

UNIVERSITY OF WUPPERTAL
BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

EUROPÄISCHE WIRTSCHAFT
UND
INTERNATIONALE MAKROÖKONOMIK



Paul J. J. Welfens

**Atomstromkosten und -risiken: Haftpflichtfragen
und Optionen rationaler Wirtschaftspolitik**

Diskussionsbeitrag 191
Discussion Paper 191

Europäische Wirtschaft und Internationale Wirtschaftsbeziehungen
European Economy and International Economic Relations

ISSN 1430-5445

Paul J.J. Welfens

**Atomstromkosten und -risiken: Haftpflichtfragen
und Optionen rationaler Wirtschaftspolitik**

Mai 2011

Herausgeber/Editor: Prof. Dr. Paul J.J. Welfens, Jean Monnet Chair in European Economic Integration

EUROPÄISCHES INSTITUT FÜR INTERNATIONALE WIRTSCHAFTSBEZIEHUNGEN (EIIW)/ EUROPEAN INSTITUTE FOR INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

Bergische Universität Wuppertal, Campus Freudenberg, Rainer-Gruenter-Straße 21,
D-42119 Wuppertal, Germany

Tel.: (0)202 – 439 13 71

Fax: (0)202 – 439 13 77

E-mail: welfens@uni-wuppertal.de

www.euroeiw.de

Zusammenfassung: Die Analyse greift die Fukushima-Havarie auf, um kritisch nach den Kosten und Risiken des Atomstroms zu fragen – inklusive der Schattensubventionen der Atomstromproduktion. Die Haftpflichtversicherung von Atomkraftwerken in Deutschland deckt nur $\frac{1}{4}$ der Schäden, die in den USA durch die Haftpflicht gedeckt sind; die Haftpflichtversicherung von Atomkraftwerksbetreibern in Deutschland deckt bei einem Super-GAU etwa 0,1 bis 10 % der zu erwartenden Schadenskosten: Es ist so, als wäre in der Autohaftpflicht nur ein Reifen versichert. Hier werden gigantische Schattensubventionen seit Jahrzehnten den Atomstromproduzenten gewährt, EU-Beihilferecht in Frage gestellt und die risikoarmen Expansionsmöglichkeiten erneuerbarer Energien unterminiert. Diejenigen, die auf die Klimafreundlichkeit von Atomstrom verweisen, übersehen völlig den weltweiten Struktureffekt künstlich billigen Atomstroms: Energie-intensive Industrien breiten sich aus, damit aber steigt der Ausstoß an Kohlendioxid und das Klima erhitzt sich weiter. Atomstrom ist in Wahrheit teuer und klimaschädlich, die Laufzeitenverlängerung sonderbar. Korrekte Haftpflichtversicherungsvorgaben hieße, dass Windkraft billiger als Atomstrom ist und dass man die faktischen Subventionen für die erneuerbaren Energien stark kürzen könnte – eine Energiewende mit ökologischer und ökonomischer Dividende, inklusive Steuersenkungen, ist möglich, die faktische Steuersenkung könnte längerfristig bei 1% des Bruttoinlandsproduktes liegen. Ein Super-GAU in Deutschland oder Frankreich bedeutet eine massive Destabilisierung der öffentlichen Finanzen, den Zusammenbruch des Euro-Rettungsschirms und eine massive EU-Destabilisierung. Die Atomstromproduktion ist unter Berücksichtigung der hypothetischen Versicherungskosten keine profitable Wertschöpfung, in einer Wettbewerbswirtschaft mit Internalisierung externer Effekte ist sie am Markt nicht überlebensfähig.

Summary: This analysis takes a closer look at the costs and risks of nuclear energy – including the considerable shadow subsidies allocated to nuclear power – a crucial issue after the Fukushima accident. The liability insurance in Germany covers only $\frac{1}{4}$ of the damages covered in the US, but in both countries the coverage is miniscule when compared to the damages to be expected in the case of a very serious nuclear power plant accident; the coverage ratio is between 0.1 and 10% of the expected damages. Thus for decades the nuclear power producers have implicitly obtained enormous shadow subsidies in Germany and other EU countries. This raises the issue of EU subsidy control and also one may ask why government has favored the most risky form of power production. Those who argue that nuclear power generation is a climate-friendly way of power generation – therefore the share of nuclear power generation should expand – have overlooked the strong impact of subsidized nuclear power generation on the global expansion of the energy-intensive industries: This structural impact implies that the expansion of nuclear energy indirectly raises the level of greenhouse gas emissions. If nuclear power generation would face adequate liability insurance the cost of production would rise by very strongly: a very conservative estimate puts the social cost of nuclear energy production at 0.85 ct/kWh which makes it twice as expensive as solar power – without any subsidy. Introducing adequate liability insurance for nuclear power generation would squeeze out this form of power generation which goes along with a negative value-added, at the same time the proposed new liability regime for nuclear power generation means that subsidies for renewable energy could be completely phased out. In Germany € 4 bill. allocated each year to subsidization of wind farming could be phased out relatively quickly as could be subsidization of solar energy – with an expected total subsidy of € 15 bill. in 2013 and even about 1% of GDP in 2020. After this date a tax cut of roughly 1% of GDP therefore is possible. A major accident in a nuclear power generator in Germany or France could destroy the financial stability of government since the budget consequences would be so enormous and thus could totally undermine the credibility of the Euro rescue umbrella. The European Commission and EU government should carefully look into the budgetary consequences of nuclear power production.

* Für wichtige Hinweise zu versicherungsmathematischen Fragen möchte ich mich bei Dietmar Pfeifer, Universität Oldenburg, Lehrstuhl für Mathematik/Institut für Mathematik, bedanken.

Inhaltsverzeichnis

1. Energie als Basis von Produktion, Transport und Konsum	6
2. Kosten der Stromerzeugung, Unfallrisiken und Versicherungsfrage	12
3. Versicherung von Atomkraftwerken und Auswirkungen eines SUPER-GAU auf die Staatsschuldenquote sowie die Euro-Stabilität	27
4. Verzerrungen der internationalen Arbeitsteilung	32
5. Wirtschaftspolitische Schlussfolgerungen.....	36
Anhang 1: Kumulierte Emissionen für Herstellung und Betrieb in kg/GWhEL.....	42
Anhang 2: Berufliche und öffentliche Risiken.....	43
Anhang 3: Ländervergleich im Umweltbereich	44
Anhang 4: EIIW-vita Globaler Nachhaltigkeitsindikator.....	46
Anhang 5: Projektion der Energieträgerpreise frei Kraftwerk in den Varianten „Basis“ und „Hochpreis“	47
Literaturverzeichnis.....	48

1. Energie als Basis von Produktion, Transport und Konsum

Energie ist ein für alle Produktions- und Lebensbereiche unerlässlicher Faktor, für die Wertschöpfung aller Sektoren ist er neben Kapital, Arbeit und technischem Wissen unverzichtbar. Strom gilt es unter Einsatz von Energieträger wie Kohle, Gas, Sonne, Winde etc. zu erzeugen und zum Kunden zu bringen: in Millionen Haushalte und Unternehmen. Das geschieht sonderbarerweise in vielen EU-Ländern zu ganz unterschiedlichen Kosten und im Übrigen häufig mit angeblich billigem Atomstrom. Unter den verschiedenen Energieträgern galt Atomstrom lange Zeit als preiswerteste Option, wobei der Strom aus Nuklearkraftwerken zusammen mit Kohle- und Gaskraftwerken sowie – mit Einschränkungen - Wasserkraftwerken die sogenannte Grundlast übernimmt, d.h. als Stromangebot kontinuierlich im 24-h-Rhythmus und ganzjährig zur Verfügung steht. Demgegenüber sind einige erneuerbare Energien wie die Sonnenenergie (Fotovoltaik) und die Windenergie aus offensichtlichen Gründen nur zeitweise angebotswirksam. Die Atomstrombetreiber nehmen mit Blick auf die Klimadebatte für sich in Anspruch, dass sie als annähernd CO₂-freie Art der Stromerzeugung einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten: Ein Argument, das es kritisch zu überprüfen gilt und nach einem Blick auf die induzierten wirtschaftlichen Struktureffekte als falsch zurückzuweisen ist.

Die schwere Havarie im Atomkraftwerk Fukushima hat die Debatte über die Kosten und Risiken sowie den Nutzen von Atomstrom weltweit neu angefacht und ist eine Aufforderung an alle, die Argumente in der Nukleardiskussion verschärft zu beleuchten. Das gilt auch für die Kostenrechnung des auf den ersten Blick günstigen Atomstroms, dessen wahre Kosten man nun bei dem Fukushima-Unglück ansatzweise zu begreifen beginnt: Atomstromproduktion hat bei pannenloser und unfallfreier Stromerzeugung geringe Kosten, wenn man von der hohen Rechnung für den Atommüll einmal absieht; bei einer Havarie in einem Atomkraftwerk aber wird der Atommeiler zu einer tickenden Kostenbombe für das betreffende Kraftwerksunternehmen und für die Gesellschaft, wobei der Staat im Zweifelsfall bzw. bei drohendem Konkurs des Atomstromproduzenten gezwungen sein wird, gigantische Schäden abzudecken. Studien zu den Kosten eines Unfalls in einem Atomkraftwerk gehen zurück u.a. auf eine US-Analyse der Sandia National Laboratories von 1982, wobei 50 000 Tote und (in Dollar von 2010) etwa 700 Mrd. Dollar Sachvermögensschäden zugrunde gelegt wurden – diese unveröffentlichte Analyse wird in 2011 voraussichtlich durch eine neue Analyse der Nuclear Regulatory Commission mit Blick auf die möglichen Gesundheitskosten eines schweren AKW-Unfalls quasi ersetzt werden. EWERS/RENNINGS (1991; 1992) haben für Deutschland mit Blick auf einen denkbaren Super-GAU im Reaktor Biblis A eine Größenordnung von rund 5000 Mrd. € ermittelt. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe in der Schweiz hat die Kosten eines Super-GAUs auf rund 4000 Mrd. Schweizer Franken angesetzt. Auch aus Großbritannien liegt eine Studie vor (NERA, 2007), die jedoch nur auf Kosteneffekte von Nuklearverseuchung für den Gesundheitssektor abstellt, dabei aus methodischen Gründen interessant ist und teilweise ähnlich wie EWERS/RENNINGS vorgeht. Atomkraftwerke sind in Deutschland mit 2,5 Mrd. € haftpflichtmäßig versichert und in der Schweiz gilt ein ähnlicher Wert, wobei es Details im Weiteren noch darzustellen gilt. Sonderbar groß ist jedenfalls die Diskrepanz zwischen der Haftpflichtversicherung und dem denkbaren Schaden eines Super-GAUs; dieser Schaden ist auch in Relation zu den Vermögenswerten eines typischen Atomkraftbetreibers außerordentlich hoch, so dass man aus ökonomischer Sicht die

Atomstromproduktion als mit einem hohen Erwartungswert für einen Super-GAU-Schaden belastet sehen muss. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wird dies bislang nicht berücksichtigt, was aus drei Gründen problematisch ist:

- Es ergeben sich Verzerrungen im Wettbewerb alternativer Energieträger in der Stromproduktion – das Ausmaß wird hier genauer zu ermitteln sein.
- Es ergibt sich mit Blick auf das im Grundgesetz verankerte Umweltschutzziel die Frage, ob der Staat eine für Mensch und Umwelt potenziell außerordentlich gefährdende Form der Stromproduktion zulassen darf, ohne die entsprechenden Risiken angemessen den Atomstrombetreibern anzulasten und damit die Expansion deutlich weniger risikobehafteter Stromerzeugungsmöglichkeiten massiv nachhaltig zu behindern (die Atomstromproduktion machte in 2010 etwa 22% der Stromerzeugung aus)?
- Es wird durch die künstliche Verbilligung des Atomstroms und damit des Stroms insgesamt eine deutlich energieintensivere Produktionsstruktur begünstigt, als sich ohne Atomstrom ergeben hätte. Damit aber wird der selbst fast CO₂-freie Atomstrom zu einem gewichtigen Expansionsimpuls energieintensiver Produktion und damit indirekt zum Treiber erhöhter Treibhausgasemissionen – es ergibt sich also ein Widerspruch in der Klimaschutzpolitik. Wer nur eine ganz einfache partialanalytische CO₂-Emissionsanalyse der Atomstromproduktion betreibt, der begeht einen grundlegenden methodischen Fehler in der Analyse von Treibhausgasen (da gesamtwirtschaftlich die Produktion $Y=F(K, L, A, E'+E'')$ gilt, wobei K, L, A, E', E'' für Kapital, Arbeit, Wissen, Atomenergie bzw. Nicht-Atomenergie steht und das Faktoreinsatzverhältnis von den relativen Faktorpreisen bestimmt wird, gilt im Fall einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion für die Pro-Kopf-Produktion $y'=f(k'(w/r), e''(p))$; dabei ist $y':=Y/(AL)$, $k':=K/(AL)$ und $e'':=E''/(AL)$ – mit $E:=E'+E''$ und AL bezeichnet Arbeit in Effizienzeinheiten, während der Energiepreis (mit α als Anteil des Atomstroms an der Gesamtstromerzeugung) relativ zum Kapitalpreis bzw. dem Realzins r sich schreiben lässt als $p:=p^{\alpha}p''^{(1-\alpha)}$. Wenn p künstlich im relativen Preis reduziert ist, dann ist die aus Sicht der Wirtschaft optimale Energieintensität $E''/(AL)$ höher als sonst und entsprechend ergibt sich dann ein gesamtwirtschaftlicher Effekt auf die Treibhausgasemissionen H , der sich in einem Zwei-Sektoren-Modell ergibt als $H(H', H'')$; für den Fall einer linear-homogenen Emissionsfunktion gilt $H = h'H'(E') + h''H''(E', E'')$, wobei h' und h'' die marginalen Emissionsbeiträge von Atomstrom und der nicht-atomaren Wertschöpfung, inklusive Nicht-Atomstromproduktion - darstellen; der Ausstoß H'' ist eine positive Funktion von E' , da der Verbilligungseffekt von E' zu einer Expansion des Anteils der energieintensiven Produktion führt; der wichtige emissionsmässige Effekt eines künstlich verbilligten Atomstroms liegt in der Realität in einer induzierten Expansion der Produktion von Aluminium, Eisen, Zement und Teilen der Chemieproduktion, die als besonders energieintensiv gelten. Ohne die künstliche Verbilligung des Atomstroms wird der Strompreis um etwa 10% höher sein - kurzfristig wohl auch etwas mehr – und dann expandiert die Produktion der wenig energieintensiven Branchen, während die der energieintensiven sinkt).

Ein Atomkraftwerk steht für eine Reihe möglicher Risiken, die von kleineren Betriebsstörungen bis zu einem denkbaren extremen Unfall mit Kernschmelze und erheblicher Freisetzung der Radioaktivität reichen. Produktion oder Konsum mit erwarteten Unfällen sind

vernünftigerweise zu versichern, wobei man etwa bei der gewerblichen oder privaten PKW-Versicherung an die staatlich vorgeschriebene PKW-Haftpflichtversicherung denken kann. Viele Unternehmen müssen eine Haftpflichtversicherung abschließen, die Frage stellt sich allerdings, wie hoch die staatlich vorgeschriebene Haftpflichtversicherung sein sollte. Aus ordnungspolitischer Euckenscher Sicht ist eine umfassende Haftpflicht der Produzenten ein wichtiges Element einer Marktwirtschaft (EUCKEN, 1952), wobei die jeweilige Versicherungsprämie in die Kostenrechnung bzw. Preiskalkulation eingehen wird. Auf die speziellen Fragen nach dem Umfang der Haftpflichtversicherung von Atomkraftwerken in ausgewählten OECD-Ländern wird noch einzugehen sein.

Spätestens seit der Industriellen Revolution ist die allgegenwärtige Nutzung von Energie für die Menschen unerlässlich. Energie gibt es als Primärenergie (z.B. Gas, Kohle, Geothermie) bzw. als Sekundärenergie – etwa in Form von Strom oder Wärme. Energie wird für die Güterproduktion, den Transport und auch beim Konsum von Gütern und Dienstleistungen genutzt. In vielen Produktionsbereichen ist Energie eine Art Vorprodukt: So wird etwa Strom für den Antrieb von Maschinen und Anlagen eingesetzt, natürlich auch für die Beleuchtung am Arbeitsplatz. In 2008 lag für das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland der durchschnittliche Anteil der Energiekosten an der Bruttowertschöpfung bei 8%, in den energieintensiven Branchen Aluminium, Zement, Eisen & Stahl liegt der Anteil bei gut 50%, 45% bzw. etwa 35%. Auch die Grundstoffchemie, Papier, Nichteisen-Metalle und Glasherstellung weisen Energiekosten von über 20% auf (FRONDEL, 2010); allerdings gehören die energieintensiven Industrien auch zu den besonders innovationsstarken Sektoren in Sachen Steigerung der Energieeffizienz im Zeitablauf: Die Minderung des Energieverbrauchs je Produkteinheit im Zeitraum 1990-2008 erreichte bei Zement und Eisen & Stahl über 80%, bei Papier, NE-Metallen und Glas gut 70%, im Chemiesektor gut 60%. Der Energieeinsatz in Russland und China lag bei der Stahlerzeugung deutlich höher als in Deutschland (in China um den Faktor 2, in Russland um den Faktor 3), so dass Deutschlands Unternehmen in diesem Sektor und bei anderen energieintensiven Sektoren eine starke Innovationsleistung vorzuweisen haben – sicherlich auch getrieben von im Zeitablauf steigenden Energiepreisen und einem harten Preis-, Qualitäts- und Innovationswettbewerb.

Eine gewisse Renaissance der Atomkraftwerke schien seit Beginn des 21. Jahrhunderts durch die zunehmend intensive Debatte über das Problem der Klimaerwärmung und den CO₂-Ausstoß begünstigt zu werden. VOSS (1997, S. 71) hat in einer vergleichenden Analyse der Windenergie, der Photovoltaik, der Steinkohle und der Kernenergie die relevanten Zahlen für SO₂, NO_x, Staub und CO₂ aufgezeigt (siehe Anhang): Wenn bei den genannten Energieträgern vorgelagerte Prozessketten berücksichtigt werden, dann ist die Windenergie beim CO₂-Ausstoß etwa mit der Kernenergie zu vergleichen. Denn zumindest die direkten CO₂-Emissionen des Atomstroms sind relativ gering. Ein wenig sonderbar muten Argumente von Atomstrombefürwortern an, die darauf hinweisen, dass die Herstellung von Atomstrom ja CO₂-freie Produktion von Energie sei – zu welchen Risiken dies geschieht wird aber bei diesem Argument, das auf die Klimaerwärmungsdiskussion abzielt, gerne verschwiegen; und erst recht gilt dies für das Ausmaß der potenziellen negativen externen (Schadens-)Effekte, die aus ordnungspolitischer Sicht in einer Marktwirtschaft eigentlich durch eine entsprechende Haftpflichtversicherung vom jeweiligen Atomkraftbetreiber abzudecken wäre. Eine umfassende Haftpflichtversicherung von Atomkraftwerken aber gibt es nicht; aktualisierte Schätzungen

für einen Super-GAU in Deutschland, die im Weiteren dargelegt werden, bedeuten, dass von den zu erwartenden Schäden kaum 1% des Schadens durch eine Versicherung abgedeckt wird (bezogen auf einen Autofahrer oder eine Autofahrerin hieße dies in einer etwas vereinfachten Betrachtung, das man statt einer Jahresprämie von 1000 € für eine unbegrenzte Haftpflichtversicherung für einen Mittelklassewagen mit 10 € Versicherungsbeitrag auskäme, was indirekt einer PKW-Schattensubvention bzw. einer verdeckten Subventionierung von 990 € entspräche).

