

Der Übergang zu erneuerbaren Energien

So wie das 19. Jahrhundert der Kohle gehörte und das 20. Jahrhundert dem Erdöl, wird das 21. Jahrhundert das Jahrhundert der Sonnen-, der Wind- und der geothermischen Energie werden. In Europa waren die zusätzlichen Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen schon im Jahr 2006 größer als die aus konventionellen Energiequellen, wodurch Europa zum ersten Kontinent wurde, der in das neue Energiezeitalter eingetreten ist. In den USA sind die Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Windenergie 2006 um 27 % angestiegen, während die aus Kohle leicht abnahmen.¹

Inzwischen sind vielerorts bereits Anzeichen dafür zu sehen, dass sich eine Energiewirtschaft wie in unserem Plan B vorgesehen zu entwickeln beginnt. Die Regierung des Bundesstaates Texas arbeitet an Plänen zum massiven Ausbau der Stromerzeugungskapazitäten aus Wind, durch die 23.000 Megawatt an zusätzlichen Kapazitäten entstehen sollen – das entspricht etwa der Leistung von 23 Kohlekraftwerken. In China werden inzwischen 160 Mio. Menschen über solarbetriebene Wasserheizanlagen auf ihren Dächern mit Warmwasser versorgt. In Island werden fast 90 % der Häuser mit geothermischer Energie beheizt. In Europa werden 60 Mio. Menschen größtenteils über Windparks mit Strom versorgt. Und auf den Philippinen erhalten 19 Mio. Menschen ihren Strom aus Erdwärmekraftwerken.²

In Kapitel 11 wurde beschrieben, wie der prognostizierte Anstieg im Energieverbrauch bis 2020 durch Maßnahmen zur Erhöhung der Effizienz ausgeglichen werden kann. In diesem Kapitel soll es nun darum gehen, sich der Her-

1 Christoph Podewils, „There’s a Lot of Water in the Wine: Renewable Energy Lobby Criticizes the EU’s Highly Praised Goal for Alternative Energy“, *PHOTON International*, April 2007, S. 14; Global Wind Energy Council (GWEC) und Greenpeace, *Global Wind Energy Outlook 2006* (Brüssel: 2006); U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), *Electric Power 2006* (Washington, DC: Oktober 2007), S. 26.

2 „Texas Decision Could Double Wind Power Capacity in the U.S.“, *Renewable Energy Access*, 4. Oktober 2007; Vergleich zu Kohlekraftwerken berechnet auf Grundlage der Annahme, dass ein durchschnittliches Kohlekraftwerk über Erzeugungskapazitäten von 500 Megawatt verfügt und 72 % der Zeit tatsächlich in Betrieb ist, womit es 3,15 Mrd. kWh pro Jahr erzeugt. Eine durchschnittliche Windturbine ist 36 % der Zeit in Betrieb.; Angaben zur Nutzung von geothermischer Energie in Island aus: Iceland National Energy Authority and Ministries of Industry and Commerce, *Geothermal Development and Research in Iceland* (Reykjavik, Island: April 2006), S. 16; europäischer Pro-Kopf-Verbrauch aus: European Wind Energy Association (EWEA), „Wind Power on Course to Become Major European Energy Source by the End of the Decade“, Pressemitteilung (Brüssel: 22. November 2004); Angaben zu den solarbetriebenen Warmwasserbereitern berechnet auf Grundlage von Angaben aus: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), *Renewables Global Status Report, 2006 Update* (Washington, DC: Worldwatch Institute, 2006), S. 21 sowie aus: Bingham Kennedy, Jr., *Dissecting China’s 2000 Census* (Washington, DC: Population Reference Bureau, Juni 2001); Angaben zu den Philippinen aus: Geothermal Energy Association (GEA), „World Geothermal Power Up 50%, New US Boom Possible“, Pressemitteilung (Washington, DC: 11. April 2002).

ausforderung einer möglichst umfassenden Nutzung der erneuerbaren Energiequellen zu stellen, mit deren Hilfe wir unser Ziel der Senkung der weltweiten CO₂-Emissionen um 80 % erreichen können. Oberste Priorität muss es dabei haben, alle mit Kohle und Erdöl betriebenen Kraftwerke durch erneuerbare Energiequellen zu ersetzen.

Die in diesem Kapitel dargelegten Zielsetzungen zur weiteren Erschließung erneuerbarer Energiequellen basieren nicht darauf, was allgemein als politisch machbar gilt, sondern darauf, was unserer Meinung nach notwendig ist, um zu verhindern, dass der Klimawandel zu einem nicht mehr umkehrbaren Prozess wird. Das hier ist nicht Plan A, wir wollen nicht weitermachen wie bisher. Wir wollen einen Plan B vorstellen – eine Generalmobilmachung, eine umfassende Reaktion, die das Ausmaß der Bedrohung, den die globale Erwärmung für unsere Zivilisation darstellt, auch tatsächlich widerspiegelt.

Die große Frage ist, ob es uns gelingen wird, die Kapazitäten der erneuerbaren Energien schnell genug auszubauen – und wir sind der Ansicht, dass uns das gelingen kann. Die aktuellen Trends in den Bereichen Mobiltelefon und PC vermitteln ein erstes Gefühl dafür, wie schnell sich neue Technologien verbreiten können. Nachdem die Gesamtverkaufszahlen für Mobiltelefone im Jahr 1986 die 1-Million-Marke durchbrachen, setzte ein regelrechter Boom ein, wobei sich die Zahl der Mobilfunknutzer in jedem der darauffolgenden drei Jahre jeweils verdoppelte. In den nächsten 12 Jahren sollte sich die Zahl der Besitzer eines Mobiltelefons dann alle zwei Jahre mehr als verdoppeln, sodass die Zahl der Mobiltelefone weltweit im Jahr 2001 bereits bei 995 Mio. lag, was einer Vertausendfachung der Gesamtzahl innerhalb von nur 15 Jahren entsprach. Und im Jahr 2007 gab es bereits mehr als 2 Mrd. Mobilfunknutzer weltweit.³

Ganz ähnlich war die Entwicklung bei den Verkäufen von PCs. Wurden 1983 noch etwa 1 Mio. PCs verkauft, waren es 2003 bereits geschätzte 160 Mio. – ein Anstieg um das 160-Fache in nur zwanzig Jahren. Und heute zeigen sich ähnliche Wachstumsraten im Bereich der erneuerbaren Energien. Die Verkaufszahlen für Solarzellen verdoppeln sich alle zwei Jahre und die jährlichen Zuwächse bei den Stromerzeugungskapazitäten aus Windenergie liegen nicht weit dahinter. Ebenso, wie sich die Informations- und die Kommunikationsbranche in den vergangenen zwanzig Jahren grundlegend verändert haben, wird sich auch die Energiewirtschaft in den nächsten zehn Jahren deutlich verändern.⁴

3 International Telecommunications Union, „Mobile Cellular Subscribers per 100 People“, *ICT Statistics Database* unter www.itu.int/ITU-D/ict/eye, aktualisiert 2007; Molly O. Sheehan, „Mobile Phone Use Booms“, Worldwatch Institute, *Vital Signs 2002* (New York: W. W. Norton & Company, 2002), S. 85.

4 Angaben zu PCs aus: Computer Industry Almanac Inc, „25-Year PC Anniversary Statistics“, Pressemitteilung unter www.c-i-a.com, 14. August 2006; Angaben zu Solarzellen aus: Worldwatch Institute, *Vital Signs 2005*, CD-Rom (Washington, DC: 2005); Paul Maycock, Prometheus Institute, *Photovoltaic News*, Vol. 26, Nr. 3 (März 2007), S. 6, sowie verschiedene vorangegangene Ausgaben.

Allerdings gibt es einen klaren Unterschied: Während die Umstrukturierung des Informations- und des Kommunikationssektors durch technologische Fortschritte und die Einwirkung der Kräfte des Marktes vorangetrieben wurde, wird der entscheidende Antrieb zur Umstrukturierung der Energiewirtschaft aus der Erkenntnis erwachsen, dass das Schicksal unserer Zivilisation davon abhängt. Doch es ist nicht damit getan, es überhaupt in Angriff zu nehmen, wir müssen es auch in Rekordgeschwindigkeit tun.

DAS EINFANGEN DES WINDES

In seiner Studie zu den weltweiten Kapazitäten im Bereich der Windenergie kam das Team von Cristina Archer und Mark Jacobson von der *Stanford University* zu dem Schluss, wenn es gelänge, nur ein Fünftel der Windenergie weltweit nutzbar zu machen, so könnte damit siebenmal mehr Strom erzeugt werden, als die Welt derzeit verbraucht. In China beispielsweise – mit seinen großen Ebenen im Norden und Westen, den zahllosen Berggraten und der langen Küstenlinie, die alle ein hohes Potenzial für die Nutzung von Windenergie bieten – könnte problemlos genug Wind nutzbar gemacht werden, um die derzeit vorhandenen Stromerzeugungskapazitäten des Landes zu verdoppeln.⁵

Als das U.S. Department of Energy 1991 seine erste Übersicht über die Windressourcen des Landes veröffentlichte, stellten die Experten darin fest, dass die Menge an Windenergie, die in North Dakota, Kansas und Texas – drei Bundesstaaten mit besonders günstigen Bedingungen zur Nutzung von Windenergie – nutzbar gemacht werden könnte, ausreichen würde, um den Strombedarf der ganzen Nation zu decken. Seither ist es dank der Fortschritte im Turbinenbau möglich, dass Windturbinen auch bei geringeren Windgeschwindigkeiten arbeiten und Wind insgesamt effizienter in Strom umwandeln. Und da Windturbinen inzwischen nicht mehr nur knapp 40 sondern etwa 100 m hoch sind, können sie viel mehr Wind einfangen, der noch dazu stärker ist, und damit 20-mal mehr Strom erzeugen als die ersten Windturbinen, die Anfang der 80er-Jahre aufgestellt wurden. Angesichts dieser großen Fortschritte würden die Kapazitäten der Windturbinen in den drei genannten Bundesstaaten nicht nur ausreichen, um den Strombedarf des Landes zu decken, sondern sogar den gesamten Energiebedarf.⁶

In einer weiteren Studie zu den Möglichkeiten der Nutzung von Windenergie vor den Küsten der USA kamen die Experten des DOE im Jahr 2005 zu dem Ergebnis, dass allein die Nutzbarmachung der Windenergie bis zu einer Entfernung von 80 km von der Küste genügend Strom liefern würde, um

5 Cristina L. Archer und Mark Z. Jacobson, „Evaluation of Global Windpower“, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110 (30. Juni 2005); Jean Hu et al., „Wind: The Future is Now“, *Renewable Energy World*, Juli-August 2005, S. 212.

6 D. L. Elliott, L. L. Wendell und G. L. Gower, *An Assessment of the Available Windy Land Area and Wind Energy Potenzial in the Contiguous United States* (Richland, WA: Pacific Northwest Laboratory, 1991); C. L. Archer und M. Z. Jacobson, „The Spatial and Temporal Distributions of U.S. Winds and Wind Power at 80 m Derived from Measurements“, *Journal of Geophysical Research*, 16. Mai 2003.

70 % des Strombedarfs der Vereinigten Staaten abzudecken. In Europa wird die Windenergie vor den Küsten bereits genutzt. In einem Gutachten der auf Windenergie spezialisierten Consulting-Gruppe *Garrad Hassan* aus dem Jahr 2004 heißt es, dass bis 2020 der Strombedarf aller europäischen Privathaushalte durch Strom aus Windenergie gedeckt werden könnte, wenn die Regierungen ihre riesigen Ressourcen in Küstennähe aggressiv erschließen würden.⁷

Zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2007 sind die Stromerzeugungskapazitäten im Bereich Windenergie weltweit von 18.000 auf geschätzte 92.000 Megawatt angewachsen, und für Anfang 2008 wird das Erreichen der 100.000 Megawatt-Marke prognostiziert. Das bedeutet, dass die Kapazitäten seit dem Jahr 2000 um jährlich 25 % angewachsen sind und sich alle drei Jahre verdoppelt haben.⁸

Weltweit führend im Hinblick auf die Gesamtkapazitäten zur Stromerzeugung aus Windenergie ist Deutschland, gefolgt von den Vereinigten Staaten, Spanien, Indien und Dänemark. Wenn man allerdings den Anteil an der Gesamtstromversorgung betrachtet, der aus Windenergie erzeugt wird, so ist mit einem Anteil von 20 % Dänemark weltweit führend. Bereits drei norddeutsche Bundesländer beziehen inzwischen mehr als 30 % ihres Stroms aus Windenergie, für Gesamtdeutschland sind es 7 % – doch der Trend ist steigend.⁹

Dänemark arbeitet derzeit daran, den Anteil des aus Windenergie erzeugten Stroms am Gesamtstrom auf 50 % zu erhöhen, wobei der größte Teil der zusätzlichen Kapazitäten aus der Nutzung der Windenergie in Küstennähe erwachsen soll. Im Zusammenhang mit ihren Erwägungen, Windenergie möglicherweise bald zur Hauptquelle von Energie zur Stromerzeugung zu machen, haben die dänischen Experten für energiepolitische Planungen die gesamte Energiepolitik des Landes auf den Kopf gestellt: In ihren Plänen bildet die Windenergie die Hauptstütze der Stromversorgung und wird nur im Notfall, sollte der Wind einmal zu schwach sein, durch fossile Brennstoffe ersetzt.¹⁰

Viele Jahre lang hat sich das Wachstum in der Windindustrie auf die fünf Länder konzentriert, die in diesem Bereich führend waren – und über etwa 70

7 W. Musial und S. Butterfield, *Future of Offshore Wind Energy in the United States* (Golden, CO: DOE, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Juni 2004); Angaben zum Stromverbrauch in den USA aus: DOE, EIA, *Electric Power Annual 2005* (Washington, DC: November 2006); Garrad Hassan and Partners, *Sea Wind Europe* (London: Greenpeace, März 2004).

8 „Wind Market Global Status 2007“, *Windpower Monthly*, März 2007, S. 37; GWEC, „Global Wind Energy Markets Continue to Boom – 2006 Another Record Year“, Pressemitteilung (Brüssel: 2. Februar 2007).

9 GWEC, *Global Wind 2006 Report* (Brüssel: 2007), S. 7; Anteil des aus Windenergie erzeugten Stroms für Dänemark berechnet auf Grundlage von Angaben aus: BP, *Statistical Review of World Energy 2007* (London: 2007) sowie GWEC, op. cit. diese Anmerkung, S. 4, Kapazitätsfaktor aus: NREL, *Power Technologies Energy Data Book* (Golden, CO: DOE, August 2006); statistische Angaben zu Deutschland aus: Janet L. Sawin, „Wind Power Blowing Strong“, in: Worldwatch Institute, *Vital Signs 2006-2007* (New York: W. W. Norton & Company, 2006).

10 Flemming Hansen, „Denmark to Increase Wind Power to 50% by 2025, Mostly Offshore“, *Renewable Energy Access*, 5. Dezember 2006.

