Ausbau fossiler Energieerzeugung verlangsamt. Insbesondere beim Netzausbau ist ein gemeinsames europäisches Vorgehen von größter Bedeutung.

*Konrad Kleinknecht*

## 29–36 Abkehr vom Klimaschutz?

Die erneuerbaren Energiequellen können 2020 nur etwa 30 Prozent unseres Strombedarfs decken. Für die verbleibenden 70 Prozent sind wir auf unsere Kohle- und Gaskraftwerke und die Kernkraftwerke der Nachbarn angewiesen.

*Manfred Bürger · Michael Buck · Georg Pohlner · Jörg Starflinger*

## 36–42 Fukushima: Gefahr gebannt? Lernen aus der Katastrophe

Der Unfall in Fukushima konfrontiert uns direkt mit der Frage nach unserer eigenen Sicherheitskultur. Diese ständig zu verbessern, bleibt auch nach dem Entschluss zum Atomausstieg eine Notwendigkeit. Eilige „Stresstests“ reichen nicht aus.

*Rafaella Hillerbrand*

## 42–48 Von Risikoabschätzungen zum „guten Leben“ – oder umgekehrt?

Die Debatte um eine sichere Energieversorgung ist in erster Linie ein Risikodiskurs. Es bedarf sowohl einer ethischen Bewertung, die künftige Generationen einbezieht, als auch einer Besinnung darauf, was wir unter „gutem Leben“ verstehen.

*Philipp Gassert*

## 48–54 Popularität der Apokalypse: Zur Nuklearangst seit 1945

Die Angst vor „der Bombe“ hat in Romanen, Filmen und in der Musik breiten kulturellen Niederschlag gefunden. Die Gefahren der zivilen Nutzung der Kernenergie wurden dagegen vergleichsweise wenig thematisiert. Sie taugen nicht zum Drama.