

Gerd Eisenbeiß

*Zur Geschichte der deutschen
Wind-, Solar- und Kernkraftwerke.*

Aus der Erinnerung eines aktiven Zeitzeugens.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnd.dnb.de> abrufbar

© 2016 Gerd Eisenbeiß
Herstellung und Verlag
BoD – Books on Demand, Norderstedt
ISBN 9783741291982

Inhalt

1. Überblick.....	4
2. Das Energiesystem des 21. Jahrhunderts	7
3. Zum Verhältnis von Politik und Gesellschaft zu Technik am Beispiel des Ausstiegs aus der Kernenergie – ein Interview	12
4. Zukunftsfragen – ein Interview	15
4.1. Kernenergieausstieg	15
4.2. Wandel des Politikstils	17
4.3. Methodenverliebtheit und Moral – Debattenkultur.....	18
5. Windenergie – von der Forschung zum Milliardenmarkt	20
6. Photovoltaik	24
7. Solarthermische Kraftwerke	40
7.1. Der Anfang 1977 bis 1990	40
7.2. Programmdirektor im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt	43
7.3. Vorstand im FZ Jülich, Helmholtz-Koordinator, Berater	46
7.4. Fazit	47
8. Die Kernenergie-Kontroverse.....	49
8.1. Der erste Vortrag mit 15.....	49
8.2. Hoffnung, Kontroverse und Bürgerdialog.....	50
8.3. Die Kernenergie-Dokumentation von 1977	52
8.4. Erfahrungen im Kernenergiestreit	54
8.5. Der Streit um den Strombedarf	56
8.6. Das erste Ausstiegsszenario 1978.....	58
8.7. Kernenergieereisen mit Volker Hauff und Ingvar Carlsson	59
8.8. Ein gescheiterter Versuch zur Konzentration der Nuklear-Forschung ..	60
8.9. Kernenergie-Ausstieg, Laufzeitverlängerung und Fukushima.....	61
8.10. Kernenergie – eine persönliche Niederlage	63
9. Klimaschutz – konsequenter und billiger.....	64

1. Überblick

Die in diesem Buch zusammengestellten Texte und Interviews sind in den letzten Jahren als persönliche Erinnerungen entstanden. Es mag für Dritte interessant sein, weil ich als Zeitzeuge beteiligt war

- sei es als Beamter im Bundeskanzleramt und Forschungsministerium 1973-1990
- als Programmdirektor und Vorstand großer Forschungszentren 1990 bis 2006
- oder als Berater der EU-Kommission bis 1982-2008.

Zu Beginn meines Berufslebens war ich als Physiker auch mit Atomphysik und Kerntechnik wissenschaftlich befasst mit zahlreichen Veröffentlichungen und einigen Patenten. Das wird eingangs des 8. Kapitels über die Kernenergie-Kontroverse geschildert.

Über viele Jahre von 1968 bis 1979 stand die Kernenergie im Mittelpunkt meines Berufslebens. Die hier wiedergegebene Geschichte der Kernenergie-Kontroverse berichtet u.a. von meiner Rolle als Erfinder und Verantwortlicher für den Bürgerdialog Kernenergie der Bundesregierung, der die Kontroverse durch Information und Dialog lösen sollte, aber letztlich erfolglos blieb.

In dieser Rolle verfasste ich zentrale Informationsmaterialien für den Dialog, die die gesamte Energietechnik und -politik einschließlich der Energieeinsparung und der beginnenden Entwicklung erneuerbarer Energiequellen behandelten.

Damals begann ich, vor allem in der Windenergie eine Hoffnung auf saubere und erschwingliche Stromversorgung zu sehen. So war ich 1972 erfreut, die Referatsverantwortung für rationelle und erneuerbare Energie übernehmen zu dürfen. In diese Zeit bis 1989 fallen wichtigen Entwicklungsphasen sowohl der Solar- wie auch der Windkraft, insbesondere der Durchbruch deutscher Windanlagen zu energiewirtschaftlicher Relevanz durch das von mir erfundene Breitentestprogramm mit den ersten 100 MW als Forschungsprojekt. Davon handelt das 5. Kapitel „Windenergie – von der Forschung zum Milliardenmarkt“. Wie die Entwicklung der Photovoltaik begann und zum Erfolg wurde, wird in einem Interview der Zeitschrift GAIA mit Prof. Adolf Goetzberger und mir beleuchtet (6. Kapitel „Photovoltaik“).

Mit meinem Wechsel 1990 vom Forschungsministerium in das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) übernahm ich die Verantwortung für die dortigen Energieprogramme zu beispielsweise Verbrennungstechnik und Brennstoffzellen

sowie insbesondere thermischen Solarkraftwerken, wie in 7. Kapitel „Solarthermische Kraftwerke“ beschrieben.

In all diesen Jahren arbeitete ich nicht nur an den entsprechenden Energieforschungsprogrammen der EU mit, sondern saß auch in zahlreichen Kuratorien und Beiräten deutscher Solarinstitute, in deren Verbundorganisation (heute FVEE, Forschungsverbund Erneuerbare Energien) ich 1990 bis 2006 insgesamt 5 mal Jahressprecher war.

1996 erhielt ich den Solarpreis der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie DGS für „strategische Weitsicht“, was sich insbesondere auf meine Rolle beim Durchbruch der Windkraft in Deutschland bezog.

In dieser Zeit änderte sich auch für mich das Rationale hinter der Entwicklung der erneuerbaren Energien; Versorgungsängste und klassischer Umweltschutz trat deutlich hinter die Notwendigkeit eines effektiven Klimaschutzes zurück. Mein weithin anerkannter Vorschlag für einen unbürokratischen, marktwirtschaftlichen Klimaschutz durch handelbare Kohlenstoff-Zertifikate wurde vielfach veröffentlicht, unter anderem von der Süddeutschen Zeitung, der Frankfurter Rundschau und Fachzeitschriften, leider aber politisch nicht aufgegriffen (9. Kapitel „Klimaschutz – konsequenter und billiger“).

2001 folgte ich dem Ruf in den Vorstand des Forschungszentrums Jülich, zuständig für Energie- und Materialforschung, wozu unter anderem Photovoltaik, Brennstoffzellen, Kraftwerkskomponenten, Kernfusion und nukleare Sicherheit gehörten. Für die Photovoltaik (vgl. 6. Kapitel „Photovoltaik“) konnte ich insbesondere im Rahmen meiner ministeriellen Zuständigkeiten viel tun. Als ich damals in den 80er Jahren bemerkte, dass diese Technologie viel zu früh der Industrie überlassen worden war, habe ich für mehr Institutsforschung gesorgt, unter anderem im Forschungszentrum Jülich, aber auch im Fraunhofer-Institut in Freiburg und im Helmholtz-Zentrum Berlin.

In all diesen Jahren war mir ein besonderes Anliegen, die Energieprobleme ganzheitlich als komplexes soziales System zu sehen, in dem nicht nur die technologischen Einzelteile zusammenpassen, sondern eben als Energiesystem auch in die gesellschaftliche und wirtschaftliche Realität passen müssen. Dazu gebe ich 2 aktuellere Interviews im 3. Kapitel „Zum Verhältnis von Politik und Gesellschaft zu Technik am Beispiel des Ausstiegs aus der Kernenergie“ sowie im 4. Kapitel zu „Zukunftsfragen“ wieder. Da diese Interviews zwar wesentliche Fragen abdecken, aber doch

auf wenige Aspekte beschränkt bleiben, habe ich im 2. Kapitel „Das Energiesystem des 21. Jahrhunderts“ meine Sicht zum Zeitpunkt des Erscheinens dieses Büchleins eingefügt.

Es hat mein Engagement für die erneuerbaren Energien sowie rationelle und sparsame Energieverwendung zu keiner Zeit behindert, dass ich mich unverändert immer wieder zur Verantwortbarkeit der Kernenergienutzung in Deutschland bekannt habe. Daran haben auch die Katastrophen in Russland oder Japan nichts geändert; allerdings muss ich als Demokrat anerkennen, dass diese Haltung in Deutschland nicht mehr mehrheitsfähig ist und daher auch nicht mehr wirtschaftlich sinnvoll umgesetzt werden könnte.

Also sind wir auf eine erfolgreiche Realisierung der Energiewende angewiesen. Da aber sieht es nicht so gut aus. Überraschend gibt es neue Widerstände auch gegen die zuvor gefeierten und geforderten „erneuerbaren“ Strategien, sobald sie in Baumassnahmen konkret werden.

Vielleicht liegt der Wert dieses Büchleins daran, sich immer mal wieder mit der Geschichte der Energiepolitik und der Technologien zu befassen, um besser zu verstehen, dass es auch in der Energiefrage keine Stunde null gibt, wo alles neu ist, sondern eine prägende Kontinuität auch bei Wendemanövern.

2. Das Energiesystem des 21. Jahrhunderts

Die solare Logik einer all-elektrischen Welt

Gerd Eisenbeiß, Bonn im Oktober 2016

Es ist sicher vermessen, die Zukunft der Energieversorgung über ein ganzes Jahrhundert vorhersagen zu wollen. Aber ich möchte mir am Ende eines langen Berufslebens im Bereich Energie, Politik und Gesellschaft das Vergnügen nicht versagen, einige Bemerkungen zu Wahrscheinlichkeiten zu wagen.

Seit langem habe ich in zahllosen öffentlichen Auftritten zwei Thesen vertreten, die ich auch für die Zukunft als zentral sehe:

1) Die solare Logik, d.h. die langfristig zwingende Einsicht, dass nicht rohstoffliche Ressourcen die Basis der Energieversorgung bleiben können, sondern dass nur die im Wesentlichen von der Sonne kommenden Energieströme zur Verfügung stehen werden

2) Die all-elektrische Welt, d.h. dass alle Energieverbrauchsformen elektrisch bedient werden, insbesondere auch der Verkehr und die Raumwärme exzellent gedämmter Gebäude.

Natürlich wird ein langer, langsamer Wandlungsprozess dahin führen, keine Energiewende nach deutschem Rezept, weil diese zu viel in zu kurzer Zeit will. Diese Sicht hat zur Folge, dass es einen Klimawandel geben wird, der die in Paris 2016 gesetzten Temperaturgrenzen deutlich überschreiten wird – mit katastrophalen Folgen, die dann den Wandlungsprozess beschleunigen werden.

Warum wird es so kommen? Weil die bestimmenden gesellschaftlichen Bedingungen weltweit jene Energieformen fördern, die in Anbetracht von Entwicklungsrückständen und Armut auf Sicht billiger sind oder auch nur scheinen, also Kohle, Öl und Erdgas.

Jene Wohlstandsgesellschaften, die sich mit Idealismus in beschleunigte Wendenmanöver stürzen wie zurzeit Deutschland, die zudem die wirtschaftliche Kraft haben, lange Defizitphasen überhöhter Energiepreise zu tragen, werden selten bleiben. Viele Milliarden von Menschen außerhalb Europas und Nordamerikas werden andere Prioritäten setzen als national selbstlosen Klimaschutz. Dagegen wird der klassische Umweltschutz vor noxisch-toxischen Emissionen wie Schwefel- und Stickstoffoxiden sowie Feinstaub durchaus zur treibenden Kraft – einer Kraft, die zunehmend auch als ökonomisch vernünftig und geboten erkannt wird.

Hauptkriterium wird also für noch lange Zeit der kurz- und mittelfristige Kostenfaktor sein. An diesem Kriterium wird sich das Verbreitungsschicksal der einzelnen technologischen Optionen entscheiden.

Da sind zunächst **Öl und Erdgas**. Über deren weitere Kostenentwicklung weiß ich so viel und so wenig wie all die irrenden Experten der Vergangenheit. Mir scheint allerdings, dass auch die maßvollen Einspar- und Substitutionseffekte in den Hauptverbrauchsländern Preisexzesse weniger wahrscheinlich machen; auch die Rivalitäten zwischen den Ölstaaten dürften weiterhin dämpfend wirken. Solange das Gas reichlich und billig fließt, wird man in Europa und USA den Kohleverbrauch reduzieren, was dem Klimaschutz zugutekommt. Sollte es aber insbesondere beim Gas anders kommen, ist ein switch back zur **Kohle** unter Kostenaspekten anzunehmen.

Kernenergie wird wahrscheinlich auch weiterhin keine wesentliche Rolle in der Weltenenergieversorgung spielen. Nur ganz wenige der technologisch kompetenten demokratischen Staaten sind noch industriell und nutzend in Kernenergie engagiert; sie nehmen zurzeit wahr, dass allein die Kosten neuer Kernkraftwerke viel höher sind als geplant. So werden vermutlich fast nur undemokratische, autoritär regierte Staaten neue Kernkraftwerke bei sich oder in anderen Ländern bauen. Diese Kernkraftwerke dürften schon deshalb weniger teuer sein als die französischen EPR, weil Einsprüche und Verzögerungen durch Bürger nicht geduldet werden – hoffentlich (denn ich weiß darüber nichts) sind sie nicht auch noch unsicherer im Design. Auch wird immer deutlicher, dass Demokratien große Probleme haben, die Entsorgung friedlich zu organisieren.

Kernfusion bleibt noch für Jahrzehnte eine offene Option. Dabei sind die Fortschritte in der Fusionsphysik zwar beeindruckend, aber für eine energiewirtschaftliche Versorgungsrolle wird es noch lange keine technisch befriedigende Reaktor-Technologie geben. Heute haben wir mit Wind, Sonne und Wasserstoff ein Referenzsystem für eine Vollversorgung, deren recht hohes Kosten-Niveau wir in etwa kennen. Meine persönlichen Zweifel, ob Fusionsstrom dieses Niveau wird erreichen oder unterbieten können, sind mit der Zeit eher gewachsen als gesunken. Selbst hochkompetente Fusionsoptimisten sehen kommerzielle Fusionsreaktoren erst lange nach der Mitte des Jahrhunderts am Versorgungsnetz.

Unter den erneuerbaren Stromquellen ist die **Windenergie** die attraktivste; sie hat längst weltweit hohe Wachstumsraten auf immer noch niedrigem Niveau von etwa 5% der Welt-Stromerzeugung. Ihr Erfolg ist weltweit und auch in Deutschland einer

gewissen Fehlsteuerung zu verdanken, die der Liberalisierung der Strommärkte zuzuordnen ist. Solange nämlich wenig Windstrom in die von Kohle-, Gas- und Kernkraftwerken stabilisierten Netze fließt, drückt die Windenergie ihre externen Kosten den anderen Netzversorgern auf.

Diese externen Kosten beruhen auf der Unstetigkeit des Windes bis hin zu großräumigen Flauten. Wenn prozentual viel Windstromkapazität vorhanden ist, sind diese Kosten nicht mehr zu vernachlässigen. Eine wesentlich auf fluktuierenden Stromquellen beruhende Versorgung kommt dann nicht mehr ohne Speicher oder Reservekapazitäten aus, deren Kosten zuzurechnen sind.

Bei nüchterner Betrachtung, die in der deutschen Energieszene nicht immer beliebt ist, muss man auch darauf hinweisen, dass die Stromversorgung auf Basis thermischer Kraftwerke relativ dezentral ist – nicht nur, weil die Kraftwerke bei den Verbrauchszentren gebaut wurden, sondern weil die Verbrauchszentren nahe der Kraftwerke expandiert haben. Bei der Windenergie ist es nicht nur in Deutschland so, dass die windreichen Regionen und die Verbrauchszentren weit auseinander liegen; d.h. dass der Aufwand für lange Transportleitungen den reinen Erzeugungskosten ebenfalls zuzurechnen ist.

Ich will mit diesen Hinweisen nicht die Rolle der Windenergie in Deutschland schlecht machen, sondern bei der Abschätzung, wie sich andere Gesellschaften demnächst energetisch orientieren werden, auf die wahren kurzfristigen Kosten aufmerksam machen – entsprechend meiner Überzeugung, dass weithin kurzfristige Kosten entscheidungsrelevanter sind als Langfrist-Vorteile.

Das Gesagte gilt noch mehr für die hochgeschätzte **Photovoltaik**, deren enorme Verbilligung beeindruckt. Es bleibt aber gegenüber Windenergie der zusätzliche, kostenerhöhende Fakt, dass Photovoltaik nachts gar nichts und im Winter kaum etwas bringt – im Gegenteil: die scharfen Mittagsspitzen im Sommer sind ein zusätzliches Problem. Der Photovoltaik-Nutzer mit Panels auf einem deutschen Dach, wie auch ich, merkt davon nichts, weil er alle Probleme auf die Netzgemeinschaft abwälzt. Das werden übrigens andere Länder bis zu einer gewissen Obergrenze ebenso organisieren, solange der Kosteneffekt wegen der geringen PV-Kapazitäten vernachlässigbar ist. Sollte aber Photovoltaik von heute 1% in die Größenordnung von 30% der jährlichen Stromproduktion kommen, könnte keine Gesellschaft diese Form von Bevorzugung tolerieren.

Da diese Zusammenhänge zwischen erneuerbaren Stromquellen und Speicher-aufwand unübersehbar sind, braucht die Solare Logik technologisch und kosten-mäßig überzeugende **Speicher** in allen Zeit-Kategorien von Sekunden bis zum Sommer-Winter-Ausgleich. Die technologisch zentrale Herausforderung ist dabei die Batterietechnik, weil sie darüber entscheiden wird, ob Elektro-Fahrzeuge zu erträglichen Kosten akzeptiert werden. Ich halte für wenig wahrscheinlich, dass sich in eng vernetzten Industrieländern dezentrale Batteriespeicher in Verbindung mit Photovoltaik durchsetzen werden, zumal eine Netzkostenvermeidung durch totale Trennung vom Netz unrealistisch erscheint. Mir scheint der Wunsch, sich vollständig vom Versorgungsnetz trennen zu wollen, ideologisch in der Ablehnung von „Atom- und Kohlekonzernen“ begründet – eine Motivation, die anderswo so nicht existiert und auch in Deutschland irgendwann aus der Mode kommen wird. Dagegen kann es in Flächenländern ohne dichtes Stromnetz wirtschaftlich attraktiv sein und bleiben, Batteriespeicher zur dezentralen, netzfernen Vollversorgung zu nutzen.

Nachdem es seit einem Jahrhundert immer wieder schwärmerische Visionen von **Wasserstoff**-Welten, einer Wasserstoff-Gesellschaft oder einer Wasserstoff-Wirtschaft gegeben hat, ist diese Technologie nun wieder als Langzeitspeicher in aller Munde. Sie wird wahrscheinlich ein Teil der solaren Logik werden, weil andere Möglichkeiten, Solar- und Windenergie über längere Fristen zu speichern, noch aufwändiger bleiben werden. Immerhin bedeutet diese Form von Energiespeicher, dass exergetisch höchstwertiger Strom in chemische Energie reinen Wasserstoffs umgewandelt wird. Es ist eine Kostenfrage, ob sich danach eine weitere Umwandlung in Methan lohnt oder nicht. Wo Erdgasleitungen liegen, könnten Kosten für Extra-Wasserstoff-Speicher vermieden werden, indem man das Methan in diese Leitungen einspeist. Mit einer solchen Wasserstoff-Strategie, die heute „power to gas“ genannt wird, könnte das so erzeugte Gas, ob Wasserstoff oder Methan, auch dem Verkehr als Kraftstoff oder der Gebäudeheizung dienen. Solche Lösungen werden im begonnenen Jahrhundert kommen, wenn die Kosten für fossile Alternativen, z.B. Reserve-Kraftwerke auf Erdgas-Basis, zu teuer werden.

Für **Deutschland** speziell sehe ich mit großer Sorge, dass an allen Ecken und Enden Akzeptanzprobleme den gewünscht raschen Umbau hemmen. Die Angst der Politiker vor protestierenden Bürgern übersteigt bei weitem die Furcht vor immer höheren Kosten. Damit wird die deutsche Energiewende in Kürze in eine Kostenkrise geraten. Es erscheint nicht unrealistisch, dass die jüngst beschlossenen unterirdi-

schen Transportleitungen für Windstrom aus dem Norden ebenso bekämpft werden wie die „Monstertrassen“ oder gar die Kernkraftwerke. Wenn diese Trassen nicht gebaut werden, bleibt für Süddeutschland nur die Photovoltaik mit Batterien, die weit- aus teuerste Lösung, zumal weitere Speicherkraftwerke mit künstlichen Stauseen ja auch nicht gebaut werden können.

Wichtig für die deutsche Entwicklung ist auch im Energiesektor die Zukunft der Europäischen Union. Wenn diese fortbesteht und sich weiter integriert, müssen wir auch von integrierten Stromversorgungsnetzen ausgehen, in den sehr verschiedene Erzeugungsarten zusammen wirken werden, z.B. viel Kohle in Polen, Kernenergie in Frankreich und im Süd-Osten sowie viel Wind in Deutschland und Dänemark. Wird in diesem Sinne die liberalisierte Marktordnung auf die ganze EU ausgeweitet, so wird der deutsche Verbraucher ebenso von französischem Atomstrom versorgt wie der französische von deutschem Windstrom, denn Strom hat keine Farbe. Vielleicht hilft es der vernünftigen Sicht, wenn der Stromverbraucher wieder lernt, dass sein Strom grundsätzlich aus den nächsten Kraftwerken kommt – egal wofür er bezahlt.

Fazit

Die erste Lehre aus den in diesem Bändchen erinnerten Entwicklungen ist, dass die Energiewelt wie das Leben selbst voller Unvorhersehbarkeiten ist. Die politischen wie die technologischen Veränderungen zwingen zur ständigen Überprüfung der Pläne, die nur erfolgreich sein können, wenn sie ein hohes Maß an Flexibilität beinhalten.