% aller Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Windenergie verfügten. Doch das ändert sich langsam, da inzwischen etwa 70 Länder versuchen, sich die Windenergie nutzbar zu machen und die Windenergieindustrie damit zu einer globalen Industrie wird. Zu den aufstrebenden „Windmächten“ gehören unter anderem China, Frankreich und Kanada, in denen sich die aus Windenergie erzeugte Strommenge im Jahr 2006 jeweils verdoppelt hat.¹¹

Zunächst war man noch besorgt, die Windturbinen könnten eine Gefahr für Vögel darstellen, doch durch ausgedehnte Studien und eine sorgfältige Auswahl der Standorte für Turbinen kann leicht vermieden werden, dass die Turbinen den Vögeln gefährlich werden. Neueste Studien haben ergeben, dass nur wenige Vögel durch Kollisionen mit Windturbinen ums Leben kommen – im Gegensatz zu den vergleichsweise vielen Todesfällen durch Zusammenstöße mit Hochhäusern oder Autos bzw. mit Katzen.¹²

Ein weiterer Kritikpunkt betrifft die Optik. Einige Menschen betrachten einen Windpark und sehen darin eine Verschandelung der Landschaft, während andere eine Energiequelle sehen, die unsere Zivilisation retten könnte. Doch auch wenn es immer wieder Menschen gibt, die auf keinen Fall einen Windpark in der Nähe ihres Hauses haben wollen, überwiegt doch die Zahl derer, die dies sehr begrüßen würden. So ist beispielsweise in einigen Gemeinschaften in Amerika der Wettbewerb untereinander um die Aufstellung von Windturbinen auf ihrem Land recht groß, beispielsweise unter den Viehzüchtern in Colorado oder unter den Milchbauern im nördlichen Teil des Bundesstaates New York. Dies ist jedoch nicht überraschend, da eine große moderne Windturbine jährlich Strom im Gesamtwert von 300.000 \$ erzeugen kann und die Bauern in der Regel für jede Windturbine, die auf ihrem Grund und Boden aufgestellt wird, 3.000 bis 10.000 \$ pro Jahr an Nutzungsgebühren erhalten, ohne selbst irgendwelche Investitionen tätigen zu müssen.¹³

Einer der Punkte, die Windturbinen im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energiequellen so attraktiv machen, ist die Tatsache, dass sie so wenig Platz benötigen. So kann beispielsweise ein Maisbauer im Norden von Iowa auf einem Quarter-Acre (etwa 1.000 m²) eine Windturbine aufstellen lassen, die jährlich Strom im Wert von 300.000 \$ produziert, und auf demselben Quarter-Acre noch 40 Scheffel Mais ernten, die wiederum zu 120 Gallonen Ethanol im Wert von 300 \$ verarbeitet werden könnten. Da eine einzelne Windturbine weniger als 1 % der Gesamtfläche eines Windparks beansprucht, könnten die Bauern auf derselben Fläche jetzt zwei Ernten einfahren, einmal in Form von Energie und einmal in Form der landwirtschaftlichen Ernte. Schon bald wer-

11 GWEC, op. cit. Anmerkung 9.

12 Laurie Jodziewicz, American Wind Energy Association (AWEA), E-Mail an den Autor, 16. Oktober 2007; GWEC und Greenpeace, op. cit. Anmerkung 1.

13 Eine 2-Megawatt-Windturbine, die 36 % der Zeit in Betrieb ist, erzeugt jährlich 6,3 Mrd. kWh an Strom. Kapazitätsfaktor aus: NREL, op. cit. Anmerkung 9; Großhandelsstrompreis aus: DOE, *Wholesale Market Data*, elektronische Datenbank unter www.eia.doe.gov/cneaf/electricity, aktualisiert am 4. Oktober 2007; Nutzungsgebühren sind Schätzungen des Autors basierend auf Angaben aus: Union of Concerned Scientists, „Farming the Wind: Wind Power and Agriculture“, unter www.ucsusa.org/clean_energy.

den Tausende amerikanischer Bauern in den windreichen Great Plains mehr Einnahmen aus den Nutzungsgebühren für die Aufstellung von Windturbinen haben als aus dem Verkauf ihrer landwirtschaftlichen Produkte.¹⁴

Momentan wird das weitere Wachstum im Bereich der Stromerzeugung aus Wind hauptsächlich durch die verhältnismäßig geringen Kapazitäten zum Bau neuer Windturbinen gebremst. Doch die wichtigste Frage lautet, wie groß der Anteil am Gesamtenergiebedarf der Welt ist, der durch die Nutzung von Windenergie gedeckt werden kann. Um diese Frage beantworten zu können, werden wir uns neben den bisherigen Plänen der verschiedenen Regierungen auch die Größe der bereits im Bau befindlichen und der geplanten Windparks sowie die geplanten Übertragungsleitungen genauer ansehen.¹⁵

Wenn die USA ihr offizielles Ziel, eines Tages 20 % ihres Strombedarfs durch Strom aus Windenergie zu decken, erreichen wollen, wären dazu Stromerzeugungskapazitäten von mindestens 300.000 Megawatt notwendig. Da mit 1 Megawatt an Erzeugungskapazitäten 300 amerikanische Haushalte mit Strom versorgt werden können, könnte durch die angestrebte Erschließung von 300.000 Megawatt die Stromversorgung von 90 Mio. Haushalten in den USA gesichert werden. In Frankreich, wo die Nutzung der Windenergie noch in den Kinderschuhen steckt, hat sich die Regierung bis 2010 ein Ziel von 14.000 Megawatt gesetzt, und in Spanien, das bereits über 12.000 Megawatt an Kapazitäten verfügt, will man bis 2010 die 20.000-Megawatt-Marke erreichen.¹⁶

Auf lokaler Ebene hat Texas, das im amerikanischen Vergleich lange Zeit der führende Bundesstaat in der Erdölproduktion war, nun auch die Führung bei der Stromerzeugung aus Windenergie übernommen. Gouverneur Rick Perry hat eine Gruppe aus Bauunternehmern für Windparks und für Übertragungsleitungen zusammengestellt, die gemeinsam dafür sorgen sollen, dass der Strom, der in den windreichen westlichen Gebieten von Texas und im sogenannten Pfannenstiel von Texas aus Windenergie erzeugt wird, in die Bevölkerungszentren des Bundesstaates gelangt und dort genutzt werden kann. Durch diese Initiative könnten 23.000 Megawatt an Stromerzeugungskapazitäten erschlossen werden, mit deren Hilfe 7 Mio. Haushalte mit Strom versorgt werden könnten.¹⁷

14 Renewable Fuels Association (RFA), *Homegrown for the Homeland: Ethanol Industry Outlook 2005* (Washington, DC: 2005); Angaben zur Ausbeute an Mais pro Acre und Ethanol ausbeute pro Scheffel Mais nach Angaben aus: Allen Baker et al., „Ethanol Reshapes the Corn Market“, *Amber Waves*, Vol. 4, Nr. 2 (April 2006), S. 32, 34.

15 Godfrey Chua, „Wind Power 2005 in Review, Outlook for 2006 and Beyond“, *Renewable Energy Access*, 6. Januar 2006.

16 Angaben zu den Vereinigten Staaten und Spanien aus: GWEC, op. cit. Anmerkung 9; „Spanish Wind Power Industry Attacks New Rules“, *Reuters*, 2. Februar 2007; „EWEA Aims for 22% of Europe’s Electricity by 2030“, *Wind Directions* (November/Dezember 2006), S. 34; Eine 1-Megawatt-Windturbine, die 36 % der Zeit in Betrieb ist, erzeugt pro Jahr 3,15 Mio. kWh und ein durchschnittlicher amerikanischer Haushalt verbraucht 10.000 kWh Strom pro Jahr; Angaben zum durchschnittlichen Stromverbrauch amerikanischer Haushalte aus: DOE, EIA, *Regional Energy Profile – U.S. Household Electricity Report* (Washington, DC: Juli 2005); Kapazitätsfaktor aus: NREL, op. cit. Anmerkung 9.

17 Carl Levesque, „Wind Companies Make \$10 Billion Investment Commitment“,

In Kalifornien plant der Stromversorger *Southern California Edison* ein Windenergieprojekt zur Erschließung von 4.500 Megawatt an Kapazitäten im Süden des Bundesstaates. Im östlichen Teil von South Dakota hat die Firma *Clipper Windpower* die Windrechte über soviel Land erworben, um insgesamt 3.000 Megawatt an zusätzlichen Erzeugungskapazitäten zu erschließen. Wenn alle Windparkprojekte, die bis Ende 2007 vorlagen, tatsächlich umgesetzt würden, so würden die Erzeugungskapazitäten aus Windenergie um geschätzte 100.000 Megawatt anwachsen, was etwa dem Zehnfachen der bisherigen Kapazitäten entspricht.¹⁸

In Kanada planen *Katabatic Power* und die *Deutsche Bank* den Bau eines Windparks mit Kapazitäten von 3.000 Megawatt in British Columbia, dessen Stromproduktion ausreichen wird, um etwa 900.000 Haushalte mit Strom zu versorgen. Großbritannien baut im Severn Estuary vor der Küste den 1.000-Megawatt-Windpark *London Array*, ein weiterer, der *Atlantic Array* mit 1.500 Megawatt, ist vor der Küste von Devon geplant. Deutschland plant ebenfalls mehrere Windparks ähnlicher Größe an seiner Küste, und auch die chinesischen Planer entwerfen eifrig 1.000-Megawatt-Windparks.¹⁹

Ein weiterer Hinweis darauf, wie groß die Bedeutung der Windenergie in Zukunft sein wird, ist das Ausmaß der bereits im Bau befindlichen sowie der neu geplanten Übertragungsleitungen. In den USA haben die Regierungen von Texas, Colorado, New Mexico, Kalifornien und Minnesota ihre Gesetzgebung so ausgerichtet, dass die Förderung für große Windparkkomplexe mit einer Förderung für den Neubau von Übertragungsleitungen kombiniert wird, sodass später eine Frage wie: „Was war zuerst da, die Henne oder das Ei?“ vermieden werden kann.²⁰

Auch Pläne für eine ganze Reihe von bundesstaatenübergreifenden Übertragungsleitungen stehen zur Diskussion. Im nördlichen Teil der mittleren Vereinigten Staaten werden beispielsweise die Windparks in North und South Dakota mit den Städten in Minnesota und Wisconsin verbunden, in denen der Energieverbrauch besonders hoch ist. Ein weiterer Vorschlag ist die Nutzung der riesigen Windenergieserven in Kansas und Oklahoma. Hier sollen Windparks mit Stromerzeugungskapazitäten von insgesamt 13.000 Megawatt entstehen, die über Überlandleitungen mit den Verbrauchern im Südosten der

Wind Energy Weekly, Vol. 25, Nr. 1211 (6. Oktober 2006); „Texas Decision Could Double Wind Power Capacity in the U.S.“, op. cit. Anmerkung 2.

18 Paul Klein, Media Relations Group, Southern California Edison, Gespräch mit Jonathan Dorn, Earth Policy Institute, 22. Oktober 2007; Jim Dehlsen, Clipper Wind, Gespräch mit dem Autor, 30. Mai 2001; Angaben zu den vorliegenden Windparkprojekten aus: Kathy Belyeu, AWEA, Gespräch mit Jonathan Dorn, Earth Policy Institute, 22. Oktober 2007.

19 „British Columbia“, *WT News*, Wind Today, 1. Quartal 2007, S. 30; „UK Plans World’s Biggest Offshore Windfarm“, *Reuters*, 18. Mai 2007; Yang Jianxiang, „China Showing All Signs of Major Market Status“, *Windpower Monthly*, März 2007, S. 38; Angaben zu deutschen Plänen für Offshore-Windparks aus: EWEA, *Wind Force 12* (Brüssel: 2002); „China to Build Offshore Wind Complex“, *Associated Press*, 15. August 2005.

20 Mike Jacobs, „U.S. States Hatch Solution to Transmission ‘Chicken-Egg’ Dilemma“, *Renewable Energy Access*, 7. Mai 2007.

USA verbunden diese mit Strom versorgen. Eine andere Gruppe von Windparkbetreibern im Mittleren Westen der USA planen Überlandleitungen, mit denen der Strom aus den Windreserven von North und South Dakota zu den Verbrauchern an der dicht besiedelten Ostküste gebracht werden kann. Und im Westen der Vereinigten Staaten haben die Gouverneure von Kalifornien, Nevada, Utah und Wyoming dem Bau der sogenannten „Frontier Line“ zugestimmt, einer Überlandleitung, mit der der Strom, der unter geringem Kostenaufwand aus den Windreserven in Wyoming erzeugt wurde, zu den Verbrauchern in Salt Lake City, Las Vegas und den Städten im Bundesstaat Kalifornien, einem Stromgroßverbraucher, transportiert wird.²¹

Die irische Entwicklerfirma *Airtricity* und *ABB*, einer der Marktführer beim Bau von Infrastruktur im Energiebereich, haben für Europa ein länderübergreifendes Netzwerk von Offshore-Windparks vorgeschlagen, das sich von der Ostsee über die Nordsee und weiter südwärts bis zur spanischen Küste erstrecken soll. Mithilfe dieses Netzes könnte nicht nur das riesige Windenergiepotenzial vor den Küsten Europas nutzbar gemacht werden, es könnten auch die nationalen Netze miteinander verbunden und damit eine effizientere Energienutzung auf dem gesamten Kontinent gefördert werden. Für den Anfang ist ein Windpark-Projekt von 10.000 Megawatt in der Nordsee vorgesehen, durch das 6 Mio. Haushalte in Deutschland, Großbritannien und den Niederlanden mit Strom versorgt werden sollen.²²

Die Nutzung der Windenergie bildet das Herzstück der neuen Energiewirtschaft, die wir in Plan B vorschlagen, denn Wind ist im Überfluss und an vielen Orten der Welt vorhanden, die Kosten für die Nutzbarmachung sind gering, die Nutzung kann leicht ausgeweitet und das Potenzial insgesamt schnell erschlossen werden. Ölquellen können versiegen, weil sie leer gepumpt sind, und auch Kohlelagerstätten sind eines Tages erschöpft, doch die Windressourcen der Erde sind unendlich, wir können sie nicht „aufbrauchen“.

Zu unserem Plan B gehört auch die Erschließung von 3 Mio. Megawatt an Stromerzeugungskapazitäten aus Wind bis zum Jahr 2020. Um das zu erreichen, müssen die Kapazitäten nicht nur alle drei Jahre, wie in den vergangenen zehn Jahren, sondern ab sofort alle zwei Jahre verdoppelt werden. Wenn es uns gelingt, dies umzusetzen, so entfele im Jahr 2020 auf je 2.500 der bis dahin geschätzten 7,5 Mrd. Menschen auf der Welt 1 Megawatt an Stromerzeugungskapazitäten aus Windenergie. In Dänemark ist man schon jetzt weit darüber

21 Ebenda; Leonard Anderson, „Western U.S. States Plan Major Power System“, *Reuters*, 5. April 2005; Carl Levesque, „SPP Study Envisions Transmission Project Linking 13,000 MW of Wind with East“, *Wind Energy Weekly*, Vol. 26, Nr. 1247 (6. Juli 2007); Carl Levesque, „Now Proposed at PUC, CAPX 2020 Transmission Project Would Have Big Wind Implications“, *Wind Energy Weekly*, Vol. 26, Nr. 1253 (17. August 2007).

