

Stellungnahme zum Grünbuch „Energie 2020“ Schleswig-Holstein

Auf Anfrage des Ministeriums für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr
des Landes Schleswig-Holstein

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Gregor Czisch
IEE-RE Universität Kassel

Zusammenfassung

Die vorliegende Stellungnahme konzentriert sich – neben einer allgemeinen Kommentierung verschiedener Aspekte des Grünbuchs – auf den Aspekt der großräumigen Stromversorgung mit erneuerbaren Energien (EE) als wesentlicher Bestandteil einer zukünftigen klimaneutralen Energieversorgung. Diesem Aspekt wird im Grünbuch nicht in dem Umfang Rechnung getragen, wie es den Zukunftschancen für alle potentiellen Beteiligten angemessen wäre, die sich aus der internationalen Kooperation ergeben. Dennoch sind im Kapitel 6.1.2.3 „*Super grid*“ des Grünbuchs schon einige Gedanken zu dieser Art der Stromversorgung angelegt, die aufgegriffen und weitergeführt werden, wobei auch auf die Chancen von Schleswig-Holstein eingegangen wird. Um die internationale Versorgungsoption bald zu einem Standbein der Stromversorgung werden zu lassen, bedarf es einer zielgerichteten Politik, die die gemeinsamen Interessen verschiedener potentieller Partner verbindet. Die technischen Voraussetzungen einer internationalen Kooperation im Bereich regenerativer Energien sind bereits heute gegeben. Es bedarf demnach vornehmlich der zielgerichteten Gestaltung durch Politik und Wirtschaft, zu der einige Vorschläge gemacht werden. Die Option der großräumigen Versorgung mit EE impliziert auch Anpassungen bei der Gestaltung der lokalen Nutzung von EE.

Vorwort

Auch wenn der Anteil der energiebedingten CO₂-Emissionen Deutschlands naturgemäß gegenüber dem weltweiten Ausstoß relativ klein wirkt, hat Deutschland als eine der führenden Industrienationen mit hohen Pro-Kopf-Emissionen eine herausragende Verantwortung für die zukünftige weltweite Entwicklung. Wie im Grünbuch treffend angemerkt, ist die relativ „*erfolgreiche Klimabilanz*“ Deutschlands „*weniger das Ergebnis einer erfolgreichen Klimapolitik*“ als „*vielmehr der Deindustrialsierung in den Neuen Länder*“ (s.a. [GC2007]). Mit diesem Beiprodukt des Mauerfalls wurde Deutschland seiner internationalen Verantwortung nicht eigentlich gerecht. Nichtsdestotrotz hat Deutschland eine wichtige Rolle beim internationalen Klimaschutz eingenommen, wobei hier insbesondere auf seine Verdienste als Motor der Nutzung erneuerbarer Energien verwiesen sein soll. An diesen Erfolgen gilt es anzuknüpfen und sie in noch stärkerem Maße zu internationalisieren um die EE damit zu einem wirklich wirkungsvollen – weil weltweit in bedeutsamem Umfang eingesetzten – Instrument des Klimaschutzes auszubauen und die eigenen Möglichkeiten des Klimaschutzes mit EE bishin zur entscheidenden Säule der klimaneutralen Energieversorgung zu entwickeln. „*Übergeordnetes Ziel der Energiepolitik*“ muss – wie im Grünbuch gefordert – „*eine sichere, nachhaltige und preisgünstige Versorgung der Bevölkerung und der Unternehmen*“ sein. Dabei kommt es auch auf eine ausgewogene Mischung der Erzeugungsoptionen an. Allerdings impliziert diese Überlegung keinesfalls zwingend die Nutzung fossiler oder nuklearer Erzeugungsoptionen. Vielmehr muss die Strom- und Energieversorgung in weiten Teilen neu konzipiert werden,

um zu Lösungen zu kommen, die allen Ansprüchen gerecht werden. Konzepte, die keine kostengünstige Versorgung ermöglichen, sind dabei schon allein wegen der fehlenden Übertragbarkeit von den reichen Industrienationen – die sich evtl. auch etwas teurere Lösungen leisten können – auf die Mehrzahl der ärmeren Staaten wenig zielführend. Es müssen Lösungen gefunden werden, die einerseits eine gewisse Übertragbarkeit gewährleisten und andererseits nach Möglichkeit auch den Weg zur internationalen Kooperation zum Vorteil aller Beteiligten öffnen. Die großräumige Stromversorgung mit EE erfüllt all diese Voraussetzungen. Mit Ihr kann der alles entscheidende dritte Teil des „*energiepolitischen Dreisprungs*“ – die Restbedarfsdiversifizierung – angegangen werden, ohne weiter auf andere Optionen angewiesen zu sein. Den Fragen, wie sie sich etablieren ließe und insbesondere, welche Beiträge Schleswig-Holstein dazu leisten könnte und welche Chancen sich dabei für das Bundesland ergeben könnten wird in dieser Stellungnahme zum Grünbuch besonderes Augenmerk geschenkt.

Vorab zu Forschungsergebnissen zur großräumigen Stromversorgung

Die Frage, ob es grundsätzlich möglich ist die gesamte Energieversorgung auf EE umzustellen ist in Anbetracht der riesigen Potentiale leicht mit ja zu beantworten. Wie dies aber zu günstigen Kosten mit heutiger Technologie zu bewerkstelligen ist, ist eine sehr viel schwieriger zu beantwortende Frage.

Diese Frage wurde anhand verschiedener Szenarien einer weitgehend CO₂-neutralen Stromversorgung für Europa und seine nähere Umgebung untersucht [GC2005]. Das Szenariogebiet erstreckt sich von Westsibirien bis Senegal. In einem sehr konservativen Szenario – dem Grundszenario, in dem lediglich schon heute marktgängige Technologien zu heutigen Marktpreisen zum Einsatz kommen und zudem kein Zubau neuer Wasserkraftwerke vorgesehen ist - liegen die Stromentstehungskosten unter 4,7 € Cent pro Kilowattstunde (zugrundeliegender Realzinssatz 5%). Das sind bemerkenswert niedrige Kosten, die sich als Ergebnis einer mathematischen Optimierung des zukünftigen Versorgungssystems und damit auf möglichst objektive Weise ergeben. Bei den heute üblichen Gaspreisen¹ für Industriekunden in Deutschland kostet Strom rechnerisch selbst aus neuen effizienten Gaskraftwerken etwa 7 – 8 € Cent pro Kilowattstunde und auch an der Strombörse EEX wird selbst der billigste längerfristig gehandelte Strom teurer gehandelt². Die Ergebnisse versprechen also selbst bei den äußerst konservativen zugrundeliegenden Annahmen preiswerteren klimaschonend erzeugten Strom, als ihn heute die konventionelle Stromversorgung bereitstellt.

Nach diesen Ergebnissen könnte ein Stromnetz, das sich über ganz Europa bis zu den Nachbarn in Afrika und Asien erstreckt, die Quellen der regenerativen Stromerzeugung miteinander verbinden und den Strombedarf im gesamten Gebiet decken. Eingespeist würde der Strom aus Wind- und Wasserkraft, Sonnenenergie oder Biomasse dort, wo die besten Potentiale zu finden sind und sich das – für die Bedarfsdeckung – beste gemeinsame zeitliche Erzeugungsmuster ergibt. Windenergie und Wasserkraft in Nordeuropa, Windstrom und Strom aus solarthermischen Kraftwerken in der Sahara, Biomasse in Zentraleuropa, Windenergie aus Nordrussland und Westsibirien. Ein wesentlicher Vorteil der großräumigen Nutzung der EE ist, dass die Vernetzung der verschiedenen Energiequellen die Schwankungen bei der Stromerzeugung aus Wind und Sonne ausgleichen. Deshalb kann im Grundszenario auch der größte

¹ Der Gaspreis für Industriekunden in Deutschland betrug in 2006 3,5 €ct/kWh_{th} [EC2007].

² Der 200-Tages-Durchschnitt des Preises für Phelix Baseload Year Futures (Cal-08) lag in 2007 bisher immer über 5 €ct/kWh_{el} [EEX2007].

Teil des Stroms aus der vergleichsweise kostengünstigen Windenergie bereitgestellt werden. Sie wird an den besten Standorten in und um Europa produziert und über ein leistungsstarkes Transportsnetz in die Ballungsräume transportiert.

Zusammenführung korrespondierender internationaler Interessen

Neben der niedrigen und daher sozialverträglichen Stromkosten und der generellen Sinnhaftigkeit der großräumigen Stromversorgung mit EE für den Klimaschutz kann es aus vielerlei Gründen von Interesse sein, eine internationale Kooperation im Bereich erneuerbarer Energien anzustreben. Dies soll im Folgenden an einigen Beispielen aufgezeigt werden.