Über die lange Zeit des 21. Jahrhundert wird sich die solare Logik weltweit durchsetzen. Es wird sehr viel länger dauern als die Dekarbonisierungs-Ziele der Pariser Klimaschutz-Konferenz annehmen. Der Grund liegt in den Entwicklungs-Rückständen und Armut von 90% der Weltbevölkerung, die Kosten und Nutzen der notwendigen Maßnahmen nur über überschaubar kurze Zeiträume wertet. „Selbstlose“ Langfrist-Investitionen, wie sie einige Industriestaaten wie Deutschland mit einer Energiewende betreiben, werden daher verschoben, bis sie sich offensichtlich lohnen. Ein solcher Zustand wird aber noch in diesem Jahrhundert eintreten – wahrscheinlich leider in Mitten katastrophaler Naturereignisse, die die ökonomischen Nachteile des bisherigen Pfades offenkundig machen werden.

3. Zum Verhältnis von Politik und Gesellschaft zu Technik am Beispiel des Ausstiegs aus der Kernenergie – ein Interview

Interview mit kernenergie.de, September 2015
(auch unter <http://www.kernenergie.de/kernenergie/themen/experten/eisenbeiss.php>)

Kernenergie.de: Fehlende Akzeptanz in der Öffentlichkeit ist letztlich der Grund für das absehbare Ende der Kernenergie in Deutschland. Zur geringen Akzeptanz auf nationaler Ebene haben politische Entscheidungen maßgeblich beigetragen. Heute geraten Energietechniken der Energiewende wie Windkraft und HGÜ-Leitungen verstärkt in Akzeptanznot. Haben Politiker in Bund und Ländern noch die Kraft dem entgegen zu treten und ggf. ein Projekt auch gegen größere Zweifel und Unwillen durchzusetzen?

Eisenbeiß: Nach meiner Beobachtung als Designer und Leiter des „Bürgerdialogs Kernenergie“ 1975 bis 1978 ging die Akzeptanz für Kernenergie in einer asymmetrischen öffentlichen Debatte verloren. Zweifel zu wecken und vor Katastrophen zu warnen, gegen „Atomstaat“ oder „Plutonium-Ökonomie“ zu mobilisieren, war einfach leichter, als solche Behauptungen mit 1000-seitigen Risikoanalysen zu widerlegen.

Eine seriöse Argumentation konnte nicht einfach sagen, „Kernenergie ist sicher!“, sondern musste differenziert tatsächliche Risiken einräumen und mit Eintrittswahrscheinlichkeiten argumentieren. Wer aus der Psychologie weiß (z.B. vom Nobelpreisträger Daniel Kahneman), dass wir Menschen keinen unmittelbaren Verständniszugang zu Wahrscheinlichkeiten haben, der wird sich über den Misserfolg der „Aufklärungs-Kampagnen“ nicht mehr wundern. Politische Entscheidungen haben in diesem Zusammenhang keine wesentliche Rolle gespielt. Die klare Pro-Haltung wie die von Helmut Schmidt wurde in den eigenen Reihen konterkariert, weil in der SPD früh gespürt wurde, dass die aufkommenden Grünen die Machtoptionen ändern würden, wenn man sie nicht einfängt. Das hängt wiederum mit dem Verhältniswahlrecht zusammen, das den Grünen in Deutschland mehr Einfluss sicherte als in Frankreich oder Großbritannien. Bei diesen beiden Staaten ist auch der Kernwaffenstatus nicht zu vergessen.

In Konflikten wie dem um die Kernenergie kommt es auch immer darauf an, wer die Begründungspflicht hat: theoretisch eine Konsequenz des Verursacherprinzips. In realen Gesellschaften muss aber nichts begründet werden, was allgemeiner Kon-

sens ist, sei es falsch oder richtig. Dieser allgemeine Konsens bestand im Hinblick auf die Kernenergie bis vor 40 Jahren fast überall: für Willy Brandt war Kernenergie ein Teil des großen Reformprogramms, eine Hoffnung. Als 1973 ein einziger SPD-Abgeordneter das 4. Atomprogramm ablehnte, galt er als Sonderling.

Spätere Bundesregierungen haben im Kampf um die öffentliche Meinung und grüne Wähler auch harmlose Vorkommnisse wie etwa eine geringfügige Kontamination an Castor-Behältern (so etwa die damalige Umweltministerin Angela Merkel) als schlimme Gefahren dargestellt und damit entsprechende Unterstellungen von Atomgegnern scheinbar bestätigt. Damit wurden Nuklear-Transporte dämonisiert, ein Teil des Nuklearsystems mit geringstem Gefahrenpotential.

Geprägt wurde die deutsche Entwicklung durch das historische Schuldbewusstsein meiner Generation vor 50 Jahren. Wir hatten uns vorgenommen, als Deutsche an nichts mehr schuldig zu werden. Der neue Wohlstand erlaubte, wirtschaftliche Vorteile ethischen Bedenken unterzuordnen – ein Wertewandel, der bis heute weiter fortgeschritten ist.

Heute wiederholt sich das Schema „Asymmetrie“ gegen Windenergieanlagen oder Stromleitungen (Ärzte beschwören Gesundheits-Gefahren z.B. durch Infraschall, Horst Seehofer bekämpft „Monstertrassen“). Dass die Lösung dann immer wieder darin besteht, Kosten zu erhöhen, wird ruhig hingenommen. So bleibt einzig unangefochten die unpraktischste Stromquelle, die Photovoltaik, die weder abends und nachts noch beim energieintensiven Winterverbrauch hilfreich ist, sondern teure externe Unterstützung durch Parallel-Kraftwerke oder Speicher braucht.

Vor dem Hintergrund des beständigen Werbens um Zustimmung und Wählergunst fehlt den Politikern vielleicht nicht die Kraft, sondern überhaupt der Wille, sich gegen medien-verstärkte lautstarke Proteste durchzusetzen.

Kernenergie.de: Bemerkenswert am Fall der Kernenergie in Deutschland ist, dass die Kernkraftwerke und andere Einrichtungen der Kerntechnik häufig lokal und auch regional akzeptiert und unterstützt werden, aber national, also eher abstrakt abgelehnt werden. Warum wurde dem in der Diskussion über die Kernenergie seitens der über die Meinung der Bürger besorgten Politiker kaum Rechnung getragen?

Eisenbeiß: Politikern in einer Demokratie geht es um Macht und Mehrheit. Da zählen die stillen Dörfer rund um eine Nuklearanlage wenig.

Interessant war vor 40 Jahren ein spürbarer Unterschied zwischen protestantischen und katholischen Gebieten. Für den Amerikaner Hermann Kahn, ein damals international bekannter Weltdeuter, war es ein allgemeineres kulturelles Phänomen, dass katholisch geprägte Regionen eben Autoritäten weniger in Frage stellten als protestantische. So konnte man auch die relativ schwache Anti-Nuklear-Bewegung in Frankreich oder Spanien deuten. In Deutschland trat die konfessionelle Differenzierung der Regionen immer mehr in den Hintergrund zumal die aktiven Pro-Testgruppen quer durch die Republik reisten, um Nuklear-Projekte unabhängig vom Standort zu bekämpfen.

Kernenergie.de: Bei den Techniken der Energiewende wie Windkraft und HGÜ-Leitungen, wie auch bei Endlagern für radioaktive Abfälle verhält es sich eher umgekehrt, also abstrakte Billigung auf nationaler Ebene, aber lokale/regionale Ablehnung im Falle des Falles. Lässt sich aus der Situation der Kernenergie in Deutschland im Hinblick auf Akzeptanz überhaupt etwas lernen?

Eisenbeiß: Es geht hier noch um ein anderes Phänomen, das z.B. bei Stuttgart 21 zu studieren ist: trotz langjähriger Information über Sinn und Ausmaß des Bahnhofsumbaus begannen die Widerstände erst mit dem Anrücken der Baufahrzeuge. So wird es immer wieder sein bei Großprojekten. Ausreichend viele Menschen wollen keine Veränderungen mehr in ihrem Umfeld; es geht ihnen gut, die Nachteile erscheinen jeweils sehr viel größer als irgendwelche Vorteile der Allgemeinheit.

Bei den Kernkraftwerken spielte eine besondere Rolle, dass die im KKW Beschäftigten in der Umgebung des Kraftwerks lebten, sich identifizierten und die jeweiligen Gemeinden viel Geld bekamen für beste Ausstattung von öffentlichen Diensten. Das erzeugte einen lokalen Konsens, in dem es die Gegner schwer hatten. Man sollte sich nicht wundern, dass nun lokale Meinungen von Trassengegnern ernster genommen werden als damals lokale Befürwortungen: recht bekommt in der Politik derjenige, der mit seiner Angst vor Gefahr argumentiert. Da möchte der Politiker zeigen, wie ernst er die Sorgen nimmt, wie sensibel er ist. Es kann (Beispiel Monstertrassen) auch einmal darum gehen, dass ein Politiker seinen Landsleuten nur zeigen will, was er alles durchsetzen kann.

Lernen lässt sich meines Erachtens aus der Nuklear-Kontroverse nichts. Es wird immer wieder so sein, dass frühzeitige „Aufklärungskampagnen“ keine Aufmerksamkeit finden, weil Aufmerksamkeit die knappste Ressource der Welt ist, um die alle Werbestrategen der Wirtschaft, der Politik und der vielen NGOs kämpfen. Dabei wird

die Strategie der Angsterzeugung oder -verstärkung die besseren Erfolgschancen haben als sachliche Darlegungen.

Im engeren Feld der Nuklearprojekte wird man das bei jedem Rückbauprojekt studieren können und ganz besonders bei der nuklearen Entsorgung. Denn hier gilt alles, was ich zu Beginn erläutert habe, erneut.

4. Zukunftsfragen – ein Interview

mit et, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 64. Jg. (2014) Heft 10

Im Dickicht des Stückwerks „Energiewende“ finden sich auch Experten immer schwieriger zurecht. Deshalb ist es wichtig, sich immer wieder einmal fundamentalen Zielen und Entwicklungen zuzuwenden. Das ist zum einen der Kernenergieausstieg als eine wichtige Säule des Transformationsprozesses, zum anderen die Durchsetzung von Infrastrukturausbau und schließlich auch die Art und Weise, wie über dies alles öffentlich debattiert wird. Über diese Punkte sprach „et“ mit dem Physiker Dr.-Ing. Gerd Eisenbeiß, der lange Jahre mit Kernenergie und Energieforschung in Ministerien und Forschungszentren intensiv befasst war.

4.1. Kernenergieausstieg

et: Ähnlich wie der Ausbau der erneuerbaren Energien hat auch der Kernenergieausstieg eine längere Historie. Wann war für Sie der allererste Anfang vom Ende in Deutschland?

Eisenbeiß: Deutschland hat als Demokratie schon mehrfach Machtwechsel erlebt. Kernenergie war nur solange eine sinnvolle Option, wie die großen Parteien einheitlich dafür waren, die hohen Investitionen also langfristig gesichert schienen. Insofern wurde der Anfang vom Ende mit dem Regierungswechsel 1982 sichtbar, als sich die SPD auf die anti-nukleare Seite schlug.

et: Der Ausstieg war neben parteipolitischem Kalkül sicherlich beim Bürger ein gutes Stück weit auch der German Angst geschuldet. Wie ist es um die deutsche Risikoscheu auf anderen Gebieten bestellt?

Eisenbeiß: Die Menschen, die die öffentlichen Debatten prägen, leben auf einem hohen Wohlstandsniveau. Da ist der Grenznutzen umstrittener Technologien nicht mehr sehr hoch. Wenn dann die Risiken insbesondere für die Gesundheit hoch erscheinen, hält man einen Verzicht oder gar ein Verbot für eine vernünftige Option. So haben es engagierte Gruppen geschafft, bestimmte Technologien als gefährlich zu

brandmarken. Ein Grund dieses „Erfolges“ ist, dass man sehr viel leichter ein Risiko behaupten als widerlegen kann.

et: was uns auch nach der avisierten Abschaltung des letzten Kernkraftwerks 2022 noch lange beschäftigen wird, sind Rückbau der Anlagen und die Entsorgung der Abfälle, sprich Endlagerung. Wie optimistisch sind Sie bei letztgenanntem Punkt? Wird es in absehbarer Zeit Fortschritte beim Standortauswahlverfahren geben?

Eisenbeiß: Die eben angedeutete Struktur der Argumentation wird auch die Auseinandersetzungen um Kriterien und Planungen für eine Entsorgungsanlage prägen. Es wird für Widerstandsgruppen nicht schwierig sein, Zweifel an jedem beliebigen Konzept populär zu machen, zumal eine auf viele hunderttausend Jahre nachzuweisende Anlagensicherheit wohl nie zweifelsfrei sein kann. Hinzu kommt, dass unsere Politiker schon bei geringen Widerständen und Protesten auf die Durchsetzung als vernünftig erkannter und beschlossener Maßnahmen verzichten. Schon in der nächsten Phase, in der es um die Standortkriterien gehen soll, wird man sehen, dass dies nicht standortneutral gelingt. Jeder weiß doch, was Salz, Ton oder Granit für spezifische Vor- und Nachteile haben. Jedes Kriterium deutet also bereits auf eine deutsche Region, die die jeweilige geologische Formation bietet. Und dann bricht der Sturm der regional betroffenen Bevölkerung und ihrer Repräsentanten schon los.

et: Wenn es bei der Endlagersuche nicht weitergeht, was ist die Konsequenz? Wie ist sie vom Risiko her zu bewerten?

Eisenbeiß: Es wird immer irgendwie weitergehen, d.h. der politische Prozess ist auf Ewigkeit programmiert. Da er aber nicht konvergieren wird, bleibt es bei den Notlösungen der vielen Zwischenlager. Natürlich ist das unter Risikogesichtspunkten die schlechteste Lösung, aber schon beim ersten Hearing zu Gorleben 1979 urteilte Prof. Carl-Friedrich von Weizsäcker abschließend, die nukleare Entsorgung sei „sicherheitstechnisch realisierbar, aber politisch nicht“.

et: Was bedeutet, auch risikopolitisch gedacht, der Ausstieg eines wenn auch großen Landes aus der Kernenergie, wenn nahe seiner Grenzen bzw. überhaupt in Europa anders bzw. auch umgekehrt verfahren wird?

Eisenbeiß: Wenn man ein katastrophales Anlagenversagen unterstellt, ist es natürlich egal, ob die Anlage diesseits oder jenseits der Grenze steht. Damit müssen die Kernenergie freien EU-Staaten leben, solange es keinen gemeinsamen EU-Ausstieg gibt – und der ist nicht absehbar. Realistischer ist, dass es in Europa als Konsequenz des Gemeinsamen Marktes zu einer Stromunion kommt, bei dem Strom

frei über Grenzen gehandelt wird und Marktpreise regeln, was in den Netzen strömt. Dann wird es sehr schwierig, in besonders teure Erzeugungskapazitäten zu investieren. Berichte über finnische und britische Reaktorprojekte legen allerdings nicht nahe, dass Kernenergie sich dann als besonders billig erweisen wird.

4.2. Wandel des Politikstils

et: Schon länger scheint sich die Politik zu scheuen, legitim getroffene Entscheidungen z. B. zur großräumigen Integration erneuerbarer Erzeugung in großem Umfang durchzusetzen, sobald nennenswerter Widerstand von auftaucht. Haben Sie eine Erklärung dafür?

Eisenbeiß: Ich deutete schon an, dass ich hier eine spezifische Risikoscheu unserer Politiker beobachte. Sie halten das Risiko, auf der falschen Seite zu stehen für größer als die Chance, für Führungsstärke mit Mehrheiten belohnt zu werden. Es kommt hinzu, dass wir, die Bürger und die Medien, die Politik unfair behandeln. Die Politik soll die komplexen Zusammenhänge entwirren und eine kompromissfähige und doch noch vernünftig gangbare Lösung für die Probleme finden. Demgegenüber gestatten sich die Protagonisten des öffentlichen Diskurses Beiträge, die insbesondere ihrem eigenen moralischen Wohlbefinden nutzen. Es ist tief befriedigend, sich als guter Mensch mit Sensibilität für Natur, Tiere und Notleidende zu outen, und dann die Politik dafür zu beschimpfen, dass sie nicht so edel agiert. Die vielen Proteste gegen die Abwehr von Menschen, die illegal nach Europa kommen wollen, sind ein gutes Beispiel; wollte man hehrer gesinnungsethischer Logik politisch folgen, müsste man wohl Busse in die Krisenregionen der Nachbarkontinente schicken, um all den Flüchtlingen die entsetzlich beschwerlichen Wege bis zur Mittelmeerküste zu ersparen.

et: Wie lassen sich unter diesen Gegebenheiten Infrastrukturen für die Energiewende (Trassen und Speicher, im Groß- und Kleinformat) überhaupt noch umsetzen?

Eisenbeiß: Man muss fürchten, dass irgendwann die Illusion zusammenbricht – hoffentlich nicht in katastrophaler Form –, das Stromversorgungssystem halte jede Unterlassung und Belastung aus. Im Moment sind wir offenbar noch ein Stück vom Versagen entfernt, zumal wir es uns als reiches Land leisten, wenig auf Kosten zu achten. Zum anderen haben wir eine Komplexität an Rechtsvorschriften geschaffen, in der wir uns zunehmend selbst verheddern. So hat sich die Bundesregierung

gleichzeitig zum Ziel der Beschleunigung von Investition im Energie- und Infrastrukturbereich bekannt wie auch zur Stärkung von Beteiligungs- und Verhinderungsinstrumenten.

et: Vielfach wird darauf gesetzt, den Bürger mitreden zu lassen, gesellschaftsübergreifende Kommissionen einzusetzen. Wieviel trauen Sie diesen Instrumenten zu?

Eisenbeiß: Ich bin auf Grund meiner Erfahrungen im Bürgerdialog Kernenergie, den ich in den 70er Jahren für die Bundesregierung entwickelt und durchgeführt habe, skeptisch. Natürlich muss es solche Instrumente in unserer offenen Gesellschaft geben, alles andere widerspräche unserem demokratischen Selbstverständnis. Aber helfen wird es wohl wenig. Warum? Weil wir 80 Millionen Deutsche sind und nur wenige in diesen Kommissionen sitzen und beraten können; es werden sich immer genug Menschen finden, die sich übergangen und „allein gelassen“ fühlen. Solange die Kommissionen tagen, mag es ja ruhig bleiben, aber wenn die Baumaschinen anrücken, geht es in jedem Fall erst richtig los – Stuttgart 21 lässt grüßen!

et: Ein gangbarer Weg scheint die finanzielle Beteiligung von Bürgern an dezentralen Erzeugungsanlagen und Trassen zu sein. Aber ist das ein Rezept für die Energiezukunft der größten Volkswirtschaft Europas?

Eisenbeiß: Für lokale Befriedung im Falle von Windparks sehe ich eine positive Wirkung, aber kaum in den anderen Bereichen der überregional erforderlichen Infrastrukturen wie Trassen und Reserve-Kraftwerken, bzw. Speichern. Energieversorgung mag insbesondere durch PV-Anlagen auf den Dächern etwas dezentraler sein als früher, aber sie bleibt ein Giga-Unternehmen enormer Kapitalbindung und Finanzbedarfs; sie bleibt im Wesentlichen international und nimmt an überregionaler Vernetzung am einen Ende ebenso zu wie an Dezentralität auf dem Hausdach oder im Keller. Im Übrigen bleibe ich auch ein Europa-Optimist, d.h. es geht nicht isoliert um die deutsche, sondern um die europäische Volkswirtschaft und die wird in absehbarer Zeit kaum dem deutschen Vorbild folgen – dazu ist es zu teuer.

4.3. Methodenverliebtheit und Moral – Debattenkultur

et: Der Publizist Dirk Maxeiner hat in einem Interview mit uns (in et 10/13) gesagt, dass die Deutschen dazu neigen, zur Lösung eines Problems auch die Methode vorzuschreiben. Sie waren ja auch einige Jahre im Vorstand eines großen Forschungszentrums tätig. Würden Sie heute sagen: Problem erkannt, Gefahr gebannt?

Eisenbeiß: Ich kann das so allgemein nicht bestätigen oder bestreiten. Allerdings glaube ich, dass die Lösung von Problemen überall dadurch erschwert wird, dass man zu wenig Vertrauen in die Selbstregelung investiert. Das ist kein Plädoyer für den freien Markt, sondern für intelligent gesetzte Randbedingungen des Marktes. Wie viel einfacher z.B. wäre Klimaschutz, wenn man der Volkswirtschaft lediglich vorgäbe, wieviel Kohlenstoff verbrannt werden darf. Daraus folgte nicht nur eine exakte Einhaltung der CO₂-Emissionsziele, sondern darüber hinaus auch ein Druck, jeweils die kostengünstigste Reduktionsmaßnahme zu realisieren, egal ob im Verkehrs-, Gebäude oder Stromsektor, mit Einsparung oder erneuerbaren Energien. Das volkswirtschaftliche System würde mit denkbar geringer Regelungsdichte in die Nähe des Kostenminimums für das jeweilige Klimaschutzziel tendieren. Anderes Beispiel: wozu brauchen wir eine Stromkennzeichnung, wo doch der Strommix, bzw. die „erneuerbaren-Quote“ alles aussagt, was wirklich zählt. Auch hier könnten Kosten gespart werden ohne Verlust an Zielerreichung.

et: Es wurde schon an verschiedener Stelle festgestellt, dass hierzulande in der öffentlichen Diskussion physikalisch-technische Frage moralisch beantwortet werden. Ist das auch Ihr Eindruck und wie kommen wir da heraus?