22 „Pan-European Wind Energy Grid Proposed“, *Renewable Energy Access*, 10. Mai 2006; „Airtricity and ABB Push for European Offshore Supergrid“, *Wind Directions*, Juli/August 2006, S. 7; Chris Veal, *European Offshore Supergrid Proposal: Vision and Executive Summary* (Dublin: Airtricity, 2006); Angaben darüber, dass ein durchschnittlicher europäischer Haushalt 5.000 kWh Strom jährlich verbraucht, aus: *State of the Environment in the South West 2006* (Rotherham, GB: Environment Agency, 2006), S. 22.

hinaus, hier teilen sich je 1.700 Menschen 1 Megawatt an Kapazitäten. Spanien wird das Ziel von 1 Megawatt pro 2.500 Personen voraussichtlich noch vor dem Jahr 2010 erreichen und Deutschland kurz danach.²³

Im Rahmen dieser Initiative zur Stabilisierung des Klimas müssten 1,5 Mio. Windturbinen mit einer Leistung von jeweils 2 Megawatt aufgestellt werden. Es mag vermessen klingen, in nur 12 Jahren so viele Windturbinen herstellen zu wollen, aber nur so lange, bis man sich vor Augen führt, dass weltweit pro Jahr 65 Mio. Autos hergestellt werden. Bei Kosten von 3 Mio. \$ pro aufgestellter Turbine müssten in den nächsten 12 Jahren also insgesamt 4,5 Billionen \$ bzw. 375 Mrd. \$ pro Jahr investiert werden. Zum Vergleich: Bis zum Jahr 2016 werden die weltweiten Investitionen für Erdöl und Erdgas voraussichtlich bei 1 Billion \$ jährlich liegen.²⁴

Da Windturbinen in Massenproduktion am Fließband hergestellt werden können, wären die ungenutzten Kapazitäten der amerikanischen Automobilindustrie allein schon ausreichend, um die zur Umsetzung von Plan B benötigten Windturbinen herzustellen.²⁵

Nun ist es nicht nur so, dass es genug Autofabriken gibt, die nicht mehr genutzt werden, es gibt dort auch eine Menge gut ausgebildeter Arbeitskräfte, die nur zu gern wieder an ihren Arbeitsplatz zurückkehren würden. Im Bundesstaat Michigan beispielsweise, der das Herzstück der Region um die Great Lakes mit ihren immensen Windenergieressourcen bildet, gibt es eine große Zahl ungenutzter Autofabriken, und die spanische Firma *Gamesa*, einer der führenden Hersteller von Windturbinen, hat kürzlich in einer ehemaligen *U. S. Steel*-Fabrik in Pennsylvania die Produktion von Windturbinen aufgenommen.²⁶

DIE NUTZUNG VON WINDENERGIE IN HYBRIDFAHRZEUGEN

In Kapitel 10 wurden Maßnahmen vorgestellt, mit deren Hilfe die Regierungen einzelner Städte dafür sorgen, dass der Bedarf an Autos sinkt. Doch selbst wenn die Zahl der Autos gesenkt wird, braucht die Welt dringend eine neue Energiewirtschaft auch im Bereich der Automobile, sie braucht neue Antriebsmöglichkeiten für Autos. Glücklicherweise sind die Grundlagen dafür durch zwei wichtige neue Technologien bereits gelegt. Eine davon ist der zu-

23 Angaben zu den Kapazitäten im Bereich Windenergie aus: GWEC, op. cit. Anmerkung 9, S. 4, 8; Angaben zu den Bevölkerungszahlen aus: U.N. Population Division, *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database* unter esa.un.org/unpp, aktualisiert 2007.

24 Ward's Automotive Group, *World Motor Vehicle Data 2006* (Southfield, MI: Ward's Automotive Group, 2006), S. 218; Angaben zu den Kosten pro aufgestellter Turbine aus: Windustry, „How Much Do Wind Turbines Cost?“ unter www.windustry.org, eingesehen am 21. Oktober 2007; „Trillions in Spending Needed to Meet Global Oil and Gas Demand, Analysis Shows“, *International Herald Tribune*, 15. Oktober 2007.

25 Harry Braun, *The Phoenix Project: Shifting from Oil to Hydrogen with Wartime Speed*, ausgearbeitet für den Renewable Hydrogen Roundtable, World Resources Institute, Washington, DC, 10.-11. April 2003, S. 3f.

26 Christian Parenti, „Big is Beautiful“, *The Nation*, 7. Mai 2007.

erst von *Toyota* entwickelte Benzin-Elektro-Hybridantrieb, die andere hochmoderne Windturbinen.

Der *Toyota Prius*, ein Mittelklassewagen mit Hybridantrieb, der sich rasant verkauft, hat einen Verbrauch von beeindruckenden 5,1 l auf 100 km (Fahrten sowohl innerorts als auch über Land) – im Gegensatz zu knapp 12 l auf 100 km bei normalen amerikanischen Neuwagen. Der Benzinverbrauch in den USA könnte problemlos um die Hälfte gesenkt werden, wenn alle Autofahrer in den USA einfach auf Fahrzeuge mit Benzin-Elektro-Hybridantrieb umsteigen würden. Auf diese Weise müsste weder die Anzahl der Autos noch die der gefahrenen Kilometer gesenkt werden – man müsste nur die effizienteste derzeit auf dem Markt befindliche Antriebstechnologie nutzen.²⁷

Nachdem Hybridfahrzeuge inzwischen keine Neuheit mehr sind, ist es nur noch ein vergleichsweise kleiner Schritt zur Herstellung von Hybridfahrzeugen mit Auflademöglichkeit über das Stromnetz, die größtenteils mit Strom fahren. Wenn man ein Hybridfahrzeug mit einer Batterie mit größerer Speicherkapazität sowie einer Möglichkeit zur Aufladung dieser Batterie über das Stromnetz ausstattete, könnten Autofahrer kürzere Strecken, wie die Fahrten zur Arbeit, zum Einkaufen und andere kurze Fahrten, größtenteils mit Stromantrieb zurücklegen, sodass sie das Benzin für die nur gelegentlichen längeren Fahrten sparen könnten. Noch faszinierender daran ist, dass die Aufladung der Batterien mit Strom, der in den Nebenzeiten durch Windenergie erzeugt wurde, so preiswert wäre, als könnte man eine Gallone Benzin für weniger als 1 \$ kaufen. Eine solche Modifikation der Hybridfahrzeuge könnte zu einer Senkung des verbliebenen Benzinverbrauchs um weitere 60 % führen, sodass der Benzinverbrauch im Vergleich zu heute um insgesamt 80 % gesenkt würde.²⁸

Doch damit sind die Möglichkeiten in diesem Bereich noch nicht erschöpft. Amory Lovins, ein hoch angesehener Pionier auf dem Gebiet der Steigerung der Energieeffizienz, stellte fest, wenn man die Stahlkomponenten des Fahrzeugkörpers durch Teile aus hochmodernen Polymergemischen ersetzte, so würde sich dadurch „die Effizienz eines normal schweren Hybridfahrzeugs etwa verdoppeln, ohne dass die Gesamtkosten für die Herstellung wesentlich steigen.“ Wenn man nun beim Bau der Fahrzeuge mit Benzin-Elektro-Hybridantrieb diese neuen Polymergemische verwendete – die auch *Boeing* inzwischen beim Bau des neuen *787 Dreamliner*-Jets einsetzt – könnten die noch

27 Angaben zum Verbrauch des Prius basieren auf neuen Schätzungen der Environmental Protection Agency (EPA) unter www.fueleconomy.gov, eingesehen am 23. August 2007; Angaben zum Durchschnitt bei anderen Autos aus: Robert M. Heavenrich, *Light Duty Automotive Technology and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2007* (Washington, DC: EPA, Office of Transportation and Air Quality, September 2007).

28 Kraftstoffeinsparungen sind Schätzungend des Autors, aktualisiert aus: Lester R. Brown, „The Short Path to Oil Independence“, *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 13. Oktober 2004); Lionel Laurent, „Boeing’s Dreamliner, Airbus’s Nightmare“, *Forbes*, 9. Juli 2007; Kosten für Strom im Verhältnis zu einer Gallone Benzin aus: Roger Duncan, „Plug-In Hybrids: Pollution-Free Transport on the Horizon“, *Solar Today*, Mai/Juni 2007, S. 46.

verbliebenen 20 % des Benzinverbrauchs auch noch halbiert werden, sodass sich insgesamt Einsparungen von 90 % ergäben.²⁹

Für das Transportmodell der Autos mit Benzin-Elektro-Hybridantrieb unter Nutzung von Strom aus Windenergie würde auch keine kostspielige neue Infrastruktur benötigt, da das Netzwerk von Tankstellen und das Stromnetz ja bereits vorhanden sind. Die Experten des *Pacific Northwest National Laboratory* der US-Regierung kamen in einer Studie im Jahr 2006 zu dem Schluss, dass die bestehenden Stromversorgungsmöglichkeiten in den USA ausreichen würden, um 84 % des Stroms bereitzustellen, der benötigt würde, wenn alle Autos, Kleintransporter und Geländewagen in den USA auf die Hybridtechnologie mit Auflademöglichkeit über das Stromnetz umgestellt würden, da die Batterien dieser Fahrzeuge größtenteils nachts aufgeladen werden würden, wenn ohnehin überschüssige Stromerzeugungskapazitäten zur Verfügung stünden.³⁰

Viele Kritiker sehen in der Tatsache, dass die Windenergie starken Schwankungen unterliegt, ein größeres Problem. Dieses ließe sich allerdings schnell lösen, wenn die USA ihre lokalen und regionalen Netze zu einem starken nationalen Stromnetz vereinen würden, zumal dies zur Erhöhung der Effizienz im Bereich der Netzbelastung ohnehin notwendig wäre. Da sich die Windverhältnisse in den einzelnen Windparks stets voneinander unterscheiden, trägt jeder Windpark, der seinen Strom in ein gemeinsames Netz einspeist, dazu bei, dass die Schwankungen in der Verfügbarkeit insgesamt gemindert werden, sodass diese bei einer ausreichend großen Zahl an angeschlossenen Windparks letztlich praktisch vollständig überwunden werden könnten.³¹

Durch einen Übergang zu Fahrzeugen mit Benzin-Elektro-Hybridantrieb, die ans Stromnetz angeschlossen und aufgeladen werden können, und entsprechender Einrichtung des Netzes könnte die Stabilität zusätzlich stark erhöht werden, da die großen Batterien der Autos praktisch als Speicher für Windenergie fungieren würden und die Fahrzeughalter zu den Spitzenzeiten des Stromverbrauchs den Strom ins Netz zurückleiten könnten, was auch für sie profitabel wäre. Tatsächlich könnten durch den Übergang zu solchen Autos mit Hybridantrieb, die sowohl über eine Speicherbatterie für Strom als auch einen Benzintank für den Notfall verfügen, die Schwankungen in der Verfügbarkeit von Strom aus Windenergie ausgeglichen werden, wodurch sich diese Energieform ideal als Herzstück der neuen Energiewirtschaft in unserem Plan B einnet.³²

29 Amory B. Lovins et al., *Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security* (Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute, 2004), S. 64.

30 Michael Kintner-Meyer et al., *Impacts Assessment of Plug-in Hybrid Vehicles on Electric Utilities and Regional U.S. Power Grids – Part 1: Technical Analysis* (Richland, WA: DOE, Pacific Northwest National Laboratory, 2006).

31 Randy Swisher, AWEA, E-Mail an den Autor, 16. Oktober 2007.

32 Joseph Romm und Peter Fox-Penner, *Plugging into the Grid: How Plug-in Hybrid Electric Vehicles Can Help Break America's Oil Addiction and Slow Global Warming* (Washington, DC: Progressive Policy Institute, 2007); Roger Duncan, „Plug-In Hybrids: Pollution-Free Transport on the Horizon“, *Solar Today*, Mai/Juni 2007, S. 47.

Zusammen mit dem Bau Tausender Windparks im ganzen Land könnte der Übergang zu den höchst effizienten Fahrzeugen mit Benzin-Elektro-Hybridantrieb und einer Möglichkeit zur Aufladung am Stromnetz auch zu einer Wiederbelebung der ländlichen Gemeinden sowie zu einer Verringerung des Defizits in der US-Handelsbilanz beitragen. Doch was noch viel wichtiger ist: Es könnte dazu führen, dass die CO₂-Emissionen bei Automobilen um etwa 90 % sinken, wodurch die Vereinigten Staaten zum Vorbild für andere Länder würden.³³

Nachdem inzwischen immer mehr Menschen einen Übergang zu diesen effizienten Hybridfahrzeugen mit Auflademöglichkeit über das Stromnetz befürworten, hat sich aus einzelnen Gruppen, die sich dafür einsetzten, inzwischen eine landesweite Basisbewegung namens *Plug-in Partners* entwickelt. Ende 2007 hatte *Plug-in Partners* 617 Mitglieder, darunter auch 169 Stromversorger, 168 große Firmen, 71 Stadtregierungen und 67 Umweltschutzgruppen. Eine ganze Reihe der Partner, darunter die Regierung des Bundesstaates New York sowie die Firmen *Southern California Edison* und *Pacific Gas and Electric*, hat bereits Vorbestellungen für Autos und Lieferwagen mit Hybridtechnologie und Lademöglichkeit übers Stromnetz aufgegeben. Diese sogenannten *Soft Orders*, über die bereits mehr als 11.000 Fahrzeuge vorbestellt wurden, gehen letztlich an diejenige Firma, die als erste ein entsprechendes Fahrzeug auf den Markt bringt.³⁴

Zu den Firmen, die planen, derartige Fahrzeuge herzustellen, gehören unter anderem *Nissan*, *Toyota*, *General Motors* (GM mit dem *Chevrolet Volt*) und die *Ford Motor Company* (mit dem *Airstream*). *Chryslers* Hybrid-Van, der *Dodge Sprinter*, wird sogar bereits von verschiedenen Firmen getestet, darunter auch *Pacific Gas and Electric*, und so werden diejenigen Firmen, die als erste mit solchen Hybridfahrzeugen mit zusätzlicher Lademöglichkeit übers Stromnetz auf den Markt kommen, möglicherweise sogar Schwierigkeiten haben, bei der Befriedigung der hohen Nachfrage nachzukommen.³⁵

Der *Chevrolet Volt*, der im Jahr 2010 auf den Markt kommen soll, soll ohne Sprit, einzig mit Strom, 64 km weit fahren können, danach setzt die Arbeit eines benzinbetriebenen Motors ein, mit dessen Hilfe über einen Generator weiterer Strom erzeugt wird, um die Batterien wieder aufzuladen. Mit diesem Auto wäre es für die 78 % der Amerikaner, die nur etwa 32 km von ihrem Arbeitsplatz entfernt wohnen, möglich, beim Pendeln völlig auf Benzin zu verzichten. Und selbst diejenigen, die längere Arbeitswege haben, könnten ihr Fahrzeug einfach an ihrem Arbeitsplatz ans Netz anschließen und so wiederaufladen. Auf Grundlage einer Analyse der Fahrmuster der Amerikaner schätzen die Experten von GM, dass der *Volt* auf 100 km nur 1,5 l verbrauchen würde, da der ben-

33 Martin Crutsinger, „U.S. Trade Deficit a Record 6.5% of Economy“, *Associated Press*, 15. März 2007.

34 Lisa Braithwaite, *Plug-In Partners National Campaign*, E-Mail an Jonathan Dorn, *Earth Policy Institute*, 19. Oktober 2007.

35 Ben Hewitt, „Plug-in Hybrid Electric Cars: How They'll Solve the Fuel Crunch“, *Popular Mechanics*, Mai 2007; *Pacific Gas and Electric Company*, *Greening Fleets with New Technologies*, unter www.pge.com/about_us/environment, eingesehen am 20. Oktober 2007.

zinbetriebene Generator nur selten zum Einsatz käme, und eben dieser enorm geringe Verbrauch macht die Hybridfahrzeuge mit Auflademöglichkeit über das Stromnetz für die Menschen so attraktiv.³⁶

SOLARZELLEN UND SOLARKOLLEKTOREN

Auch die Energie der Sonne wird mithilfe verschiedener Technologien, darunter thermische Solarkollektoren und photovoltaische Zellen, nutzbar gemacht. Thermische Solarkollektoren werden nicht nur häufig zur Warmwasserbereitung benutzt, sie können auch zur Beheizung von Gebäuden eingesetzt werden. Zusammen mit Solarzellen werden Sonnenkollektoren auch im großen Maßstab in kommerziellen Kraftwerken eingesetzt. Dort wird durch die Kollektoren das Sonnenlicht gebündelt, um mit seiner Hilfe anschließend Wasser zum Kochen zu bringen und über die Nutzung des Wasserdampfes Strom zu erzeugen. Einzelne Kraftwerke dieser Art sind sogar in der Lage, ausreichend Strom zu erzeugen, um damit den Strombedarf Tausender Haushalte zu decken.