Beispiel: Deutsch ↔ Schweizer / Offshore-Wind- ↔ Wasserkraft-Kooperation

In der Schweiz sind die kostengünstig erschließbaren Potenziale erneuerbarer Energien begrenzt. Will die Schweiz eine kostengünstige Stromversorgung mit EE anstreben, ist sie auf Partner mit besseren Potentialen angewiesen. Dementsprechend hat die UREK-S Subkommission „**Energiepolitik**“ der „**Kommissionen für Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK)**“ des Nationalrats und des Ständerats der Schweiz auf ihrem Hearing „**Strom: Stromlücke und Stromimport**“ im April 2007 im Beisein der Vorstandsvorsitzenden der führenden Schweizer Stromversorgungsunternehmen unter anderem die Möglichkeit des Imports von Strom aus Offshore-Windenergie aus Deutschland und Frankreich erörtert. Vorgestellt wurde eine Kooperation in gegenseitigem Interesse, in dem die Schweiz einerseits mit ihren schnell regelbaren Speicherwasserkraftwerken zur Leistungssicherheit beiträgt und andererseits elektrische Energie in Form von Strom aus Offshore-Windenergie bezieht. Das besprochene Konzept beinhaltet Bau und Finanzierung der Offshore-Windparks sowie des Hochspannungsgleichstrom-Übertragungssystems für den Stromtransport von der Küste bis in die Schweiz jeweils mit Auskoppelstellen in Deutschland und Frankreich. Das Konzept wurde dabei auch als Keimzelle für eine internationale Stromversorgung mit erneuerbaren Energien verstanden. Dieses Konzept gälte es von Seiten der avisierten Partnerländer aufzugreifen um es nach dem bereits erfolgten ersten Schritt der Schweiz weiter voran zu bringen.

Beispiel: Marokko als Exporteur von Strom aus EE für Europa

Im Juni 2007 trafen sich in Husum bei der Veranstaltung der Windcomm³ „**Marokko als Zukunftsmarkt für Erneuerbare Energien**“ hochrangige Marokkanische Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und der Marokkanischen Regierung mit Vertretern aus dem öffentlichen Finanzsektor und von Ministerien Schleswig-Holsteins sowie der GTZ und der Deutschen Windindustrie. Ein zentrales Thema war die Möglichkeit des Exports von Strom aus Marokkanischer Windenergie nach Europa. Für Europa verspricht diese Option kostengünstigen Windstrom, der sich wegen seiner jahreszeitlich zum Europäischen Windstrom gegenläufigen Produktionsverläufe hervorragend in den Europäischen Strommix integrieren ließe. Für Marokko gibt es zwei existenzielle Gründe, die für diese Option sprechen. Einerseits ist der heimische Verbrauch an elektrischer Energie so klein, dass sich nur verhältnismäßig winzige Anteile der riesigen Windpotentiale nutzen ließe und eine Erschließung der Potentiale vieler Gebiete aufgrund der geringen, ins Marokkanische Netz integrierbaren Leistung nicht wirt-

³ Zur Veranstaltung „Marokko als Zukunftsmarkt für Erneuerbare Energien“ siehe auch [Win2007], [Win2007a] und [Win2007b].

schaftlich wäre. Dies führt dazu, dass Marokko trotz des im Überfluss vorhandenen Potentials mit dessen heimischer Nutzung allein der großen Bedrohung durch den Klimawandel kaum etwas Nennenswertes entgegensetzen hat⁴. Erst eine Kooperation mit den Hauptverursachern des CO₂-Ausstoßes macht einen wesentlichen Beitrag Marokkos möglich. Andererseits bieten die Windressourcen für Marokkos Wirtschaft nur dann große Wachstumschancen, wenn der Windstrom auch für den Export erzeugt wird. So ließen sich mit einer Europäisch-Marokkanischen Klima-Kooperation Dimensionen erreichen, die ein volkswirtschaftlich relevantes Wachstum schaffen könnte, verbunden mit dringend benötigtem Zufluss von Devisen und der Reduzierung der drückenden Arbeitslosigkeit. Sinnvoller Weise würde Marokko dann eine hohe Fertigungstiefe bei allen Technologien anstreben, die für diesen Export benötigt werden. Andererseits wird das ein langfristiger Prozess sein, während dessen sich auch den heutigen Hersteller und deren Standorten sehr attraktive Entwicklungschancen bieten⁵.

Beispiel: Russland als Exporteur von geregelter Strom aus EE für Europa

Auch für Russland könnte eine intensive Kooperation im Bereich der Nutzung erneuerbarer Energien von wirtschaftlichem Interesse sein. Mit Windstrom von den hervorragenden Standorten in Nordrussland und Westsibirien könnte Russland zu einem Großexporteur erneuerbaren Stroms werden. Darin wäre der großräumige Stromtransport vergleichbar mit der heutigen Situation im Erdgasbereich. Allerdings existiert heute im Gegensatz zum Strombereich schon ein leistungsstarkes Erdgasnetz dessen Transportleitungen sich von Westsibirien bis Algerien erstrecken⁶. Im Unterschied dazu würde aber beim Stromnetz nicht klimaschädliches Erdgas transportiert sondern CO₂-neutraler erneuerbarer Strom. Da die Ressource Windenergie nicht zur Neige geht, könnte sie langfristig die Einkommensquelle Erdgas ablösen. Anfangs könnte das Erdgas oder auch Flaregas⁷ aus der Russischen Ölproduktion – im Falle einer Kooperation mit Russland – aktiv dazu eingesetzt werden, die Übergangsphase zu unterstützen, indem die mehr oder weniger fluktuierende Erzeugung von Windstrom aus Westsibirien durch gezielte Verstromung ebenfalls Westsibirischen Gases bedarfsgerecht unterstützt wird. Die Option, Windstrom für Europa zu produzieren bietet sich als strategische Energiepartnerschaft zwischen Russland und Europa an und ist weder durch die Ressourcenreichweite noch durch die Klimafolgewirkungen zeitlich begrenzt. Für die Importeure stellt sich die Situation bei erneuerbarem Strom besser dar als bei Erdgas, da hier nicht mit einer zunehmenden Verknappung der Ressource und der damit einhergehenden, zunehmenden Abhängigkeit von immer weniger Lieferanten zu rechnen ist, sondern sich die Quellen günstigen regenerativen Stroms mit dem zu erwartenden wirtschaftlich/technischen Fortschritt bei der regenerativen Stromerzeugung langfristig vermehren, was der Versorgungssicherheit zuträglich ist. Auch was die Projektgröße angeht, stellt sich die großräumige Stromversorgung ähnlich dar wie beim Erdgas. Wie der Erdgasnetztransport mit großen Investitionsprojekten Stück für Stück wächst, könnte auch der internationale regenerative Stromverbund aus einzelnen Investitionsprojekten zusammenwachsen. Russland könnte dabei auch mit seiner Wasserkraft, die sich im Zusammen-

⁴ Schon in den letzten Jahrzehnten gab es in Marokko einen signifikanten Rückgang der Niederschläge in Marokko. Der anthropogene Klimawandel könnte diesen Trend noch in diesem Jahrhundert so verschärfen, dass er für Marokko zur existenziellen Bedrohung wird (s.a. [CLV2003] u. [GC2005]).

⁵ Hier bieten sich dann auch interessante Chancen für Schleswig-Holstein.

⁶ Die spezifischen Investitionskosten für Gasnetze zum Gasferntransport und leistungsstarke Stromverbünde liegen in vergleichbarer Höhe.

⁷ Flaregas ist ein Abfallprodukt der Ölförderung, das meist vor Ort abgefackelt (flare) wird, in Russland in sehr großen Mengen. Da das Flaregas ohnehin – ohne weitere Nutzung – verbrannt wird, würde sein Einsatz zur Stromproduktion keinen zusätzlichen CO₂-Ausstoß verursachen. Der Strom würde aber anderen Strom ersetzen und dadurch dessen anteiligen CO₂-Ausstoß verhindern. Dementsprechend hätte er praktisch den gleichen Effekt wie Strom aus EE.

spiel mit anderen stärker fluktuierenden Stromerzeugungsarten als besonders hilfreich erweist, einen wertvollen Beitrag zur internationalen Stromversorgung leisten. Die Wasserkraft ist mit ihrer schnellen Regelbarkeit ein wesentlicher Systemdienstleister. Auch das eröffnet Perspektiven für Russland sowie für viele andere Länder mit guten Wasserkraftpotentialen. Ebenso könnten die Skandinavischen Wasserkraftwerke ebenfalls durch leistungsstarke Netze in das Versorgungssystem integriert werden womit sich beispielsweise für Norwegen ähnliche Perspektiven ergeben wie für Russland. Gerade in einer Zeit, in der Russland wieder auf den Neubau von Kernkraftwerken zusteuert, sollte der alternative Weg einer kooperativen Nutzung der erneuerbaren Energien diskutiert und nach Möglichkeit auf den Weg gebracht werden, bevor die Weichen endgültig gestellt sind und von diesen Entscheidungen falsche Signale in den internationalen Raum ausgehen. Noch ist die Rolle des Vermittlers im Sinne einer internationalen Kooperation im Bereich der Stromversorgung mit erneuerbaren Energien im politischen Raum weitgehend unbesetzt. Diese Lücke gilt es jetzt zu schließen.