Eisenbeiß: Es mag so scheinen. Aber es handelt sich doch „nur“ um die Risikoakzeptanz, die zu Recht eine moralische Kategorie beinhaltet. Was darf ich riskieren und was darf ich anderen zumuten? Da kommen wir nur weiter, wenn die Risiken anders gewertet werden. Nun sind wir alle fast überall Laien; unsere Einschätzungen beruhen auf unserem Vertrauen in andere Menschen, von denen wir annehmen, dass sie verantwortlich und kompetent sind – zu Recht oder zu Unrecht. Aus meiner Sicht hat die Entwicklung dazu geführt, dass Risiko-Übertreibern mehr geglaubt wird als Experten mit nüchterner Einschätzung, zumal die ersteren die zweiten leicht als nicht objektive Verharmloser in die Ecke stellen können.

5. Windenergie – von der Forschung zum Milliardenmarkt

Dr. Gerd Eisenbeiß, Bonn, den 8. Januar 2012

(aus diesem Bericht entstand 2012 eine Veröffentlichung in der Umweltzeitschrift GAIA unter dem Titel „Neue Technologien erfordern eine neue Förderpolitik: das Beispiel Windkraft“)

Wer heute den stolzen Erfolg der deutschen Windkraft-Industrie bewundert, dürfte sich nur selten daran erinnern, wie es zu diesem singulär bruchlosen Übergang von akademischer Forschung zu industriellem Erfolg und breiter Anwendung gekommen ist. Der Vorgang war singulär, weil sich die deutsche Forschungspolitik kurz vor und nach 1970 praktisch ausschließlich auf Großtechnologien wie Kernenergie, Welt- raumfahrt und Großrechner konzentriert hatte; auch als die sozialdemokratischen Minister Horst Ehmke und vor allem Hans Matthöfer das Forschungspolitische Portfolio erweiterten, blieb es bei dem Paradigma, dass sich der Staat mit seiner Förderung auf den Prozess von F&E zu beschränken habe; die Politik unterstützte die Anwendung neuer Technologien kaum - höchstens mal mit einer Demonstrationsanlage. Danach sollte in allen Bereichen wirtschaftlichen Interesses der Markt die Anwendung der neuen Technologien übernehmen.

Für Großtechnologien wie etwa neuartige, sauberere Kraftwerke, war dies eine angemessene Vorgehensweise; für neue Wege der Energieversorgung, wie sie seit der Energiekrise der Jahre 1973/74 angestrebt wurden, konnte dies Fördermodell nicht ausreichend sein, weil praktisch alle erneuerbaren Energien Strom oder Wärme zu so hohe Kosten lieferten, dass eine breite Anwendung durch reine F&E-Förderung nicht möglich war.

Als der Autor 1985 die ministerielle Zuständigkeit für die Entwicklung der erneuerbaren Energien als Referatsleiter übernahm, fand er ein typisches Zeugnis der oben erläuterten Förderphilosophie vor: die große Windanlage GROWIAN auf dem Kaiser-Wilhelm-Koog in Schleswig-Holstein. Diese Anlage mit 100 m Rotordurchmesser und 3 MW Generatorleistung war Anfang der 80er Jahre als Demonstrationsprojekt gefördert worden, ein Kind eben jenes Geistes, sich auf Großanlagen und ihre Demonstration zu konzentrieren. Wie erinnerlich scheiterte GROWIAN; der Grund war, dass die Anlage überehrgeizig ausgelegt worden war, d.h. dass die Lastwechsel nicht angemessen berücksichtigt waren, denen der Riesenrotor in die Elemente der Kraftübertragung auf die Generatorachse im rauen Wind der Nordseeküste ausgesetzt war.

Nach Rücksprache mit dem Chefsingenieur der federführenden Industriefirma beschloss der Referatsleiter, das Experiment zu beenden und den GROWIAN abreißen zu lassen. Neues Geld für Reparaturmaßnahmen anzufordern, musste bei der Haltung der damaligen Regierungskoalition politisch aussichtslos erscheinen. Unglücklicherweise geriet die Referatsentscheidung schneller in die Presse als ins Ministerbüro, so dass der Minister den kleinen Beamten streng tadelte; er kritisierte ja nicht, dass der GROWIAN abgerissen werde, aber er müsse kritisieren, dass er es nicht habe entscheiden dürfen.

Neben GROWIAN genossen damals auch einige kleinere Entwicklungen Förderung durch das Forschungsministerium: so experimentierte man insbesondere in Stuttgart bereits seit Jahrzehnten mit Windanlagen, sowohl in der Universität wie auch im Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt mit seiner Kompetenz für Hubschrauberrotoren. Auch Technologiefirmen MAN, MBB und Dornier entwickelten mit hohem Aufwand und großzügiger staatlicher Förderung kleine Windanlagen (etwa den zweiblättrigen Aeroman, einarmige Schnellläufer oder Darrieus-Rotoren); daneben gab es kreative Kleinunternehmer und Einzelpersonen, deren Entwicklungen von der Förderung zumeist nicht ernst genommen worden waren. Auch hier waren gewisse überkommene Regeln der Forschungspolitik, z.B. Eigenbeiträge der Entwickler und kommerzielle Bonität zu fordern, wenig hilfreich, durchaus verdienstvollen Ansätzen eine Chance zu geben. Eines der erfolgreichsten deutschen Windkraft-Unternehmen profitierte nach 1985 in seiner Startphase nicht unwesentlich davon, dass seine innovative Entwicklung einer getriebelosen Windanlage trotz eines negativen Bonitäts-gutachtens gefördert wurde.

Überhaupt war die Startphase des deutschen Winderfolges einer Kette von Regelverletzungen gegenüber der forschungspolitischen Tradition zuzuschreiben. Es begann damit, dass zunächst das wenige Fördergeld, das Ende 1985 noch zur Verfügung stand, allen Entwicklern zur Förderung von bis zu drei Demonstrationsanlagen angeboten wurde; dies Angebot konnte nach der Katastrophe von Tschernobyl auf 5 Anlage pro Hersteller erweitert werden, weil auch die christ-liberale Koalition nach dem 26. April zeigen wollte, dass sie die erneuerbaren Energien ernst nehme. Das Förderangebot war an die Bedingung geknüpft, dass der Hersteller 50% der Kosten selbst oder als Beitrag des Demonstrationskunden aufzubringen hatte.

Nachdem dies Förderangebot die technologische Spreu vom Weizen brauchbarer Entwicklungen nach quasi marktlichen Regeln getrennt hatte, startete die Strategie die nächste, zweite Stufe: größere Windparks, bestehend aus kleinen Anlagen von einigen zig kW, „links und rechts der Elbe“. Parallel waren auch die Küstenländer auf das energetische und industrielle Potenzial der Windenergie aufmerksam geworden, so dass nun mit gemeinsamer Förderung drei Windparks entstehen konnten, einer in Friesland, einer zwischen Weser und Elbe und einer in Schleswig-Holstein. In diese Parks konnten nun die in der ersten Phase qualifizierten Hersteller ihre Anlagen anbieten und in weiteren Exemplaren demonstrieren.

Waren schon die Maßnahmen der ersten und zweiten Stufe bewusst auf die Notwendigkeit ausgerichtet, durch größere Stückzahlen auch industrielle Fertigungserfahrung zu ermöglichen, so wurde dieses Ziel zum entscheidenden Kern der dritten Phase: dem Breitentestprogramm Windenergie. Ein solches Programm, hunderte von Windanlagen zu fördern, war schon von dieser Dimension her im Forschungsministerium völlig neu-, ja fremdartig. Noch revolutionärer war die Absicht des Referats, den in den ersten beiden Phasen aufgebauten Qualitätsdruck auf die Geförderten Hersteller weiter zu erhöhen. Erstmals sollten die Geförderten keinen Investitionszuschuss am Anfang erhalten, sondern eine Prämie auf jede erzeugte kWh; dies sollte auch Anreiz sein, Schwierigkeiten im langjährigen Betrieb zu beheben und keine „Demonstrationsleichen“ zu bekommen.

Im Ministerium war für diesen Vorschlag eine Schlacht zu schlagen und zu gewinnen; denn es gab natürlich viele Argumente der Art „Das haben wir noch nie so gemacht“ oder „Wo kämen wir da hin, wenn das die Regel würde“. Der erste Satz richtete sich gegen den Vorschlag einer Prämie von 8 DPf/kWh zusätzlich zu jenem Stromerlös, der den Marktwert des Windstroms darstellte (grob 6 Dpf); der zweite Satz richtete sich gegen die 10jährige Laufdauer der Prämiengewährung aus dem Forschungshaushalt, d.h. einer Zahlungsverpflichtung, die weit über die Verpflichtungsermächtigungen im Haushaltsgesetz (maximal 4 Jahre degressiv) hinaus ging. Und dann gab es noch die strenge Frage „Was hat das noch mit Forschung zu tun?“, die überzeugende Antwort war, dass es um die Erprobung der Zuverlässigkeit der Anlagen gehe, die nur bei größerer Stückzahl statistisch relevante Aussagen liefern könne, um letztlich die Windenergie als energiewirtschaftliche Option zu qualifizieren.

Dank der Unterstützung durch den Minister gelang es, das Breitentestprogramm gegen die Bedenken der Kollegen 1989 durchzusetzen und in den Folgejahren zu

realisieren, ja es sogar von anfänglich 100 MW auf 250 MW zu vergrößern. Die wissenschaftliche Begleitung und Auswertung des Breitentestprogramms wurde dem jungen Kasseler Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET (heute Fraunhofer Institut IWES) anvertraut, das über mehr als ein Jahrzehnt diese Aufgabe hervorragend wahrgenommen hat und damit viel systemtechnische Kompetenz aufbauen konnte.

Dies Breitentestprogramm konnte schon Anfang der Neunziger Jahre so viel Vertrauen in die junge Windtechnologie schaffen, dass der Deutsche Bundestag Ende 1990 das Einspeisegesetz beschließen konnte, das für weitere Windanlagen jenseits des forschungspolitischen Breitentestprogramms sichere Rahmenbedingungen geschaffen hat, d.h. Einspeisepriorität sowie eine gesetzlich definierte, ausreichende Vergütung. Für denjenigen, der die Prämienlösung des Breitentests entwickelt hatte, war dies eine große Genugtuung, denn die forschungspolitische Prämie war von Anfang an als Simulation einer solchen Einspeisevergütung konzipiert worden, obwohl das 1988/89 nicht unbedingt an die große Glocke gehängt werden durfte.

6. Photovoltaik

Interview mit Gerd Eisenbeiß (GE) und Adolf Goetzberger (AG)

Veröffentlicht in GAIA, 20/4 (2011)

Die Fragen stellte Hans-Jochen Luhmann (JL)

Von klugen Köpfen und Katastrophen:
die Entwicklung der Photovoltaik in Deutschland

JL: Sie sind beide „Solarpioniere“: Sie, Herr Goetzberger, in der Forschung, Sie, Herr Eisenbeiß, in der Politik. Uns leitet die Erwartung, dass am Beispiel Ihrer Erfahrungen in komplementären Rollen bei der Entwicklung der Solarenergietechnik Wesentliches für die erfolgreiche Entwicklung von Technologien, wenn auch nicht insgesamt, so doch solcher dezentraler, Kleininvestoren zugänglicher Art, zu lernen ist. Zum Einstieg: Was waren Ihre ersten Begegnungen mit der Photovoltaik?

AG: Mitte der siebziger Jahre fing ich an, mich für Sonnenenergie zu interessieren – zu diesem Zeitpunkt riskierte man damit noch seinen guten Ruf als Forscher. Eine wichtige Rolle spielten für mich der Club of Rome und seine Ergebnisse. Ich gewann die Erkenntnis, dass wir uns um die Erhaltung der Umwelt kümmern müssen und der Raubbau an den natürlichen Lebensgrundlagen so nicht weitergehen konnte. Der Klimawandel wurde damals nicht in seiner wirklichen Bedeutung gesehen. Einige Wissenschaftler hatten zwar Warnungen ausgesprochen, aber in der öffentlichen Wahrnehmung und in der Politik spielte er keine Rolle. Heute ist die Situation eine andere: Die fossilen Ressourcen reichen länger als gedacht, aber der Klimawandel scheint kaum mehr aufzuhalten und steht entsprechend im Zentrum der Aufmerksamkeit.

GE: Meine erste Begegnung mit der Photovoltaik fand im Bundeskanzleramt 1973 statt. Das Forschungsministerium bereitete in Reaktion auf die damalige Energiekrise das erste Energieforschungsprogramm vor, das Anfang 1974 verabschiedet wurde. Ich war als Protokollant dabei, als Forschungsminister Hans Matthöfer (SPD) dort das Programm und seinen Referatsleiter Herrn Dr. Helmut Klein als „Mister Sonnenenergie“ vorstellte.

Ich wechselte 1975 vom Bundeskanzleramt ins Grundsatzreferat Energieforschung des Forschungsministeriums. Photovoltaische Stromversorgung schien mir damals wenig aussichtsreich – wie fast alle Kollegen ging ich von Kernenergie und Kohle als zukünftiger Basis der Energieversorgung aus. Allerdings wollte ich das Po-

tenzial der erneuerbaren Energien gründlich erforschen lassen. Hintergrund waren die erwarteten Verknappungsszenarien bei Öl und Gas – Klimaschutz spielte damals keine Rolle. Für die Photovoltaik schienen immerhin Nischenanwendungen erreichbar, wie z.B. in Umweltmessgeräten, zur Elektrifizierung ländlicher Gebiete in der „Dritten Welt“ sowie insbesondere in photovoltaischen Wasserpumpen. Auch in den 1980er Jahren hielt ich die Photovoltaik noch für weit überschätzt gegenüber den übrigen Optionen – vor allem der Energieeffizienz und – unter den erneuerbaren Energien – insbesondere gegenüber der Windenergie.

JL: Herr Goetzberger, ein Meilenstein in der Entwicklung der Photovoltaikforschung war die Gründung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE im Jahr 1981 in Freiburg, die wir maßgeblich Ihnen zu verdanken haben. Wie kam es dazu?

AG: In den 1970er Jahren war ich Direktor des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik IAF. Ich baute dort eine kleine Arbeitsgruppe für Sonnenenergie auf, weil mir – anders als den meisten Kollegen – die Zeit reif schien für ein stärkeres Engagement in diesem Bereich. Schnell wurde klar, dass wir am IAF die Sonnenergieforschung nicht weiter ausbauen konnten, denn das Institut erhielt seine Grundfinanzierung aus dem Verteidigungsministerium – und dessen Interessen lagen anderswo.

Zunächst musste ich die Gründung des Instituts bei der Fraunhofer Gesellschaft FhG und bei der Bundesregierung durchsetzen. Bei der Fraunhofer Gesellschaft sollten wir angewandte und vor allem industriennahe Forschung betreiben. Solarenergie ist zwar angewandt, aber es gab noch keine nennenswerte Industrie. Ich konnte aber den damaligen Präsidenten der FhG, Dr. Heinz Keller, von der Idee überzeugen. Er entschied sich entgegen dem Votum seiner Forschungsplaner für die Neugründung, ganz einfach, weil er mir vertraute.

In der Fraunhofer Gesellschaft gibt es nur eine geringe Grundfinanzierung, daher waren wir auf öffentliche Aufträge, konkret jene des Forschungsministeriums (BMFT) angewiesen.

Im BMFT war man aber zunächst nicht der Meinung, dass man ein neues Institut bräuchte. Entsprechend erhielten wir in den ersten Jahren vom zuständigen Referat im Forschungsministerium überhaupt keine Förderung. Wir erfuhren aber Unterstützung aus der Elektronikabteilung. Die zuständigen Beamten Uwe Thomas und Dr.

Dudenhausen, beide waren später Staatssekretäre, kannten mich nämlich seit vielen Jahren als Gutachter für ihre Projekte und gaben mir einen Vertrauensvorschuss.

Daneben setzte sich nur der spätere Freiburger Oberbürgermeister Dr. Böhme, damals Staatssekretär im Finanzministerium, stark für die Neugründung ein.

Die Solarforschungslandschaft in Deutschland zur Gründungszeit des ISE war sehr überschaubar. Es gab in Stuttgart einige Lehrstühle, die sich mit Solarforschung befassten. Herausragend war dort Professor Werner Bloss, zu dem ich schnell ein enges Verhältnis entwickelte. Ebenfalls in Stuttgart arbeitete Professor Winter an der damaligen DFVLR (jetzt DLR) an solarthermischen Großkraftwerken, eine langfristige Entwicklung, deren Ergebnisse heute sehr aktuell sind.

Auch die Zeit nach der Gründung des neuen Instituts war alles andere als einfach. Während meiner ganzen Amtszeit hatten wir Finanzierungsprobleme. Aufgrund der Tatsache, dass es damals noch keine Solarindustrie gab, wurde nach einiger Zeit diskutiert, ob wir in der FhG am richtigen Platz seien oder man uns wegen mangelnder Industrienähe ausgliedern sollte.

Einmal wollte das Forschungsministerium das Institut schließen und ich musste den Petitionsausschuss des Bundestags anrufen, was auch erfolgreich war.

Bemerkenswert ist, dass es immer Katastrophen waren, die uns Auftrieb bescherten. Immer, wenn wir nahe am Abgrund waren und die Gelder auszugehen drohten, ereignete sich eine Katastrophe, z. B. Ölkrisen, Tschernobyl, die Bedrohung durch den Treibhauseffekt. Auf diese Weise überlebte das ISE immer wieder.

JL: Trotz aller Schwierigkeiten: Insgesamt ist die Entwicklung des ISE eine Erfolgsgeschichte. Was waren entscheidende Weichenstellungen?

AG: Ich hatte zu Beginn 18 enorm engagierte Mitarbeiter. Als ich das Institut 1993 an meinen Nachfolger übergab, hatte es 200 Mitarbeiter und war das größte Solarinstitut Europas und das zweitgrößte der Welt.

Und was die technischen Daten angeht: Bei Institutsgründung lag der PV-Weltmarkt etwa bei 5 MW, vor allem für Anwendungen im Weltraum. Heute liegt er um die 20 GW, also 4000 mal höher.

Wichtig für den Erfolg waren einige leitende Mitarbeiter, die den Schritt aus dem IAF in das Neuland wagten. Daneben einige meiner frühen strategischen Entscheidungen. Zunächst der Systemaspekt: Wir befassten uns nicht mit der Optimierung einzelner Komponenten, sondern mit Gesamtsystemen. Schon zu Beginn war nicht nur Photovoltaik einschließlich Systemtechnik ein Schwerpunkt, sondern auch ther-

mische Umwandlung und Solarenergie in Gebäuden sowie Energiespeicherung. Später entwickelte sich die letztgenannte Richtung weiter zur Wasserstofftechnologie. Daraus resultierten Synergien und das Zusammenspiel aller Komponenten wurde von Anfang an berücksichtigt.

Die zweite wichtige Entscheidung betraf die Solarzellentechnologie: Wir legten uns auf kristallines Silizium fest und widerstanden der Versuchung, Dünnschichttechnologien zu bearbeiten, die ja heute, nach 30 Jahren, immer noch einen geringen Marktanteil haben. Allerdings hatten wir es dadurch viel schwerer, Förderung zu erhalten, denn Dünnschicht galt schon damals als die Technologie der Zukunft. Sie hat sich aber bisher aufgrund ihres niedrigeren Wirkungsgrades nicht gegen kristallines Silizium durchsetzen können.

JL: Herr Goetzberger, Sie haben mehrfach erwähnt, dass Sie Unterstützung erhielten, weil Ihnen entscheidende Personen einen Vertrauensvorschuss gaben. Ist das kennzeichnend für die Art von Pionierarbeit, die Sie mit der Solarforschung leisteten – dass hier aufgrund von Vertrauen gefördert wird und werden muss?

AG: In der Tat: Trotz großer Skepsis gab es immer wieder Personen in einflussreicher Stellung, die mir einen Vertrauensvorschuss gaben. Sonst hätte das Institut die langen Anfangsjahre nicht überlebt, die es brauchte, bis endlich die Erfolge kamen.

GE: Grundlage meiner Strategie war es, den besten Forschern und Instituten Geld auf Vertrauensbasis zu geben. Meinen Vortrag bei der europäischen Photovoltaik-Konferenz in Sevilla 1986 begann ich damit, die Köpfe der bedeutenden deutschen Photovoltaik-Professoren zu zeigen – unter anderem Prof. Goetzberger und Prof. Bloss. Ich erinnere mich auch an ein Programmprojekt zur Entwicklung transparenter Wärmedämmung, bei dem das ISE, Herrn Goetzbergers Institut, 17 Millionen DM erhielt ohne durchgehenden Arbeitsplan, einfach damit die Forschung vor Ort zu jeder Zeit optimal ausgerichtet werden konnte; ähnlich war auch die Förderung des photovoltaischen Kleingeräteprogramms gestaltet. In beiden Projekten konnte das ISE Fördermittel auch an kleine innovative Unternehmen weitergeben, um zu realistischen Produkten zu kommen.

JL: Die Photovoltaik hatte von Beginn an mit starkem Gegenwind zu kämpfen. Was waren die Argumente der Gegner?

AG: Ein oft gehörtes Argument, welches auch in der Grundphilosophie des Forschungsministeriums angelegt ist, war und ist: PV ist noch viel zu teuer, wir müssen

erst Forschung und Entwicklung fördern, bis Kostenparität zumindest annähernd erreicht ist; erst dann kommt die Markteinführung in Frage. Das ist schlichtweg falsch. Die Erfahrung zeigt, nicht nur bei der Photovoltaik: F&E und Markteinführung müssen parallel laufen, nur dann gibt es Kostenreduktionen. Wenn es keinen Markt gibt, kann man auch keine Forschungsergebnisse transferieren. Die Erfordernisse des Markts liefern wiederum Impulse für die Forschung. Ich vermisse, dass die Forschungspolitik aus dieser Erfahrung generelle Konsequenzen für sich ableitet.