Die vielleicht aufregendste Entwicklung der letzten Zeit im Bereich der internationalen Solarenergiewirtschaft ist die Installation von etwa 40 Mio. solarbetriebenen Warmwasserbereitern auf Hausdächern in China. Und da es in China bereits 2.000 Firmen gibt, die solche Warmwasserbereiter herstellen, kommt diese relativ einfache und preiswerte Technologie längst nicht mehr nur in den Städten zum Einsatz, inzwischen findet man sie auch schon auf Dörfern, die bisher nicht einmal Zugang zu Elektrizität hatten. Für nur 200 \$ können die Dorfbewohner sich einen solchen Sonnenkollektor auf ihrem Dach anbringen lassen und anschließend zum ersten Mal im Leben heiß duschen. In China breitet sich diese Neuerung so schnell aus, dass in einigen Gegenden des Landes der Markt schon fast vollständig gesättigt ist. Und es gibt noch weitere äußerst erfreuliche Nachrichten aus Peking: Die chinesische Regierung plant, die Dachfläche, die mit Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung bedeckt ist – derzeit 124 Mio. m² – bis zum Jahr 2020 auf 300 Mio. m² auszuweiten und damit mehr als zu verdoppeln.³⁷

Die auf diese Weise nutzbar gemachte Sonnenenergie entspricht in etwa der Menge an Strom, die 54 Kohlekraftwerke erzeugen würden. Auch in anderen Entwicklungsländern, wie Indien und Brasilien, könnten bald Millionen von Haushalten auf diese preisgünstige Methode zur Warmwasserberei-

36 General Motors (GM), „Fuel Solutions“, unter www.chevrolet.com/electriccar, eingesehen am 23. Oktober 2007; Angaben zur Prozentzahl der Amerikaner, die weniger als 32 km von ihrer Arbeitsstelle entfernt wohnen, aus: Plug-In Partners National Campaign, *Building a Market for Gas-Optional Flexible-Fuel Hybrids*, Broschüre (Austin, TX: 2007).

37 Anzahl der Warmwasserbereiter in China berechnet auf Grundlage von Angaben aus: REN21, op. cit. Anmerkung 2, S. 21; Kennedy, Jr., op. cit. Anmerkung 2; Ryan Hodum, „Kunming Heats Up as China's 'Solar City'“, *China Watch* (Washington, DC: Worldwatch Institute und Global Environmental Institute, 5. Juni 2007); Angaben über Verdreifachung der solarbetriebenen Warmwasserbereiter aus: Emma Graham-Harrison, „China Solar Power Firm Sees 25 Percent Growth“, *Reuters*, 4. Oktober 2007.

tung umsteigen. Das direkte Überschwappen dieser neuen Technologie auf die ländlichen Gebiete ohne Anschluss ans Stromnetz gleicht der Ausbreitung der Mobiltelefone. Damals war die Stufe der traditionellen Landleitungen auch einfach übersprungen worden, sodass Millionen Menschen, die ohne die Erfindung des Mobilfunks heute noch auf ihren traditionellen Telefonanschluss warten würden, plötzlich die Möglichkeit hatten zu telefonieren. Was die solarbetriebenen Warmwasserbereiter auf Hausdächern für viele Menschen so interessant macht, ist die Tatsache, dass wenn die Kosten für die Einrichtung erst einmal abbezahlt sind, das Warmwasser im Grunde kostenlos ist.³⁸

Auch in Europa, wo die Energiepreise relativ hoch sind, finden diese Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung immer mehr Verbreitung. In Österreich, das im europäischen Vergleich führend ist, wird in 15 % aller Haushalte die Warmwasserbereitung durch Solarkollektoren auf dem Dach gewährleistet, und ebenso wie in China sind auch in den österreichischen Dörfern fast alle Dächer mit solchen Kollektoren ausgestattet. Auch Deutschland macht deutliche Fortschritte. Janet Sawin vom *Worldwatch Institute* merkt in diesem Zusammenhang an, dass etwa 2 Mio. Deutsche bereits in Häusern leben, in denen sowohl die Warmwasserbereitung als auch die Beheizung des Gebäudes durch Solarenergiesysteme auf dem Dach gewährleistet werden.³⁹

Ermutigt durch die zunehmende Ausbreitung von Solarkollektoren auf den Dächern Europas in den vergangenen Jahren hat die *European Solar Thermal Industry Federation* (ESTIF) sich ein ehrgeiziges Ziel gesetzt: Man will erreichen, dass bis 2020 in Europa 500 Mio. m² Dachfläche mit Solarkollektoren bedeckt sind, das ist etwa 1 m² pro Einwohner Europas. Wenn dieses Ziel erreicht würde, so würde man damit selbst das derzeit weltweit führende Israel überholen, wo auf jeden Einwohner 0,74 m² Solarkollektorenfläche entfallen. In dem europäischen Plan ist vorgesehen, dass die meisten Anlagen Kombi-Anlagen sein werden, mit deren Hilfe sowohl das Wasser erwärmt als auch das entsprechende Gebäude beheizt werden kann.⁴⁰

Im Jahr 2007 konzentrierten sich die Solarkollektoren vor allem in Deutschland, Österreich und Griechenland, wobei auch Frankreich und Spanien bereits erste Schritte in dieser Richtung unternommen hatten. Die spanische Initiative erhielt dabei Auftrieb, als im März 2006 eine Vorschrift verabschiedet wurde, laut der auf den Dächern aller neuen oder sanierten Gebäude Solarkollektoren anzubringen sind. Laut Schätzungen der ESTIF verfügt die Europäische Union langfristig über ein Potenzial zur Entwicklung von 1.200 Gigawatt thermisch zur Erhitzung von Wasser und Beheizung von Gebäuden, was bedeuten würde,

38 Solche Warmwasserbereiter auf Hausdächern haben eine Kapazität von 0,7 kW pro m² und einen Kapazitätsfaktor ähnlich einer Solarzellenanlage auf einem Hausdach (22%); Angaben über Nominalkapazität aus: European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF), „Worldwide Capacity of Solar Thermal Energy Greatly Underestimated“, *ESTIF News* (10. November 2004); Kapazitätsfaktor aus: NREL, op. cit. Anmerkung 9.

39 Ole Pilgaard, *Solar Thermal Action Plan for Europe* (Brüssel, Belgien: ESTIF, 2007); Janet L. Sawin, „Solar Industry Stays Hot“, in: *Worldwatch Institute*, op. cit. Anmerkung 9, S. 38.

40 Pilgaard, op. cit. Anmerkung 39; Sawin, op. cit. Anmerkung 39.

dass die Sonnenenergie ausreichen würde, um den gesamten Bedarf Europas an Energie zur Erwärmung im Niedrigtemperaturbereich zu decken.⁴¹

In den USA konzentriert sich die Industrie für Dachanlagen zur Wassererwärmung derzeit noch auf einen Nischenmarkt: den Verkauf und die Vermarktung von 10 Mio. m² Solarkollektoren zur Beheizung von Swimmingpools zwischen 1995 und 2005. Von dieser Basis aus ist die Industrie jedoch jetzt bereit, sich auch auf den Massenmarkt für Systeme zur Warmwasserbereitung und Beheizung von Wohngebäuden zu wagen.⁴²

Inzwischen verfügen wir auch über genug Daten, um einige Prognosen für die weltweite Entwicklung zu stellen. Nachdem sich China die Ausweitung seiner Kapazitäten zur Warmwasserbereitung mithilfe von Solarkollektoren auf 300 Mio. m² bis 2020 zum Ziel gesetzt hat und die ESTIF sogar 500 Mio. m² anstrebt, liegt für die USA eine Ausweitung der Kapazitäten auf 200 Mio. m² sicher im Bereich des Möglichen, vor allem, wenn man die kürzlich verabschiedeten steuerlichen Anreize berücksichtigt. In Japan, das fast seinen gesamten Bedarf an fossilen Brennstoffen durch Importe decken muss, gibt es derzeit 11 Mio. m² an Dachfläche, die mit Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung bedeckt sind, doch es sollte für das Land ein Leichtes sein, diese Fläche bis 2020 auf 80 Mio. m² auszudehnen. Wenn es China, den Vereinigten Staaten, Japan und der Europäischen Union jeweils gelänge, diese Zahlen zu erreichen, so würden sie im Jahr 2020 zusammen über 1.080 Mio. m² von Solarkollektoren bedeckter Fläche zur Erwärmung von Wasser und Beheizung von Gebäuden verfügen. Damit entfielen allerdings immer noch nur etwa 0,45 m² Solarkollektorenfläche auf jeden der insgesamt 2,4 Mrd. Bewohner dieser Länder und damit deutlich weniger, als Israel heute schon vorweisen kann.⁴³

Wenn es gelänge, dass im Jahr 2020 auf die 5 Mrd. Menschen, die bis dahin in den Entwicklungsländern leben werden, pro Kopf 0,1 m² an mit Solarkollektoren ausgelegter Dachfläche entfallen – das ist etwa der Pro-Kopf-Anteil, den China oder die Türkei derzeit erreicht haben – so bedeutete das, dass die weltweit mit Solarkollektoren ausgelegte Fläche um 500 Mio. m² anstiege, die dann bei mehr als 1,5 Mrd. m² läge. Wenn man nun davon ausgeht, dass jeder m² 0,7 kW thermisch erzeugen kann, so würde die Welt im Jahr 2020 insgesamt über Solarenergiekapazitäten von 1.100 Gigawatt thermisch verfügen – das entspricht etwa den Kapazitäten von 690 Kohlekraftwerken.⁴⁴

41 Uwe Brechlin, „Study on Italian Solar Thermal Reveals a Surprisingly High Contribution to EU Market: 130 MWth in 2006“, Pressemitteilung (Brüssel: ESTIF, 24. April 2007); Sawin, op. cit. Anmerkung 39; Les Nelson, „Solar-Water Heating Resurgence Ahead:“, *Solar Today*, Mai/Juni 2007, S. 28; Pilgaard, op. cit. Anmerkung 39.

42 Nelson, op. cit. Anmerkung 41, S. 27.

43 Angaben zu Japan aus: Sawin, op. cit. Anmerkung 39; Angaben zur Bevölkerungszahl aus: U.N. Population Division, op. cit. Anmerkung 23.

44 Angaben zur Bevölkerungszahl aus: U.N. Population Division, op. cit. Anmerkung 23; Angaben zu China berechnet auf Grundlage von Daten aus: REN21, *Renewables 2005 Global Status Report* (Washington, DC: REN21 Secretariat und Worldwatch Institute, 2006); REN21, op. cit. Anmerkung 2, S. 21; Angaben zur Türkei aus: Sawin, op. cit. Anmerkung 39; Angaben zur Nominalkapazität aus: ESTIF, op. cit. Anmerkung 38.

Wenn die Kapazitäten zur Warmwasserbereitung und Beheizung von Gebäuden mithilfe von Solarenergie in den Industrieländern tatsächlich so stark ausgedehnt werden sollten wie vorhergesagt, so könnten einige Kohlekraftwerke vom Netz genommen und der Verbrauch an Erdgas deutlich gesenkt werden, weil die bisher auf Strom- oder Gasbasis betriebenen Heizanlagen ausrangiert und durch Solaranlagen ersetzt werden könnten. In Ländern wie China oder Indien würden solarbetriebene Wasserheizgeräte allerdings lediglich den Bedarf an neuen Kohlekraftwerken senken.

Einer der Gründe dafür, dass sich diese Solaranlagen in Europa und China so stark ausbreiten konnten, besteht darin, dass sie in wirtschaftlicher Hinsicht sehr attraktiv sind: In den Industrieländern haben sich solche Anlagen durch die eingesparten Energiekosten im Durchschnitt nach weniger als 10 Jahren amortisiert.⁴⁵

Da solche Solarheizanlagen immer preiswerter werden, ist es sehr wahrscheinlich, dass auch andere Länder schon bald dem Vorbild Israels und Spaniens folgen und Vorschriften erlassen werden, laut denen jedes neue Gebäude mit einer solchen Anlage ausgestattet werden muss. Diese Installationen auf den Hausdächern sind schon längst keine vorübergehende Modeerscheinung mehr, sondern haben sich inzwischen zu einer von vielen Menschen gern genutzten Energiequelle entwickelt, besonders angesichts der immer stärker steigenden Preise für fossile Brennstoffe.⁴⁶

Obwohl bei der Nutzung der Sonnenenergie bisher die direkte Nutzung der Sonnenstrahlen zur Erwärmung von Wasser dominiert hat, bilden doch die Solarzellen, mit deren Hilfe Sonnenlicht in Strom umgewandelt wird, mit weltweiten Kapazitäten von 8.600 Megawatt die am schnellsten wachsende Energiequelle. Zwar liefern Solarzellen nach wie vor nur einen geringen Teil des von uns benötigten Stroms, doch jedes Jahr nimmt ihre Verwendung um 40 % zu, was eine Verdopplung alle zwei Jahre bedeutet. Im Jahr 2006 wurden in der Bundesrepublik Kapazitäten von 1.150 Megawatt zur Stromerzeugung durch Solarzellen geschaffen, wodurch Deutschland zum ersten Land wurde, das in nur einem Jahr neue Kapazitäten von über 1 Gigawatt schuf.⁴⁷

Noch bis vor Kurzem konzentrierte sich die Herstellung von Solarzellen auf einige wenige Ländern, nämlich Japan, Deutschland und die Vereinigten Staaten, doch inzwischen sind mehrere neue Mitspieler mit viel Energie auf den Markt gekommen, darunter Firmen aus China, Taiwan, den Philippinen, Südkorea und den Vereinigten Arabischen Emiraten. Bereits im Jahr 2006 überholte China die Vereinigten Staaten in der Solarzellenproduktion und für 2007 sieht es so aus, als sollte Taiwan diesem Beispiel folgen. Inzwischen gibt es eine ganze Reihe von Firmen, die auf dem Weltmarkt für Solarzellen miteinander

45 Nelson, op. cit. Anmerkung 41, S. 26.

46 Ebenda, S. 28.

47 Angaben zu den bereits vorhandenen Solarzellenanlagen und zur Wachstumsrate berechnet auf Grundlage von Angaben aus: Worldwatch Institute, op. cit. Anmerkung 4; Maycock, op. cit. Anmerkung 4; Anne Kreutzmann et al., „Exceeding Expectations: Survey Indicates more than 1 GW Installed in Germany in 2006“, *PHOTON International*, April 2007.

konkurrieren, wodurch die Bereitschaft steigt, sowohl in die Herstellung von Solarzellen zu investieren als auch in die Forschung in diesem Bereich.⁴⁸

