



Klaus-Dieter Maubach

Energiewende

Wege zu einer bezahlbaren
Energieversorgung



Springer VS

Energiewende

Klaus-Dieter Maubach

Energiewende

Wege zu einer bezahlbaren
Energieversorgung

Klaus-Dieter Maubach
Düsseldorf, Deutschland

ISBN 978-3-658-03357-6
DOI 10.1007/978-3-658-03358-3

ISBN 978-3-658-03358-3 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer VS

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Lektorat: Verena Metzger, Monika Mülhausen

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer VS ist eine Marke von Springer DE.

Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-vs.de

Inhalt

Abkürzungen	7
Vorwort	9
Einführung	15
Teil I	23
Fukushima und Ausstieg (2011)	25
Fundamente der Energiewende (1980–1998)	41
EnWG und EEG (1998–2003)	59
Emissionshandel und Energiepreise (2003–2008)	83
Netzregulierung und EEG (2004–2008)	101
Krise in Europa (2009–2012)	117

Teil II	141
Standortbestimmung (2013)	143
2050: Energiewende	159
Fossile Primärenergien	169
Die Regenerativen	179
Energiesystem der Zukunft	201
Politik für die Energiewende	225
1 Braunkohle und Erdgas	228
2 Auslaufbetrieb der Kernenergie	230
3 Energieeffizienz	232
4 Emissionshandel	235
5 EEG Reform	239
6 Regulierung der Stromnetze	245
7 Strommarktgestaltung	249
8 Koordinierung der Energiewende	260
Zusammenfassung	263

Abkürzungen

BDI	Bundesverband der deutschen Industrie
BKartA	Bundeskartellamt
BNetzA	Bundesnetzagentur
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
CCS	Carbon Capture and Storage
CDU	Christlich Demokratische Union
CO ₂	Kohlendioxid
CSU	Christlich Soziale Union
DM	Deutsche Mark
DNS	Desoxyribonukleinsäure
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ETS	Emissions Trading System
EU	Europäische Union
FDP	Freie Demokratische Partei
GROWIAN	Große-Wind-Anlage
GuD	Gas-und-Dampf
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
h	Stunde
J	Joule
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
cbm	Kubikmeter

MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
OECD	Org. for Economic Co-operation and Development
PKW	Personenkraftwagen
PS	Pferdestärke
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
RÖE	Rohöleinheit
SKE	Steinkohleeinheit
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschland
TEHG	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz

Vorwort

Die Energiewende ist eine wichtige und eine gemeinschaftliche Aufgabe für diese und für kommende Generationen. Deutschland hat, vielleicht als eines der wenigen Länder der Welt, das Potential, eine solche Energiewende anzugehen, und Deutschland hat die Chance, sie zu einem Erfolg werden zu lassen. Es wird Kraft und Geld kosten sowie Geduld und Ausdauer brauchen, bis eine fundamentale Transformation des gesamten Energiesystems vollendet sein wird; genau das ist der Anspruch an eine Energiewende.

Die Energiewende wird nur gemeinsam gelingen. Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und wichtige gesellschaftliche Gruppen wie Kirchen und Gewerkschaften müssen zusammen arbeiten. Die Zusammenarbeit dieser Gruppen war und ist gerade in Klima- und Energiefragen schwierig. Das trifft nicht nur auf die Beziehungen der Gruppen untereinander zu, wie sich am Beispiel des Verhältnisses zwischen Energiewirtschaft und Politik zeigen ließe. Es trifft auch auf die Vertreter innerhalb der Gruppen zu, wie sich besonders deutlich an den unterschiedlichen Positionen der politischen Parteien zu Klima- und Energiefragen zeigt.

Es wäre eine Illusion zu glauben, dass sich die Interessenvertreter der vorgenannten Gruppen auf eine einheitliche, gemeinsame Marschrichtung für die Energiewende verständigen könnten. Dazu sind die Gräben leider selbst nach dem Ausstieg aus der Kernenergie immer noch zu tief. Gleichwohl wird in diesem Buch versucht, Brü-

cken zwischen unterschiedlichen Positionen zu bauen. Dies soll gelingen, indem bei der Behandlung von kontroversen Themen beide Seiten zu Wort kommen. Das Buch will nicht zusätzlich polarisieren und geht damit das Risiko ein, in einer Medienwelt, in der häufig nur Zuspitzungen Aufmerksamkeit erhalten, unbeachtet zu bleiben. Es geschieht gleichwohl in der Überzeugung, dass die Energiewende mehr Brückenbauer als Brunnenvergifter braucht, auch wenn Letztere bisweilen unterhaltsamer sind.

Energiewende ist ein abstrakter Begriff, der im Wandel der Zeit immer wieder anders ausgelegt wird. Wenn wir uns die Energiewende auch emotional etwas näher bringen wollen, könnten wir ihr ein paar menschliche Züge geben. Das Vorwort dieses Buches würde sich dann so anhören:

„Dies ist die Lebensgeschichte einer einzigartigen „Dame“, also eine Biografie. Die Dame heißt „Energiewende“; sie ist weiblich, intelligent und manchmal ein bisschen stur. Sie könnte eine der großen deutschen Errungenschaften werden – so berühmt wie das deutsche Wirtschaftswunder nach dem zweiten Weltkrieg vielleicht. Sie ist heute schon international bekannt. Es wird genau beobachtet, wie sie sich entwickelt, auch im Ausland. Noch ist unklar, ob sie den globalen Durchbruch schaffen wird, aber sie hat das Zeug ein weiterer Markenartikel Deutschlands zu werden.