Ein weiteres Argument, das auch heute noch gern verwendet wird, ist: PV trägt ja nur zu 0,1 Prozent oder 1 Prozent etc. zu unserer Stromversorgung bei und kostet soo viel. Dabei wird absichtlich übersehen, dass es sich um einen dynamischen Prozess handelt. Die Kosten der PV sinken laufend und die Stromerzeugung wächst exponentiell.

JL: Als Sie, Herr Eisenbeiß, 1973 für forschungspolitische Aufgaben nach Bonn berufen wurden, begann die Gesellschaft gerade, sich der Begrenztheit ihrer Energieressourcen bewusst zu werden: Dass mit der Schiene, auf die sie gesetzt worden ist, der Weg in eine historische Sackgasse programmiert war. Zur gleichen Zeit wurde eine Lösungsoption bereits entwickelt: Die Photovoltaik wurde als Kind der Festkörperphysik „geboren“. Diese Koinzidenz hat mich immer fasziniert:

GE: Das Faszinierende ist vielleicht eher das Ineinandergreifen von Entwicklungen und Paradigmenwechseln: So wäre die für die PV notwendige Siliziumreduktion auf der Basis von Biomasse (Holzkohle) wohl nicht entwickelt worden. Das heißt, erst die Abkehr von den erneuerbaren Energien hin zur Kohle als Energieträger vor 150 Jahren, also das Beschreiten einer historischen „Sackgasse“, hat dann wiederum den Weg aus derselben geebnet; denn auch die Herstellung von Photozellen braucht billigen Strom.

Aber das ist eher Philosophie: Tatsächlich ist die physikalische Basis der Photovoltaik seit mehr als hundert Jahren bekannt und z.B. als Belichtungsmesser bereits lange auch technisch genutzt worden. Erst als die Weltraumforschung eine Energieversorgung für Satelliten brauchte, wurde in die Photovoltaik als Energiequelle investiert. Als dann die Energiekrise 1972/73 viele Regierungen in aller Welt bewegte, nach neuen Energiequellen zu suchen, hat auch das deutsche Forschungsministerium begonnen, das Potenzial der Photovoltaik gründlich erforschen zu lassen.

JL: Herr Goetzberger, Sie haben eingangs erwähnt, dass Ihnen bei der PV-Forschung am ISE immer der Systemaspekt wichtig war, und Sie haben das ja auch

in den Titel Ihres Instituts genommen. Die „Einbettung“ der Solartechnologien in die Energieerzeugung wird damit zum Thema gemacht. Also hatten Sie sich zu fragen: Wie weit soll das Systemverständnis reichen? Einbettung kann eben gehen bis hin zu der Integration der PV in ein Elektrizitätsversorgungsnetz. Wurden die absehbaren Probleme gesehen? Waren solche Einbettungsfragen leitend in der Technologieentwicklung? Wie wurde mit ihnen umgegangen?

AG: Das ISE war von Anfang an als technisches Institut konzipiert. Daher die Festlegung auf die Anlagen- und Solarzellentechnik. Wir entwickelten aber nicht nur Inselanlagen, sondern bauten auch die erste netzgekoppelte Anlage Deutschlands. Allerdings war in jener Zeit angesichts der hohen Kosten der PV nicht an Netzeinbindung in größerem Maßstab zu denken. Hätte man derartige Studien betrieben, man wäre der Phantasterei bezichtigt worden. Zudem hätte uns niemand Geld für solche Arbeiten gegeben. Diese Studien wären heute auch wertlos, denn vieles, was wir heute wissen, war damals noch nicht bekannt.

GE: In der Politik wurde die Photovoltaik seit der Energiekrise 1973/74 über viele Jahre nur als Stromquelle für dezentrale, also netzferne Kleinanwendungen gesehen; die dabei maßgeblichen „Einbettungsprobleme“ wurden früh als „Systemtechnik“ angegangen. Das bedeutete nicht, PV in die großen Versorgungsnetze einbetten zu wollen, sondern in kleine autarke Gerätelösungen, Hütten- und Dorfstromversorgungen sowie etwas später auch in schwache Inselnetze mit Dieselmotoren im Rücken und Wind als Partner. Wechselrichter waren eine wichtige Komponente der PV-Techniksystementwicklung, um den von den Solarzellen erzeugten Gleichstrom in die Wechselstromwelt der Verbraucher integrieren zu können.

Werner Bloss hielt 1985 im Wissenschaftszentrum Bonn einen aufrüttelnden Vortrag, in dem er den raschen Durchbruch der Photovoltaik in die Breitenanwendung ankündigte und den mangelhaften Stand der „Systemtechnik“ beklagte, also all dessen, was an Elektrotechnik zwischen volatiler Gleichstromquelle und praktischer Anwendung erforderlich ist. Ich bin rückwirkend nicht sicher, ob er damit auch die Systemtechnik netzverbundener Anlagen gemeint hat, sicher aber die der Geräte- und Kleinanwendungen.

Betrachtet man nun aber die – im Systemverständnis viel weitergehende – Integration der PV in die Elektrizitätsnetze, stellen sich mehrere Fragen. Wir beginnen mit: Wie kann die Photovoltaik, die nur bei Licht Strom abgibt, ein sinnvolles Element

einer elektrischen Gesamtversorgung werden? Welche Back-Up-Technologie braucht es also ergänzend zur PV?

AG Unter Systemtechnik kann man in der Tat, in Abhängigkeit vom Umfang des Systembegriffs, Unterschiedliches verstehen. In der Anfangsphase war wie gesagt nur die Technik der Klein- und Inselssysteme von Belang, später auch die Netzingegration von Kleinanlagen. Erst heute beschäftigt man sich mit den technischen Fragen der Netzintegration großer PV-Kapazitäten. Entscheidend dafür und deshalb für das weitere Wachstum der PV ist die Speichertechnik – ohne chemische Speicherung ist das Potenzial der netzgekoppelten PV begrenzt. Bei Speichern gibt es derzeit aber vielversprechende Entwicklungen, die sogar die saisonale Speicherung ermöglichen könnten – etwa Wasserstoff und Methan eingespeist in existierende Gasnetze. Außerdem ist klar, dass die PV nur ein Element einer erneuerbaren Gesamtversorgung sein wird.

GE: Zunächst ist jedermann klar, dass Strategien der Speichervermeidung meist besser und billiger sind als Speicher. Photovoltaik ist von daher eine unangenehme Stromquelle, weil sie antisaisonal im Winter fast nichts bringt, wenn der Verbrauch besonders hoch ist. Dezentrale Batterie-Speicher etwa im PV-Haus mögen den Solarstrom auch nachts verfügbar machen, werden aber doch unbezahlbar, wenn sie die langen Dunkelphasen oder gar Schneeabdeckung im Winter überbrücken müssten; selbst im Sommer gibt es mehrtägige Perioden mit dunklen Wolken und wenig Solarernte. Solche Speicher machen also den Netzanschluss weder überflüssig noch sparen sie Netzkosten. Windenergie hat dagegen eine angenehme saisonale Charakteristik; sie wird allerdings ohne Großspeicher vermutlich physikalischer Art auch nicht auskommen.

Ich vermute, dass Wind, Wasser und Biomasse ausreichen würden, Mitteleuropa zu 100% mit erneuerbarer Strom zu versorgen. Das Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) in Kassel – das später in das Fraunhofer IWES übergegangen ist – hat nachgewiesen, dass eine Kombination von erneuerbaren Stromquellen mit einer Gesamtkapazität von 320 GW und einer Speicherkapazität von 10 GW Deutschland zeitgerecht versorgen könnte; Photovoltaik ist dabei mit 56 GW beteiligt. Ich habe als langjähriges Beiratsmitglied nachgefragt, was schlechter funktionieren würde, wenn man die PV einfach wegließe – eine Antwort habe ich nie erhalten. Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hält Photovoltaik in Deutschland selbst bei völligem Wegfall fossiler und nuklearer Stromerzeugung für überflüs-

sig und systemverteuernd, wenn die Stromsparstrategie der Bundesregierung maßvoll erfolgreich ist, d.h. 510 TWh Jahresverbrauch nicht überschritten werden.

AG: Hierzu meine Stellungnahme:

1. PV stellt einen guten saisonalen Ausgleich zur Windenergie dar.
2. Im Modell des Kombikraftwerks wird Biomasse sowohl für Wärme-, als auch für Stromerzeugung verwendet. Mit Biomasse wird im Sommer in diesem virtuellen Kraftwerk wenig bis gar kein Strom erzeugt. Das Potential der Biomasse ist relativ begrenzt, wegen begrenzter Flächenverfügbarkeit und wegen Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Andererseits ist Biomasse speicherbar und stellt einen natürlichen saisonalen Speicher dar. Durch die PV kann also die Biomasse bevorzugt im Winter eingesetzt werden, am besten mit KWK. Das ist nur durch den Beitrag der PV im Sommer möglich.

Die zweite Frage in der Perspektive des Netzzusammenhangs zielt auf die Netzparitätskosten. Die stellen einen zentralen Indikator für die Formulierung des Ziels der PV-Forschung und -Entwicklung dar. Nun bestehen die Kosten aus zwei Komponenten, den PV- und den Nicht-PV-Kosten; Letztere werden auch Balance-of-System-Kosten genannt; sie enthalten auch die Kosten für die „Ständerung“, also für die Aufstellung von PV auf dem Dach oder einem Feld. Mitte der 1980er Jahre wurde mir bei einem BMFT-PV-Statusseminar klar: Die projizierten Kostendegressionskurven für PV vernachlässigen die Aufstellungs-, also Sockelkosten – da gab es meines Erachtens keinen Grund für eine analoge Kostendegression. Das heißt ökonomisch: Selbst wenn die eigentlichen Kosten für PV sich Null näherten, die Sockelkosten aber so hoch sind, dass allein diese die Netzparität von PV gegenüber den fossilen Erzeugungstechniken verhindern, dann wäre alle PV-Entwicklung für die Katz. Anders bei der Dünnschichttechnologie, wo ihr Substrat andere Trägerstrukturen zu ersetzen vermag – also z.B. Glas in Gebäuden. Folglich können da die Sockelkosten gegen Null gehen. Dann hätte PV in der netzgekoppelten Anwendung nur als Dünnschichttechnologie eine „große“ Zukunft.

JL: Anders gefragt: Wie billig kann die Photovoltaik (inkl. Aufstellungskosten) nach den beeindruckenden Preissenkungen der Module selbst in der letzten Zeit noch werden – und zwar einerseits auf dem Hausdach und andererseits in Feldaufstellung? Reichen diese Kostensenkungen für das Erreichen der Netzparität?

AG: Die Annahme, dass diese Kosten nicht sinken würden, stimmt nicht. Über den gesamten Zeitraum sind diese Kosten einschließlich der Wechselrichterpreise paral-

lel zu den PV-Modulkosten entsprechend der Lernkurve gesunken. Allerdings muss man zwischen flächenproportionalen, zu ihnen zählen die Aufständerkosten, und den sonstigen Zusatzkosten unterscheiden. Wichtig war die Erhöhung der Wirkungsgrade, durch die alle flächenproportionalen Kosten niedriger wurden. Ein entscheidender Nachteil der Dünnschichttechnik ist, dass ihre Wirkungsgrade deutlich unter denen der kristallinen Technik liegen.

GE: Herr Goetzberger hat natürlich Recht; auch Inverter sind deutlich billiger geworden und es gibt Montagesysteme, die die Effizienz der Handwerker wesentlich gesteigert haben. Aber das beweist ja nicht, dass Photovoltaik genügend billig werden kann, um sich unter mitteleuropäischen Bedingungen gegen Wind und Biomasse behaupten zu können. Der bereits erwähnte SRU hat für die Photovoltaik im Jahr 2050 Durchschnittskosten von 8,9 c pro kWh angenommen und sie trotz dieser so optimistischen Annahme nicht als wettbewerbsfähig eingestuft.

Die Frage nach ‚der‘ Netzparität ist ambivalent. Aus der Sicht des Stromverbrauchers, der einen mit vielen Steuern und Abgaben belasteten kWh-Preis von über 20 c zu bezahlen hat, ist Netzparität erfüllt, wenn die kWh vom PV-Dach ihm dieselben Kosten verursacht. Dass er dabei seinen Überschussstrom ans Netz abgibt und weiterhin die Systemkosten einer Versorgungssicherheit durch Reservekapazitäten und Netz in Anspruch nimmt, muss ihn nicht kümmern, solange der Staat diese Kosten anderen aufbürdet. Es handelt sich bei diesen Kosten um externe Kosten der PV-Nutzung, die ihm nicht angelastet werden.

Geht man von den volkswirtschaftlichen Kosten aus, ist Netzparität also keine Durchbruchsschwelle. Schließlich muss die Volkswirtschaft die nicht internalisierten Kosten der Versorgungssicherheit an anderer Stelle übernehmen, und Staat und Gemeinden müssen die entgangenen Steuern und Abgaben anderswo kassieren.

AG Ich sage nicht, dass mit Netzparität schon Wirtschaftlichkeit erreicht wird, aber es ist ein wichtiger Meilenstein. Außerdem wird die Kostendegression der Photovoltaik auch über diesen Punkt hinaus weitergehen.

JL: Wie sah das Zusammenspiel von Forschungsförderung, Forschung und praktischer Anwendung im Verlauf der Entwicklung der PV-Technologie aus?

GE: Herr Goetzberger und sein damaliger Mitarbeiter Jürgen Schmid hatten schon gegenüber meinem Vorgänger im Referat für erneuerbare Energien, Helmut Klein, ein „Kleingeräteprogramm“ vorgeschlagen, das Photovoltaik insbesondere zur Aufladung von Gerätebatterien einsetzen sollte. 1985 übernahm ich das Referat und diese

Planung sowie die großen Industrie-Projekte bei Wacker (PV-Silizium) und AEG und auch einige Demonstrations- und Anwendungsprojekte in Deutschland und Entwicklungsländern. Anfang der 1980er Jahre hatte ich auch Professor Goetzberger kennen und schätzen gelernt. Er hatte den Rappenecker Hof im Schwarzwald als PV-Anwendungsprojekt realisiert und Jürgen Schmid hat zusammen mit dem Alpenverein ein breiteres Hütten-Elektrifizierungsprogramm auf den Weg gebracht.

AG: Der Rappenecker Hof, ein beliebtes Wanderziel auf dem Schauinsland, war das erste PV-Gebäude ohne Netzanschluss. Er wurde 1987 in Betrieb genommen und wird auch heute noch mit PV betrieben. Das zweite ist das Energieautarke Solarhaus, das 1991 in Freiburg fertig gestellt wurde. Dieses Gebäude vereinigte fast alles, was im Laufe der Jahre im ISE entwickelt und zum Teil erst viel später praktisch wurde. Das Haus war bewohnt und lief zwei Jahre lang ohne Stromanschluss oder sonstige Energiezufuhr. Heute dient es dem Institut als Experimentier- und Bürogebäude.

Was die Forschungspolitik angeht: Über die Jahre hatte ich natürlich immer wieder Kontakt zu den wechselnden Referenten im damals zuständigen Forschungsministerium. Zur Zeit der Gründung des ISE war es Helmut Klein, der, wie erwähnt, dem Institut eher ablehnend gegenüberstand, zumal Forschungsminister Riesenhuber die Mittel für erneuerbare Energien laufend kürzte. 1985 folgte Herr Eisenbeiß, der nach dem Tschernobyl-Katastrophe die Forschung auf einem qualitativ hohen Niveau zu halten versuchte. Da PV zu jener Zeit noch teuer war, galt es Nischenmärkte zu finden, die den Vorteilen von Solarzellen entgegenkamen. Zusammen mit der mittelständischen Industrie wurden zahlreiche Gerätekonzepte entwickelt, die einen wichtigen Brückenmarkt für die neue Technik darstellten.

GE: Haushaltskürzungen und eine gewisse Geringschätzung der erneuerbaren Energien durch die regierende CDU/FDP-Regierung führten 1983/84 tatsächlich zur Vorgabe durch Minister Riesenhuber (CDU), das Förderbudget drastisch auf jährlich 100 Millionen DM herunterzufahren. Ich stellte deshalb 1985 eine Prioritätenliste auf, in der ich die weitere Entwicklung der kristallinen Silizium-Photovoltaik und der zugehörigen Anwendungstechnik schützte, nicht weil ich an eine energiewirtschaftliche Bedeutung der Photovoltaik in Mitteleuropa glaubte, sondern weil ich den wissenschaftlich Reiz dieser Entwicklungen schätzte und überdies PV-Anwendungen als Instrument der Entwicklung in ländlichen Regionen der „Dritten Welt“ sah; deshalb brachte ich auch noch zwei Mal fünf Millionen DM unter für die Förderung der frühen

Dünnschichttechnik, insbesondere amorphes Silizium, musste aber die weitere Förderung der Geothermie und der solarthermischen Kraftwerkstechnik einstellen.

Eine Wende in der Förderpolitik trat 1986 unmittelbar nach der Tschernobyl-Katastrophe ein. Riesenhuber gewährte mir noch im April 1986 eine Aufstockung um 50 Millionen DM pro Jahr und später noch mehr, so dass 1989 etwa 300 Millionen DM für erneuerbare Energien und rationelle Energieverwendung zur Verfügung standen.

AG: ... wovon auch das ISE profitierte.

GE: Für die Photovoltaikentwicklung konnte danach viel getan werden. Größere Erprobungs- und Demonstrationsprojekte der Photovoltaik wurden zusammen mit den großen EVU realisiert; hervorzuheben sind die ersten großflächigen Demoanlagen des RWE sowie im Zusammenhang mit dem Thema „solarer Wasserstoff“ die PV-Felder in der Oberpfalz, aber auch die photovoltaische Elektrifizierung von netzfernen Berghütten, Sendeanlagen und Sensoren der Umweltüberwachung.

An diesen Projekten beteiligt wurden nicht nur die engagierten Industriefirmen, sondern insbesondere die Solarinstitute, die in dieser Zeit in Kassel, Stuttgart und Hameln entstanden und das bereits berühmte Freiburger ISE ergänzten. Bundespräsident von Weizsäcker rief damals dazu auf, die besten Köpfe sollten sich der Erforschung und Entwicklung der erneuerbaren Energien annehmen, und Umweltminister Klaus Töpfer (CDU) forderte gar die Gründung einer neuen Großforschungseinrichtung für erneuerbare Energien.

AG: ... die aber dem Forschungsgegenstand nicht angemessen war. Solarforschung ist sehr vielgestaltig und benötigt keine Großgeräte, kann daher gut dezentral betrieben werden.

GE: Das sah ich auch so. Ich war wie Riesenhuber überzeugt, dass Töpfers Vorstoß nicht sachgerecht war, da er die existierende Institutslandschaft und die unterschiedlichen wissenschaftlichen Kompetenzen nicht beachtete, die die zu entwickelnden Technologien erforderten. Andererseits war ich zu der Überzeugung gekommen, dass gerade die Photovoltaik-Entwicklung viel zu früh in die Hände der Industrie gelegt worden war.

AG: Ich lernte als Gutachter ja verschiedene PV-Industrieprojekte kennen. Das größte war das bei Wacker Chemie in Burghausen. Ein anderes Projekt war bei der AEG in Wedel angesiedelt. Mit fast 100 %iger Unterstützung des BMFT wurden Solarzellen und Module entwickelt. Die Fabrik in Wedel kam aber nie aus den roten

Zahlen heraus und wurde noch vor dem späteren Solarboom geschlossen. Das erste größere PV-Kraftwerk entstand auf der Insel Pellworm. Die damaligen polykristallinen Module hatten zwar einen relativ geringen Wirkungsgrad, aber gute Langzeitstabilität. Auch Siemens hatte eine öffentlich geförderte Solarzellenaktivität, war aber auf dem Markt auch nicht erfolgreich und stieg nach mehreren Fehlversuchen mit Firmenkäufen in USA aus der Solarzellentechnik aus.

GE: Die Tatsache, dass diese Firmen in der Regel Fördersätze von 80 % brauchten, zeigte, dass es noch mehr Grundlagenforschung in Instituten geben musste. Ich setzte daher in Reaktion auf den Vorschlag von Töpfer eine Kommission ein, die analysieren sollte, ob und gegebenenfalls was an Forschung in die bestehenden Großforschungseinrichtungen, heute Helmholtz-Gemeinschaft, gegeben werden sollte. Das Ergebnis war für die Photovoltaik, dass das Forschungszentrum Jülich die Forschung mit amorphem Silizium und das Hahn-Meitner-Institut, heute Helmholtz-Zentrum Berlin, schwerpunktmäßig die Forschung mit Verbindungshalbleitern aufnehmen sollten. Beide Institute erhielten aus Mitteln des Referats für erneuerbare Energien die Anschubfinanzierung mit der Auflage, intern so umzustrukturieren, dass die PV-Forschung nach wenigen Jahren aus der Grundfinanzierung bezahlt werden konnte.

1989 entstand – auch als Resultat der oben erwähnten Kommission – im Forschungsministerium der Wunsch, die Solarforschungsinstitute der Großforschung (DLR für solarthermische Kraftwerke, Jülich und Hahn-Meitner-Institut für Dünnschicht-Photovoltaik und Verbindungs-Halbleiter) und der Fraunhofer-Gesellschaft (kristallines Silizium) in einem Verbund zur besseren Koordination zu bringen. Dieser Forschungsverbund Sonnenenergie (FVS) (heute Forschungsverbund Erneuerbare Energien) wurde 1990 in Frankfurt gegründet.