Der Energieverbrauch ist je nach Art des Primärenergieträgers mit CO₂-Emissionen verbunden. Als sehr emissionsintensiv gelten Steinkohle und Braunkohle, die beim Verbrennungsprozess in Kraftwerken hohe Emissionen pro Energieeinheit erzeugtem Strom mit sich bringen. Atomstrom hingegen weist geringe direkte CO₂-Emissionen auf, jedenfalls beim Blick auf die direkten Effekte bei der Stromerzeugung. Öl ist der wesentliche Energieträger im Bereich Transport bzw. Mobilität; Elektroautos bzw. Hybrid-Fahrzeuge nehmen seit Beginn des 21. Jahrhunderts allmählich eine wachsende Rolle ein, aber es dürfte einige Jahrzehnte dauern, bis Elektroautos die etablierten Benzin- und Dieselfahrzeuge beim Verkehr dominieren. Die Frage, welche Energieträger für welche Zwecke eingesetzt werden, hängt von Bequemlichkeits- und Sicherheitsfragen ab, aber natürlich auch vom relativen Preis der jeweiligen Energieträger. Der Preis verschiedener Energieträger hängt von den staatlich gesetzten Rahmenbedingungen und der Wettbewerbsintensität auf den Märkten ab. Zu den Rahmenbedingungen gehören die Vorgaben zur Haftpflichtversicherung in der Atomstromerzeugung, wobei in Japan, Deutschland, der Schweiz und einer Reihe anderer Länder die Atomstromerzeugung weitgehend von den Haftungsrisiken freigestellt ist. Ein sogenannter Super-GAU (mit Kernschmelze wie in Fukushima oder beim Tschernobyl-Unfall) ist ein Restrisiko, das versicherungsmäßig nicht abgesichert ist.

Wenn der relative Preis eines Primärenergieträgers im Zeitablauf fällt, dann wird sich der Marktanteil des entsprechenden Energieträgers erhöhen. Von daher sind die jeweiligen Energieerzeugungskosten von großer Bedeutung. Aus ökonomischer Sicht sollte natürlich in den jeweiligen Kostenrechnungen der Unternehmen bzw. der Energieerzeuger alle relevanten Kosten enthalten sein. Das ist allerdings durchaus nicht der Fall, wenn man bedenkt, dass zu den gesellschaftlichen Zusatzkosten bei den Energieträgern – abgesehen von den erneuerbaren Energien – auch die jeweiligen CO₂-Emissionen zählen. Diese Emissionen gelten mit Blick auf das Problem der globalen Klimaerwärmung als unerwünscht, und daher gibt es gesellschaftlich ein besonderes Interesse an erneuerbaren Energien, die kaum CO₂-Emissionen verursachen. Eine wichtige Frage betrifft im Übrigen auch die Höhe der notwendigen Haftpflichtversicherungskosten, die bei verschiedenen Energieträgern bzw. bei der Stromerzeugung unterschiedlich sind. Wenn ein Energieträger von einer umfassenden Haftpflichtversicherung verschont wird, dann wird der Wettbewerb der Energieträger untereinander verzerrt.

Die Wirtschaftspolitik betont bei der Energieversorgung drei Perspektiven:

- Effizienz bzw. Günstigkeit des Energieträgers. Man wünscht sich von Seiten der Energienutzer her preiswürdige Energie, die flexibel und überall eingesetzt werden kann. Hier kommt sicherlich allgemein dem Strom eine große Rolle zu, ohne den weder Unternehmen noch private Haushalte vernünftig funktionieren könnten. Wenn etwa Strom bzw. Energie relativ preiswert ist, dann gibt es Anreize zum Ausbau ener-

gie- bzw. stromintensiver Industrien. So ist etwa die Herstellung von Aluminium aus Bauxit und auch die Herstellung von Stahl relativ energieintensiv. Island konnte daher wegen seines preiswerten Stroms, der auf Geothermie basiert, den Zuzug eines Aluminiumwerkes vermelden.

- Sicherheit im Sinn eines relativ geringen Belieferungsrisikos; hier wird etwa auf Unsicherheiten bei den russischen Gaslieferungen hingewiesen, wobei diese Unsicherheiten im Kern an Streitigkeiten zwischen Russland und der Ukraine beim Thema Gas-Transit hängt. Mit Nordstream wird nun eine direkte Gaspipeline zwischen Russland und Deutschland ab 2012 zur Verfügung stehen. Dennoch hört man auf deutscher Seite nicht selten den Hinweis von Seiten der Politik, dass Deutschland stark von russischen Gaslieferungen abhängig sei. Es ist wohl einerseits vernünftig, für eine gewisse geographische Diversifizierung beim Gas-Bezug zu sorgen, also auch Gas aus Norwegen und den Niederlanden – oder neuen Quellen im Inland – eine gewisse Rolle zu geben und zudem die Option eines Bezuges von Flüssiggas via Tanker zu bedenken. Aber als Land mit wenig eigenen Energieressourcen wird man beim Energiebezug immer eine gewisse Abhängigkeit von Handelspartnern haben. Umgekehrt sind viele Handelspartnern eben auch von deutschen Lieferanten stark abhängig: man denke nur an den Maschinen- und Anlagenbau.
- Umweltverträglichkeit: Hier geht es insbesondere um den CO₂-Ausstoß, der bei den einzelnen Energieträgern recht unterschiedlich ist. Je größer der CO₂-Ausstoß, desto stärker ist der Impuls zur Klimaerwärmung. Von der Deutschen Bundesregierung sind Vorschläge vorgelegt worden, wonach bis 2050 der CO₂-Ausstoß um 80% vermindert werden soll. Die EU will den Anteil erneuerbarer Energien bis 2020 um 20% gegenüber 1990 erhöhen. Die EU-Mitgliedsländer und die Europäische Kommission haben Unterstützung für den Ausbau von intelligenten Stromnetzen signalisiert, durch die eine flexiblere Nutzung von Strom verbrauchenden Geräten im 24h-Zyklus möglich werden soll, aber auch eine bessere Speicherung zeitweise überschüssigen Stroms aus erneuerbaren Energiequellen steht im Fokus – an einem heißen windstarken Tag könnte die Kombination von Strom aus Biomasse, Geothermie bzw. Erdwärme und Wind und Solar in Verbindung mit den Grundlast-Kraftwerken (meist Kohlkraftwerke oder Atomkraftwerke) zu einem Überschussangebot während des Tages führen.

Zu den von Seiten der Politik geförderten Energiearten gehören seit den 90er Jahren die erneuerbaren Energien, zu denen man folgende Energieträger zählt:

- Wind
- Sonne
- Wasser
- Geothermie
- Biogas

Erneuerbare Energien haben den großen Vorteil, dass sie kaum eine CO₂-Emission mit sich bringen. Das ist angesichts des anhaltenden Problems der globalen Erwärmung bzw. der Klima-Problematik ein wichtiger Aspekt. Während etwa Wasserkraftwerke seit Jahrzehnten einen festen Bestandteil des Stromangebotes darstellen, sind Wind, Sonne, Geothermie und Biogas relativ junge Energieträger in der modernen Industriegesellschaft. Natürlich sind Windmühlen – wie man an vielen Orten der Welt sehen kann – historisch alte Energieerzeu-

ger. Moderne Windkraftanlagen sehen allerdings deutlich anders aus als etwa romantische holländische Windmühlen.

Windkraftanlagen mit großer Energieausbeute finden sich in Landstrichen mit starken Winden und natürlich im Meer – nahe der Küste – wo es fast immer erhebliche Winde gibt; mit etwa 4000 Nutzungsstunden pro Jahr kommen Anlagen in Nord- und Ostsee auf ansehnliche Werte, wobei in Deutschland 27 von gut 50 genehmigten Offshore-Anlageprojekten Anfang 2011 aktiviert sind; die in 2008/09 im Zuge der Transatlantischen Bankenkrise (WELFENS, 2009b) eintretenden Finanzierungsprobleme dürften im Jahr 2011 als überwunden gelten. Viele kleinere Windkraftpioniere wurden von großen Energiekonzernen aufgekauft, wobei deutsche Stromkonzerne auch in Großbritannien im küstennahen Windparkgeschäft aktiv sind. Windmühlen erzeugen einen gewissen Lärm und manche Betrachter stören sich auch am Blick auf die in der Landschaft stehenden Windmühlen. Windenergie hat wie die Sonnenenergie den Nachteil, dass sie nicht kontinuierlich zur Verfügung steht. Aber diese beiden Energieformen haben zugleich den Vorteil, dass sie quasi kostenlos von der Natur bereit gestellt werden.

Nachfolgend werden ausgewählte Fragen der Nuklearstromrisiken und der Versicherung von Atomstrommeilern ebenso diskutiert wie die Aspekte eines Super-GAU auf die Staatsfinanzen in der EU – letzteres eine erstmals entwickelte Analyse. Die Wirkung der Struktureffekte des künstlich billigen Atomstroms wird betont, dass nämlich der Anteil energieintensiver Produktion weltweit ansteigt, was die populäre Behauptung, Atomstrom sei klimafreundlich in Zweifel zieht. Mögliche Politikoptionen werden herausgearbeitet.

2. Kosten der Stromerzeugung, Unfallrisiken und Versicherungsfrage

In einer Marktwirtschaft gilt als Leitbild, dass Unternehmen im Wettbewerb eigenverantwortlich handeln und sich in einer Preis- und Qualitätskonkurrenz am Markt zu behaupten versuchen. Die Unternehmen versuchen, die Kosten der Produktion durch den Verkauf von Gütern bzw. Dienstleistungen zu decken. Neben der Konkurrenz der Anbieter am Markt wirkt dabei auch die potenzielle Konkurrenz, sofern die Barrieren des Markteintritts gering sind.

Bei Märkten mit risikobehafteten Produktionsaktivitäten spielen naturgemäß Versicherungsmärkte eine wichtige Rolle. Da der Gleichgewichtspreis im langfristigen Gleichgewicht auf einem Markt die Summe aus reinen Produktionskosten plus Versicherungsprämie widerspiegeln wird, kommt einer effizienten Nutzung von Versicherungsmärkten für eine rationale Produktionsentscheidung bei risikobehafteten Produktionsalternativen eine große Bedeutung zu. Ein Kernproblem bei der Versicherung von Atomkraftwerken betrifft die absolute Höhe eines denkbaren Super-GAU-Schadens – keine private Versicherung der Welt wäre eben bereit, ein Atomkraftwerk gegen einen Super-GAU zu versichern. Es gibt durchaus Möglichkeiten, auch Extremschäden – man denke an einen Hurrikan – abzusichern, wobei neben Versicherungen auch der Verkauf von „Katastrophen-Anleihen“ in Frage kommt. Bei einem bestimmten Auslöser-Indikatorwert, etwa dem Überschreiten einer kritischen Windgrenze, verfällt der Wert der Katastrophenanleihe, was auf eine Teilzahlung vom Kapitalmarkt zur Abfederung des eingetretenen Schadenfalles hinausläuft.

Sofern es keine positiven oder negativen externen Kosten gibt, ergibt sich bei funktionsfähigem Wettbewerb ein Wohlfahrtsoptimum. Problematisch sind jedoch Marktprozesse, die verzerrt werden durch

- negative externe Effekte, wie etwa Emissionen oder Schädigung Dritter in Gegenwart oder Zukunft (ein negativer externer Effekt bezeichnet die Differenz zwischen den gesellschaftlichen Grenzkosten der Produktion und den privaten Grenzkosten der Produktion, also den vom produzierenden Unternehmen auf der Ebene des Managements wahrgenommenen Kosten);
- Barrieren beim Markteintritt oder beim Marktaustritt (Hindernisse beim Marktaustritt bedeuten logischerweise, dass es Probleme beim Markteintritt gibt);
- Beihilfen, die das Ausmaß positiver externer Effekte – etwa im Markt für Innovationsdienstleistungen – übersteigen. Beihilfen, die ohne vernünftige ökonomische Berechtigung gegeben werden, sind eine Verzerrung des Wettbewerbsprozesses, was im Fall handelsfähiger Güter gegebenenfalls durch die EU-Beihilfenaufsicht oder auch die Welthandelsorganisation juristisch aufgearbeitet werden könnte. Als Beihilfen gelten Steuervergünstigungen oder Subventionen an Unternehmen. Aus ökonomischer Sicht als Beihilfen-äquivalent muss jedoch auch die Übernahme von Risiken durch den Staat gelten, sofern sie nicht etwa im Kontext von Innovationen mit entsprechenden positiven externen Effekten entstehen (dann könnten sich Risiken als quasi-negative externe Effekte mit positiven externen Effekten im Grenzfall zu Null saldieren). Ein nachfolgend aufgezeigtes Problem der Atomstromerzeugung besteht nun gerade darin, dass der Staat in massiver Weise Schattensubventionen für die Nuklearenergie leistet bzw. den Steuerzahlern verdeckte Schuldnerpositionen aufbürdet: Das

Restrisiko der Atomstromerzeugung wird der Allgemeinheit aufgebürdet, die Größe dieses sehr erheblichen Risikos bleibt infolge mangelnder Transparenz der Haftpflichtversicherungen unklar und die Atomstromkonzerne reduzieren im Rahmen völlig legaler Rechtskonstruktionen – etwa die Einbringung eines Atomkraftwerkes in eine GmbH – auch noch die Haftungsmasse. Zugleich aber wird behauptet, dass bei einem Atomunfall eine unbegrenzte Haftung des Atomstromkonzerns bestehe, während doch in Wahrheit eine Durchgriffshaftung nur in Höhe von 2,5 Mrd. Euro von der GmbH auf die Muttergesellschaft vorgesehen ist. Das deutsche Atomgesetz sieht vor, dass der Staat für den Fall, dass die 2,5 Mrd. Euro nicht durch die Unternehmen abgesichert sind, deckungsmäßig eintritt; d.h. wenn ein Unternehmen eine Erstversicherung hat und diese bei der deutschen Kernreaktor Versicherungsgemeinschaft (DKVG) in Höhe von 256 Mio. Euro abgesichert hat, dann tritt in bis zur Höhe von 2,5 Mrd. Euro eine Durchgriffshaftung auf die Muttergesellschaft der GmbH ein – eine etwaige Lücke wird dann subsidiär von den Mitgliedsunternehmen, DKVG erbacht, danach haftet der Staat bis zu 2,5 Mrd. Euro. Im Fall schwerer Naturkatastrophen außerordentlichen Charakters werden die Versicherungen jedoch nicht wirksam – ob ein Erdbeben oder eine lange Sommerdürre hier einzuordnen sind, müssten Experten bzw. Gerichte klären. Bei der DKVG ist es merkwürdig, dass es alle Atomkraftwerke unabhängig von den Standortmerkmalen (z.B. Grad der Erdbebengefährdung, Bevölkerungsdichte) zu gleichen Konditionen versichert (es gibt nur eine dreistufige Differenzierung der Tarife nach der Leistungsgröße des Kraftwerks). Nur deshalb können Banken Versorgeraktien von Energieunternehmen mit Atomkraftwerken als Aktien mit geringem Renditerisiko empfehlen, wie dies regelmäßig geschieht. Könnten Geschädigte bei einem Atomunfall auf die Vermögensmasse des Konzerns tatsächlich zugreifen, dann wäre eine Aktie eines entsprechenden Versorgers ja wie ein Katastrophen-Bonds bzw. als potenziell relativ riskante Vermögensanlage einzuordnen.

Betrachten wir nun im nächsten Schritt die Kosten der Stromerzeugung. Diese Kosten setzen sich zusammen aus den Kraftwerkskosten (ca. 5-6 Cent/kWh; hier inklusive Marketing- und Versicherungskosten), den Netznutzungskosten (Hochspannungsnetz, Mittelspannungsnetz, Niederspannungsnetz 4-5 Cent/kWh), Messkosten (ca. 1 Cent/kWh) und politisch motivierte Kosten (Konzessionsabgabe von knapp 2 Cent/kWh, die in Deutschland den Gemeinden als eine Art Preis für die Nutzung von Wegerechten zufließt; Öko-Steuern und ähnliche Abgaben von etwa 3 Cent/kWh und im Fall der privaten Haushalte die Mehrwertsteuer - ca. 3 Cent/kWh), was zusammen mit den Abgaben im Kontext des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes auf einen Preis für private Haushalte von etwa 23 Cent/kWh in 2010 hinausläuft. Diese Kostenaufstellung basiert auf den Angaben von WAGNER (2007, S. 122), wobei dessen auf 2006 bezogenen Werte für einen Haushalt mit mittlerem Verbrauch von 4000 kWh hier für 2010 aktualisiert wurden.

Nach Angaben der Bundesnetzagentur setzte sich der Strompreis in 2010 für private Haushalte mit einem Jahresverbrauch von 3500 kWh wie folgt zusammen:

- Kosten für die Strombeschaffung und für den Vertrieb, inklusive Marge: 34,6%
- Kosten für Netznutzungsentgelte: 21,4%
- Staatliche Abgaben, nämlich Konzessionsabgabe Umlage nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG): 15,9%

- Steuern: Mehrwertsteuer, Stromsteuer: 25,7%
- Messung, Messstellenbetrieb und Abrechnung: 3,4%.

Die politischen Kosten betragen also 41,2% des Gesamtpreises. Dabei ist unklar, ob diese Kostenbestandteile ökonomisch sinnvoll begründet werden können.

Die Bundesnetzagentur ist von der Aufsichtsfunktion her zuständig für einen Teil der Gesamtstromkosten, nämlich für die Kosten des Stromtransports über Stromnetze. Hier geht es aus Sicht der Bundesnetzagentur im wesentlichen darum, diskriminierungsfreien Zugang zum Stromnetz zu ermöglichen und für Wettbewerb zu sorgen; Wettbewerb im Stromnetzmarkt sollte dazu führen, dass die Preise der Netznutzung sich im wesentlichen an den langfristigen Durchschnittskosten orientieren. Bei den teilweise noch vertikal integrierten großen Stromkonzernen in Deutschland – sie haben Produktion, Transport und Verteilung in einigen Regionen in einer Hand – besteht natürlich ein grundsätzliches Problem: Dass nämlich ein integrierter Betreiber nicht ohne weiteres preiswerte Drittanbieter zu kostenbasierten Nutzungspreisen auf sein Netz lassen wird. Bekannt ist der Fall eines Tankstellennetzes, wo der Ölkonzern als Eigner des Tankstellennetzes in der Schweiz preiswert Strom einkaufen wollte, dann aber feststellen musste, dass die hohen Nutzungspreise, die die großen Stromkonzerne verlangten, das scheinbar so gute Geschäft nicht länger rentabel machten. Der Gesetzgeber in Deutschland bzw. die Europäische Kommission haben Vorgaben für eine organisatorische Trennung von Stromerzeugung und Stromnetzbetrieb gemacht. Seitens der Kommission gibt es auch Druck, dass Stromkonzerne ihr Netz veräußern, damit stärkerer Wettbewerb entsteht.