Geschrieben ist die Biografie anlässlich des 60. Geburtstags unserer Energiewende – zugegeben etwas voreilig, denn sie wird diesen runden Geburtstag erst im Jahre 2050 feiern. Geboren wurde die Dame 1990, heute ist sie eine junge Frau. Sie hat erst den kleineren Teil ihres Lebens hinter sich und hoffentlich noch viele gesunde Jahre vor sich. Der erste Teil dieses Buches beschreibt den Lebensweg über die letzten 23 Jahre. Der zweite Teil widmet sich den 37 Jahren bis 2050; hier ist die Biografie überwiegend Fiktion, allerdings verbunden mit der Überzeugung, dass sich einiges genauso ereignen wird.

Im ersten Teil des Buches wird das Leben nachgezeichnet. Die Biografie geht zurück in das Jahr 1980 und zwar in eine Zeit, in der sich die „Eltern“ den Lebensweg unserer Energiewende sehr genau überlegt hatten. Auch den Namen hatten sie schon früh ausgewählt: „Die Energiewende“. Zwischen den ersten Plänen der Eltern und der tatsächlichen „Geburt“ vergehen ziemlich genau 10 Jahre.

23 Lebensjahre liegen mittlerweile hinter unserer Energiewende. Die Deutschen fühlen sich ihr freundschaftlich verbunden; die Meisten ohne sie wirklich gut zu kennen. Manche fühlen sich als „Patentanten“ oder als „Patenonkel“. Wenige haben sogar versucht, unsere Energiewende zu „adoptieren“ und sich die „Elternschaft“ anerkennen zu lassen. Angesichts der Popularität unserer Energiewende ist der Versuch verständlich; historisch betrachtet ist das trotzdem nicht in Ordnung.

Der zweite, fiktive Teil der Biografie überspannt die Zeit bis zum 60. Geburtstag. Unsere Energiewende hat sich ambitionierte, langfristige Ziele gesetzt, die den Lebensweg vorzeichnen. Sie darf sich nicht aus dem Konzept bringen lassen, um diese Ziele zu erreichen. Das wird nicht einfach, denn gefragt oder ungefragt gibt es jede Menge Ratschläge, was sie tun und was sie lassen sollte.

Die nächsten 3 bis 5 Jahre werden jedenfalls entscheidend sein. Wie geht das Leben unserer Energiewende in dieser Zeit konkret weiter? Was sind die nächsten Schritte? Diese Fragen sollen beantwortet werden. Einen langfristigen Plan braucht es mit 23 Jahren nicht; in diesem Alter zählen noch Optionen, denn es kann immer noch Unerwartetes passieren.

Die langfristige Erwartung unserer Energiewende ist klar. Wenn im Jahre 2050 der 60. Geburtstag kommt, soll sie auf ein erfülltes und auf ein erfolgreiches „Berufsleben“ zurückblicken. Alle Ziele sind erreicht, stolz lässt sich unsere Energiewende in die ganze Welt einladen, erhält Preise für ihr Lebenswerk und hält Vorträge über eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Energieversorgung.

Genug der menschlichen Züge, für ein nicht menschliches Projekt. Es geht in diesem Buch um die Energiewende, um die Vergangenheit der Energiewende (Teil 1) sowie um die Gegenwart und die Zukunft (Teil 2).

Wenn ich mich in diesem Buch über die Energiewende kritisch äußere und erlaube, Vorschläge zu machen, dann nur, um zum Gelingen der Energiewende beizutragen und nicht um sie grundsätzlich infrage zu stellen. Ich nehme übrigens weder bei der Kritik noch bei den Vorschlägen für mich in Anspruch, in jedem Fall geistiger Vater der dahinter liegenden Ideen zu sein. Das vorliegende Buch ist keine wissenschaftliche Arbeit, auch wenn Daten und Fakten grundsätzlich nachvollziehbar sein sollten und die folgenden

Aussagen und Positionen kritischen Beleuchtungen standhalten sollten. Es wurde nirgendwo wörtlich abgeschrieben, ohne dies kenntlich zu machen, und es wurde sorgfältig recherchiert, um auf einer überprüfbaren Datenbasis zu argumentieren. Wenn sich dabei Fehler eingeschlichen haben, bitte ich diese zu entschuldigen.

Anders als manch andere Veröffentlichung zum gleichen Thema ist dieses Buch keine Auftragsarbeit. Es ist nicht durch eine politische Partei oder eine den politischen Parteien nahestehende Organisation beauftragt. Dieses Buch ist keine abgestimmte Positionierung mit einer wichtigen gesellschaftlichen Gruppe, wie den Gewerkschaften, Kirchen oder anderen wichtigen Nicht-Regierungsorganisationen. Es ist auch nicht durch die Energiewirtschaft oder deren Zulieferindustrie beauftragt, weder durch deren Verbände, noch durch Unternehmen. Ich selbst hatte in meinem bisherigen Berufsleben die Freude, für verschiedene Unternehmen der Energiewirtschaft zu arbeiten. Jede nachfolgende Kritik an der Energiewirtschaft ist daher auch Selbstkritik und Eingeständnis von eigenen Fehlern oder Versäumnissen.

In diesem Buch gebe ich meine Meinung wider. Bemüht habe ich mich um die Ausgewogenheit der Argumente, auch dann, wenn ich abschließend zu einer eigenen Position gekommen bin. Aufgeschrieben habe ich all dies in einer Zeit, in der ich völlig frei war zu schreiben, was ich für richtig und wichtig halte. Ich möchte den Menschen herzlich danken, die mit ihren wertvollen Hinweisen, kritischen Anmerkungen und Fragen zum Gelingen des Buches beigetragen haben. Es sind insbesondere Dr. Hans-Dieter Harig, Hans-Georg Koberg, Prof. Markus Lienkamp und Gabrielle Pfaff. Nicht zuletzt danke ich meiner Frau Andrea. Ohne sie wäre mir vieles nicht gelungen, so eben auch dieses Buch.