JL: Die Konsequenz, die aus den PV-spezifischen Problemen in dem vom BMFT initiierten Breitenerprobungsprogramm gezogen wurde, war, dass sich die Art der Förderung für PV deutlich von der für das Pendant „Wind“ unterschied. Wind wurde netzintegriert gefördert, PV dagegen allein netzfern, um ihre Amortisation über den höheren substitutiven Wert in solchen Anwendungen erreichen zu können. Mit der Verabschiedung des EEG wurde diese Grundsatzentscheidung aufgegeben, dann wurde auch PV netzintegriert gefördert. War das aus der Perspektive der Technologieentwicklung klug? Auf welche Anwendung und welche Integrationsvision zielte diese Entscheidung? Oder: Haben sich die Breitenerprobungsprogramme des For-

schungsministeriums und später des Einspeisegesetzes für die Entwicklung der Photovoltaik gelohnt? Sind die (nicht-technischen) systemischen Fragen der Netzintegration ausreichend und rechtzeitig in die Förderung einbezogen worden?

GE: Das Breitentestprogramm war meine Initiative. 1988 entwickelte ich dazu das Förderkonzept für Windkraftanlagen: Es wurden nicht mehr Zuschüsse zum Bau, sondern zu den erzeugten kWh gewährt, um Druck in Richtung Qualität, Lebensdauer und Performance der Anlagen zu erzeugen. Auf Drängen des Ministers, immer noch Riesenhuber, ließ ich zu diesem Förderkonzept ein externes Gutachten machen und verband es mit der Frage, wie man ein entsprechendes Breitentestprogramm auch für Photovoltaik gestalten sollte. Im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Breitentestprogramms sagte ich den Herren von der ausgewählten Beratungsfirma – Sie, Herr Luhman waren ja damals dabei – , welche Empfehlungen ich von Fichtner erwartete: ein 100 MW Windtestprogramm mit x Pfennig pro kWh Prämie.

Für die Photovoltaik kam ein solches „Pfennig-Modell“ nicht in Frage, weil die PV wegen ihrer hohen Kosten viel zu weit von einer energiewirtschaftlichen Anwendungsmöglichkeit entfernt war. Sie sollte aber ebenfalls breiter demonstriert werden, um auch hier statistisch relevante Daten über Betrieb und Zuverlässigkeit zu gewinnen. So sollte auf herkömmliche Weise mit Investitionszuschüssen gefördert werden; auch sollten Anwendungsbeispiele jeweils in größerer Zahl bezuschusst werden – auch Dachanlagen mit Netzverbindung.

JL: Das Gutachten bestätigte also Ihr differenzierte Förderkonzept: Für die Windenergie eine netzintegrierte Förderung in Form einer Einspeisevergütung und für PV-Anlagen - ohne Netzverbund - klassische Investitionszuschüsse. Warum kam es im Fall der Photovoltaik entgegen diesen Empfehlungen zu dem ganz anders angelegten 100.000-Dächer-Programm?

GE: Tatsächlich wurde, anders als ich es 1989 für richtig gehalten hatte, nach meinem Wechsel zum DLR im Forschungsministerium entschieden, das PV-Demonstrationsprogramm wesentlich aufzustocken, obwohl dafür Zuschüsse erforderlich waren, die ein Vielfaches des wirtschaftlichen Wertes betragen mussten: Mein Nachfolger im Referat für erneuerbare Energien, Dr. Walter Sandtner, hat auf Druck von Staatssekretär Ziller (und aus dem Bundestag, z.B. von Hermann Scheer) mit dem erwähnten 100.000-Dächer-Programm das erste Breitenanwendungsprogramm für netzgekoppelte PV aufgelegt.

AG: Der Wendepunkt in Geschichte der Photovoltaik war aber erst das deutsche Erneuerbare Energien Einspeisegesetz (EEG) aus dem Jahr 2000. Man muss auch heute noch die Leistung der Politiker bewundern, die es gegen alle Widerstände zustande brachten. Auch hier ist an den kürzlich verstorbenen Hermann Scheer zu erinnern, der der wesentliche Motor hinter dem EEG war. Ziel des EEG war, dass Strom aus erneuerbaren Energieträgern durch eine Umlage wirtschaftlich werden sollte. Verantwortlich für den Erfolg des EEG waren mehrere Aspekte. Erstens basierte es auf einem echten Marktmechanismus. Zweitens wurden die Energieversorgungsunternehmen verpflichtet, den aus erneuerbaren Energieträgern erzeugten Strom prioritär abzunehmen. Drittens wurden die Kosten auf die Strompreise umgelegt, weshalb man unabhängig vom staatlichen Budget blieb; und es erfolgte eine verursachergerechte Allokation der Kosten. Viertens war die langfristige Sicherheit der Investition garantiert. Und fünftens war vorgesehen, die Einspeisevergütung planmäßig zu senken.

Das Rezept war über alle Erwartungen erfolgreich. Obwohl die Einspeisevergütung wie geplant gesenkt wurde, fielen die Preise der PV-Systeme schneller als erwartet und der Markt explodierte.

GE: Während ich das noch von der CDU/FDP-Regierung verantwortete Einspeisegesetz für Windstrom richtig fand, ja mein Breitentestförderprogramm bewusst als Vorbereitung einer solchen gesetzlichen Maßnahme angelegt hatte, schien mir die mit dem EEG angelegte Ausweitung auf die Photovoltaik unter der rot-grünen Regierung verfrüht und trotz Hoffnung auf Kostensenkungseffekte außerhalb wirtschaftlicher Vernunft. Einzuräumen habe ich, dass sich die Begründung für erneuerbare Energien zwischenzeitlich von der Verknappungsfurcht zum Klimaschutz verschoben hatte, dessen Notwendigkeit auch höhere Kosten rechtfertigt.

JL: Die Einbeziehung der PV in das deutsche EEG versteht Jürgen Schmid, heute Leiter der Fraunhofer-Instituts IWES in Kassel, als Technologieförderung mit weltweiter Ausstrahlung. Das legt zwei Fragen nahe:

(1) Hat Deutschland tatsächlich mit dieser ungewöhnlichen, neuartigen Weise der Förderung, also nicht mehr nur klassisch, aus der Grundlagenforschung heraus, einen entscheidenden Anstoß für eine globale Entwicklung der PV gegeben?

(2) Hat es Deutschland Technologievorsprünge gebracht, und hat es die bleibend sichern können?

GE: Deutschland hat sicher eine Entwicklung beschleunigt, die sonst erst später und anderswo gekommen wäre. Immerhin gibt es im Sonnengürtel der Welt immense Potenziale, die wegen der intensiveren Einstrahlung die PV-Stromkosten gegenüber Mitteleuropa halbieren. Ob sich das EEG industriepolitisch gelohnt hat, ist in Anbetracht der billigen Panels aus China zweifelhaft; schon brechen vermeintlich „sichere“ Arbeitsplätze insbesondere in den östlichen Bundesländern wegen Überkapazitäten und mangelnder Wettbewerbsfähigkeit weg. Die von Herrn Goetzberger erwähnte Explosion war eben auch in Deutschland viel zu schnell. Vielleicht wird die Zukunft die hohen Aufwendungen Deutschlands eines Tages nicht als Technologieförderung für deutsche Arbeitsplätze, sondern als umweltpolitische, selbstlose Förderung der Solartechnik für die ganze Welt loben.

Wenn man heute sieht, wie schnell früher Q-cells in Deutschland oder jetzt die chinesischen Firmen mit Lehrbuchwissen zu Marktführern aufsteigen, muss man wohl für möglich halten, dass ohne die deutschen Maßnahmen alles genauso, aber langsamer gekommen wäre. Beim Wind wäre Langsamkeit ein beträchtlicher umweltpolitischer Schaden gewesen, bei der immer noch viel zu teuren Photovoltaik wohl nicht.

AG: Ich bin hier anderer Meinung. Das deutsche Engagement hat die Photovoltaik nicht nur weltweit vorangebracht, sondern auch positive Effekte für die deutsche Wirtschaft zur Folge gehabt. Die Produktion von Solarmodulen ist zwar zu einem beträchtlichen Teil nach China abgewandert, aber dort wird weitgehend auf deutschen Fertigungsstraßen und teilweise mit deutschem Silizium produziert. Es war auch nicht nur Lehrbuchwissen, von dem die Chinesen profitiert haben. Der wohl bekannteste PV Wissenschaftler Martin Green in Australien hat kontinuierlich Weltrekorde bei Siliziumzellen produziert. Seine engsten Mitarbeiter waren Chinesen, die später nach China zurückkehrten und dort die heutige PV Industrie begründeten.

JL: Was ist Ihre Zukunftsprognose für die Photovoltaik?

GE: Insgesamt bleibe ich skeptisch, ob die technologisch durchaus eindrucksvolle Entwicklung der Photovoltaik die hohen deutschen Anschubkosten eines Tages wird rechtfertigen können – sei es durch wirtschaftlich vernünftige Beiträge zum Klimaschutz oder im industriepolitischen Sinne durch subventionsfrei wettbewerbsfähige Exporte. Denn noch immer ist es so, dass Photovoltaik-Strom der teuerste auch unter den konkurrierenden erneuerbaren Stromquellen ist und zudem die unangenehmste Volatilität aufweist, nämlich nachts und im Winter nichts zu liefern.

Auch deshalb habe ich Ende 2010 mehrfach öffentlich zu einer Deckelung der exorbitanten Zuwachsinstallationen in Deutschland aufgerufen – ohne mich von der Hoffnung zu distanzieren, dass auch die Photovoltaik wie die Windanlagen ein großartiges, preiswertes Produkt mit Milliarden-Umsätzen in sonnenreicheren Ländern wird, um so zu nachhaltiger wirtschaftlicher und ökologischer Entwicklung beizutragen.

AG: Ich bin da viel optimistischer. Photovoltaik ist bereits heute ein überall sichtbarer Teil unserer Stromversorgung. Wer durch Deutschland reist, sieht überall auf Dächern und im Gelände große und kleine PV-Anlagen. Photovoltaik ist die einzige wirklich dezentrale Art von Energieerzeugung. Sicher ist sie in südlichen Ländern billiger, aber wenn man die Kosten einrechnet, die anfallen, bis die Energie beim Verbraucher ankommt, ist selbsterzeugte Energie auch hierzulande konkurrenzfähig. Mit lokaler Speicherung, die langsam auf den Markt kommt, wird sich ein Markt entwickeln, der nicht auf Einspeisevergütung angewiesen ist. Die PV wird weiter wachsen, einfach, weil der Bürger sie haben will. Darüber hinaus ist die in Deutschland begonnene Entwicklung der Photovoltaik nun weltweit in Gang gekommen und kann von einem einzelnen Land nicht mehr gestoppt werden.

7. Solarthermische Kraftwerke

Erinnerungen an eine Hoffnung
Gerd Eisenbeiß, Bonn, den 20. Juni 2013

Die folgenden Erinnerungen sind notwendigerweise subjektiv; sie dürfen die Tatsache nicht verdecken, dass ich stets nur in Management-Positionen gewirkt habe. Die wesentlichen Erfolge der deutschen Erforschung und Entwicklung konzentrierender Solarsysteme sind allein den großartigen Wissenschaftlern und Ingenieuren zu verdanken, von denen viele in der DLR-Solarforschung gelernt und gearbeitet haben.

7.1. Der Anfang 1977 bis 1990

Ich weiß heute, 2013, nicht mehr, wann ich zum ersten Mal auf die Technologie thermischer Solarkraftwerke gestoßen bin. So findet sich 1977 in der von mir herausgegebenen und teilweise auch verfassten Dokumentation der Bundesregierung „Zur friedlichen Nutzung der Kernenergie“ zwar eine Erwähnung von Solarzellen-Kraftwerken im orbitalen Erdumlauf, aber keine auch nur Prinzip-Darstellung von solarthermischen Kraftwerken.

In der dritten Auflage dieser Dokumentation 1980 werden Solarfarm - wie auch Solarturm-Kraftwerke beschrieben, wie sie in europäisch-amerikanischer Kooperation als Versuchsanlagen auf der Plataforma Solar bei Almería (PSA) in Süd-Spanien errichtet wurden. Auch in Kalifornien wurden Versuchsanlagen gebaut und betrieben. Ich war in dieser Zeit mit anderen Aufgaben im Forschungsministerium betraut. Auch als ich 1982 in die Energieforschungsabteilung mit der Aufgabe „Rationelle Energieverwendung“ zurückkehrte, blickte ich mit großer Skepsis auf diese Entwicklungen, die in die Richtung mittelgroßer Kraftwerke (50 bis 100 MW) zielten, auf direkte Sonneneinstrahlung angewiesen waren und daher für Anwendungen in Deutschland nicht geeignet waren.

Es sprach sich auch herum, dass die EU-Kommission bei Catania auf Sizilien ein EURELIOS genanntes Turmkraftwerk hatte bauen lassen, dessen Receiver nie richtig funktionierte. Meine Skepsis wurde verstärkt, als ich von den Schwierigkeiten hörte, Materialien zu finden, die die hohen Temperaturen sowie die extremen Schwankungen der Einstrahlung z.B. bei Wolkendurchgängen verkraften konnten.

In Deutschland hatte sich vor allem das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt dieser solaren Technik angenommen, zunächst als Projektträger und –begleiter der

vom Forschungsministerium co-finanzierten internationalen Projekte und dann immer stärker auch als selbst forschende Einrichtung.

Als ich 1985 auch das Fördergebiet „Erneuerbare Energien“ im Ministerium übernahm, erbte ich neben den Projekten in Almería auch ein Technologie-Programm für ein Gas-gekühltes Sonnenturm-Kraftwerk „GAST“, das ein deutsch-spanisches Industriekonsortium entwickeln wollte. Im Technologie-Programm ging es um einen Rohr-Receiver, in dem auf 10 bar komprimierte Luft auf etwa 1000° aufgeheizt werden sollte. Ich erinnere mich an enorme Materialprobleme, die keramischen Rohrstücke aneinander zu fügen, was schlussendlich gelang. 1988 endete das Projekt; für eine Erprobung in einer 20 MW-Anlage, die zunächst einmal ins Auge gefasst worden war, war jedoch keine Finanzierung möglich.

Der ab 1985 engere Kontakt mit den Forschern und Ingenieuren des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt ließ meine Skepsis gegenüber der Technologie generell schwinden. Mir schien, dass diese solare Variante vielleicht doch Erfolg haben könnte, wenn auch nicht in Mitteleuropa, aber doch im Sonnengürtel der Welt. Dafür sprachen auch die vor allem in Kalifornien mit staatlichen Zuschüssen („tax credits“) und günstigen Stromabnahmepreisen fast schon in Serie gebauten Farmanlagen, die Anfang der 90er Jahre auf 353 MW elektrische Leistung angewachsen waren und zuverlässig arbeiteten, ja heute noch produzieren.

Der Machtwechsel in Deutschland von 1982 hatte eine recht solarskeptische Mehrheit an die Regierung gebracht. Kohls Forschungsminister Heinz Riesenhuber strich die sozialdemokratische Budgetplanung für erneuerbare Energien stark zusammen; ich sollte mit nur mehr 100 Mio. DM/Jahr zurechtkommen. Ich legte dem Minister etwa Ende 1985, Anfang 1986 eine bewertete Liste aller „erneuerbaren“ Technologien vor; dabei priorisierte ich die Photovoltaik und die Windenergie klar gegenüber der Solar- und Geothermie, wies aber darauf hin, dass die materialwissenschaftlichen Fragen der Hochtemperatur-Solarthermie so interessant seien, dass ich diese Technologie im Portfolio halten würde, wenn ich nur 10 Mio. DM pro Jahr mehr im Budget hätte.

Der Minister lehnte diese Aufstockung seiner Vorgabe ab, so dass ich unmittelbar nach Erhalt dieser Entscheidung den deutschen Direktor auf der PSA anrief, um ihn vom Ende des deutschen Engagements auf der PSA zu unterrichten.

Das wäre das Ende des deutschen Engagements für die solarthermische Kraftwerkstechnik gewesen, wenn nicht am 26. April 1986 die Reaktorkatastrophe in

Tschernobyl alles verändert hätte. Im Ministerium war eine Konsequenz, die Budgets für die erneuerbaren Energien sofort um 50 Mio. DM aufzustocken. Es war wohl das erste wichtige Telefonat nach dieser Kehrtwende in der Budgetentwicklung, das ich wiederum mit dem Mann in Almería führte, um zu sagen „Kommando zurück; wir bleiben als gleichberechtigte Partner der Spanier auf der PSA“. Ebenfalls konnte ich das DLR ermutigen, mit seinen Forschungsarbeiten in Stuttgart und Köln fortzufahren.

In den ersten Nach-Tschernobyl-Jahren gelang es mir im Ministerium, auch weiterhin solare „Technologien für südliche Klimazonen“ (so der Titel des Teilprogramms) mit den erforderlichen hohen Förderquoten zu finanzieren, obwohl der Minister generell niedrige Förderquoten von 40 bis 50% zu sehen wünschte. Der Minister akzeptierte aber, dass ein reiches Land wie Deutschland nicht nur nach seiner Industrie und Exportvorteilen schauen sollte, sondern auch etwas zur Linderung der Not in ärmeren Weltgegenden tun sollte. So sammelte ich in dem o.e. Teilprogramm auch Themen wie Solarkocher, solare Trocknungsverfahren und strategische Kooperationsprogramme z.B. mit Indonesien, wo vernünftigerweise niemand wesentliche Finanzbeteiligung der Industrie verlangen konnte.

So konnten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im DLR, auf der PSA und in der deutschen Industrie kontinuierlich fortgesetzt werden. Ein „ewiges“ Projekt war ein kleines solarthermisches Kraftwerk in Rajastan/Indien, das MAN errichten wollte; eine andere Firma war intensiv mit Brasilien in letztlich gescheiterten Gesprächen über ein solarthermisches Kraftwerk, das nach den Vorstudien weniger Fläche pro kWh benötigte als ein Wasserkraftwerk in derselben relativ flachen Region der Amazonas-Zuflüsse.

Ende der 80er Jahre versuchte ich – immer noch als zuständiger Referatsleiter –, zwischen den zwischenzeitlich entstandenen Solar-Instituten eine thematische Abgrenzung zu definieren und mit den Mitteln der Förderpolitik umzusetzen. Ein Teil dieser Aufgabe lag darin, die drei Großforschungseinrichtungen in Jülich, Berlin und das Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt stärker in die Erforschung der erneuerbaren Energien einzubinden. Für das DLR war eindeutig, dass es sich weiterhin der konzentrierenden Solartechnik mit Schwerpunkt Kraftwerke annehmen sollte. Da kurz zuvor aber eine Stärkung der DLR-Weltraumforschung auch zulasten der Energieforschung verfügt worden war, gab ich dem DLR eine etwa 10jährige Zusage, jährlich mit etwa 10 Mio. DM aus Referatsmitteln rechnen zu können, um in der not-

wendigen Kontinuität auch auf der PSA arbeiten zu können. Diese Zusage, so informell sie auch gegeben worden war, wurde übrigens von meinen Nachfolgern nach 1989 weitgehend eingehalten.

Neben den Parabolrinnen-Kraftwerken und dem Solarturm wurden in den 80er Jahren zwei weitere solarthermische Technologien mit Unterstützung des Forschungsministeriums entwickelt: Dish-Stirling-Anlagen im Leistungsbereich einiger kW sowie Aufwindkraftwerke, die für Leistungen von bis zu 100 MW gedacht waren. Die Dish-Stirling-Technik litt immer an Defiziten der Stirlingmotoren; schon in der 80er Jahren warnten Experten, dass in ihrem Leistungsbereich die Photovoltaik überzeugender sei – so ist es wohl auch gekommen. Das Aufwindprinzip wurde bei Manzanares in Spanien physikalisch erfolgreich demonstriert; es kam aber nie zu einem nennenswerten Industrieengagement oder internationalen Finanzierungskontrollationen, die ein weiteres Förderengagement der deutschen Forschungspolitik sinnvoll erscheinen ließen. Da das Aufwindprinzip „Kamine“ von 800 bis 1000 m Höhe erforderlich macht, wurde es mitunter auch von Solarforschern belächelt. Dem habe ich mich stets entgegengestellt; ich glaube heute noch, dass es in einem ingenieurmäßig entwickelten Land des Solargürtels interessant sein könnte, diese Technik aufzugreifen, da wesentliche Teile eines solchen Kraftwerks sehr zuverlässig von lokalen Arbeitskräften gemeistert werden können.

7.2. Programmdirektor im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Nach anderen ministeriellen Aufgaben 1989/90 holte mich der Vorstand des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt als „Programmdirektor Energieforschung“ in die Führung des DLR. Kurz vor meinem Eintritt in das neue Amt schickte mir Prof. Kröll, der damalige Vorstandsvorsitzende, ein Papier der DLR-Solarforscher, das mir die Haare zu Berge stehen ließ: in diesem Papier, das an die Landesregierung Nordrhein-Westfalens gerichtet war, las ich, dass man dringend einen Solarofen in Köln bauen sollte, weil schon Ende des Jahrzehnts die chemische Industrie des Landes auf Solarenergie werde zugreifen müssen. Diese Argumentation sowie die Kenntnis des Kölner Klimas ließen mich Herrn Kröll sehr klar mitteilen, dass ich das für unseriös hielt. Er hat das vermutlich gelesen, aber die Antragsteller nicht gebremst; als ich jedenfalls meinen Dienst antrat, lag der Antrag professionell perfekt in Düsseldorf und wurde kurz darauf sogar genehmigt.

Da konnte ich mich natürlich nicht mehr distanzieren; als Manager ist man eben auch mitunter Pflichtverteidiger von Dingen, die man nicht verhindern kann.

Die unrealistischen Einschätzungen einiger Protagonisten der konzentrierenden Solartechnik beleuchtet auch eine Erinnerung an das von mir abgelöste Vorstandsmitglied des DLR: er verkündete um 1990, dass die Aufgabe, Solarkraftwerke zu entwickeln, erfolgreich erledigt sei, nun ginge es um die solare Chemie. Er war Ende der 80er Jahre dabei, als die IEA ihr bisheriges Engagement für solarthermische Kraftwerke, wie sie typischerweise auf der PSA erprobt wurden, thematisch erweiterte: man nannte das internationale Agreement nun SolarPACES für „solar power and chemical energy systems“. Für mich war dieses IEA-Agreement ein wichtiger Koordinationsrahmen und Treffpunkt für eine weit gespannte Kooperation mit Ländern wie USA, Spanien, Israel, Russland, Brasilien und einige mehr.