Europäischer Kontext: Grünbuch Energieeffizienz

Tatsächlich ist die internationale Kooperation im Energiebereich ein wichtiges Anliegen der EU. Dabei wird sie aber im Bereich von Strom aus EE noch nicht offensiv angegangen. So ist beispielsweise im „**Grünbuch: Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie**“ (Grünbuch-EU) die Möglichkeit der großräumigen Stromversorgung mit Erneuerbaren Energien bisher nicht explizit angelegt, allerdings finden sich einige Anknüpfungspunkte für einen großräumigen erneuerbaren Stromverbund, die es bei seiner Fortentwicklung – im Sinne einer Nachhaltigkeitsstrategie – aufzugreifen gilt (s.a. [KOM2006] und [GC2006]). Bei der Fortentwicklung von Energiestrategien aus dem vorliegenden Grünbuch-EU ist also darauf zu achten, den erneuerbaren Energien den Platz einzuräumen, der ihnen aufgrund ihrer Wichtigkeit für eine nachhaltige, klimaverträgliche und kostengünstige Energieversorgung zukommen sollte. Auch hier zeichnen sich bisher noch kaum einflussreiche Akteure ab, die sich der Aufgabe angenommen hätten, die Nutzung der EE zeitnah in die EU-Politik zu überführen.

Kommentare zum Grünbuch 2020

Die zuvor den eigentlichen Kommentaren zum Grünbuch vorangestellten Erläuterungen sollen der leichteren Einordnung von Teilen der Vorschläge und Anmerkungen in eine Strategie zur kostengünstigen, großräumigen Stromversorgung mit EE dienen. Diese Option hat bisher noch zu wenig Eingang in die allgemeine Diskussion gefunden und deshalb einen zu geringen Bekanntheitsgrad, als dass man das Wissen darüber als allgemein bekannt voraussetzen könnte. Sie hat aber einige Auswirkungen auf die sinnvolle Gestaltung der zukünftigen Strom- und Energieversorgung sowie auf den zukünftigen Forschungsbedarf. Im Folgenden werden verschiedene Themen des Grünbuchs aufgegriffen und besprochen sowie einige Vorschläge zur zielgerichteten Politikgestaltung unterbreitet.

Netzausbau

Wie im Grünbuch gefordert ist es sehr sinnvoll, einen „*Ausbau der Netze, inkl. der Grenzkuppelstellen im europäischen UCTE-Netz*“ anzustreben, „*um einen möglichst großen physikalischen Energiefluss zu ermöglichen*“. Dieser ist insbesondere auch für einen großzügigen Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien notwendig. Wenn der Netzausbau nicht zügig voran-

getrieben wird, behält die Aussage des Grünbuchs *„Die Stromerzeugung im Umfang der heutigen Kernkraftwerke kann nach Lastgang und Umfang nur durch herkömmliche fossile Kraftwerke - v. a. auf Braunkohlebasis - gedeckt werden. Grundlaststrom aus KE kann auf absehbare Zeit weder durch Strom aus EE gedeckt werden, noch stehen clean-coal-Kraftwerke rechtzeitig zur Verfügung.“* ihre Berechtigung. Nur im leistungsstarken großräumigen Verbund wird die Erzeugung aus EE so ausgeglichen und stehen die Backuppotentiale zum Ausgleich der verbleibenden Schwankungen und Fehlanpassungen zwischen Erzeugung und Bedarf auch aus EE zur Verfügung⁸, um eine sichere und kostengünstige Stromversorgung zu gewährleisten⁹. Im Vorschlag *„Leuchtturm 1, Europäisches Supernetz“* im *„Politikpapier 5, für die Klimapolitik: Chancen der deutschen Doppelpräsidentschaft nutzen“* des WBGU wird dieser Tatsache Rechnung getragen, indem der Bau eines, dem heutigen Höchstspannungsnetz überlagerten Europäischen „Supernetzes“ mit einer Übertragungskapazität von 10 GW gefordert wird, das vielfältige Aufgaben im Bereich der EE und des internationalen Stromhandels übernehmen soll¹⁰. Mit einem solchen Netz wären wesentlich höhere Anteile der Eispeisung von Strom aus EE möglich. Die im Grünbuch vertretene Auffassung *„Allerdings ist weder im deutschen noch im europäischen UCTE-Netz denkbar, 5.350 MW Windleistung etwa nur mit dem Gemeinschaftskraftwerk Kiel (GKK) allein als Stützkraftwerk für den gesamten Netzbereich Schleswig-Holsteins zu betreiben.“* mit der auf die Reserveproblematik eingegangen wird verliere mit der Existenz eines entsprechenden Supernetzes an Bedeutung, da ein solches Netz großräumigen Ausgleich und Backup-Kooperation ermöglicht. Aber selbst bilaterale Kooperationen könnten – wie in Beispielen oben angedeutet – schon große Windenergieanteile ermöglichen.

Eine dementsprechend konsequente Vorwärtsstrategie für Schleswig-Holstein im Sinne der Nutzung von EE, die auch die zu erwartenden wirtschaftlichen Ausfälle durch die auslaufende Kernenergienutzung kompensieren könnte¹¹, wäre der massive Ausbau der Offshore-Windenergie und der Export von Teilen des daraus gewonnenen Windstroms zu ausgewählten Partnerländern. Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit sollten solche internationale Kooperationen mit Anbietern von Backupleistung etabliert werden. Solche Kooperationen gibt es in etwas anderen Konstellationen bereits. Beispielsweise deckt die *„RWE .. Spitzenlast künftig mit Wasserkraft aus der Schweiz“* dazu wurde *„mit dem schweizerischen Energieversorger EOS zunächst eine Zusammenarbeit auf 10 Jahre vereinbart. Vertragsbeginn ist der 1. Januar 2009. Ziel der beiden Unternehmen sei den Strombedarf nicht mehr über die Börse abdecken zu müssen, sondern kostengünstig voneinander zu erwerben. So kann RWE künftig die Spitzenlast mit Wasserkraft aus der Schweiz abdecken, die Lausanner geben einen Tag vorher ihren Bedarf an Grundlast aus Kohle an die Essener.“*¹² Nach ähnlichem Muster sollten auch zukünftige Kooperationen zur gemeinsamen Nutzung von Potentialen der EE etabliert werden. Hierzu ist der Leitungsbau als integraler Bestandteil der Kooperation vorzuse-

⁸ Zum großräumigen Ausgleich der Stromproduktion aus Windenergie siehe auch [CE2001]. Zu Potentialen und Ausgleichseffekten bei der Nutzung verschiedenster EE siehe auch [GC2005].

⁹ Der Kostenaspekt muss immer auch im Fokus der Energiepolitik liegen, um eine sozialverträgliche Gestaltung der zukünftigen Energieversorgung zu gewährleisten. Gilt dies schon für Volkswirtschaften mit hohem Sozialprodukt, so ist dieser Aspekt in Anbetracht der Tatsache, dass die Klimaproblematik als internationales Problem auch international zu lösen ist, umso wichtiger. Gerade Entwicklungsländer können sich keine unnötig teure Energieversorgung leisten. Sie brauchen Perspektiven für eine bezahlbare, klimaschonende Energieversorgung, die zudem zeitnah umzusetzen ist. Internationale Kooperation bietet auch für sie attraktive Chancen.

¹⁰ Zur Forderung des WBGU nach einem europäischen „Supernetz“ siehe [WBGU2007].

¹¹ Im Grünbuch werden die wirtschaftlichen Ausfälle durch die auslaufende Kernenergienutzung u.a. in folgender Textpassage benannt. *„... Schleswig-Holstein verliert durch die Stilllegung vom KKB im Zeitraum 2009 bis 2016 nicht nur mehr als 100 Mio € an Einnahmen aus Steuern und Abgaben, sondern ab Stilllegung des KKB knapp 400 Mio € p.a. im BIP.“*

¹² Persönliche Mitteilung aus der „Steuerungsgruppe regenerative Energien“ der EnBW AG, Quellenangabe: Dowjones.

hen. Damit kann dem – im Grünbuch ausgeführten – Umstand Rechnung getragen werden, dass zukünftig „*der von schleswig-holsteinischen Kernkraftwerken heute erzeugte Strom ersetzt werden muss, zumal er nicht einfach weggesparrt werden kann*“. Werden solche Kooperationen schnell genug etabliert, muss die CO₂-Fracht in Schleswig-Holstein nicht – wie im Grünbuch erwähnt – von „134 g CO₂/KWh“ in 2003 auf „347 g CO₂/KWh“ in 2020 steigen¹³. Dass Eile geboten ist, wird im Grünbuch u.a. mit der treffenden Überlegung untermauert, dass konventionell Kraftwerke, die im Zeitraum 2015-2020 errichtet werden im Kraftwerksbestand „für weitere 30 bis 40 Jahre festgeschrieben“ wären. Insbesondere im Falle von fossil gefeuerten Kraftwerken wäre dies aus Sicht des Klimaschutzes fatal. Wird eine großräumige Stromversorgung aber rechtzeitig etabliert, kann – zumindest bei zeitweiliger Ertüchtigung der bestehenden Kraftwerke – auf den Neubau fossil gefeuerter Kraftwerke weitgehend verzichtet werden und gleichzeitig lassen sich sehr viel ehrgeizigere Ziele mit viel größeren Anteilen erneuerbaren Energien verfolgen.