Es wird sich zeigen, für wen dieses Buch interessant ist. Ganz sicher habe ich es für die Studierenden geschrieben. Dieser Begriff wird an den Universitäten genutzt, um nicht jedes Mal von „Studentinnen und Studenten“ sprechen zu müssen. Sofern sie aus Deutschland kommen und im Land bleiben, müssen sie mit der Energiewende und ihren positiven und negativen Folgen noch lange leben. Das ist den jungen Menschen sehr wohl klar und vermutlich interessieren sie sich auch deshalb für die Energiewende in zunehmendem Maße.

Seit einigen Jahren lese ich an der TU Clausthal „Elektrizitäts-

wirtschaft“, so der Name der Vorlesung. Sie beschäftigt sich mit der Stromwirtschaft in Deutschland und versucht zu vermitteln, wie dieser Zweig der Energiewirtschaft in seinen einzelnen Wertschöpfungsstufen und als Gesamtsystem funktioniert. In diesen spannenden Jahren der Energiewende bleibt am Ende der Veranstaltung häufig eine gewisse Unzufriedenheit. Immer wenn die Sache mit dieser einzigartigen Energiewende spannend werden könnte, ist regelmäßig die Zeit um. Die zu vermittelnden Daten, Fakten und grundsätzlichen Zusammenhänge verbrauchen leicht die zur Verfügung stehenden Wochenstunden.

In der Vorlesung bleibt jedenfalls keine Zeit für die Geschichte vieler historischer Entwicklungen und auch keine Zeit für tiefergehende Ausführungen. Es kann auch nicht erläutert werden, dass die Energiewende ein völlig anderes Energiesystem schlechthin erfordert und damit weit über die Stromwirtschaft hinausgeht. Die Studierenden sind aber gerade daran interessiert und zwar gleichgültig, ob sie aus Deutschland oder aus dem Ausland kommen. Vermutlich hatte Martin Kießling als Autor nicht nur die Wissbegierde von Studierenden im Kopf, als er sein Gedicht „Fragen“ schrieb:

„Du kannst so vieles erst verstehen
Wenn du dir selbst die Neugier lässt.
Wer Augen schließt um Schönes nur zu sehen,
der wird dem Blinden gleich und vieles ihm entgehen
Von all dem Welt gewordenen Rest.

Gestatte dir, dich hin zu neigen
zu dem, was dich zur Frage drängt.
Das ist uns Menschen seltsam eigen
Drum möge man uns bitte zeigen
Wie alles stets zusammenhängt.“

Sie haben also jede Menge „Fragen“ die Studierenden und sie wollen verstehen, „wie alles stets zusammenhängt“ in dieser Energiewende. Und sie sind nicht die Einzigen. Für mich lag es jedenfalls nahe, diese Fragen aufzunehmen und meine Antworten in einem Buch aufzuschreiben. So ist dieses Buch entstanden – und lesen dürfen es natürlich nicht nur die Studierenden.

Einführung

Worum geht es bei der deutschen Energiewende? In Kurzform geht es um die vollständige Transformation des Energiesystems eines Industrielandes, dass sich von einer kohlenstoffbasierten Versorgung mit Energie verabschiedet und auf eine nachhaltige, regenerative Basis der Energieversorgung umstellt. Um diesen Prozess der Transformation zu erläutern, müssen einerseits politische und gesellschaftliche Entwicklungen, aber andererseits auch technische und energiewirtschaftliche Zusammenhänge beschrieben werden. Dazu braucht es physikalische Einheiten, mit denen die Dimension vergangener und zukünftiger Entwicklungen auch zahlenmäßig erfasst werden kann.

Für Energiewirtschaftler sind diese Zahlen und Einheiten zumeist selbstverständliches Instrumentarium. Die nachfolgende Einführung in einige elementare Einheiten ist daher nicht für den Energieexperten gedacht; sie können die nachfolgenden Seiten getrost überspringen. Die Leser, die sich jedoch immer schon fragten, warum das alles so kompliziert sein muss und warum sich energiewirtschaftliche Beschreibungen besonders durch ein Wirrwarr von Zahlen und Einheiten auszeichnen, mögen die nachfolgende Zeilen hingegen hilfreich finden.

Die Energiewirtschaft umfasst die Erdöl-, Kohle-, Erdgas-, Fernwärme-, Strom-, Solar-, Windkraftwirtschaft usw. Viele Energiewirtschaftszweige nutzen ihre eigenen jeweils branchenspezifischen Einheiten, um Energiemengen und Leistungseinheiten zu bezeichnen. Aber was ist Energie und Leistung eigentlich, und wie hängen diese beiden Dinge zusammen?

„Energie“ und „Leistung“ sind physikalische Größen, die über die physikalische Einheit „Zeit“ miteinander verknüpft sind: Erbringt eine technische Anlage über eine bestimmte „Zeit“ eine konstante „Leistung“, benötigt diese Anlage dafür „Energie“. Diese „Energie“ errechnet sich aus dem Produkt von „Leistung“ und „Zeit“. Oder als Formel:

Energie = Leistung $\times$ Zeit.

Entsprechend kann „Leistung“ auch aus folgender Formel errechnet werden:

Leistung = Energie / Zeit.