Was den oben erwähnten Solarofen angeht, so ist aus heutiger Sicht fairer Weise zu konstatieren, dass er durchaus interessante Experimente ermöglicht hat; allerdings ist bisher aus der angestrebten solaren Chemie nichts geworden. Der Ofen ist immer noch in Betrieb und unterstützt Material- und Komponententests. Natürlich machen hervorragende Wissenschaftler, wie sie das DLR zu jeder Zeit in diesen Themen beschäftigt hat, auch aus einem Solarofen im Kölner Raum interessante Sachen, was aber nie beweist, dass man mit demselben Geld nicht noch viel bessere Sachen hätte machen können!

Im DLR fand ich die Solarforschung zersplittert vor, einem Institut in Stuttgart sowie zwei Hauptabteilungen eines Projektmanagementbereiches, der Einheit auf der PSA in Almería und der in Köln-Porz. Ich ermunterte die Leiter der letzteren Einheiten, die Forschungsintensität gegenüber dem Projektmanagement zu steigern; außerdem störte mich die Abgrenzung zwischen den drei Einheiten. Nach einigen Jahren trat der Projektbereich die Linienverantwortung für die beiden Hauptabteilungen an mich ab, so dass ich neben meinem Programmdirektorat auch eine Art Institutsleiter wurde. Nachdem ich 1998 zusätzlich auch den neuen Forschungsbereich Verkehrsforschung als Programmdirektor aufzubauen hatte, strebte ich mit Erfolg die Eingliederung der beiden Hauptabteilungen in das Stuttgarter Institut für technische Thermodynamik an; auch gelang es, den jungen Leiter der Kölner Solarforschung als C3-Professor an der RWTH Aachen zu implementieren.

Einen besonderen Beitrag zur Strategie für solarthermische Kraftwerke leistete die Stuttgarter Systemanalyse-Gruppe, indem sie den nord-afrikanischen Raum syste-

matisch auf geeignete Standorte für Solarkraftwerke untersuchte; ich unterstützte diese detaillierten Arbeiten, die z.B. Satellitendaten nutzten, gerne, obwohl ich dortige Kraftwerke nicht als Teil der deutschen Stromversorgung sehen wollte.

Noch einmal zurück in die frühen 90er Jahre: unter Präsident Reagans konservativer Politik brach die Erfolgsgeschichte der solarthermischen Kraftwerke in Kalifornien ab, d.h. es blieb bei den oben erwähnten 353 MW sowie einem Solarturm-Demonstrator mit Salzkühlung und Salzspeicher. Im DLR war es die neue programmorientierte Vorstandspolitik, die einzelnen Schwerpunkte durch externe Gutachter auf ihre programmatische Tragfähigkeit hin überprüfen zu lassen. Für die DLR-Solarforschung war dies 1992 eine nicht unproblematische Sache, weil der Markt für solarthermische Kraftwerke tot schien; da kam gerade noch rechtzeitig die Meldung, es könne nun doch ein weiteres Kraftwerk mit starker deutscher Beteiligung gebaut werden. Diese von mir in die Gutachtersitzung hinein gemeldete Nachricht trug sicher dazu bei, dass die Gutachter die DLR-Strategie in diesem Thema voll unterstützten; Prof. Kröll sagte mir nach Vorliegen der Ergebnisse, dass er ohne diese Aussicht auf weitere Industrieprojekte die Solarforschung wohl geschlossen hätte.

Eine neue Existenzkrise ergab sich aus Haushaltsnöten des Forschungsministeriums in den 90er Jahren. Mein übernächster Nachfolger als Referatsleiter für erneuerbare Energien hielt von solarthermischen Kraftwerken gar nichts; er meinte erkannt zu haben, dass hinter dieser Technologie unseriöse Firmen und Praktiken steckten, dass die Kraftwerke die empfindliche Ökologie der Wüstenregionen schädigten (z.B. durch auslaufendes Öl) und anderes mehr. Dementsprechend war ich nicht überrascht, als er mich etwa 1997 anrief, um mir mitzuteilen, dass er seiner Leitung vorgeschlagen habe, die Förderung der PSA, die ein Herzstück der DLR-Strategie war, einzustellen. Ich habe gegenüber dem Ministerium dagegen gehalten, so dass es zu einem Telefonat mit dem damaligen Staatssekretär kam, der aber letztlich auf der Beendigung der Förderung bestand.

Die Rettung der Strategie gelang durch zwei Maßnahmen: zum einen ging ich zusammen mit den leitenden Wissenschaftlern aus DLR und Spanien nach Brüssel, wo es gelang, eine substantielle Förderung für ein Großprojekt auf der PSA zu bekommen. Außerdem kam der Umweltminister nach dem Regierungswechsel 1998 in den Besitz von Projektmitteln, die er gerne der vom mittlerweile zuständigen Wirtschaftsministerium vernachlässigten Solar- und Geothermie zur Verfügung stellte.

7.3. Vorstand im FZ Jülich, Helmholtz-Koordinator, Berater

2001 verließ ich das DLR, um in den Vorstand des Forschungszentrums Jülich einzutreten; mit der Neuorganisation der Helmholtz-Gemeinschaft unter ihrem ersten Präsidenten Prof. Kröll übernahm ich die Funktion des Koordinators (heutige Bezeichnung „Vize-Präsident“) der Helmholtz-Energieforschung, so dass ich in dieser Eigenschaft auch wieder die Solarforschung des DLR verfolgen und vertreten konnte.

Etwa 2004 weihte mich der Leiter des Solarinstituts an der Jülicher Fachhochschule in seinen Plan ein, am Rande der Stadt eine kleine Solarturm-Anlage zu bauen; diese Anlage sollte von den Stadtwerken errichtet werden, die erwartete Solarstromerzeugung sollte zur Finanzierung beitragen. Allerdings sollte die Anlage zugleich eine Forschungsplattform sein für Experimente, insbesondere zu dem von ihm maßgeblich entwickelten „volumetrischen“ Luft-Receiver. Er hoffte auf Förderung durch die Länder Nordrhein-Westfalen und Bayern, wo das Partnerunternehmen seinen Sitz hatte, sowie durch das Bundesumweltministerium. Die implizite Bitte, diesen Plan zu unterstützen, brachte mich in ähnliche Verlegenheit wie der DLR-Solarofen bei meinem Eintritt in das DLR-Management. Da es sich allerdings um einen besonders kreativen Professor handelte, den ich schon als Mitarbeiter in der Kölner DLR-Solargruppe schätzen gelernt hatte, sagte ich zu, keine öffentliche Kritik zu üben; ich sagte aber auch ungeschminkt, dass ich eine Solarturmanlage im Jülicher Klima nicht für sinnvoll hielt und natürlich auch Zweifel hätte, dass die Stadtwerke ein geeigneter Träger eines solchen Projektes seien, zumal meine Zweifel sich auch auf die berechneten Einnahmen aus der Solarstromproduktion bezogen. Es spricht sicher nicht gegen diesen Professor, dass er bis Ende 2005 alle Hindernisse auf dem Weg zur vollen Finanzierung überwinden konnte, der Solarturm wurde erfolgreich errichtet und dient heute als Forschungsanlage des DLR; denn es zeigte sich bald, dass die Stadtwerke mit dieser Anlage (wohl auch finanziell) überfordert waren, so dass die Ministerien letztlich einen Eigentümerwechsel zum DLR ermöglichen mussten.

Ähnlich dem DLR-Solarofen sind auch hier wertvolle wissenschaftlich-technische Ergebnisse erzielt worden und noch zu erwarten; ob sich die Investition letztlich als lohnend erweisen wird, hängt am Erfolg des Receivers in einem noch nicht existierenden Markt für Solarturm-Kraftwerke; zur Zeit hofft insbesondere die beteiligte bayerische Firma auf Folgeprojekte, zunächst in Algerien.

Auch nach meiner Pensionierung im Jahr 2006 konnte ich noch an der Strategie für solarthermische Kraftwerkstechnik mitwirken, zum einen als Beiratsmitglied beim Jülicher Solarinstitut und zum anderen als Berater des Bundesumweltministeriums.

Es war ein alter Traum von Anhängern dieser Technik, dass solche Kraftwerke in Nord-Afrika errichtet würden und einen Teil ihres Stroms zur Solarstromversorgung Europas zur Verfügung stellen würden, wenn Europa nicht genug erneuerbaren Strom auf seinem eigenen Territorium erzeugen könnte. Es wurden gerade auch im DLR Szenarien erstellt, in denen kleine Teile der Sahara ausreichten, um Europa zu 100% zu versorgen. Obwohl es erkennbar sinnvoller ist, Sahara-Solarstrom in den dortigen Ländern zu verbrauchen, hoffte man doch immer auf eine Lösung des Finanzierungsproblems durch die reichen Europäer, etwa durch hohe Vergütungen für den importierten Solarstrom. Nachdem sich die EU konkrete Ausbauziele für erneuerbaren Strom bis 2020 gegeben hatte, schien es möglich, den Import aus nordafrikanischen Solarkraftwerken auf diese Ziele anrechenbar zu machen – natürlich nur, wenn auch Transportleitungen nach Europa existierten.

Genau diese Öffnung des Rechtsrahmens stand vor etwa 5 Jahren zur Diskussion und wurde auch realisiert; ich konnte als Berater an den vorlaufenden Diskussionsprozessen teilnehmen, die insbesondere von Frankreich betrieben wurden, weil der französische Präsident dies als wichtige Teilstrategie einer „Mittelmeerunion“ sah. Es ist nun also ein wirtschaftliches Rechenexempel, ob ein Strom-Import aus Nord-Afrika günstiger ist als ein weiterer Zubau von erneuerbarer Stromkapazität auf dem Territorium eines EU-Mitgliedstaates. Bisher ist diese Frage noch nirgends positiv beantwortet worden, aber das kann bei weiterer Erhöhung der Quoten für erneuerbaren Strom ja noch kommen.

7.4. Fazit

Fragt man nach dieser gut 30jährigen Geschichte, warum so wenige solarthermische Kraftwerke tatsächlich gebaut worden sind, so ist die Antwort einfach: es fand sich kaum jemand, der die objektiv unwirtschaftlichen Kosten eines solchen Kraftwerks tragen wollte. Dabei war es auch ein Technologienachteil gegenüber Photovoltaik oder Windanlagen, dass letztere in kleinen Portionen erprobt und verbreitet werden konnten, in reichen Ländern wie Deutschland, wo innenpolitische Gründe für hohe Subventionen sorgten. Die reichen USA gewährten zumindest vor Reagan ausreichende Taxcredits und Spanien im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts Einspei-

severgütungen, die den Bau solcher Kraftwerke kommerziell möglich machten. Andere Länder mit geeigneter Sonneneinstrahlung waren entweder zu arm oder dank Öl zu reich, um sich engagieren zu wollen oder zu können. Da half auch das Angebot der Weltbank nicht, für drei Projekte je 50 Mio. \$ anzubieten, weil Investoren verständlicherweise auch kein Vertrauen in die Zuverlässigkeit von Regierungs-Zusagen aus Entwicklungsländern bezüglich Genehmigungsverfahren oder Strompreisgarantien hatten und vermutlich auch heute noch nicht haben.

Trotzdem blicke ich heute mit gutem Gewissen auf meinen Beitrag zur Entwicklung dieser Technik; ich konnte wiederholt helfen zu verhindern, dass Deutschland aus dieser Technologie aussteigt. Die Zukunft scheint sehr unsicher zu sein: einerseits sind zwischenzeitlich wieder einige solche Kraftwerke in USA und Spanien gebaut worden; auch Arabische Emirate haben sich engagiert sowie Marokko und Algerien. Deutschland hat wissenschaftlich und industriell dazu beigetragen, aber die angestrebte Führungsrolle verfehlt. Andererseits sind die Kosten noch immer zu hoch – nicht nur gegenüber fossilen Stromquellen, sondern zurzeit auch gegenüber der aus China zu Niedrigstpreisen kommenden Photovoltaik.

8. Die Kernenergie-Kontroverse

Erinnerungen eines Befürworters

Gerd Eisenbeiß, Bonn im Juni 2013

Vorbemerkung Oktober 2016: Sicher steckt in diesem sehr persönlichen Bericht manches, was später auch in den Interview-Kapiteln 3 und 4 ausgeführt wurde. Für diese Wiederholungen bitte ich unter dem Aspekt um Verständnis, ja Interesse, weil das nachfolgende Kapitel eine persönliche Entwicklungsgeschichte nachzeichnet, die für das Verständnis der deutschen Kernenergie-Kontroverse wichtig sein dürfte.

8.1. Der erste Vortrag mit 15

Ich erinnere mich gut an meine erste Begegnung mit dem Thema Kernenergie, damals durchweg als Atomenergie bezeichnet. Ich hatte schon vor meiner Konfirmation deutliches Interesse an Physik gezeigt und bekam daher ein Buch "Wir werden durch Atome leben" geschenkt. Es handelte von den großen Verheißungen dieser neuen Energiequelle, es wurde die Kernspaltung erklärt und die Kettenreaktion und ich war beeindruckt von der versprochenen strahlenden Zukunft, in der Elektrizität praktisch umsonst sein würde. Von strahlendem Abfall war nicht die Rede, vielmehr las ich von der Nützlichkeit der Spaltprodukte in der Medizin und der Industrie.

Einige meiner Erlanger Klassenkameraden und ich schlossen sich bald darauf einer studentischen Gruppe „Jungeuropäische Föderalisten“ an, bei denen ich mit etwa 15 Jahren meinen ersten Vortrag über Kernenergie hielt.

Als ich dann nach dem Abitur tatsächlich Physik studierte, spielte Kernphysik zunächst gar keine Rolle. Nach dem Vordiplom holte mich ein Professor an sein Institut für theoretische Hochenergiephysik, was mich zwar in den „Zoo“ der Elementarteilchen führte, aber doch keinerlei Bezug zur Energieerzeugung hatte.

Beinahe hätte ich 1967 eine Doktorarbeit im Themenbereich des Schnellen Brütters angenommen, hätte mich nicht ein anderes Institut am Kernforschungszentrum Karlsruhe weggeschnappt. Dort arbeitete ich an einem Uran-Anreicherungsverfahren für die Brennstoffversorgung von Kernkraftwerken, einem Trenndüsensystem, in dessen gekrümmtem Gasstrahl (ein Gemisch aus Helium und Uran-Hexafluorid) die Zentrifugalkraft für eine Anreicherung des wertvolleren leichten Uran-Isotops sorgte.

Natürlich sah ich wie alle meine Kollegen die Kernenergie als großartige Zukunftstechnik. Mir ist nicht in Erinnerung, damals irgendwelche Gegenargumente gehört zu haben.

8.2. Hoffnung, Kontroverse und Bürgerdialog

So hat auch Willy Brandt nach seiner Wahl zum Bundeskanzler 1969 die Kernenergie zu einem wichtigen Teil seiner Agenda gemacht. Die SPD, seit Anfang 1969 auch meine Partei, hatte ebenfalls ein völlig unproblematisch positives Verhältnis zur Kernenergie, zumal die Ölkrise der Jahre 1973/74 die bedrohliche Abhängigkeit vom Öl in den Vordergrund der Energiepolitik gerückt hatte.

Ich war zu dieser Zeit bereits ins Kanzleramt berufen worden, um dort im Forschungsreferat naturwissenschaftlichen Sachverstand einzubringen. Die oben erwähnte Energiekrise war eines meiner Hauptthemen. Deutschland hatte gerade einen Kernenergie Vertrag mit Brasilien abgeschlossen, bei dem auch das Anreicherungsverfahren aus Karlsruhe eine Rolle spielte, an dem ich mit Patenten beteiligt war. Das habe ich meinen Vorgesetzten offenbart; diese hielten meine Mitwirkung an den Beratungen aber für unproblematisch.

Die Amerikaner hatten große Sorgen wegen der Verbreitung nuklearer Technologien, insbesondere wenn es sich um Anreicherung und Wiederaufarbeitung handelte, wie sie auch im deutsch-brasilianischen Vertrag enthalten waren und transferiert werden sollten. Diese Problematik führe mich als Delegationsmitglied zu einer ersten Besprechung nach London. Ich vertrat selbstverständlich und aus eigener Überzeugung die deutsche Position, die in dem Karlsruher Anreicherungsverfahren kein besonderes Proliferationsrisiko sah, da es keinen leicht zu verbergenden Weg zu einer Hochanreicherung erlaubte, wie sie für waffentaugliches Material erforderlich ist.

In diese Zeit der Jahre 1974/75 fielen auch die ersten Wahrnehmungen von Kernenergiegegnern. Als die Bundesregierung 1974 das erste Energieforschungsprogramm verabschiedete, musste ich im zuständigen Kabinettsausschuss Protokoll führen. Gegen die im Programm enthaltenen Teile weiterer Förderung von Nuklearforschung erhob ein einzelner Abgeordneter der SPD scharfe Bedenken. Ich sah das mit großer Verwunderung und Unverständnis.

Bald darauf erfuhr ich, dass der SPD-Fraktionsvorsitzende Herbert Wehner als Redner beim Bundeskongress der Jungsozialisten auftreten sollte, wo auch ein kernenergiekritischer Antrag vorlag. Ich schrieb damals einen Vermerk an den Chef

des Bundeskanzleramtes zur Weitergabe an Wehner, um ihn zu präparieren, dagegen zu halten.

Zu dieser Zeit war die Planung eines Kernkraftwerks in Wyhl am badischen Oberrhein in die Krise geraten. Es hatten sich Widerstandsinitiativen aus Bürgern und insbesondere Winzern gebildet, die den vorgesehenen Bauplatz volksfestartig besetzten und ihre Ablehnung mit den nuklearen Risiken begründeten, die Winzer insbesondere mit der Gefahr für ihren Weinbau am Kaiserstuhl durch die Dampfschwaden des Kühlturms.

Damit wurde klar, dass eine gefährliche Entwicklung begonnen hatte, die wegen der Kernenergie den inneren Frieden in Deutschland gefährdete. Andererseits war der Ausbau der Kernenergie ein fester Bestandteil der Regierungspolitik auch unter dem neuen Kanzler Helmut Schmidt (ab 1974) und seinem Forschungsminister Hans Matthöfer, in dessen Ministerium die Atompolitik seit Franz Josef Strauß ressortierte.

Es war wohl meine eigene Initiative, dass ich anfangs eine Regierungsstrategie zur Verteidigung der Kernenergiepolitik zu entwerfen. Es entstand ein Konzept, einen offenen Dialog mit allen Beteiligten zu organisieren, d.h. Informationsmaterialien zu erstellen und Veranstaltungen im ganzen Land zu machen, bei denen Bürgerinitiativen, Industrie, Wissenschaft und Regierung auf Podien und mit Bürgern diskutieren sollten. Dieses Konzept entsprach dem Stil der sozialliberalen Grundhaltung, gesellschaftliche Probleme im Dialog lösen zu wollen.

Das Papier muss nicht nur der Leitung des Bundeskanzleramtes gefallen haben, sondern auch dem Forschungsminister, der mir 1975 anbot, ins Forschungsministerium zu wechseln. Unter den angebotenen Positionen wählte ich das Grundsatzreferat für Energieforschung, wo ich mein eigenes Konzept in großer Selbständigkeit umsetzen durfte. Ich kam damit in eine Abteilung, in der es nicht nur keinerlei Zweifel an der Richtig- und Wichtigkeit der Kernenergiestrategie gab, sondern auch einige Zweifel, ob nicht Durchsetzungshärte besser wäre als Gerede mit Leuten, die man doch nicht ernst nehmen könne. Ich hatte aber die Unterstützung des Ministers und meines Referatsleiters, so dass ich es in Partnerschaft mit einem Kollegen aus dem Presse- und Öffentlichkeitsreferat angehen konnte.

Der Kollege war für die Organisation und Finanzierung der Veranstaltungen zuständig, ich für die fachliche Seite.

8.3. Die Kernenergie-Dokumentation von 1977

Meine Arbeit war zunächst geprägt durch unzählig viele Briefe, die das Ministerium zur Kernenergie erreichten – ganz überwiegend kritische Einwände und Fragen. Ich habe damals jeden Brief, der die Kernenergiefrage berührte, beantwortet und dabei sehr viel gelernt, sei es, was die Sorgen und Bedenken der Einsender tatsächlich waren, sei es, dass ich immer wieder zu den Kollegen in den Fachreferaten ging, um mich von ihnen über technische Details der Funktionsweise von Anlagen und ihrer Sicherheit aufklären zu lassen.

Bald entstand der Plan, Versatzstücke zu immer wieder vorgebrachten Argumenten zu verfassen, die die Beantwortung der Briefflut erleichtern sollte. Das klappte nicht besonders; deshalb wurde ein Journalist beauftragt, aus dem vorhandenen Argumentationsmaterial eine Broschüre zu erstellen. Obwohl sich dieser Journalist redlich Mühe gab, waren mein Referatsleiter und ich vom Resultat so enttäuscht, dass wir uns gemeinsam hinsetzten und die Broschüre selber schrieben. Wir nannten sie „Kernenergie – Eine Bürgerinformation“ (etwa 160 Seiten DIN A5), die in den Folgejahren in mehreren Auflagen unentgeltlich verteilt worden ist.

Während diese Broschüre Bürger mit geringer Technikkompetenz ansprechen sollte, plante ich eine sehr viel detailliertere technische Information, die „Dokumentation zur friedlichen Nutzung der Kernenergie“, wie sie schlussendlich genannt wurde; Zielgruppe waren eher Ingenieure.

