

## Jürgen Scharf

### Thesen zur sogenannten Energiewende

Magdeburg, den 17.08.2011

„Wo aber Gefahr ist, wächst das Rettende auch!“<sup>1</sup> oder  
Wie wir die Wende steuern können, ohne zu stürzen.

#### 1. Ausgangspunkt

Wohl keine physikalisch-technische Entdeckung und Nutzbarmachung hat die Kulturgeschichte der letzten Jahrhunderte so entscheidend geprägt wie die des elektrischen Stromes. Strom wiederum ist ein prägender Bestandteil jeder modernen Energieversorgung. Deshalb ist eine Entscheidung über unsere zukünftige Energieversorgung nicht nur eine technische sondern zugleich eine kulturelle Entscheidung.

Seit Jahrzehnten werden die Chancen und Risiken der Erzeugung von Energie aus verschiedenen Energieträgern kontrovers verhandelt. Unter den Energieträgern wiederum ist die Erzeugung von elektrischem Strom aus der Kernenergie besonders streitig. Es gibt bisher keine allgemein anerkannte, insbesondere quantifizierte, Risikoabschätzung dieser Form der Energieerzeugung. Mehrere in den letzten Jahrzehnten geschehene schwere Unglücksfälle in Kernkraftwerken sehr verschiedener Bauart haben diese Debatte nach jedem Unfall angeheizt. Jüngster Vorfall ist der Reaktorunfall in Fukushima.

Was ist neu nach Fukushima? Eigentlich ist nichts neu nach Fukushima für die Beurteilung der Situation in Deutschland.<sup>2</sup> Es hat sich aber zumindest in Deutschland eine veröffentlichte Meinung, die wohl gegenwärtig auch von einer Mehrheit der Bevölkerung geteilt wird, herausgebildet, dass Kernkraft grundsätzlich nicht beherrschbar sei und dass deshalb möglichst schnell, vollständig und unumkehrbar aus jeglicher Energieerzeugung aus Kernkraft auszusteigen und auf Dauer zu verzichten sei.

In den nachfolgenden Betrachtungen soll versucht werden zu untersuchen, ob eine sogenannte Energiewende tatsächlich wünschenswert, notwendig und angebracht sei und welche Szenarien im Wechsel der Energieversorgung welche Folgen erwarten lassen.

---

<sup>1</sup> Friedrich Hölderlin „Patmos“

<sup>2</sup> „Es gibt [...] keinen sicherheitstechnischen Grund, deutsche Kernkraftwerke vorzeitig abzuschalten. Ein Problem stellen jedoch denkbare terroristische Anschläge dar. Die Sicherheitsanalysen hierzu fallen in den Bereich staatlicher Vorsorge.“ Aus spektrumdirekt 25.07.2011

„Fukushima auch in Deutschland?“

Der Ablauf der Katastrophe - und ob sie so auch in Deutschland passieren könnte“ von Bernhard Kuczera, Ludger Mohrbach, Walter Tromm und Joachim Knebel;

Bernhard Kuczera promovierte 1974 an der TH Karlsruhe auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit und war im ehemaligen Forschungszentrum Karlsruhe (heute: Karlsruher Institut für Technologie, KIT) sowie ab 2001 vier Jahre bei der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) in Wien tätig.

Ludger Mohrbach studierte Maschinenbau und Reaktortechnik in Bochum und promovierte dort 1989 zur Thermohydraulik des Schnellen Brütters. Heute leitet er bei VGB PowerTech e. V. das Kompetenzzentrum "Kernkraftwerke".

Walter Tromm arbeitet seit seinem Maschinenbaustudium an der Technischen Universität Karlsruhe in verschiedenen Positionen am KIT auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit. Seit 2003 arbeitet er dort im Programm Nukleare Sicherheitsforschung und leitet dieses seit 2010.

Joachim Knebel ist seit 1993 nach einem Maschinenbaustudium in Karlsruhe und anschließender Promotion am KIT tätig. Zunächst leitete er das Programm Nukleare Sicherheitsforschung, danach das Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik. Seit Oktober 2010 ist er Chief Science Officer des KIT.

## 2. Gegenwärtige Situation der Energieversorgung

„In Deutschland basiert die Energieversorgung hauptsächlich auf fossilen Energiequellen (2010: 78,2 %, darin Erdöl (33,6 %), Kohle (22,8 %), Erdgas (21,8 %)). Die Kernenergie (10,9 %) und die erneuerbaren Energien (9,4 %) stellen gut 20 % der Primärenergie. Dies sind die Zahlen für die Gesamtenergieversorgung und nicht mit den Anteilen der jeweiligen Energiequellen an der Stromversorgung zu verwechseln.