Die Begriffe Energie und Leistung verwenden wir auch umgangssprachlich. Unbewusst, aber wie selbstverständlich stützen wir uns auf die oben genannte Formel ab. Wir sprechen von einer großen Leistung, wenn jemand eine bestimmte Arbeit (= Energie) in einer sehr kurzen Zeit erledigt hat. Die Leistung war geringer, wenn die gleiche Arbeit eine längere Zeit gedauert hat.

Als physikalische Größen können wir Arbeit und Leistung berechnen, wenn wir die Zeit berücksichtigen. Ein Beispiel: Auf jedem Leuchtmittel, umgangssprachlich manchmal auch als Glühbirne bezeichnet, finden wir eine Leistungsgröße, die üblicherweise in Watt (kurz: „W“) angegeben ist. Ein Leuchtmittel mit 20 Watt leuchtet weniger hell, als ein Leuchtmittel mit 100 Watt. Physikalisch würde man bei der 20 Watt Glühbirne von einer geringeren Leistung sprechen.

Lässt man die 100 Watt Glühbirne 10 Stunden „brennen“, verbraucht sie in dieser Zeit elektrische Energie. Entsprechend der oben genannten Formel berechnet sich der Energieverbrauch aus dem Produkt von Leistung und Zeit, wobei die Zeit mit der physikalischen Einheit „h“ (lat.: hora) abgekürzt wird. Die Formel für den Energieverbrauch lautet: $100 \text{ W} \times 10 \text{ h} = 1\,000 \text{ Wh}$. Der Energieverbrauch beträgt 1 000 Wattstunden. Wenn nunmehr 1 000 wiederum mit Kilo (kurz: „k“) abgekürzt wird, beträgt der Energieverbrauch 1 kWh (sprich: eine Kilowattstunde).

Physikalisch ist die Bezeichnung Energieverbrauch genauso wie die Bezeichnung Energieerzeugung nicht korrekt. Energie wird weder verbraucht noch erzeugt, sondern nur umgewandelt. Auf längere Ausführungen, warum dies so ist, wird verzichtet. Alle Experten der Physik und Thermodynamik mögen verzeihen, dass in diesem Buch gleichwohl umgangssprachlich von Energieverbrauch und Energieerzeugung gesprochen wird.

Wie einfach wäre es, wenn sich die Energiewelt darauf verständigen würde, Energie in Wattstunden und Leistung in Watt anzugeben. Tut sie aber leider nicht. Der angesprochene Wirrwarr der Einheiten entsteht durch zwei in den technischen Einheiten miteinander verbundene Effekte. Erstens werden in den verschiedenen Wirtschaftszweigen und den Energiestatistiken unterschiedliche Energieeinheiten verwendet; hier einige Beispiele:

Mineralölwirtschaft:	1 RÖE	(= 1 Rohöleinheit)
Erdgaswirtschaft:	1 cbm	(= 1 Kubikmeter)
Kohlewirtschaft:	1 SKE	(= 1 Steinkohleeinheit)
Fernwärmewirtschaft:	1 J	(= 1 Joule)
(und viele weitere Statistiken)		

Alle vorgenannten Einheiten für Energie lassen sich mit entsprechenden Faktoren ineinander umrechnen, auch in Kilowattstunden. So entspricht zum Beispiel 1 kg SKE (sprich: ein Kilogramm Steinkohleeinheit) genau 8,141 kWh (sprich: 8,141 Kilowattstunden). Zur Vereinfachung wird im Weiteren auf die Verwendung von branchenspezifischen Energieeinheiten verzichtet. Für die Energie wird die Einheit „Kilowattstunden“ und für die Leistung die Einheit „Kilowatt“ verwendet. Beides ist zwar für einige Energiewirtschaftszweige unüblich, dient aber der Vereinfachung und dem besseren Verständnis.

Zweitens werden zur Beschreibung von Sachverhalten bisweilen kleine bzw. große Energiemengen und Leistungseinheiten benötigt. Dies geschieht üblicherweise über Abkürzungen, die den Einheiten für Energie und Leistung vorangestellt werden. Wie schon erwähnt, entspricht eine Kilowattstunde (kurz: 1 kWh) 1 000 Wattstunden (kurz: 1 000 Wh). Kilo steht also für den Faktor 1 000 und wird mit „k“ abgekürzt. Im Weiteren werden ausschließlich die folgenden Abkürzungen verwendet:

1 000:	ein Tausend oder ein Kilo; abgekürzt: 1 k
1 000 000:	eine Million oder ein Mega; abgekürzt: 1 M

Für Energieeinheiten werden entweder Kilowattstunden (kurz: „kWh“) oder Megawattstunden (kurz: „MWh“) verwendet, für Leistungseinheiten gilt entsprechend Kilowatt (kurz: „kW“) oder Megawatt (kurz: „MW“).

Eine Auseinandersetzung mit der Energiewende kommt zudem nicht aus, ohne über betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Entwicklungen zu berichten und diese zu bewerten. Dazu sind Preise und Preisentwicklungen essentiell. Preise werden üblicherweise in Form von Geldeinheiten pro Produktionseinheit erfasst. Für die Energiewirtschaft gibt es eine Vielzahl von solchen Preisen, die

zumeist eng mit den unterschiedlichen, branchenspezifischen Energie- oder Leistungseinheiten verknüpft sind.

Zur Vereinfachung werden im Weiteren die bereits eingeführten Einheiten für Energie und Leistung auch als Bezugsgrößen für Preise verwendet. Im Ergebnis werden Energiepreise ausschließlich in „Euro pro Kilowattstunde“ oder in „Euro pro Megawattstunde“ ausgewiesen und Leistungspreise werden ausschließlich in „Euro pro Kilowatt“ oder in „Euro pro Megawatt“ angegeben. Dies geschieht selbst dann, wenn es im entsprechenden Kontext branchenunüblich sein sollte.