Zu diesem Zweck stellte ich eine Gruppe von etwa 30 Fachleuten aus Wissenschaft und Behördenmitarbeitern zusammen, die nach meiner Gliederungsvorgabe die Fachkapitel entwerfen sollten, was sie dann auch taten. Allerdings waren viele Texte stilistisch wenig geeignet für eine Publikation, so dass ich vieles nicht nur redigierte, sondern auch umschrieb. Um zu vermeiden, dass sich dadurch Fehler einschlichen, gingen meine Texte an die Autoren zur Kontrolle zurück. Für einige wenige Teile war ich auch selbst kompetent genug.

Besonderen Wert legte ich von Anfang an auf ein umfangreiches Stichwort- und Abkürzungsverzeichnis mit richtigem Seitenbezug, was damals ohne Computer eine Heidenarbeit war. Dafür und anderes wurde mir ein externer Wissenschaftler zur Unterstützung zugeordnet.

Die nach zweijähriger Arbeit fertige „Dokumentation der Bundesregierung“ habe ich im Sommer 1977 dem Forschungsminister Hans Matthöfer persönlich überreicht. Ich wurde unter den Autoren sowie in den vier letzten Zeilen als „Wissenschaftliche

Gesamtleitung, Koordination und Redaktion“ zusammen mit jenem Mitarbeiter namentlich erwähnt.

Es war ein dickes Werk von 450 Seiten DIN A4, das ich dem Minister in die Hand drückte. Er wog es prüfend ab und sagte in etwa „Wer soll denn das alles lesen?“. Meine Antwort, die ihn sehr amüsierte, war: „Das wird kaum jemand lesen; aber man wird sagen: Donnerwetter, hat sich die Bundesregierung aber viele Gedanken gemacht.“ Später erhielt ich wie alle anderen Autoren einen Dankesbrief des Ministers (dessen Entwurf aus meiner eigenen Feder stammte).

Diese Dokumentation wurde in den Jahren nach 1977 in mehreren aktualisierten Auflagen nachgedruckt; ich selbst habe von den damit Beglückten wenig Resonanz erhalten, aber auch keine Kritik.

Natürlich hatte ich im Grundsatzreferat noch andere Aufgaben als Briefe zu beantworten und diese Informationsmaterialien zu erstellen; Referatsaufgabe war ja auch die Planung und Koordination der Energieforschung und – besonders interessant – die Mitwirkung an vielen Aspekten der Energiepolitik, die zwar im Wirtschaftsministerium ressortierte, aber in vielen Fragen mit dem Forschungsministerium abzustimmen war. So nahm ich an ungezählten Ressortbesprechungen teil, in denen es um fast alle Themen der Energie ging. Da der Innenminister in diesen Jahren die Zuständigkeit für Reaktorsicherheit vom Forschungsministerium übernommen hatte und ohnehin für Umweltfragen zuständig war, ging es auch um Fragen des Terror schutzes von industriellen Großanlagen, um Non-Proliferation von Kernbrennstoff, um Strahlenschutz, aber auch um die Reduktion der schädlichen Emissionen von Staub, Schwefel- und Stickoxiden aus Kohlekraftwerken.

Ich habe damals auch sehr viel über Krebs gelernt, da die carcinogenen und mutagenen Wirkungen auch kleinster Strahlendosen einer der drei Hauptstreitpunkte bei der Kernenergienutzung waren.

Ich darf wohl sagen (so haben es auch andere gesagt), dass ich zu dieser Zeit einer der ganz wenigen Deutschen war, die das gesamte Kernenergiesystem durchleuchtet hatten und kannten. Ich hatte das Recht genutzt, jeden mir interessant erscheinenden Menschen in Industrie, Wissenschaft und Behörden anzurufen und mit meinen Fragen zu löchern. Ich habe damals die Überzeugung gewonnen, dass Deutschland in Fragen der Sicherheit vor kerntechnischen Risiken vorbildlich ist, die Risiken tatsächlich beherrscht werden und die Kernenergienutzung daher verantwortbar ist.

8.4. Erfahrungen im Kernenergiestreit

Eine weitere meiner Aufgabe war es, im oben erwähnten Bürgerdialog überall im Lande auf Podien zu sitzen und mit Fachleuten sowie verunsicherten, oft auch empörten Bürgern zu diskutieren – eine harte Schule, die mir aber viel Spaß machte, obwohl ich so auch viele Wochenenden unterwegs war.

Diese Veranstaltungen brachten aber nicht den gewünschten Erfolg einer Beruhigung der Widerstände oder gar mehr Akzeptanz – nein, die Diskussionen führten eher zum Gegenteil. Der Grund lag sicher auch in der Grundproblematik, dass die Kernenergienutzung unleugbar ein Risiko beinhaltete, Radioaktivität freizusetzen und großen gesundheitlichen und materiellen Schaden zu verursachen. Diskutiert wurden hauptsächlich drei Aspekte solcher Freisetzungen

- das bereits erwähnte Risiko, auch durch minimale Strahlendosen des Normalbetriebs geschädigt zu werden
- das Risiko eines katastrophalen Versagens von Kernkraftwerken oder anderen nuklearen Anlagen
- das über hunderttausende von Jahren fortbestehende Risiko, das von den nuklearen Abfällen ausging.

Ich nahm vor allem das Risiko eines Versagens von kerntechnischen Anlagen sehr ernst in dem Sinne, dass ich den Gegnern zugestand, dass hier eine Wertfrage vorliegt, die in einer Demokratie jeder für sich entscheiden darf. Das rechtfertigte dann auch Widerstand in Form von Demonstrationen und rechtlichen Schritten, aber weder Gewalt noch den Anspruch, eine anders wertende Mehrheit müsse nachgeben. Denn diese Mehrheit bestand zu dieser Zeit sowohl in der Bevölkerung als auch in allen Bundestagsparteien.

Das Risiko kleiner Strahlendosen habe ich dagegen nie als wichtig anerkennen können, da die Freisetzung aus Kernkraftwerken winzig ist gegenüber den übrigen natürlichen und zivilisatorischen Strahlenbelastungen.

Auch in der Endlagerfrage war ich optimistisch, dass wir eine gute Lösung vor Augen hatten: das Konzept war, alle abgebrannten Brennelemente an einen Ort zu bringen, wo die geologischen Verhältnisse unverletzte uralte Salzstöcke bot, die den letzten Abfall „gefahrlos“ aufnehmen könnten. An diesem Ort sollten die Brennelemente aufgearbeitet werden, d.h. es sollte insbesondere das noch verwertbare Uran und das erbrütete Plutonium herausgelöst werden, um in einer ebenfalls vor Ort stehenden Brennelementefabrik zu neuen Brennelementen verarbeitet zu werden. Was

dann übrig blieb, sollte zu glasartigen Blöcken vergossen und geeignet verpackt in das Endlager unterhalb diese „Entsorgungsparks“ gebracht werden.

Neben den von mir anerkannten objektiven Wertfragen, ob man ein Katastrophen-Risiko, so klein seine Eintrittswahrscheinlichkeit ist, wegen wirtschaftlicher Vorteile eingehen wolle, gab es aber ein anderes ärgerliches Grundproblem bei allen Diskussionen: es ist wesentlich einfacher, ein Risiko oder eine direkte Gefahr zu behaupten, als diese zu widerlegen. Mit dieser Strategie, immer wieder auch auf widerlegte Behauptungen zurück zu kommen und oft auch spontan neue Verdächtigungen oder Vorwürfe der „Verharmlosung“ vorzubringen, schafften die Bürgerinitiativen eine Asymmetrie der Argumentation, die die Verunsicherung steigerte, weil zunächst neutrale oder schwankende Menschen das Gefühl bekamen, dass alles strittig und irgendwie gefährlich sei und man dann doch im Zweifel die Finger davon lassen sollte.

Ein anderes Strategieelement der Gegner war die geschickte Zerstörung der Glaubwürdigkeit der Pro-Seite. So wurde stets eine Verheimlichung von Gefahren konstatiert, wenn der Kürze einer Darstellung wegen von der Pro-Seite nicht genau das Detail genannt wurde, das die Gegner gern zur Verunsicherung Dritter verwendet hätten; oder es wurde aus jedem Störfall eine Fast-Katastrophe gemacht. Für mich war die Beherrschung der durchaus zahlreichen Störfälle sowie die weltweit beste Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der deutschen Kernkraftwerke eher Beleg für die Sorgfalt aller in Deutschland beteiligten Unternehmen und Aufsichtsorganisationen. Die schlimmen Nuklear-Unfälle in USA (Three-Mile-Island/Harrisburg 1979) und UdSSR (Tschernobyl 1986) haben unter deutschen Fachleuten und mir natürlich Nachdenken und Nachforschung ausgelöst. Es stellte sich aber immer wieder heraus, dass deutsche Kernkraftwerke so weder gebaut noch betrieben wurden. Das gilt auch für die Katastrophe von Fukushima 2011, die von einem Tsunami ausgelöst wurde, gegen den die japanischen Betreiber trotz klarer Hinweise ihrer Sicherheitsgremien und Fachleute keine Vorsorge getroffen hatten. Wer die japanische Gesellschaft und die politisch-industrielle Kaste kennt, hat ohnehin Zweifel, ob das Land demokratische Regeln und unabhängige Kontrollen so beachtet, wie ich das immer als Voraussetzung für die Nutzung der Kernenergie gehalten habe.

Argumente pro Kernenergie wurden von Gegner grundsätzlich nie anerkannt. So wurden nicht nur wirtschaftliche Vorteile bestritten, sondern sogar behauptet (ein Extremfall), Kernkraftwerke verbrauchten beim Bau mehr Energie, als sie je erzeugen

könnten, weshalb klar sei, dass sie nur wegen des kernwaffenfähigen Plutoniums errichtet würden. Während zunächst auf die Kohle als Alternative verwiesen wurde, setzen die Kernenergiegegner später immer mehr auf erneuerbare Energien.

Dazu ist zu sagen, dass die Bundesregierung tatsächlich seit 1974 die Erforschung dieser Energien gefördert hat. Sie erschienen zunächst schwierig und ungeheuer teuer. Erst Mitte der 80er Jahre konnte man zumindest bei der Windenergie eine breite energiewirtschaftliche Nutzung für möglich halten. Sonnenenergie als Stromerzeugungstechnik musste damals als Utopie bezeichnet werden, denn das, was heute an Photovoltaik in energiewirtschaftlicher Anwendung verbreitet ist, hätte damals auch mit viel mehr Geld nicht geschaffen werden können – der Grund: die später erfolgreiche Entwicklung der Photovoltaik verdankt ihre Chance ungezählten neuen Technologien, die aus ganz anderen Gründen in anderen Feldern erst in den letzten Jahrzehnten entstanden sind, wie z.B. Beschichtungs- und Lasertechnologien.

8.5. Der Streit um den Strombedarf

Um meine damalige Haltung zu beleuchten, sei auch der Konflikt erwähnt, den Hans Matthöfer um die Zahl der in Deutschland benötigten Kernkraftwerke auslöste. Er behauptete, Deutschland brauche lediglich 23 GW an Kernenergiekapazität, während die vom Wirtschaftsminister betriebene und vom Bundeskanzler sicher gedeckte Perspektive auf wesentlich mehr zielte. Wir in der Fachabteilung waren wohl durchweg entsetzt, dass unser sonst hochgeschätzter Minister plötzlich Zweifel an der Kernenergie zur Grundlage seiner Meinung machte.

Zum Hintergrund dieses Streites gehört ein Blick auf die wirtschaftliche Situation in diesen Jahren: bedrückend war vor allem die seit der Ölkrise 1973/74 steigende Arbeitslosigkeit. Der Arbeitsminister Herbert Ehrenberg rechnete damals öffentlich vor, dass Deutschland über mehrere Jahre ein Wachstum von 5% benötige, um bei steigender Produktivität zu einem Abbau der Arbeitslosigkeit zu kommen. Ich erinnere an diese Lage gern, weil sie natürlich Einfluss auf die Energiebedarfsprognosen hatte; man rechnete bis dahin grob mit unveränderter Primärenergieeffizienz und einem Stromzuwachs 2% höher als das Brutto-Inlandsprodukt (BIP). Die damals vom Wirtschaftsministerium in Auftrag gegebenen Prognosen bekamen diese hohe BIP-Entwicklung vorgegeben; sie sollten dann nur sagen, was in Anbetracht von Energieeinsparung, bzw. rationeller Energieverwendung an Energie gebraucht würde.

Korrigiert man heute die Energieprognosen entsprechend des geringeren BIP-Wachstums, dann wird der häufige Vorwurf an die Energieprognostiker, grob falsch gelegen zu sein, gegenstandslos. Möglicherweise war der wirtschaftserfahrene Ex-Gewerkschaftler Matthöfer gerade an diesem Punkt realistischer als Wirtschafts- und Arbeitsminister, zumindest hat er Recht behalten. Zudem konnte die Kernenergiepolitik Helmut Schmidts nur im Bündnis mit den Gewerkschaften gelingen, allen voran der Bergbaugewerkschaft, die vor allem an der deutschen Kohle interessiert war. Die Bundesregierung ging von einer Zukunftsformel 90/90 aus, d.h. sie meinte, dass 1990 noch 90 Millionen t deutsche Steinkohle gefördert werden sollten, ein Ziel, das weit verfehlt wurde.

So wie man damals die Kernenergiegegner mit Geldern für die Erforschung der erneuerbaren Energien beeindrucken wollte, so versuchte man die Bergarbeiter mit dem Versprechen einer Symbiose aus Kernenergie und Kohle zu gewinnen, einem Nebeneinander in der Stromproduktion („So viel Kohle wie möglich, so viel Kernenergie wie nötig“) und einer Innovation, nukleare Prozesswärme aus einem Hochtemperatur-Reaktor für die Kohleveredelung einzusetzen. Es mag um 1977 gewesen sein, dass ich den Parlamentarischen Staatssekretär Volker Hauff zu Adolf Schmidt, den Chef der Bergarbeitergewerkschaft, begleitete, um Hauffs Rede vor dem anstehenden Gewerkschaftstag zu besprechen. Adolf Schmidt, ein beeindruckender Realist, bat um eine deutliche Formulierung nach der Art „Es kommt der Tag.“ (wo die deutsche Kohle dringend gebraucht werde), um den Belegschaften Hoffnung auf eine große Zukunft der deutschen Steinkohle zu geben. Diese Rede habe ich dann wohl auch geschrieben.

Dies war wohl kurz nach meiner Ernennung zum „Persönlichen Referenten“ von Volker Hauff. In dieser Rolle setzte ich meine Tätigkeit im Bürgerdialog nur vermindert fort. Insbesondere besuchte ich fast alle SPD-Landtagsfraktionen mit oder ohne Hauff, um dort die Kernenergiepolitik zu erläutern, die um diese Zeit auch in der SPD auf immer mehr Widersacher traf. Da die Bundestagswahl 1976 der sozialliberalen Koalition nur eine sehr knappe Mehrheit beschert hatte, musste auf die Kernenergiekritiker in der SPD zugegangen werden, ohne die klar kernenergiefreundliche FDP zu verlieren. Im Mittelpunkt stand wiederholt die Förderung des Schnellen Brüters in Kalkar, dessen Kosten und Risiken einer Gruppe von Abgeordneten zu hoch erschienen.

8.6. Das erste Ausstiegsszenario 1978

Zwei Ausarbeitungen für meinen Chef haben für mich besondere Bedeutung

- Eine Rede „Gefährden neue Technologien unsere Freiheit? Wie können wir uns dagegen sichern?“, die ich im Februar 1978 wegen Erkrankung von Hauff selbst halten durfte. Darin ging ich unter anderem auf die „böse Vision vom Atomstaat mit totaler Überwachung“ ein, die wegen der Gefahr menschlichen Versagens oder Terrors gerade auch bei der Kernenergie kritisch diskutiert wurde.

- ein Papier zum Verzicht auf Kernenergie, wohl das erste „Ausstiegspapier“, das je innerhalb der Bundesregierung verfasst worden ist.

Dieses ebenfalls 1978 entstandene „Exposé“ ging auf eine Frage zurück, die in der Kernenergiekontroverse immer wieder im Raum stand: kann Deutschland überhaupt auf die Nutzung der Kernenergie zu verzichten. Ich versprach und lieferte Volker Hauff ein Papier, das sich auf den SPD-Parteitagsbeschluss von 1977 bezog, die Option für die Kernenergie müsse offen bleiben und die Option, künftig auf Kernenergie verzichten zu können, müsse geöffnet werden.

Da auch ich das bis 2000 zu erwartende Wirtschaftswachstum überschätzte (nicht nur ich glaubte ja an eine Rückkehr zur alten Vollbeschäftigung), ging ich von einem Strombedarf in 2000 von 550 bis 850 TWh aus, also einer Verdoppelung der 350 TWh des Jahres 1978. Diese grobe Verbrauchsschätzung sollte alle Einsparerfolge berücksichtigen; denn dass ein Verzicht auf Kernenergie zusätzliche Stromeinsparungen ermöglichen würde, glaubte ich nicht. Da unter anderem aus Gründen der Versorgungssicherheit mehr Öl- und Gasverstromung ausschied, waren nur Kohle und Kernenergie als Stromquellen zu betrachten. Um den geschätzten Bedarfszuwachs zu decken, setzte ich neben mehr Kohle 300 TWh aus Kernenergie ein, produziert von gut 40 Kernkraftwerken.

Ich schätzte also ab, wie viel Kohle gebraucht wurde, um den Nuklearstrom zu ersetzen und landete bei einem Mehrbedarf in der Größenordnung von gut 100 Mio. t, die nur durch Import zu beschaffen wären. Ich musste darauf hinweisen, dass ein Weltmarkt für Kraftwerkskohle damals praktisch nicht existierte, also erst geschaffen werden musste mit allen Infrastrukturen wie Transportschiffen, Häfen – ganz abgesehen von den Bergwerken, die in aller Welt zusätzlich gebraucht würden, insbesondere wenn andere Länder dem Kernenergieverzicht folgen würden.

Das erstaunliche Ergebnis meiner Überlegungen war allerdings, dass die volkswirtschaftlichen Mehrkosten eines bis 2000 schrittweise zu vollziehenden Verzichtes

auf Kernenergie so marginal im Promillebereich pro Jahr lagen, dass sie in der deutlich höheren Inflationsrate kaum bemerkbar waren. Die primär betroffenen Stromkosten sollten nach meiner Abschätzung jährlich um die Größenordnung von 0,5% mehr steigen als bei Beibehaltung der Kernenergiestrategie.

8.7. Kernenergiereisen mit Volker Hauff und Ingvar Carlsson

Volker Hauff führte 1977/78 wohl mehr im Auftrag der SPD als der Regierung mehrere Auslandsreisen durch, die Kernenergie als Hauptthema hatten. Auf vier dieser Reisen habe ich ihn begleitet. Während Hauff im Büro-Alltag eher förmlich und kühl-effizient erschien, war er auf diesen Reisen ein kollegialer Chef, der die Großzügigkeit besaß, mich bei seinen Top-Terminen nicht nur mitzunehmen, sondern auch mitreden zu lassen. Die für mich wichtigste Reise führte nach Schweden, wo die Sozialdemokraten unter Olof Palme gerade in die Opposition geraten waren. Kernenergie und Ausstieg waren auch dort im Parteienstreit wichtige Themen. An den spannenden Gesprächen nahmen auch der Chef von Vattenfall sowie Ingvar Carlsson teil, der 1986-1996 zweimal schwedischer Ministerpräsident wurde. Man duzte sich nach schwedischer Sitte und Carlsson wurde zu einem Gegenbesuch nach Deutschland eingeladen, um hiesige Atomstandorte kennen zu lernen. Als er dann für eine Woche nach Deutschland kam, wurde ich ihm als Persönlicher Referent und Reisebegleiter zugeteilt. Wir besuchten zusammen die Baustelle des KKW Mühlheim-Kärlich, das Forschungszentrum Karlsruhe, die Endlagerforschung im ehemaligen Salzbergwerk ASSE sowie den THTR 300, einen Hochtemperatur-Reaktor bei Hamm-Uentrop mit seinem imposanten Trockenkühlturm. Ich weiß nicht, wie Carlsson durch das Gesehene beeinflusst wurde, Schweden hat jedoch auch unter seiner Führung nicht auf die Kernenergie verzichtet, zumal sich die Schweden um 1980 in einer Volksabstimmung gegen einen Kernenergieausstieg ausgesprochen haben.

Die drei anderen Reisen führten in die kernenergiefreundliche Schweiz und nach Österreich zu Kanzler Bruno Kreisky, der 1971 den Baubeschluss für das erste Kernkraftwerk Österreichs herbeigeführt hatte. Als ich bei diesem Besuch mit Hauff ins Dienstzimmer des Kanzlers eintreten wollte, stellte sich mir der deutsche Botschafter in den Weg, so dass ich enttäuscht vor der Tür bleiben musste. Es ist ja bekannt, dass die Österreicher Ende 1978 die Inbetriebnahme des Kernkraftwerks mit knapper Mehrheit ablehnten.

Die 4. Reise führte im Frühjahr 1978 nach London, ebenfalls um Kernenergiegespräche mit Regierung und Opposition zu führen. Für Hauff und mich am bedeutendsten war wohl der Anruf Helmut Schmidts beim Frühstück im Londoner Hotel, bei dem der Kanzler Hauff das Forschungsministerium anbot, da Hans Matthöfer Finanzminister werden sollte, wo er Hans Apel ablöste, der seinerseits Verteidigungsminister wurde. Natürlich nahm Volker Hauff an und fragte mich über den Frühstückstisch, ob ich als Kabinett- und Parlamentsreferent bei ihm bleiben wolle. So wurde ich dank einer Ungeschicklichkeit des an sich verdienstvollen Verteidigungsministers Georg Leber Leiter eines sehr politischen Referats, das zuvor noch nie, auch in keinem anderen Ministerium, von einem naturwissenschaftlich ausgebildeten Menschen wahrgenommen worden war.