2010 hatten die erneuerbaren Energien 16,5 % Anteil (1,9 % Photovoltaik, 5,4 % Biomasse, 3,1 % Wasserkraft und 6,0 % Windenergie) am deutschen Bruttostromverbrauch. Zwischen 1990 und 2010 stieg dieser Anteil von 3,4 % auf 16,5 %. Im Zuge steigender Preise für fossile Energieträger, der wachsenden ökologischen Sensibilität in der Gesellschaft und der staatlichen Förderung durch das EEG wird der Anteil der erneuerbaren Energien in Zukunft voraussichtlich weiter ansteigen.“<sup>3</sup>

Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht vor: „Deshalb unterstreichen wir die Bedeutung der im Energiekonzept vereinbarten Klimaschutzziele: Insbesondere wollen wir bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 40 %, bis 2030 um 55 %, bis 2040 um 70 % und bis 2050 um 80 % bis 95 % jeweils gegenüber 1990 reduzieren.“<sup>4</sup> [...] Wir werden schrittweise bis spätestens Ende 2022 vollständig auf die Stromerzeugung in deutschen Kernkraftwerken verzichten.“<sup>5</sup>

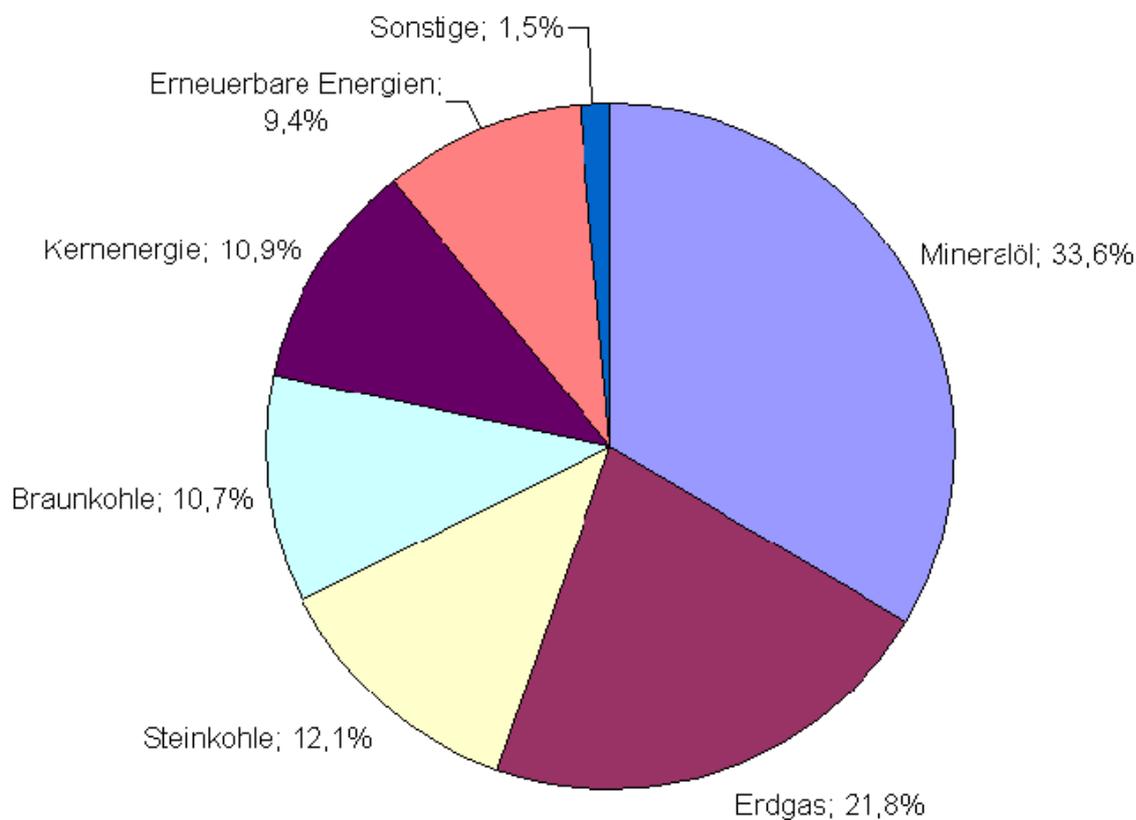
---

<sup>3</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Energiemix>

<sup>4</sup> <http://www.bmu.de/energiewende/doc/47465.php>

<sup>5</sup> Ebenda

### Energiemix der Primärenergie in Deutschland 2010



Quelle: AG Energiebilanzen e.V.

Quelle der Grafik<sup>6</sup>

### 3. Zu beachtende Rahmenbedingungen

Die im Bericht der Ethikkommission aufgeführten Prüfkriterien zur Abwägung von Zielkonflikten<sup>7</sup>

- des Klimaschutzes,
- der Versorgungssicherheit,
- der Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit,
- der sozialen Aspekte der Kostenverteilung,
- der Wettbewerbsfähigkeit,

<sup>6</sup> [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Energiemix\\_DE\\_2010.png&filetimestamp=20110322145053](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Energiemix_DE_2010.png&filetimestamp=20110322145053)

<sup>7</sup> Deutschlands Energiewende – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft vorgelegt von der Ethik - Kommission Sichere Energieversorgung Berlin, den 30. Mai 2011 S. 19,20

- der Forschung und Innovation und
- der Vermeidung einseitiger Importabhängigkeiten Deutschlands

sollen nach Auffassung der Kommission sorgfältig beachtet und einem Monitoring unterzogen werden. Diese Forderung ist sinnvoll. Zu den Schlussfolgerungen der Kommission ist jedoch kritisch Stellung zu beziehen.