Für die Gemeinden, die immer noch ohne Anschluss ans Stromnetz leben, ist es inzwischen oft preiswerter, auf den Dächern der fast 1,6 Mrd. dort lebenden Menschen Solarzellen zu verlegen als zur Versorgung all dieser Menschen mit Strom ein zentrales Kraftwerk zu bauen und ein Stromnetz einzurichten. Interessant ist dies beispielsweise für die Bewohner der Andendörfer, die für die Beleuchtung ihrer Häuser größtenteils auf Talgkerzen angewiesen sind. Wenn sie sich nämlich eine Solarzellenanlage installieren lassen und die Kosten dafür über 30 Monate abbezahlen, so ist die einzelne Monatsrate immer noch niedriger, als es die monatlichen Ausgaben für Kerzen wären.⁴⁹

Ähnlich geht es den Bewohnern einiger Dörfer in Indien, die ebenfalls nicht an das Stromnetz angeschlossen sind und deren Hauptlichtquelle Kerosinlampen sind. Der Einbau einer kleineren Solarzellenanlage, mit der 2-4 kleinere Geräte oder Lampen betrieben werden können, kostet in Indien einschließlich Batterien umgerechnet etwa 400 \$, sodass viele indische Haushalte und Geschäfte anstelle der umweltschädlichen und zunehmend teureren Kerosinlampen inzwischen auf solche Solarzellenanlagen setzen. Im Laufe eines Jahres liegt der Verbrauch einer Kerosinlampe bei fast 20 Gallonen (etwa 80 l), was bei einem Preis von etwa 3 \$ pro Gallone jährliche Kosten von etwa 60 \$ pro Lampe verursacht. Eine kleine Solarzellenanlage, die auch nur 2 Lampen ersetzen würde, hätte sich bei diesen Preisen bereits nach 4 Jahren amortisiert.⁵⁰

Der Anteil der geschätzten 1,5 Mrd. Kerosinlampen an der Beleuchtung der Haushalte, die derzeit weltweit in Gebrauch sind, liegt zwar nur bei 0,5 %, ihr Anteil an den CO₂-Ausstößen im Zusammenhang mit der Beleuchtung der Haushalte dagegen bei 29 %. Außerdem entspricht die Menge an Kerosin, die sie täglich verbrauchen, etwa einem Erdölverbrauch von 1,3 Mio. Barrel – fast die Hälfte der täglichen Erdölproduktion Kuwaits. Wenn all diese Kerosinlampen durch Solarzelleninstallationen ersetzt würden, so könnten der weltweite Erdölverbrauch um 1,5 % und der weltweite Ausstoß an Kohlenstoffemissionen um 52 Mio. t pro Jahr gesenkt werden.⁵¹

Michael Rogol und seine Kollegen von der Consulting-Firma *PHOTON* schätzen, dass im Jahr 2010 in den Industrieländern Firmen, in denen die komplette Produktion von Solarzellen vom ersten bis zum letzten Schritt zusammengefasst ablaufen wird, in der Lage sein werden, Solarzellenanlagen zu bauen, mit deren Hilfe Strom so günstig erzeugt werden kann, dass er im sonnenscheinreichen Spanien nicht mehr als 12 Cent pro kWh und in Süd-

48 Travis Bradford, „23rd Annual Data Collection – Final“, *PV News*, Vol. 26, Nr. 4 (April 2007), S. 9; Travis Bradford, „World Cell Production Grows 40% in 2006“, *PV News*, Vol. 26, Nr. 3 (März 2007), S. 6ff.

49 International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook 2006* (Paris: 2006); „Power to the Poor“, *The Economist*, 10. Februar 2001, S. 21ff.

50 „Solar Loans Light Up Rural India“, *BBC News*, 29. April 2007.

51 IEA, *Light's Labour's Lost: Policies for Energy-efficient Lighting* (Paris: 2006), S. 201f.; Angaben zur kuwaitischen Ölproduktion aus: DOE, EIA, *International Petroleum Monthly*, unter www.eia.doe.gov/emeu, aktualisiert am 12. Oktober 2007.

deutschland nicht mehr als 18 Cent pro kWh kosten wird. Und obwohl in vielen Regionen der Preis für Strom, der mithilfe von Solarzellen erzeugt wurde, unter den für Strom aus konventionellen Energiequellen sinken wird, wird dies nicht automatisch zu einem groß angelegten Übergang zu Solarzellen führen, doch laut Aussage des Geschäftsführers eines Unternehmens aus der Energiewirtschaft steuern wir bereits auf den „Big Bang“ zu.⁵²

Nachdem sich die Verkaufszahlen für Solarzellen mittlerweile alle zwei Jahre verdoppeln und es sehr wahrscheinlich ist, dass sich dieser Trend noch mindestens bis 2020 fortsetzt, ist davon auszugehen, dass die geschätzten mehr als 5.000 Megawatt, um die die Kapazitäten im Jahr 2008 anwachsen sollen, bis 2020 auf 320.000 Megawatt steigen werden. Zu diesem Zeitpunkt lägen die Gesamtkapazitäten aller bereits eingerichteten Solarzellenanlagen dann bereits bei über 1 Mio. Megawatt, das sind 1.000 Gigawatt. Und obwohl diese Prognose manchem als sehr gewagt erscheinen mag, besteht sogar die Möglichkeit, dass sie sich letztlich noch als äußerst konservative Schätzung erweist. Und wenn bis 2020 die meisten der fast 1,6 Mrd. Menschen, die heute nicht über Zugang zu Elektrizität verfügen, diesen Zugang erhalten, so wird dies sehr wahrscheinlich größtenteils darauf zurückzuführen sein, dass sie ihre Häuser mit Solarzelleninstallationen versehen haben.⁵³

Wenn ein Bewohner eines nicht ans Stromnetz angeschlossenen Dorfes so eine Solarzellenanlage kauft, so erwirbt er damit im Grunde die Stromversorgung für die nächsten 25 Jahre. Es gibt keine zusätzlichen Kosten für fossile Brennstoffe und auch kaum Wartungskosten, sodass einzig die Anschaffungskosten wirklich ins Gewicht fallen und in der Regel durch Mithilfe von außen finanziert werden müssen. Dies haben auch die *Weltbank* und das *Umweltprogramm der Vereinten Nationen* (UNEP) erkannt und spezielle Programme aufgelegt, mit denen sie örtliche Kreditvergabestellen bei der Einrichtung von Kreditssystemen zur Finanzierung dieser preisgünstigen Möglichkeit zur Stromversorgung unterstützen. So konnten sich beispielsweise 50.000 Hausbesitzer in Bangladesch dank eines Startdarlehens von der *Weltbank* die Installation einer Solarzellenanlage leisten, und eine zweite Finanzierungsrunde von noch weitaus größerem Umfang soll dazu beitragen, dass weitere 200.000 Familien die gleiche Chance erhalten.⁵⁴

Investoren interessieren sich zunehmend auch für Kraftwerke, in denen im großen Maßstab Solarzellen zur Stromerzeugung eingesetzt werden. In Südkorea wird derzeit die mit geplanten Kapazitäten von 20 Megawatt größte derartige Anlage gebaut. Sie soll Ende 2008 fertiggestellt werden, wird allerdings wohl schon bald von der 40-Megawatt-Anlage in den Schatten gestellt werden, die momentan in der Nähe von Leipzig entsteht und Anfang 2009 ans Netz

52 Christoph Podewils, „As Cheap as Brown Coal: By 2010, a kWh of PV Electricity in Spain Will Cost Around 9¢ to Produce“, *PHOTON International*, April 2007.

53 Angaben zur Solarzellenproduktion (Verkaufszahlen) aus: Worldwatch Institute, op. cit. Anmerkung 4; Maycock, op. cit. Anmerkung 4; Angaben zur Zahl derer, die keinen Zugang zu Elektrizität haben, aus: IEA, op. cit. Anmerkung 49.

54 Sybille de La Hamaide, „Bangladesh Seeks World Bank Loan for Solar Power“, *Reuters*, 26. April 2007.

gehen soll. *BP Solar* baut derzeit in Spanien 278 kleinere Stromerzeugungsanlagen mit einer Gesamtkapazität von 25 Megawatt, und *Google* – eine der vielen Firmen, die in Photovoltaikzellen investieren – hat an seinem Hauptsitz im kalifornischen Mountain View eigens eine Solarzellenanlage mit Stromerzeugungskapazitäten von 1,6 Megawatt installieren lassen, mit deren Hilfe das Sonnenlicht dort in Strom umgewandelt wird.⁵⁵

Immer mehr Länder, Bundesstaaten und Provinzen setzen sich klare Ziele bei der Schaffung neuer Kapazitäten zur Stromerzeugung mithilfe von Solarzellen. So plant beispielsweise Japan, bis 2010 zusätzliche Kapazitäten von 4.800 Megawatt zu schaffen, wobei das Land dieses Ziel aller Wahrscheinlichkeit nach sogar übertreffen wird. Während der Bundesstaat Maryland an der Ostküste der USA bis 2022 den Bau neuer Solarzellenanlagen mit zusätzlichen Kapazitäten von 1.500 Megawatt plant, liegt die Zielsetzung des Bundesstaates Kalifornien bei 3.000 Megawatt bis 2017. Und auch in China will man hoch hinaus: Shanghai arbeitet darauf hin, dass auf 100.000 Dächern der Stadt zukünftig Solarzellenanlagen installiert sind, was bei einer Stadt mit 6 Mio. Gebäudedächern nur der Anfang sein kann. Insgesamt gehen wir davon aus, dass im Rahmen unserer neuen Plan-B-Energiewirtschaft bis 2020 1.190 Gigawatt an Stromerzeugungskapazitäten durch Solarzellenanlagen zur Verfügung stehen werden.⁵⁶

Eine weitere vielversprechende Möglichkeit zur Nutzung von Sonnenenergie besteht darin, mithilfe des Sonnenlichts Wasser zum Kochen zu bringen und den dabei entstehenden Dampf zur Stromerzeugung zu nutzen. Bei dieser Technologie zur Nutzung der thermischen Energie des Sonnenlichts, oft als CSP (Concentrating Solar Power) bezeichnet, werden Reflektoren eingesetzt, die automatisch dem Sonnenlicht folgen, dieses bündeln und auf ein geschlossenes Gefäß ausrichten, in dem sich Wasser oder irgendeine andere Flüssigkeit befindet, die dann durch das Sonnenlicht auf Temperaturen von bis zu 400° C erhitzt wird, um Dampf zu erzeugen. In Kalifornien wurden bereits vor fast 20 Jahren Anlagen gebaut, in denen die thermische Energie des Sonnenlichts zur Stromerzeugung genutzt wurde und die über Stromerzeugungskapazitäten von 354 Megawatt verfügten, doch da Strom aus Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen betrieben wurden, zunehmend preiswerter wurde, versiegten die Investitionen in diesem Bereich. Jetzt, da die Preise für fossile Brennstoffe immer weiter steigen und auch die Besorgnis wegen der Auswirkungen auf das Klima immer mehr zunimmt, ist das Interesse neu erwacht. Dies zeigt sich unter anderem darin, dass in Nevada im Jahr 2007 ein neues Sonnenwärmekraftwerk mit Kapazitäten von 64 Megawatt fertiggestellt wurde, ein Kraftwerk ähnlicher

55 Dana Childs, „South Korea Building Largest Solar Installation in World“, *Inside Greentech*, 10. Mai 2007; „Santander and BP Solar Partner in Major Euro Photovoltaic Project“, *Green Car Congress*, 24. April 2006; Google, Solar Panel Projects unter www.google.com/corporate, aktualisiert am 20. Oktober 2007; „Google Sets Precedent for Clean Business Practices“, *Renewable Energy Access*, 23. Oktober 2006.

56 Sawin, op. cit. Anmerkung 39; Sara Parker, „Maryland Expands RPS: 1,500 MW Solar by 2022“, *Renewable Energy Access*, 12. April 2007.

Größe in Spanien bereits im Bau ist und in Florida Pläne für den Neubau einer 300-Megawatt-Anlage vorliegen.⁵⁷

Zu den Regionen, in denen die Sonneneinstrahlung ausreichend stark ist, um dafür zu sorgen, dass solche Sonnenwärmekraftwerke auch profitabel sind, gehören vor allem der Südwesten der USA, Nordafrika, die europäischen Mittelmeeranrainerstaaten, der Nahe Osten, Zentralasien und die Wüstenregionen in Pakistan, im Nordwesten Indiens und im Norden und Westen Chinas.⁵⁸

Auch der Traum davon, die riesigen Solarenergieressourcen in der Sahara nutzen zu können, um die europäischen Verbraucher mit Strom zu versorgen, könnte schon bald in Erfüllung gehen. Im Juni 2007 verkündete die algerische Regierung, man plane die Schaffung von 6.000 Megawatt an Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Sonnenwärme, wobei der so erzeugte Strom per Kabel nach Europa exportiert werden soll. Im Juli 2007 begann man in Hassi R'mel, etwa 420 km von der Hauptstadt Algier entfernt, mit dem Bau eines Erdgas-Sonnenwärme-Hybridkraftwerks, das über Kapazitäten von 150 Megawatt verfügen wird und in dem nachts, wenn die Sonne nicht scheint, Erdgas zur Stromerzeugung eingesetzt werden wird.⁵⁹

Nachdem der algerischen Regierung schmerzlich bewusst wurde, dass die Erdöl- und Erdgasvorkommen, deren Ausbeute das Land bisher exportieren konnte, nicht ewig reichen würden, gründete sie mit *New Energy Algeria* eine Firma für die Erschließung und den Export der Sonnenenergie des Landes. Der Geschäftsführer des Unternehmens, Tewfik Hasni, dazu: „Momentan verbraucht die ganze Welt zusammen nur ein Viertel der Energiemenge, die wir in der Lage wären, aus Sonnenwärme zu gewinnen.“ Die Unterwasserkabel, über die der Strom aus den Sonnenwärmekraftwerken in der Sahara schließlich zu den europäischen Verbrauchern gelangen soll, sollen übrigens zwischen 2010 und 2012 verlegt werden.⁶⁰

Für Regionen mit sehr sonnigem Klima ist die Stromerzeugung durch Ausnutzung der Sonnenwärme vor allem deswegen so interessant, weil der Höhepunkt der Stromproduktion mitten am Tage liegt, wenn die Klimaanlage auf Hochtouren laufen und auch der Strombedarf des Einzelnen am höchsten ist. In einer Studie der *American Solar Energy Society* (ASES) heißt es, in den sonnigen Bundesstaaten im Südwesten der USA könnten nach Ausschluss der weniger vielversprechenden Gegenden potentiell 7.000 Megawatt an Strom allein durch Nutzung der solarthermischen Energie erzeugt werden – das ist ungefähr das Siebenfache der gesamten derzeitigen Stromerzeugungskapazitäten der USA. Weiter kommen die Experten in der Studie zu dem Schluss, dass unter der Voraussetzung, dass die Steuergutschrift von 30 %, die derzeit für

57 „Largest Solar Thermal Plant in 16 Years Now Online“, *Energy Efficiency and Renewable Energy News*, 13. Juni 2007; Asjlylyn Loder et al., „FPL Unveils Plans for a Solar Plant“, *St. Petersburg Times*, 27. September 2007.

58 Georg Brakmann et al., *Concentrated Solar Thermal Power – Now!* (Brüssel: European Solar Thermal Power Industry Association, 2005).

59 „Algeria Aims to Export Power – Solar Power“, *Associated Press*, 11. August 2007; „Algeria Plans to Develop Solar Power for Export“, *Reuters*, 19. Juni 2007.

60 „Algeria Aims to Export Power – Solar Power“, op. cit. Anmerkung 59.