Kernenergie war ab dieser Ernennung 1978 bis 2001 kein dienstliches Beschäftigungsthema mehr ; allerdings gab es einige Gelegenheiten, mein Bekenntnis zur Nutzung der Kernenergie in Reden und Publikationen öffentlich zu machen, so dass 1996 bei der Verleihung des Deutschen Solarpreises an mich jeder im Freiburger Festsaal wusste, dass ich auch ein Befürworter der Kernenergie war – so selten dies mittlerweile in den Reihen der Sozialdemokraten geworden waren.

Eine Situation wohl aus dem Jahr 1979 scheint mir aber erwähnenswert: zwar war die Partei der GRÜNEN noch nicht gegründet, aber das grüne Denken war doch schon, und nicht nur wegen der Kernenergie, politisch wirksam. Ich erinnere mich an eine Diskussion mit einigen SPD-Abgeordneten, unter anderem Ulrich Steger, dem späteren Wirtschaftsminister in Hessen, in der ich die Prognose wagte, eine grüne Partei säße in den 90er Jahren mit 20% im Bundestag. Was ich nicht ahnte, war, dass ich recht behielt, die grünen Abgeordneten aber auch zahlreich in anderen Fraktionen als der grünen Partei saßen. Ich hatte allerdings bei dieser Prognose nicht zuvörderst die Wirkung der grünen Kernenergieposition im Auge, sondern mehr die Erwartung, dass die seit Dennis Meadows zunehmende Wachstumskritik in unserer Wohlstandsgesellschaft den grünen Gedanken Vorschub leisten würde – also doch kein Volltreffer meiner Analyse.

8.8. Ein gescheiterter Versuch zur Konzentration der Nuklearforschung

2001 berief mich der Aufsichtsrat des Forschungszentrums Jülich in den Vorstand mit dem Ressort „Energie- und Materialforschung“, wozu auch zwei Forschungsinsti-

tute der Kerntechnik gehörten, nicht aber der Forschungsreaktor, der als Neutronenquelle für Grundlagenforschung diente, die nuklearen Altanlagen und Zwischenlager. So kam ich wieder mit den Themen der Reaktorsicherheit und der Entsorgungsforschung in enge Berührung, auch mit vielen Projekten und Personen anderer Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft und sonstiger Forschungsorganisationen.

Ich traf auf tüchtige Wissenschaftler, hielt die Reste der früher dominanten Kernforschung in Jülich aber für unterkritisch und spezifisch viel zu teuer wegen der vorzuhaltenden nuklearen Infrastruktur. Für eine echte Reaktorsicherheitsforschung fehlten zudem Großanlagen, wie sie reichlich im Forschungszentrum Karlsruhe vorhanden waren. Es erschien mir daher logisch, diese Institute mit dem altersgerechten Ausscheiden beider Professoren zu schließen. Eine Weile glaubte ich, die Unterstützung des SPD-geführten Forschungsministeriums in Bonn/Berlin zu haben, den FDP-Staatssekretär in Düsseldorf meinte ich ebenfalls überzeugen zu können, aber es kam anders: der FDP-Minister in Nordrhein-Westfalen wollte partout kein Signal, dass das Land auf seine Nuklearkompetenz verzichten wolle; sicher sah das sein CDU-Ministerpräsident Rüttgers ähnlich. Enttäuscht war ich von der Bundesregierung, zumal ich diese Schließungen ja nicht aus antinuklearen Gründen wollte, sondern strikt als Flurbereinigung wegen Unterkritikalität. Enttäuscht war ich auch von den Institutsleitern in Jülich, die ebenfalls den strategischen Vorteil dieser Schließungen aus – wie ich fand – falscher Solidarität mit den wenigen betroffenen Kollegen ablehnten.

2006 ging ich wie vereinbart nach 5 Jahren Vorstandstätigkeit mit fast 64 in den Ruhestand. Ich war sehr froh, dass ich in den Folgejahren zahlreiche Vortragseinladungen erhielt, zu Energiethemen zu sprechen. Da die Große Koalition ab 2005 die Ausstiegsbeschlüsse der rot-grünen Vorgänger-Regierung übernahm, ging es meist um die Rolle von Energieeinsparung und erneuerbaren Energien, denn die ehrgeizigen Klimaschutzziele ließen ja keine Kernenergiesubstitution durch Kohle und Gas zu.

8.9. Kernenergie-Ausstieg, Laufzeitverlängerung und Fukushima

Nach dem Wahlsieg einer schwarz-gelben Koalition 2009 kam die CDU auf ihr altes Vorhaben zurück, den Ausstieg aus der Kernenergie rückgängig zu machen. Ich konnte nicht verstehen, wie das gehen sollte, obwohl ich eine flexible und geringfügig-

ge Verlängerung der Laufzeiten auch aus Klimaschutzgründen befürwortete; zu unsicher erschien mir der rechtzeitige Erfolg der immer wieder angekündigten Energieeinsparungspolitiken sowie der Ausbau der erneuerbaren Stromquellen, der Stromnetze und Speicher. Ganz unglaublich wurde die Strategie der Regierung allerdings, als sie meinte, die Kernenergiebetreiber müssten viele Milliarden € in die Hand nehmen, um die Kraftwerke nachzurüsten. Ich konnte mir kein Unternehmen vorstellen, das solche Summen bei unkalkulierbaren Verfahrens- und Gerichtsrisiken investiert, wissend, dass die Wahl 2013 wieder zu einer rot-grünen Mehrheit führen könnte.

Außerdem war mir 2009/10 klar geworden, dass die 2001 gelungene nukleare Befriedung der Gesellschaft leichtfertig aufs Spiel gestellt wurde. Die Anti-Atom-Haltung in der deutschen Gesellschaft hatte gewonnen, meine lange gehegte Erwartung, mit der Zeit werde eine neue Generation die Dinge neu und anders bewerten als die aus den 68ern erwachsenen Widerstandsbewegungen, hatte sich als falsch erwiesen. Die Verlängerungsentscheidung gegen die große Zahl von besorgten Bürgern durchzusetzen, hielt ich für aussichtslos, wenn der innere Frieden gewahrt bleiben sollte.

Im September 2010 gab mir das ZDF die Gelegenheit, meine Position in einer Sendung des Umweltmagazins ausführlich darzustellen. Und im November schrieb ich einen viel beachteten Beitrag in der Süddeutschen Zeitung unter dem Titel „Gebt auf“, gerade als die Bundesregierung den Verlängerungsbeschluss fassen wollte (der Artikel ist auf www.amrehsprung.de nachlesbar und enthält eine Deutung, warum Kernenergie in Deutschland so anders diskutiert worden ist als anderswo).

Nach der Katastrophe von Fukushima gab es in sicherheitstechnischer Hinsicht keinen direkten Anlass, an der Sicherheit deutscher Kernkraftwerke zu zweifeln. Natürlich schaut man bei solchen Ereignissen die eigenen Anlagen nochmals gründlich durch, aber die Sofortreaktion der Bundeskanzlerin ist so nicht begründet. Sie reagierte im doppelten Sinne politisch: staatspolitisch, weil sie die mehrheitlich anti-nukleare Befindlichkeit Deutschlands endlich richtig wahrnahm, und parteipolitisch, weil sie um das Ergebnis der anstehenden Landtagswahlen vor allem in Baden-Württemberg bangte. Tatsächlich bewirkte Fukushima gegenüber den Umfragewerten zuvor einen geringfügigen Rückgang bei der CDU und einen Anstieg bei den Grünen, die zuvor unter der SPD gelegen hatten, d.h. minimale Fukushima-Einflüsse haben den Machtwechsel in Baden-Württemberg bewirkt; in Rheinland-Pfalz hat die CDU sogar zugelegt.

Nun konzentriert sich der Kampf auf die „Entsorgung“. Dabei ist zu bedauern, dass der Transport von Castor-Behältern, einer der ungefährlichsten Teile des Kernenergie-Systems, dermaßen dämonisiert worden ist (unter Mithilfe der damaligen Umweltministerin Angela Merkel), dass nun ökonomisch und sicherheitsmäßig optimale Lösungen der Zwischenlagerung politisch verbaut sind. Zu den bedauerlichen Entwicklungen gehört auch, dass europäische Lösungen der Entsorgung geächtet sind. Dabei wäre ohne Berücksichtigung nationaler Grenzen nicht nur die Chance größer, die allerbesten geologischen Formationen zu identifizieren, sondern man hätte auch eine Lösung für nuklearen Abfall aus kleinen Staaten. Aber auch hier ist vorschnell jeder Ex- oder Import von Abfällen dermaßen geächtet worden, dass nur die teuerste Variante übrig bleibt: jeder auf seinem Territorium.

Der Konsens von vier Bundestagsparteien zur Endlagersuche wird die Nennung eines oder mehrerer Standortkandidaten nicht überleben. Es wird für jeden Politiker politischer Selbstmord bleiben, sich positiv auch nur für die Untersuchung eines Standorts in seiner Region einzusetzen.

8.10. Kernenergie – eine persönliche Niederlage

Wenn ich also heute für die beschlossene Beendigung der Kernenergienutzung in Deutschland eintrete, dann nicht, weil ich Zweifel an der Sicherheit und Verantwortbarkeit dieser Kraftwerke habe, sondern weil ich als Demokrat anerkenne, dass jene Wertfragen, die Risiken gegen Vorteile abwägen, in unserer Gesellschaft anders beantwortet sind, als ich es persönlich für richtig halte, und weil ich den inneren Frieden in unserer Gesellschaft für wichtiger erachte als wirtschaftliche Nachteile.

Ich muss auch die Unlösbarkeit des Endlagerproblems anerkennen. Man wird auch bei einem neuen „Bürgerdialog“ zur Entsorgung meine Erfahrung wiederholen, dass kein Standort auf Akzeptanz stoßen wird – egal wie lange diskutiert werden darf. Also wird es über historische Zeiträume bei zahlreichen Zwischenlagern bleiben.

Gerade weil ich so viel für die Kernenergienutzung gearbeitet und argumentiert habe, muss ich fairerweise meine ganz persönliche Niederlage anerkennen. Deutschland wird daran nicht zugrunde gehen; das wusste ich schon, als ich 1978 das erste Ausstiegsszenario innerhalb der Bundesregierung verfasste!

9. Klimaschutz – konsequenter und billiger

Dr. Gerd Eisenbeiß, Bonn, 14. August 2007

Vorbemerkung Oktober 2016: Nach der Pariser Konferenz mit seinem erfreulichen Ergebnis scheint mir der fast 10 Jahre alte Vorschlag (hier in der Version „Schluss mit der Flickschusterei“ für die Frankfurter Rundschau) richtiger denn je. Das gewaltige Ziel einer Dekarbonisierung von Energie und Verkehr darf nicht weiter in unzählige Einzelmaßnahmen zerfransen, sondern sollte mit einem mächtigen Instrument gesichert werden, der schrittweise stärkeren Limitierung des Kohlenstoffeinsatzes!

Deutschland möchte Vorbild sein im Schutz vor dem Klimawandel und nuklearen Risiken. Um 40% sollen die Deutschen ihre Treibhausgas-Emissionen gegenüber 1990 auf 578 Mio. t CO₂ senken. Bis 2020 müssen daher neben den etwa 150 Milliarden Kilowatt-Stunden an Kernenergiestrom nochmals das Äquivalent von etwa 90 Mio. t Kohle an fossilen Energien (insbesondere Kohle und Öl) eingespart oder CO₂-frei ersetzt werden. Die dazu gehörenden Einsparziele sind ehrgeizig, werden aber wegen Wachstum von Wirtschaft und Beschäftigung kaum 75 Millionen t Kohle-Äquivalent, also 1% pro Jahr erbringen. Erneuerbare Energien müssen also nicht nur zum Ersatz fossiler Energieträger beitragen, sondern auch den Kernenergiestrom in vollem Umfang ersetzen.

Die Bundesregierung bereitet während der Sommerpause 2007 ein Maßnahmenpaket vor, das in einer Kabinettsklausur in Meseberg beschlossen werden soll. Wie die Regierung schon am 26. April angekündigt hat, will sie mit vielen Einzelmaßnahmen die Löcher stopfen, aus denen trotz Kyoto-Protokoll CO₂ als Treibhausgas in die Atmosphäre entweicht. Was dann am Ende des politischen Gerangels aus bunten Flickern zusammen geschustert wird, kann dem ehrgeizigen Ziel nicht gerecht werden, denn nicht Flickschusterei, sondern ein starkes, möglichst einfaches und marktwirtschaftliches Instrumentarium wird gebraucht und ist möglich.

Hätte das in Kyoto vereinbarte Klimaschutz-Instrument handelbarer Emissionszertifikate nicht so große Löcher bei Autos und Gebäudeheizungen, wäre es ein solch ideales Instrument – Löcher deshalb, weil man die Emissionen am Auspuff eines Fahrzeugs oder am Kamin einer Heizung nicht erfassen kann und es offenbar absurd wäre, den Autofahrer zum Erwerb von Emissionszertifikaten zu zwingen wie die Betreiber von Kraftwerken und andere Großemittenten. Bei letzteren wirkt das Instrument über den Preis der Produkte, also insbesondere den Strompreis. Denn die fort-

gesetzte Verknappung der erlaubten CO₂-Emissionen führt zu immer höheren Zertifikatpreisen, die als Kosten in die Stromerzeugung eingehen. Im Grunde ist das System ökonomisch brutal insofern, als es über den Strompreis zur Einsparung oder zum Ausweichen auf CO₂-freie, teurere Stromerzeugung zwingt. Es ist auch unsozial, da Arme und Reiche dieser Preiserhöhung in gleicher Weise ausgesetzt sind – Arme spüren diesen Kaufkraftentzug natürlich schmerzlicher als Reiche! Trotzdem ist das System besser als die Alternative, die CO₂-Reduktion im Strombereich durch hunderte von Einzelvorschriften und Verbote erzwingen zu wollen, deren CO₂-Vermeidungskosten weit auseinander liegen und daher unnötige Mehrkosten verursachen würden. Ein großer Vorteil ist auch, dass jeder selbst bestimmt, wie er auf den Strompreis durch Sparen oder Substitution reagiert; wer Sparlampen nicht mag, kann sie weiter verwenden – er zahlt halt mehr. Und die soziale Asymmetrie kann und sollte der Staat bei Steuer und Transfereinkommen ausgleichen; die Mittel dazu fließen ihm bei teilweiser Versteigerung der Emissionsrechte zu, die ja gerade eben im Bundestag beschlossen wurde.

Das System wäre also perfekt, wenn es nicht diese Lücken bei Autos, Heizungen und anderen Klein-Emittenten hätte. Diese Löcher eleganter als mit Flickschusterei zu stopfen, wäre leicht: man muss nur den Kohlenstoffeinsatz anstelle der CO₂-Emissionen begrenzen und für den Kohlenstoffeinsatz handelbare Zertifikate ausgeben oder versteigern. Denn jedes emittierte CO₂-Molekül entstammt der Verbrennung von genau einem Kohlenstoffatom, wie es in Kohle, Öl, Benzin, Erdgas u.s.w. in bekanntem Umfang enthalten ist. Wenn nicht mehr als 158 Mio. t Kohlenstoff verbrannt werden dürfen, werden auch nicht mehr als 578 Mio. t CO₂ freigesetzt. So wie beim Kyoto-Emissionsregime der CO₂-Zertifikatpreis nur auf den Strompreis wirkt, so steuert nun der Kohlenstoff-Zertifikatpreis jeden Kohlenstoffeinsatz in ausgewogener Weise, ob im Kraftwerk, im Verkehr oder bei der Gebäudeheizung.

In diesem Klimaschutzsystem bleibt der Verbraucher im Rahmen seiner finanziellen Möglichkeiten frei, wie und wo er dem Preisdruck ausweicht – durch Sparen oder Nutzung CO₂-freier Energien. Dabei bleibt der Klimaschutz zielgenau gewährleistet, weil der Kohlenstoffeinsatz ja limitiert bleibt. Er wird aber auch billiger, weil der auf alle CO₂-Freisetzung einheitlich wirkende Kohlenstoff-Lizenzpreis die jeweils billigste Vermeidungsmaßnahme fördert, während Maßnahmen mit weit überdurchschnittlichen CO₂-Vermeidungskosten vermieden werden. Der Mechanismus des Kohlenstoff-Lizenzsystems steuert also auf etwa einheitliche minimale CO₂-Vermeidungs-

kosten hin und spart der Volkswirtschaft und jedem einzelnen Bürger unnötige Mehrkosten. So ist beispielsweise jedem Fachmann bekannt, dass CO₂-Vermeidung durch Einsatz erneuerbarer Energien im Verkehrssektor sehr viel teurer ist als bei der Strom- und Wärmebereitstellung. Die Frage, ob und wie weit Öl und Gas nicht billiger im Gebäude- und Heizungsbereich als im Verkehrssektor eingespart oder durch erneuerbare Energien substituiert werden können, wäre keine ideologische Frage nach dem Motto „der Verkehr muss auch bluten“ mehr, sondern eine wirtschaftliche. Mit hoher Wahrscheinlichkeit würde als Folge dieser kosten-optimalen Steuerung mehr Erdgas in den Heizungen eingespart und dem Verkehr für Erdgas-Fahrzeuge zur Verfügung gestellt; feste Biomasse würde demgegenüber nicht mit Riesensubventionen verspritzt, sondern in mittelgroßen Heiz-Kraftwerken verbrannt. Und es unterbliebe der Unsinn, dass agrarisch erzeugte Energiepflanzen mittels CO₂-emittierender Einsatzenergien erzeugt würden und dann mehrfach subventioniert in den Verkehrssektor gedrückt würden; der wahre Preis solcher Bio-Energien würde klar zu Tage treten, wenn in den Kosten des eingesetzten Düngers und Kraftstoffs derselbe Kohlenstoff-Lizenzpreis enthalten wäre wie im Strompreis. Natürlich sollte dann die erzeugte Biomasse als klimaneutral gelten, also keine Einsatzzertifikate benötigen. Das sollte eines Tages auch für Verbrennungsanlagen gelten, die das CO₂ nicht in die Atmosphäre entlassen, sondern das CO₂ in tiefen geologischen Schichten endlagern – eine technologische Perspektive für die Jahre nach 2025, deren Realisierung noch von erfolgreicher Forschung abhängig ist.

Es spricht eigentlich nichts gegen eine rasche Umstellung der Emissionszertifikate auf die vorgeschlagenen Kohlenstoff-Zertifikate; denn die Umrechnung von CO₂ auf Kohlenstoff ist denkbar einfach: 3 t Kohlenstoff ergeben jeweils 11 t CO₂. Deutschland könnte sein System vorbildlich umstellen, ohne das Kyoto-Protokoll oder weitergehende europäische Absprachen zu verletzen. Obendrein wären die sogenannten Transaktionskosten des Klimaschutzes, also die Verwaltungskosten des Staates und der Unternehmen sowie die Belästigung des Bürgers, der all die vielen Ge- und Verbote ja wahrzunehmen hat, wesentlich niedriger. Denn die erforderlichen Lizenzen zum Kohlenstoffeinsatz wären nur von Importeuren sowie von Bergwerkunternehmen zu erwerben, die Kohlenstoff-haltige Brenn- und Kraftstoffe in den Handel bringen. Andere Unternehmen und jeder Bürger haben diese Lizenzkosten in allen Produkten entsprechend dem Kohlenstoffeinsatz bei ihrer Erzeugung zu tragen, da sie im Preis

enthalten sind. Sie bleiben frei in ihren Einzelentscheidungen, begrenzt „nur“ durch ihre finanziellen Möglichkeiten, wie bei allen anderen Aspekten des Lebens auch.

Besonders klar wird der Vorteil des vorgeschlagenen Systems, wenn man seine Wirkung auf den Auto-Verkehr direkt mit einer emissionsabhängigen KFZ-Steuer vergleicht: letztere kann nur die Entscheidung beim Autokauf beeinflussen, falls das verkomplizierte KFZ-Steuersystem überhaupt noch durchschaut wird; das Kohlenstoff-Lizenzsystem würde demgegenüber die verbrauchsentscheidenden Faktoren Fahrleistung und Fahrstil beeinflussen und den Raser in überschweren Geländefahrzeugen bei jedem Tankvorgang entsprechend zur Kasse bitten.

Im Heizungsbereich würde gerechterweise verschwenderisches Heizen finanziell belastet, auch wenn es mittels eines Brennwertgerätes geschähe.

Man mag einwenden, dass es ungerecht sei, dass jemand verschwenderisch mit Energie und CO₂-Emissionen umgehen dürfe, wenn dies im Rahmen der absolut beschränkten Menge an Kohlenstoffeinsatz andere auszugleichen hätten. Diese Kritik trifft dann allerdings auch das bestehende CO₂-Regime, denn auch dabei wirkt die Emissionsbeschränkung bei Kraftwerken und Großemittenten ebenso brutal (siehe 3. Absatz) auf Arm und Reich. Klimaschutz ist eben nicht ohne Kosten zu haben; der Vorschlag einer Kohlenstoff-Lizenz vervollständigt lediglich das Kyoto-System, so dass alle Unternehmen und Bürger verursachungsgerecht an den Kosten des Klimaschutzes beteiligt werden.

Besserer, transparenterer und billigerer Klimaschutz ist also möglich; der Vorschlag liegt seit Anfang des Jahres vielen Politikern und Wissenschaftlern vor. Es gibt positive Resonanz, aber leider noch keinen maßgeblichen Politiker, der die Vorteile ganz versteht und sie im Interesse des Bürgers und der Wirtschaft zu seiner Sache macht.