### 3.1. Klimaschutz

„Deutschland hat sich zu ambitionierten Klimazielen im weltweiten und europäischen Kontext verpflichtet. Nach aktuellen Schätzungen haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland im Jahr 2010 im Zusammenhang mit dem konjunkturellen Aufschwung nach der Finanz- und Wirtschaftskrise im Vergleich zum Vorjahr um 4,8 Prozent zugenommen. Die Folge ist, dass das Tempo der Emissionsminderung deutlich gesteigert werden müsste – selbst ohne den Ausstieg aus der Kernenergie [...] Bei sonst gleichbleibenden Bedingungen könnte die CO<sub>2</sub>-Emission auch durch den Ausstieg aus der Kernenergie ansteigen.“<sup>8</sup> Der Anstieg der Preise für CO<sub>2</sub>-Zertifikate an den Börsen nach dem Moratorium zeigt, dass die Analysten und Händler fest mit dieser Entwicklung rechnen. Der Ersatz der fehlenden Energieerzeugungskapazitäten durch Gas- und Kohlekraftwerke erschwert Deutschland die Erfüllung des klimapolitischen Zieles zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Auf Grund des Zertifikatehandels ist die CO<sub>2</sub> Emission begrenzt. Dies führt zu steigenden CO<sub>2</sub> Preisen in Deutschland, was sich in höheren Strompreisen niederschlagen wird.

### 3.2. Versorgungssicherheit

Schon mit dem Abschalten von 7 + 1 Kernkraftwerken ist Deutschland seit dem 18.03.2011 vom Stromexporteur schlagartig zum Stromimporteur geworden<sup>9</sup>. Die Bundesnetzagentur warnt eindringlich: „Aus Sicht der Übertragungsnetzbetreiber entsteht bei gleichgerichteten weiträumigen Transportkorridoren infolge lastferner Erzeugung ein erhöhtes Risiko kaskadierender und damit großflächiger überregionaler Auswirkungen bei außergewöhnlichen Fehlereignissen, falls bei Ausfall eines zentralen Leitungssystems der Lastfluss von anderen, ebenfalls bereits stark ausgelasteten Leitungen aufgenommen werden muss. Es ist erwartbar, dass derartige Fehler in Deutschland auch Auswirkungen auf die europäischen Nachbarregelzonen hätten<sup>10</sup>“. Es kann keinesfalls davon ausgegangen werden, dass die europäischen Nachbarn automatisch und zu jeder Zeit zum Energieimport zur Verfügung stehen. Bei drohenden Netzinstabilitäten in Deutschland besteht sogar die Gefahr, dass die Nachbarn technische Vorkehrungen treffen werden, dass die Instabilitäten des deutschen Netzes nicht auf sie übergreifen.

Es ist ein bisher gesellschaftspolitisch nicht behandeltes Szenario, wie sich ein nicht nur kurzfristiger sondern über Tage und Wochen erstreckender Blackout auf die Wirtschaft, die Versorgungssysteme und die Verfassung der Bevölkerung auswirken könnte. Sind aus den letzten Jahrhunderten in Europa und weltweit auch heute Hungerrevolten bekannt, so ist für die Zukunft eine „Energierivolte“ nicht ausgeschlossen.

---

<sup>8</sup> Ebenda S. 20

<sup>9</sup> Auswirkungen des Kernkraftwerk-Moratoriums auf die Übertragungsnetze und die Versorgungssicherheit – Bericht der Bundesnetzagentur an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 11. April 2011, S. 17

<sup>10</sup> Ebenda S. V

### 3.3. Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit

„Der Ersatz des Stroms aus Kernenergie erfordert einen hohen Aufwand an Finanzmitteln und Investitionen. Die Energiewende wird zu dem ohnehin zu beobachtenden Anstieg der Preise für Energie und CO<sub>2</sub> - Emissionszertifikate beitragen“<sup>11</sup>. Die gegenwärtigen Gesteungskosten für die verschiedenen Arten der Stromerzeugung werden aus dem öffentlichen Bewusstsein verdrängt. Sie seien hier in Erinnerung gerufen:

Gesteungskosten für die konventionelle Stromerzeugung ( bestehende Kraftwerke)<sup>12</sup>

Braunkohlekraftwerke.....	4,6 Cent / kWh (davon 20% Brennstoffkosten)
- Steinkohlekraftwerke.....	4,9 Cent / kWh ( davon 42% Brennstoffkosten)
- Kernkraftwerk (abgeschrieben)...	2,2 Cent / kWh (davon 27% Brennstoffkosten )
- GuD-Gaskraftwerke.....	5,7 Cent / kWh (davon 74% Brennstoffkosten)

Einspeisevergütung gem. Erneuerbare Energien-Gesetz (für 2011)

- Windstrom: Landanlagen 9,2 Cent / kWh

Offshoreanlagen 13,0 Cent / kWh

- Biomasse-Strom: Grundvergütung:

-- bis 150 kW: .....11,67 Cent / kWh, absinkend bis

-- 5 MW – 20 MW: .....7,79 Cent / kWh

Dazu kommen zahlreiche Boni: Nawaro-Bonus incl. Gülle-Bonus, Technologie-Bonus,

Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus

Formaldehyd-Bonus.