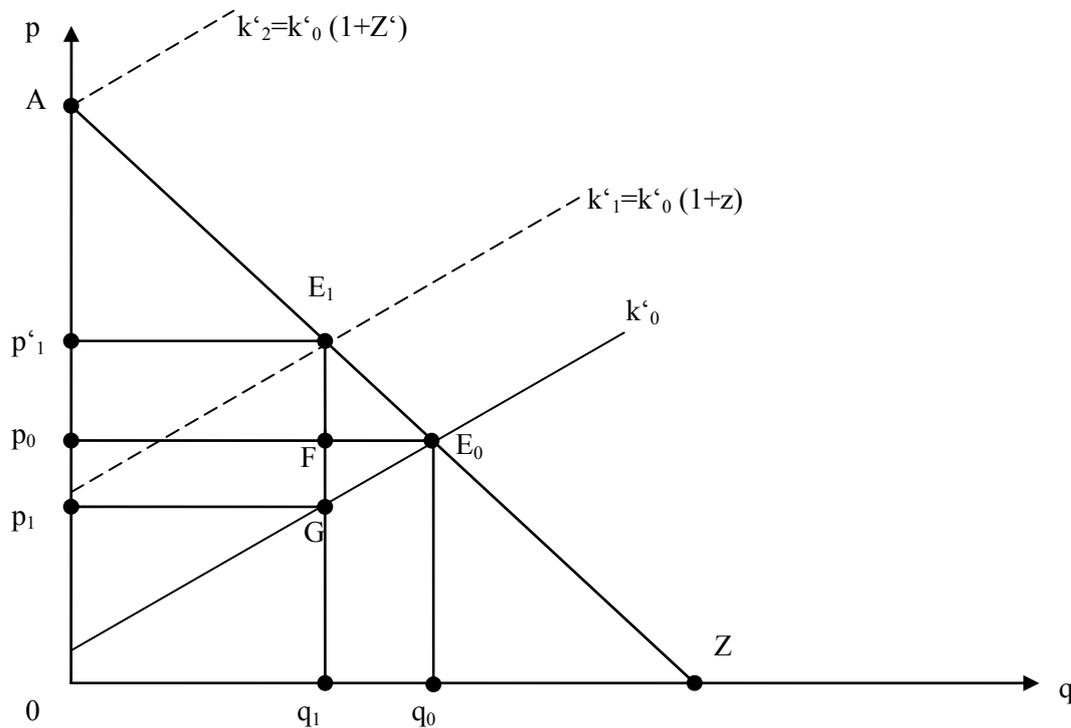
Für die Unternehmen, die Strom beziehen, sind die Preise geringer als bei den privaten Haushalten, da die Unternehmen eine größere Einkaufsmacht haben als einzelne Haushalte und weil die Einkaufsmengen größer sind – und weil ein größerer Transportkostenanteil auf Hochspannungsleitungen entfällt (im Hochspannungsnetz sind Kosten von kaum 1 Cent/kWh fällig, im Niederspannungsnetz 4-5 Cent/kWh); ein Teil der politischen Abgaben ist zudem gedeckelt.

Die Strompreisbildung für Unternehmen erfolgt auf Basis der Kassa- und Terminkurse für Strom an der Strombörse, wobei in der Regel langfristige Einkaufsverträge gelten – aktuelle Änderungen des Preises an der Strombörse schlagen also erst mit Verzögerung auf die Unternehmen durch. Bemerkenswert ist schließlich noch, dass in der EU die Stromerzeuger je nach Energieträger bzw. dessen CO₂-Gehalt Emissionszertifikate erwerben und halten müssen, so dass in Höhe des CO₂-Preises – typischerweise zwischen 0 und 25 € pro Tonne CO₂ – noch ein Kostenzuschlag beim Strom fällig wird (bei einem Überschussangebot von Strom an der Strombörse kann im Übrigen kurzfristig auch ein negativer Strompreis zustande kommen).

Neben den direkten Kosten der Stromerzeugung, die nur einige Cent pro kWh betragen, gibt es bei Atomstrom zusätzliche Kosten, wie etwa für den späteren Rückbau von Atomkraftwerken – hierfür werden Rückstellungen gebildet. Zudem gibt es „Risikokosten“, die sich aus den Risiken des Betriebes eines Atommeilers ergeben. Diese Risikokosten beinhalten entsprechende Aufwendungen für Versicherungskosten. Soweit eine unvollständige Haftpflicht besteht – also dem Staat die Restrisiken quasi versicherungsmäßig angelastet werden –, gibt es negative externe Effekte der Produktion: Der Atomstrom wird dann im Marktgleichgewicht zu einem zu günstigen Preis angeboten und verkauft, wobei seit Jahrzehnten die Haftungsrisi-

ken – gemessen an einem Super-Gau (größtmöglicher Störfall) – zu weniger als 1/1000 versichert sind. Das läuft auf erhebliche verdeckte Schattensubventionen für Atomstrom hinaus.

Bei unvollständiger Haftpflichtversicherung stellt sich die Situation wie folgt dar: Die private Grenzkostenkurve im Atomstromsektor ist k'_0 (Abb.1), die soziale Grenzkostenkurve aber liegt höher; wenn der Zuschlagsfaktor z beträgt (k'_1), ergibt sich in der nachfolgenden Abbildung statt der Marktlösung E_0 und der Menge q_0 bzw. des Preises p_0 eine geringere optimale Menge, die q_1 beträgt und den über eine Pigou-Steuer realisierbaren Schnittpunkt E_1 widerspiegelt: Indem der Staat einen Steuersatz in Höhe der externen Effekte den Produzenten aufbürdet, wird die Grenzkostenkurve nach oben verschoben und man kann die optimale Produktionsmenge realisieren. Der Brutto-Preis beträgt p'_1 , der den Unternehmen verbleibende Nettopreis ist p_1 , der Steuersatz entspricht der Strecke E_1G . Wenn die externen Effekte sehr groß sind, was gegenüber den privaten Grenzkosten auf einen erhöhten Zuschlagsfaktor Z' hinausläuft, dann kann die soziale Grenzkostenkurve so weit oberhalb der privaten Grenzkostenkurve k'_0 liegen, dass die optimale Produktionsmenge von Atomstrom 0 ist; wenn die negativen externen Effekte tatsächlich so groß sind, dann ist eine marktwirtschaftlich und wohlfahrtsökonomisch vernünftige Lösung eine Produktionsmenge von 0. Das schließt im Übrigen keineswegs aus, dass bei veränderter Technologie der Stromerzeugung – mit geringeren externen Effekten – in der fernen Zukunft Atomstrom wieder marktfähig wird. Wie hoch die externen Effekte der Atomstromerzeugung sind, ist umstritten. Aber die Erfahrungen aus den Havarien in Tschernobyl und Fukushima einerseits und theoretische Berechnungen andererseits geben hier klare Hinweise. Da Atomstrom im Wettbewerb mit anderen Energieträgern bei der Stromproduktion steht, ist eine Situation mit politisch zu gering festgesetzten Mindesthaftpflichtversicherung für Atomstrom letztlich eine Wettbewerbsverzerrung zulasten von Gas, Öl und Kohle einerseits und erneuerbaren Energien andererseits. Wenn man die künstliche Verbilligung von Atomstrom abschafft, so könnte man die Einspeisevergütung für erneuerbare Energieträger massiv reduzieren und hätte damit die Basis für eine Einkommenssteuersenkung. Bei einer Einspeisevergütung von rund 13 Mrd. € in 2010 in Deutschland könnte man nach Auslaufen der entsprechenden Regelungen immerhin mehr als 0,5 Prozentpunkte des Bruttoinlandsproduktes an die Steuerzahler/innen zurückgeben und bei einem hier vermuteten Multiplikatoreffekt von 1,5 wird diese den negativen Realeinkommenseffekt der Stilllegung mehrerer Atomkraftwerke zumindest teilweise aufwiegen: Gesamtwirtschaftlich könnte dies mit Blick auf die Realeinkommensentwicklung den Effekt erhöhter Strompreise (bei voller Haftpflichtversicherung der Atomkraftwerke) ggf. mehr als kompensieren.

Abbildung 1: Internalisierung externer Effekte

Betrachtet man die Berechnungen für neue Kraftwerke bei verschiedenen Energieträgern, dann zeigen die Berechnungen von WISSEL ET AL. (2008), dass Atomstrom am preisgünstigsten ist; dabei wird allerdings von einem Fortbestehen der bislang völlig unzureichenden Haftpflichtversicherungen für Atommeiler ausgegangen: Die Zahlenangaben der Autoren (siehe Anhang 5) sind von daher nur mit großem Vorbehalt zu verwenden. Zu beachten ist im Übrigen die Aussage der Autoren zur Relevanz der CO₂-Emissionszertifikatspreise für die Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Energieträger (WISSEL ET AL, 2008, S. 30):

„Die mit Berechtigungen zur CO₂-Emission verknüpften CO₂-Emissionszertifikate haben eine starke Kostenprogression für die fossilen Kraftwerke zur Folge. Bereits bei einem Zertifikatspreis von 8 €/t CO₂ stellt die Kernenergie die Stromerzeugungsoption mit den geringsten Stromgestehungskosten (35 €/MWh) dar. Ab einem CO₂-Zertifikatspreis von rund 22 €/t CO₂ ist die Stromerzeugung auf Basis von Erdgas kostengünstiger als Braunkohle und Steinkohle.

Die in Entwicklung befindlichen CCS-Kraftwerke werden Strom zu deutlich höheren Kosten erzeugen. Aufgrund des für Vergasung, Gasaufbereitung und Abtrennung erforderlichen zusätzlichen Aufwands erhöhen sich die Kapital- und Betriebskosten sowie wegen des geringeren Wirkungsgrades die Brennstoffkosten der CCS-Kraftwerke gegenüber herkömmlichen fossilen Kraftwerken. Dieser Kostenzuwachs ist mit 43 bis 49 % je nach Energieträger erheblich. Entscheidend für die Kostenunterschiede zwischen CCS- und herkömmlichen fossilen Kraftwerken sind die Zertifikatspreise. So ist die CCS-Technik bei niedrigen Zertifikatspreisen von 8 €/t CO₂ nicht wettbewerbsfähig, wohl aber bei höheren Zertifikatspreisen als 19 €/t CO₂ (Braunkohle) bzw. 28 €/t CO (Steinkohle).“

Wie man sieht, hat die Höhe des CO₂-Emissionszertifikatepreises einen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit bestimmter fossiler Energieträger. Die Berechnungen von WISSEL ET AL. (2008) sind allerdings insgesamt insofern zweifelhaft, als dass sie als Preisbasis die bisherige viel zu geringe Haftpflichtversicherung der Atomkraftwerke als Berechnungsbasis haben. Das mögliche Gegenargument, dass Atomstromkonzerne aus ihrem Vermögenswert heraus für Schäden ja unbegrenzt haften – jedenfalls in Japan, Deutschland und der Schweiz – muss vor dem Hintergrund bekannter Zusammenhänge verworfen werden: Ein schwerer Atomunfall wie in Fukushima (ganz zu schweigen von einem Super-GAU) bedeutet, dass das Vermögen des Atomstromkonzern massiv physisch beschädigt wird – der Kapitalbestand schmilzt und typischerweise sind die Sachversicherungen von Atomkonzernen ebenfalls recht bescheiden – und zugleich wird an der Börse eine Abwertung im Kursniveau erfolgen. Die angebliche unbeschränkte Haftung der Atomstromkonzerne via eigener Vermögenswerte ist weitestgehend eine Fiktion auf Papier. Investoren in Atomstromkonzernen sollte im Übrigen das Fukushima-Unglück zu denken geben, was Investitionen angeht.

Sofern Atommeiler in Deutschland bzw. weltweit vom Netz genommen werden, ist davon auszugehen, dass in der Stromwirtschaft die Nachfrage nach CO₂-Emissionzertifikaten steigt; sofern sich EU-weit bzw. weltweit der Zertifikatpreis deutlich erhöht, ist die Verstromung von Kohle mit CO₂-Abscheidung rentabel. Dabei bleibt allerdings umstritten, ob es einen gesellschaftlichen Konsens in Sachen Akzeptanz von CO₂-Abscheidungsprojekten gibt und als wie sicher solche Anlagen gelten können. Hier wird man erst nach Pilotversuchen eine genauere Einschätzung geben können. Besser als CO₂-Abscheidung wäre eine Nutzung von CO₂ als Rohstoff für die Produktion nützlicher Stoffe und Produkte – hier ist die Innovationspolitik mit entsprechenden Förderanreizen für Forschung und Entwicklung gefragt.

Bedeutung externer Effekte bzw. Höhe von Super-GAU-Schadenskosten

Dem Tschernobyl-Bericht der Internationalen Energieagentur (IAEA, 2006, S. 33) ist zu entnehmen, dass die Ukraine fast zwei Jahrzehnte lang 6-8% der Staatsausgaben für die Bewältigung der Folgen von Tschernobyl aufwenden musste und dass die Regierung von Weißrussland mit Ausgaben des Tschernobyl-Unglücks – über 30 Jahre gerechnet – von 234 Mrd. \$ rechnet. Das Unglück im Atomkraftwerk Tschernobyl im Jahr 1986 war nicht nur ein größter anzunehmender Unfall (GAU), sondern ein sogenannter Super-GAU, bei dem die Kernschmelze auftrat, für die Kernkraftwerke der ersten und zweiten Generation nicht ausgelegt sind. Kernkraftwerke der dritten Generation, die in Finnland und Frankreich in 2010/11 im Bau waren, können zwar das Eindringen eines geschmolzenen Reaktorkerns ins Erdinnere bei einem schweren Störfall verhindern; aber auch hier bleibt das Risiko, dass im Fall von Erdbeben bzw. der notwendigen Heranführung von Kühlwasser auf Wegen außerhalb des normalen Kühlkreislaufs eine radioaktive Verseuchung in erheblichem Maße stattfinden kann. Da mit dem Einbauen eines Auffangbeckens für eine Kernschmelze die Reaktorbauposten stark ansteigen, kann eine Wirtschaftlichkeit nur über eine noch größere Leistungsdimensionierung des Kernkraftwerks erreicht werden – die Baukosten steigen auf etwa 6-10 Mrd. € an, die Masse des im Reaktorkern genutzten spaltbaren Materials erhöht sich und damit steigt vermutlich am Ende gar das Risiko eines Super-GAUS an: In einem ungünstigen Fall eines Lecks in der Anlage, könnte dann sogar mehr Radioaktivität in die Umwelt gelangen als bei einem Reaktorunglück in einem Kernkraftwerk der zweiten Generation.

Da ein Super-GAU schwere Schäden für Hunderte, ja Tausende von Jahren anrichten kann, ist die Nutzung von Atomstrom nur unter sehr speziellen Bedingungen zu verantworten und in jedem Fall stellt sich die Frage, ob Atomstrom ein Beitrag zur Nachhaltigkeit ist. Betrachtet man die potenziellen Gefahren der Atomstromerzeugung bzw. den Fukushima-Unfall, dann wird man Atomstrom als nicht mit Nachhaltigkeit vereinbar einordnen wollen. Die Gegenposition bilden praktisch die erneuerbaren Energien, wobei der Anteil der erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung von besonderer Bedeutung ist – dieser Anteil ist im EIIW-vita-Nachhaltigkeitsindikator eine der verwendeten drei Elemente zur Abschätzung von Nachhaltigkeit von Ländern und der Weltwirtschaft insgesamt (hinzu kommen die beiden Indikatoren echte Sparquote – gemäß Weltbank-Konzept – und die relative Wettbewerbsposition bei umweltfreundlichen Produkten; siehe Anhang).

Nach Angaben von Nuklearexperten ist die Wahrscheinlichkeit für einen sehr schweren Störfall in einem Atomkraftwerk sehr gering: mit einem solchen Störfall in 100 000 Jahren sei zu rechnen, so eine Standardantwort. Wahrscheinlichkeitstheoretisch betrachtet schließt dies weder aus, dass ein solcher Störfall im nächsten Jahr oder im Jahr 100 000 in der Zukunft passiert oder auch gar nicht in diesem Zeitraum. Diese behauptete Wahrscheinlichkeit für einen Super-GAU bzw. einen sehr schweren Störfall ist nicht ohne weiteres für Normalbürger zu verstehen. Umso anschaulicher ist die Wirklichkeit, denn hier gab es mit der Beinahe-Kernschmelze 1979 im US-Reaktor Three Mile Island bei Harrisburg einen gewichtigen Störfall, gefolgt von dem Super-GAU in Tschernobyl in der Sowjetunion in 1986 und von dem schweren Störfall Fukushima in Japan im Jahr 2011. Die Atommeiler und Abklingbecken des Stromkonzerns Tokyo Electric Power Company (Tepco), der die Anlage in Fukushima betreibt, haben zu gravierenden Schäden geführt:

- Die Atomanlage Fukushima selbst ist größtenteils zerstört; 6-8 Mrd. € Schaden am Kraftwerk sind wohl festzustellen.
- Es gibt atomaren Verstrahlungen bei Arbeitern von Tepco und vermutlich auch von Rettungskräften bzw. Feuerwehrleuten, die am Einsatzort tätig waren; auch kam es zu einer radioaktiven Belastung beim Trinkwasser in angrenzenden Regionen; in Tokio wurde zu Ende der zweiten Woche nach der Havarie Eltern abgeraten, Leitungswasser Kleinkindern oder Babys zu geben, da das Wasser erhöhte Grenzwerte aufwies, die als schädlich für kleine Kinder gelten müssen.
- Eine Region von 30 km um die Atomkraftanlage wurde geräumt – die Menschen wurden in Notunterkünften der weiteren Region untergebracht, die Produktion in der geräumten Region kam zum Erliegen. Etwa 1300 Quadratkilometer sind, so die Einschätzung zwei Wochen nach dem Unglück, wegen der Atomhavarie nicht nutzbar, bei einem geschätzten Quadratmeterpreis von 1000 € ist allein der Bodenschaden bei 1 Mrd. €. Die US-Atomenergiebehörde hat verlauten lassen, dass nicht ein Evakuierungsradius von 20 km, sondern von 80 km dem Schadensfall in Fukushima angemessen sei.
- Der Landwirtschaft der Region Fukushima drohen erhebliche Einnahmeausfälle, wobei Tepco bereits Entschädigungen für die Landwirte versprochen hat. Japans Lebensmittelexporte werden fallen und überhaupt könnte der Atomunfall mittelfristig zu einer Nahrungsmittelkrise in Japan führen. Denn wenn mit Blick auf Kleinkinder und Babys die Behörden die Menschen in Japan von der Nutzung des Leitungswassers für Trink- und Kochzwecke warnen, dann wird ein allmählich zunehmendes Misstrauen

im Umfeld allmählich steigender Belastungswerte dazu führen, dass die Menschen in Tokyo und auch einigen anderen Großstädten kaum noch Trinkwasser aus der Leitung nutzen und beim denkbaren Verzehr jeder Art von Frischgemüse oder Obst misstrauisch sein werden.

- Da im Zuge der Kühlung der Fukushima-Reaktoren relativ unkontrolliert von Einsatzkräften Meerwasser genutzt wurde und dieses Kühl-Meerwasser und andere Wassermassen ins nahe Meer zurückgeleitet wurden bzw. dorthin flossen, kommt es zu einer Verseuchung der nahen Meeresregion und damit zur radioaktiven Kontamination von Fischen. Dies führt wiederum zu einer allgemeinen Verunsicherung bei den Verbrauchern in Japan, die normalerweise regelmäßig Fisch essen; viele Meeresprodukte gelten in Japan als Bestandteil der alltäglichen Küche. Hier ist dann die Existenz der Fischer bedroht. Ebenso gilt dies für Fischhändler und viele an der Fischindustrie hängende Jobs.
- Schon in der zweiten Woche musste Tepco bei japanischen Großbanken um Sonderkredite von 17 Mrd. Euro bzw. zwei Bill. Yen nachsuchen. Denn die Kosten bei dem Versuch zur Eindämmung der Radioaktivität des Unglücksreaktors bzw. die Maßnahmen zur Begrenzung einer radioaktiven Verseuchung der Umwelt sind hoch, ganz zu schweigen von anstehenden Entschädigungszahlungen für Landwirte und Einwohner der Fukushima-Region. In der vierten Woche hat die Regierung Japans schließlich erklärt, dass die Klassifizierung des Atomunfalls von der bisherigen Stufe 5 auf die höchste internationale Klassifizierungsstufe 7 – das entspricht dem Tschernobyl-Unglück – angehoben werden muss.