Großräumige Stromversorgung im Grünbuch

Die Idee der großräumigen Stromversorgung ist im Grünbuch im Kapitel 6.1.2.3 „Super grid“ bereits angelegt. „Der Begriff „super grid“ wird – wie hier erwähnt – „*heute mit der Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) gleichgesetzt*.“ Diese „*böte zunächst den Vorteil, die Verluste der Wechselstromübertragung deutlich zu verringern*.“ Auch die gemeinsame – über HGÜ vermittelte – Nutzung von Wind und Wasserkraft sowie die daraus resultierende Möglichkeit einer bedarfsgerechten Stromversorgung findet im Grünbuch Erwähnung, ebenso wie der mögliche Ausgleich der fluktuierenden Erzeugung aus erneuerbaren Energien – namentlich bei der Stromerzeugung aus Windenergie, was in einem einfachen Beispiel erläutert wird. Auch die Notwendigkeit der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen wird angerissen. „*Die Rahmenbedingungen für die Planung und den Bau von Infrastruktur sind zu verbessern. Die Genehmigungsverfahren, insbesondere die Seekabelanbindungen, müssen vereinfacht und beschleunigt werden*.“ Diese Forderung ist von großer Wichtigkeit allerdings insbesondere auch für den Bau von Freileitungen. Die Rahmenbedingungen müssen möglichst zeitnah schon in der Vorbereitungsphase geschaffen werden, wobei dies sowohl für die bilaterale, als auch die Europäische Ebene sowie – darüber hinaus – für die Rahmensetzung der avisierten internationalen Kooperationen gilt.

Im Gegensatz zur Aussage „*dass die Funktionalität und hard-ware-Voraussetzungen für ein super-grid erst konzeptionell erarbeitet werden*“ müssten im Grünbuch ist die konventionelle HGÜ¹⁴ heute schon vollständig entwickelt und mit Leistungen im zweistelligen GW-Bereich bis zu Spannungen¹⁵ von ± 600 kV schon seit Jahrzehnten weltweit im Einsatz¹⁶. Die wesent-

¹³ Um rechtzeitig die Versorgung mit EE als Ersatz für Kernkraft und zukünftig auch die für Kohleverstromung zu etablieren bedarf es schnellstmöglicher Verhandlungen mit potentiellen in- und ausländischen Partnern sowie einer schnellen Planung als auch einer schnellen Umsetzung. Bei der Umsetzung und hier insbesondere beim erforderlichen Leitungsbau kann es – erfahrungsgemäß – zu Verzögerungen kommen, denen schon im Vorfeld durch entsprechende Beschleunigungsgesetze auf Bundesebene Rechnung getragen werden sollte. Diesbezüglich muss es Bestandteil der Vorbereitungen sein, rechtzeitig auf eine zielführende Gesetzgebung auf Bundes- und Länderebene einzuwirken. Eine übergeordnete Koordination wäre überdies insbesondere für die Konzeption der HGÜ-Systeme sinnvoll, da ihre technischen Parameter im Sinne einer großräumig vernetzten Energiekooperation so angelegt sein sollten, dass sich die Systeme später in ein Verbundnetz einfügen lassen.

¹⁴ Zur konventionellen HGÜ, ihrem Entwicklungsstand und ihrer Eignung für den internationalen Stromverbund siehe auch [GC2005] und darin angegebene weiterführende Referenzen.

¹⁵ Die konventionelle HGÜ wurde in jüngster Zeit bis zu Spannungen von ± 800 kV entwickelt. Siemens kann sie mit dieser Spannung nach eigenen Aussagen „heute uneingeschränkt ... Kunden anbieten“ [Sie2007], [IR2007].

lichen Aufgaben bestehen also in der Planung und Projektierung der HGÜ-Trassen sowie in der Schaffung der wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen. Werden diese erfolgreich vorangetrieben, könnte die pessimistische Einschätzung im Grünbuch „*Mithin ist bis zum Jahr 2020 mit einer CO₂-Emissionsverminderung - bezogen auf die gesamte Stromerzeugung in Schleswig-Holstein - nicht zu rechnen. Im Gegenteil, die Emissionen dürften insgesamt um bis zu 6 Mio t CO₂ steigen. Dies liegt v.a. an der unvermeidlichen Substitution von KE durch Kohle.*“ hinfällig werden. Im Gegenteil dazu könnte Schleswig-Holstein mit seinen großen Offshore-Potentialen zum Lieferanten klimaverträglich erzeugten Windstroms avancieren und so auch die CO₂-Bilanz seiner Abnehmer positiv beeinflussen. Dabei würde ein Teil des Eigenverbrauchs selbst erzeugt, der Restbedarf könnte einem erneuerbaren Energiemix aus diversen Quellen im nationalen und internationalen Umfeld entspringen^{17, 18}. Allerdings ist das Erreichen dieser Situation bis zum Jahr 2020 ein hochgestecktes Ziel, das eine äußerst ehrgeizige Politik voraussetzt.

Speicherbedarf und großräumige Stromversorgung: Als Konsequenz einer internationalen Stromversorgung mit erneuerbaren Energien relativiert sich die Speicherproblematik. Die bestehenden Speicherwasserkraftwerke mit ihren riesigen Energiespeichern im Zusammenspiel mit der Biomasse, die mit Teilen ihres energetischen Potentials ebenfalls zu Backup-Zwecken in der Stromerzeugung eingesetzt werden sollte, macht andere Speicher weitgehend überflüssig. Damit eröffnet die großräumige Stromversorgung mit EE einen Pfad, der nicht auf die Entwicklung neuer Technologien und Infrastrukturen für Wasserstofftechnologie, Druckluftspeicher und dgl. angewiesen ist, sondern auf der konsequenten Nutzung vollständig entwickelter Technologien beruht. Dies spart unter anderem viel Zeit und führt zu einer deutlich höheren Effizienz des Systems, die unter der – im großräumigen Verbund weitgehend unnötigen – Nutzung lokaler Speicher stark leiden würde, mit negativen Konsequenzen auch für die Wirtschaftlichkeit.

Einordnung von Energieversorgungsszenarien und ihre Umsetzbarkeit

Die im Grünbuch kritisierte Annahme eines zukünftig zurückgehenden Stromverbrauchs in der Leitstudie 2007 des Bundesumweltministeriums ist – wie treffend angemerkt – das Ergebnis einer „*Szenarienbetrachtung, die der Wenn-Dann-Konsequenz unterliegt: Wenn die Annahmen nicht eintreffen, werden die ... erwünschten Trends verfehlt.*“ Tatsächlich ist der Stromverbrauch in den letzten Jahren wieder erheblich angestiegen. Eine aus Gründen des Klimaschutzes angestrebte Elektrifizierung von Bereichen, die bisher vorwiegend direkt mit fossilen Energien gespeist werden – wie beispielsweise der Raumwärmebereich (siehe unten), würde möglicherweise noch deutlich höhere Stromverbrauchszuwächse nahe legen, als wir sie derzeit erleben. Wenn aber in einem internationalen Verbund kostengünstiger Strom aus EE

¹⁶ Aussagen im Grünbuch wie „Allerdings bietet ABB als Alleinanbieter die neuere HGÜ-Version (300 KV/1100 MW“)“ beziehen sich auf Entwicklungen neuerer Technologien im HGÜ-Bereich, die für die großräumige Stromversorgung aufgrund niedriger Spannungen und relativ hoher Verluste kaum in Betracht kommen.

¹⁷ Die internationale Kooperation unter Einbindung verschiedenster Windstandorte und der Speicherwasserkraft als Backup, sowie der gezielten Nutzung der Biomasse ebenfalls zu Backup-Zwecken führt – bei entsprechender Diversifizierung der Erzeugungsstandorte – zu einer hohen Zuverlässigkeit und Versorgungssicherheit des Gesamtsystems, bei dem auch die Gewährleistung höchster Netzstabilität durch Redundanz kein schwerwiegendes Problem darstellt (s.a. [GC2006b]).