Investitionen in Kraftwerke auf Solarenergiebasis gewährt wird, nicht wieder abgeschafft wird, und der Preis für Kohlenstoff auf 35 \$ pro Tonne steigt, etwa 80 Gigawatt dieses Stromerzeugungspotenzials bis 2030 tatsächlich entwickelt werden könnten.⁶¹

Im Gegensatz zu *Greenpeace* und der ESTIF, die gemeinsam einen Plan zur Entwicklung von 600.000 Megawatt an Kapazitäten in Sonnenwärme-kraftwerken weltweit bis 2040 erarbeitet haben, sind wir der Ansicht, dass es besser wäre, sich ein kurzfristigeres Ziel zu setzen und zu versuchen, bis 2020 200.000 Megawatt an Kapazitäten zu schaffen. Und da die Besorgnis wegen des Klimawandels immer mehr zunimmt, ist es sogar wahrscheinlich, dass diese Zielsetzung letztlich noch übertroffen wird.⁶²

ENERGIE AUS DER ERDE

Die meisten Energieexperten wissen zwar, dass die Menge an Sonnenenergie, die jede Stunde auf der Erde ankommt, ausreichen würde, um die gesamte Weltwirtschaft ein Jahr lang mit Energie zu versorgen, doch kaum jemand weiß, dass die in den oberen 10.000 m der Erdkruste enthaltene Wärme das 50.000-Fache der Energiemenge enthält, die aus allen Erdöl- und Erdgasreserven der Welt gewonnen werden könnte. Doch ungeachtet dieser Fülle gibt es derzeit weltweit nur 9.300 Megawatt an Kapazitäten zur Stromerzeugung aus geothermischer Energie.⁶³

Ein Grund dafür, dass bisher nur relativ wenig in die Nutzbarmachung der geothermischen Energie investiert wurde, besteht in der bisherigen Dominanz der Erdöl-, Erdgas- und Kohleindustrie, die ihre Brennstoffe billig anbieten konnten, weil sie die indirekten Kosten verschwiegen, die durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehen. In den vergangenen 10 Jahren lag das jährliche Wachstum im Bereich der Nutzung geothermischer Energie bei kaum 3 %. Insgesamt konzentriert sich fast die Hälfte der weltweiten Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Erdwärme in den Vereinigten Staaten und den Philippinen, der größte Teil der restlichen Kapazitäten entfällt auf Mexiko, Indonesien, Italien und Japan. Derzeit nutzen weltweit 24 Länder geothermische Energie zur Stromerzeugung, wobei die Philippinen und El Salvador, wo der Anteil des auf diese Weise erzeugten Stroms an der gesamten Stromerzeugung bei 25 % bzw. 22 % liegt, klar führend sind.⁶⁴

61 Charles F. Kutscher, *Tackling Climate Change in the U.S. – Potenzial Carbon Emissions Reductions from Energy Efficiency and Renewable Energy by 2030* (Boulder, CO: American Solar Energy Society, 2007).

62 Brakmann et al., op. cit. Anmerkung 58.

63 Karl Gawell et al., *International Geothermal Development Directory and Resource Guide* (Washington, DC: GEA, 2003); REN21, op. cit. Anmerkung 2, S. 17.

64 Angaben zur Wachstumsrate in diesem Bereich berechnet auf Grundlage von Daten aus: Eric Martinot, Tsinghua-BP Clean Energy Research and Education Center, E-Mail an Joseph Florence, Earth Policy Institute, 12. April 2007, sowie REN21, op. cit. Anmerkung 44; Angaben zu den Philippinen aus: „World Geothermal Power Up 50%, New US Boom Possible“, Pressemitteilung (Washington, DC: GEA, 11. April 2002); Angaben zur Gesamt-

Darüber hinaus wird mit geschätzten 100.000 Megawatt thermisch die 10-fache Menge der geothermischen Energie, die zur Stromerzeugung genutzt wird, direkt – also ohne vorherige Umwandlung in Elektrizität – zur Beheizung von Gebäuden und Treibhäusern und als Prozesswärme in der Industrie genutzt. Einige Beispiele für die direkte Nutzung von Erdwärme sind die heißen Bäder in Japan oder die Beheizung zahlreicher Wohngebäude in Island und vieler Treibhäuser in Russland.⁶⁵

Im Jahr 2006 bat das *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) eine Gruppe aus 13 Wissenschaftlern und Ingenieuren unterschiedlicher Fachrichtungen, in einer Studie die Möglichkeiten zu untersuchen, in den USA vorhandene Erdwärmeressourcen zur Stromgewinnung nutzbar zu machen. Unter Einbeziehung der neuesten technologischen Möglichkeiten – einschließlich der Technologien, die Erdöl- und Erdgasunternehmen für ihre Bohrungen und zur Steigerung der Ölförderleistung verwenden – kamen die Experten zu dem Schluss, dass es mithilfe ausgefeilter Systeme zur Nutzung der geothermischen Energie möglich wäre, bis 2050 in den USA 100.000 Megawatt an Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Erdwärme zu schaffen, was etwa dem entspricht, was 250 Kohlekraftwerke leisten könnten. Um dieses Potenzial in vollem Umfang realisieren zu können, so die Meinung der MIT-Experten, müsste die US-Regierung in den nächsten Jahren bis zu 1 Mrd. \$ in die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich investieren – etwa soviel, wie ein großes Kohlekraftwerk kosten würde.⁶⁶

Doch schon bevor diese wissenschaftliche Einschätzung vorlag, befanden sich Anfang 2007 61 Projekte zur Nutzung geothermischer Energie in der Bau- oder Entwicklungsphase. Eine interessante Frage in diesem Zusammenhang wäre, welche Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Erdwärme andere Länder, die mit weitaus größeren Erdwärmereserven gesegnet sind, wohl potentiell schaffen könnten, wenn sie dieselben Technologien einsetzten wie die Vereinigten Staaten mit ihren 100.000 Megawatt an Potenzial. In Schätzungen für Japan, die inzwischen etwa 10 Jahre alt sind, war die Rede von einem Potenzial von 69.000 Megawatt, doch angesichts der inzwischen verfügbaren neuen Technologien könnte diese Zahl leicht auf 140.000 Megawatt ansteigen und sich damit fast verdoppeln.⁶⁷

zahl der Länder, die geothermische Energie zur Stromerzeugung nutzen: Karl Gawell et al., *2007 Interim Report: Update on World Geothermal Development* (Washington, DC: GEA, 1. Mai 2007), S. 1; Angaben zu El Salvador aus: Ruggero Bertani, „World Geothermal Generation 2001–2005: State of the Art“, *Proceeding of the World Geothermal Congress* (Antalya, Türkei: 24.–29. April 2005), S. 3.

65 Jefferson Tester et al., *The Future of Geothermal Energy: Impact of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21st Century* (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 2006); John W. Lund und Derek H. Freeston, „World-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000“, *Geothermics*, Vol. 30 (2001), S. 34, 46, 51, 53.

66 Tester et al., op. cit. Anmerkung 65.

67 Angaben zu den Projekten in den USA aus: Gawell et al., op. cit. Anmerkung 64, S. 11; Angaben zu Japan aus: Hal Kane, „Geothermal Power Gains“, in: Lester R. Brown et al., *Vital Signs 1993* (New York: W. W. Norton & Company, 1993), S. 54; DOE, EIA, „Japan“, *EIA Country Analysis Brief* (Washington, DC: aktualisiert im August 2004).

Über ein noch weitaus größeres Potenzial verfügt Indonesien mit seinen 500 Vulkanen, von denen 128 sogar noch aktiv sind. Das Land könnte mithilfe der preiswerten, leicht nutzbar zu machenden Erdwärme seinen gesamten Strombedarf decken, und da die Erdölreserven Indonesiens immer mehr abnehmen, kann sich das Land glücklich schätzen, so reich mit einer Energiequelle gesegnet zu sein, deren Reserven unerschöpflich sind.⁶⁸

Erdwärme bietet ein breites Spektrum an Nutzungsmöglichkeiten, darunter die Erzeugung von Strom, die Beheizung von Gebäuden und die Bereitstellung von Prozesswärme für die Industrie. Zu den Ländern, die besonders reich an geothermischer Energie sind, gehören die Länder des Pazifischen Feuerrings⁶⁹, wie Chile, Peru, Kolumbien, Mexiko, die Vereinigten Staaten, Kanada, Russland, China, Japan, die Philippinen, Indonesien und Australien. Auch die Länder entlang des Großen Afrikanischen Grabenbruchs, wie Kenia und Äthiopien, und am östlichen Mittelmeer verfügen über große Ressourcen an geothermischer Energie.⁷⁰

Im Bereich der direkten Nutzung geothermischer Energie gehören Island und Frankreich zu den führenden Nationen. In Island ist dank der Tatsache, dass das Land inzwischen fast 90 % aller Gebäude mithilfe von Erdwärme beheizt, die Kohle als Heizmittel für Gebäude praktisch verdrängt worden, und insgesamt deckt das Land mehr als ein Drittel seines Gesamtenergiebedarfs durch Erdwärme. In Frankreich wurden nach den beiden Ölpreiserhöhungen in den 70er Jahren etwa 70 Anlagen zur Nutzung geothermischer Energie als Heizstoff gebaut, durch die etwa 200.000 Haushalte sowohl beheizt als auch mit Warmwasser versorgt wurden, und auch in den Vereinigten Staaten wird mithilfe von Erdwärme direkt geheizt, beispielsweise in Reno (Nevada) und Klamath Falls (Oregon). Weitere Länder mit ausgedehnten Heizsystemen auf Erdwärmebasis sind China, Japan und die Türkei, um nur einige zu nennen.⁷¹

Geothermische Energie ist ideal zur Beheizung von Treibhäusern geeignet, besonders in den nördlichen Regionen. Russland, Island, Ungarn und die USA sind nur einige der vielen Länder, die diese Möglichkeit nutzen, um im Winter frisches Gemüse zu produzieren. Und da die Transportkosten für Frischwaren durch höhere Ölpreise ebenfalls stark ansteigen werden, wird diese Option in den nächsten Jahren sicher noch weitere Verbreitung finden.⁷²

In 16 Ländern weltweit, darunter China, Israel und die Vereinigten Staaten, wird geothermische Energie auch im Bereich der Aquakulturen eingesetzt. So nutzen zum Beispiel 15 Fischfarmen in Kalifornien mithilfe von geothermischer Energie erhitztes unterirdisches Wasser zur Zucht von Bunt- und Strei-

68 Peter Janssen, „The Too Slow Flow: Why Indonesia Could Get All Its Power From Volcanoes – But Doesn’t“, *Newsweek*, 20. September 2004.

69 Anm. d. Übers.: Gürtel von Vulkanen, der den Pazifik umschließt.

70 Weltbank, „Geothermal Energy“, Ausarbeitung im Rahmen des gemeinsamen Programms von PB Power und Weltbank, www.worldbank.org, eingesehen am 23. Jan. 2003.

71 Nationale Energiebehörde und Industrie- und Handelsministerium Islands, *Geothermal Development and Research in Iceland* (Reykjavik, Island: April 2006), S. 16; Weltbank, op. cit. Anmerkung 69.

72 Lund und Freeston, op. cit. Anmerkung 65, S. 34, 51, 53.

fenbarschen sowie Welsen, wobei die jährliche Gesamtproduktion bei 4,5 Mio. kg liegt.⁷³

Die Zahl der Länder, die sich der geothermischen Energie zur Stromerzeugung und zur direkten Nutzung zuwenden, nimmt ebenso rasant zu wie die Anzahl der Anwendungsmöglichkeiten dieser Energieform. So wird geothermische Energie in Rumänien zur Fernwärmeversorgung, für Treibhäuser und für die Warmwasserbereitung für Privathaushalte und für die Industrie verwendet.⁷⁴

Heißes Wasser aus unterirdischen Quellen wird häufig auch in Badehäusern und Schwimmbädern verwendet. In Japan beispielsweise wird geothermische Energie in 2.800 Bädern, 5.500 öffentlichen Badehäusern und 15.600 Hotels und Gasthäusern zur Erhitzung des Wasser genutzt; in Island verwenden etwa 100 öffentliche Schwimmbäder, die meisten davon mit ganzjährig geöffneten Freiluftbecken, geothermisch beheiztes Wasser; und in Ungarn werden 1.200 Schwimmbäder mithilfe von geothermischer Energie beheizt.⁷⁵

Wenn die vier bevölkerungsreichsten Länder im Pazifischen Feuerring, die Vereinigten Staaten, Japan, China und Indonesien, die zusammen über eine Bevölkerung von 2 Mrd. Menschen verfügen, ernstzunehmende Investitionen in die Entwicklung ihrer Erdwärmeressourcen tätigten, könnten sie dafür sorgen, dass geothermische Energie weltweit eine der wichtigsten Energiequellen zur Stromerzeugung würde. Nachdem allein die Vereinigten Staaten und Japan zusammen über ein Potenzial von 240.000 Megawatt zur Stromerzeugung aus geothermischer Energie verfügen, fällt es nicht schwer, sich vorzustellen, dass es bis 2020 weltweit ein Potenzial von 200.000 Megawatt geben wird.⁷⁶

ENERGIEQUELLEN AUF PFLANZENBASIS

Da die Erdöl- und Erdgasreserven immer mehr abnehmen, wendet sich die Welt zunehmend auch Energiequellen auf Pflanzenbasis zu, zu denen unter anderem verschiedene Nebenprodukte der Forstindustrie, der Zuckerindustrie, Teile des städtischen Mülls, tierische Abfälle, zur Energiegewinnung nutzbare Pflanzen, Erntereste und Abfälle von Bäumen überall aus der Stadt gehören, die alle zur Stromerzeugung, Gebäudebeheizung und Produktion von Auto-kraftstoffen benutzt werden können.

In der Holzindustrie, zu der sowohl Säge- als auch Papiermühlen gehören, werden bereits seit Langem Abfälle zur Stromerzeugung genutzt. Amerikanische Firmen verbrennen Forstabfälle und erzeugen auf diese Weise sowohl Prozesswärme für bestimmte Industrieprozesse als auch Strom, den sie dann an lokale Stromanbieter verkaufen. In den USA entfällt der Großteil der fast

73 Weltbank, op. cit. Anmerkung 69.

74 Ebenda.

75 Lund und Freeston, op. cit. Anmerkung 65, S. 46, 53.

76 U.N. Population Division, op. cit. Anmerkung 23.

10.000 Megawatt an Kapazitäten zur Stromerzeugung mithilfe von Pflanzen auf die Verbrennung von Forstabfällen.⁷⁷

In den Städten werden Holzabfälle auch häufig zur kombinierten Wärme- und Stromerzeugung verwendet, wobei die Wärme in der Regel für die Fernwärmeversorgung genutzt wird. In Schweden werden fast die Hälfte aller Wohn- und Geschäftsgebäude über solche Fernwärmesysteme beheizt. Noch im Jahr 1980 wurden diese Heizsysteme zu mehr als 90 % mit importiertem Erdöl betrieben, doch bis 2005 war es gelungen, das Erdöl größtenteils durch Hackgut, städtische Abfälle und Lignit zu ersetzen.⁷⁸

Die amerikanische Stadt St. Paul im Bundesstaat Minnesota mit ihren fast 300.000 Einwohnern begann schon vor mehr als 20 Jahren mit der Einrichtung eines solchen Fernwärmesystems. Man baute ein kombiniertes Wärme-Strom-Kraftwerk, das mithilfe von Holzabfällen aus den Parks der Stadt, industriellen Holzabfällen und Holz aus anderen Quellen betrieben wurde. Inzwischen versorgt dieses Kraftwerk, das pro Jahr mindestens 250.000 t an Holzabfällen verbrennt, etwa 80 % der Gebäude in der Innenstadt und damit mehr als 2,5 km² an Fläche in Wohn- und Geschäftsgebäuden über ein Fernwärmesystem mit Wärme. Dank dieses Übergangs zur Verwendung von Holzabfällen wurde die Kohle größtenteils verdrängt, wodurch gleichzeitig die Kohlenstoffemissionen um 76.000 t jährlich gesenkt, die Holzabfälle verwertet und eine nachhaltige Quelle zur Strom- und Wärmegewinnung erschlossen werden konnten.⁷⁹

Vor einiger Zeit begann dann auch die Zuckerindustrie, zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom Zuckerrohrabfälle zu verbrennen. Als Firmen mit Ethanoldestillieren auf Zuckerrohrbasis erstmals erkannten, dass sie durch die Verbrennung von Bagasse – jenem faserigen Material, das nach der Extraktion des Zuckersirups übrig bleibt – nicht nur Wärme erzeugen konnten, der für die Fermentierung genutzt werden konnte, sondern auch Strom, den sie anschließend an lokale Stromanbieter verkaufen konnten, erhielt diese Methode in Brasilien massiven Auftrieb. Dieses System, das sich in der brasilianischen Ethanolindustrie gut etabliert hat, findet inzwischen auch in den Zuckermühlen der anderen Länder Anwendung, auf die die restlichen 80 % der weltweiten Zuckerproduktion entfallen.⁸⁰

Auch der städtische Müll kann, wenn die recyclingfähigen Bestandteile erst einmal entfernt wurden, verbrannt und so in Wärme und Strom umgewandelt

77 Kutscher, op. cit. Anmerkung 61, S. 118; EIA, „Net Generation by Other Renewables“, unter www.eia.doe.gov/cneaf, aktualisiert am 10. Oktober 2007.