Die Kosten der Atomhavarie von Tschernobyl werden von der Internationalen Atomenergiebehörde IAEA auf etwa 85 Mrd. \$ angesetzt. Die wahren Kosten dürften weit darüber liegen. Es gibt Schätzungen von Seiten der Ukraine und Weißrusslands, wonach der Schaden aus dem Tschernobyl-Reaktorunglück – über 30 Jahre gerechnet - bei etwa 235 Mrd. \$ liegt. Allein die notwendige Neuerrichtung des Sarkophags über dem Unglücksreaktor wird etwa 1,5 Mrd. € kosten; der erste Beton-Sarkophag ist nach 25 Jahren instabil bzw. porös geworden. Der Sarkophag soll die Umgebung des Unglücksmeilers für gut 100 Jahre vor dem Austreten von hoher bzw. gefährlicher radioaktiver Strahlung schützen. Es besteht jedenfalls kein Zweifel, dass die Kosten der Havarie beim Atomkraftwerk Fukushima sehr hoch sein werden. Diese Kosten werden sicherlich weit über den 2 Mrd. SFR liegen, die in der Schweiz als Haftpflichtversicherung beim Atomkraftwerken gelten und auch weit über den 2,5 Mrd. €, die in Deutschland gelten. Der von Betreibern von nuklearen Anlagen zu hörende Satz, dass Geschädigte auf die unbegrenzte Haftung des Nuklearunternehmens setzen können, ist irreführend und weitgehend eine Illusion auf Papier. Denn maximal könnten Geschädigte ja auf den Börsenwert des Atomstromunternehmens zugreifen – der Börsenwert des entsprechenden Unternehmens wird aber im Fall eines schweren Unfalls mit Kernschmelze massiv einbrechen. Von daher ist es nicht ohne weiteres nachvollziehbar, dass bei der Fukushima-Havarie der Staat die Vermögenswerte des Unternehmens nicht unter Zwangsverwaltung stellt; vielmehr wurden Aktien des Unternehmens – bei auf etwa $\frac{1}{4}$ des Kurses unmittelbar vor der Havarie gefallenem Aktienpreis – auch in den Wochen nach der Havarie von Fukushima an den Börsen gehandelt.

Zu den externen Kosten bzw. Risiken der Atomstromerzeugung wurde 1992 eine wissenschaftliche Studie von Prof. Dr. Hans-Jürgen Ewers und Klaus Rennings (Universität Müns-

ter) vorgelegt, die für Prognos bzw. das Bundesministerium für Wirtschaft erstellt wurde: „Abschätzung der Schäden durch einen sogenannten Super-GAU“ (EWERS/RENNING, 1992). Die von den Autoren ermittelte Schadensabschätzung für einen Super-GAU, die nur einen Teil der möglichen Gesamtschäden berücksichtigte, wurde mit 10 700 Mrd. DM oder etwa 5000 Mrd. € angesetzt; davon ausgehend, dass ein solcher Schaden einmal in 1666 Jahren zu erwarten ist, ergibt sich der jährliche Schadenserwartungswert bei 6,42 Mrd. DM bzw. 4,3 Pfennige je kWh Atomstrom; dabei haben die Autoren die Willingness-to-Pay-Methode und die Willingness-to-Accept-Methode bei der Bewertung der Gesundheitsrisiken herangezogen sowie indirekte Methoden wie die Humankapitalmethode und die Hedonistische Preisanalyse. Als Super-GAU wird der Fall eines Kernschmelzunfalls in der Definition der Gesellschaft für Reaktorsicherheit betrachtet, bei dem größere Mengen an radioaktiven Stoffen freigesetzt werden, da der Brennstoff stark aufgeheizt wird und eine Schmelze eintritt (GRS, 1989). Um eine entsprechende Haftpflichtversicherung zu erhalten, für die es im Rückversicherungsmarkt keine Rückversicherungspolice gibt, ist nach SAUER (1991) von einer Versicherungsprämie von 1 DM - etwa 0,5 Euro - pro kWh Strom bei einer Haftungsabdeckung über private Versicherungen auszugehen. Bezogen auf 2010 dürfte eine untere Schätzgrenze bei 20-30 Cent pro kWh Atomstrom anzusetzen sein (600 Mrd. kWh war die Gesamtproduktion an Elektrizität im Jahr 2010 in Deutschland). Damit wären die wahren Kosten des Atomstroms für den Endverbraucher in Industrie und Haushalten zwei- bis dreifach so hoch wie die nackten Atomstromkosten, die sich ohne volle Haftpflichtversicherung ergeben. Atomstrom wäre damit gegenüber Windkraftwerken kaum konkurrenzfähig. Selbst wenn man nicht auf den extremen Fall eines Super-GAUS abstellt, sondern nur einen schweren Störfall wie Fukushima betrachtet, dann dürfte die Schadensrechnung bei etwa 100 Mrd. bis 250 Mrd. € liegen. Wenn man 2,5 Mrd. € als Haftpflichtversicherung nimmt, so wird hier nur 1/40 bis 1/100 des tatsächlichen Schadens abgesichert.

Die Erfahrungen aus dem Atom-Unfall in Tschernobyl zeigen, dass selbst eine sehr kleine Menge etwa an Caesium oder Jod eine sehr große Fläche langfristig kontaminieren kann (PFEIFER, 1991). Das Risiko R eines Unfalls ermittelt man grundsätzlich durch die Formel $R = \text{Eintrittswahrscheinlichkeit } p \text{ multipliziert mit der erwarteten bzw. durchschnittlichen Größe des Schadens } S$. Für die Festlegung eines Versicherungstarifs ist das Risiko R die Kalkulationsbasis. Hierzu kommt ein Sicherheitszuschlag, der umso kleiner ist, je größer die Zahl der zu versicherten Fälle ist – da bei Atommeilern die Zahl mit 17 Meilern in Deutschland bzw. 104 Meilern in den USA und etwa 400 Meilern weltweit sehr überschaubar ist, ist ein gewisser Sicherheitszuschlag notwendig. Wenn man – wie in der EWERS-RENNING-Studie von einem Super-GAU alle 1.700 Jahre und (wie hier begründet) von einer Schadenshöhe von 6.000 Milliarden Euro ausgeht, so ergibt sich für einen einzelnen Meiler ein erwartetes Risiko von 3,5 Milliarden Euro $[(1/1700) * 6000 \text{ Mrd. €}]$. Wenn man jedoch – bei etwas skeptischer Betrachtung - von einer größeren Super-GAU-Schadenswahrscheinlichkeit von 0,01 ausgeht (1 Unfall in 100 Jahren), dann ergibt sich der Risikowert von 60 Milliarden Euro je AKW; bei einem Sicherheitszuschlag von 100% ist demnach eine Versicherungsprämie von 120 Milliarden € je AKW und Jahr erforderlich (setzt man die Wahrscheinlichkeit für einen Super-GAU alternativ mit 1/10 000 an, dann ist die notwendige Versicherungsprämie bei 1,2 Mrd. € je Atommeiler, was etwa das Vierfache des Umsatzes eines Atommeilers in Deutschland - ohne die bisherige nicht nennenswerte Haftpflicht - ist). Bei 17 Atommeilern ergibt sich demnach eine Versicherungssumme von 2040 Mrd. €. Rechnet man für 2009 mit 512 Milliar-

den kWh an Stromerzeugung und einem Anteil an Atomstrom von 23%, dann ergibt sich auf Basis der hypothetischen jährlichen Versicherungsprämie von 2.040 Milliarden € in Deutschland. Die reinen Versicherungskosten für Atomstrom liegen bei 17 Euro pro kWh. Dieser Betrag würde sich in etwa halbieren, wenn der Staat erklärt, dass er die Hälfte des Schadens grundsätzlich übernehmen will. Setzt man die Wahrscheinlichkeit für einen Super-GAU mit 1/17 000 Jahre an, so ergeben sich immer noch Atomstromkosten von 1,7 € pro kWh. Wenn man auf den Sicherheitszuschlag verzichten wollte, liegt man bei 0,85 € pro kWh, so dass sich selbst unter sehr günstigen Annahmen für die Atomstrombranche das Verhältnis von Versicherungskosten zu den gesamten Produktionskosten im AKW (0,03 € pro kWh + 0,85 €/kWh = 0,88 €/kWh Atomstrom) auf 96,6% beläuft. Es gibt keinerlei ökonomische Rechtfertigung dafür, dass der Staat gewaltige negative externe Effekte – hier verstanden als Erwartungswert – nicht internalisiert; bei Nicht-Internalisierung kommt es dann zu außerordentlich großen Allokationsverzerrungen im Sinn einer Verzerrung des Wettbewerbs zwischen Energieträgern (zulasten der regenerativen Energien wie von Kohle und Gas, zugunsten von Atomstrom) und zu sehr großen erwarteten Wohlstandsverlusten. Es ist Aufgabe jeder vernünftigen Regierung Schaden vom Volk bzw. von der Wirtschaft abzuwenden und daher ist eine umfassendere Haftpflichtvorgabe für Atomstrombetreiber unabdingbar.

Wenn aber die Kosten einer hypothetischen Versicherung schon höher als der Marktwert des produzierten Atomstroms – auf Basis des Markträumungspreises für Strom berechnet – ist, dann sollte man aus ökonomischer Sicht den Bau von Atomkraftwerken unterlassen: Denn hier findet ja keine Wertschöpfung statt und es ergeben sich auch keine Unternehmensgewinne, sondern nur Verluste; entsprechend fände sich bei korrekter Wirtschaftsrechnung (auf Basis der gesellschaftlichen Kosten der Atomstromproduktion) auch kein rationaler Investor, der bei Berücksichtigung des risikoadjustierten Wertes der Atomstromproduktion einen Atommeiler bauen wollte. Die Atomstromwirtschaft in den OECD-Ländern ist ökonomisch betrachtet wie die sowjetische Zentralverwaltungswirtschaft, wo der zu Weltmarktpreisen bewertete Wert aller in der Produktion genutzten Energie- und Rohstoffe geringer als der Wert des Bruttoinlandsproduktes bzw. der „Wertschöpfung“ war.

Im Übrigen ist zu beachten, dass sich in der Realität auch keine private Versicherungslösung für Atomkraftwerke – jenseits einer minimalen Haftung – ergeben hat. Wenn man auf eine Kombination von Versicherungslösung mit Katastrophenbonds setzen wollte, dann ist zu beachten, dass das Jahresvolumen an Katastrophenbonds (cat bonds) nur bei etwa 15-20 Mrd. € liegt; im Wesentlichen sind die cat bonds bislang auf die Absicherung gegen Hurrican- und Erdbebenschäden gerichtet.

Es bleibt damit festzustellen, dass Atomstrom nicht einmal gegenüber unsubventioniertem Solarstrom wettbewerbsfähig ist. Denn dessen Kosten liegen bei etwa 40 Cent/kWh. Eine vernünftige Haftpflichtversicherung für Atomstromerzeugung bedeutet also, dass – abhängig von der gemachten Annahme zur Wahrscheinlichkeit eines Super-GAUs - die Kosten des Atomstroms also 1-200 mal so hoch sind wie bei unsubventioniertem Solarstrom. Die Situation in Deutschland mit einer Haftpflichtversicherung von 2,5 Mrd. € steht für eine paradoxe Situation: Atomstromerzeugung bei Anlastung des sogenannten Restrisikos auf die Steuerzahler bedeutet künstliche massive Verbilligung des Stroms; und es bedeutet faktisch Privatisierung der Gewinne, Sozialisierung der Verluste.

Im Übrigen müsste man bei einer Kalkulation der volkswirtschaftlichen Kosten die kumulierte Forschungsförderung von Bund und Ländern zu wesentlichen Teilen im Preis einrechnen. Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass jenseits von Versicherungslösungen – sofern überhaupt ein Markt hierfür existiert – die Möglichkeit bestünde, über die Ausgabe von Katastrophenbonds für Atommeiler eine gewisse Risikoabdeckung zu erreichen. Der Kapitalmarkt ist wesentlich größer als der Versicherungsmarkt. Der Gesetzgeber sollte vernünftigerweise verlangen, dass ein viel umfassenderer Versicherungsschutz als bisher von den Atomstromherstellern in Zukunft realisiert wird.

Die Frage der Versicherung von Kernkraftwerken umfasst in einer kritischen Betrachtung mehrere Aspekte, von denen drei besonders wichtig sind:

- Eine Kernschmelze in einem Nuklearreaktor gilt aus wahrscheinlichkeitstheoretischen Überlegungen heraus als sehr seltenes Ereignis. Eine übliche Betrachtung wäre – etwas vereinfacht (JAEGER, 2011) – etwa so, dass man die Wahrscheinlichkeit eines schweren Erdbebens betrachtet und diese beispielsweise mit 1/100 ansetzt; einmal in 100 Jahren kommt ein schweres Erdbeben am Standort eines Atomkraftwerkes vor; die Wahrscheinlichkeit für einen Tsunami beträgt ebenfalls 1/100, die Wahrscheinlichkeit einer Kernschmelze ebenfalls 1/100. Daher beträgt dann die Wahrscheinlichkeit für das gleichzeitige Auftreten von Erdbeben, Tsunami und Kernschmelze 1/1000000, so dass in einer Million Jahren einmal ein solches Dreierunglück zu erwarten wäre. Diese Wahrscheinlichkeitsangabe ist aber natürlich falsch, wenn die drei Ereignisse nicht – wie hier zunächst unterstellt – unabhängig voneinander sind. Vielmehr sorgte ja in Fukushima das Erdbeben, durch das das Nuklearkraftwerk beschädigt wurde, für einen anschließenden Tsunami, der dann wichtige Sicherheitssysteme bzw. Notstromaggregate des Kraftwerkes dann massiv zerstörte und schon war der Weg zur Kernschmelze mit großer Wahrscheinlichkeit vorgegeben. Die Wahrscheinlichkeit für eine Kernschmelze beträgt also nicht 1 zu 1 Million, sondern einfach 1 zu 100. Das entsprechende Kraftwerk fände wohl keine private Versicherung, die eine volle Haftpflichtversicherung anbieten wollte; und selbst wenn es eine Versicherung in der Welt gäbe, die das Risiko gegen eine horrend hohe Prämie auf sich nehmen wollte, dann fände der Erstversicherer keinen privaten Rückversicherer, wo sich der Erstversicherer gegen eine entsprechende Versicherungspolice im Schadensfall einen wesentlichen Teil der Auszahlungssumme zurückholen könnte. Große Schadensfälle bei Naturkatastrophen, die von privaten Versicherern und Rückversicherern teilweise gedeckt waren, betrafen etwa den New Orleans verwüstenden Wirbelsturm Cathrina in 2005, wobei weniger als 1/5 des sich auf etwa 100 Mrd. \$ belaufenden Schadens tatsächlich versichert war.
- Wenn Kernkraftwerke ohne volle Internalisierung der Potenzialrisiken – inklusive GAU/Super-GAU – Strom erzeugen und verkaufen, dann entspricht dies einer Situation, in der Atomstrom mit „Schattensubventionen“ aus dem jetzigen bzw. künftigen Staatshaushalt in der Gegenwart künstlich verbilligt wird. Gegenüber Windkraft oder Solarstrom oder Wasserkraft oder geothermischen Energieanlagen – oder auch Gas, Öl oder Kohle - erlangt also der Atomstrom eine künstliche wettbewerbsverzerrende Bevorzugung. Die künstliche Verbilligung von Atomstrom senkt insgesamt den Strompreis und begünstigt damit die Emission klimaschädlicher energieintensiver Produktionsschwerpunkte und auch entsprechende Exportgüterindustrien werden hiermit indirekt subventioniert. Im Fall großer Länder wie China, Russland, USA, Frankreich+Deutschland (bzw. EU-Länder mit Atomstrom) wird dadurch der Weltmarkt-

preis energieintensiver Produkte heruntergedrückt; und das stimuliert wiederum weltweit die Nachfrage nach energieintensiv hergestellten Gütern – Konsumgütern und Investitionsgütern. Es kommt damit zu einer weltweit künstlich hohen Nachfrage bzw. Produktion von energieintensiv hergestellten und damit in der Regel besonders klimaschädlichen Gütern. Die angeblich so klimaschonende Atomenergie ist in Wahrheit in der globalen Gesamtwirkung klimaschädlich. Wenn durch künstlich billigen Atomstrom die Weltnachfrage nach energieintensiven Gütern wächst, dann erhöht ein 1% zu günstig angebotener Atomstrom (1% Verbilligung gegenüber den wahren Kosten der Stromerzeugung) die Nachfrage nach energieintensiven Gütern um mehr als 1% und damit auch den Ausstoß schädlicher Klimagase um mehr als 1%; wäre der Effekt jeweils gerade 1%, dann bringt eine 1% Verbilligung von Atomstrom einen weltweiten Zusatzausstoß an CO₂ von 1%. Bei einer hier vermuteten Verbilligung des Atomstroms von 50-100% - durch fehlende Haftpflichtversicherung von Atomkraftwerken – wäre also durch den Atomstrom eine starke Erhöhung des CO₂-Ausstoßes weltweit verursacht worden. Anders ausgedrückt: Wäre Strom teurer, dann ginge natürlich der Anteil energie- bzw. emissionsintensiver Sektoren an der Gesamtproduktion vieler Länder in aller Welt deutlich zurück und zudem entstünden Anreize zu mehr energieeffizienten bzw. CO₂-sparsamen Innovationen. Einzurechnen sind zudem noch die vermutlich negativen realen Einkommenseffekte in der Weltwirtschaft: Wenn also der Atomstrom höhere Versicherungskosten enthielte oder Atomkraftwerke außer Betrieb genommen würden, dann kommt es vermutlich zu einem zeitweisen Rückgang des realen Wirtschaftswachstums und entsprechend sinkt die Weltenergienachfrage. Die übliche Behauptung der Nuklearstromfirmen, dass Atomstrom die globale CO₂-Belastung mindert, ist auf Basis der vorgetragenen Argumente – mit Blick auf direkte und indirekte Effekte der (quasi-subventionierten) Atomstromherstellung – zurückzuweisen.

- Radioaktive Verseuchung ist für unsere menschlichen Sinnesorgane nicht erkennbar. Tritt nun eine radioaktive Verseuchung von Pflanzen- und Tierwelt sowie von Flüssen/Meeren auf, dann ergibt sich ein breites Misstrauen von Verbrauchern in die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Blattgemüse, Milch, Pilzen, Eiern, Fisch und Fleisch. Dagegen wird man sich auch nicht dadurch schützen können, dass man sich einen Geigerzähler für € 99,- in die Küche stellt. Da braucht man in jedem Fall einen Gamma-Spektrometer, der zur Messung von Gamma-Strahlung notwendig ist und ein solches Gerät ist schon sehr viel teurer als ein Geigerzähler. Das Misstrauen von Verbraucherinnen und Verbrauchern in die Lebensmittel aus verseuchten Regionen bedeutet den Konkurs von Abertausenden Landwirten. Diese müssten durch die Betreiber des havarierten Atomkraftwerkes – in Japan beim Fall Fukushima also durch Tepco – entschädigt werden. Zudem müsste der Betreiber des Unglücksreaktors die Konsumenten im ganzen Land (und ggf. weltweit) für den Anstieg der Lebensmittelpreise bzw. des Preisniveaus und den entsprechenden Realeinkommensverlust entschädigen.

So erheblich laut den verschiedenen Berichten zum Fukushima-Unglück der Atomunfall in den Meilern des Kraftwerkes war, so sehr muss man darauf hinweisen, dass es für eine hochgradig international verflochtene Volkswirtschaft wie Japan noch massivere wirtschaftliche Störeffekte aus einer Fukushima-Havarie mit größerer Freisetzung von Kernbrennstoff hätte geben können, als dies ohnehin im März 2011 absehbar war. Hieraus ergeben sich gravierende Schlussfolgerungen auch für den Exportweltmeister Deutschland. Wenn die Freisetzung von Radioaktivität durch das Zusammenspiel von Wind und Regen größere Regionen mit

Exportindustrie nuklear verseuchen sollte, dann käme es zu einem weltweiten Misstrauen in den Hauptimportländern der Exportprodukte Deutschlands/Japans; ein mengen- und preismäßiger Einbruch im Exportgeschäft wäre die Konsequenz. In der Folge der Fukushima-Havarie wird nicht nur der Export japanischer Fertigprodukte einbrechen, sondern auch der Export japanischer Vorprodukte, die millionenfach in Millionen Exportprodukten von westlichen OECD-Ländern verwendet werden. Die Störung von Lieferketten durch radioaktiv verseuchte Vorprodukte kann dann zu einer schweren Belastung des internationalen Handels führen. Es reicht schon ein allgemeiner Verdacht bei Konsumenten, dass in einem Produkt radioaktiv verseuchte Vorprodukte eingebaut sein könnten, um die Produktnachfrage weltweit auf nahe Null fallen zu lassen. Da man Radioaktivität mit den menschlichen Sinnen nicht erfassen kann, gibt es hier ein potenziell massives Vertrauensproblem, das die internationale Arbeitsteilung schwer beeinträchtigen könnte: Der Außenhandel wird schrumpfen, was zu einem sinkenden Realeinkommen im Exportland (Japan) führt. Dieses Land wiederum reduziert dann die Importe, was zu einem sinkenden Export des Partnerlandes (z.B. Deutschland) führt. Kommt es zu einer Panik auf den Finanzmärkten, so sind auch weitere Verwerfungen denkbar; noch dazu gilt dies, wenn die Handlungsspielräume der Fiskal- oder Geldpolitik aktuell beschränkt sind (siehe Japan). Die Szenarien für einen SUPER-GAU in einem Atomkraftwerk haben bislang nicht die tatsächlich möglichen internationalen ökonomischen Verwerfungen schwerer Art in Rechnung gestellt, die sich unter ungünstigen Umständen ergeben könnten.