Das vorher gesagte lässt sich an einem, uns allen bekannten Beispiel anwenden: Dem Automobil. Wie selbstverständlich verwenden wir unsere automobilspezifischen Leistungs- und Energiebegriffe und natürlich Preise. Es wird an diesem Beispiel schnell deutlich, wie ungewöhnlich für uns die Umstellung auf Kilowatt und Kilowattstunden ist.

Jeder kennt aus dem Alltag die Abkürzung „PS“ für die Leistung eines Automobils. Es ist eine typische, branchenspezifische Abkürzung, die in keinem anderen Sektor Anwendung findet. Die Abkürzung steht für Pferdestärken und stammt aus einer Zeit, in der das Automobil mit Pferden als Transportmittel für den Güter- und Personenverkehr im Wettbewerb stand und „PS“ damit eine nützliche, weil vergleichbare Leistungseinheit war. Diese Einheit hat sich bis in heutige Zeiten erhalten, auch wenn der Wettbewerb zwischen Automobil und Pferd schon lange zugunsten des Automobils entschieden ist. In Deutschland ist es seit vielen Jahren über eine entsprechende Norm vorgeschrieben, dass die Leistung eines Automobils in „kW“ (sprich: Kilowatt) anzugeben ist. Ein Kilowatt (oder kurz: 1 kW) entspricht 1 000 Watt (oder kurz: 1 000 W). Und ein Kilowatt entspricht 1,36 Pferdestärken (also: $1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}$).

Der durchschnittliche Spritverbrauch eines Automobils wird üblicherweise in Liter Benzin oder Diesel pro 100 Kilometer angegeben, so wie auch das Betanken des Fahrzeuges über Liter abgerechnet wird. Tatsächlich wird damit der Energieverbrauch des Fahrzeuges auf einer Wegstrecke bzw. die Beladung des Energiespeichers im Auto, dem Tank, beschrieben. Ein Liter Benzin enthält eine Energie von ca. 8,5 kWh (sprich: 8,5 Kilowattstunden). Ein mit Normalbenzin betriebenes Automobil verbraucht folglich bei 8 Liter auf 100 Ki-

lometer Wegstrecke ca. 70 Kilowattstunden Energie oder speichert bei einem Tankvolumen von 80 Liter entsprechend ca. 700 Kilowattstunden Energie.

Wird ein Automobil an einer Tankstelle vollgetankt und werden innerhalb von ca. 6 Minuten 80 Liter in den Tank gefüllt, findet der Tankvorgang mit einer bestimmten Leistung statt. Diese durchschnittliche Tankleistung könnte mit 80 Liter pro 6 Minuten, also mit 800 Liter pro Stunde (= 60 Minuten) angegeben werden. 800 Liter entsprechen ca. 7 000 Kilowattstunden, damit wäre die Tankleistung mit 7 000 Kilowattstunden pro Stunde, also mit einer Leistung von 7 000 Kilowatt oder 7 Megawatt richtig beschrieben.

Wem dies alles noch natürlich erscheint, dem sei der Preis des Benzins in anderen Energieeinheiten als üblich angeboten. Wer könnte an einer Tankstelle etwas mit einem Preis von 18 Cent pro Kilowattstunde oder 180 Euro pro Megawattstunde für den Liter Sprit anfangen? Obgleich eine solche Tankstelle ihre Spritpreise korrekt, aber eben anders ausweisen würde, wäre sie vermutlich sehr schnell pleite. Kein Kunde würde kommen und tanken, weil die Vergleichbarkeit der Preise nicht gegeben ist.

Das Jonglieren mit den entsprechenden Einheiten und Zahlen gehört zum Alltag eines Energiewirtschaftlers. Leider passieren dabei schon einmal Fehler, auch für diese Arbeit können solche nicht ausgeschlossen werden. Die jeweiligen Branchenexperten werden vielleicht erwarten, dass Energie-, Leistungs- und Preisangaben in den branchenüblichen Einheiten erfolgen. Darauf habe ich allerdings mit dem Ziel einer Vergleichbarkeit und mit Rücksicht auf die Nicht-Experten verzichtet.

Teil I

Fukushima und Ausstieg (2011)

Am 12. Juni 1896 ereignet sich vor der Ostküste Japans das sogenannte Meiji-Sanriku Erdbeben. Sanriku ist der Küstenname im Nordosten der japanischen Hauptinsel Honshu. In knapp 200 Kilometer Entfernung vor der Küstenlinie schiebt sich auf einer Strecke von mehreren 1 000 Kilometer die Pazifische Platte unter Ausläufer der Eurasischen und Nordamerikanischen Platte. Die Bewegung der Erdplatten bauen Spannungen gegeneinander auf, die sich irgendwann über Erdbeben abbauen.

Das Meiji-Sanriku Erdbeben löst einen schweren Tsunami aus. Tsunami ist dem allwissenden Internet zufolge der japanische Ausdruck für „Hafenwelle“. Japanische Fischer haben dieser furchterregenden Naturserscheinung einen Namen gegeben. Der Tsunami im Jahre 1896 ist eine riesige Hafenwelle. Sie wird an der Küste teilweise mit über 38 Meter Höhe gemessen. Die Fischer auf hoher See bemerken von dieser Hafenwelle nichts. Als sie jedoch in ihre Häfen zurückkehren, können sie nur noch die Verwüstung von fast 10 000 Häusern und den Tod von mehr als 20 000 Mitmenschen feststellen.