78 Schwedische Energiebehörde, *Energy in Sweden 2005* (Eskilstuna, Schweden: November 2005), S. 37.

79 Angaben zur Bevölkerungszahl aus: U.S. Bureau of the Census, *State & County Quickfacts*, elektronische Datenbank unter quickfacts.census.gov, aktualisiert am 31. August 2007; Anders Rydaker, „Biomass for Electricity & Heat Production“, Präsentation auf der Konferenz Bioenergy North America 2007, Chicago, IL, 16. April 2007.

80 World Alliance for Decentralized Energy, *Bagasse Cogeneration – Global Review and Potenzial* (Washington, DC: Juni 2004), S. 32; Angaben zur Zuckerproduktion aus: U.S. Department of Agriculture (USDA), *Commodities and Products*, elektronische Datenbank unter www.fas.usda.gov/commodities, aktualisiert im Mai 2007.

werden. In Europa werden heute bereits 20 Mio. Verbraucher durch Kraftwerke, in denen Energie durch die Verbrennung von Abfällen erzeugt wird, mit Wärme versorgt, wobei unter den europäischen Ländern Deutschland (mit 69 derartigen Kraftwerken) und Frankreich führend sind. In den USA gibt es 89 solcher Kraftwerke, in denen jährlich 20 Mio. t Müll verbrannt und in Strom für etwa 6 Mio. Verbraucher umgewandelt werden.⁸¹

Da sich die Vieh- und Geflügelhaltung in den USA in großen Anlagen konzentriert, gewinnt die Umwandlung von tierischen Abfällen in Methangas in anaeroben Faulbehältern zunehmend an Bedeutung. Die Firma *AES Corporation*, einer der größten Stromproduzenten der Welt, ist heute auch im Naturgassektor tätig. Sie schließt Verträge mit einzelnen Landwirten, damit diese mithilfe von Biofermentern Methangas aus ihren tierischen Abfällen gewinnen, das *AES* später verbrennt und so zur Wärme- und Stromgewinnung verwendet. Außerdem fallen bei der Verarbeitung der tierischen Abfälle auch feste Rückstände mit hohem Nährstoffgehalt an, die die Landwirte als Dünger auf ihre Felder ausbringen können.⁸²

Zunehmend versuchen Stromproduzenten und -anbieter auch, das auf Müllhalden durch die Verwesung organischer Abfälle entstehende Methangas in kombinierten Strom-Wärme-Kraftwerken zur Gewinnung von Prozesswärme für die Industrie oder zur Stromerzeugung zu nutzen. Die US-Firma *Interface*, der weltweit größte Hersteller von Industrietepptichen, hat ihren Firmensitz in Atlanta im Bundesstaat Georgia. Vor einiger Zeit gelang es den Verantwortlichen der Firma, die Stadtregierung von Atlanta zu überzeugen, 3 Mio. \$ in Anlagen zu investieren, mit deren Hilfe das auf der städtischen Müllhalde entstehende Methangas aufgefangen werden kann, und außerdem eine etwa 14,5 km lange Pipeline zu bauen, über die das Gas, dessen Preis übrigens etwa 30 % unter dem Weltmarktpreis liegt, dann in eine Fabrik von *Interface* geleitet wird, wo mit seiner Hilfe etwa 20 % des Gesamtenergiebedarfs der Fabrik gedeckt werden. Laut Vorhersagen wird auf der Müllhalde noch die nächsten 40 Jahre Methangas entstehen, sodass die Stadt davon ausgehen kann, für ihre ursprüngliche Investition von 3 Mio. \$ letztlich mit 35 Mio. \$ an Einnahmen belohnt zu werden. Und *Interface* hat den Vorteil, dass die Betriebskosten für die Firma deutlich geringer ausfallen und die Treibgasemissionen gesenkt werden, wodurch die Fabrik einen großen Schritt hin zur Klimaneutralität macht.⁸³

Mittlerweile ist es bekanntermaßen auch möglich, Autokraftstoffe aus Nutzpflanzen herzustellen. Im Jahr 2007 lag die weltweite Produktion von Kraftstoffethanol bei 49,8 Mrd. l und die von Biodiesel bei 8,7 Mrd. l. Die Hälfte des Ethanols wurde in den USA produziert, ein Drittel kam aus Brasilien und der Rest aus einem von etwa einem Dutzend Ländern, allen voran China und

81 Waste to Energy Conference, „Power and Heat for Millions of Europeans“, Pressemitteilung (Bremen: 20. April 2007).

82 Robin Pence, „AES AgriVerde: An AES-AgCert Joint Venture“, Datenblatt (Arlington, VA: AES Corporation, Mai 2006).

83 Ray C. Anderson, Präsentation auf der Tagung „Chicago Climate Exchange“, Chicago, IL, 14. Juni 2006.

Kanada. Beim Biodiesel stammte fast ein Viertel aus Deutschland, die anderen Hauptproduzenten waren die Vereinigten Staaten, Frankreich und Italien.⁸⁴

In den Vereinigten Staaten, die Brasilien bereits im Jahr 2005 bei der Ethanolproduktion überholten, wird vorwiegend Mais als Ausgangsstoff benutzt. Laut Prognosen wird sich die Ethanolproduktion in den Vereinigten Staaten zwischen 2007 und Ende 2008 fast verdoppeln, sodass die Gesamtproduktionsmenge dann bei 49 Mrd. l läge. Doch bereits hier könnte sich der Anteil an der Gesamternte der USA, der dafür bereitgestellt werden müsste und nicht mehr als Nahrungsmittel zur Verfügung stünde, als so groß erweisen, dass unweigerlich die Weltmarktpreise für Mais explodieren würden. Und wenn Brasilien seine Kapazitäten zur Produktion von Ethanol auf Zuckerrohrbasis weiter ausbauen wollte, so würde sich dadurch der Druck auf die noch verbliebenen Flächen des Amazonas-Regenwaldes erhöhen. Beides könnte vermieden werden, wenn die Menschen auf Hybridfahrzeuge mit zusätzlicher Speicherbatterie umstiegen, die mit Strom aus Solar- oder Windenergie betrieben würden.⁸⁵

Mitte 2007 zeigte sich bereits ein Rückgang bei den Investitionen in die Bereiche Ethanol- und Biodieselproduktion. Grund dafür waren einerseits die steigenden Preise für die Ausgangsstoffe in beiden Bereichen und andererseits die Tatsache, dass angesichts der rasant ansteigenden Getreidepreise auch bei den Lebensmittelkonsumenten weltweit die Alarmglocken schrillten. In Europa hatte man sich hohe Ziele gesetzt, was den Einsatz von Biodiesel angeht, allerdings ist das Potenzial zur Steigerung der Ölsaatzproduktion sehr gering. Aus diesem Grunde sehen sich die europäischen Biodieselfraffinerien zunehmend gezwungen, auf Palmöl aus Malaysia oder Indonesien zurückzugreifen, doch die Tatsache, dass diese Länder immer größere Regenwaldareale abholzen, um Platz für neue Palmenplantagen zu schaffen, erregt weltweit große Besorgnis.⁸⁶

Wissenschaftler arbeiten bereits an der Entwicklung effizienter Technologien zur Umwandlung zellulosehaltiger Materialien wie Rutenhirse, Hackgut, Weizenstroh oder Maisstängeln in Ethanol. Dabei haben sie herausgefunden, dass sich bei der Umwandlung von Rutenhirse und Hybridpappeln, die auf Grenzertragsböden angebaut werden, relativ hohe Ethanolerträge erzielen lassen, doch es wird wohl noch mindestens 10 Jahre dauern, bis Ethanol auf Zellulosebasis im Hinblick auf die Erträge mit dem aus Mais gewonnen Ethanol konkurrieren kann.⁸⁷

Die Ergebnisse einer Studie der *American Solar Energy Society* legen nahe, dass es weitaus effizienter ist, zellulosehaltige Pflanzen zu verbrennen und auf

84 F.O. Licht, „World Fuel Ethanol Production“, *World Ethanol and Biofuels Report*, Vol. 5, Nr. 17 (8. Mai 2007), S. 354; F.O. Licht, „World-Biodiesel Production (tonnes)“, *World Ethanol and Biofuels Report*, Vol. 5, Nr. 14 (23. März 2007), S. 291.

85 F.O. Licht, „World Fuel Ethanol Production“, op. cit. Anmerkung 83; RFA, *Ethanol Biorefinery Locations*, unter www.ethanolrfa.org, aktualisiert am 28. September 2007.

86 Fiona Harvey et al., „Biofuels Growth Hit by Soaring Price of Grain“, *Financial Times*, 22. Feb. 2007; Nigel Hunt, „Biofuel Bandwagon Slows as Feedstock Prices Surge“, *Reuters*, 5. Okt. 2007; Bill Guerin, „European Blowback for Asian Biofuels“, *Asia Times*, 8. Feb. 2007.

87 USDA, *Biomass as Feedstock for a Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply* (Washington, DC: April 2005).

diese Weise direkt Strom zu erzeugen, als sie in Ethanol umzuwandeln. Die Frage ist, wie groß der Anteil an der Gesamtenergieversorgung der Welt wäre, der durch die Nutzung pflanzlicher Materialien abgedeckt werden könnte. Die Experten der ASES schätzen, dass die Vereinigten Staaten 110 Gigawatt an Kapazitäten zur Stromerzeugung aus der Verbrennung von Pflanzen wie Rutenhirse oder von schnell wachsenden Bäumen schaffen könnten, das ist etwa das 10-Fache des derzeitigen Niveaus. Die Vorhersage bezüglich des Wachstums in diesem Bereich beruht auf der Annahme, dass die zukünftig durch Ausweitung der Produktion von zellulosehaltigen Pflanzen zusätzlich zur Verfügung stehende Menge an Pflanzen nicht in Ethanol umgewandelt, sondern vorrangig zur Stromerzeugung genutzt wird. Wir gehen insgesamt davon aus, dass durch den Einsatz von Pflanzen zur Stromerzeugung bis 2020 weltweit zusätzliche Stromerzeugungskapazitäten von 200 Gigawatt entstehen können.⁸⁸

FLÜSSE, GEZEITENWECHSEL UND WELLEN ALS ENERGIELIEFERANTEN

Etwa 16 % des weltweiten Energiebedarfs werden durch die Nutzung der Wasserkraft gedeckt, wobei der Großteil davon über große Staudämme realisiert wird. Einige Länder, darunter Brasilien und die Demokratische Republik Kongo, beziehen einen großen Teil ihrer Energie aus den Flüssen. Im dritten Viertel des vergangenen Jahrhunderts wurden viele große Dämme gebaut, doch nachdem die besten Optionen dafür ausgereizt waren und der Widerstand gegen solche Staudammanlagen und die damit verbundenen Umsiedlungen der in den betroffenen Gebieten lebenden Menschen sowie die Überschwemmung fruchtbaren Landes wuchs, verlor der Bau großer Dammanlagen zunehmend an Attraktivität.⁸⁹

Kleinere Dämme werden aber nach wie vor errichtet. So wurden beispielsweise im Jahr 2006 in den ländlichen Gegenden Chinas diverse kleinere Dämme mit einer Stromerzeugungskapazität von insgesamt 6.000 Megawatt gebaut, die für einige ländliche Gemeinden die einzige Stromquelle darstellen. China ist zwar im Hinblick auf den Bau solcher Dämme führend, doch auch viele andere Länder gehen zunehmend zu kleinen Stauanlagen über, weil die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen zunehmend teurer wird, sodass erneuerbare Energiequellen immer mehr an Attraktivität gewinnen. Inzwischen finden auch Turbinen, die direkt im Fluss angebracht sind und keinen Damm benötigen, zunehmend Anklang, weil damit weniger stark in die Natur eingegriffen wird.⁹⁰

Das erste Gezeitenkraftwerk – eine Stauanlage an der Mündung der Rance mit Stromerzeugungskapazitäten von 240 Megawatt – wurde vor 40 Jahren in

88 Kutscher, op. cit. Anmerkung 61, S. 127.

89 IEA, op. cit. Anmerkung 49, S. 219, 479; IEA, *Member Countries and Countries Beyond the OECD*, elektronische Datenbank unter www.iea.org/Textbase, eingesehen am 20. Oktober 2007; International Rivers Network, „Frequently Asked Questions about Dams“, Datenblatt (Berkeley, CA: 2004).

90 „Rural Areas Get Increased Hydro Power Capacity“, *Xinhua*, 7. Mai 2007.