Die von EWERS/RENNING (1991; 1992) bezifferten möglichen Kosten eines GAU bzw. schweren Nuklearreaktor-Unfalls haben nur die lokalen Verseuchungskosten, die Kosten der Evakuierung in der von Radioaktivität bedrohten Unglücksregion und die Kosten für das Gesundheitssystem – als größtem Kostenblock – betrachtet. Zu betrachten sind aber zusätzliche Kosten in einer offenen Volkswirtschaft mit Außenhandel und Direktinvestitionen:

- Der Welthandel kann erheblich und längere Zeit negativ betroffen sein; ein Rückgang des Weltsozialproduktes um 1% ist ohne weiteres denkbar; das entspräche etwa 55 Mrd. \$ pro Jahr und in einer Dekade etwa 600-700 Mrd. \$ (bei normalerweise anhaltendem Wirtschaftswachstum in der Welt wird 1% des Weltsozialproduktes absolut gesehen von Jahr zu Jahr ein größerer Betrag).
- Mittelfristig wird sich das Ausbleiben von Direktinvestitionszuflüssen in das vom Atom-Unglück betroffene Land negativ bemerkbar machen: Furcht vor radioaktiven Verseuchungsrisiken wird Direktinvestoren zögerlich bei neuen Investitionsprojekten machen bzw. gar zum Verkauf von Tochterunternehmen veranlassen. Auf einen Zeitraum von einer Dekade könnten hier Wachstumsverluste entstehen, die kumuliert 5% des Bruttoinlandsproduktes ausmachen – das wären im Fall Japans ca. 200 Mrd. \$.
- Ausländische Spezialisten werden das vom Reaktor-Unfall betroffene Land verlassen bzw. sie werden von ihren Firmen mittelfristig abgezogen werden oder aber in andere Regionen des Gastlandes versetzt. Auch dies führt zu Wachstumsverlusten in dem vom Atomunfall betroffenen Land. Im Fall Japans könnten diese Verluste etwa 50 Mrd. \$ in einer Dekade ausmachen.
- Eine Verminderung von Touristenströmen, die bei Abwesenheit des Reaktorunfalls sonst ins Land gekommen wären, dürfte ebenfalls zu verzeichnen sein. Hier dürfte der Verlust über eine Dekade kumuliert etwa 2% des Bruttoinlandsproduktes ausmachen; im Fall Japans sind das 80 Mrd. \$.

Diese vorsichtige Abschätzung ergibt, dass die Kostenabschätzung bei EWERS/RENNING um mindestens 20% zu niedrig angesetzt ist. Statt mit etwa 5000 Mrd. € an Schadenskosten sind eher 6000 Mrd. € an Schadenskosten anzusetzen. Hinzu kommen schwer monetarisierbare Kosten der psychologischen Belastungen für die Bevölkerung im Land mit der Atom-Havarie. Gemessen an einem tatsächlichen GAU ist der Fukushima-Unfall in 2011 eher als relativ glimpfliche Variante eines denkbaren Atomunfalls in einem Kraftwerk von der Größe der Fukushima-Anlage anzusehen. Es ist offensichtlich, dass die bestehenden Haftpflichtversicherungen von Kernkraftwerken in Japan, Deutschland, der Schweiz, den USA und anderen OECD-Ländern völlig unzureichend sind. Die Atomstromerzeugung kann vor dem Hintergrund der dargelegten Überlegungen als eine Art Superspekulationsstrategie der Nuklearbranche interpretiert werden, wobei es ein Too-big-to-fail-Problem ähnlicher Art wie in der Transatlantischen Bankenkrise gibt. Die Großunternehmen, die Betreiber von Atomkraftwerken sind, verlassen sich offenbar darauf, dass bei einem schweren Schadensfall im Wesentlichen der Staat Entschädigungen zahlen wird. Das läuft auf eine Privatisierung der Gewinne über viele Jahre – im günstigsten Fall viele Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte – hinaus und eine Sozialisierung umfassender Verluste im Fall eines GAU hinaus. Die Kosten bei einem GAU könnten in einem kleinen Land wie der Schweiz ohne weiteres höher als das Bruttoinlandsprodukt für ein halbes Jahrzehnt sein, in einem Land wie Deutschland oder Japan könnte das Doppelte des Bruttoinlandsproduktes als Größenordnung für einen GAU-Schaden entstehen. Es ist wohl nur zu offensichtlich, dass es unverantwortlich bzw. nicht-konsensfähig ist, eine derartig riskante Stromerzeugungstechnologie zu nutzen, zumal es Dutzende Alternativen gibt.

Die Tatsache, dass die Atomstromerzeugung von großen Schattensubventionen über Jahrzehnte profitiert hat, kann vermutlich durch mehrere Aspekte erklärt werden:

- Die Atomstromerzeugung ist quasi als ziviles Nebenprodukt der Atombombe lange Zeit staatsnah organisiert gewesen – in Frankreich hat die staatliche EDF alle Atommeiler des Landes auch in 2010 noch in der Hand und in Großbritannien waren Atommeiler ebenfalls über Jahrzehnte in der Hand des Staates. Der Staat ist sich aber erfahrungsgemäß selbst ein schlechter Ordnungspolitiker; die denkbare Forderung nach voller Haftpflichtversicherung hätte ja enorme Budgetbelastungen für den Staat bedeutet und daran hatte das politische System kein Interesse.
- Der Energiesektor ist staatsnah organisiert bzw. hochgradig politisiert, zumal in den Aufsichtsgremien und Beiräten zahlreiche Politiker aus allen Parteien sitzen. Erst mit der Schaffung einer unabhängigen Infrastrukturregulierungsbehörde in Deutschland - mit der BNetzA – hat man vernünftige ordnungspolitische Schritte zur Sicherung funktionsfähigen Wettbewerbs in der Strom- und Gaswirtschaft gemacht.
- Die Risiken der Atomstromerzeugung sind höchst abstrakt und selbst bei einem Austritt von Radioaktivität ergibt sich ja das Problem, dass diese Emissionsform für die menschlichen Sinne nicht unmittelbar erkennbar ist.

Der Energiesektor insgesamt weist zahlreiche Besonderheiten auf, wozu nicht nur die Vermachtung der Ölmärkte seit 1974 durch das OPEC-Kartell exemplarisch gerechnet werden können. Vielmehr ist auch die geographische Konzentration bei Öl und Gas in einer geringen Zahl von Ländern – teilweise von politischer Instabilität geprägt – aus der Nutzersicht in OECD-Ländern problematisch: Aus dem Interesse an langfristiger Versorgungssicherheit

bzw. der Furcht vor hoher Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten entsteht eine hohe politische Bereitschaft, sich über den Ausbau des Atomstroms bei der Energieangebotsseite stärker vom Ausland unabhängig zu machen. Hinzu kommt, dass gerade die Ölpreis- und Gasdynamik in hohem Maße durch zeitweise Spekulationswellen auf den Rohstoffmärkten bzw. den mit diesen verbundenen volatilen Finanzmärkten geprägt sind (WELFENS, 2009a). Auch diese Aspekte dürften indirekt das politische Interesse in vielen OECD-Ländern gestärkt haben, sich mit der billigen Atomkraft eine scheinbar günstige quasi-heimische Energiesäule zu besorgen. Technologisch führende OECD-Länder sahen hier offenbar eine relativ einfache Möglichkeit, ihren Bestand an komplexem Ingenieurwissen zugunsten einer scheinbar ewig ergiebigen Atomstromwirtschaft einzusetzen.

Es ist nicht nachzuvollziehen, weshalb ein Atomstromproduzent nicht eine umfassendere Haftpflichtversicherung haben soll bzw. zum Abschließen einer Versicherung auch für einen Super-GAU verpflichtet werden sollte. Bei faktisch fehlender Haftpflichtversicherung für Atomkraftwerke ergeben sich sehr massive Wettbewerbsverzerrungen zulasten von risikoarmen Energieträgern für die Stromerzeugung und wegen des bei Atomstrom bzw. Energieeinsatz sich ergebenden künstlichen Verbilligungseffektes der fehlenden Haftpflichtversicherung (Nichtinternalisierung negativer externer Effekte) wird eine zu energieintensive und mithin auch zu CO₂-intensive Produktionsstruktur begünstigt. Der Verzicht des Staates auf angemessene Haftpflichtversicherung führt also letztlich zu drei wichtigen Effekten:

- Es entsteht eine übermäßig riskante Strom- bzw. Energieerzeugung.
- Die Produktionsstruktur wird relativ energieintensiv ausfallen und daher kommt es zu einer verstärkten Klimaerwärmung.
- Es ergibt sich ein hohes potenzielles Staatskonkursrisiko: Bei einem Super-GAU werden faktisch so hohe staatliche Entschädigungszahlungen fällig, dass die Schuldenquote um etwa 100 Prozentpunkte ansteigt.

3. Versicherung von Atomkraftwerken und Auswirkungen eines SUPER-GAU auf die Staatsschuldenquote sowie die Euro-Stabilität

Die Regelungen in Deutschland, den USA und der Schweiz sind ähnlich. Ein Blick zunächst auf Deutschland. Wenn man die Haftpflichtversicherung in Deutschland betrachtet, so ist ein einzelnes Kraftwerk in der Sachversicherung mit 255 Mio. Euro bei der Deutschen Kernreaktor-Versicherungsgemeinschaft abgesichert; die teilweise nach dem Prinzip einer Rückversicherungsgesellschaft arbeiten. Bei der DKVG werden alle Atommeiler in Deutschland zu einheitlichen Bedingungen versichert. Bei der Haftpflichtversicherung ist die Höhe der Versicherung 265 Mio. € pro Nuklearkraftwerk, was ein sehr niedriger Betrag ist. Nach § 34 des Atomgesetzes haftet oberhalb des maximalen Absicherungsbetrages von 2,5 Mrd. €, hinter dem im Störfall die Gesamtheit der vier großen Energiekonzerne steht, der Bund – also die Gemeinschaft der Steuerzahler bzw. die Bürgerinnen und Bürger! Dieser potenziellen Verschuldung ist sich die Öffentlichkeit aber nicht bewusst.

Normale Rückversicherungsgesellschaften lehnen Versicherungen von Atomkraftwerken bzw. Haftungspolicen für Atomkraftwerke ab. Es ist sehr sonderbar, dass bei in der Köln ansässigen obigen Versicherungsgesellschaft zwischen Standorten der jeweiligen Atommeiler nicht differenziert wird, das ist so, als gäbe es keine Haftpflichtklassen in der PKW-Haftpflichtversicherung. Dies begünstigt absurde Standortentscheidungen bei Atomkraftwerken in Deutschland; Neckarwestheim 1 und 2 stehen auf geologisch instabilem Gelände und die beiden Kraftwerke sind zudem nahe an Stuttgart. Auch andere Atomkraftwerke in Deutschland finden sich sonderbarerweise in großer räumlicher Nähe zu Großstädten (Hamburg und Frankfurt/Wiesbaden seien hier exemplarisch genannt).

In Deutschland ist je Schadensfall eine Versicherung in Höhe von 2,5 Mrd. vorgesehen, wobei die Differenz zu den 265 Mio. von den vier großen Atomkonzernen E.ON, RWE, EnBW und Vattenfall übernommen wird. Bei einem Störfall bzw. GAU könnten Geschädigte weitergehend Ansprüche gegenüber der jeweiligen Betreiberfirma machen. E.ON, das 120 Mrd. € in 2010 in seiner Bilanz als Nettovermögen zu Buche stehen hat. Sie müssten allerdings davon ausgehen, dass bei einem Super-GAU in einem E.ON-Atommeiler der Unternehmenswert schlagartig fällt, da der Appetit der Investoren auf das Halten von E.ON-Aktien massiv sinken wird bzw. die Abschreibungen auf Realkapital – etwa zerstörte bzw. nicht weiter nutzbare Atommeiler – den Wert des Unternehmens massiv senken (der Aktienkurs von TEPCO sank im Übrigen binnen vier Wochen nach dem Fukushima-Unglück um rund $\frac{3}{4}$). Eine Durchgriffshaftung auf den Konzern wohl von oberhalb 2,5 Mrd. Euro ist kaum durchsetzbar, sofern (wie üblich) Atomkraftwerke in der Rechtsform einer GmbH betrieben werden. Bei einem Super-GAU wird man im Übrigen vermutlich erst nach sehr langjährigen Prozessen Schadensersatzforderungen gegenüber der Unglücksfirma durchsetzen können. In Studien für die Schweiz und Deutschland geht man bei einem GAU von einer Größenordnung des Schadens von etwa 4000 Mrd. SFR bzw. 5000 Mrd. € aus. Das bedeutet nun, dass eine massive Unterversicherung bei den Kernkraftwerken besteht. Das verzerrt aus ökonomischer Sicht den Wettbewerb im Strommarkt und stellt eine erhebliche Schattensubvention des Atomstroms dar, die im Konflikt mit den Beihilfe-Regeln der Europäischen Union steht. Es ist gerade an-

gesichts des EU-Strombinnenmarktes so, dass ein Nebeneinander von Energieträgern ohne wesentliche negative externe Effekte – bei Gas- und Kohlekraftwerken sind CO₂-Emissionenzertifikate durch die Unternehmen zu erwerben – und Atomstrom zu starken Wettbewerbsverzerrungen und auch zu Verzerrungen im europäischen Stromhandel führt. Bislang hat die Europäische Kommission das Problem der Schattensubventionen in der Atomwirtschaft ignoriert, obwohl diese Schattensubventionen sehr erheblich sind.

Die bekannte Studie von EWERS/RENNING (1992) für Prognos ging davon aus, dass bei einer umfassenden Haftpflichtversicherung von Kernkraftwerken die Versicherungskosten nach Umschlüsselung pro kWh Strom die Strompreise pro Kilowatt um einen halben Euro anheben würden; der Atomstrompreis, der im Fall abgeschriebener Atomkraftwerke bei etwa 10-20 Cent für Industrie- bzw. Haushaltskunden liegen dürfte, wird dann um etwa den Faktor zwei bis drei ansteigen. Mit rund 20-30 Cent pro Kilowattstunde aber wäre Atomstrom nicht nur gegenüber Kohle- und Gaskraftwerken nicht mehr wettbewerbsfähig, sondern auch gegenüber unsubventionierten erneuerbaren Energien aus Wasser, Wind und Erdwärme.

Während etwa Windkraftwerke mit Standorten in der Nord- oder Ostsee umfassende Haftpflichtversicherungen bezahlen müssen, die z.B. das mögliche Umfallen einer Windmühle bei Sturm bzw. die Beschädigung von Schiffen schadensmäßig absichern, haben Atomkraftwerke in Deutschland eine Privilegienposition. Der Wettbewerb bei der Energieerzeugung zwischen erneuerbaren Energien plus Gas und Kohle ist zugunsten der potenziell supergefährlichen Atomstromerzeugung verzerrt.

Eine sinnvolle Haftpflichtregelung von Kernkraftwerken in Deutschland müsste allgemeinen Prinzipien von Markt, Leistungswettbewerb und Verantwortung Genüge tun; also sind per Gesetz alle Kraftwerksbetreiber dazu zu bringen, eine umfassende Haftpflichtversicherung für jedes einzelne Kraftwerk – bezogen auf individuelle standortbezogene Risikoaspekte - abzuschließen; und zwar mit absehbarer doppelter Konsequenz:

- Atommeiler in der Nähe von Großstädten und in geologisch instabilen bzw. erdbebenmäßig stark gefährdeten Regionen werden nur zu astronomischen Kosten eine Haftpflichtversicherung erwerben können.
- Die Anreize für die Atomforschung, Konzepte für eine inhärent sichere Atomkraftzeugung zu entwickeln, wären bei einer umfassenden Haftpflichtversicherung viel höher als sie es unter den bisherigen Rahmenbedingungen sind.

Auswirkungen eines SUPER-GAU's auf Staatsverschuldung und Euro-Stabilität

Wenn tatsächlich ein Atom-Schadensfall mit 5.000-6.000 Mrd. € auf den Steuerzahler in Deutschland zukäme – das ist mehr als das Doppelte des Bruttoinlandsproduktes eines Jahres - dann stiege die Schuldenquote Deutschlands entsprechend um mehr als 200 Prozentpunkte des Bruttoinlandsproduktes, sofern der Staat die Entschädigung aus dem „Restrisiko“ übernimmt. Selbst wenn man unterstellt, dass der Staat nur die Hälfte der Schäden übernimmt, dann stiege die staatliche Schuldenquote immer noch um mehr als 100%. Das wird den Realzinssatz in der Eurozone um mehr als einen Prozentpunkt erhöhen und die Investitionsquote bzw. das Wirtschaftswachstum erheblich reduzieren sowie die Arbeitslosenquote ansteigen lassen. Ausgehend von einer Staatsschuldenquote von rund 80% in Deutschland in 2011 wür-

de ein Anstieg der Schuldenquote auf 200-300% des Bruttoinlandsproduktes den Staatsbankrott bedeuten bzw. Deutschland in eine Umschuldung zwingen.

Wenn Deutschland oder Frankreich als zwei der Hauptgarantie- bzw. Kapitalgeberländer beim Euro-Rettungsfonds von einem Super-GAU betroffen wären, dann wäre der Rettungsfonds aus Sicht der internationalen Kapitalmarktakteure nicht mehr glaubwürdig – denn wenn eines der beiden Länder in eine massive Staatsschuldenkrise geriete, dann fehlt die Bürgschafts- bzw. Haftungsmasse, die notwendig ist, um international Vertrauen zu erzeugen. Die Stabilität des Euros wäre massiv bedroht, die ökonomische Entwicklung würde destabilisiert und hätte in jedem Fall auch massive Steuererhöhungen zur Folge. Die Länder der Eurozone bzw. die Europäische Kommission und das Europäische Parlament sollten sich mit der Frage auseinandersetzen, was ein Super-GAU in einem Land der Eurozone bzw. der EU für die ökonomische Stabilität der Gemeinschaft bedeutet; es wäre ein hochgradiger ökonomischer Krisenfall auf viele Jahre.

Bei grenzüberschreitender Ausbreitung von Radioaktivität von dem Land, wo der Super-Gau stattfand, auf andere Länder kommt es zu negativen internationalen externen Effekten: Es hängt an weitgehend zufälligen Faktoren, insbesondere der Windrichtung und dem Ausmaß der Verseuchung von Fluss- und Grundwasser, wie sich eine radioaktive Verseuchung in der EU ausbreiten würde. In jedem von radioaktiven Emissionen getroffenen Land wird auf den jeweiligen Staat – je nach Schwere der Strahlenschäden – eine Belastung des Staatshaushalts bzw. der Ausgaben im Gesundheitssektor zukommen. Auch sind erhebliche Migrationsströme bzw. Belastungen durch Flüchtlingsströme denkbar, da nur unter günstigen Umständen alle notwendigen Evakuierungsprozesse planvoll und innerhalb des vom Reaktorunglück betroffenen Landes erfolgen werden.