- Photovoltaik-Solarstrom:

-- Inbetriebnahme 1.1.- 30.6.2011: ...28,74 Cent / kWh

-- Inbetriebnahme 1.7.- 30.9.2011: ...24,43 Cent / kWh.

Auch wenn bei erneuerbaren Energien sinkende Gesteungskosten zu erwarten sind, so ist doch ganz offensichtlich, dass diese auf Jahre noch weit von denen der konventionellen Stromerzeugung entfernt sein werden. Viele Bürger haben nur noch nicht bemerkt, dass sie selber und niemand sonst die enormen Subventionen tragen müssen, die den erneuerbaren Energien gegeben werden.<sup>13</sup>

Nach einer Studie des BDI kämen durch den Kernkraftausstieg bis 2020 Mehrkosten von 33 Milliarden Euro zusammen;

- davon 24 Mrd. Euro für Industrie- und Gewerbekunden

- und 9 Mrd. Euro für private Verbraucher.

Rechne man noch die Kosten für den Ausbau der “Erneuerbaren” und des Stromnetzes hinzu, würden aus den 33 Mrd. sogar 51 Mrd. Euro.

<sup>11</sup> Deutschlands Energiewende – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft vorgelegt von der Ethik - Kommission Sichere Energieversorgung Berlin, den 30. Mai 2011, S. 22

<sup>12</sup> Panos Konstantin: „Praxisbuch Energiewirtschaft“, 2009, VDI-Buch

<sup>13</sup> „in diesem Jahr werden die Stromkunden über die EEG-Umlage mehr als 13 Milliarden Euro an die Betreiber von regenerativen Energieanlagen bezahlen. Das ist doppelt so viel wie der Länderfinanzausgleich 2009 – Tendenz steigend. 55 Prozent der gesamten Ökostrom-Förderung fließen in die Photovoltaik, dabei deckt sie nicht einmal zwei Prozent des Strombedarfs. Das EEG verteilt nicht zu viel oder zu wenig Geld, sondern es setzt die falschen Anreize“ Hildegard Müller, Hauptgeschäftsführerin des BDEW in Streitfragen, Die Energie- und Wasserwirtschaft im Dialog, Juni 2011

Die Bundesregierung hat das politische Ziel gesetzt, die Energiekostensteigerungen zu begrenzen. „Um bezahlbare Strompreise zu gewährleisten, muss der Ausbau kosteneffizient erfolgen. Aus einem Nischenmarkt muss ein Volumenmarkt werden. Je rascher dies gelingt, desto stärker wird der Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien auch die Wachstumsdynamik stärken. Es gilt, bestehende Kostensenkungspotenziale auszuschöpfen, so dass die Größenordnung der EEG-Umlage von derzeit 3,5 ct/kWh nicht überschritten wird und die Umlage langfristig Senkungspotentiale hat. Die Windenergie ist der Bereich mit den größten Potenzialen für einen zügigen und kosteneffizienten Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.“

Die Berechnung zu erwartender Energiekostensteigerungen ist sehr komplex, da eine Vielzahl z.T. gegenläufiger möglicher Preisentwicklungen miteinander verknüpft werden müssen. Mir ist bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine aktuelle, seriöse derartige Berechnung bekannt. Allerdings versuchen verschiedene Interessensverbände interessensgeleitete Berechnungen als objektiv zu erwartende Szenarien darzustellen, um für ihre Zwecke öffentliche Unterstützung zu erheischen.

### **3.4. Soziale Aspekte der Kostenverteilung**

Die Ethik-Kommission trifft keine klaren Aussagen zu möglichen sozialen Aspekten der Kostenverteilung. Daher weist sie nur darauf hin, „dass die Frage nach den Kosten des Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie auch den Vergleich mit den Kosten der Bewältigung einer nuklearen Havarie, wie sie derzeit in Japan anfallen, herstellen muss: Diese Kosten würden alle für die Energiewende in Deutschland zu erwartenden Kosten übersteigen<sup>14</sup>.“ Es gibt bisher offensichtlich keine seriöse Abschätzung möglicher Kosten und deren Verteilung.

Es sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die bislang veranschlagten Zusatzkosten für die bereits bestehenden Photovoltaikanlagen ca. 100 Milliarden € ausmachen. Diese Kosten werden über die EEG-Umlage von allen Mietern und Stromverbrauchern (außer der energieintensiven Industrie) zu tragen sein. Profitieren von dieser Umverteilung werden die Investoren in Solardächer.

### **3.5. Forschungs- und Technologiepolitik**

Eigenartiger Weise geht die Ethikkommission auf diese Frage kaum ein. Sie geht lediglich davon aus, dass die Energiewende ein „Wachstumstreiber“ sein kann, „weil die Investitionen in die Energieversorgung und ihre Infrastruktur das Wachstum der Volkswirtschaft antreiben<sup>15</sup>.“ Es ist verwunderlich, dass Deutschland gegenwärtig fast das einzige Land auf der Welt ist, das meint, per Gesetz auf die Forschung und Entwicklung der Stromerzeugung aus Kernenergie verzichten zu sollen. Ein Land, in dem die Reaktorentwicklung aus politischen Gründen seit Jahren verhindert wurde, hat keine moderne Kernkraftwerkstechnologie anzubieten. Die inhärent sicheren, also aus physikalischen Gründen zu keinem Kernschmelze-GAU fähigen, Kernkraftwerks-Konstruktionen der 4. Generation werden demnächst auf den Markt kommen.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> Deutschlands Energiewende – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft vorgelegt von der Ethik - Kommission Sichere Energieversorgung Berlin, den 30. Mai 2011, S. 24