¹⁸ Wie im Grünbuch erwähnt ist der mögliche Anteil des Eigenverbrauchs Schleswig-Holsteins bei Offshore-Windenergie – aufgrund deren günstigen zeitlichen Dargebotsverhaltens – deutlich höher als bei Windstromerzeugung an Land. Zum Erreichen eines hohen Eigenverbrauchsanteils sollte Schleswig-Holstein demnach insbesondere auf die Nutzung der Offshore-Windenergie setzen und diese in internationaler Kooperation voran bringen.

bereitgestellt würde, wäre diese Entwicklung sogar wünschenswert¹⁹. Sofern in Szenarien die Entwicklung bisher nicht einsatzreifer Technologien und deren zukünftige Nutzung unterstellt wird, bekommen diese Szenarien einen spekulativen Charakter. Dann kann im Zweifelsfall – wie im Grünbuch betont – „von *‘einer soliden und ausgewogenen Ausgangsbasis des Szenarios` keine Rede sein*“. Zu diesen Technologien gehört die Wasserstofftechnologie und viele weitere Speichertechnologien sowie wohl auch die CO₂-Sequestrierung bei Kohlekraftwerken. Das spricht zwar nicht grundsätzlich gegen eine Entwicklung dieser Technologien, allerdings lässt es ratsam erscheinen, Pfade einzuschlagen, die mit verfügbaren Technologien zu beschreiten sind und keine Spekulationen auf die technologische und wirtschaftliche Zukunft von vermeintlichen „Zukunfts“-Technologien enthalten. Die großräumige Stromversorgung mit erneuerbaren Energien ist ein solcher Pfad. Szenarien haben aber natürlicherweise immer einen spekulativen Gehalt, selbst wenn ihre technologische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit erwiesen ist. Ob es das zukünftige Stromversorgungssystem ist, oder die Erreichung von Einspar- und Effizienzzielen, die auf der Nutzung bestehender Technik beruhen, immer muss ihre Umsetzung im Raum der Politik sowie in Wirtschaft und Gesellschaft durchgesetzt werden. Geschieht dies nicht, werden alle Ziele verfehlt. Insofern ist eine konsequente Politik auf allen Ebenen in In- und Ausland Grundvoraussetzung. Keine Ebene sollte auf die andere warten sondern auf jeder Ebene sollte jeweils der Versuch unternommen werden, alle relevanten Ebenen – wo immer möglich – mit einzubeziehen und zum Handeln bewegen.

Übernahme von Verantwortung und unbegründete Angst vor Wettbewerbsnachteilen

In diametral entgegengesetzte Richtung scheint die Aussage im Grünbuch zu weisen „*Selbst ein völliger Stopp der deutschen energiebedingten Emissionen von heute etwa 870 [Mio] t CO₂ entspräche lediglich dem dreifachen Jahreszuwachs von China (238 Mio t CO₂) und Indien (48 Mio t CO₂) des Jahres 2005*“. Sie verdeckt nicht nur die Tatsache, dass in Deutschland der CO₂ Ausstoß pro Kopf bei einem Vielfachen dessen liegt, was in den beiden genannten Ländern anfällt. Die obige Aussage könnte auch als eine Begründung zur Untätigkeit interpretiert werden, die einerseits die – auch historische – Verantwortung der Industrienationen verkennt und andererseits auch die Möglichkeiten, die sich gerade bei der Etablierung einer internationalen Strom- und Energieversorgung ergeben. Hier geht es nicht ausschließlich um die Reduzierung der Emissionen Deutschlands sondern viel mehr um eine konsequente Reduzierung im gesamten Europäischen Raum und dessen Umfeld. Wird dieser Weg eingeschlagen – von wem auch immer initialisiert – könnte er darüber hinaus Vorbildcharakter erlangen und auf andere wichtige Regionen wie den Nordamerikanischen oder Asiatischen Raum übertragen werden, was technisch und wirtschaftlich fraglos möglich ist – wenn auch nicht eins zu eins und mit entsprechenden Anpassungen an den jeweiligen Raum²⁰.

Wenn der Europäische Rat – wie im Grünbuch zitiert – seine Klimaschutzziele von vornherein an Bedingungen an außereuropäische Staaten knüpft, ist das Verfehlen eines wirkungsvollen Klimaschutzes fast vorprogrammiert. Diese Verknüpfung scheint der Angst zu entspringen, dass ein einseitiger konsequenter Klimaschutz die Wettbewerbsfähigkeit der EU-Staaten unterminieren könnte. In Anbetracht der Tatsache, dass es viele zumindest kostenneutrale Optionen der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung gibt und zudem im internationalen

¹⁹ Strom aus EE ist mit vielfach niedrigeren CO₂-Emissionen verbunden als solcher aus dem üblichen Strommix. Daher wäre schon eine direkte Nutzung von Strom aus EE zur Wärmeversorgung jeder Nutzung fossiler Energie – und sei es auch in KWK – aufgrund wesentlich niedrigerer CO₂-Emissionen vielfach überlegen. Bei geschickter Nutzung der elektrischen Energie (in Wärmetauschern, Wärmepumpen und als Antrieb von Sonnenkollektoren) wäre der CO₂-Ausstoß weitgehend vernachlässigbar (s.a. Fußnoten 22 und 23).

²⁰ Zur Übertragbarkeit der Szenarien nach [GC2005] auf andere Weltregionen siehe auch [GC2006c].

Verbund mit EE auch die Stromversorgung – der aus Sicht des Klimaschutzes mit Abstand wichtigste Sektor der Energieversorgung – nachweislich weitgehend kostenneutral²¹ oder sogar zu niedrigeren Kosten als den heutigen zu realisieren ist, verliert die Bedrohung durch eine eventuell Wettbewerbsverzerrung aber an realem Gehalt. Vielmehr ist zu erwarten, dass eine konsequente Klimaschutzpolitik – wenn der richtige Pfad eingeschlagen wird – zu einer positiven wirtschaftlichen Entwicklung der beteiligten Staaten führt. Den Entwicklungsländern Auflagen zu machen, unter deren Vorbehalt ein konsequenter Klimaschutz gestellt wird, ist keinesfalls zielführend. Vielmehr gilt es die Entwicklungsländer mit ins Boot zu nehmen und ihnen Angebote zu machen, die auch ihnen Vorteile versprechen und nach idealer Weise zu Win-Win-Situationen führen.

Verwendung von Biomasse, Rolle der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Elektrifizierung der Wärmeversorgung

Folgende Aussage im Grünbuch *„Durch die Speicherung des aus Biomasse gewonnenen Stroms kann dieser außerdem zeitunabhängig genutzt werden.“* könnte von der Idee bestimmt sein, dass Biomasseverstromung bei Kraft-Wärme-Kopplung wärmegeführt erfolgt. Allerdings wird an anderer Stelle treffend angeführt, dass der Einsatz der Bioenergie *„maschinen- und nachfragebezogen gesteuert werden kann“*. Mit der Nutzung von relativ kostengünstigen Wärmespeichern kann zudem Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch zeitlich teilweise entkoppelt werden, was die Möglichkeit eröffnet, die Biomasseverstromung auch weitgehend stromgeführt zu betreiben (s.a. [GC2005]). Diese Option ist viel günstiger als eine Speicherung nach der Stromerzeugung, da sie weder der teuren Speicheraggregate für die Speicherung zuvor erzeugter elektrischer Energie bedarf noch die Wirkungsgradverluste der Speicherung anfallen. Voraussetzung dafür ist die Regelbarkeit der Biomasseverstromung nach dem elektrischen Bedarf und deren Integrierbarkeit in die Einsatzplanung, was zumindest bei Großanlagen Stand der Technik ist. Damit wird das Problem der bedarfsgerechten Stromversorgung weniger eines der Speicherung als eines der Einsatzplanung, was aber gegenüber der heutigen Stromversorgung keinerlei wesentliche Neuerung bedeutet. Aufgrund der Beschränktheit der Biomassepotentiale und der – auch im Grünbuch hervorgehobenen – Tatsache, dass es wirtschaftlich günstiger ist, Nahwärmeversorgungssysteme in verdichteten Räumen zu errichten, sollte die Nutzung der Biomasse tendenziell eher – relativ groß – in Stadtwerksdimensionen angestrebt werden. Das ergibt sich auch aus dem im Grünbuch erwähnten, zur Nahwärmeversorgung *„gegenläufige[n] Trend von Energieeinsparung“* der *„durch Dämmmaßnahmen in den nächsten 20 Jahren ... die KWK weiter konzeptionell zurückdrängen“* wird, da *„sich der Wärmebedarf pro Haushalt mehr und mehr vermindern“* wird und daher die Wirtschaftlichkeit von KWK-Systemen es *„erfordert .., dass ... die Anzahl von angeschlossenen Wohneinheiten erhöht wird.“* Bei der hier angestellten Überlegung – der Konzentration der Biomassenutzung auf „Ballungsräume“ – ist implizit auch unterstellt, dass die Wärmeerzeugung aus fossilen Brennstoffen im Zuge der Wärmedämmung allmählich zurück-

²¹ Wie in [GC2005] nachgewiesen, kann eine vollständig auf der Nutzung von EE beruhende großräumige Stromversorgung selbst unter außerordentlich konservativen Grundannahmen so kostengünstig realisiert werden, dass keine – im Verhältnis zum BIP – nennenswerte Mehrbelastung für die Volkswirtschaft daraus resultieren würde. Perspektivisch ist diese Form der Stromversorgung – aufgrund der Kostensteigerung im Bereich fossiler und nuklearer Energieträger sowie der tendenziell gegenläufigen Entwicklung bei der Erzeugung von Strom aus regenerativen Energien – sogar billiger als die konventionelle. Selbst die Kostensteigerung im Stromsektor innerhalb der letzten Jahre betrug ein Mehrfaches der rechnerischen Mehrkosten durch eine Umstellung der Stromversorgung entsprechend der Ergebnisse für eine Stromversorgung unter den konservativen Grundannahmen in [GC2005]. Die viel debattierten Vermeidungskosten zur Eindämmung des Klimawandels könnten sich bei geschickter Nutzung der regenerativen Energien demnach sogar als wirtschaftliche Vermeidungsgewinne entpuppen.

gefahren wird. Denn auch die Infrastruktur für die KWK mit fossilen Brennstoffen würde deren Einsatz langfristig festschreiben, was in Anbetracht der Klimaproblematik prohibitiv ist.