Die völlig unzureichende Versicherung von Atomkraftwerken hat nicht nur eine erhebliche Fehlallokation in der Energiewirtschaft zur Folge bzw. benachteiligt die Expansionschancen fast risikofreier erneuerbarer Energien; es drohen im Fall eines Super-GAUs gar der Zerfall der Eurozone und eine ganz massive ökonomische Krise. Man versteht – vor allem nach Tschernobyl und Fukushima - von daher ohne Weiteres, dass die von Vertretern der großen Stromkonzerne vertretene Behauptung, Atomstrom sei preiswert und sicher, eine grobe Fehleinschätzung ist - um es in der Sprache der Diplomatie zu formulieren.

Man muss sich sehr ernsthaft fragen, wieso die Europäische Kommission und das Europäische Parlament nicht die ökonomisch in einer Marktwirtschaft unabdingbare volle Haftpflicht-Versicherung bei Kernkraftwerken einfordern: Eine entsprechende EU-Richtlinie ist auf den Weg zu bringen.

Versicherungsfragen in den USA

Die Versicherung von Atomkraftwerken in den USA ist etwas umfassender als in Deutschland. Gemäß dem Price-Anderson Act (vor allem Section 170 des Atomic Energy Act von 1954, zuletzt novelliert in 2009) gibt es einen Rechtsrahmen für die Versicherung von neuen Atomstromanlagen bis 2025. Grundsätzlich haften Atomstromanbieter bei Schäden unbegrenzt – faktisch natürlich nur bis zur Höhe des vorhandenen Vermögens des jeweiligen Unternehmens. Jeder Reaktor mit mehr als 100 MW Leistung muss eine Haftpflichtversicherung

von 300 Millionen \$ haben; seit dem 1. Januar 2010 gilt der neue Betrag von mindestens 375 Millionen \$. Alle Schäden, die 375 Millionen \$ übersteigen, werden auf alle Nuklearreaktoren mit mehr als 100 MW Leistung umgeschlüsselt, wobei bis zu 111,9 Mio. \$ pro Reaktor als Beteiligung an einem Haftpflichtfall denkbar sind. Obendrein kann noch ein Zuschlag von 5% kommen. Das bedeutet, dass im Rahmen dieses quasi nachgelagerten Rückversicherungssystems bis zu 12,6 Mrd. \$ für einen Schadensfall zur Verfügung stehen, vorausgesetzt, dass nur ein Schaden in einer bestimmten Periode auftritt. Damit hat man in den USA immerhin eine Haftpflicht, die fast viermal so groß wie in Deutschland ist. Das bestehende Haftpflichtversicherungsverfahren in den USA, Deutschland, der Schweiz und anderen OECD-Ländern hat zumindest drei Mängel:

- Da die Haftpflichtprämien nicht nach Standorten der jeweiligen Anlagen differenziert sind, gibt es keine vernünftigen Anreize bei der Standortwahl – sich nämlich weit weg von Regionen mit hohen Bevölkerungszahlen bzw. hoher Bevölkerungsdichte anzusiedeln.
- Wegen der Unterversicherung aller Reaktoren gibt es unzureichende Anreize für die Reaktorbauer bzw. die Atomstromfirmen, in sicherheitsrelevanten technischen Fortschritt zu investieren.
- Wegen der insgesamt durch die Existenz von Atomstromproduktion ohne volle Haftpflichtversicherung entstehenden Tendenz zu einer künstlichen Verbilligung von Strom bzw. Energie wird künstlich die Expansion energie- bzw. stromintensiv produzierender Sektoren begünstigt – und damit auch das Ausmaß an globalen CO₂-Emissionen künstlich hochgetrieben. Wenn man die weltweite Systemwirkung des Atomstroms betrachtet, der selbst wenig CO₂-intensiv in der Herstellung ist („direkter CO₂-Effekt“), dann ist die Gesamtwirkung so, dass in der Summierung direkter und indirekter Effekte eine CO₂-Emissionserhöhung erfolgt. Dieser Effekt wird bislang in der Debatte nicht thematisiert.

Als merkwürdig muss im Übrigen gelten, dass die Europäische Kommission sich mit den Fragen der Haftpflichtversicherung von Atomstromproduzenten nicht befasst hat, obwohl doch die bestehenden unterschiedlichen nationalen Regelungen zu einer enormen Wettbewerbsverzerrung im Strom-Binnenmarkt führen.

Die Regierung unter Präsident Bush Jr. hat versucht, im Rahmen einer internationalen Konvention zur Etablierung einer Art grenzübergreifender Rückversicherung für Atomkraftwerke die Mitwirkungen mehrerer anderer großer Atomstromproduzenten-Länder zu erreichen und zwar im Rahmen der Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage (CSC); diese Konvention ist Teil des im Dezember 2007 von Präsident Bush unterschriebenen Energy Independence and Security Act (section 934). Die Konvention war Anfang 2011 von drei Ländern plus USA ratifiziert worden, zudem haben weitere neun Länder die Konvention unterzeichnet, aber diese neun Länder bringen zu wenig Atomstromkapazitäten ein, um den in der Konvention verlangten Schwellenwert für das Inkrafttreten zu erreichen. Die Unterzeichnung von zwei Ländern aus dem Kreis Ukraine, Russland, Korea oder Kanada wäre allerdings ausreichend, um den Schwellenwert zu erreichen. Aus Sicht der US-Nuklear-Exportindustrie besteht ein Interesse an dem Inkrafttreten der Konvention, um durch ein verbessertes internationalisiertes Haftpflichtversicherungssystem die Akzeptanz von Nuklearstromerzeugung zu verstärken. Die Konvention verlangt von den Unterzeichnerländern, dass sie ein ähnliches

Haftpflichtversicherungssystem wie die die USA errichten; dann hätte man auf internationaler Ebene im Rahmen der Konvention eine Art dritte Ebene der Absicherung: nämlich oberhalb der Erstversicherung der Atommeiler-Eigentümer und der Quasi-Versicherung auf Basis einer Kooperationsversicherungslösung der Atomstromindustrie.

Für das Inkrafttreten einer entsprechenden Konvention wäre die Mitwirkung von mindestens fünf großen Atomstromproduzenten-Ländern erforderlich gewesen. Eine solche Mindestmasse an mitwirkenden Ländern zu finden, ist der Bush-Administration jedoch nicht gelungen. Wie man sieht, ist es nicht nur unmöglich, private Rückversicherungen zu finden, die Atomkraftwerke mit großen Schadenspolicen mit absichern. Auch auf der Ebene der Regierungen, die nach einer Art politischem Ersatz für fehlende marktmäßige Versicherungsangebote suchen, konnte – jedenfalls unter Präsident Bush Jr. – nicht gefunden werden. Wenn die größten privaten Rückversicherungen der Welt es ablehnen, Atomkraftwerke zu versichern, dann stellt sich die Frage: Wenn der private Sektor sich einfach außerstande sieht, entsprechende Versicherungsangebote für Atomkraftwerke zu stellen, wie komplex ist dann die Versicherbarkeit der Atomstromerzeugung? Ist sie nicht mit zu großen Risiken verbunden, um als versicherbar zu gelten? Und sticht die Atomstromwirtschaft damit nicht als einzigartig sonderbar unter allen Industriesektoren hervor? Schließlich ist zu überlegen: Wenn die privaten Rückversicherungen keine Angebote vorlegen können und wollen, warum sollte man glauben, dass etwa Staaten bzw. Politiker eine bessere Kalkulationsbasis für eine Versicherung gegen Unfälle in Atomstrommeilern haben? Wieviel Rationalität ist im Atomstromgeschäft?

4. Verzerrungen der internationalen Arbeitsteilung

Die Energiekosten machen in energieintensiven Industrien zwischen 20% und 60% der Bruttowertschöpfung aus. Dabei bedeutet Energiekosten in der Regel Stromkosten. Wenn nun durch staatlicherseits künstlich verbilligten Strom die Energie- bzw. Strompreise relativ niedrig ausfallen, dann hat dies eine Reihe von Konsequenzen, die sich aus den in der Außenwirtschaftstheorie entwickelten Theoremen herleiten lassen. Die wichtigste Schlussfolgerung lautet, dass künstlich verbilligter Atomstrom den Anteil energieintensiver Produktion weltweit ansteigen lässt, was wiederum erhöhte CO₂-Emissionen infolge des Atomstroms bedeutet: Die direkten und indirekten CO₂-Emissionen des Atomstroms aber sind es, die man für eine gesamtwirtschaftliche bzw. weltwirtschaftliche Beurteilung der CO₂-Intensität von Atomstrom analytisch zu betrachten hat. Dabei gilt wegen der unvollkommenen internationalen Integration der Strommärkte, dass in den Ländern mit hohem Anteil von durch Schattensubventionen verbilligtem Atomstrom eine relativ starke Ausprägung energieintensiver Produktion und entsprechender Exporte zu erwarten ist. Die internationale Arbeitsteilung wird damit verzerrt.

Wenn man den Einfluss künstlich relativ verbilligten Atomstrom auf die Außenwirtschaft erfassen will, dann kann man auf einige Lehrsätze der Außenwirtschaftstheorie zurückgreifen. Insgesamt kann man drei Theoreme hier aufgreifen (unter der Bedingung, dass künstlich günstiger Atomstrom zur Verfügung steht):

- Das Heckscher-Ohlin Theorem besagt, dass sich Länder bei Öffnung der Volkswirtschaft auf jene Güter spezialisieren werden, die den relativ reichlich vorhandenen – und daher relativ preiswerten – Produktionsfaktor intensiv nutzen. Die Schattensubventionen für Atomstrom bedeuten, dass Strom bzw. Energie insgesamt billiger zur Verfügung steht als sonst: Länder mit vielen Atomkraftwerken bzw. hohen Anteilen des Atomstroms an der Stromproduktion – in Verbindung mit minimalistischen Haftpflichtversicherungsregeln für Atomstromproduzenten – werden daher im Strukturwandel zu einer verstärkten Produktion energieintensiv hergestellter Güter führen.
- Das Samuelson-Stolper-Theorem besagt, dass eine gegebene (und exogene) Verteuerung eines Relativpreises eines handelsfähigen Gutes dazu führt, dass der relative Faktorpreis desjenigen Produktionsfaktors ansteigt, der relativ intensiv in der Produktion des verteuerten Gutes eingesetzt wird. Mit Blick auf eine staatlich indirekt herbeigeführte Senkung des Relativpreises energieintensiver Güter folgt daraus, dass der Faktorpreis desjenigen Produktionsfaktors sinkt, der relativ intensiv in der Produktion des verbilligten Gutes eingesetzt wird: Wenn man die relevanten Sektoren Aluminium, Eisen & Stahl, Zement, Papier, Grundchemie und Nicht-Eisenmetalle denkt – sie werden hier als relativ kapitalintensiv und relativ energieintensiv eingeordnet –, dann führt die Verbilligung von Energie in atomstromproduzierenden OECD-Ländern mit entsprechenden Güterexporten dazu, dass die Kapitalrendite und damit auch der Realzins sinkt (das schließt nicht aus, dass in der ebenfalls kapitalintensiven Atomstromindustrie die Kapitalrenditen im Zuge von Marktkonzentrationsprozessen im Energiesektor ansteigen; die mindestoptimale Betriebsgröße von Atomkraftwerken ist relativ groß und dies begünstigt die Herausbildung einer nuklearen Energiewirtschaft mit starken Konzentrationstendenzen, die auch auf den politischen Sektor Einfluss haben dürfte).

- Wie wirkt ein künstlich verbilligter Atomstrom bzw. wie wirkt ein künstlich niedriges Energiepreisniveau auf die Produktionsstruktur? Das Rybczynski Theorem besagt, dass die exogene Erhöhung in der Faktorausstattung eines Landes beim Faktor j – bei gegebenen relativen Güterpreisen – dazu führt, dass die Produktion von Gütern steigt, die den relativ reichlicher vorhandenen Produktionsfaktor intensiv nutzen. Die Produktionsmenge des anderen Gutes wird fallen. Indem man zu einer umfassenden Haftpflichtversicherung bei Atomkraftwerken übergeht, wird eine Reihe von Atomkraftwerken relativ kurzfristig die Wettbewerbsfähigkeit verlieren und das Angebot an Strom bzw. Energie geht zurück bzw. der relative Preis von Energie wird sich erhöhen. Das führt demnach zu einem Strukturwandel dergestalt, dass die Produktion von Gütern steigt, die relativ wenig energieintensiv sind. Die Produktionsmenge energieintensiver Güter wird absolut sinken; damit aber wird auch die CO_2 -Emissionsmenge bei der Güterproduktion sich vermindern und sofern dieser Emissionsminderungseffekt den Effekt eines Ansteigens der CO_2 -Emissionen kompensiert, der aus der Substitution von Atomstrom- durch Gaskraftwerke (oder Kohlekraftwerke mit CCS) entsteht, wird das Außerbetriebnehmen von Atommeilern gesamtwirtschaftlich zu einem Sinken der CO_2 -Emissionen führen. Das heißt im Umkehrschluss natürlich auch, dass eine relative künstliche Verbilligung von Energie, die durch Atomstromerzeugung über Jahrzehnte in den Industrieländern stattgefunden hat, zu einem künstlich hohen Anteil energieintensiver Produktion geführt hat – mit der weltweiten Konsequenz, dass die CO_2 -Emissionen höher sind als bei einem Atomstrompreis, der eine umfassende Haftpflichtversicherung und damit höhere Grenzkosten der Atomstromproduktion widerspiegelt. Die isolierte Betrachtung der Energieintensität von Brennstoffen, etwa Atomstromerzeugung versus Stromerzeugung durch Gaskraftwerke (und andere Energieträger für Verstromung) ist also irreführend. Die weltweit in 2010 produzierenden rund 442 Atomkraftwerke haben einen Einfluss auf das Strompreisniveau der Industriestaaten und damit auf die Weltstruktur der Produktion. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, gibt es durchaus erhebliche Unterschiede in den Strompreisen für industrielle Verbraucher in den EU-Ländern und auch die Steuerbelastungen bei den privaten Haushalten bzw. die Nettopreise für Haushalte unterscheiden sich im internationalen Vergleich erheblich. Der niedrigste Industriepreis in den EU-Ländern wurde in 2010 mit 5,73 Cent in Estland verzeichnet, der höchste Preis in Zypern mit 14,83 Cent und in der Slowakischen Republik mit 11,61 Cent. Deutschland verzeichnete 9,21 Cent, Frankreich 6,87 Cent und das Vereinigte Königreich 9,47 Cent. Die Bruttostrompreise waren in Japan für die privaten Haushalte mit 22,76 Cent besonders hoch; in der EU lagen Dänemark mit 36,55 Cent und Österreich mit 26,23 Cent relativ weit vorne. Den günstigsten Nettostrompreis für private Haushalte verzeichnete Bulgarien mit 6,75 Cent; Deutschland lag bei 13,81 Cent/KWh.

Diejenigen Befürworter von Atomstromerzeugung, die auf die Klimafreundlichkeit von Atomstrom verweisen, übersehen die Bedeutung des Rybczynski-Theorems bzw. des Strukturwandels hin zu einer stärker energieintensiven Produktion, die sich aus der durch Atomstrom ergebenden künstlichen Verbilligung von Energie ergibt. Anders gesagt: Atom-Strom ist nicht so klimafreundlich, wie es auf den ersten Blick aussieht.

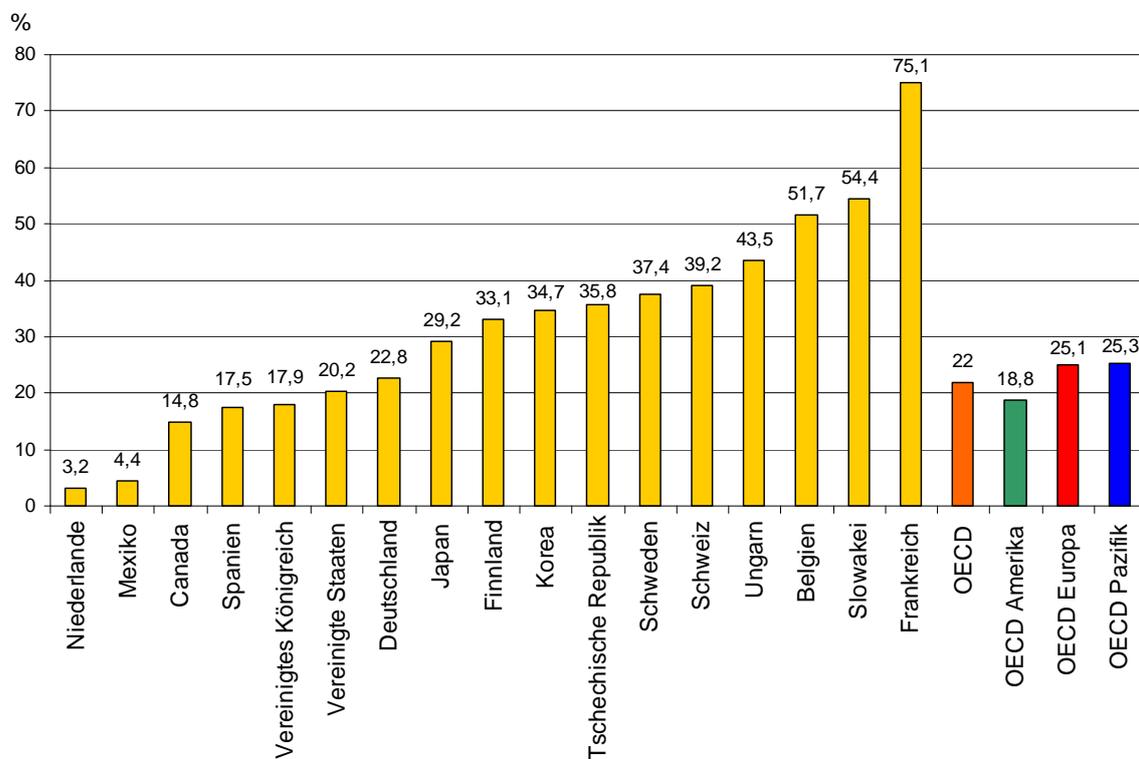
Tabelle 1: Strompreise für industrielle Verbraucher und private Haushalte 2010
[€/kWh]

	a) Strompreise für industrielle Verbraucher	b) Strompreise für private Haushalte	c) wie b) + mit Steuern
Belgien	0,0943	0,1449	-
Bulgarien	0,0639	0,0675	-
Tschechische Republik	0,1022	0,1108	0,1921
Dänemark	0,0848	0,1168	0,3655
Deutschland	0,0921	0,1381	-
Estland	0,0573	0,0695	-
Irland	0,1118	0,1589	0,2550
Griechenland	0,0855	0,0975	0,1518
Spanien	0,1110	0,1417	-
Frankreich	0,0687	0,0922	0,1592
Zypern	0,1483	0,1597	-
Lettland	0,0890	0,0954	-
Litauen	0,0991	0,0955	-
Luxemburg	0,0956	0,1433	0,2371
Niederlande	0,0853	0,1266	0,2580
Österreich	-	0,1427	0,2623
Polen	0,0929	0,1049	0,1669
Portugal	0,0896	0,1093	0,2152
Rumänien	0,0850	0,0856	-
Slowenien	0,0917	0,1057	-
Slowakei	0,1161	0,1277	0,2309
Finnland	0,0667	0,0998	0,1737
Schweden	0,0800	0,1195	-
Vereinigtes Königreich	0,0947	0,1321	0,2060
Norwegen	0,0893	0,1484	0,1373
Kroatien	0,0932	0,0934	-
Türkei	0,0863	0,1067	0,1651
Vereinigte Staaten	-	-	0,1155
Japan	-	-	0,2276

a) Strompreise für industrielle Verbraucher: Dieser Indikator stellt die Strompreise dar, die den Endverbrauchern in Rechnung gestellt werden. Strompreise für industriellen Verbraucher werden wie folgt definiert: Nationale Durchschnittspreise in Euro pro kWh ohne angewandte Steuern für das erste Halbjahr eines jeden Jahres für industrielle Verbraucher mittlerer Größe (Verbrauch Gruppe Ic mit einem Jahresverbrauch zwischen 500 und 2000 MWh). Bis 2007 beziehen sich die Preise jeweils zum 1. Januar eines jeden Jahres für Verbraucher mittlerer Größe (Standardverbrauch Ie mit einem Durchschnittsverbrauch von 2000 MWh).

b) Strompreise für private Haushalte: Dieser Indikator stellt die Strompreise dar, die den Endverbrauchern in Rechnung gestellt werden. Strompreise für den Haushaltsverbrauch werden wie folgt definiert: Nationale Durchschnittspreise in Euro pro kWh ohne angewandte Steuern für das erste Halbjahr eines jeden Jahres für den Haushaltsverbrauch mittlerer Größe (Verbrauch Gruppe Dc mit einem Jahresverbrauch zwischen 2500 und 5000 kWh). Bis 2007 beziehen sich die Preise jeweils zum 1. Januar eines jeden Jahres für Verbraucher mittlerer Größe (Standardverbrauch Dc mit einem Durchschnittsverbrauch von 3500 kWh).