<sup>15</sup> Deutschlands Energiewende – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft vorgelegt von der Ethik - Kommission Sichere Energieversorgung Berlin, den 30. Mai 2011, S. 23

<sup>16</sup> <http://www.gen-4.org/>

Politische Entscheidungsträger sind in der Vergangenheit immer in Hybris verfallen, wenn sie meinten, die Richtung von Forschung und Technologie durch politische Entscheidungen vorgeben zu können und zu wollen. Nicht umsonst formuliert unser Grundgesetz in Artikel 5 Absatz 3 aus den Lehren des untergegangenen Nationalsozialismus: „Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei. Die Freiheit der Lehre entbindet nicht von der Treue zur Verfassung.“ Ähnlich ist dieses in der Verfassung unseres Landes formuliert.<sup>17</sup>

Es ist ein schwerwiegender Vorgang, wenn der Gesetzgeber die Förderung der Energieerzeugung aus Kernenergie praktisch einstellt. Bis heute ist unklar, auf welchen konkreten Gebieten die Forschungsförderung der Kernenergie praktisch eingestellt wird. Alle mir zur Verfügung stehenden Dokumente sprechen vollkommen undifferenziert von „Kernenergie“.

### **3.6. Wettbewerbsfähigkeit**

Die Ethikkommission trifft hierzu so gut wie keine Aussage, sondern empfiehlt in dieser Frage deshalb einen „Überprüfungsprozess“. Der BDI warnt jedoch eindrücklich, dass bei zu sehr steigenden Energiepreisen eine Deindustrialisierung Deutschlands droht, wenn die energieintensiven Grundstoff- und Chemieindustrien Deutschland verlassen. Die energieintensiven Branchen der Chemie-, Glas-, Papier-, Metall-, Stahl- und Zementindustrie beschäftigen in Deutschland rund 870.000 Menschen.<sup>18</sup>

### **3.7. Politische Abhängigkeit**

Schon ohne den Ausstieg aus der Kernenergie wird die Importabhängigkeit Deutschlands und Europas für Erdgas massiv ansteigen. Die europäischen Gaslieferanten wie Norwegen, Holland und Großbritannien werden in den nächsten Jahren ihren Förderungsspeak überschritten haben. Eine Alternative bestände in der Förderung von Schiefergas in Deutschland. Trotz großer Reserven erscheint diese Quelle ebenfalls politisch nicht durchsetzbar. Dann gibt es für Deutschland im Grund nur noch einen Gaslieferanten: Die Russische Föderation. Die jüngsten politischen Entwicklungen jedoch in Russland, Äußerungen des russischen Ministerpräsidenten Wladimir Putin („Ich werde reine machen – sowohl im hygienischen Sinne des Wortes als auch im politischen“.<sup>19</sup>) geben allerdings starken Anlass zur Sorge, ob eine steigende Abhängigkeit gewünscht ist. Auch die politischen und wirtschaftlichen Verflechtungen der deutschen Gazprom Tochter Gazprom-Germania sollten nachdenklich machen.

Transformationen auf dem Energiemarkt gehen allerdings schnell. Schon jetzt müssen die große Energieversorger Unternehmensteile an Russland verkaufen. Die jüngsten Beispiele sind RWE und Gazprom und insbesondere die für Sachsen-Anhalt wichtige ENBW-Tochter VNG, die aller Wahrscheinlichkeit nach an die russische Novatek gehen wird.

### **3.8. Mögliche Entwicklungspfade**

Die derzeit relevanten Möglichkeiten, elektrische Energie in Deutschland zu erzeugen sind:

- Braunkohlekraftwerke
- Steinkohlekraftwerke

---

<sup>17</sup> Verfassung des Landes Sachsen-Anhalt Artikel 10 Absatz 3“ Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei. Die Freiheit der Lehre entbindet nicht von der Treue zur Verfassung, die Freiheit der Forschung nicht von der Achtung der Menschenwürde und der Wahrung der natürlichen Lebensgrundlagen.“

<sup>18</sup> BDI, Faktencheck Energie und Klima, Juli 2010

<sup>19</sup> Volksstimme, Freitag 1. Juli, 2011

- Kernkraftwerke
- GuD-Gaskraftwerke
- offene, schnell startende Gasturbinen (ohne Abwärmenutzung )
- Wasserkraftwerke
- Windstrom: Landanlagen und Offshoreanlagen
- Biomasse-Strom
- Photovoltaik-Solarstrom

Außerhalb Deutschlands kommen bisher ernsthaft weitere Möglichkeiten in Frage wie:

- Erdwärmekraftwerke
- Osmosekraftwerke
- Solarthermische Kraftwerke
- Aufwindkraftwerke
- Gezeitenkraftwerke
- Wellenkraftwerke