Wenn – wie im Grünbuch angedacht – in Zukunft bei Neubaugebieten mindestens NEHS einzuhalten ist und zudem auch im Altbaubestand wesentlich bessere Wärmedämm-Standards durchgesetzt werden, dann eröffnen sich weitere interessante Perspektiven für die CO₂-Einsparung durch die Elektrifizierung der Wärmeversorgung. Dies gilt insbesondere, wenn die Stromerzeugung weitgehend auf EE umgestellt wurde und daher weitgehend CO₂-neutral realisiert ist. Bei niedrigem Heizwärmebedarf kann der verbliebene Wärmebedarf sehr effizient durch eine Kombination elektrisch betriebener Lüftungswärmerückgewinnung, Wärmepumpen und Solarkollektoren gedeckt werden. In dieser Kombination sollten sich kombinierte Jahresarbeitszahlen zwischen 5 und 10 für weite Teile des Gebäudebestands erreichen lassen²². Das heißt, dass die elektrische Energie zum Antrieb der Wärmeversorgung nur ein Fünftel bzw. ein Zehntel des Nutzwärmegewinns ausmacht²³. Dies legt beispielsweise einen Einsatz der Biomasse mit möglichst hohen elektrischen Wirkungsgraden nahe, was – aufgrund der Skaleneffekte bei den Wirkungsgraden²⁴ – wiederum die Nutzung in größeren Kraftwerken sinnvoll macht. Dies sollte auch bei der Forderung des Grünbuchs zur Kraft-Wärme-Kopplung „KWK soll in den Städten weiter ausgebaut werden. In kleineren Nutzungseinheiten in den Kommunen soll KWK verpflichtend geprüft werden. Von der Möglichkeit, bei abgängigen Heizungssystemen in Objekten wie Schulen, Verwaltungsgebäuden und Bürobauten sog. Objekt-BHKWe zu installieren, soll vermehrt Gebrauch gemacht werden.“ mit einbezogen werden, da es – neben der besseren Regelbarkeit zum Zweck einer bedarfsgerechten Stromversorgung und den niedrigeren Kosten – ein stärkeres Gewicht auf die großen Nutzeinheiten nahe legt. Auch aufgrund der langjährigen Festlegung durch die Investitionen in die Infrastruktur sollte die Verfügbarkeit biogener Kraftstoffe für den Betrieb der KWK-Einheiten berücksichtigt werden, da fossile Brennstoffe zwangsläufig eine ungünstige CO₂-Bilanz aufweisen. Die Option Biogas in die Gasnetze einzuspeisen und das Gas dann in hoch-

²² Die Jahresarbeitszahlen bei Kollektoranlagen können etwa bei Werten zwischen 20 und 30, bei der Wärmerückgewinnung können sie bei etwa 10 und bei - kleinen und deshalb relativ ineffizienten – Wärmepumpen zwischen 3 und 4 angesiedelt werden (s.a. [BRS2002]). In geschickter Kombination der drei Aggregate sollten sich sehr hohe kombinierte Jahresarbeitszahlen realisieren lassen. Eine kombinierte Jahresarbeitszahl von 5 sollte sich unschwer fast immer erreichen lassen, wesentlich höhere sind ohne weiteres vorstellbar. Die Möglichkeiten und Grenzen dieser kombinierten Nutzung und damit einer Elektrifizierung der Wärmeversorgung nach vorheriger Wärmedämmung im Deutschen Gebäudebestand sind – soweit dem Autor bekannt – noch nicht systematisch untersucht worden, weshalb die interessanten Optionen der Elektrifizierung der Wärmeversorgung noch nicht in ausreichendem Maße in die Erstellung von Zukunftskonzepten eingeflossen sind.

²³ Beispiel zur Verdeutlichung der Relevanz von elektrischen Wirkungsgraden z.B. von Biomassekraftwerken: Zum Vergleich seien ein kleines Biomassekraftwerk mit 20% elektrischem Wirkungsgrad und eine großes im Zig-MW-Bereich mit 40% gegenübergestellt. Es soll davon ausgegangen werden, dass die ganze relative elektrische Mehrerzeugung des großen Kraftwerks zur Wärmeversorgung unter Nutzung einer Kombination von Wärmepumpen, Wärmetauschern und Sonnenkollektoren mit durchschnittlicher Jahresarbeitszahl von 8 einsetzt wird. Beide Heizkraftwerke sollen den gleichen – heute üblichen – energetischen Gesamtnutzungsgrad von 90% aufweisen. Das kleine Kraftwerk wandelt 20% der eingesetzten Energie in elektrische Energie um und 70% in Nutzwärme, beim großen ist das Verhältnis 40% zu 50%, weshalb – in diesem Beispiel – 20% der elektrischen Erzeugung zur Wärmeversorgung eingesetzt werden, die damit zusätzliche 160% Nutzwärme generieren {Jahresarbeitszahl * (el. „Überschuß“anteil) = 8 * 20% = 160%}. Das große Kraftwerk ist in diesem Beispiel – bezogen auf die gesamte genutzte Energie von 160% + 50% + 20% = 200% – mehr als doppelt so effizient wie das kleine, bei dem die gesamte genutzte Energie nur 90% des Energiegehalts des eingesetzten Brennstoffs beträgt. Selbst bei einer sehr niedrig angesetzten Jahresarbeitszahl von 3 wäre das Ergebnis für das Konzept mit der teilweisen Elektrifizierung der Wärmeversorgung mit 130% noch um beinahe die Hälfte günstiger als das reine KWK-Konzept. Meist liegen die Wirkungsgrade von Kraftwerken im Sub-MW-Bereich, die biogene Feststoffe als Brennstoff nutzen, sogar unter 10% (siehe dazu auch [GC2005]).

²⁴ Zu Skaleneffekten bei Wirkungsgraden, Wartungskosten und Investitionskosten siehe z.B. [ASUE1999], [ASUE1999a] und [GC2005].

effizienten GuD-Kraftwerken im KWK-Einsatz zu verstromen scheint vielversprechend²⁵. Dies unter anderem auch, da die Kraftwerke in der Übergangsphase zu einer nachhaltigen Energieversorgung auch mit Erdgas betrieben werden können²⁶.

Offshore-Windenergie und Gestaltungsmöglichkeiten bei Stromkosten

Im Grünbuch wird angemerkt: „Für Offshore-Windanlagen mit Wassertiefen größer 20 m wird ... die bislang bestehende EEG-Grundvergütung von 9,1 cts/KWh investitionsbedingt prohibitiv. ... Vorliegende GuV-Rechnungen zeigen, dass bei einer Investitionssumme von 550 Mio € (Windpark: 792 GWh p.a.) und der Vergütung von 9,1 cts/KWh Ausschüttungen an Kommanditisten bilanzmäßig ausgeschlossen sind. Mithin wird sich wohl kein Investor hierfür finden lassen.“ Weiterhin wird vorgeschlagen die „offshore-Vergütung auf 12 cts/KWh anzuheben“ und „zugleich auch das Einsetzen der Degression auf 2012 zu verschieben“ Der Windpark, auf den sich diese Angaben beziehen, soll eine Leistung von 240 MW aufweisen, womit sich die spezifischen Investitionskosten auf knapp 2300 €/kW belaufen. Weitere Angaben sind zu dem Projekt nicht gemacht. Neben der damit behandelten Frage, wie man die Stromversorgungskonzerne mit hohen Einspeisevergütungen ins Boot der Nutzung erneuerbarer Energien lockt, sollte auch die Frage gestellt werden, welche Möglichkeiten Investitionen von staatlicher Seite eröffnen könnten. Insbesondere bei den EE tragen die Kosten der Investitionen mit dem daraus folgenden Kapitaldienst den überwiegenden Anteil zu den Stromkosten bei. Der Staat als Investor könnte aber tatsächlich ein Garant für sozialverträgliche Stromkosten – auch aus Offshore-Windenergie – sei. Zur Erläuterung dieser Aussage seien anhand des obigen Beispiels zwei Extreme aufgezeigt:

- a.) rein steuerfinanzierte Investition
- b.) vollständige Finanzierung der Investition aus Eigenkapital eines Privatunternehmens mit relativ hohen – heute keinesfalls üblichen – Renditeerwartungen von 15% p.a.