Quelle: a) und b) EUROPÄISCHE KOMMISSION, Eurostat; c) IEA (2010)

Abbildung 2: Anteil nuklear erzeugter Elektrizität an der Gesamtelektrizitätserzeugung in OECD-Ländern (2009)

Quelle: NUCLEAR ENERGY AGENCY (2010)

5. Wirtschaftspolitische Schlussfolgerungen

Aus ökonomischer Sicht ist festzustellen, dass die Atomstromerzeugung seit ihren Anfängen ohne vernünftigen Versicherungsschutz – speziell bei der Haftpflicht – arbeitet. Demnach wird die Kernenergie seit mehreren Jahrzehnten versteckt subventioniert und alternative Energieträger werden in ihren Expansionsmöglichkeiten dadurch behindert. Diese Verzerrung des marktwirtschaftlichen Leistungswettbewerbs gilt es dringend zu korrigieren. Nach der Havarie im Atomreaktor Fukushima dürfte jedem klar sein, dass ein Super-GAU tatsächlich enorme Schäden national und weltweit verursachen kann. Mit einer denkbaren Größenordnung von 6000 Mrd. € hat man im Übrigen eine eher konservative Abschätzung vorliegen. Gegenüber der EWERS/RENNINGS-Schadensschätzung von etwa 5000 Mrd. € - das entspricht mehr als dem Doppelten des Bruttoinlandsproduktes im Jahr 2010 in Deutschland – sind bei genauerer Betrachtung weitere Schadenskategorien zu berücksichtigen, die insbesondere den internationalen Handel, Direktinvestitionsströme und die Effekte auf Migration und Tourismus beinhalten. Gerade führende Exportländer sind bei einem Betreiben von Atomkraftmeilern, die nicht inhärent sicher sind, mit enormen potenziellen Schäden im Fall eines Super-GAUs konfrontiert. Zu den nicht-internalisierten externen Effekten der Atomstromerzeugung gehören auch die Kosten für den radioaktiven Abfall, dessen Lagerung ebenfalls mit großem Schadenspotenzial verbunden ist.

Ob man die Atomkraft überhaupt für politisch verantwortlich hält, ist Sache des politischen Prozesses. Geht man davon aus, dass das Betreiben von Atomstrommeilern erhebliche Gesundheitsgefahren (u.a. Krebsrisiken) und potenziell hohe Todeszahlen bei einem Super-GAU beinhaltet, dann wird man auch fragen müssen, ob nicht in Anlehnung an RAWLS (1971) ein einstimmiger Konsensbeschluss zu fordern wäre, wenn es um den Betrieb von Atomstrommeilern geht, die nicht inhärent sicher sind. Es besteht zumindest für die Mehrzahl der europäischen Länder kein Zweifel, dass eine einstimmige Entscheidung pro Atomkraft in einem nationalen Parlament nicht zu erwarten ist – und bei einer (hypothetischen) Volksabstimmung ebenfalls nicht.

Eine Wirtschaftspolitik, die das Ausmaß der negativen Externalitäten eines Energieträgers verschleiern, ist nicht rational und wird mit hohen Wohlfahrtsverlusten einhergehen, sofern diese Externalitäten – also die Zusatzkosten jenseits der sogenannten privaten Kosten für den Atomstromproduzenten – groß sind. Im Fall der Atomstromproduktion sind die latenten negativen Externalitäten sehr hoch. Es ist Aufgabe der nationalen Wirtschaftspolitik wie der EU-Politik, für eine effiziente Internalisierung negativer externer Effekte zu sorgen.

Mit Blick auf das in vielen Diskussionen zur Atomkraft zu hörende Argument, dass der Atomstrom relativ preiswert und zudem fast CO₂-frei ist, muss man darauf hinweisen, dass in einer Systembetrachtung – sie allein ist der Fragestellung nach dem CO₂-Effekt des Atomstroms angemessen – die Aussage zu bezweifeln ist, dass mit dem Ausbau des Atomstroms ein Beitrag zur Klimastabilisierung erreicht wird; das Gegenteil ist der Fall. Mit dem Ausbau eines künstlich subventionierten Atomstroms wird Strom weltweit künstlich verbilligt und das hat zur Konsequenz, dass strom- bzw. energieintensive Produktionsbereiche expandieren. Damit aber entsteht durch den künstlichen Strukturwandel eine Zusatznachfrage nach Ener-

gie, die natürlich mit einer CO₂-Emissionserhöhung einhergeht. Der Politik in Deutschland und Europa sind konkrete Reformen bzw. Politikschritte anzuraten:

- Einführung einer vollen Haftpflicht für Atomstrombetreiber; zudem Anlastung der absehbaren Nuklear-Abfallkosten.
- Neuberechnung der Energieszenarios auf Basis veränderter relativer Preise der verschiedenen Energieträger (auf Basis der Internalisierung negativer externer Effekte beim Atomstrom).
- Berechnung der Wohlfahrtsverluste, die durch mehr als 30jährige Verzerrungen der Relativpreise bei Energieträgern in Deutschland bzw. den OECD-Ländern entstanden sind.
- Eine stärkere Beachtung von konsistenten Nachhaltigkeitsindikatoren für die Volkswirtschaften der Welt ist dringlich; hier sei auf den EIIW-vita-Nachhaltigkeitsindikator hingewiesen, der die Qualitätsanforderungen des OECD-Handbuchs zu Gesamtindikatoren – im Gegensatz zu vielen bestehenden Indikatoransätzen – erfüllt.

Der Fukushima-Reaktorunfall ist geeignet, eine grundlegende Neuorientierung der Energie- und Klimapolitik zugunsten erneuerbarer Energien zu fördern. Hier gibt es auch neue Möglichkeiten, die internationale Zusammenarbeit von Ländern bzw. Weltregionen zu verstärken.

Auswirkungen einer Stromverteuerung im Kontext mit dem Abschalten von Atomkraftwerken

Es wird in vielen Publikationen betont, dass Atomkraftwerke grundlast-fähig sind bzw. kontinuierlich eine Art Basisstromversorgung sichern können. Demgegenüber sind einige erneuerbare Energien – wie Wind und Sonne – nur zeitweise verfügbar und können nicht ohne weiteres kurzfristig in gewünschter Menge angeschaltet werden. Das ist solange und in dem Maße ein kritischer Einwand gegen einen starken Ausbau erneuerbarer Energien, wie eine Speicherung von Strom nur schwer gelingt. Allerdings gibt es einerseits die Möglichkeit, mittels Pumpspeicherkraftwerken Energie bzw. Strom zu speichern und auch die Batterietechnik macht große Fortschritte. Zudem kann man auf Basis moderner Netze und Stromerzeugeranlagen, die (vereinfacht formuliert) internetbasiert gesteuert werden, auch mit Schwankungen im Stromangebot recht gut zurechtkommen. Die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie bietet hier neuartige Möglichkeiten. Diese Technologie erleichtert auch die Klassifizierung von Aktien nach verschiedenen Gesichtspunkten, z.B. kann man für entsprechend interessierte Anlegergruppen auch gezielt Nachhaltigkeits-Aktien identifizieren: also solche Firmen, die in der Produktionsweise und in ihren Produkten explizit Wert auf Umweltfreundlichkeit legen und von daher einen Beitrag zur Nachhaltigkeit liefern. Es stellt sich die Frage, wie man marktmäßig verbesserte Signale für nachhaltige Investitionen geben kann - auch hier ist der Staat gefordert, vernünftige Rahmenbedingungen zu setzen: Hierbei geht es insbesondere um Standards für ein Nachhaltigkeitsrating.

Kapitalmarktentwicklung und nachhaltige Investmentfonds

In einer Marktwirtschaft kommt dem Kapitalmarkt eine außerordentlich wichtige Rolle für die Investitions- und Innovationsdynamik zu. Auf Seiten der Anleger – private Haushalte, Banken, Investmentfonds/Pensionsfonds – ist das Hauptinteresse in der Regel gerichtet auf die drei Punkte:

- Liquidität, Rentabilität und Sicherheit (geringe Schwankungsbreite in der Kursentwicklung bzw. Vermeiden von Kursverlusten)
- Hinzu kommt bei einigen Investoren ein gezieltes „Qualitätsinteresse“: z.B. möchte mancher bei den Investitionsprojekten vermeiden, dass umweltschädliche oder rüstungsnahe Projekte finanziert werden. Aus einer Umweltperspektive geht es hier vor allem um das Qualitätsmerkmal „nachhaltige Investitionen“. Solche Qualitätsmerkmale werden im Rahmen sogenannter Nachhaltigkeitsratings von spezialisierten Beratungs- bzw. Klassifizierungsfirmen vergeben.

Es gibt durchaus eine Reihe von Investmentfonds und auch viele Privatanleger, die an Nachhaltigkeitsinvestments interessiert sind und daher auch darauf achten, ob die grundsätzlich in Frage kommenden Unternehmen auch dem mit im Fokus stehenden Qualitätskriterium der Nachhaltigkeit entsprechen; von daher gibt es ein Interesse von Marktakteuren an einem Nachhaltigkeitsrating. So wie die großen Agenturen Moody's, Standard & Poors und Fitch mit ihren Rating-Noten – mit der Notenskala von AAA (Ausfallwahrscheinlichkeit des Schuldners nahe Null) über B und C bis D (Ausfall der Zins- und Tilgungszahlung) – den Anlegern ein mehr oder weniger vertrauenswürdigen Signal in Sachen Sicherheit von Anleihen geben, so kann man sich auch ein Nachhaltigkeitsrating vorstellen. Tatsächlich gibt es einige Institutionen, die solche „grünen Rating-Noten“ verteilen.

Ende Februar 2011 wurde an der Börse London erstmals ein börsengehandelter Indexfonds (ETF: Exchange Traded Fund) im Bereich Nachhaltigkeitsinvestment aufgelegt. Die beiden neuen ETF sind auf die beiden Aktienindices Dow Jones Sustainability Europe und Dow Jones Sustainability World gelistet; Blackrock, eine internationale Fondsgesellschaft, hat über ihre ETF-Marke iShares diese beiden ETF aufgelegt (O.V., 2011): Der europäische Sustainability Index bezieht sich auf die nachhaltigsten 20% aus 600 börsennotierten Unternehmen in Europa, der globale Nachhaltigkeitsindex bezieht sich nachhaltigkeitsbezogen auf das Top Fünftel von 2500 börsennotierten Firmen. Die Auswahl trifft als Experteninstitution SAM, die hier also bei der Platzierung einer Finanzinnovation mitwirkt. Die ETFs bilden recht präzise die Entwicklung der zugrunde liegenden Sustainability Indices ab, wobei hier die Kostenbelastung niedriger als bei klassischen Investmentfonds ist. Mit den ETF erhält von daher die Nachfrage nach „Nachhaltigkeitsfirmen“ Auftrieb, wobei in den beiden Indices – nach Angaben von Dow Jones – rund 8 Mrd. \$ - als Anlagemasse verwaltet werden. Der Ölkonzern BP, den viele Kritiker für die Havarie bei der Ölbohrplattform Deep Water Horizon im Golf von Mexico in 2010 für verantwortlich halten, wurde von SAM in 2010 noch zeitweise als nachhaltig klassifiziert; jedoch wurde BP in 2011 dann nicht mehr in dieser Kategorie geführt. BP hat allerdings seit vielen Jahren ein erhebliches Engagement im Bereich erneuerbarer Energien aufgebaut und es bleibt abzuwarten, ob BP und andere Ölkonzerne etwa in den Bereichen Wind- oder Solarenergie oder Biomasse mit verstärkten Aktivitäten aufwarten werden.

Es ist durchaus erwägenswert, dass der Staat die Investition in nachhaltige Energien durch verschiedene Maßnahmen fördert, die auch den Kapitalmarkt betreffen:

- Der Staat könnte Mindestangaben von allen Firmen, die an der Börse gelistet sind, im Bereich Umweltschutz bzw. Nachhaltigkeit verlangen.
- Der Staat bzw. die Staaten der OECD – oder der G20 oder einer größeren Gruppe – könnten eine Nachhaltigkeitszertifizierung von Firmen vorsehen.
- Der Staat könnte Versicherungen erlauben, bis zu 10% des Anlagevolumens in zertifizierten Nachhaltigkeitsinvestments anzulegen.
- Es entspräche einer auf Umweltfortschritt ausgerichteten Innovationspolitik, wenn Firmen, die zertifizierte Nachhaltigkeit aufweisen können, einen geringeren Gewinnsteuersatz hätten – also geringere Körperschaftssteuersätze bzw. Einkommenssteuersätze wären dann für diese Unternehmen relevant.

Geht man davon aus, dass Atomstromanlagen grundsätzlich nicht als nachhaltig gelten können – solange sie nicht inhärent sicher sind und ohne gefährliche Abfälle produzieren -, so wäre die Entwicklung eines Nachhaltigkeitssegmentes an den Kapitalmärkten ein wichtiges Signal für mehr Vernunft in der Energiewirtschaft. Die Kapitalkosten für Atomstromproduzenten werden sich verteuern, das macht Atomstrom mittelfristig weniger rentabel.

Mittelfristige Perspektiven

In der EU gibt es einen Strombinnenmarkt, der durch eine sehr asymmetrische Internalisierung negativer externer Effekte der Atomstromwirtschaft enorm verzerrt ist. So können französische Atomstrombetreiber ihren auf den ersten Blick preiswerten Atomstrom in andere EU-Länder exportieren. Es wäre Aufgabe der Europäischen Kommission, für eine in allen Ländern greifende Internalisierung negativer externer Effekte zu sorgen: Alle Atomstromanbieter müssten demnach eine umfassende Haftpflichtversicherung nachweisen. Hierzu dürfte von französischer Seite kaum auf politischer Ebene Zustimmung zu erhalten sein, wobei zu prüfen ist, ob Aktionen im Bereich der Frage der Haftpflichtversicherung einen einstimmigen Ratsbeschluss oder aber einen Mehrheitsbeschluss erfordert. Zumindest die privaten Haushalte können in jedem Land durch Auswahl eines grünen Stromanbieters, der keinen Atomstrom und keinen Strom aus fossilen Quellen verkauft, ausländischen und inländischen Atomstrom komplett aussperren. Es liegt am Staat, eine Kennzeichnungspflicht für Strom etwa bei PKW-Stromladestationen durchzusetzen. Nicht unproblematisch ist die Industrie, wo der Marktwettbewerb einen erheblichen Druck ausüben dürfte, angeblich preiswerten Strom aus Atomkraftwerken einzukaufen. Hier könnte man jedoch an die Gründung einer auf ökologische Energien ausgerichteten Unternehmensallianz denken, die beim Stromeinkauf gezielt auf die Nutzung von Atomstrom verzichten: Je größer das entstehende Unternehmensnetzwerk ist, desto größer der Druck auf die Energiewirtschaft, sich vom Atomstrom zu verabschieden. Strom aus Kohle und Gas kann bei entsprechenden Carbon Capture and Storage-Technologien (Abscheiden und Speicherung von CO₂) möglicherweise auch als ökologiefreundlich gelten.

National liegt es in Deutschland und in allen anderen EU-Ländern an den jeweiligen Regierungen eine volle Haftpflichtversicherung der Atomstrombetreiber zu beschließen. Es bleibt

dann zu sehen, ob Atomstrom am Markt überhaupt konkurrenzfähig ist bzw. ob es der Forschung gelingt, inhärent sichere Atomkraftwerke zu entwickeln.

Der Übergang zu einem Stromsektor ohne Atomstrom ist vermutlich binnen einer Dekade in Deutschland zu schaffen. Allerdings sind neue Pumpspeicherkraftwerke als Energiepuffer zu bauen, zudem ist die staatliche Förderung innovativer Batterien zur Stromspeicherung zu erhöhen und die Entwicklung Intelligenter Stromnetze voranzutreiben; schließlich sind größere Vernetzungen europäischer Anbieter von erneuerbarem Strom durch entsprechende Investitionsprojekte des privaten Sektors und ggf. der öffentlichen Hand voranzutreiben. Neue Gaskraftwerke könnten zur Stabilisierung der Stromnetze in einem Umfeld mit einem erhöhten Anteil an erneuerbaren Energien notwendig werden und entsprechend ist ein Ausbauprogramm der Stromanbieter durch den Bund und die Bundesländer zu unterstützen.

Für den Rückbau der Atommeiler wird man erhebliche Summen aufwenden müssen und zudem ist die Frage eines Endlagers für den radioaktiven Müll in Deutschland bzw. anderen OECD-Ländern zu klären. Mit dem Auslaufenlassen der Atomkraftwerke dürfte sich ein einmaliger erhöhter Abschreibungsbedarf auf Realkapital in Deutschland ergeben. Dabei dürfte sich dieser allerdings insofern in Grenzen halten, als dass die Atomkraftwerke der ersten Generation bereits alle bei den Unternehmen abgeschrieben sind.

Die Wirtschaftspolitik, aber auch die Zivilgesellschaft sind aufgefordert, sich künftig stärker mit der Frage nach einem aussagekräftigen Indikator der nationalen und globalen Nachhaltigkeit zu beschäftigen. Hier bietet der EIIW-vita-Nachhaltigkeitsindikator einen wichtigen Ansatzpunkt. Notwendig ist eine breitere Debatte über die langfristigen Grundlagen einer ökosozialen Marktwirtschaft. Es bleibt auch zu untersuchen, wie es kam, dass die Atomstromerzeuger in den OECD-Ländern derartige Sonderkonditionen für sich erreichen konnten, obwohl die hohen externen Effekte der Atomstromerzeugung seit den EWERS/RENNINGS-Analysen von 1991/1992 in Deutschland unter Ökonomen bekannt waren. Allerdings hatte das Bundesministerium für Wirtschaft keine Freigabe des Prognos-Gutachtens für eine Publikation gegeben, was ja bereits eine Aussage in sich ist.

Die mangelnde Versicherung von Atomkraftwerken muss als gravierendes ökonomisches Problem in allen OECD-Ländern – und darüber hinaus – gelten. Die Behauptung der Atomindustrie, Atomstromerzeuger hafteten unbegrenzt bei einer Havarie hat offenbar einen weithin rhetorischen Charakter. Die wahren Kosten der Atomstromerzeugung sind viel höher, als der Marktpreis von Atomstrom vermuten lässt. Es ist eine ordnungspolitische bzw. rechtliche Aufgabe des Staates, die Rahmenbedingungen so zu verändern, dass negative externe Effekte in der Energiewirtschaft – insbesondere der Atomwirtschaft – internalisiert werden. Darüber hinaus ist die Europäische Kommission aufgefordert, die Verzerrung des Wettbewerbs durch Schattensubventionen kritisch zu prüfen. Aus Sicht der Steuerzahler kann man sich nur wünschen, dass die Risiken der Atomstromerzeugung für das Leben und das Portemonnaie der Steuerzahler künftig doch sehr viel stärker transparent werden als bisher: Die Haftpflichtversicherungsbedingungen von Atomstrombetreibern sollten – auf Basis neuer gesetzlicher Vorgaben – im Internet publiziert werden. Denn die Anlastung von verdeckten Kosten auf die Allgemeinheit lässt es nur als vernünftig erscheinen, dass die Öffentlichkeit auch über das tatsächliche Ausmaß an Haftpflichtversicherung im Bilde ist. Vor dem Hintergrund der Transatlantischen Bankenkrise sei abschließend nochmals auf die bemerkenswerten Parallelen der Probleme in der Bankenkrise – resultierend u.a. aus dem Too-big-to-fail-Problem (Großbanken

konnte der Staat im Interesse der Systemerhaltung nicht in Konkurs gehen lassen, was den Wettbewerb im Bankenmarkt stark verzerrte) – und beim Atomstrom hingewiesen: Privatisierung der Gewinne und Sozialisierung der Verluste ist eine unakzeptable Gleichung. Der Begriff Eventualverbindlichkeiten erhält nach Fukushima 2011 eine neue Bedeutung.