Trotz dieser furchtbaren Katastrophe ereignet sich erst noch ein weiteres, schweres Erdbeben mit anschließendem Tsunami, bevor die Menschen beginnen ein Frühwarnsystem aufzubauen. Das Shōwa-Sanriku Erdbeben erschüttert die Erde im Jahre 1933 an fast gleicher Stelle, allerdings etwas weiter von der Küstenlinie entfernt. Auch bei diesem Erdbeben lassen viele Japaner ihr Leben.

Das Shōwa-Sanriku Erdbeben aus dem Jahre 1933 nimmt Platz drei der stärksten Erdbeben in Japan ein. Das Meiji-Sanriku Erdbeben aus dem Jahre 1896 steht auf dem unrühmlichen zweiten Platz. Am 11. März 2011 ereignet sich das schwerste und folgenreichste Erdbeben im Nordosten Japans. Es wird als Tōhoku-Erdbeben in die Geschichtsbücher und bei Wikipedia eingehen.

Die Epizentren der drei Erdbeben aus den Jahren 1896, 1933 und 2011 liegen nicht einmal 200 Kilometer auseinander. Drei schwere Erdbeben und drei Tsunami innerhalb von etwas mehr als 100 Jahren. Und Japan erlebte noch viele weitere Erdbeben und Tsunami, die glücklicherweise nicht die gleichen Ausmaße haben und nicht die gleichen Schäden verursachen. Zwischen den Erdbeben aus den vorherigen Jahrhunderten und dem Erdbeben aus 2011 gibt es gleichwohl einen Unterschied. Nur 2011 trifft der durch das Erdbeben ausgelöste Tsunami auf eine japanische Küste mit Standorten für mehrere Kernkraftwerke.

Das Tōhoku-Erdbeben ereignet sich um 14.47 Ortszeit. Vom Zeitpunkt des Bebens braucht die Flutwelle keine Stunde bis sie die Strecke bis zur Ostküste Japans überwunden hat. Die Welle landet nicht nur an den Küsten Japans. Nach 6 Stunden Reisezeit erreicht sie Indonesien, nach 9 Stunden die Kanadische- und US-Amerikanische Westküste, und sie braucht fast einen ganzen Tag, bis sie auch Süd-Amerika erreicht.

Die Schäden und Opferzahlen sind nur in Japan hoch. Die Flutwelle rast mit einer Geschwindigkeit von mehreren 100 Kilometer pro Stunde auf die Küste Japans zu. Auf hoher See wäre für einige Menschen ein sicherer Platz gewesen als in ihren Häusern in den Küstenstädten und -dörfern. Je nach Küstenformation türmt sich die Welle bis zu 40 Meter in die Höhe. Trotz eines Tsunami Warnsystems lassen mehr als 15 000 Menschen ihr Leben.

Unmittelbar infolge des Erdbebens wird eine ganz Reihe von Kernkraftwerken automatisch abgefahren. Wie für solche Fälle vorgesehen, wird die Stromproduktion sofort eingestellt. Zu den betroffenen Anlagen zählen auch mehrere Blöcke des Kernkraftwerkes Fukushima-Daiichi (kurz: Fukushima). Als der Tsunami auf die japanische Ostküste trifft, ist nicht nur die Stromproduktion eingestellt, die Blöcke sind auch vom Netz getrennt. Dies ist eine Folge der Erdbebenschäden im Versorgungsnetz. Die Notstromdiesel der

Kraftwerke laufen zu diesem Zeitpunkt. Sie versorgen die Reaktoren mit Strom, der u. a. zur Nachkühlung der Brennelemente in den Reaktoren und in den Abklingbecken benötigt wird.

Die Bilder der Verwüstung durch den Tsunami gehen um die Welt. Der Tsunami zum Weihnachtsfest 2004 an der thailändischen Küste ist noch in Erinnerung, aber diese Verwüstung geht über das seinerzeit Gesehene hinaus. Mit unvorstellbarer Kraft bahnt sich die Flutwelle ihren Weg in das Herz japanischer Küstenstädte und zerstört alles, was sich ihr in den Weg stellt. Es sind apokalyptische Bilder, die wir im Fernsehen ungläubig verfolgen.

Häuser werden aus den Fundamenten gehoben, schwimmen einige Meter mit der Flutwelle, bis sie schließlich durch die Wassermassen zerdrückt werden. Ganze Straßenzüge werden überspült, Autos und Busse werden schwimmend mitgerissen. Boote werden losgerissen, an Brücken gespült und so lange von der Kraft des Wassers an Brückenkörper gedrückt, bis sie dem Druck nicht mehr standhalten und zerschellen. Verwüstung ist das Wort, das richtig beschreibt, was wir im Fernsehen und Internet live erleben müssen.

Die Bilder des 11. September 2001 schockierten die Menschen weltweit in vergleichbarer Weise, damals war es ein Terroranschlag, diesmal eine Naturkatastrophe. Das Leid der betroffenen Menschen und die Ohnmacht, sich gegen das nicht Vorhersehbare in Sicherheit zu bringen, sind gleich. In diesen Stunden und nachfolgenden Tagen schaut die Welt nach Japan und viele Menschen bewundern die Japaner. Mit einer uns Europäern fremden Demut und Selbstdisziplin ertragen die Japaner diese Katastrophe, so jedenfalls die überwiegende Berichterstattung der Medien.