Unterstellt man bei der Annuitätenrechnung – in beiden Fällen – eine Anlagenlebensdauer von 20 Jahren und zudem jährliche Aufwendungen in Höhe von 2% der Anfangsinvestition für Wartung und Instandhaltung dann belaufen sich die Stromkosten bei der zinsfreien Steuerfinanzierung auf weniger als 40% der Stromkosten der hochverzinsten Privatinvestition. Für den oben genannten Fall der Stromerzeugung aus Offshore-Windenergie errechnen sich so bei einer spezifischen Investition von 2300 Euro pro Kilowatt Anlagenleistung und einer Jahreserzeugung in Höhe von 3300 Volllaststunden Stromkosten zwischen 4,9 und 12,5 Cent pro Kilowattstunde²⁷. Der zweite Wert liegt nahe bei der avisierten Einspeisevergütung von 12 Cent und steht für die Privatinvestition mit relativ hoher Eigenkapitalrendite. Der erste Wert steht für die steuerfinanzierte Option. Der Unterschied ist groß. Es liegt also auch in der Hand der Politik, für sozialverträgliche Stromkosten zu sorgen, indem sie entweder Steuermittel einsetzt, oder die Rahmenbedingungen so setzt, dass die Privatwirtschaft sich den günstigen Stromkosten aus Anlagen in öffentlicher Hand annähert. Dazu könnten auch staatliche Bürgschaften und zinsverbilligte staatliche Kredite beitragen, deren Einsatz unbedingt disku-

²⁵ Das Konzept ist nicht nur wegen der hohen Wirkungsgrade von GuD-Kraftwerken (η_{el} bis etwa 60%) interessant, sondern es erschloße u.a. auch die großen bereits vorhandenen Erdgasspeicher für die Zwischenspeicherung von Bioenergie (Zur Speicherkapazität von Erdgasspeichern s.a. [GC2005] und dort angegebene Referenzen).

²⁶ Zur Realisierung dieses viel versprechenden Konzepts bedarf es noch weiterer Abklärung.

²⁷ Durch Kooperation zwischen dem Staat und Privatunternehmen ließen sich – je nach Beteiligungsverhältnis – prinzipiell alle Kosten zwischen den beiden genannten Werten einstellen. Allerdings bergen derartige Kooperationen immer die Gefahr, dass insbesondere der Staat und damit die Allgemeinheit gegenüber den Privatunternehmen benachteiligt wird.

tiert werden sollte. Allerdings sollte sich die Politik nicht der Illusion hingeben, dass die Privatwirtschaft ihre Renditeansprüche sehr weit absenken wird. Sie wird ihre reichhaltigen betriebswirtschaftlichen – und die ihr staatlicherseits gebotenen – Gestaltungsmöglichkeiten nur nutzen, solange die Renditeansprüche für ihr eingesetztes Eigenkapital darstellbar sind.

Interessante Optionen: Staat als Investor

Andererseits eröffnen sich durch die steuerfinanzierte Investition weitere interessante Optionen. Was wäre wenn der Staat den Strom nach den Regeln des EEG vergütet bekäme? Blicke es bei der Einspeisevergütung von 9,1 Cent wäre die Differenz zu den Kosten bei gut 4 Cent. Die steuerfinanzierte Investition würde sich zu einer Einnahmequelle für den Staat entwickeln. Diese Einnahmen könnten wieder zweckgebunden in weitere Offshore-Windparks investiert werden. Etwas vereinfacht argumentiert würde der Windpark schon bei einer Einspeisevergütung von etwa 9,8 Cent – dem Doppelten der Stromgestehungskosten bei staatlicher Investition – so viele Überschüsse abwerfen, dass sich aus ihnen der nächste Windpark finanzieren ließe usw. . . . Auf diese oder ähnliche Weise ließe sich bei der Offshore-Windenergie endlich die Dynamik entfalten, auf die schon so lange gewartet wird. In Zeiten mit relativ hohen Steuereinnahmen – wie derzeit – könnte relativ leicht der Eingang in das gerade skizzierte, staatliche Engagement gefunden werden. Der Staat könnte sich auf ähnliche Weise nicht nur bei der Offshore-Windenergie einbringen sondern auch beim Leitungsbau oder in anderen auch internationalen Projekten zur Nutzung von EE.

Ansatzpunkte zur Politikgestaltung im Sinne großräumiger Versorgungsstrategien mit EE

Es gibt eine Vielzahl von Ansatzpunkten, um den Weg in Richtung einer großräumigen und kostengünstigen Stromversorgung mit EE zu ebnen. Die Möglichkeiten der Politikgestaltung sind bisher nur in unzureichendem Maße ausgeschöpft. Einige sind im Folgenden als Stichpunkte aufgelistet und können auch als Anregungen zur weiterführenden Diskussion verstanden werden.

I. Entwicklung bilateraler Projekte mit Nachbarstaaten wie z.B.:

- 1.) Deutsch \Leftrightarrow Schweizer / Offshore-Wind- \Leftrightarrow Wasserkraft-Kooperation (Anknüpfen an den Überlegungen der UREK in der Schweiz, dazu direkte Kontaktaufnahme durch das BMU mit der Kommission)
- 2.) Vorbereitende Verhandlungen mit Norwegen zur Kooperation im Wind- und Speicherwasserkraftwerksbereich
- 3.) Vorbereitende Verhandlungen zur gemeinsamen Erschließung und Nutzung der Wind- und Wasserkraftpotentiale in Rußland und Westsibirien
- 4.) Unterstützung bilateraler Kooperationen anderer Länder mit wegweisendem Charakter (z.B. Schweiz \Leftrightarrow Frankreich, Marokko \Leftrightarrow Spanien)

II. Direkte steuerfinanzierte Investition in Nutzung von EE z.B.:

- 1.) direkte Investition in Offshore-Windparks mit Einspeisung wie durch EEG geregelt. Überschüsse werden für die Finanzierung weiterer EE Projekte verwendet. (s.a. EXCEL-Sheet in der Präsentation.)
- 2.) direkte Investition in EE-Projekte im Ausland (beispielsweise auch in Prototypen erfolgsversprechender Stromerzeugungsoptionen –

Fallwindkraftwerke²⁸ oder in richtungweisende CDM-Projekte)

III. Einführung eines in 3 Stufen gegliederten internationalen EEG²⁹:

- 1.) Stufe 1: Vergütung von EE-Strom, der im Ausland erzeugt und verbraucht wird (*bilaterale Abkommen*)
- 2.) Stufe 2: Vergütung von EE-Strom und dessen Transport, der im Ausland erzeugt und in angrenzenden Staaten verbraucht wird (*trilaterale Abkommen*)
- 3.) Stufe 3: Vergütung von EE-Strom und dessen Transport, der im Ausland erzeugt und im großräumigen Verbund verbraucht wird. (*multilaterale Abkommen*)

IV. Einbezug der Option großräumiger Stromversorgung bei der Planung des Netzausbaus z.B.:

- 1.) beim Offshore-Grid
- 2.) beim Netzausbau an Land

V. Verbreitung der Option großräumiger Stromversorgung aus EE:

- 1.) im eigenen Land (z.B. im Wirtschaftsministerium)
- 2.) in der EU und ihren Nachbarstaaten
- 3.) International (Z.B. Ausrichten von Konferenzen und anderen Gelegenheiten)

VI. Einbezug der Option großräumiger Stromversorgung aus EE in die Entwicklungspolitik:

- 1.) über staatliche CDM Projekte mit wegweisendem Charakter
- 2.) über ein internationales EEG (s.o.)
- 3.) über strategische Projekte und Verhandlungen mit Entwicklungsländern

VII. Ausweitung der Energieforschung im Bereich EE z.B.:

- 1.) wesentlich verbesserte Potentialanalysen zur Erstellung globaler und öffentlich zugänglicher Datensätze
- 2.) Prototypenbau (auch für nichtheimische EE, Klimaschutz ist eine internationale Aufgabe)
- 3.) Ausarbeitung konsistenter Konzepte zur Biomassennutzung und Wärmeversorgung

VIII. Einflussnahme auf EU-Politik im Bereich EE und Stromtransport:

Anknüpfungspunkte z.B. an den Vorstellungen im **Grünbuch-EU**³⁰ „Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie“

IX. Einflussnahme auf internationale Politik und Organisationen:

- 1.) direkt (bilateral)
- 2.) über UN
- 3.) über G8
- 4.) über EU (s.a. **Vorschläge zum Grünbuch-EU**³¹ oder **Politikpapier 5** der **WBGU Leuchtturm 1**)

²⁸ Zu Fallwindkraftwerken bzw. „Energy Towers“ siehe [GZ2006], [ACGZ2006], [ACGZ2007].

²⁹ Zum Vorschlag eines internationalen EEG siehe auch [GC2007], [CG2007], [GC2006a], [CGM2003].

³⁰ Mit Grünbuch-EU wird hier das „Grünbuch: Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie“ [KOM2006] der Europäischen Kommission bezeichnet.

³¹ Kommentare zum Grünbuch: Einbezug großräumiger Versorgungsstrategien mit Erneuerbaren Energien in die Fortentwicklung des Grünbuchs im Sinne einer nachhaltigen Energiestrategie [GC2006].