Wie aus 3.3. hervorgeht, sind die aktuellen entsprechenden Stromerzeugungskosten sehr unterschiedlich. Alle aufgezählten Technologien beruhen auf sehr unterschiedlichen chemischen und physikalischen Wirkmechanismen. Z.T. gibt es physikalische und/oder technologische Grenzen, die nicht oder in absehbarer Zeit nicht überschritten werden können. Siliziumzellen erreichen einen Wirkungsgrad von ca. 16<sup>20</sup> bis 20<sup>21</sup> Prozent. Ferner hat die geografische Lage einen entscheidenden Einfluss auf die jährliche Strahlungsmenge. In Deutschland allerdings liegen die mittleren Strahlungswerte mit 900 kWh/m<sup>2</sup> - 1200 kWh/m<sup>2</sup> sehr eng zusammen.<sup>22</sup> In der Sahara beträgt dieser Wert z.B. ca. 2.350 kWh/m<sup>2</sup>.<sup>23</sup> Es wird also sehr darauf ankommen, technologisch effiziente Solarzellen an geografisch geeigneten Orten einzusetzen, um eine Kosteneffizienz zu erreichen. Die gegenwärtigen Fördermodalitäten nach dem EEG lassen hier teure Fehlsteuerungen erwarten.

Hinzu kommt, dass die wachsende Volatilität der Stromerzeugung durch Wind (onshore 1500 bis 2100 Volllaststunden von 8750 Stunden eines Jahres) und Sonne (600 -900 Volllaststunden) eine steigende Ausgleichsenergieerzeugung erfordert. Insbesondere die Solarenergie mindert aber den Einsatz von Gaskraftwerken in der Mittagsspitze des Sommers, da Solarenergie immer Vorrang hat. Eine Investition in Gaskraftwerke wird dadurch immer unwirtschaftlicher. Schon heute rechnet die Energiewirtschaft, dass erst bei Börsenpreisen von 8ct /kWh eine Investition in Gaskraftwerke wirtschaftlich ist, da die Volllaststundenzahl von Gaskraftwerken weiter sinken wird. Wir zahlen also doppelt: für die massive Förderung der Photovoltaik und für höhere Regelenergiepreise. Wohin das führen kann, zeigt der Plan des Freistaats Bayern. Es sind 15 000 MW Photovoltaik bis 2020 geplant, die Maximallast Bayerns beträgt 12 000 MW, die Minimallast im Sommer 5000 MW. Es steht zu befürchten, dass Leitungsausbau und Speicherausbau nicht Schritthalten werden.

Ähnliche, spezifisch auf die jeweilige Energieversorgung zugeschnittene Aussagen lassen sich für jede Erzeugungsform treffen. Um Fehlentwicklungen zu vermeiden, sollte der Staat seine Lenkungsfunktion nie so weit ausdehnen, dass er bestimmte Technologien politisch präferiert und damit die möglichen Entwicklungspotenziale von Alternativen unterdrückt.

---

<sup>20</sup> Polykristalline Siliziumzellen; <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle>

<sup>21</sup> Monokristalline Siliziumzellen; <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle>

<sup>22</sup> <http://www.renewable-energy-concepts.com/german/sonnenenergie/basiswissen-solarenergie/geografische-lage-kwhm2.html>

<sup>23</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenenergie>

Im Folgenden soll kurz auf drei besonders umstrittene Technologien eingegangen werden, deren Möglichkeiten nicht verworfen werden sollten, bevor sie hinreichend untersucht wurden.

### 3.8.1. Fusionsreaktor

Ein Fusionsreaktor böte vollkommen neue Aussichten für die Energieerzeugung. Ob sich dieses physikalisch mögliche Prinzip in absehbarer Zeit realisieren lässt, ist derzeit nicht abzusehen. Die Möglichkeit sollte aber nicht verspielt werden. WIKIPEDIA beschreibt den Fusionsreaktor wie folgt: „ITER (engl.: International Thermonuclear Experimental Reactor) ist ein internationales Forschungsprojekt, das den zurzeit größten und fortschrittlichsten Experimental-Fusionsreaktor baut. ITER soll zeigen, dass es physikalisch und technisch möglich ist, durch Kernverschmelzung Energie zu gewinnen. Das Ziel ist die kommerzielle Nutzung der Kernfusion zum Zwecke der Stromerzeugung, womit jedoch frühestens im Jahre 2050 zu rechnen ist. Der Reaktor arbeitet nach dem Tokamak-Prinzip und ist der Nachfolger des JET (Joint European Torus). Standort des Reaktors ist Cadarache in Südfrankreich. ITER wird als gemeinsames Forschungsprojekt der sieben gleichberechtigten Partner Europäische Atomgemeinschaft, Japan, Russland, Volksrepublik China, Südkorea, Indien und USA entwickelt, gebaut und betrieben. Die USA waren von 1998 bis 2003 vorübergehend aus dem Projekt ausgestiegen, Kanada ist im Jahre 2004 aus dem Projekt ausgestiegen.“<sup>24</sup>