Die Einspeisevergütung, die als Investitionsanreiz vom Staat in Deutschland für Solar- und Windenergie gezahlt wird, kann man zum Teil als eine Art notwendiger Gegesubvention in einem Umfeld mit hohen Schattensubventionen für die Atomstromerzeugung einordnen. Es wäre allerdings ökonomisch und wohlfahrtstheoretisch vernünftiger, den Atomstromerzeugern eine volle Haftpflichtversicherung anzulasten; im Gegenzug könnten die Einspeisevergütungen für die erneuerbaren Energien reduziert und damit der Staatshaushalt erheblich entlastet werden; also die Steuern gesenkt werden. Die Erhöhung der verfügbaren Einkommen, die sich damit ergäbe, dürfte die Konsumnachfrage bzw. Wachstum und Beschäftigung erhöhen – das dürfte den Stromverteuerungseffekt aus den höheren Versicherungskosten beim Atomstrom aufwiegen. Deutschlands Wirtschaftspolitik – und auch die EU-Politik – ist aufgefordert, historisch falsche Weichenstellungen in der Energie- bzw. Atomstrompolitik zu korrigieren.

Anhang 1: Kumulierte Emissionen für Herstellung und Betrieb in kg/GWhEL

	SO ₂	NO _x	Staub	CO ₂
Windenergie				
4,5 m/s	16,3-34,9	24,1-50,7	3,0-6,3	16300-35700
5,5 m/s	10,9-23,5	16,0-34,2	2,0-4,3	10800-24000
6,5 m/s	8,1-17,7	12,0-25,8	1,5-3,2	8100-18100
Photovoltaik				
Monokristallin	270-340	320-410	100-120	247000-318000
Ploykristallin	300-380	300-380	60-80	232000-298000
Amorph	170-220	210-270	20-30	206000-265000
Steinkohle				
Durch Material- aufwand	6-11	10-14	1-2	4400-7300
In vorgelagerte Prozeßkette	128	137	9	93000
Emissionen Kraftwerk	570	570	140	781000
Summe	704-709	717-721	150	878400-881300
Kernenergie				
Durch Material- aufwand	5	9	1	5400
In vorgelagerte Prozeßkette ^a	28-45	55-87	5-7	13000-20000
Emissionen Kraftwerk	0	0	0	0
Summe	33-50	64-96	6-8	18400-25400

a) Die Bandbreite ergibt sich aus den unterschiedlichen Annahmen bezüglich der Verluste in der vorgelagerten Prozeßkette.

Quelle: VOSS, A. (1997), 59-74.

Anhang 2: Berufliche und öffentliche Risiken

	Berufliche Risiken		Öffentliche Risiken	
	Todesfälle	Verletzungen/ Erkrankungen	Todesfälle	Verletzungen/ Erkrankungen
	Anzahl/TWh _{el} ^c	WDL/TWh _{el}	Anzahl/TWh _{el} ^c	WDL/TWh _{el}
Windenergie				
4,5 m/s	0,02-0,08	120-300	0,008	0,35-0,38
5,5 m/s	0,02-0,05	80-200	0,005	0,23-0,25
6,5 m/s	0,01-0,04	60-150	0,004	0,18
Photovoltaik ^a	0,10-0,19	600-1100	0,009-0,011	0,44-0,54
Steinkohle	0,22	2300	0,21-0,74	0,80-12,0
Kernenergie ^b	0,04-0,11	209-218	0,002-0,1	0,06-0,31

a) Keine Differenzierung nach der Art der Solarzellen;

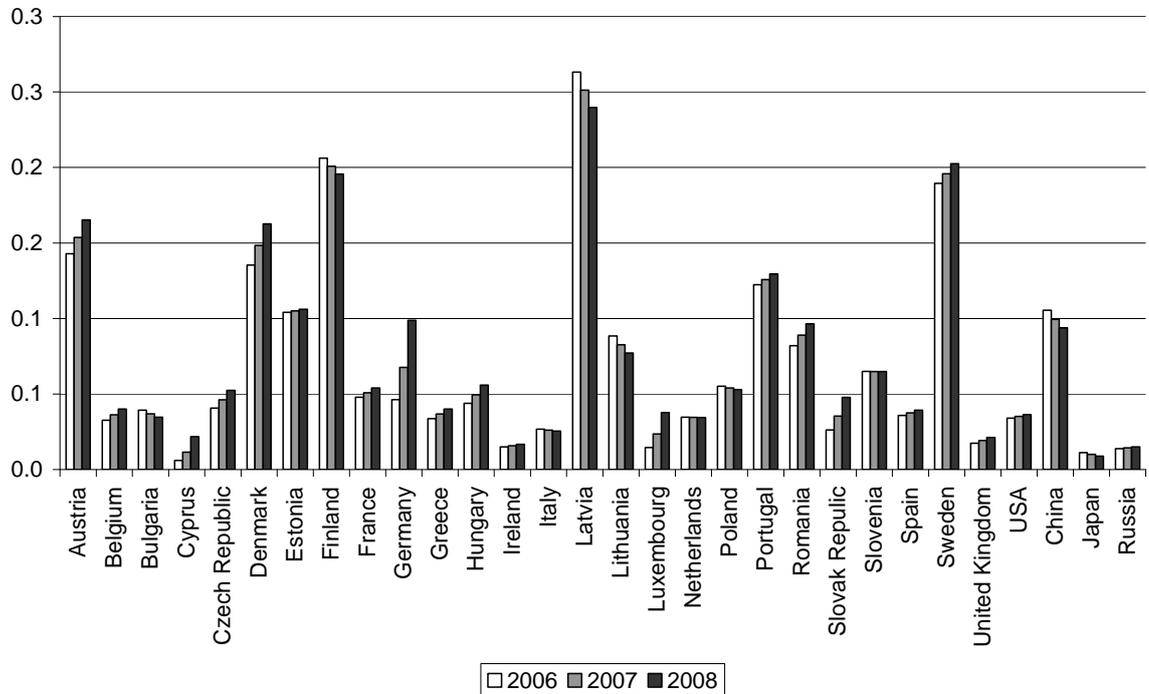
b) die Zahlen zu den öffentlichen Risiken beinhalten unter anderem die Ergebnisse der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke (Phase A) zu hypothetischen Unfällen;

c) bezogen auf die gesamte, während der Lebensdauer der Anlage, erzeugte elektrische Energie.

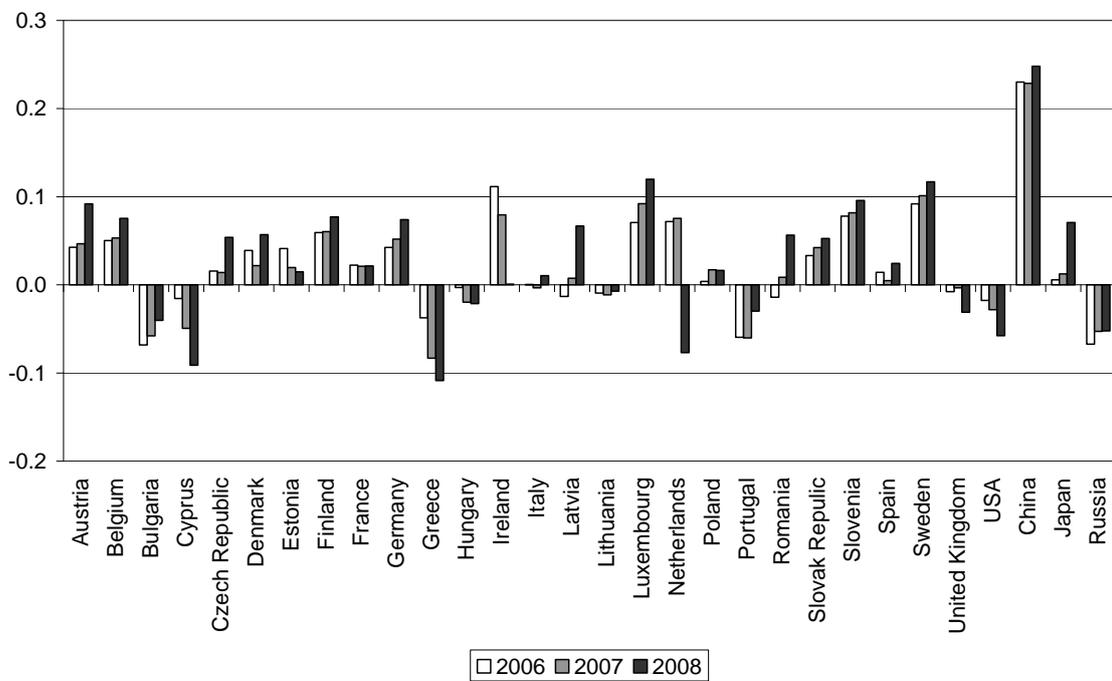
Quelle: VOSS, A. (1997), 59-74.

Anhang 3: Ländervergleich im Umweltbereich

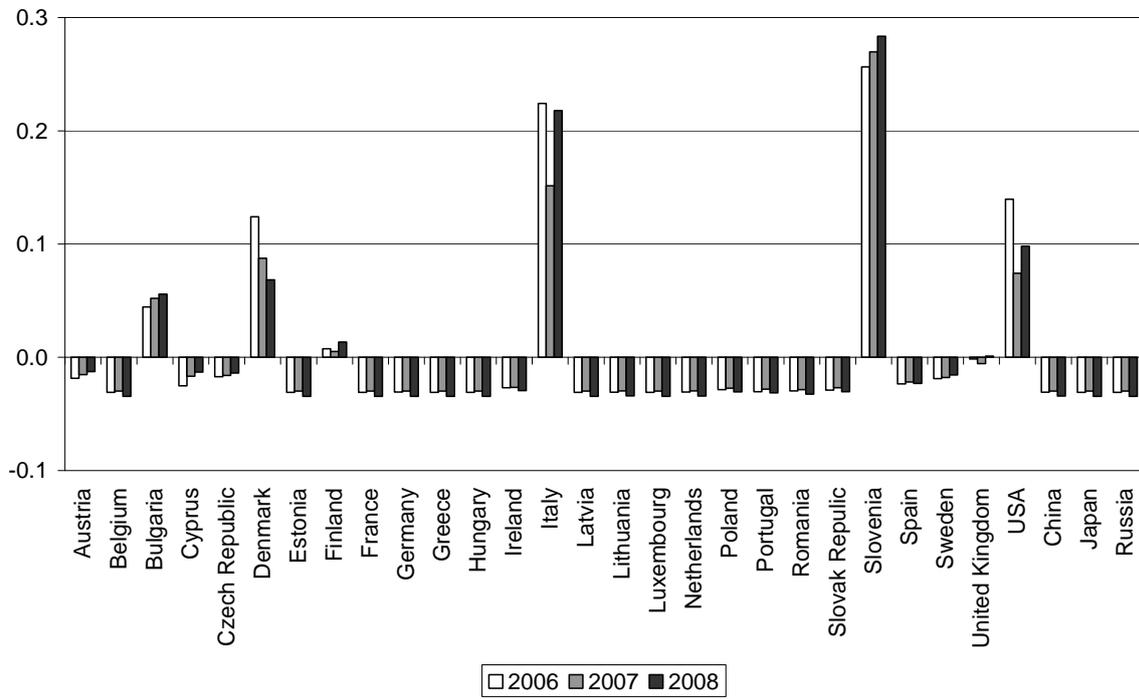
a.) Anteil der erneuerbaren Energien



b.) Echte Sparquoten/Weltbank



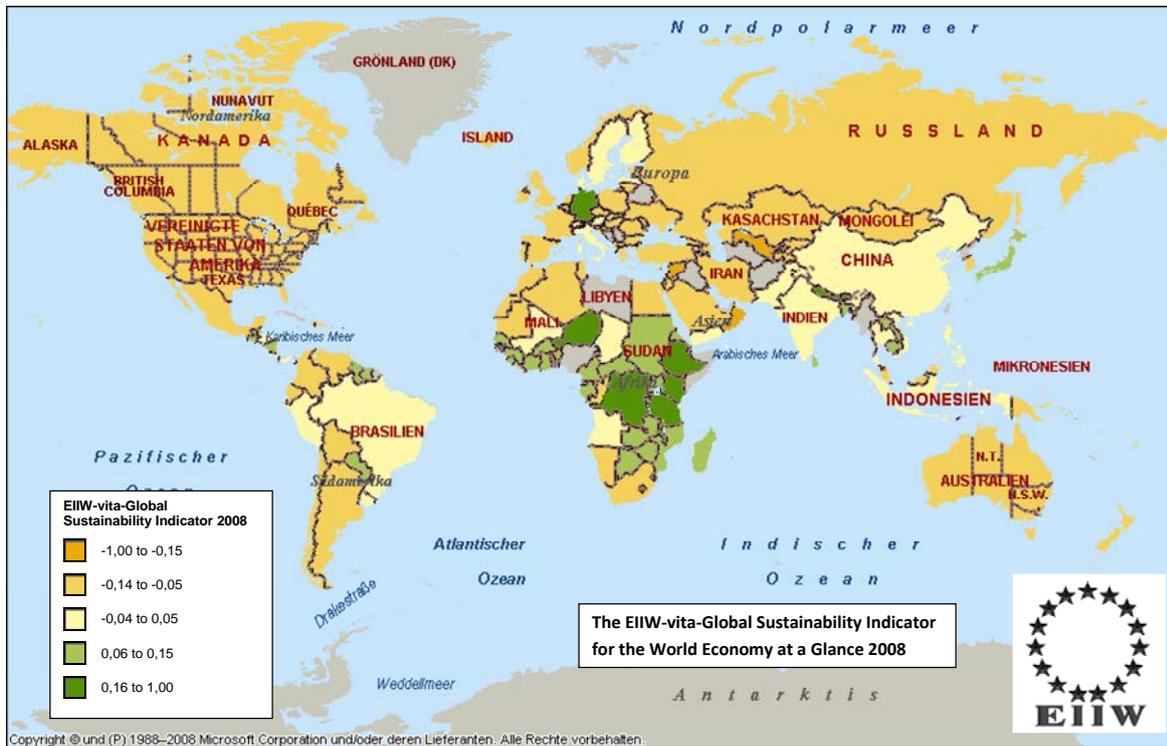
c.) Volumenbasierte RCAs für "grüne Exporte" (RCA = revealed comparative advantage = relativer offenbarer Wettbewerbsvorteil)



Datenquelle: WDI Online, EIIW Berechnungen (RCA)

Anhang 4: EIIW-vita Globaler Nachhaltigkeitsindikator

(Einteilung der Länder auf Basis der Positionierung in Quintilen beim Indikatorwert: Top Fünftel = dunkelgrün, 2. Fünftel = hellgrün)



Quelle: WELFENS/PERRET/ERDEM, 2010

Anhang 5: Projektion der Energieträgerpreise frei Kraftwerk in den Varianten „Basis“ und „Hochpreis“

[cent2005/ kWh]	Preisfad	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Braunkohle	Basis	0,3492	0,3528	0,3528	0,3528	0,3528	0,3528	0,3528	0,3528	0,3528	0,3528
Steinkohle	Basis	0,7992	0,5904	0,6300	0,6300	0,6300	0,6444	0,6588	0,6732	0,6876	0,7020
	Hochpreis	0,7992	0,7056	0,7164	0,7308	0,7488	0,7668	0,7884	0,8064	0,8244	0,8460
Erdgas	Basis	2,1996	1,7424	1,8648	1,9476	2,0196	2,1276	2,2176	2,3112	2,4120	2,5164
	Hochpreis	2,1996	2,6172	2,8368	3,0528	3,2076	3,3624	3,5244	3,6972	3,8772	4,0680
Kernenergie	Basis	0,2232	0,2232	0,2232	0,2232	0,2232	0,2232	0,2232	0,2232	0,2232	0,2232
Biomasse	Basis	2,1600	2,1600	2,1600	2,1600	2,1600	2,1600	2,1600	2,1600	2,1600	2,1600

Quelle: WISSEL, S. ET AL. (2008), Stromerzeugungskosten im Vergleich, Arbeitsbericht/Working Paper, Bericht NR .4, IER. Universität Stuttgart, 12

Literaturverzeichnis

- EUCKEN, W. (1952), Grundlagen der Wirtschaftspolitik, Neuauflage von 1990, Tübingen: Mohr.
- EWERS, H.-J.; RENNINGS, K. (1991), Die monetären Schäden eines Super-Gau's in *Biblis*. Diskussionspapier Nr. 2 des Instituts für Verkehrswissenschaften an der Universität Münster.
- EWERS, H.J.; RENNINGS, K. (1992), Abschätzung der Schäden durch einen sogenannten "SUPER-GAU", Prognos-Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft, downloadbar unter www.zukunftslobby.de
- FRONDEL, M. (2010), Energieeffizienz in der energieintensiven Industrie in Deutschland, RWI-Studie für das VIK, Essen.
- GESELLSCHAFT FÜR REAKTORSICHERHEIT (GRS) mbH (1989), Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase B – eine zusammenfassende Darstellung, 2. A., Köln.
- IEA, Key World Energy Statistics 2010, Paris.
- IEAE/THE CHERNOBYL FORUM (2006), Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine, 2nd revised edition, Paris: IEAE.
- JAEGER, L. (2011), Den Tanz auf dem Vulkan mathematisch modellieren, *Neue Zürcher Zeitung*, Internationale Ausgabe, 26.3.2003, S. 13.
- NERA (2007), Human Costs of a Nuclear Accident. Final Report, London.
- NUCLEAR ENERGY AGENCY, *Nuclear Energy Data 2010*.
- O.V. (2011), Erste Nachhaltigkeits-ETF notiert, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 01.03.2011, S.21.
- PFEIFER, D. (1991): Tschernobyl und die Folgen aus der Sicht der Mathematik. *Einblicke: Forschung an der Universität Oldenburg*, 31-34.
- RAWLS, J. (1971), *A Theory of Justice*, Cambridge.
- SAUER, G.W. (1991), Haftungs-, Deckungs- und Stilllegungsvorsorge bei kerntechnischen Anlagen, Vortrag auf dem Neunten Deutschen Atomrechtssymposium, München.
- VOSS, A. (1997), Leitbilder und Wege einer umwelt- und klimaverträglichen Energieversorgung, in: BRAUCH, H.G., Hg., *Energiepolitik*, Heidelberg: Springer, 59-74.
- WAGNER, H.-J. (2007), *Was sind die Energien des 21. Jahrhunderts*, Frankfurt/M: Fischer.
- WELFENS, P.J.J. (2009a), Explaining Oil Price Dynamics, in: BLEISCHWITZ, R.; WELFENS, P.J.J.; ZHANG, Z., eds., *Sustainable Growth and Resource Productivity. Economic and Global Policy Issues*, Sheffield: Greenleaf Publishing, 110-117.
- WELFENS, P.J.J. (2009b), *Transatlantische Bankenkrise*, Stuttgart: Lucius.

WELFENS, P.J.J.; PERRET, J.; ERDEM, D. (2010), Global Economic Sustainability Indicator: Analysis and Policy Options for the Copenhagen Process, *International Economics and Economic Policy*, Vol. 7, 153-186.

WISSEL, S ET AL. (2008), Stromerzeugungskosten im Vergleich, Arbeitsbericht/Working Paper, Bericht Nr. 4 , IER. Universität Stuttgart.