Während die Medien in aller Welt insbesondere über die Folgen des Tsunami berichten und Hilfsangebote von den Regierungen aus aller Welt in Japan eingehen, haben die Deutschen schnell ein Thema gefunden, was außerhalb Deutschlands bei weitem nicht die gleiche Aufmerksamkeit erhält. Es sind die Kernkraftwerke an der japanischen Ostküste, über die in Deutschland rund um die Uhr berichtet wird. Bisweilen könnte man glauben, diese Kernkraftwerke stehen an der britischen Ostküste.

Japan, ein den Deutschen seit vielen Jahrzehnten eng verbundener Partner, kämpft mit den tragischen Folgen von Erdbeben und Tsunami, trauert um die Toten, bangt um die Vermissten. Wir Deut-

schen haben uns gleichwohl entschieden, nicht nur über die Ereignisse in Japan zu sprechen, sondern auch über die Folgen dieser Katastrophe für Deutschland zu debattieren. Im Ausland schüttelt man den Kopf über uns Deutsche.

Die allermeisten Bürger und Politiker, die sich in jenen Tagen in Deutschland öffentlich äußern, sind ehrlich betroffen und mitfühlend mit dem japanischen Volk. Wenigen Mitbürgern ist eine gewisse Pflichtschuldigkeit der Anteilnahme anzusehen. Sie wollen die Gelegenheit, das Thema Kernenergie in Deutschland neu aufzurufen, nicht verpassen. Die Frage, wie gefährlich deutsche Kernkraftwerke sind, kann offenbar nicht einmal Tage warten. Für den Mann auf der Straße entsteht der Eindruck, als ob tatsächlich Gefahr im Verzug wäre; wohlgemerkt in Deutschland, 9000 Kilometer entfernt von Japan. Erdbeben und Tsunami sind in Deutschland zwar nie erlebte Naturkatastrophen, aber zu dieser Transferleistung sind nicht alle in der Lage. Jodtabletten und Geigerzähler sind jedenfalls ausverkauft.

Die Emotionalität des Moments wird von den Gegnern der Kernenergie geschickt und professionell genutzt. Ein rationaler Umgang mit den Ereignissen in Japan ist nicht möglich. Angetrieben wird die öffentliche Meinung durch Live-Bilder im Fernsehen und Internet, die wiederholt folgende Bildsequenzen zeigen. Da sieht man die Flutwelle mit ihrer unvorstellbaren Zerstörungskraft. Bilder der zerstörten Regionen, Städte und Landstriche zeigen in dramatischer Weise, was vorher war und nun nicht mehr ist. Das Fernsehen sendet Direktübertragungen von den Fukushima Reaktoren. Die Wasserstoffexplosionen der Reaktorgebäude in Fukushima werden immer und immer wieder gezeigt. Alle Bilder brennen sich in das Gedächtnis der Menschen ein, wie das Anfliegen der Flugzeuge auf die World Trade Center in New York im Jahre 2001. Und über allem das unvorstellbare Leid der Menschen in Japan, die realisieren, dass sich dieser Albtraum in ihrem Lande wirklich abspielt.

Nicht wenige Menschen, auch und vielleicht gerade in Deutschland, werden die Bilder der Tsunami Katastrophe mit Bildern aus Kriegsgebieten in Verbindung bringen. Wir kennen die Bilder flächendeckender Zerstörung von Städten, insbesondere nach dem zweiten Weltkrieg. Wir kennen auch Bilder aus den japanischen Städten Hiroshima und Nagasaki nach den Atombombenabwürfen

kurz vor Ende des 2. Weltkrieges. Es ist den Menschen bewusst, dass die Zerstörungen in den japanischen Küstengebieten eine Folge des Erdbebens und des anschließenden Tsunami sind. Sie sind eben nicht durch die tragischen Ereignisse im Kernkraftwerk Fukushima zustande gekommen. Gleichwohl scheinen viele Menschen diese Bilder und Erlebnisse emotional miteinander zu verbinden.

Was will man unseren Landsleuten also Vorwürfe machen, wenn sie aufgrund der eigenen Geschichte anders reagieren, als die meisten europäischen Nachbarn? Über die Medien äußern sich auf allen Kanälen wirkliche Experten und solche, die sich dafür halten. Bemerkenswert sachlich übrigens, so lange es um die tatsächlichen Vorgänge in japanischen Kernkraftwerken geht. Werden manche dieser Experten aber zur Sicherheit der deutschen Anlagen befragt, sieht es mit der Sachlichkeit schon wieder anders aus. Auch dies schürt Besorgnisse im Lande. Anders als in einer ähnlich schwierigen Situation (sozusagen in Anlehnung an die Reaktion nach dem Kollaps von Lehman Brothers im Jahre 2008) treten übrigens Kanzlerin und der für Reaktorsicherheit zuständige Umweltminister nicht vor die Kameras und Mikrofone der Journalisten und sagen: „... Wir sagen den Bürgerinnen und Bürgern, dass ihre Anlagen sicher sind. Auch dafür steht die Bundesregierung ein ...“.

Bei den Kernkraftwerksbetreibern weltweit, aber eben auch in Deutschland, werden die Vorgänge in Japan aufmerksam und mit hohem Aufwand begleitet. Die Krisenstäbe der Unternehmen sind rund um die Uhr im Einsatz. Jeder Schritt, jede Maßnahme wird nachvollzogen, sobald sie über die Vorgänge informiert werden. Vor dem Hintergrund der insgesamt dürftigen Informationslage ist es schwierig, sich ein Bild der Lage in den japanischen Kernkraftwerken zu machen. Alle fiebern mit den Kollegen in Japan und hoffen, dass die Japaner die Lage in den betroffenen Reaktoren stabilisieren können. Viele ahnen schon frühzeitig, dass es sich um sehr schwere Unfälle handelt, die vermutlich mit sogenannten Kernschäden in einigen betroffenen Reaktoren enden werden.