### 3.8.2. Transmutation und Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

„Es gibt Vorschläge, die langlebigen Nuklide aus hoch radioaktiven Abfällen in geeigneten Anlagen (spezielle Reaktoren, Spallations-Neutronenquellen) durch Neutronenbeschuss in kurzlebige Nuklide umzuwandeln, was die notwendige Dauer des Abschlusses von der Biosphäre erheblich verkürzen und evtl. sogar eine Wiederverwertung der entstehenden Materialien ermöglichen würde. Die entsprechenden Forschungen in der Transmutation sind jedoch noch in den Anfängen. Bisher wurde weltweit noch keine produktive Transmutationsanlage zur Beseitigung nuklearer Abfälle verwirklicht, lediglich im Rahmen von Forschungsprojekten wurden kleine Anlagen realisiert.“<sup>25</sup> Im Labormaßstab sind die hierzu notwendigen Technologien schon Routine<sup>26</sup>. Falls es gelingt, hieraus praxistaugliche Technologien zu entwickeln, stellte sich die Frage der Endlagerung hochradioaktiver Elemente vollkommen neu. Es könnte nämlich darauf verzichtet werden. Schon deshalb sollten die Forschungen an dieser Technologie fortgeführt werden. Ferner sollte ernsthaft erwogen werden, in der nächsten Zeit, d.h. in den nächsten Jahrzehnten, keine hochradioaktiven Abfälle endzulagern. Diese Aussage heißt jedoch nicht, dass die Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Stoffe eingestellt werden soll. Es stellt nach meiner Auffassung jedoch überhaupt kein Problem dar, die bisher angefallenen hochradioaktiven Stoffe die nächsten 50 bis 100 Jahre kontrolliert oberirdisch zu lagern.

### 3.8.3. CCS-Technologie

Die CCS-Technologie kann kurz wie folgt beschrieben werden: „CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung (engl. Carbon Dioxide Capture and Storage, kurz CCS) ist die Abscheidung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) insbesondere aus Verbrennungs-Abgasen sowie dessen Injektion und behälterlose Lagerung in unterirdischen Gesteinsschichten auf unbegrenzte Zeit

<sup>24</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/ITER>

<sup>25</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktiver\\_Abfall](http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktiver_Abfall)

<sup>26</sup> <http://www.welt.de/wissenschaft/article9637790/Atommuell-wird-in-20-Jahren-nicht-mehr-strahlen.html>

(Sequestrierung). Durch die Deponierung soll weniger CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre gelangen, denn dort wirkt es als Treibhausgas. CO<sub>2</sub>-Emissionen sind die Hauptursache der globalen Erwärmung. Das Hauptanwendungsgebiet soll die klimaschonende Nutzung fossiler Rohstoffe bei der Stromerzeugung in Kraftwerken werden. Momentan befindet sich die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung noch im Entwicklungsstadium. Die Technik der Abtrennung ist großtechnisch einsatzbereit. Die EU hat ein Förderprogramm von 1,5 Milliarden Euro für die ersten 15 Großanlagen bereitgestellt. Angestrebt wird eine Langzeitsicherheit, also ein Zustand, der gewährleistet, dass das gespeicherte Kohlenstoffdioxid unter Berücksichtigung der erforderlichen Vorsorge gegen Beeinträchtigungen von Mensch und Umwelt vollständig und auf unbegrenzte Zeit in dem Kohlenstoffdioxidspeicher zurückgehalten werden kann. Bei der Aufbereitung und Speicherung von Erdgas existieren in Europa bereits zwei großtechnisch realisierte CCS-Projekte, ein weiteres in Nordafrika. Die Abtrennung vom Rauchgas kann mit unterschiedlichen Verfahren erfolgen, z. B. nach einer Kohlevergasung (CO<sub>2</sub>-reduziertes IGCC-Kraftwerk), Verbrennung in Sauerstoffatmosphäre, oder CO<sub>2</sub>-Wäsche aus dem Rauchgas. Als mögliche CO<sub>2</sub>-Lager gelten insbesondere geologische Formationen wie ausgeräumte Erdöl- und Erdgaslagerstätten sowie salzhaltige tiefe Grundwasserleiter (Aquifere). Auch eine Lagerung in der Tiefsee ist nicht ausgeschlossen. Auf EU-Ebene gilt die Richtlinie 2009/31 zur geologischen Speicherung von Kohlenstoffdioxid.<sup>27</sup> Die CCS-Technologie kann wahrscheinlich aber nur eine Zwischentechnologie sein. „Die etwa 20 Mrd. Tonnen Speicherkapazität auf deutschem Territorium entsprechen etwa den CO<sub>2</sub>-Emissionen des deutschen Kraftwerksparks während 30 bis 60 Jahren.“<sup>28</sup> Ferner ist zu beachten, dass „zur Erzeugung der gleichen Strommenge zusätzliche Kohle zur Erzeugung von Wärmeenergie für die Abtrennung von Kohlenstoffdioxid verwendet werden [muss]; dies verschlechtert den Wirkungsgrad erheblich. Bei bisherigen Schätzungen liegt die Einbuße bei etwa 15 Prozentpunkten.“<sup>29</sup>

Wenn Sachsen-Anhalt jedoch darauf Wert legt, neue Braunkohlekraftwerke in seinem Gebiet anzusiedeln, muss schon aus Gründen der Glaubwürdigkeit die Erprobung dieser Technologie zugelassen werden. Deshalb ist eine mögliche Nachnutzung ehemaliger Erdgaslagerstätten in Altmark ernsthaft zu prüfen.