X. Wahrnehmung von Koordinierungs- und Planungsaufgaben:

- 1.) Schaffung von Regeln für HGÜ-Projekte im Hinblick auf die großräumige Stromversorgung mit EE.
- 2.) Einrichtung von Koordinierungsstellen
- 3.) über G8
- 4.) über EU (s.a. **Vorschläge zum Grünbuch-EU**³² oder **Politikpapier 5** der **WBGU Leuchtturm 1**)

XI. Schaffung von zielführenden Rahmenbedingungen für die Energiewirtschaft, z.B.:

- 1.) langfristig kalkulierbare Regelungen im Rahmen der europäischen Wettbewerbsordnung für die leitungsgebundenen Energien
- 2.) regulatorische Rahmenbedingungen des Netzbetriebs
- 3.) finanzielle Rahmenbedingungen (z.B. Bürgschaften, staatliche Teilfinanzierung, zinsgünstige Kredite)

Nur ein Teil der oben genannten Optionen liegt im direkten oder ausschließlichen Handlungsfeld eines Bundeslandes und ist daher autonom umzusetzen. Viele der Optionen berühren aber Interessen einzelner Bundesländer. Dies können industriepolitische Interessen sein, das Interesse der Versorgungssicherheit oder das Interesse an nachhaltiger und kostengünstiger Energieversorgung, um nur einige davon zu benennen. Daher gilt es Initiativen zu entwickeln, deren Reichweite über den direkten Entscheidungsrahmen eines Bundeslandes hinausreicht und so Einfluss auf übergeordnete Entscheidungsprozesse zu nehmen sowie verantwortungsvoll auf die Gestaltung unserer Zukunft einzuwirken. Solche Initiativen könnten – um nur ein Beispiel zu nennen – in der Organisation von Zusammenkünften der Entscheidungsträger bestehen, die in mögliche bilaterale Projekte mit Nachbarstaaten oder mit involviert sein könnten.

Referenzen

- [ACGZ2006] T. Altmann, G. Czisch, R. Guetta, D. Zaslavsky; *Evaluation of the potential of electricity and desalinated water supply by using technology of "Energy Towers" for Australia, America and Africa*. Annual Report 2005, Special Project "Evaluation of the Global Potential of Energy Towers", European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Reading, UK. 2006 – Verfügbar über:
<http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/ECMWF-IR-SPDEGPET200605.pdf>
- [ACGZ2007] T. Altmann, G. Czisch, R. Guetta, D. Zaslavsky; *Evaluation of the potential of electricity by using technology of "Energy Towers" for the Middle East and India-Pakistan*. Annual Report 2006, Special Project "Evaluation of the global potential of energy towers", European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, , Reading, UK. 2007 – Verfügbar über:
http://www.ecmwf.int/about/special_projects/czisch_energy-towers-global-potential/report_2007.pdf
- [ASUE1999] ASUE; *BHKW-Grundlagen*. Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch, Kaiserslautern. 1999.
- [ASUE1999a] ASUE; *Gasturbinen-Kenndaten*. Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch, Kaiserslautern. 1999.

³² Kommentare zum Grünbuch: Einbezug großräumiger Versorgungsstrategien mit Erneuerbaren Energien in die Fortentwicklung des Grünbuchs im Sinne einer nachhaltigen Energiestrategie [GC2006].

- [BRS2002] A. Bühring, C. Russ, B. Sicre; *Faktor 4 ist möglich - Untersuchung der Wärmeversorgung mit Wärmepumpen in Passiv-Wohnhäusern*. Zeitschrift Energieeffizientes Bauen, Ausgabe Nr. 4. 2002 – Verfügbar über:
<http://www.ise.fhg.de/isesite/veroeffentlichungen/2002/faktor-4-ist-moeglich-untersuchung-der-waermeversorgung-mit-waermepumpen-in-passiv-wohnhausern/view?searchterm=W%C3%A4rmepumpen>
- [CE2001] G. Czisch, B. Ernst; *High wind power penetration by the systematic use of smoothing effects within huge catchment areas shown in a European example*, WINDPOWER 2001, Washington, Juni 2001– Verfügbar über:
http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/awea_2001_czisch_ernst.pdf
- [CG2007] G. Czisch, G. Giebel; *Realisable Scenarios for a Future Electricity Supply based 100% on Renewable Energies*. Proceedings, Risø International Energy Conference 2007 - Systems with High Level of Renewable Energy, Risø National Laboratory DTU, Roskilde, Dänemark. 2007 – Verfügbar über:
http://www.risoe.dk/rispubl/reports/ris-r-1608_186-195.pdf
- [CGM2003] G. Czisch, G. Giebel; *Effects of Large-Scale Distribution of Wind Energy in and around Europe*, Proceedings, Risø International Energy Conference 2003, Dänemark. 2003 – Verfügbar über:
<http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/Risoe200305.pdf>
- [CLV2003] G. Czisch, B. Lehner, Sara Vassolo; *The impact of global change on the hydropower potential of Europe: a model-based analysis*, Energy Policy, ScienceDirect, Elsevier, Dezember 2003 – Verfügbar über:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421503003112>
- [EC2007] European Commission; *Energy & Transport in figures - Statistical pocket book 2006*. Internet-Veröffentlichung, European Commission (EC), Directorate-General Energy and Transmission, Brüssel, Belgien. 2004. – Verfügbar über:
http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2006_en.htm
- [EEX2007] EEX; *Phelix Futures, Terminmarkt, Phelix Baseload Year Futures*. Internet-Veröffentlichung, European Energy Exchange AG, Leipzig. 05.09.2007. – Verfügbar über:
<http://www.eex.com/de/Marktinformation/Kontrakt-Informationen/futures-info/F1BY/2008.01>
- [GC2005] G. Czisch; *Szenarien zur zukünftigen Stromversorgung - Kostenoptimierte Variationen zur Versorgung Europas und seiner Nachbarn mit Strom aus erneuerbaren Energien*, Universität Kassel, 2005, verfügbar über:
<https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/handle/urn:nbn:de:hebis:34-200604119596>
- [GC2006] G. Czisch; *Kommentare zum Grünbuch: Einbezug großräumiger Versorgungsstrategien mit Erneuerbaren Energien in die Fortentwicklung des Grünbuchs im Sinne einer nachhaltigen Energiestrategie*. Internet-Veröffentlichung, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Brüssel. 2006 – Verfügbar über:
http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/contributions/citizens/georg_gzisch.pdf
- [GZ2006] R. Guetta, D. Zaslavsky; *Energy Towers for Producing Electricity and Desalinated Water without a Solar Collector*. Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel. 2006 – Verfügbar über:
http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/ET-Brochure_Zaslavsky++_2006.pdf
- [GC2006a] G. Czisch; *Internationale Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien über erweitertes EEG od. ein ähnlich gestaltetes ratifizierbares Abkommen*. Kassel. 2006 – Verfügbar über:
http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/EEG_als_internat_Abkommen.pdf
- [GC2006b] G. Czisch; *Low Cost but Totally Renewable Electricity Supply for a Huge Supply Area*. Überarbeitete Version für den Arbeitskreis Energie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Kassel. 2006 – Verfügbar über:
http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/LowCostEuropElSup_revised_for_AKE_2006.pdf
- [GC2006c] G. Czisch; *Joint Renewable Electricity Supply for Europe and its Neighbours - Transfer to Other World Regions and China*, Kassel. 2006 – Verfügbar über:

http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/RenEISupEU_Trans_ot_WR+Ch.pdf

- [GC2007] G. Czisch; *UNHDR Mitigation Country Study for Germany*. Kassel. 2007 – Verfügbar über:
http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/projekte/UNHDR-GC070130_revised_sta.pdf
- [IR2007] Innovations-Report; *Vorstoß in neue Dimension der HGÜ-Technik: Siemens errichtet in China bisher leistungsstärkste Hochspannungs-Gleichstromfernverbindung der Welt*, Schmitten. 2007 – Verfügbar über:
<http://www.innovations-report.de/html/berichte/unternehmensmeldung/bericht-85674.html>
- [KOM2006] Kommission der Europäischen Gemeinschaften; *GRÜNBUCH: Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie*. Internet-Veröffentlichung, Brüssel. 2006 – Verfügbar über:
http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_de.pdf
- [Sie2007] Siemens; *Vorstoß in neue Dimension der HGÜ-Technik: Siemens errichtet in China bisher leistungsstärkste Hochspannungs-Gleichstromfernverbindung der Welt*, München. 2007 – Verfügbar über:
http://www.siemens.com/index.jsp?sdc_p=cfi107592410mno1450705ps5uz3&
- [WBGU2007] WBGU; *Politikpapier 5 „Impulse für die Klimapolitik: Chancen der deutschen Doppelpräsidentschaft nutzen“*, Berlin. 2007 – Verfügbar über:
http://www.wbgu.de/wbgu_pp2007.html
- [Win2007] Windcomm; *Pressemitteilung: Veranstaltung „Potenziale der Windenergie und anderer Erneuerbarer Energien in Marokko“*, Husum. 2007 – Verfügbar über:
http://www.windcomm-sh.de/include/de/content_aktuelles.php?we_objectID=1331
- [Win2007a] Windcomm; *Pressemitteilung: „Marokko auf dem Weg in eine neue Zukunft: Grüner Strom für Europa aus Afrika“*, Husum. 2007 – Verfügbar über:
http://www.windcomm-sh.de/include/de/content_aktuelles.php?we_objectID=1334
- [Win2007b] Windcomm; *6. windcomm Werkstatt: Veranstaltung „Marokko - Zukunftsmarkt für Erneuerbare Energien“*, Husum. 2007 – Verfügbar über:
http://www.windcomm-sh.de/Seiten/de/windcomm_werkstatt/06_windcomm_werkstatt.php