Viele Mitarbeiter in deutschen Kernkraftwerken kennen Kollegen der japanischen Betreiberfirma aus internationalen Gremien und Konferenzen. Sie haben wenigstens eine Vorstellung davon, was sich vor Ort in Japan abspielt und welche schwierigen Entscheidungen dort zu treffen sind. Der gigantische Sachschaden spielt bei den Dis-

kussionen keine Rolle. Es geht ausschließlich um die Menschen vor Ort. Kann man Kollegen immer noch in die Anlage schicken? Was kann vor Ort noch verantwortet werden? Wenn niemand mehr in der Anlage ist, wird diese dann ihrem Schicksal überlassen, mit anschließend noch weitreichenderen und kaum kalkulierbaren Folgen? Welche Hilfe kann angeboten werden? Was fällt den Experten in Deutschland ein? Was würden sie tun, wenn sie Verantwortung in Japan tragen würden? All diese Fragen beschäftigen die Menschen, die in der deutschen Kernenergie Industrie tätig sind in jenen Tagen rund um die Uhr.

In den Fachkreisen der Nukleartechnik gibt es zudem eine intensive Diskussion, ob die Kernenergie noch verantwortbar ist. So intensiv und zweifelnd hat es dies in der Gemeinschaft der Befürworter der Kernenergie selten gegeben. Die fundamentale Frage in dieser Diskussion lautet: Haben wir in Fukushima einen Unfall im sogenannten Restrisiko erlebt? Die Diskussion erscheint fast zynisch vor dem Hintergrund der immer noch ablaufenden Katastrophe in Japan. Doch sie entsteht in diesen Fachkreisen aus Selbstzweifeln und aus der Erschütterung eines Urvertrauens in diese Technologie.

Das Restrisiko ist ein Begriff, der durch das deutsche Bundesverfassungsgericht im sogenannten Kalkar Urteil aus dem Jahre 1978 geprägt wurde. In einer heute noch lesenswerten Urteilsbegründung spricht das Gericht im Zusammenhang mit möglichen Schäden in und durch kerntechnische Anlagen von einem Restrisiko, „wenn die Wahrscheinlichkeit eines künftigen Schadens nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden kann.“ Dabei ist das Restrisiko kein statischer Risikobegriff, sondern er kann und muss sich dynamisch dem Kenntnisstand der Wissenschaft anpassen. Umgekehrt heißt dies: Ein Restrisiko bleibt, weil bestimmte Ereignisse, Vorfälle oder sogar Unfälle nur mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden können. Ein solches Restrisiko ist sozialadäquat und damit vertretbar, so das Gericht, weil es sich nicht materialisieren wird.

Gegner und Befürworter der Kernenergie trennt nicht nur, aber insbesondere ihre Einstellung zum Restrisiko. Während die Befürworter der Kernenergie dieses Risiko für vertretbar halten, und zwar auch im ethischen Sinne, lehnen die Gegner genau dieses Risiko ab. Ihnen ist aufgrund der weitreichenden Folgen eines noch so

unwahrscheinlichen Unfalls selbst dieses Risiko zu groß. Sie fühlen sich in ihrer Haltung spätestens seit der Tschernobyl Katastrophe bestätigt und jetzt passiert auch noch Fukushima.

Die Definition des Restrisikos findet in der Auslegung der kerntechnischen Anlagen ganz praktischen Eingang. Das Sicherheitsniveau der kerntechnischen Anlagen wird soweit angehoben, dass nur noch ein Restrisiko verbleibt. Dieses Prinzip gilt natürlich grundsätzlich auch für Japan. Niemand kann sich am Wochenende der Fukushima Katastrophe vorstellen, dass die japanischen Anlagen nicht nach diesem Prinzip ausgelegt sind und betrieben werden. Sicherlich spielt auch eine Rolle, dass Japan ein hoch entwickeltes, technologisch führendes Industrieland ist. Wenn dies in Japan passieren kann, warum nicht auch in Deutschland? Das ist die Frage, die sich alle gestellt haben und nicht nur die Kernenergiegegner.

Dies ist auch eine der zentralen Fragen, mit der sich die Bundeskanzlerin in ihrer Regierungserklärung vom 17. März 2011, also weniger als eine Woche nach dem Erdbeben und dem Tsunami in Japan, beschäftigt. Sie begründet im Deutschen Bundestag den Schwenk der Bundesregierung in ihrer Haltung gegenüber der Kernenergie; die relevanten Passagen zum Restrisiko lauten:

„... Die unfassbaren Ereignisse in Japan lehren uns, dass etwas, was nach allen wissenschaftlichen Maßstäben für unmöglich gehalten wurde, doch möglich werden konnte.

Sie lehren uns, dass Risiken, die für absolut unwahrscheinlich gehalten wurden, doch nicht vollends unwahrscheinlich waren, sondern Realität wurden.

Wenn das so ist, wenn also in einem so hoch entwickelten Land wie Japan das scheinbar Unmögliche möglich, das absolut Unwahrscheinliche Realität wurde, dann verändert das die Lage.

Dann haben wir eine neue Lage, dann muss gehandelt werden. Und wir haben gehandelt. Denn die Menschen in Deutschland können sich darauf verlassen: Ihre Sicherheit und ihr Schutz waren und sind für die Bundesregierung oberstes Gebot. ...“

Ohne dass die Kanzlerin, die selbst eine promovierte Physikerin ist, explizit vom Restrisiko spricht, geht es ihr genau darum. Das Restrisiko wird zur politischen Schicksalsfrage der Kernenergie. Tatsäch-