Frankreich gebaut und ist auch heute noch in Betrieb. In den letzten Jahren hat das Interesse an der Nutzung der Gezeitenkraft stark zugenommen und die Idee hat auf der ganzen Welt Verbreitung gefunden. So realisiert zum Beispiel Südkorea derzeit ein 254-Megawatt-Projekt an der Westküste des Landes, das nach seiner Fertigstellung im Jahr 2009 genug Strom erzeugen soll, um die etwa 500.000 Menschen in der nahegelegenen Stadt Ansan mit Strom zu versorgen, und etwa 50 km nördlich, in der Nähe von Inchon, planen Ingenieure sogar den Bau eines Gezeitenkraftwerks mit Kapazitäten von 812 Megawatt.⁹¹

Gar nicht weit davon entfernt planen die Chinesen, an der Mündung des Jalu-Flusses an der Grenze zu Nordkorea ein Gezeitenkraftwerk mit Kapazitäten von 300 Megawatt zu bauen, und ganz im Süden entwickeln die Neuseeländer in der Kaipara-Harbour-Bucht an der Nordküste des Landes ein 200-Megawatt-Projekt.⁹²

Verschiedene Länder ziehen sogar echte Großprojekte zur Stromerzeugung in Erwägung. So plant Indien den Bau einer über 60 km breiten Stauanlage über den Golf von Khambhat an der Nordwestküste des Landes, die über Stromerzeugungskapazitäten von 7.400 Megawatt verfügen soll, und in Großbritannien machen sich mehrere Politiker für ein Gezeitenkraftwerk mit Kapazitäten von 8.600 Megawatt im Severn Estuary an der Südwestküste stark. Auch die russischen Planungen bewegen sich in hohen Kapazitätsbereichen, hier sprechen die Planer von Gezeitenkraftwerken mit Kapazitäten von 10.000 Megawatt. Eine solche Anlage soll am Ochotskischen Meer an der Ostküste Russlands entstehen, eine weitere im Weißen Meer im Nordwesten Russlands, an der Grenze zu Finnland.⁹³

In den Vereinigten Staaten liegt das Hauptaugenmerk auf kleineren Gezeitenkraftwerken. Die *Federal Energy Regulatory Commission* hat bereits vorläufige Genehmigungen für Projekte im Puget Sound, in der Bucht von San Francisco und im New Yorker East River erteilt. Das von der *Oceana Energy Company* geplante Projekt in der Bucht von San Francisco soll über Stromerzeugungskapazitäten von mindestens 40 Megawatt verfügen. Neben den bereits erwähnten Projekten liegen der Kommission noch 38 weitere Anträge für ähnliche Projekte in diversen Bundesstaaten an Ost- und Westküste der USA vor, über die noch entschieden werden muss.⁹⁴

91 Choe Sang-Hun, „South Korea Seeks Cleaner Energy Sources“, *International Herald Tribune*, 9. Mai 2007; Choe Sang-Hun, „As Tides Ebb and Rise, South Korea Prepares to Snare Them“, *International Herald Tribune*, 31. Mai 2007.

92 „China Endorses 300 MW Ocean Energy Project“, *Renewable Energy Access*, 2. November 2004; „Company Plans 200-Megawatt Tidal Power Plant in New Zealand“, *Energy Efficiency and Renewable Energy News*, 29. November 2006; Sang-Hun, „As Tides Ebb and Rise“, op. cit. Anmerkung 90.

93 Sang-Hun, „As Tides Ebb and Rise“, op. cit. Anmerkung 90; Igor Veletminsky, „Anatoly Chubais Wants Russia to Lead the World in Tidal Power“, *FreeEnergy.ca*, 26. Februar 2007, einsehbar unter www.freeenergy.ca/news.

94 „Company Plans 200-Megawatt Tidal Power Plant in New Zealand“, op. cit. Anmerkung 91; Oceana Energy Company, „Oceana Subsidiary Signs Collaborative Agreement with PG&E, City of San Francisco“, Pressemitteilung (Washington, DC: 19. Juni 2007); Dan Power, Oceana Energy Company, Gespräch mit Jonathan Dorn, Earth Policy Institute,

Die Nutzung der Kraft der Wellen ist zwar einige Jahre später ins Visier der Ingenieure und Investoren gerückt als die Gezeitenkraft, doch inzwischen schenkt man ihr immer mehr Aufmerksamkeit. In den Vereinigten Staaten hat der nordkalifornische Energieversorger PG&E Pläne für zwei 40-Megawatt-Wellenkraftwerke vor der Nordküste des Bundesstaates vorgelegt, und der Ölfriesen *Chevron* hat eine Genehmigung beantragt, ganz in der Nähe Stromerzeugungskapazitäten von bis zu 60 Megawatt durch die Nutzung von Wellenkraft einzurichten.⁹⁵

Die *South West of England Regional Development Agency* hat Firmen dazu eingeladen, sich an einer Ausschreibung zu beteiligen, um ihre neuesten Technologien im *Wave Hub Project* vor der Küste von Cornwall zu testen. Die Behörde wird dabei die Kabelverbindungen für bis zu 20 Megawatt bereitstellen, über die der vor der Küste erzeugte Strom ins britische Netz eingespeist werden soll. Das ehrgeizigste Ziel im Hinblick auf die Nutzung der Wellenkraft hat sich jedoch Irland gesetzt: Hier will man bis 2020 Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Wellenkraft von 500 Megawatt schaffen – genug, um 7 % des gesamten Strombedarfs des Landes zu decken.⁹⁶

Wir gehen davon aus, dass die weltweiten Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, die 2006 bereits bei 850 Gigawatt (850.000 Megawatt) lagen, bis zum Jahr 2020 auf 1.350 Gigawatt anwachsen werden. Laut den offiziellen chinesischen Prognosen wird allein China 270 Gigawatt dazu beitragen, die größtenteils auf die großen Staudämme im Südwesten des Landes entfallen werden. Die restlichen 230 Gigawatt würden sich dann auf einige große Dämme verteilen, die in Ländern wie Brasilien und der Türkei noch gebaut werden, aber auch auf eine große Zahl kleinerer Wasserkraftanlagen, eine schnell wachsende Anzahl von Gezeitenkraftwerken (einige von ihnen mit Kapazitäten von mehreren Gigawatt) sowie eine Reihe kleiner Wellenkraftwerke. Wenn das Interesse an Gezeiten- und Wellenkraftwerken weiter so stark ansteigt, könnten die Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Wasser-, Gezeiten- und Wellenkraft bis 2020 leicht über die zur Umsetzung unseres Plan B benötigten 500 Gigawatt hinausgehen.⁹⁷

22. Oktober 2007.

95 Robert Silgado et al., *Finavera Renewables Inc.: Where There is Wind There is a Wave* (Toronto, ON: Dundee Securities Corporation, 18. Juni 2007); Federal Energy Regulatory Commission, *Hydrokinetics – Issued and Pending Permits*, elektronische Datenbank unter www.ferc.gov/industries, aktualisiert am 6. August 2007.

96 „Wave Hub Names Fourth Developer for Wave Energy Farm“, *Renewable Energy Access*, 15. Mai 2007; Europäische Kommission, *Report on the Workshop on Hydropower and Ocean Energy – Part I: Ocean Energy*, 13. Juni 2007, S. 1, 3; IEA, op. cit. Anmerkung 88.

97 Lila Buckley, „Hydropower in China: Participation and Energy Diversity Are Key“, *China Watch* (Washington, DC: Worldwatch Institute und Global Environmental Institute, 24. April 2007); „Rural Areas Get Increased Hydro Power Capacity“, op. cit. Anmerkung 89; Pallavi Aiyar, „China: Another Dammed Gorge“, *Asia Times*, 3. Juni 2006; Gary Duffy, „Brazil Gives Amazon Dams Go-Ahead“, *BBC News*, 10. Juli 2007; Patrick McCully, *Before the Deluge: Coping with Floods in a Changing Climate* (Berkeley, CA: International Rivers Network, 2007), S. 22f.

DIE INTERNATIONALE ENERGIEWIRTSCHAFT IM JAHR 2020

Der Ausstieg aus der Nutzung fossiler Brennstoffe beginnt bei der Stromerzeugung. Hier wären die 5.153 Megawatt an Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, die bis 2020 geschaffen werden sollen, wobei mehr als die Hälfte auf die Nutzung von Windenergie entfallen soll, mehr als ausreichend, um die bisher zur Stromerzeugung eingesetzte Kohle und das Erdöl vollständig und das Erdgas zu 70 % zu ersetzen. (siehe Tabelle 12-1) Die zusätzlichen 1.530 Gigawatt an Wärmekapazitäten, von denen etwa zwei Drittel durch Solaranlagen auf den Dächern aufgebracht würden, würden dafür sorgen, dass in Zukunft weder Erdöl noch Erdgas für die Beheizung von Gebäuden oder die Warmwasserbereitung benötigt würde.⁹⁸

Wenn wir uns die großen Umwälzungen im Energiebereich, mit denen unsere Vision von einer neuen Energiewirtschaft im Jahr 2020 realisiert werden soll, einmal näher betrachten, so stellen wir fest, dass zwar die Strommenge, die mithilfe fossiler Brennstoffe erzeugt wird, um 90 % abnimmt, doch die Strommenge, die dann aus erneuerbaren Energien erzeugt wird und die zwischen 2006 und 2020 auf ein Fünffaches anwachsen soll, macht diesen Verlust mehr als wett. Im Verkehrsbereich wird der Verbrauch an fossilen Brennstoffen um etwa 70 % sinken, was dadurch erreicht werden soll, dass wir nicht nur einfach auf Fahrzeuge mit Benzin-Elektro-Hybridantrieb, sondern auf hoch effiziente Hybridfahrzeuge mit zusätzlicher, über das Stromnetz aufladbarer Speicherbatterie umsteigen, die größtenteils mithilfe von Strom aus erneuerbaren Energien fahren. Und auch der Übergang zu Elektrozügen, die weitaus energieeffizienter sind als dieselbetriebene Züge, würde einen wichtigen Beitrag dazu leisten.⁹⁹

Außerdem wird es im Zusammenhang mit diesen Umstrukturierungsmaßnahmen im Energiebereich auch zu indirekten Energieeinsparungen kommen. Wenn beispielsweise die Verwendung von Kohle im Energiebereich nach und nach eingestellt wird, so können die riesigen Energiemengen, die bisher benötigt wurden, um die Kohle abzubauen, an die Oberfläche zu bringen und sie – in der Regel per Lastzug und über mehrere Hundert Kilometer – zu den Kraftwerken zu transportieren, eingespart werden. Zur besseren Veranschaulichung:

98 Tabelle 12–1 zusammengestellt vom Earth Policy Institute, Vorhersagen für 2020 im gesamten Kapitel zitiert, Quellenangaben dort, und Angaben für 2006 berechnet auf Grundlage von Daten aus folgenden Quellen: Angaben zu Solarstromanlagen auf Dächern aus: Worldwatch Institute, op. cit. Anmerkung 4 sowie aus: Maycock, op. cit. Anmerkung 4; Angaben zur Windenergie aus: GWEC, op. cit. Anmerkung 8; Angaben zur geothermischen Energie aus: Gawell et al., op. cit. Anmerkung 64 sowie aus: REN21, op. cit. Anmerkung 2; Angaben zur Biomasse aus: REN21, op. cit. Anmerkung 2; Angaben zur Wasserkraft einschließlich Gezeiten- und Wellenkraft aus: from IEA, *Renewables in Global Energy Supply: An IEA Fact Sheet*, S.13, 25, einsehbar unter www.iea.org; Angaben zu Solar Kollektoren zur Wärmenutzung auf Dächern aus: IEA, *Solar Heating and Cooling Program, Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2005* (Paris: April 2007); REN21, op. cit. Anmerkung 2; REN21, op. cit. Anmerkung 44; Angaben zur geothermischen Energie aus: Tester et al., op. cit. Anmerkung 65, S. 9.

99 GM, op. cit. Anmerkung 36.

Etwa 42 % der gesamten in den USA transportierten Fracht entfallen auf den Schienentransport von Kohle mithilfe dieselbetriebener Lokomotiven.¹⁰⁰

Die neue Energiewirtschaft wird weniger stark auf Energie basieren, die durch Verbrennung gewonnen wurde, sondern stärker auf direkt nutzbar gemachter Wind- und Sonnenenergie sowie Energie aus Erdwärme. Ein gutes Beispiel sind Autos: Sie werden in Zukunft größtenteils mithilfe von Windenergie betrieben werden.

Strom wird in der neuen Energiewirtschaft eine weitaus größere Rolle spielen als bisher: Bis 2020 wird er das Benzin als Hauptenergiequelle für Autos größtenteils ersetzt haben und der Dieselmotoren für Lokomotiven wird vollständig abgeschafft werden können. Auch werden die meisten Gebäude in Zukunft komplett mit Elektrizität betrieben werden, Kühlung, Beheizung und Beleuchtung werden alle auf der Basis von Elektrizität aus karbonfreien erneuerbaren Energiequellen funktionieren.

Tabelle 12-1. Strom und Energie aus erneuerbaren Energiequellen weltweit im Jahr 2006 und Zielsetzung im Rahmen von Plan B für 2020

| Quelle | Vorhandene Kapazitäten 2006 | Vorhandene Kapazitäten 2020 | Strom- und Wärme erzeugung 2006 | Strom- und Wärme erzeugung 2020 |
|--|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Kapazitäten zur Stromerzeugung | in Gigawatt elektrisch | | in Petajoule | |
| Windenergie | 74 | 3.000 | 840 | 34.059 |
| Solarkollektoren auf Dächern zur Stromerzeugung | 9 | 1.090 | 61 | 7.734 |
| Solarbetriebene Stromkraftwerke | 0 | 100 | 1 | 710 |
| Solarbetriebene Wärmekraftwerke | 0 | 200 | 4 | 1.539 |
| Geothermische Energie | 9 | 200 | 261 | 5.676 |
| Biomasse | 45 | 200 | 1.135 | 5.046 |
| <u>Wasserkraft</u> | <u>850</u> | <u>1.350</u> | <u>11.848</u> | <u>18.818</u> |
| Gesamt | 987 | 6.140 | 14.150 | 73.581 |
| <u>Wärmeenergiekapazitäten</u> | <u>in Gigawatt thermisch</u> | | <u>in Petajoule</u> | |
| Solarkollektoren auf Dächern zur Beheizung der Räume und Erwärmung des Wassers | 100 | 1.100 | 710 | 7.805 |
| Geothermische Energie | 100 | 500 | 2.838 | 14.191 |
| Biomasse | 220 | 350 | 5.550 | 8.830 |
| Gesamt | 420 | 1.950 | 9.098 | 30.826 |

¹⁰⁰ Bureau of Transportation Statistics, *Freight in America: A New National Picture* (Washington, DC: Januar 2006), S. 7, 28.

Doch nicht nur die Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien entwickeln sich rasant weiter und breiten sich schnell aus, dasselbe gilt für Technologien zur Entwicklung eines „intelligenten“ Netzes mit „intelligenten“ Messgeräten, mit deren Hilfe nicht nur der Stromfluss ständig überwacht werden kann, sondern auch der spezifische Verbrauch im Haushalt. Damit hätten Verbraucher beispielsweise die Wahl, den Geschirrspüler während der Spitzenzeit des Stromverbrauchs anzustellen und dafür 9 Cent pro kWh zu zahlen, oder ihn um 3 Uhr morgens für 5 Cent pro kWh laufen zu lassen. Wenn den Verbrauchern derartige Möglichkeiten zur Verfügung stehen, hat dies einerseits Vorteile für die Verbraucher selbst, weil sie damit ihre Stromrechnungen senken können, aber auch für den Stromerzeuger, der nun zur Deckung des Strombedarfs seiner Kunden weniger Stromerzeugungskapazitäten benötigt.¹⁰¹

Während die fossilen Brennstoffe dazu beigetragen haben, die Energiewirtschaft zu globalisieren, wird der Übergang zu erneuerbaren Energien dazu führen, dass sie sich wieder stärker lokal orientiert. Wir gehen davon aus, dass der Übergang im Energiebereich größtenteils durch die wachsende Besorgnis wegen der Auswirkungen auf das Klima, die steigenden Ölpreise und die Umstrukturierung der Steuern zur Miterfassung der indirekten Kosten für die Verbrennung von fossilen Brennstoffen vorangetrieben werden wird. Es ist doch sehr ermutigend, wenn man bedenkt, dass uns bereits alle Technologien zum Aufbau der neuen Energiewirtschaft zur Verfügung stehen, durch die das Klima nicht geschädigt und die Luft nicht verpestet wird und deren Energiequellen die Lebensdauer der Sonne haben. Die Frage lautet nicht länger, ob wir eine Energiewirtschaft aufbauen können, mit deren Hilfe das Klima stabilisiert werden kann, sie muss lauten, ob uns dies gelingt, bevor der Klimawandel außer Kontrolle gerät.

101 Ashlea Ebeling, „What Would You Pay to Stay Cool?“, *Forbes*, 15. August 2007.