Größtes Problem ist nicht die Technologie sondern die Akzeptanz der notwendigen Leitungs- und Speicherungsinfrastruktur. Der Widerstand in Brandenburg und in Schleswig-Holstein sowie die aktuelle Ausgestaltung des CCS-Gesetzes mit einer Veto-Möglichkeit der Bundesländer wird bis auf weiteres jegliche Nutzung und Weiterentwicklung von CCS in Deutschland verhindern.

### 3.9. Netzstruktur und Energiespeicherung

Eine Umstellung der Energieversorgung erfordert eine großräumige quantitative und in seinen Anforderungen auch eine qualitative Umgestaltung des Stromnetzes, d.h. der Netzstruktur<sup>30</sup> in Deutschland und im Verbundraum Europa, ggf. bis hin zu den Mittelmeeranrainerstaaten. Es sei jedoch schon jetzt darauf hingewiesen, dass generell der Aufbau von Hochspannungsnetzen Konflikt beladen sein wird. Proteste von Bürgerinitiativen sind vorprogrammiert. Dabei müssen rund 4000 km Leitungsnetz allein in Deutschland gebaut

<sup>27</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/CO2-Abscheidung\\_und\\_-Speicherung](http://de.wikipedia.org/wiki/CO2-Abscheidung_und_-Speicherung)

<sup>28</sup> Ebenda

<sup>29</sup> Ebenda

<sup>30</sup> Auswirkungen des Kernkraftwerk-Moratoriums auf die Übertragungsnetze und die Versorgungssicherheit, Bericht der Bundesnetzagentur an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 11. April 2011

werden. Entscheidende Bestandteile des Netzes werden außerdem neue Speicherkapazitäten und ein europaweites elektrisches Höchstspannungsnetz, das auch die Mittelmeerränderstaaten umfasst (Projekt DESERTEC)<sup>31</sup>, sein.

An neuen Speicherkapazitäten wird allerdings seit Jahrzehnten ohne großen Erfolg geforscht, so dass realistischer Weise nur der Ausbau von Pumpspeicherwerken und das Nutzen von vorhandenen Talsperren, meist außerhalb Deutschlands, wohl in den Alpenländern und Norwegen, in Frage kommen wird. Da Norwegen nur eine sehr geringe Pumpspeicherkapazität besitzt und der Ausbau kaum möglich ist, wird dieses Land nur in begrenztem Umfang die „Batterie“ für Deutschland oder Westeuropa sein können. Schon wenn der Anteil regenerativ erzeugten Stromes bei 50 % liegen und dieser verlässlich und ohne Lücken zur Verfügung stehen soll, müsste die installierte Speicherkapazität – diese lag 2010 bei rund 7000 MW – versiebzigfach werden (Überbrückung einer zehntägigen Windflaute im Winter).

Eine wichtige Rolle soll außerdem das sogenannte „intelligente Netz“ spielen. „Der Begriff intelligentes Stromnetz (engl. Smart Grid) umfasst die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern, elektrischer Verbraucher und Netzbetriebsmitteln in Energieübertragungs- und -Verteilungsnetzen der Elektrizitätsversorgung. Diese ermöglicht eine Optimierung und Überwachung der miteinander verbundenen Bestandteile. Ziel ist die Sicherstellung der Energieversorgung auf Basis eines effizienten und zuverlässigen Systembetriebs.“<sup>32</sup> Die Forschungen hierzu stecken noch in den Kinderschuhen, obwohl sie insgesamt vielversprechend sind.

#### **4. Chancen und Risiken auf dem Wege**

Die vorangegangenen Ausführungen konnten nur cursorischer Art sein und haben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Sie zeigen aber doch deutlich, dass Entscheidungen zur Energieversorgung in Deutschland Entscheidungen sind, die unsere Kultur im umfassenden Sinne des Wortes über Jahrzehnte prägen werden. Kultur schließt in diesem Wortsinne alle durch den Menschen gestalteten Lebensbereiche ein.

In einer ausgesprochen unübersichtlichen Lage sind Entscheidungsträger in der Regel gut beraten, Möglichkeiten offen zu halten.

Die Entscheidung, schnell, vollständig und unumkehrbar aus jeglicher Energieerzeugung aus Kernkraft auszusteigen und auf Dauer zu verzichten, verspielt eventuell eine wichtige Möglichkeit, die Energieversorgung in Deutschland zu sichern. Sie ist wahrscheinlich eine der größten technologiepolitischen Fehlentscheidungen in Deutschland nach dem 2. Weltkrieg. Kurzfristig ist diese Entscheidung nicht zu revidieren. Vorausschauende Politiker sollten aber zu gegebener Zeit den Mut haben, auch diese Entscheidung neu zu bewerten.

---

<sup>31</sup> DESERTEC ist der Name eines Konzeptes, das beschreibt, wie mit Hilfe von Sonnenwärmekraftwerken, Windkraftanlagen oder auch Photovoltaik in Wüsten elektrischer Strom erzeugt werden und dieser zu den Verbrauchszentren übertragen werden kann; <http://de.wikipedia.org/wiki/Desertec>

<sup>32</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Stromnetz](http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz)