

**GLOBALER STATUSBERICHT**

**2007**

**ERNEUERBARE ENERGIEN**

## Renewable Energy Policy Network für das 21. Jahrhundert

REN21 ist ein globales Politiknetzwerk, in dem Ideen und Initiativen zur Förderung erneuerbarer Energien entstehen. Es bietet ein Forum für die Erarbeitung zukunftsweisender Strategien und internationalen Austausch. Zudem unterstützt es Initiativen, die den sinnvollen Einsatz von erneuerbaren Energien sowohl in Entwicklungsländern als auch in Industriestaaten zum Ziel haben.

REN21 steht engagierten Akteuren aus den verschiedensten Bereichen offen und verbindet so Regierungen, internationale Institutionen, Nichtregierungsorganisationen, Industrieverbände sowie weitere Partnerschaften und Initiativen miteinander. Auf diese Weise schafft REN21 ein gemeinsames Forum für Akteure aus den Bereichen Energie, Entwicklung und Umwelt, macht sie noch erfolgreicher und stärkt ihren Einfluss für den zügigen Ausbau der erneuerbaren Energien in der ganzen Welt.

## REN21 Lenkungsausschuss

Sultan Al Jaber <i>Abu Dhabi Future Energy Company</i> <i>Vereinigte Arabische Emirate</i>	Hans-Jorgen Koch <i>Dänische Energiebehörde</i> <i>Dänemark</i>	Urban Rid <i>Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety</i> <i>Germany</i>
Richard Burrett <i>Sustainable Development ABN AMRO</i>	Sara Larrain <i>Chile Sustentable</i>	Athena Ronquillo Ballesteros <i>Climate and Energy</i> <i>Greenpeace International</i>
Corrado Clini <i>Ministerium für Umwelt und Naturschutz</i> <i>Italien</i>	Li Junfeng <i>National Development and Reform Commission, Energy Research Institute</i> <i>Chinese Renewable Energy Industries Association</i> <i>China</i>	Jamal Saghir <i>Energy, Transport, and Water</i> <i>Weltbank</i>
Chris Dodwell <i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i> <i>United Kingdom</i>	Imma Mayol <i>United Cities and Local Governments/City of Barcelona</i>	Claudia Vieira Santos <i>Ministry of External Relations</i> <i>Brazil</i>
Michael Eckhart <i>American Council on Renewable Energy</i>	Paul Mubiru <i>Ministerium für Energie und Bodenschätze</i> <i>Uganda</i>	Steve Sawyer <i>Global Wind Energy Council</i>
Mohamed El-Ashry <i>United Nations Foundation</i>	Kevin Nassiep <i>National Energy Research Institute</i> <i>South Africa</i>	V. Subramanian <i>Ministry of New and Renewable Energy</i> <i>India</i>
Amal Haddouche <i>Zentrum für erneuerbare Energien</i> <i>Marokko</i>	Mika Ohbayashi <i>Institute for Sustainable Energy Policies, Japan</i>	Griffin Thompson <i>Department of State</i> <i>United States</i>
David Hales <i>College of the Atlantic, USA</i>	Rajendra Pachauri <i>The Energy and Resources Institute, Indien</i>	Ibrahim Togola <i>Mali Folkecenter/Citizens United for Renewable Energy and Sustainability</i>
Kirsty Hamilton <i>Chatham House, UK</i>	Wolfgang Palz <i>World Council for Renewable Energy</i>	Piotr Tulej <i>DG Environment: Energy Unit</i> <i>European Commission</i>
Neil Hirst <i>Energy Technology and R&amp;D Office</i> <i>Internationale Energieagentur</i>	Mark Radka <i>Abteilung für Technologie, Industrie und Wirtschaft UN-Umweltprogramm</i>	Arthouros Zervos <i>European Renewable Energy Council</i>
Richard Hosier <i>Global Environment Facility</i>	Peter Rae <i>World Wind Energy Association/International Renewable Energy Alliance</i>	Ton van der Zon <i>Außenministerium</i> <i>Niederlande</i>
Olav Kjørven <i>Bureau of Development Policy</i> <i>United Nations Development Programme</i>		

## Haftungsausschluss

REN21 veröffentlicht seine Berichte mit dem Ziel, die Bedeutung der erneuerbaren Energien zu unterstreichen. Gleichzeitig soll eine Diskussion über die zentralen Punkte, die zur Förderung erneuerbarer Energien notwendig sind, angeregt werden. Zwar fließen in die Dokumente und Berichte von REN21 Anregungen und Beiträge vieler Mitglieder ein; sie stellen dadurch aber nicht notwendigerweise zu irgendeinem Zeitpunkt einvernehmliche Erklärungen der Netzwerkmitglieder dar. Obwohl die Autoren dieses Berichtes die nachfolgenden Informationen nach bestem Wissen und Gewissen zusammengetragen haben, lehnen REN21 und seine Mitglieder jede Haftung für Genauigkeit und Richtigkeit der Angaben ab.

**GLOBALER STATUSBERICHT**

**2007**

---

**ERNEUERBARE ENERGIEN**

## VORWORT

Erneuerbare Energien geben uns die Möglichkeit, die Kohlenstoffemissionen zu senken, die Luft zu säubern und unsere Zivilisation auf eine solide, nachhaltige Basis zu stellen.

Für Länder überall auf der Welt bieten sie die Chance, Energiesicherheit zu gewährleisten und die ökonomische Entwicklung voranzutreiben. In den letzten fünf Jahren ist innerhalb des Sektors der erneuerbaren Energien so viel passiert, dass unsere Wahrnehmung weit hinter der Wirklichkeit der tatsächlichen industriellen Entwicklung zurückliegt. Dieser Bericht soll helfen, unsere Wahrnehmung zu korrigieren und neue Informationen bereitstellen. Er zeichnet ein bemerkenswertes umfassendes Bild der Märkte für erneuerbare Energien, der Politiken, Industrien und ländlichen Anwendungen weltweit.

Mehr als 65 Länder haben inzwischen Ziele für ihre Zukunft mit erneuerbaren Energien und wenden ein breites Spektrum von politischen Mitteln an, um diese zu erreichen. Sowohl multilaterale Einrichtungen als auch private Investoren etablieren erneuerbare Energien in ihren Portfolios. Viele Technologien und Industrien der erneuerbaren Energien sind mit Raten von 20% bis 60% gewachsen, Jahr für Jahr, und haben so das Interesse der weltweit größten Unternehmen geweckt. 2007 wurden mehr als 100 Mrd. Dollar in erneuerbare Energie Anlagen, Herstellung, Forschung und Entwicklung investiert – ein echter Meilenstein. Geht man von den Wachstumstrends aus, können diese Zahlen nur weiter steigen.

Im Jahr 2004 kamen 3.000 Delegierte aus 150 Ländern zur "Renewables 2004" Konferenz in Bonn zusammen, um Ideen auszutauschen und Verpflichtungen zu einzugehen. Diese Konferenz führte zu vielen speziellen Maßnahmen, die nun zu den globalen Entwicklungen beitragen, von denen dieser

Bericht handelt. Außerdem rief sie das REN21 Global Policy Network ins Leben. REN21 dient dazu, Konzepte zu verbreiten, konkretes Handeln zu erleichtern und die Förderung der erneuerbaren Energien zu koordinieren. Diese Art von Koordination ist inzwischen von immenser Bedeutung, da erneuerbare Energien ganz oben auf der Agenda der internationalen Politik stehen, etwa im Rahmen der Vereinten Nationen, der G8 und anderer multinationaler Foren.

Dieser Bericht vermittelt eine ganzheitliche Sichtweise der weltweiten Situation der erneuerbaren Energien, die im Jahr 2004 so noch nicht möglich war. Er ist das Ergebnis der Arbeit eines internationalen Teams von über 140 Forschern und Mitarbeitern aus Industrie- und Entwicklungsländern und beruht auf breitgefächerten Informationen und Expertisen. Der Bericht wurde erstmals im Jahr 2005 erstellt, 2006 aktualisiert und nun im Frühjahr 2008 neu herausgegeben.

Ich möchte der deutschen Regierung für ihre finanzielle Unterstützung danken, dem Worldwatch Institute für die Produktionsleitung, der deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) für die Verwaltung, dem REN21 Sekretariat für Übersicht und Management, den Mitgliedern des REN21 Vorstandes für ihre Leitung, all den Forschern und Mitarbeitern dieser letzten drei Jahre für die Informationen, die alles möglich gemacht haben, und dem Hauptverfasser Eric Martinot für die monumentale Arbeit, alle Einzelteile zusammenzufügen.

REN21 ist stolz, der globalen Gemeinschaft dieses Portrait der erneuerbaren Energien präsentieren zu können.

Mohamed El-Ashry  
Vorsitzender, REN21

### Report Citation and Copyright

REN21. 2008. "Renewables 2007 Global Status Report" (Paris: REN21 Secretariat and Washington, DC: Worldwatch Institute). Copyright © 2008 Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

**INHALT**

Danksagungen ..... 6  
 Kurzdarstellung ..... 8  
 Ausgewählte Indikatoren und die fünf besten Länder ..... 10  
 1. Überblick Weltmarkt ..... 11  
 2. Investitionsströme ..... 18  
 3. Industrieentwicklung ..... 20  
 4. Politische Rahmenbedingungen ..... 23  
     Politik-Ziele für die erneuerbaren Energien ..... 23  
     Fördermaßnahmen für die Stromerzeugung ..... 24  
     Politik für Solarthermie (Warmwasser/Heizen) ... 29  
     Politik für Biokraftstoffe ..... 30  
     Ökostrommarkt und Ökostrom-Zertifikate ..... 31  
     Stadt-Politik ..... 33  
 5. Erneuerbare Energie im ländlichen Raum (Inselsysteme) ..... 35  
 Referenz Tabellen ..... 40  
 Glossar ..... 48  
 Anmerkungen ..... 49  
 Anhänge .....(siehe separates Dokument\*)  
 Quellenangaben ..... (siehe separates Dokument\*)

**Zusatzinformationen, Grafiken und Tabellen**

Zusatzinformation 1. Anteile von Erneuerbaren Energien (Primärenergie vs. Äquivalenter Primärenergie vs. Endenergie) ..... 22

Abbildung 1. Anteil Erneuerbarer Energien am globalen Endenergieverbrauch, 2006 ..... 11  
 Abbildung 2. Globaler Strom-Anteil Erneuerbarer Energien, 2006 ..... 11  
 Abbildung 3. Mittlere jährliche Wachstumsraten der Erneuerbare Energien-Leistung, 2002–2006 .. 12  
 Abbildung 4. Windkraft, Bestehende weltweite Leistung, 1995–2007 ..... 12  
 Abbildung 5. Windkraft-Leistung, Die 10 besten Länder, 2006 ..... 13  
 Abbildung 6. Photovoltaik, Bestehende weltweite Leistung, 1995–2007 ..... 13  
 Abbildung 7. Erneuerbare Energien-Leistung, Entwicklungsländer, EU und die 6 besten Länder, 2006 ..... 14

Abbildung 8. Solarenergie für Warmwasser und Heizung, bestehende Leistung für ausgewählte Länder, 2006 ..... 14  
 Abbildung 9. Solarenergie für Warmwasser und Heizung, Leistungszubau für ausgewählte Länder, 2006 ..... 15  
 Abbildung 10. Ethanol- und Biodiesel-Produktion, 2000–2007 ..... 15  
 Abbildung 11. Jährliche Investitionen in neue Erneuerbare Energien-Leistung, 1995–2007 ..... 18  
 Abbildung 12. EU-Ziele für Erneuerbare Energien – Anteil am Endenergieverbrauch bis 2020 ..... 24

Tabelle 1. Status quo Erneuerbare Energien – Charakteristika und Kosten ..... 16  
 Tabelle 2. Förderpolitik für Erneuerbare Energien .. 25  
 Tabelle 3. Ausgewählte Städte mit Zielen bzw. Politik für Erneuerbare Energien ..... 32  
 Tabelle 4. Übliche Anwendungen für Erneuerbare Energien in ländlichen Gegenden (ohne Anschluss ans Stromnetz) ..... 36  
 Tabelle R1. Bestehende und zugebaute Erneuerbare Energien-Leistung, 2006 ..... 40  
 Tabelle R2. Bestehende und zugebaute Windkraft, Die 10 besten Länder, 2005 und 2006 ..... 40  
 Tabelle R3. Förderprogramme für netzgekoppelte Solarstrom-Dachanlagen, 2002–2006 ..... 41  
 Tabelle R4. Bestehende Erneuerbare Energien-Leistung, 2006 ..... 41  
 Tabelle R5. Installierte Leistung für solares Warmwasser: Die 10 besten Länder, EU und Welt insgesamt, 2005 und 2006 ..... 42  
 Tabelle R6. Bio-Kraftstoff Produktion, Die besten 15 Länder plus EU, 2006 ..... 42  
 Tabelle R7. Anteil von Erneuerbaren Energien an der Primär- und Endenergie in 2006 sowie Ziele .. 43  
 Tabelle R8. Strom-Anteil von Erneuerbaren Energien in 2006 sowie Ziele ..... 44  
 Tabelle R9. Weitere Erneuerbare Energien-Ziele ... 45  
 Tabelle R10. Kumulierte Anzahl von Ländern, Staaten und Provinzen/Regionen mit Einspeiseregulungen ..... 46  
 Tabelle R11. Kumulierte Anzahl von Ländern, Staaten und Provinzen/Regionen mit Quoten-/Zertifikate-Systemen ..... 46  
 Tabelle R12. Beimischungsregeln für Bio-Kraftstoffe ..... 47

\* Anhänge und Quellenverzeichnis sind auf der Internetseite von REN21 ([www.ren21.net](http://www.ren21.net)) verfügbar

## DANKSAGUNG

Dieser Bericht wurde von REN21 in Auftrag gegeben und in Zusammenarbeit mit dem Worldwatch Institute und einem weltweiten Netzwerk von Forschungspartnern erstellt. Finanziert wurde das Projekt über das Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

### Hauptautor und Forschungsleiter

Eric Martinot (Worldwatch Institute und Tsinghua University)

### Produzenten

Worldwatch Institute und Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

### Redaktion, Design und Layout

Lisa Mastny and Lyle Rosbotham (Worldwatch Institute)

### Koordination

Paul Suding, Virginia Sonntag-O'Brien, und Philippe Lempp (REN21 Sekretariat)

### Besonderer Dank an:

Tsinghua-BP Clean Energy Research and Education Center, Tsinghua University

### Länder- und Regionalkorrespondenten

Europa und Deutschland: Manfred Fishedick und Frank Merten (Wuppertal Institut)

USA: Janet Sawin und Chris Flavin (Worldwatch Institute); Ryan Wiser (Lawrence Berkeley Laboratory)

Lateinamerika: Gonzalo Bravo und Daniel Bouille (Energy Economics Institute, Fundación Bariloche, Argentinien)

Afrika: Secou Sarr (ENDA); Stephen Karakezi, Waeni Kithyoma und Derrick Okello (AFREPREN/FWD)

Australien: Jenniy Gregory (Clean Energy Council); Mark Diesendorf (University of New South Wales)

Brasilien: José Roberto Moreira (Biomass Users Network Brazil)

Kanada: José Etcheverry (York University)

China: Li Junfeng und Wang Zhongying (China Energy Research Institute); Frank Haugwitz (EU-China Energy and Environment Program); Sebastian Meyer (Azure International)

Ägypten: Rafik Youssef Georgy (New and Renewable Energy Authority)

Indien: Akanksha Chaurey (The Energy and Resources Institute)

Indonesien: Fabby Tumiwa (Indonesia NGOs Working Group on Power Sector Restructuring)

Japan: Mika Obayashi und Tetsunari Iida (Institute for Sustainable Energy Policies)

Korea: Kyung-Jin Boo (Korean Energy Economics Institute)

Mexico: Odon de Buen (National Autonomous University of Mexico)

Marokko: Mustapha Taoumi (Renewable Energy Development Center)

Philippinen: Rafael Senga (WWF); Jasper Inventor und Red Constantino (Greenpeace)

Russland: June Koch (CMT Consulting)

Spanien: Miquel Muñoz und Josep Puig (Autonomous University of Barcelona)

Thailand: Samuel Martin (ehemals Asian Institute of Technology) und Chris Greacen (Palang Thai)

Südafrika: Gisela Prasad (Energy for Development Research Center)

### Themengebiete und Forschungspartner

OECD und politische Rahmenbedingungen: Paolo Frankl, Ralph Sims, Samantha Ölz und Sierra Peterson (International Energy Agency); Piotr Tulej (European Commission DG-Environment)

Entwicklungsländer: Anil Cabraal, Todd Johnson, Kilian Reiche, Xiaodong Wang (World Bank)

Windkraft-Märkte: Steve Sawyer (Global Wind Energy Council)

Sonnenenergie (Photovoltaik): Travis Bradford und Hilary Flynn (Prometheus Institute); Michael Rogol (Photon Consulting); Paul Maycock (PV News); Denis Lenardic (pvresources.com)

Solarthermische Kraftwerks-Märkte: Fred Morse (Morse Associates)

Erdwärme-Märkte: John Lund (International Geothermal Association)

Solar-Heißwasser-Märkte: Werner Weiss und Irene Bergman (IEA Solar Heating and Cooling Program)

Biokraftstoffe: Raya Widenoja (Worldwatch Institute); Suzanne Hunt und Peter Stair (ehemals Worldwatch)

Technologie: Dan Bilello und andere Technologiemanager (NREL)

Finanzierung: Michael Liebreich (New Energy Finance); Virginia Sonntag-O'Brien (REN21, ehemals BASE)

Energiesubventionen: Doug Koplow (Earth Track)

Unternehmen: John Michael Buethe (Georgetown University); Michael Rogol (Photon Consulting)

Jobs: Daniele Guidi (Ecosoluzioni)

Politik-Ziele: Paul Suding and Philippe Lempp (REN21)

Einspeisungstarife: Miguel Mendonca (World Future Council)

Ökostrom: Lori Bird (NREL); Veit Bürger (Öko-Institut)

Städte: Cathy Kunkel (Princeton University); Maryke van Staden, Jean-Olivier Daphond und Monika Zimmermann (ICLEI-Europe); Kristen Hughes und John Byrne (University of Delaware); Jong-dall Kim (Kyungpook National University)

### Gutachter und Mitarbeiter

Lawrence Agbemabiese (UNEP); Morgan Bazilian (Department of Communications, Energy and Natural Resources, Ireland); Peter Droege (University of Newcastle); Françoise d'Estais (UNEP); Claudia von Fersen (KfW); Lisa Frantzis (Navigant Consulting); Thomas Johansson (Lund University); Dan Kammen (UC Berkeley); Hyojin Kim (UC San Diego); Ole Langniss (ZSW/Center for Solar Energy and Hydrogen Research); Molly Melhuish (New Zealand Sustainable Energy Forum); Wolfgang Mostert (Mostert Associates); Kevin Nassiep (SANERI); Lars Nilsson (Lund University); Ron Pernick (Clean Edge); Chris Porter (Photon Consulting); Daniel Puig (UNEP); Qin Haiyan (China Wind Energy Association); Mark Radka (UNEP); Wilson Rickerson (Bronx Community College); Frank Rosillo-Calle (Imperial College London); Jamal Saghir (World Bank); Martin Schöpe (BMU); Annette Schou (Danish Energy Authority); Shi Pengfei (China Wind Energy Association); Scott Sklar (Stella Group); Sven Teske (Greenpeace International); Eric Usher (UNEP); Mary Walsh (White and Case LLP); Wang Sicheng (Beijing Jike); Jeremy Woods (Imperial College of London); Ellen von Zitzewitz (ehemals BMU).

### Weitere Mitarbeiter der letzten Ausgaben

Molly Aeck (ehemals Worldwatch); Lily Alisse (ehemals IEA); Dennis Anderson (Imperial College of London); Sven Anemüller (Germanwatch); Robert Bailis (UC Berkeley); Jane Barbieri (IEA); Doug Barnes (World Bank); Jeff Bell (World Alliance for Decentralized Energy); Eldon Boes (NREL); Verena Brinkmann (GTZ); John Christensen (UNEP); Wendy Clark (NREL); Christian de Gromard (French FFEM); Nikhil Desai (ehemals World Bank); Jens Drillisch (GTZ/KfW); Christine Eibs-Singer (E+Co); Charles Feinstein (World Bank); Larry Flowers (NREL); Alyssa Frederick (ACORE); David Fridley (LBNL); Uwe Fritsche (Öko-Institut); Lew Fulton (UNEP und IEA); Chandra Govindarajalu (World Bank); Gu Shuhua (Tsinghua University); Jan Hamrin (CRS); Miao Hong (China World Bank CRES); Katja Hünecke (Öko-Institut); Alyssa Kagel (U.S. Geothermal Energy Association); Sivan Kartha (SEI-US); Marlis Kees (GTZ); Simon Koppers (Deutsches Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung); Jean Ku (ehemals NREL); Lars Kvale (CRS); Ole Langniss (ZSW); Debra Lew (NREL); Li Hua (SenterNovem); Li Shaoyi (UNDESA); Dan Lieberman (CRS); Liu Dehua (Tsinghua University); Liu Jinghe (China Energy Research Society); Liu Pei (Tsinghua University); John Lund (International Geothermal Association); Luo Zhentao (China Association of Solar Thermal Application); Subodh Mathur (World Bank); Susan McDade (UNDP); Alan Miller (IFC); Pradeep Monga (UNIDO); Hansjörg Müller (GTZ); Rolf Posorski (GTZ); Venkata Ramana (Winrock); Jeannie Renne (NREL); Ikuko Sasaki (ISEP); Oliver Schaefer (EREC); Michael Schlup (ehemals BASE); Klaus Schmidt (Öko-Institut); Rick Sellers (ehemals IEA); Judy Siegel (Energy and Security Group); Peter Stair (Worldwatch Institute); Till Stenzel (IEA); Blair Swezey (NREL); Richard Taylor (International Hydropower Association); Christof Timpe (Öko-Institut); Valérie Thill (European Investment Bank); Molly Tirpak (ICF); Dieter Uh (GTZ); Bill Wallace (ehemals China UNDP Renewable Energy Project); Njeri Wamukonya (UNEP); Wang Wei (China World Bank REDP); Wang Yunbo (Tsinghua University); Christine Woerlen (formerly GEF); Dana Younger (IFC); Arthouros Zervos (European Renewable Energy Council).

## KURZDARSTELLUNG

Im Jahr 2007 wurden mehr als 100 Mrd. Dollar in erneuerbare Energien investiert: in neue Leistung, Produktionsanlagen sowie Forschung und Entwicklung – ein weltweiter Erfolg. Doch die Wahrnehmung liegt immer noch hinter der Realität der erneuerbaren Energien zurück, denn die Entwicklungen der letzten Jahre waren immens. Dieser Bericht legt den augenblicklichen Stand der Dinge dar und gibt einen Überblick über den Status der erneuerbaren Energien im Jahr 2007 weltweit. Der Bericht behandelt Trends auf den Märkten, bei Investitionen, Industrien, der Politik und der ländlichen Anwendung (Inselsysteme) von erneuerbaren Energien. Innerhalb dieses Rahmens kann der Bericht keine Analysen, Diskussionen über aktuelle Themen oder Voraussagen für die Zukunft bieten. Viele Entwicklungen reflektieren auch eine gesteigerte Bedeutung der regenerativen gegenüber den konventionellen Energien.

- ▶ Die installierte Leistung für die **Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** erreichte im Jahr 2007 ca. 240 Gigawatt (GW) weltweit, das ist ein Anstieg von 50% gegenüber 2004. Die Erneuerbaren machen 5% der weltweiten Kraftwerksleistung aus und 3,4% der weltweiten Stromerzeugung (diese Zahlen berücksichtigen nicht die große Wasserkraft, die allein 15% der weltweiten Stromerzeugung ausmacht).
- ▶ Erneuerbare Energien, die große Wasserkraft nicht eingerechnet, erzeugten in 2006 ein Viertel so viel **Strom** wie alle Kernkraftwerke weltweit und unter Berücksichtigung der großen Wasserkraft sogar mehr Strom als aus Kernkraft.
- ▶ Den größten Anteil an der erneuerbaren Stromerzeugung hat die **Windkraft**, deren Leistung 2007 um 28% weltweit anstieg und damit geschätzte 95 GW erreichte. Die jährlich neu installierten Leistungen wuchsen sogar noch mehr: 2007 waren es 40% mehr als 2006.
- ▶ Die am schnellsten wachsende Energietechnologie der Welt ist die **netzgekoppelte Photovoltaik (PV)**, mit 50% jährlichem Wachstum bezogen auf die insgesamt installierte Leistung sowohl in 2006 als auch 2007, auf nunmehr geschätzte 7,7 GW. Das bedeutet rein rechnerisch, dass es weltweit etwa 1,5 Millionen Häuser mit Solaranlagen auf dem Dach gibt, die Solarstrom in das Stromnetz einspeisen.
- ▶ **Solkollektoren** auf Hausdächern sorgen für die Heißwasserzufuhr von fast 50 Millionen Haushalten

weltweit und zunehmend auch für die Raumheizung. Die installierte solarthermische Leistung stieg 2006 um 19% auf global 105 Gigawatt thermisch (GWth) an.

- ▶ **Biomasse und geothermale Energie** werden oft für beides, Strom und Heizung genutzt, wobei die Nutzung in letzter Zeit in einigen Ländern anstieg (auch im Bereich der Fernwärme). Mehr als zwei Millionen Erdwärmepumpen werden in insgesamt 30 Ländern zur Gebäudeklimatisierung verwendet.
- ▶ Die Produktion von **Biokraftstoffen** (Ethanol und Biodiesel) übertraf 2007 schätzungsweise 53 Mrd. Liter und stieg damit um 43% seit 2005. Die Ethanolproduktion in 2007 machte ca. 4% der weltweit 1.300 Mrd. Liter an konsumierten Benzin aus. Die jährliche Biodieselproduktion stieg um mehr als 50% im Jahr 2006.
- ▶ **Erneuerbare Energien**, insbesondere kleine Wasserkraftwerke, Biomasse und Photovoltaik erzeugen Elektrizität, Wärme, Antriebsenergie und Energie für Wasserpumpen für mehrere zehnte Millionen Menschen in ländlichen Gegenden der Entwicklungsländer, wo Landwirtschaft, Kleinindustrie, Häuser, Schulen und Gemeinden versorgt werden. 25 Millionen Haushalte beleuchten und kochen mit Biogas, weitere 2,5 Millionen Haushalte nutzen Solarlichtanlagen.
- ▶ Die **Entwicklungsländer** verfügen zusammen über mehr als 40% der bestehenden installierten erneuerbaren Kraftwerksleistung, mehr als 70% der solarthermischen Leistung und 45% der Biokraftstoffproduktion.

All diese Märkte miteinbezogen, wurden 2007 weltweit geschätzte 71 Mrd. Dollar in neu errichtete erneuerbare Strom- und Heizungsanlagen investiert (ohne die große Wasserkraft), wobei 47% in Windenergie und 30% in die Photovoltaik flossen. Die Investitionen in die große Wasserkraft betragen zusätzlich 15-20 Mrd. Dollar. Investitionen in Erneuerbare Energien haben sich im Laufe der Jahre 2006/2007 mehr und mehr diversifiziert und etabliert und stammen von großen Handels- und Geschäfts- sowie Investment-Banken, Risikokapital- und privaten Beteiligungskapital-Investoren, multilateralen und bilateralen Entwicklungsorganisationen sowie kleineren örtlichen Geldgebern.

Es gab viele Geschäftsgründungen im Bereich der erneuerbaren Energien, hohe Steigerungen von Unternehmenswerten und viele öffentliche Erstemissionen. Allein



die 140 am höchsten gewerteten, öffentlich gehandelten Erneuerbare Energien-Unternehmen kommen zusammen auf einen Börsenwert von über 100 Mrd. Dollar. Die Unternehmen erweiterten zudem ihre Expansion in die aufstrebenden Wachstumsmärkte. Der Großteil des industriellen Wachstums betrifft aufkommende kommerzielle Technologien wie Dünnschicht-Photovoltaik, solarthermische Kraftwerke und fortgeschrittene Biokraftstoffe der 2. Generation (mit den allerersten kommerziellen Produktionsanlagen, die 2007 fertig gestellt wurden oder im Bau waren). Weltweit gab es 2006 mehr als 2,4 Millionen Jobs, die mit der Erzeugung erneuerbarer Energien, der Arbeit mit ihnen und der Instandhaltung der Anlagen zusammenhingen, wovon 1,1 Millionen auf die Produktion von Biokraftstoffen entfielen.

Politische Ziele für erneuerbare Energien bestehen in weltweit 66 Ländern, inklusive allen 27 Staaten der Europäischen Union, 29 U.S.-Staaten (und D.C.) und neun Kanadischen Provinzen. Die meisten Ziele beziehen sich auf die Anteile an der Stromerzeugung, Primärenergie und/oder Endenergie jeweils bezogen auf ein zukünftiges Jahr. Die meisten Ziele beziehen sich auf den Zeitraum von 2010 bis 2012, gleichwohl gibt es zunehmend Ziele, die sich auf das Jahr 2020 beziehen. Es gibt nun das EU-weite Politikziel 20% Endenergie aus Erneuerbaren Energien bis 2020 und analog ein Chinesisches Politikziel von 15% bis 2020 aber bezogen auf die Primärenergie. Neben China haben auch andere Schwellenländer 2006/07 Richtlinien beschlossen oder verschärft. Zusätzlich gibt es nun in einigen Ländern Richtlinien für den zukünftigen Anteil von Biokraftstoffen an der Transportenergie, das EU-weite Ziel beträgt 10% bis 2020.

In den letzten Jahren kam es zu einer explosionsartigen Verbreitung von Maßnahmen zur Förderung der Erneuerbaren. Mindestens 60 Länder – 37 Industriestaaten und Übergangsländer und 23 Entwicklungsländer – haben eine Politik, die erneuerbare Energiegewinnung fördert. Die am meisten verbreitete Maßnahme ist das Einspeisungsgesetz. Bis 2007 hatten mindestens 37 Länder und neun Staaten bzw. Provinzen Energieeinspeisungsrichtlinien beschlossen, wobei mehr als die Hälfte bereits seit 2002 in Kraft waren.

Überall auf der Welt wachsen die Impulse für Einspeisevergütungen in dem Länder neue Einspeiserichtlinien einführen oder die bestehenden überarbeiten. Mindestens 44 Staaten, Provinzen und

Länder haben Quotenregelungen (auch Renewable Portfolio Standards – RPS – genannt) eingeführt. Es gibt viele weitere Formen der politischen Unterstützung für die erneuerbare Energieerzeugung, unter anderem Subventionen oder Erstattungen, Steueranreize und Kredite, Mehrwert- und Umsatzsteuerbefreiungen, Energieproduktions-Zahlungen oder Steuerabschreibemöglichkeiten, „net metering“, öffentliche Investitionen oder Finanzierung und öffentliche Ausschreibungen. Ebenso haben viele Entwicklungsländer ihre Förderpolitik für erneuerbare Energien in den letzten Jahren stark vorangetrieben, sie gestärkt und ein breites Spektrum von politischen Möglichkeiten und Programmen anvisiert.

Die politische Einflussnahme, was solare Warmwasserbereitung und Biokraftstoffe angeht, hat in den letzten Jahren massiv zugenommen. Anordnungen zur Anwendung von solarer Warmwasserbereitung in neuen Bauvorhaben nehmen sowohl auf nationaler wie regionaler Ebene deutlich zu. Viele Länder bieten Finanzmittel und/oder haben Förderprogramme für solare Warmwassererzeugung eingerichtet.

Richtlinien, Biokraftstoffe „normalen“ Kraftstoffen hinzuzufügen sind in mindestens 36 Staaten/Provinzen und 17 Ländern auf nationaler Ebene beschlossen worden. Die meisten Richtlinien sehen einen Anteil von 10-15% Ethanol in Benzin und 2-5% Biodiesel in Diesel vor. Kraftstoffsteuerbefreiungen und/oder Produktionssubventionen sind in mehr als einem Dutzend Ländern zu wichtigen Werkzeugen der Biokraftstoffpolitik geworden.

Unterhalb der nationalen Ebene setzen Stadtverwaltungen überall auf der Welt Ziele für zukünftige Anteile der erneuerbaren Energien am staatlichen Verbrauch und dem Verbrauch der Städte fest, normalerweise im Bereich von 10-20%. Einige Städte haben Richtlinien zur Kohlendioxidreduktion eingeführt. Viele Städte betreiben eine Politik, die solare Warmwasserbereitung und Photovoltaik fördert, oft werden erneuerbare Energien in der Stadtplanung berücksichtigt. Markt-Förderungs Einrichtungen unterstützen ebenfalls das Wachstum der erneuerbaren Energien (Märkte, Investitionen, Industrien, Politik) durch Netzwerke, Marktforschung, Schulungen, Projektförderung, Beratung, Finanzierung und weitere technische Unterstützung. Inzwischen gibt es weltweit hunderte dieser Organisationen: Industrieverbände, Nicht-Regierungs-Einrichtungen (NGO) multilaterale und bilaterale Entwicklungsagenturen, Internationale Gesellschaften und Netzwerke sowie staatliche Behörden.

## AUSGEWÄHLTE INDIKATOREN UND DIE 5 FÜHRENDEN LÄNDER

Ausgewählte Indikatoren	2005	↗ 2006	↗ 2007 (estimated)
Investitionen in neue EE-Kapazitäten (jährlich)	\$40	↗ 55	↗ 71 Mrd. \$
EE-Stromkapazität (bestehend, ohne Großwasserkraft)	182	↗ 207	↗ 240 GW
EE-Stromkapazität (bestehend, inkl. Großwasserkraft)	930	↗ 970	↗ 1,010 GW
Windkraftkapazität (bestehend)	59	↗ 74	↗ 95 GW
Kapazität netzgekoppelte Photovoltaik (bestehend)	3.5	↗ 5.1	↗ 7.8 GW
Solarstromerzeugung (jährlich)	1.8	↗ 2.5	↗ 3.8 GW
Kapazität solare Warmwasserbereitung (bestehend)	88	↗ 105	↗ 128 GWth
Ethanolproduktion (jährlich)	33	↗ 39	↗ 46 Mrd. Liter
Biodieselproduktion (jährlich)	3.9	↗ 6	↗ 8 Mrd. Liter
Länder mit strategischen Zielsetzungen	52	↗	66
Bundesstaaten/Provinzen/Länder mit Einspeiseregulungen	41	↗	46
Bundesstaaten/Provinzen/Länder mit Quotenregelungen	38	↗	44
Bundesstaaten/Provinzen/Länder mit gesetzlichen Vorgaben für Biokraftstoffe	38	↗	53

### Die fünf führenden Länder #1 #2 #3 #4 #5

#### Jahresmengen bzw. Kapazitätswachse 2006

Jährliche Investitionen	Deutschland	China	USA	Spanien	Japan
Windkraft	USA	Deutschland	Indien	Spanien	China
Photovoltaik (netzgekoppelt)	Deutschland	Japan	USA	Spanien	Süd Korea
Solare Warmwasserbereitung	China	Deutschland	Türkei	Indien	Österreich
Ethanolproduktion	USA	Brasilien	China	Deutschland	Spanien
Biodieselproduktion	Deutschland	USA	Frankreich	Italien	Tschechische Republik

#### Bestehende Kapazität 2006

EE-Stromkapazität	China	Deutschland	USA	Spanien	Indien
Kleinwasserkraft	China	Japan	USA	Italien	Brasilien
Windkraft	Deutschland	Spanien/USA		Indien	Dänemark
Stromerzeugung aus Biomasse	USA	Brasilien	Philippinen	Deutschland/Schweden/Finnland	
Geothermische Stromerzeugung	USA	Philippinen	Mexiko	Indonesien/Italien	
Photovoltaik (netzgekoppelt)	Deutschland	Japan	USA	Spanien	Niederlande/Italien
Solare Warmwasserbereitung	China	Türkei	Deutschland	Japan	Israel

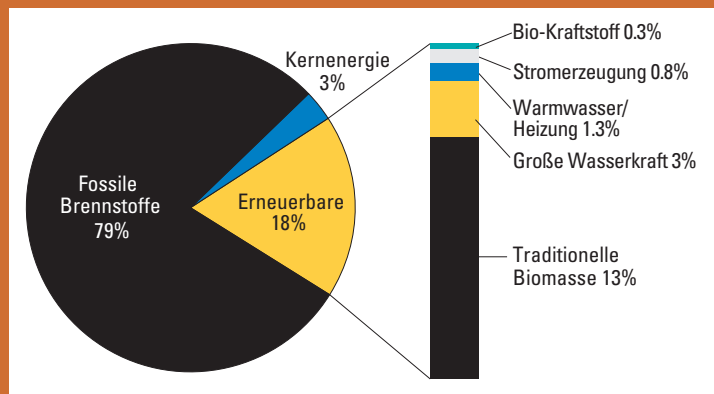
## 1. ÜBERBLICK: WELTWEITER MARKT

**E**rneuerbare Energien bestreiten 18% des weltweiten Endenergieverbrauchs, rechnet man traditionelle Biomasse, große Wasserkraft und “neue Erneuerbare” (kleine Wasserkraft, moderne Biomasse, Windenergie, Solarenergie, Geothermie und Biokraftstoffe)\* † zusammen. (Siehe Abbildung 1.) Die traditionelle Biomasse – hauptsächlich zum Kochen und Heizen verwendet – macht 13% aus und ihr Anteil wächst nur langsam oder verschwindet sogar in manchen Regionen, da Biomasse effizienter genutzt wird oder von moderneren Energieformen abgelöst wird. Der Anteil großer Wasserkraft beträgt 3% und wächst langsam, vor allem in Entwicklungsländern. Der Anteil neuer Erneuerbarer beträgt 2,4% und wächst in Industriestaaten und einigen Entwicklungsländern sehr rasant ‡. Es steht fest, dass jede dieser drei Formen erneuerbarer Energien einzigartig ist, was ihre Charakteristika und Entwicklungen angeht. Dieser Bericht bezieht sich vor allem auf die neuen Erneuerbaren aufgrund ihres großen Potenzials für die Zukunft und dem dringenden Bedarf an wirtschaftlicher und politischer Unterstützung, um ihre kommerzielle Nutzung voranzutreiben. §<sup>1</sup>

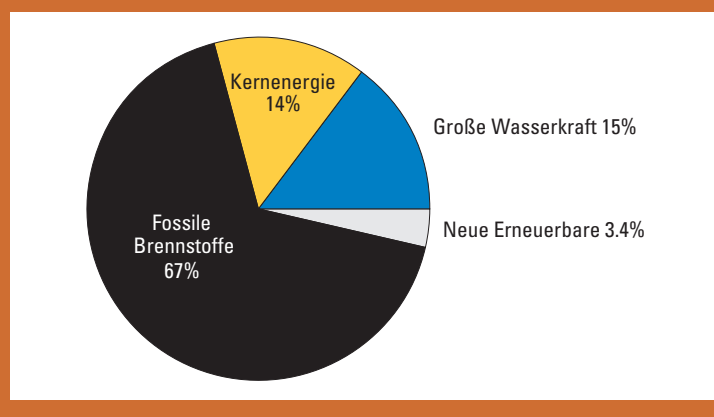
Die erneuerbaren Energien ersetzen konventionelle Kraftstoffe in vier verschiedenen Bereichen: Stromerzeugung, Warmwasser und Raumwärme, Kraftstoffe für den Transport und ländliche (Inselsystem-) Energie (siehe Tabelle R1, Seite 40.) Bei der Stromerzeugung beträgt der Anteil erneuerbarer Energien ungefähr 5% der globalen Kapazität und macht etwa 3,4% der weltweiten Elektrizitätsproduktion aus (ohne die große Wasserkraft) (siehe Abbildung 2). Die Warmwasserversorgung und Raumwärme für Millionen von Gebäuden läuft über Biomasse, Solarenergie und Geothermie. Solarkollektoren allein werden inzwischen von schätzungsweise 50

Millionen Haushalten weltweit genutzt, die meisten davon in China. Biomasse und Geothermie sorgen außerdem für Wärme in Industrie, Privathäusern und Landwirtschaft. Biokraftstoffe für den Transport machen in einigen

**Abbildung 1. Anteil Erneuerbarer Energien an der weltweiten Nachfrage nach Endenergie, 2006**



**Abbildung 2. Strom-Anteil Erneuerbarer Energien weltweit, 2006**



\* Wenn nicht anders vermerkt, bezieht sich “erneuerbare Energien” in diesem Bericht auf die “neuen” Erneuerbaren (new renewables). Üblicherweise wird die große Wasserkraft als über 10 Megawatt (MW) definiert, obwohl die Statistiken der kleinen Wasserkraft in diesem Bericht Kraftwerke mit bis zu 50MW in China und 30MW in Brasilien beinhalten, da diese Länder kleine Wasserkraft mit diesen Grenzwerten definieren.

† Abbildung 1 zeigt den Endenergieverbrauch, der vom Anteil der Primärenergie abweicht, wie er im 2005er Bericht gezeigt wurde und auch andernorts üblicherweise zitiert wurde; die Randbemerkung 1 auf Seite 22 erklärt diese Abweichung. Abhängig von der benutzten Methode betrug der Primärenergieanteil aller Erneuerbaren 2006 entweder 13% oder 17%.

‡ “Entwicklungsland” ist kein exakter Terminus und bezieht sich normalerweise auf ein Land mit geringem Pro-Kopf-Einkommen. Ein Kriterium ist, ob es Unterstützung durch die Weltbank bekommen kann. Entwicklungsländer sind in diesem Bericht Nicht-OECD-Staaten plus die OECD-Mitglieder Mexiko und die Türkei, jedoch nicht Russland und andere ehemalige Planwirtschaften im Übergang.

§ Dieser Bericht behandelt nur erneuerbare Energietechnologien, die sich heutzutage weltweit in der kommerziellen Nutzung befinden. Andere Technologien, die kommerzielles Potenzial haben oder bereits in kleinem Rahmen kommerziell genutzt werden, sind: aktive solare Kühlung, Meeressärmekraftwerke, Gezeitenkraftwerke, Wellenkraftwerke, petrothermale Geothermie. Auch passive solare Wärme und Kühlung ist eine kommerziell erfolgreiche und weit verbreitete Anwendung, wird jedoch in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

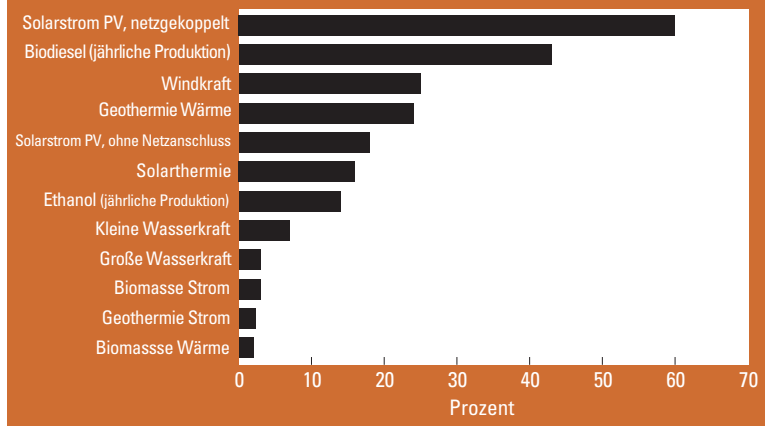
Ländern einen kleinen aber wachsenden Anteil aus und einen sehr großen Anteil in Brasilien, wo Ethanol aus Zuckerrohr über 40% des Benzinverbrauchs ersetzt. In Entwicklungsländern wird in über 500 Millionen Haushalten traditionelle Biomasse zum Kochen und Heizen genutzt, 25 Millionen Haushalte kochen und beleuchten mit Biogas (anstelle von Kerosin und anderen Gasen); mehr als 3 Millionen Häuser werden mit Solaranlagen beleuchtet und eine steigende Zahl von Kleinindustrien, unter anderem in der landwirtschaftlichen Verarbeitung, beziehen ihre Prozesswärme und Antriebskraft aus kleinen Biogasanlagen.<sup>2</sup>

Die weltweite Kapazität der erneuerbaren Energien wuchs mit jährlich 15-30% für viele Technologien wie Windkraft, solare Warmwasserbereitung, Heizen mit Geothermie und Inselsystem-Photovoltaik innerhalb der fünf Jahre von 2002-2006 (siehe Abbildung 3). Die netzgekoppelte Photovoltaik übertraf mit einem mittleren jährlichen Wachstum von 60% innerhalb dieser Periode die anderen Technologien bei weitem. Die Kapazitäten der Biokraftstoffe stiegen ebenfalls innerhalb dieses Zeitraums gewaltig an, Biodiesel um durchschnittlich 40% jährlich und Ethanol um 15%. Andere Technologien wuchsen in unauffälligeren Raten von 3-5%, wozu die große Wasserkraft, Strom- und Wärmeerzeugung durch Biomasse und Geothermale Energie zählen, obwohl in einigen Ländern diese Technologien sehr viel schneller anwachsen als im weltweiten Durchschnitt. Diesen Zuwachsraten stehen die weltweiten Wachstumsraten der fossilen Brennstoffe von 2-4% in den letzten Jahren (in den Entwicklungsländern mehr) gegenüber.<sup>3</sup>

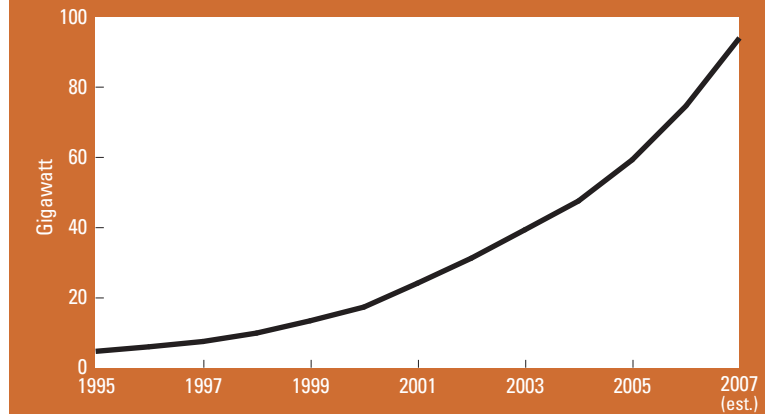
Im Stromerzeugungssektor bleibt die große Wasserkraft eine der kostengünstigsten Technologien, obgleich Umweltauflagen, Umsiedlungsauswirkungen und mangelnder Platz weiteres Wachstum in vielen Ländern eingeschränkt haben. Die große Wasserkraft bestritt 2006 15% der globalen Elektrizitätsproduktion, wobei es ein Jahrzehnt vorher noch 19% waren. Die große Wasserkraft wuchs in den fünf Jahren von 2002-2006 durchschnittlich um 3% pro Jahr (weniger als 1% in Industriestaaten). Das Wachstum in China war am größten: über 8% jährlich innerhalb dieses Zeitraums. Die Top fünf der Wasserkraft-Produzenten 2006 waren China (14% der weltweiten Produktion), Kanada und Brasilien (je 12%), die Vereinigten Staaten (10%) und Russland (6%). Der Zuwachs der Wasserkraft in China geht einher mit seinem rapide wachsenden Energiesektor, es waren ca. 6 GW große Wasserkraft und 6 GW kleine Wasserkraft zusätzlich 2006. Auch viele andere Entwicklungsländer fördern weiterhin aktiv die Wasserkraft. Die kleine Wasserkraft wird oft in autonomen oder semi-autonomen Einsätzen in Entwicklungsländern verwendet, um Dieselgeneratoren oder andere kleine Kraftwerke zu ersetzen, oder um die ländlichen Bevölkerung mit Elektrizität zu versorgen.<sup>4</sup>

Die Kapazität der Windkraft stieg 2007 mit geschätzten

**Abbildung 3. Mittlere jährliche Wachstumsraten der Erneuerbare Energien-Leistung , 2002–2006**



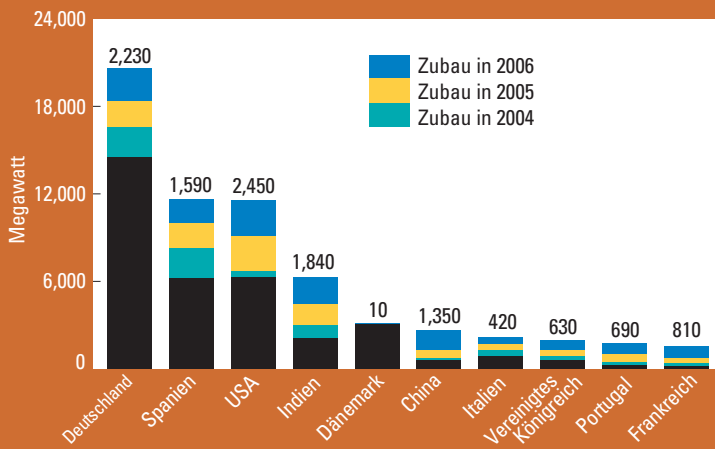
**Abbildung 4. Windkraft, Installierte Leistung weltweit, 1995–2007**



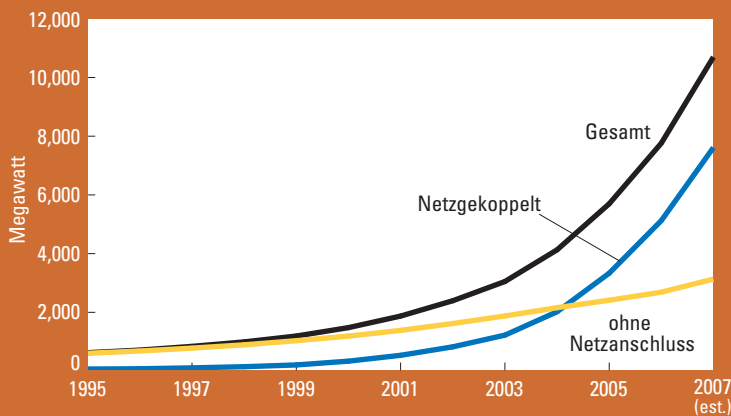
zusätzlichen 21 GW mehr als jede andere erneuerbare Energietechnologie (sogar mehr als die Wasserkraft). Dies bedeutet einen Zuwachs um 28% gegenüber 2006 (siehe Abbildung 4). Windkraft ist eine der verbreitetsten erneuerbaren Energien geworden, in mehr als 70 Ländern gibt es Anlagen. Doch noch immer konzentrierten sich auch 2006 zwei Drittel der globalen Windenergieerzeugung (insgesamt 15 GW) auf nur fünf Länder: die Vereinigten Staaten (2,5 GW), Deutschland (2,2 GW), Indien (1,8 GW), Spanien (1,6 GW) und China (1,4 GW) (siehe Abbildung 5, Seite 13, und Tabelle R2, Seite 40). Viele Entwicklungsländer waren engagiert: Brasilien, Costa Rica, Ägypten, Iran, Mexiko und Marokko – alle vergrößerten 2006 ihre Kapazitäten. Die Windkraft in Brasilien und Mexiko zusammen verzehnfachte sich im Jahr 2006 von 30 MW auf beinahe 300 MW.<sup>5</sup>

Offshore Windkraftanlagen kommen erst langsam auf, dies liegt an den höheren Kosten und dem hohen Instandhaltungsaufwand im Vergleich zu den boomenden Märkten an Land. In den letzten Jahren kamen jährlich einige hundert Megawatt hinzu, hauptsächlich in Europa. Im Jahr 2007 wurde mit dem Bau einer 300 MW Offshore Windkraftanlage in Belgien begonnen, der größten Europas. Frankreich,

**Abbildung 5. Windkraft Leistung, Die besten 10 Länder, 2006**



**Abbildung 6. Solarstrom PV, Installierte Leistung weltweit, 1995–2007**



Schweden und das Vereinigte Königreich begannen alle 2006/2007 mit dem Bau von Offshore-Anlagen, wobei 2008/09 mit Windparks von 100-150 MW gerechnet wird.

Biomasse wird häufig für Strom und Heizung genutzt, wobei man seit kurzem Anstiege in der Biomasse-Nutzung in europäischen Ländern feststellt, vor allem Österreich, Dänemark, Deutschland, Ungarn, den Niederlanden, Schweden und Großbritannien sowie auch in einigen Entwicklungsländern. Im Jahr 2006 gab es eine geschätzte Biomasse-Energiekapazität von 45 GW. In Großbritannien gab es Zuwächse bei der "Beifeuerung" (das Verbrennen von kleinen Biomasseanteilen in Kohlekraftwerken). Die Nutzung von Biomasse für Fernwärme und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wurde in Österreich, Dänemark, Schweden und den baltischen Ländern vorangetrieben und trägt zu einem großen Teil (5-50%) zur Fernwärme bei. In den Entwicklungsländern ist die Energie- und Wärmeherstellung aus landwirtschaftlichen Abfallprodukten üblich, zum Beispiel aus Reis- oder Kokosnussresten. In Ländern mit einer großen Zuckerindustrie ist es üblich, zur Strom- und Wärmeerzeugung Bagasse (Zuckerrohr nach der Saftpresse) zu verwenden. Hierzu zählen: Australien,

Brasilien, China, Kolumbien, Kuba, Indien, die Philippinen und Thailand. Biomasse-Pellets haben sich verbreitet, allein ca. 6 Mio. Tonnen wurden 2005 in Europa verbraucht. Davon wurde die eine Hälfte für Beheizungszwecke, die andere Hälfte zur Stromerzeugung verwendet (oft in kleinen KWK-Kraftwerken). Die meisten Pellets werden in Europa in Österreich, Belgien, Dänemark, Deutschland, Italien, den Niederlanden und Schweden verbraucht. Eine weltweite Aufstellung der Verwendung von Biomasse (Heizung vs. Strom) ist leider nicht erhältlich, in Europa werden zwei Drittel der Biomasse zu Heizzwecken verwendet.<sup>6</sup>

Geothermie stellt beinahe 10 GW Stromkapazität zur Verfügung und wächst um ca. 2-3% pro Jahr. Die größte Kapazität befindet sich in Italien, Indonesien, Japan, Mexiko, Neuseeland, den Philippinen, den Vereinigten Staaten und einigen anderen Ländern. Island bezieht ein Viertel seines Stroms aus Geothermie.<sup>7</sup>

Netzgekoppelte Photovoltaik bleibt weiterhin die am schnellsten wachsende Stromerzeugungstechnologie der Welt mit 50% jährlichem Wachstum in der installierten Gesamtkapazität 2006 und 2007. Ende 2007 waren es geschätzte 7,8 GW (siehe Abbildung 6). Diese Kapazität bedeutet umgerechnet, dass weltweit etwa 1,5 Millionen Häuser mit Photovoltaikanlagen ins Stromnetz einspeisen. Auf Deutschland entfiel 2006 die Hälfte des weltweiten Marktes, wo etwa 850-1000 MW neu installiert wurden. Netzgekoppelte Photovoltaik stieg 2006 in Japan um ca. 300 MW, in den Vereinigten Staaten um 100 MW und in Spanien ebenfalls um 100 MW an (siehe Tabelle R3, Seite 41). Der spanische

Photovoltaikmarkt wuchs 2007 schneller als der irgendeines anderen Landes, dies ist teils zurückzuführen auf neue und überarbeitete politische Rahmenbedingungen. So vervierfachte sich der Anstieg 2007 im Vergleich zu 2006 auf ca. 400 MW. Auch in anderen europäischen Ländern ist ein starker Zuwachs festzustellen, vor allem seit der Einführung von politischen Maßgaben in Italien und Griechenland. In Frankreich haben die vor kurzem überarbeiteten Einspeiseregulungen das ehemals langsame Wachstum angetrieben. In Italien sollten 2007 20 MW installiert werden, in Frankreich 15 MW. Damit verdoppeln beide Länder ihre Mengen von 2006. In den Vereinigten Staaten bleibt Kalifornien der klare Anführer mit 70% US-Marktanteil 2006. Zweiter ist New Jersey, wobei sich auch in einigen südwestlichen und östlichen Bundesstaaten neue Märkte ergeben. In Korea kristallisiert sich ebenfalls ein starker Markt heraus.<sup>8</sup>

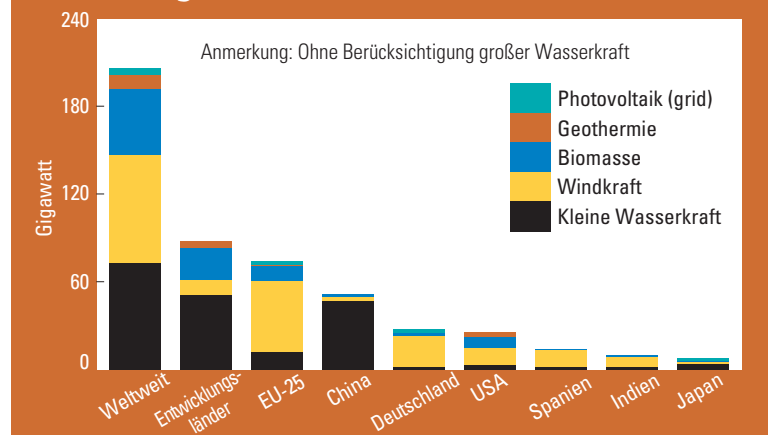
Die meisten Solaranlagen produzieren nicht mehr als einige Kilowatt (kW) oder einige Dutzend Kilowatt. Dazu gehören auch immer öfter die gebäudeintegrierten Solaranlagen, die inzwischen auch das Interesse einer breiteren Masse von Architekten wecken. Doch auch die Anzahl

großer Solaranlagen, die hunderte von Kilowatt oder Megawatt produzieren können, stieg 2006/07 stark an. Ein sehr bekanntes Beispiel war die Errichtung einer 1,6 MW-Anlage im Google-Hauptquartier in Kalifornien. Und das kürzlich errichtete 14 MW Solarkraftwerk der Nellis Air Force Base in Nevada ist das größte der Vereinigten Staaten. Die zwei größten Solarkraftwerke der Welt mit je 20 MW stehen in Spanien, in Jumilla (Region Murcia) und Beneixama (Region Alicante). Insgesamt gibt es weltweit über 800 Kraftwerke mit einer Kapazität von über 200 kW und mindestens 9 Kraftwerke von über 10 MW – in Deutschland, Portugal, Spanien und den USA. Das andere Extrem bilden kleinere Inselsysteme, die in der Regel sehr viel weniger als ein Kilowatt erzeugen und bei ländlichen Häusern ohne Anschluss an das Stromnetz, entlegene Telekommunikation, Straßenschildern, Straßenbeleuchtung und Konsumentenprodukten für benutzt werden. Diese PV-Inselsysteme mit eingerechnet, die weiterhin mit zweistelligen jährlichen Raten anwachsen, hat die gesamte weltweite Photovoltaik weltweit Ende 2007 geschätzte 10,5 GW erreicht, während es 2006 noch 7,7 GW waren<sup>9</sup> (siehe Abbildung 6).

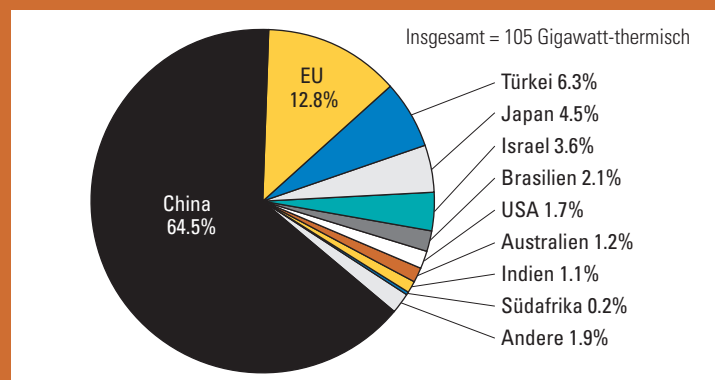
Der Markt für solarthermische Kraftwerke (CSP) stagnierte von den frühen 1990ern bis 2004, als die Investitionen in neue, kommerzielle Kraftwerke wiederaufgenommen wurden. Seitdem haben kommerzielle Pläne in Israel, Portugal, Spanien und den USA zu einem Wiederaufleben von Interesse, technologischer Entwicklung und Investition geführt. 2006/07 wurden drei Kraftwerke fertig gestellt: ein 64 MW Parabolrinnenkraftwerk in Nevada, ein 1 MW Parabolrinnenkraftwerk in Arizona und ein 11 MW Solarturmkraftwerk in Spanien. Im Jahr 2007 gab es über 20 neue Projekte für solarthermische Kraftwerke auf der ganzen Welt, die entweder in der Bauphase oder in der Planungsphase waren, oder bei denen Machbarkeitsstudien durchgeführt wurden. In Spanien waren Ende 2007 drei 50 MW Kraftwerke im Bau und weitere zehn 50 MW Kraftwerke in der Planung. In den Vereinigten Staaten nannten Energieversorgungsbetriebe in Kalifornien und Florida Pläne für mindestens acht neue Projekte, die sich auf insgesamt über 2000 MW belaufen, oder hatten bereits die Verträge unterschrieben. In Entwicklungsländern wurden 2006/07 drei Weltbank-Projekte für integrierte KWK/Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke in Ägypten, Marokko und Mexiko bewilligt, jedes mit KWK-Komponenten von 20-30 MW, und weitere Projekte wurden in Algerien, China, Indien und Südafrika geplant. All diese Aktivitäten haben auch die Produktion rund um solarthermische Kraftwerke angeregt (siehe Abschnitt 3: Tendenzen in der Industrie, Seite 20).<sup>10</sup>

Zusammengenommen erreichte die bestehende Kapazität für erneuerbare Elektrizität 2006 geschätzte 207

**Abbildung 7. Leistung Erneuerbare Energie, Entwicklungsländer, EU und die besten 6 Länder, 2006**



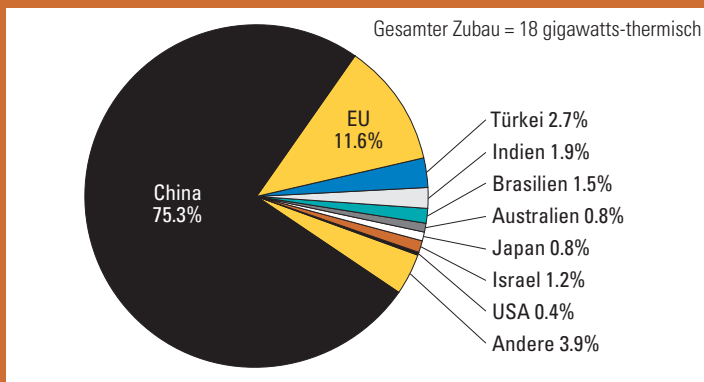
**Abbildung 8. Solarthermie-Anteil bezogen auf installierte Leistung, Ausgewählte Länder, 2006**



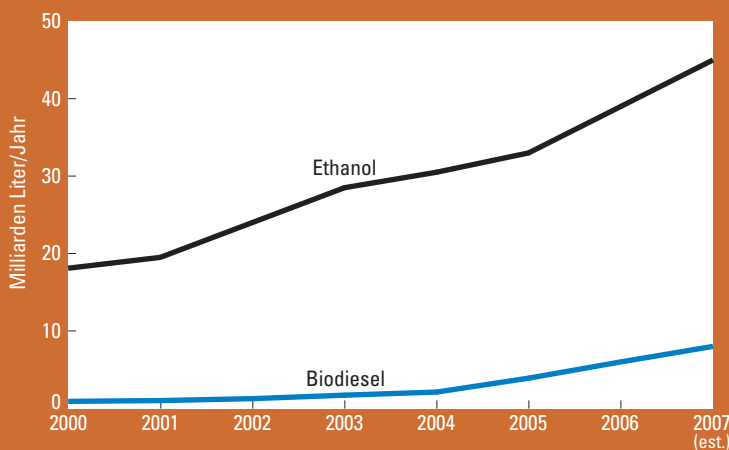
GW, das sind 14% mehr als 2005, die große Wasserkraft ausgenommen (siehe Abbildung 7 und Tabelle R4, Seite 41). Die kleine Wasserkraft und Windkraft tragen drei Viertel zur Gesamtkapazität bei. Diese 207 GW machen etwa 5% der 4300 GW Gesamtkapazität der weltweiten Stromerzeugung aus. Die sechs wichtigsten Ländern waren China (52 GW), Deutschland (27 GW), die Vereinigten Staaten (26 GW), Spanien (14 GW), Indien (10 GW) und Japan (7 GW). Die Entwicklungsländer zusammengenommen mit China stellen 88 GW (43% der Gesamtmenge), hauptsächlich Biomasse und kleine Wasserkraft. Die globale Kapazität wird 2007 auf 240 GW geschätzt.<sup>11</sup>

Auf dem Warmwasser- und Heizsektor dominieren Biomasse und KWK-Kraftwerke das Heizen mit Erneuerbaren weltweit. Solare Warmwasserbereitungs-Technologien werden auch in China, Israel, Japan, der Türkei, einigen EU-Ländern und kleineren Ländern wie Barbados immer verbreiteter und tragen bedeutend zur Versorgung mit heißem Wasser bei. In Dutzenden anderer Länder entstehen Märkte, zum Beispiel in Brasilien, Ägypten, Indien, Jordanien, Marokko und Tunesien. Unter neuen politischen Rahmenbedingungen kann man davon ausgehen, dass diese Märkte in den kommenden Jahren

**Abbildung 9. Solarthermie-Anteil bezogen auf Zubau, Ausgewählte Länder, 2006**



**Abbildung 10. Ethanol- und Biodiesel-Produktion, 2000–2007**



rasant wachsen werden (siehe Abschnitt 4 -Politische Rahmenbedingungen, Seite 23). Die bestehende Warmwasserkapazität wuchs 2006 um 19% und erreichte damit 105 Gigawatt thermisch (GWth) weltweit, ohne unverglaste Schwimmbeckenbeheizung (siehe Abbildung 8, Seite 14 und Tabelle R5, Seite 42). Insgesamt 75% der 2006 weltweit hinzugekommenen Kapazitäten wurden in China verzeichnet, wo das jährliche Verkaufsvolumen um 35% auf 14 GWth (20 Mio. m<sup>2</sup>) anstieg. (siehe Abbildung 9). Die jährlichen solaren Warmwasseranlagen in Europa stiegen 2006 um 50%, auf mehr als 2 GWth, vor allem in Österreich, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Italien und Spanien. Obwohl die solare Warmwasserbereitung traditionell eher im häuslichen Bereich eingesetzt wird, zeigt sich ein starker Trend hin zu einer Verwendung auf dem kommerziellen und industriellen Markt, dies liegt teils an neuen politischen Rahmenbedingungen und Richtlinien. Die globale Kapazität dürfte 2007 125-128 GWth erreicht haben.<sup>12</sup>

Solar Raumwärme und -kühlung gewinnt ebenfalls in einigen Ländern an Bedeutung. In Österreich, Deutschland und Schweden sind mehr als die Hälfte der jährlich installierten Kollektoren kombinierte Warmwasser- und Raumwärmesysteme. Weniger als 5% der Anlagen in China stellen zusätzlich zu Warmwasser auch Raumwärme zur Verfügung. In den Jahren 2006/2007 stieg das Interesse an solargestützter Kühlung für eine große Bandbreite von Wirtschafts- und Industriegebäuden; einige Dutzend großer Systeme (100-500 m<sup>2</sup>) kamen in Europa in Einsatz, die meisten in Deutschland.<sup>13</sup>

Geothermische Heizkraftwerke (inklusive Gebäude-Wärmepumpen) gibt es inzwischen in mindestens 76 Ländern. Die größte geothermische Energiekapazität in den Industrieländern gibt es in Italien, Japan, Neuseeland und den Vereinigten Staaten. Kraftwerke sind in etlichen Ländern im Bau. Die geothermische Direktnutzung wächst sehr viel schneller als die geothermische Energiegewinnung, mit Wachstumsraten von 30-40% jährlich. Island ist weltweit führend was die direkte Heizung betrifft, es bezieht etwa 85% seiner Raumwärme aus Geothermie. Ungefähr die Hälfte der bestehenden geothermischen Wärmekapazitäten machen geothermische Wärmepumpen (auch Erdwärmepumpen genannt) aus, die sowohl zum Heizen als auch zur Kühlung verwendet werden. Über 2 Millionen Erdwärmepumpen werden weltweit genutzt.<sup>14</sup>

Im Transportkraftstoffsektor erreichte die Produktion von Ethanol 2006 39 Milliarden Liter, das sind 18% mehr als 2005 (siehe Abbildung 10 und Tabelle R6, Seite 42). Die größten Produktionszuwächse gab es in den Vereinigten Staaten, jedoch gab es auch signifikante Zuwächse in Brasilien, Frankreich, Deutschland und Spanien. Die Vereinigten Staaten wurden 2006 zum führenden Ethanolproduzenten, sie produzierten über 18 Mrd. Liter und zogen damit am langjährig führenden Brasilien vorbei. Die US-Produktion stieg um 20%, da Dutzende neuer Produktionswerke ans Netz angeschlossen wurden. Doch selbst das reichte nicht aus, die Ethanolproduktion in den Vereinigten Staaten konnte 2006 nicht mit der Nachfrage mithalten und die Ethanol-Importe versechsfachten sich auf ca. 2,3 Mrd. Liter. Im Jahre 2007 wurde der Großteil des dort verkauften Benzins mit einem gewissen Anteil Ethanol versetzt, das als Ersatz-Oxygenator für die chemische Verbindung Methyltertiärbuthylether (MTBE) dient, welche immer mehr Staaten aus ökologischen Gründen verbieten (obwohl auch Biokraftstoffe zu ökologischen Bedenken führen\*).<sup>15</sup>

Die Ethanol-Produktion in Brasilien stieg auf fast 18

\* Die vielseitigen Einschätzungen von Biokraftstoffen zu behandeln, würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen, doch es wird immer öfter auf die Auswirkungen des Anbaus von Biokraftstoffen auf Umwelt und Bevölkerung hingewiesen. Diese umfassen Landnutzung und Waldrodung, Wassernutzung, Abwägung von Nettoenergie und Kohlenstoff und Auswirkungen auf die Lebensmittelmärkte, die von Land zu Land völlig unterschiedlich sind. Siehe Worldwatch (2006) und Kammen et al. (2007).

**Tabelle 1: Status der Erneuerbaren Technologien – Charakteristika und Kosten**

Technologie	Typische Charakteristika	Typische Energiekosten (US-Cent / kWh)
<b>Strom-Erzeugung</b>		
Große Wasserkraft	Anlagenleistung: 10 Megawatt (MW) – 18.000 MW	3-4
Kleine Wasserkraft	Anlagenleistung: 1-10 MW	4-7
Windenergie, onshore	Anlagenleistung: 1-3 MW Rotordurchmesser: 60-100 Meter	5-8
Windenergie, offshore	Anlagenleistung: 1,5-5 MW Rotordurchmesser: 70-125 Meter	8-12
Biomasse (Stromerzeugung)	Anlagenleistung: 1-20 MW	5-12
Geothermie (Stromerzeugung)	Anlagenleistung: 1-100 MW Typen: Binär, Single- und Double-Flash, natürlicher Dampf	4-7
Photovoltaik (Module)	Zelltyp und Effizienzgrad: Monokristallin 17%, Polykristallin 15%, amorphes Silizium 10%, Dünnschicht 9-12%	-
Photovoltaik (Aufdach-Anlagen)	Spitzenleistung: 2-5 kWp	20-80*
Solarthermische Kraftwerke (CSP)	Anlagengröße: 50-500 MW (Parabolrinnenkraftwerke), 10-20 MW (Solarturmkraftwerke); Typen: Parabolrinnen, Turm, „Dish“-Anlagen	12-18†
<b>Warmwasser/Heizung</b>		
Wärme aus Biomasse	Anlagengröße: 1-20 MW	1-6
Solare Warmwasserbereitung / Heizung	Größe: 2-5 m <sup>2</sup> (Haushalt); 20-200 m <sup>2</sup> (mittelgroß / mehrere Familien); 0,5-2 MWth (groß / Fernwärme); Typen: Vakuumröhren- und Flach-Kollektor	2-20 (Haushalt) 1-15 (mittelgroß) 1-8 (groß)
Geothermie (Heizen und Kühlen)	Anlagenkapazität: 1-10 MW; Typen: Wärmepumpen, direkte Nutzung, Kühlung	0,5-2
<b>Biokraftstoffe</b>		
Ethanol	Rohstoffe: Zuckerrohr, Zuckerrüben, Mais, Cassava, Sorghum, Weizen (und zukünftig Zellulose)	25-30 US-Cent / Liter (Zucker) 40-50 US-Cent / Liter (Mais) (Benzinäquivalent)
Biodiesel	Rohstoffe: Soja, Raps, Senfsaat, Palme, Jatropha, pflanzliche Öle (Abfallprodukte)	40-80 US-Cent / Liter (Dieseläquivalent)
<b>Ländliche (Off-Grid) Energieerzeugung</b>		
Mini-Wasserkraft	Anlagengröße: 100-1.000 kW	5-10
Mikro-Wasserkraft	Anlagengröße: 1-100 kW	7-20
Piko-Wasserkraft	Anlagengröße: 0,1-1 kW	20-40
Biogasanlagen	Anlagengröße: 6-8 m <sup>3</sup>	n/a
Biomassevergasung	Größe: 20-5.000 kW	8-12
Kleine Windkraftanlage	Anlagengröße: 3-100 kW	15-25
Kleine Windkraftanlage (Haushalt)	Anlagengröße: 0,1-3 kW	15-35
Mini-Stromnetz (Dorfgröße)	Systemgröße: 10-1.000 kW	25-100
Solar-Home-System	Systemgröße: 20-100 W	40-60

Anmerkung: Die genannten Kosten sind betriebswirtschaftliche Kosten. Subventionen oder sonstige Zuzahlungen werden nicht berücksichtigt. Die typischen Energiekosten beziehen sich auf beste Voraussetzungen bei der Systemauslegung, der Lage und der Ressourcenverfügbarkeit. Optimale Bedingungen können zu niedrigeren Kosten führen, weniger gute Bedingungen können zu wesentlich höheren Kosten führen. Die Kosten von hybriden, nicht netzgekoppelten Energiesystemen, die Erneuerbare nutzen, hängen sehr stark von der Systemgröße, der Lage und dazu gehörigen Posten wie Diesel-Reserve und Batteriespeicher ab. (\*) Typische Kosten von 20-40 US-Cent/kWh für niedrige Breitengrade mit einer Sonneneinstrahlung von 2500 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr, 30-50 US-Cent/kWh für 1500 kWh/Jahr (typisch für Südeuropa) und 50-80 US-Cent für 1000 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr (höhere Breitengrade). (†) Kosten für Parabolrinnenanlagen, die Kosten sinken mit wachsender Anlagengröße. Quelle: Siehe Endnote 18.



Mrd. Liter 2006, das ist beinahe die Hälfte der Weltproduktion. Alle Tankstellen in Brasilien verkaufen sowohl reines Ethanol als auch "Gasohol", eine Mischung aus 25% Ethanol und 75% Benzin. Die Nachfrage nach Ethanolkraftstoffen war im Vergleich zu Benzin 2007 sehr groß, dies liegt an der Einführung sogenannter "flexible-fuel"-Autos von brasilianischen Autoherstellern in den letzten Jahren. Diese Autos können mit beiden Mischungen fahren und sind sehr beliebt bei den Käufern, sie machen 85% der Autoverkäufe in Brasilien aus. In den letzten Jahren hat sich ein globaler Handel mit Ethanol als Kraftstoff entwickelt, wobei Brasilien der Hauptexporteur ist. Andere kraftstoffproduzierende Länder sind Australien, Kanada, China, Kolumbien, die Dominikanische Republik, Frankreich, Deutschland, Indien, Jamaika, Malawi, Polen, Südafrika, Spanien, Schweden, Thailand und Sambia.<sup>16</sup>

Die Biodieselproduktion stieg um 50%, auf weltweit über 6 Mrd. Liter. Die Hälfte der Weltbiodieselproduktion fand weiterhin in Deutschland statt. Deutliche Produktionszuwächse zeichneten sich auch in Italien und den Vereinigten Staaten ab (wo sich die Produktion mehr als verdreifachte). Biodiesel konnte in Europa aufgrund neuer politischer Rahmenbedingungen größere Akzeptanz und Marktanteile dazugewinnen. Eine extreme Expansion der Biodieselproduktion war auch in Südost-Asien (Malaysia, Indonesien, Singapur und China), Lateinamerika (Argentinien und Brasilien) und Südost-Europa (Rumänien und Serbien) zu verzeichnen. Malaysia hat vor, bis 2010 10% des weltweiten Biodiesel-Marktes mit seinen Palmöl-Plantagen zu versorgen. Auch Indonesien plant eine Ausweitung seiner Palmöl-Plantagen

um 1,5 Mio. Hektar bis 2008, um somit auf insgesamt 7 Mio. Hektar zu kommen. Dies geschieht im Rahmen eines Biokraftstoffe-Expansionsprogramms, das 100 Mio. Dollar an Subventionen für Palmöl und andere Agrarkraftstoffe wie Soja und Mais bereitstellt.\* Weitere Biodiesel-Produzenten sind Österreich, Belgien, die Tschechische Republik, Dänemark, Frankreich und das Vereinigte Königreich.<sup>17</sup>

Die Charakteristika und Kosten der geläufigsten erneuerbaren Energien sind in Tabelle 1 dargestellt. Viele dieser Kosten sind noch immer höher als die konventioneller Energietechnologien (normale Stromerzeugungskosten von konventionellen Brennstoffen bewegen sich zwischen 4 und 8 Cents pro Kilowattstunde (kWh) für neue Grundlastleistung, können jedoch bei Spitzenlastleistung mehr, und bei Inselsystem-Dieselmotoren noch mehr betragen). Höhere Kosten und andere Marktbarrieren bedeuten, dass die meisten Erneuerbaren immer noch politischer Unterstützung bedürfen. Ökonomische Wettbewerbsfähigkeit ist allerdings nicht festgelegt. Die Kosten vieler Technologien für die Erneuerbaren sind im Zuge technischer Entwicklungen und ihrer Marktreife bereits signifikant gefallen (auch wenn kurzzeitige Marktfaktoren einige Reduzierungen gehemmt haben, siehe Abschnitt 3, S. 20). Gleichzeitig fallen die Kosten für einige konventionelle Technologien (zum Beispiel durch Verbesserungen in der Gasturbinen-Technologie), während andere aufgrund explodierender Kraftstoffkosten und Umweltauflagen ansteigen. Die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit hängt auch von ungewissen Preisen für fossile Brennstoffe sowie politischen Regelungen bezüglich des Kohlenstoffes ab.<sup>18</sup>

\* Alle Dollar- und Cent-Beträge in diesem Bericht sind in US-Dollar notiert, wenn nicht anders vermerkt.

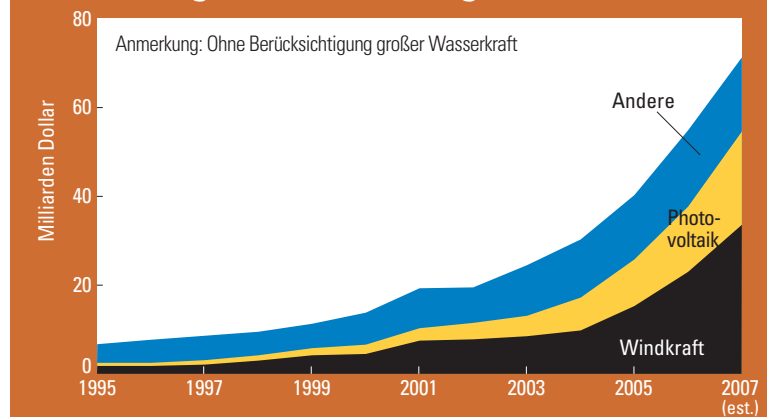
## 2. INVESTITIONSSTRÖME

**S**chätzungsweise 71 Milliarden Dollar wurden 2007 weltweit in neue Anlagen (Leistung) für erneuerbare Energien investiert, 2006 waren es 55 Milliarden und 2005 40 Milliarden gewesen (siehe Abbildung 11). Annähernd das gesamte Wachstum ist auf erhöhte Investitionen in die Photovoltaik und die Windenergie zurückzuführen. Die Anteile der Technologien an den 71 Milliarden waren: Windenergie (47%), Photovoltaik (30%), solare Warmwasserbereitung (9%), gefolgt von kleineren Anteilen für die kleine Wasserkraft, Strom und Wärme aus Biomasse und Strom und Wärme aus Geothermie. In die Leistung solarthermischer Kraftwerke wurde mit 250 Millionen Dollar zum ersten Mal seit 1990 wieder signifikant investiert. Zusätzlich 15-20 Milliarden Dollar werden weiterhin jährlich in große Wasserkraftwerke investiert. Die größten Anteile an jährlichen Investitionen in die Erneuerbaren kamen aus Deutschland, China, den Vereinigten Staaten, Spanien, Japan und Indien. Die Investitionen in Deutschland stiegen im Jahr 2007 auf über 14 Milliarden Dollar, hauptsächlich in Windenergie und Photovoltaik und die Investitionen in China betragen 12 Milliarden, hauptsächlich für kleine Wasserkraftwerke, solare Warmwasserbereitung und Windkraft. Auf Platz drei liegen die USA mit über 10 Milliarden.<sup>\*19</sup>

Zusätzlich zu den Investitionen für den Ausbau von erneuerbaren Energien gab es 2006/2007 substantielle Kapitalströme in den Anlagenbau und die Geräte der PV und Biokraftstoffe. Bei den Investitionen in Solaranlagen und ihr Equipment wurde für 2007 ein Betrag in Höhe von 10 Milliarden Dollar erwartet, im Jahre 2006 waren es noch acht Milliarden. Auch bei den neuen Produktionskapazitäten für Biokraftstoffe haben die Investitionen weltweit deutlich zugenommen und für 2007 wird erwartet, dass sie vier Milliarden Dollar übersteigen. Der Wert von Biokraftstoff-Produktionsstätten, die noch im Bau sind, und solchen, deren Errichtung bis 2009 geplant ist, überstieg in den USA vier Milliarden Dollar, ebenfalls vier Milliarden in Brasilien und zwei Milliarden in Frankreich.<sup>20</sup>

Wenn man die Investitionen in zusätzliche erneuerbare Energieanlagen (außer großer Wasserkraft), neue Herstellungskapazitäten sowie Forschung und Entwicklung (F&E – 2006 waren das geschätzt über 16 Milliarden Dollar aus öffentlichen und privaten Quellen) zusammenrechnet, wurden 2007 über 100 Milliarden Dollar in erneuerbare Energien investiert - weltweit ein riesiger Erfolg (andere aktuelle Analysen der Investitionen in erneuerbare Energien sind zu dem gleichen Ergebnis gekommen, siehe Fußnote

**Abbildung 11. Jährliche Investitionen in neue Leistung, Erneuerbare Energien, 1995–2007**



21). Während die meisten Investitionen in Europa, China und den Vereinigten Staaten getätigt werden, steigern auch die neu entstehenden Märkte ihre Investitionsanteile in neuen Anlagen, Herstellungsgeräten und F&E in den Schwellenländern, vor allem Brasilien und Indien.<sup>21</sup>

Die Finanzmittel für erneuerbare Energien kommen aus einer großen Anzahl privater und öffentlicher Institutionen. Aus privaten Quellen steigen zunehmend sowohl die Investitionen in Form von *mainstream*-Kapital als auch Beteiligungs- und Risikokapital (*venture capital*) und dies sowohl für etablierte als auch neue Technologien. Die größten institutionellen Investoren und weltweiten Banken haben bereits über die vergangenen Jahre hinweg Kredite für erneuerbare Energien vergeben. Und immer mehr Banken versorgen die Einzelhandelsebene, so wie die Finanziers in Ontario, Kanada, die neue Produkte wie "grüne Hypotheken" und spezielle Darlehen für die Erneuerbaren in Wohngebäuden und kleinen Geschäften entwickelt haben. Die US-Firma *Clean Edge* äußerte sich 2007 folgendermaßen über Investitionen in saubere Energien: "Wir sind an dem Punkt angelangt, wo das gleichmäßige und rapide Wachstum erneuerbarer Energien nichts Neues mehr ist. Mit jedem Jahr steigt das Erfolgsniveau auf ein immer höheres Level. Dieses Szenario erscheint uns als die Zukunft der sauberen Energie: bedeutende Investitionen durch Großunternehmen und das nicht seltene Auftauchen von neuen und teils überraschenden Mitwirkenden."<sup>22</sup>

In den Jahren 2006 und 2007 boomte die Finanzierung über *venture capital* für erneuerbare Energien, insbesondere für Photovoltaik und Biokraftstoffe, und überstieg 2006 drei Milliarden Dollar weltweit. Einzelne *venture capital*-Summen übersteigen heute das 100 Millionen Dollar

\* Dieser Abschnitt betrifft nicht Subventionen und andere Formen von Regierungsunterstützung für erneuerbare Energien, seien sie direkt (im Budget) oder indirekt (so wie zusätzliche Kosten durch Einspeisetarife). Es gibt keine umfassenden weltweiten Daten über Subventionen oder Einspeisevergütungskosten. Im 2005er Bericht wurde ein Betrag von 10 Milliarden Dollar für die Unterstützungen in Europa und den USA zusammen genannt, obwohl es seitdem enorme Zuwächse der Biokraftstoff-Subventionen gegeben hat. Koplów (2007) schätzt den Betrag auf weltweit eher 20-30 Milliarden Dollar, abhängig davon, was als Subvention gilt.

Niveau, entweder in einzelnen Finanzierungs-Tranchen (single funding rounds) oder verteilt über Technologie-Entwicklungsphasen. Die Vereinigten Staaten sind bezogen auf *venture capital* Investitionen führend, mit über 60% des weltweiten *venture capitals* für erneuerbare Energien 2006 und allein 800 Millionen Dollar nur für Biokraftstoffe, wovon ein Großteil für die Entwicklung und Kommerzialisierung von Technologien für die Umwandlung von Zellulose in Ethanol verwendet wurde.<sup>23</sup>

Multilaterale, bilaterale und andere öffentlich Finanzierungsströme für neue Erneuerbare Energien in Entwicklungsländern (Übersee-Entwicklungshilfe) stiegen von 2005-2007 merklich an und überstiegen 600-700 Millionen Dollar pro Jahr. Zusätzlich zu Investitionen in die Infrastruktur wird ein großer Teil dieser Gelder für die Finanzierung von Ausbildungen, Politik-Entwicklung, Markt-Unterstützung, technische Unterstützung und weitere nicht kapitalintensive Bedürfnisse verwendet. Die drei größten Geldquellen waren die deutsche KfW Entwicklungsbank, die Weltbankgruppe und die *Global Environment Facility* (GEF). Die KfW investierte 2007 210 Millionen Euro (300 Millionen Dollar) in Erneuerbare in den Entwicklungsländern, sowohl in öffentliche Haushaltsmittel als auch separate Marktfonds.\* Der "Spezialkredit für erneuerbare Energien und Energieeffizienz" der KfW wurde 2005 eingeführt, um Konzessionsdarlehen im Rahmen der deutschen Unterstützung für die internationale Entwicklung zu gewähren und wurde 2007 erweitert, um zusammengekommen 1,3 Milliarden Euro (1,8 Milliarden Dollar) für den Zeitraum 2005-2011 bereitzustellen (die ursprünglichen Mittel lagen bei 500 Millionen Euro / 700 Millionen Dollar für den Zeitraum 2005-2009).<sup>24</sup>

Die Weltbankgruppe stellte im Geschäftsjahr 2007 von ihren eigenen Mitteln 220 Millionen Dollar für neue Erneuerbare plus 690 Millionen Dollar für die große Wasserkraft zur Verfügung. Außerdem verwendete sie zusätzlich 130 Millionen Dollar für die GEF-Co-Finanzierung. Die gesamte im Steuerjahr 2007 für erneuerbare Energien bereitgestellte Summe der Weltbank lag bei ca. 1,2 Milliarden Dollar (inklusive *carbon finance*), das ist beinahe das Doppelte der durchschnittlichen Beträge der vorherigen zwei Steuerjahre. Die Mittel der Weltbank werden voraussichtlich im Steuerjahr 2009 noch weiter steigen, wenn die Bank ihre 2004 in Bonn vereinbarten Zusicherungen einhält, die Unterstützung für Erneuerbare und Energieeffizienz in der Steuerperiode 2004-2009 um jährlich 20% zu steigern (tatsächlich war Mitte 2007, dem Ende des Steuerjahres 2007, das gesteckte Gesamtziel bis 2009 bereits fast komplett erreicht). Die Co-Finanzierung auf dem Privatsektor expandierte ebenfalls signifikant durch die Internationale Finanz-Korporation der Weltbankgruppe.

Die GEF hat in den letzten Jahren jährlich durchschnittlich 100 Millionen Dollar für die Co-Finanzierung von erneuerbare Energien-Projekten zugeteilt, die von der Weltbank, dem Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (*United Nations Development Programme* (UNDP)), dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (*United Nations Environment Programme* (UNEP)), und einigen anderen durchgeführt wurden. Indirekte oder private Co-Finanzierung ist oftmals um einiges größer als die Direktfinanzierung dieser Agenturen, da viele Projekte als Katalysator für Privatinvestitionen dienen. Die Regierungen der Empfängerländer steuern ebenfalls Co-Finanzierungen bei.<sup>25</sup>

Andere öffentliche Finanzierungs-Quellen umfassen bilaterale Hilfsgesellschaften, Behörden der Vereinten Nationen und die Beiträge der Regierungen der Empfängerländer zu Entwicklungshilfe-Projekten. Einige Behörden und Regierungen unterstützen die neuen Erneuerbaren mit (üblicherweise) 5-25 Millionen Dollar jährlich, dazu zählen die *Asian Development Bank* (ADB), die *European Bank for Reconstruction and Development* (EBRD), die *Inter-American Development Bank* (IDB), das UNDP, das UNEP, die *U.N. Industrial Development Organization* (UNIDO), Dänemark (Danida), Frankreich (Ademe und FFEM), Deutschland (GTZ), Italien, Japan (JBIC), und Schweden (Sida). Andere Geldgeber, die technische Unterstützung und Finanzierung auf jährlicher Basis bieten, sind die *U.N. Food and Agriculture Organization* (FAO), Australien (AusAid), Kanada (CIDA), die Niederlande (Novem), die Schweiz (SDC) und Großbritannien (DFID). Manche dieser Geldgeber richten spezielle Investment Fonds und Rahmenkredite ein, die mit zusätzlicher privater Finanzierung kombiniert werden.<sup>26</sup>

Die Finanzierung erneuerbarer Energien in Entwicklungsländern ist unter der Beteiligung vieler öffentlicher und privater Inlandsbanken, Regierungsmitteln und ländlichen Mikrokreditverleihern gestiegen. Die indische *Renewable Energy Development Agency* (IREDA) ist ein gutes Beispiel für eine nationale, öffentliche Geldquelle. Brasiliens PROIFNA Programm, das 2002 begonnen wurde, leitete in den Jahren 2006 und 2007 viele Investitionen in die Wege, die meisten von Inlandsbanken. In der ganzen Karibik und in Lateinamerika, zum Beispiel auf Jamaika und in Costa Rica werden neue Windprojekte privat gefördert. Thailand fördert kleine Energieproduzenten mit öffentlichen Mitteln, Mitte 2006 waren über 1.500 MW an erneuerbarer Leistung installiert – meist aus Biomasse- und Biogas-Projekten (durchschnittliche Leistung ca. 20 MW). In ganz Asien und Afrika lassen sich in den letzten Jahren viele Beispiele für ländliche Mikrokredite finden, von bekannten Initiativen vergeben, öffentlich und privat, in Indien, Sri Lanka, Bangladesh, Uganda und anderswo.<sup>27</sup>

\* Alle Eurobeträge in diesem Bericht sind mit einem Wechselkurs von 1,40 \$ angegeben.

### 3. INDUSTRIENTWICKLUNG

In den Jahren 2006 und 2007 stieß die Erneuerbare Energien-Industrie weltweit auf ein gestiegenes Interesse von Investoren. Dieses äußerte sich in höheren Aktienwerten und einer deutlichen Industrieexpansion. Bis Mitte 2007 hatten weltweit mindestens 140 öffentlich gehandelte erneuerbare Energien-Konzerne (oder die Erneuerbaren-Abteilungen der großen Unternehmen) einen Börsenwert über 40 Millionen Dollar. Die Anzahl der Unternehmen in dieser Kategorie stieg deutlich, Mitte 2006 waren es zum Vergleich nur 85 gewesen. Der geschätzte gesamte Marktwert dieser Unternehmen und ihrer einzelnen Bereiche lag Mitte 2007 bei über 100 Milliarden Dollar. Dutzende anderer Firmen schienen bereit für den Gang an die Börse und/oder das Erreichen des 40 Millionen Dollar Marktwertes für die öffentliche Erstemission (IPO) und die Investitionsaktivitäten setzten sich 2007 sehr dynamisch fort.<sup>28</sup>

Einige Erneuerbare Energien-Unternehmen gingen sehr erfolgreich an die Börse und generierten einen Marktwert von beinahe oder sogar mehr als eine Milliarde Dollar im Laufe der Jahre 2006/07. Dazu gehörten die Photovoltaik-Unternehmen First Solar (USA), Trina Solar (USA), Centrosolar (Deutschland) und Renesola (UK), der Windenergiekonzern Iberdrola (Spanien) und die US-Biokraftstoff-Produzenten VeraSun Energy, Aventine und Pacific Ethanol. Zumindest in einigen Fällen schien die Überschwänglichkeit die Oberhand zu gewinnen, so folgte zum Beispiel der augenblickliche Marktwert von Pacific Ethanol auf einen Nettoverlust von zehn Millionen Dollar im Jahr 2005. First Solar war mit der höchsten öffentlichen Erstemission vertreten, ihr Marktwert betrug 2007 mehr als 4 Milliarden Dollar. Einige chinesische Photovoltaikfirmen gingen ebenfalls 2006 und im Frühjahr 2007 an den Markt. So blieb für viele Marktanalytiker das Jahr 2006 „das Jahr der Solar-Erstemissionen“, da Photovoltaikunternehmen weiterhin den größten Teil der bereits bestehenden und neuen Unternehmen der genannten Top 140 ausmachten. Insgesamt war das industrielle Wachstum Ende 2006 und 2007 breiter auf Technologien und Firmen verteilt, im Vergleich zu den wenigen aber massiven Emissionsangeboten, die 2005 und die erste Hälfte des Jahres 2006 dominierten (von denen einige Marktwerte in Höhe von mehr als 5 Milliarden Dollar hatten).<sup>29</sup>

Insgesamt brachten Unternehmen für „saubere Energie“ in 2006 über 20 Milliarden Dollar über den öffentlichen Aktienmarkt zusammen, das ist fast das Doppelte des Betrags von 2005. Mehr als die Hälfte des 2006er Gesamtbetrags stammt aus den europäischen Märkten, wobei die Vereinigten Staaten mit ca. drei Milliarden Dollar an zweiter Stelle liegen. London war ein zentraler Schauplatz, da es auf dem *Alternative Investment Market* (AIM) der

Stadt 17 öffentliche Erstemissionen und 14 sekundäre Angebote von Firmen gab, die sich mit sauberer Energie und Kohlendioxidvermeidung beschäftigten, was insgesamt zu einem neuen Kapital von 1,6 Milliarden Dollar führte. Im Frühjahr 2007 gab es etwa 50 „clean-energy“-Unternehmen, die auf dem AIM gehandelt wurden. Die meisten dieser Unternehmen waren relativ klein, doch zusammen hatten sie einen Marktwert von beinahe acht Milliarden Dollar. Im Laufe des Jahres 2007 verdoppelte sich das Kapital über die öffentlichen Aktienmärkte fast noch einmal auf geschätzt 17 Milliarden Dollar.<sup>30</sup>

Im Zeitraum 2006/07 stiegen die Investitionen in Herstellungswerke für Windturbinen, Windturbinenkomponenten, konventionelle Photovoltaik, Dünnschicht-photovoltaik und Komponenten für Solarthermische Kraftwerke, zusammen mit gleichbleibend massiven Investitionen in konventionelle Biokraftstoff-Produktionswerke in einigen Ländern und dem Beginn kommerzieller Investitionen in fortgeschrittene Produktionsanlagen für Biokraftstoffe der zweiten Generation in Kanada, Deutschland, Japan, den Niederlanden, Schweden und den Vereinigten Staaten.<sup>31</sup>

Das weltweit führende Windkraft-Unternehmen war Vestas (Dänemark), gefolgt von Gamesa (Spanien), GE (USA), Enercon (Deutschland), Suzlon (Indien), Siemens, Nordex und Repower (Deutschland), Acciona (Spanien) und Goldwind (China). Praktisch jeder große Windturbinen-Anbieter vergrößerte seine Produktionskapazität in 2006 und 07. Und unzählige regionale Anbieter spezialisieren sich auf Schlüsselkomponenten wie Getriebegehäuse, Propellerblätter, Wellenlager, Türme und Gussteile. Immer noch leidet die Industrie unter Schwierigkeiten bei der Lieferkette, denn die explodierende Nachfrage setzt die Komponenten-Zulieferer unter Druck wie noch nie. Zwei Konsequenzen daraus waren eine Verlängerung der Turbinen-Lieferzeit (manchmal auf bis zu zwei Jahre) und höhere Turbinenpreise. Zu den Preisanstiegen trugen die höheren Rohstoffpreise für Stahl, Kupfer und Kohlenstofffaser bei. Außerdem führte die Vergrößerung der Turbinen (jetzt 2 MW und größer) in Verbindung mit dem generellen Druck auf die globale Werkzeugmaschinenindustrie dazu, dass Komponentenzulieferer in große Bedrängnis gerieten, die neuen Komponenten für die größeren Turbinen in ausreichenden Mengen herzustellen.<sup>32</sup>

Bei der Windkraftindustrie war eine Zunahme von Produktionsstätten in den USA, Indien und China festzustellen, einhergehend mit einer Verbreiterung der Produktionsbasis weg von Europa und dem Wachstum örtlich begrenzter Lieferketten. Indien exportiert seit vielen Jahren Komponenten und Turbinen und es scheint, dass 2006/07 auch für China einen Wendepunkt markiert hat, denn es gibt Abmachungen über den Export von chinesischen Turbinen und Komponenten. Im Jahr 2006 waren die beiden großen

einheimischen Anbieter Goldwind und Sinovel Wind, mit jeweils 33% und 6% Anteil am chinesischen Markt. Im Jahr 2007 gab es mehr als 40 chinesische Firmen, die danach strebten, Windturbinen kommerziell herzustellen. Viele von ihnen waren mit der Entwicklung und dem Testen von Prototypen beschäftigt, einige begannen 2006/07 mit der Produktion kommerzieller Turbinen. Weltweit wird mit vermehrter Produktion gerechnet, besonders in den Schwellenländern, und der Globale Windenergie-Rat (*Global Wind Energy Council*) stellte im Frühjahr 2007 fest: "Experten sagen voraus, dass für diesen Boom kein Ende in Sicht ist."<sup>33</sup>

Die Photovoltaik-Industrie produzierte 2006 2,5 GW, mehr als 40% im Vergleich zu den 1,8 GW des Jahres 2005. Die Produktion wird 2007 eine Größe von etwa 3,5-3,8 GW erreicht haben. Die fünf weltweit führenden Produzenten waren Sharp (Japan), Q-cells (Deutschland), Kyocera (Japan), Suntech (China) und Sanyo (Japan). Zusammengekommen waren diese fünf Unternehmen für knapp die Hälfte der weltweiten Produktion verantwortlich. Die höchstrangige US-Firma war First Solar, weltweit auf dem 13. Platz. Besonders in Europa, Japan, China, Taiwan und den Vereinigten Staaten wurde viel in die Herstellungsanlagen für Solarsysteme investiert. Auffallend ist, dass die chinesische Produktion (370 MW) im Jahre 2006 zum ersten Mal signifikant die US-Produktion (200 MW) überstieg. Taiwan war ebenfalls dabei, die Produktion der Vereinigten Staaten einzuholen (180 MW wurden 2006 produziert, doppelt so viel wie 2005). Einige Unternehmen haben angekündigt, dass sie ihre Produktion mit 1000-MW "Mega"-Kraftwerken aufstocken wollen.<sup>34</sup>

Nach dem Siliziummangel der letzten Jahre gab es für die Solaranlagenindustrie nun auch einen Boom bei der Siliziumproduktion. Solaranlagenhersteller unterschrieben langfristige Verträge, um ihren steigenden Bedarf abzusichern und Siliziumhersteller beabsichtigen, neue Werke zu bauen. Ende 2007 waren mehr als 70 Silizium-Produktionsstätten im Bau oder in der Planung.

Die Dünnschicht-Photovoltaik hat immer noch nur einen kleinen Anteil an der weltweiten PV-Produktion, 2006 waren es etwa 6-8%. Doch 2006/07 wurde die Technologie immer bekannter, dies lag teils an ausgereifteren Produktionstechniken und geringeren Kosten und teils an ihrem Vorteil, was den Rohstoff Silizium angeht: sie braucht nur etwa ein Hundertstel der Siliziummenge konventioneller Zellen. Außerhalb der Vereinigten Staaten und Europa gibt es mindestens ein Dutzend Hersteller in China, Taiwan, Indien, Japan und Südafrika, die in näherer Zukunft ihre Dünnschicht-Produktion ausbauen wollen. Das japanische Unternehmen Sharp gab Ende 2007 Pläne bekannt, nach denen es bis 2010 ein neues 1 GW Dünnschicht-Produktionswerk errichten möchte, was seine gesamte Dünnschicht-Kapazität auf 1,2 GW erhöhen würde. Die Sarasin Bank berichtete Ende 2007: "In den letzten Monaten hat es einen drastischen Zuwachs auf diesem Gebiet gegeben. Inzwischen sind über

80 Firmen in der Dünnschicht-Technologie aktiv."<sup>35</sup>

Auch die Biodieselindustrie eröffnete 2006/07 viele neue Produktionsstätten und fuhr fort, sich in vielen Ländern weitläufig auszubreiten. Neue Biodiesel-Kapazitäten entstanden überall in Europa: In Belgien, Deutschland, Frankreich, Italien, Portugal, Polen, Schweden, Spanien, der Tschechischen Republik, dem Vereinigten Königreich sowie Erweiterungen der vorhandenen Kapazitäten in den Niederlanden. Die gesamte europäische Biodieselproduktion stieg auf knapp 7 Milliarden Liter pro Jahr Ende 2006 (2005 waren es noch 4,5 Milliarden Liter pro Jahr). Argentinien als eines der Schwellenländer hatte 2007 acht Firmen mit 0,7 Milliarden Liter Produktionskapazität und den Plan, diese Kapazität in 2008 zu verdoppeln. Argentinien wurde mit einer Verschiffung von knapp 400 Millionen Liter in 2007 zu einem bedeutenden Exporteur von Biodiesel. Das benachbarte Brasilien erlebte einen Investitionsschub, um die neue Anforderung für die Beimischung von Biokraftstoff („B2“) in Höhe von 2% zu bewältigen, die ab 2008 gilt (siehe Politische Rahmenbedingungen, Seite 23). In Südafrika nahm 2007 das erste kommerzielle Biodieselproduktionswerk die Arbeit auf, wobei als Rohstoff Sonnenblumenöl dient. Auch wurden 2006/07 in verschiedenen Ländern viele Pläne für neue Biodieselproduktionswerke und/oder Palmöl- und Jatropha-Plantagen bekannt gegeben, unter anderem in den folgenden Ländern: Brasilien, Bulgarien, Indien, Indonesien, Malaysia, den Philippinen und Singapur (obwohl dieser auf die Deckung des Biodieselmärkts abzielende Ausbau der Palmölplantagen ernste umwelt- und sozialpolitische Bedenken aufwirft).<sup>36</sup>

Die Ethanolindustrie wird von den Vereinigten Staaten dominiert, mit 130 in Betrieb befindlichen Ethanolproduktionsanlagen und einer Produktionskapazität von 26 Milliarden Liter pro Jahr (2007), das sind 60% mehr als 2005. Weitere 84 Produktionsanlagen befanden sich noch in der Bau- oder Erweiterungsphase, so dass sie nach ihrer Fertigstellung die Produktionskapazität beinahe verdoppeln werden. Brasilien führte seine Ethanol-Expansionspläne fort, die es 2005 begonnen hatte und die auf mehr als eine Verdoppelung der Produktionskapazität bis 2012 abzielen, durch Zubau von neuen Zuckerplantagen und Produktionsanlagen in einer Höhe von umgerechnet jährlich 22 Milliarden Liter. Die gesamte in Brasilien von 2006-2012 benötigte Investitionssumme könnte 15 Milliarden Dollar übersteigen. Der Ausbau der Zuckerrohrplantagen und der Ethanolproduktion wird hauptsächlich mit öffentlichen Geldern finanziert, allerdings kommt auch ein immer größerer Teil von ausländischen Investoren. In Spanien gab es Ende 2006 16 Biokraftstoff-Produktionsanlagen, allerdings wurde der Großteil der Produktion exportiert.<sup>37</sup>

Der Beginn ernsthafter kommerzieller Investitionen in Biokraftstoffe der zweiten Generation war 2006/07 ein weiterer Meilenstein. Ein großer Teil dieser Investitionen ging über das Level von Pilot-Anlagen hinaus. Ein weiterer

wichtiger Faktor waren Zuschüsse der Regierung zu privaten Investitionen. Kanada stellte Mittel von 500 Millionen CAD (500 Millionen USD) zur Verfügung, um in private Unternehmen zu investieren, die Groß-Anlagen für die Herstellung von Biodiesel und Ethanol jeweils aus Zellulose entwickeln. Japan stellte 2006 15 Milliarden Yen (130 Millionen Dollar) für F&E, Pilotprojekte und Marktunterstützung bereit. Die Vereinigten Staaten kündigten Anfang 2007 an, in den nächsten vier Jahren bis zu 390 Millionen Dollar in sechs Zellulose-Ethanol-Produktionsanlagen mit einer Gesamtkapazität von 500 Millionen Litern pro Jahr zu investieren. Die weltweit erste kommerzielle Ethanol-aus-Holz Anlage wurde 2007 in Japan in Betrieb genommen, ihre Kapazität liegt bei 1,4 Millionen Litern jährlich. Die erste Ethanol-aus-Holz Anlage in den USA soll 2008 fertiggestellt werden, mit einem anfänglichen Ertrag von 75 Millionen Litern pro Jahr. In Iowa wird von 2007 bis 2009 eine 200 Millionen Dollar Anlage errichtet, die darauf ausgelegt ist, Maisfasern und Erntereste (Strünke und Blätter) zu verarbeiten. In Europa errichtet eine holländische Firma eine 200 Millionen Dollar Anlage, die ab Ende 2008 200 Millionen Liter Kraftstoff pro Jahr aus Weizenspreu und anderen Abfallprodukten erzeugen wird. Auch große institutionelle Investoren springen auf, ein Beispiel dafür ist die 30 Millionen Dollar Investition von Goldman Sachs in die Iogen Corporation of Canada.<sup>38</sup>

Die Industrie für Solarthermische Kraftwerke erwachte 2006/07 nach 15 Jahren wieder aus ihrem kommerziellen

Winterschlaf. Einige Unternehmen planen neue Projekte, unter anderem Abengoa Solar, Acciona und Iberdrola (Spanien), Solar Millennium (Deutschland) und Stirling Energy Systems (USA). Solar Millennium unterschrieb mit zwei chinesischen Partnern ein Abkommen über die Errichtung eines 200 MW-Kraftwerks in der Inneren Mongolei bis 2012, als Teil des größeren kommerziellen Rahmenprogramms über 1.000 MW in China bis 2020. Der herstellende Teil der Solarindustrie zeigte im Jahr 2007 ebenfalls ein größeres Wachstum, so gab zum Beispiel die US-Firma Ausra die Errichtung einer neuen Herstellungsanlage in Nevada bekannt, die ab Mitte 2008 700 MW an Solarenergiekomponenten produzieren wird. Und die deutsche Firma Schott plant ebenfalls, ihre Receiver-Produktionskapazitäten 2008 mithilfe neuer Werke in Spanien und den USA zu verdoppeln.<sup>39</sup>

Die in diesem Abschnitt behandelten Unternehmen und die Entwicklungen in der Industrie sind nur Beispiele für die enorme Menge an Nachrichten über die Erneuerbaren, die nun täglich auftauchen, sie zeigen, wie rapide die erneuerbare Energien-Industrie immer weiter wächst und sich entwickelt. Abgesehen von Unternehmenswerten und einer wachsenden Liste von angekündigten Projekten und Partnerschaften ist eine wichtige Folge die weltweit gestiegene Zahl der Arbeitsplätze in der Produktion, dem Betrieb und der Wartung von Anlagen für erneuerbare Energien. Die Gesamtzahl der Arbeitsplätze betrug 2006 geschätzte 2,4 Millionen, inklusive 1,1 Millionen in der Biokraftstoffproduktion. Und es werden täglich mehr.<sup>40</sup>

## 4. POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

**P**olitische Instrumente und Maßnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien gab es in einigen Ländern zwar schon in den 1980er Jahren und Anfang der 1990er Jahre, aber erst in der Zeit von 1998–2007 und besonders in den letzten fünf Jahren hat sich eine auf erneuerbare Energieressourcen gerichtete Politik in vielen weiteren Ländern, Bundesstaaten, Provinzen, Regionen und Städten herausgebildet. Viele dieser politischen Instrumente und Maßnahmen haben die in den vorherigen Abschnitten geschilderte Marktentwicklung erheblich beeinflusst. Dieser Abschnitt befasst sich zunächst mit bestehenden politischen Zielsetzungen für regenerative Energien und gibt anschließend einen Überblick über die politischen Maßnahmen zur Förderung der regenerativen Stromerzeugung, der solaren Warmwasserbereitung und Beheizung sowie der Biokraftstoffe. Auch Ökostrom-Bezug und -Zertifikate sowie politische Entscheidungen auf Kommunalebene werden erörtert.<sup>41</sup>

Eine Analyse der Auswirkungen dieser Instrumente und Maßnahmen und entsprechender Lektionen würde den Rahmen dieses Berichts sprengen. Gleichwohl belegt die einschlägige Literatur eindeutig, dass trotz massenhafter planungs- und umsetzungstechnischer Probleme die Politik sich wesentlich auf Geschwindigkeit und Ausmaß der Entwicklung erneuerbarer Energieträger ausgewirkt hat. Die Internationale Energie-Agentur [IEA] hat 2004 in ihrem richtungweisenden Buch "Renewable Energy: Market and Policy Trends in IEA Countries" ["Erneuerbare Energie: Markt- und Politik-Tendenzen in IEA-Ländern"] festgehalten, dass signifikantes Marktwachstum stets die Folge einer Kombination diverser Instrumente und Programme und nicht einzelner Maßnahmen ist, dass Beständigkeit und Berechenbarkeit politischer Unterstützung bedeutsam sind, dass Amtsgewalt und Beteiligung von Kommunen, Einzelstaaten und Provinzen wichtig sind, und dass sich individuelle Politik-Mechanismen in dem Maße entfalten, wie Länder Erfahrungen sammeln.<sup>42</sup>

### Politische Zielsetzungen für erneuerbare Energien

Politische Ziele für erneuerbare Energien [nachfolgend auch EE] bestehen weltweit in mindestens 66 Ländern. Bis 2007 hatten sich mindestens 64 Länder nationale Zielsetzungen für die Energieversorgung aus erneuerbaren Ressourcen verordnet, darunter alle 27 EU-Länder

### Randbemerkung 1. Anteil der Energie aus erneuerbaren Energieträgern (Primärenergie vs. äquivalente Primärenergie vs. Endenergie)

Es gibt drei Möglichkeiten, den Anteil erneuerbarer Energien an der globalen Energieversorgung zu berechnen. Alle drei sind gültig, aber die Unterschiede zwischen ihnen verursachen manchmal Verwirrung und verzerren die Wahrnehmungen über die relativen Beiträge verschiedener Energieträger.

Die gängigste Methode, die bei den meisten politischen Zielvorgaben und im statistischen Berichtswesen angewandt wird, ist der Anteil an der Primärenergie nach der Methode der Internationalen Energie-Agentur (IEA). Die IEA-Methode erfasst den gesamten verbrauchten Brennstoff plus den Energiewert der Elektrizität, die mit erneuerbaren Energieträgern wie etwa Wasser oder Wind erzeugt wird – dies ergibt eine buchstäbliche, materielle Rechnungslegung. Auf Grund der in allen Stromkraftwerken inhärenten großen Energieverluste ergibt sich jedoch ein Problem. Die IEA-Methode zählt für fossile Brennstoffe (sowie Biomasse und Nuklearbrennstoff) den Kraftwerks-Input, für Windkraft, Solarenergie und Wasserkraft jedoch den Kraftwerks-Output. Dieses Problem wird ersichtlich, wenn man bedenkt, dass 2006 mit Wasserkraft und Nuklearenergie weltweit jeweils etwa die gleiche Menge an Nutzstrom erzeugt wurde. Nach der IEA-Methode liefert Kernkraft jedoch 5-6 Prozent der globalen Primärenergie, während Wasserkraft etwas mehr als 2 Prozent erbringt.

Zur Lösung dieses Problems definieren manche Energieanalytiker den Anteil an der Primärenergie nach der sog. "Substitutionsmethode" (auch BP-Methode genannt). Für Ökostrom erfasst diese Methode die äquivalente Primärenergie fossiler Brennstoffe, die benötigt wird, um diesen Regenerativstrom zu erzeugen. BP verwendet diese Methode für seinen jährlichen "Statistical Review of World Energy". Die BP-Methode wird auch in anderen bekannten Darstellungen der globalen Energiebilanz benutzt, wie etwa im Bericht "2000 World Energy Assessment" vom Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen, und wird von Analytikern seit mindestens 10 Jahren angewandt. Wenn es um Strom aus Wasserkraft, Solarenergie oder Windenergie geht, dann ist der Anteil erneuerbarer Energieträger nach der BP-Methode deutlich höher als der Anteil nach der IEA-Methode.

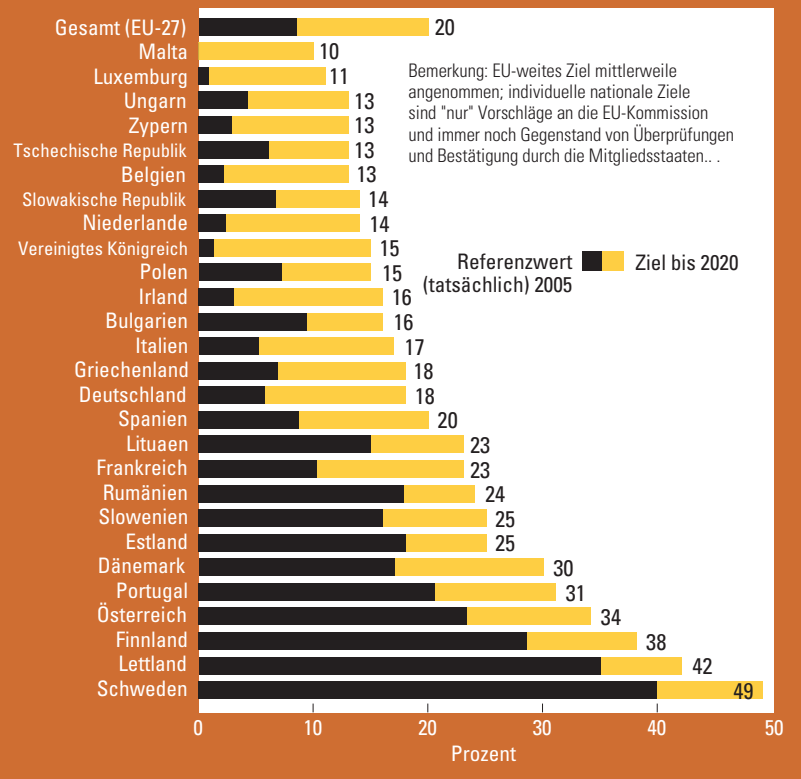
Um die inhärenten Unklarheiten beim Zählen des Anteils an der Primärenergie nach einer der beiden Methoden zu vermeiden, hat sich eine dritte Methode entwickelt: Das zahlenmäßige Erfassen des Anteils an der Endenergie. (Der Begriff Endenergie bezeichnet die Energie am Punkt des Endverbrauchs, wie Strom, Wärme und direkt eingesetzte Brennstoffe.) Bei dieser Methode werden alle Formen von Elektrizität gleichermaßen gezählt, ohne Rücksicht auf die Herkunft. Die Europäische Kommission übernahm diese Methode 2007, als sie das EU-Ziel des Energieanteils erneuerbarer Energieträger von 20 Prozent bis 2020 vorgab. Diese dritte Methode könnte somit die "EK-Methode" genannt werden. In Tabelle R7, Seite 43, sind die derzeitigen Anteile und Zielvorgaben nach der EK- wie auch der IAE-Methode dargestellt. Zu näheren Einzelheiten siehe Anmerkung 45.

(siehe Tabellen R7-R9, Seite 43-45). Neben diesen 64 Ländern gibt es in 29 US-Bundesstaaten (sowie im District of Columbia) und neun kanadischen Provinzen Vorgaben auf der Grundlage sog. "Renewable Portfolio Standards", obwohl weder die Vereinigten Staaten noch Kanada nationale Vorgaben haben. Die meisten nationalen Ziele betreffen Anteile an der Stromerzeugung, meist 5-30 Prozent, doch im Ganzen reichen sie von 2 bis 78 Prozent. Andere Ziele beziehen sich auf Anteile am gesamten Primär- oder Endenergieverbrauch, spezifische installierte Leistung oder das Gesamtvolumen der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, inklusive Wärme (zu einer Erläuterung von Endenergie- gegenüber Primärenergie-Zielen siehe Randbemerkung 1). Die meisten Vorgaben sind auf den Zeitraum 2010-2012 gerichtet, auch wenn sich heute immer mehr Ziele an 2020 und 2025 orientieren. In vielen Ländern existieren auch Ziele für Biokraftstoffe (siehe Abschnitt 'Förderinstrumente für Biokraftstoffe', Seite 30),<sup>43, 44, 45</sup>

Anfang 2007 hat die Europäische Kommission neue verbindliche Vorgaben für 2020 beschlossen, darunter 20 Prozent der Endenergie und 10 Prozent bei Verkehrskraftstoffen (siehe Abb. 12). Mit diesen neuen Zielen wurden die bis dahin für 2010 geltenden Vorgaben von 21 Prozent der Elektrizität und 12 Prozent der Primärenergie ausgeweitet. Der Europäischen Kommission zufolge könnte die Vorgabe von 20 Prozent der Endenergie bedeuten, dass im Jahr 2020 34 Prozent der Elektrizität aus regenerativen Energiequellen stammen. Ähnlich wie bei den vorherigen Vorgaben für Strom werden die einzelnen Länder ihre eigenen Ziele festlegen und verabschieden müssen, um die EU-weite Vorgabe von 20 Prozent zu erfüllen (siehe Tabelle R7, Seite 43). Einige Länder haben bereits individuelle Maßnahmen verordnet: die Niederlande z.B. hatten zuvor schon eine 20%-Vorgabe für den Anteil an der Endenergie bis 2020 beschlossen. In Deutschland ist beabsichtigt, den Anteil bei Strom auf 25-30 Prozent bis 2020 zu erhöhen und dann weiter zu steigern; einige Vorschläge gehen auf 45 Prozent bis 2030.<sup>46</sup>

Zu den 64 Ländern mit nationalen Zielsetzungen gehören 22 Entwicklungsländer: Ägypten, Algerien, Argentinien, Brasilien, China, Dominikanische Republik, Indien, Indonesien, Iran, Jordanien, Mali, Malaysia, Marokko, Nigeria, Pakistan, die Philippinen, Senegal, Südafrika, Syrien, Thailand, Tunesien und Uganda. Unter den Entwicklungsländern erntete China beachtliche Aufmerksamkeit, als es in dem im September 2007 ausgegebenen Langzeitplan für EE-Träger seine Ziele bestätigte. Chinas nationales Plansoll: 15 Prozent der Primärenergie bis 2020; außerdem gibt es individuelle

**Abbildung 12. Ziele für Erneuerbare Energien in der EU – Anteil an Endenergie bis 2020**



Technologie-Vorgaben, darunter 300 GW aus Wasserkraft, 30 GW aus Windkraft, 30 GW aus Biomasse und 1,8 GW aus Photovoltaik [PV]. Die Verwirklichung dieser Ziele bis 2020 würde Chinas EE-Leistung fast verdreifachen.<sup>47</sup>

Neben China haben einige andere Entwicklungsländer 2006/2007 Zielvorgaben beschlossen bzw. erweitert. Argentinien hat sich bis 2016 ein Soll von 8 Prozent Strom aus EE-Trägern gesetzt (ohne große Wasserkraft). Ägypten hat sein Stromanteil-Ziel von zuvor 14 Prozent (davon 7 Prozent aus Wasserkraft) auf 20 Prozent bis 2020 geändert. Dieser neue Richtwert beinhaltet über 12 Prozent für Windenergie, die bis 2020 voraussichtlich 8 GW erreichen soll. Die Provinzregierung von Western Cape in Südafrika hat für Strom ein Ziel von 15 Prozent bis 2014 ausgegeben. Marokko arbeitete am Entwurf eines neuen Erneuerbare-Energien-Gesetzes, das bis 2012 einen 10%igen Anteil an der Primärenergie und einen 20%igen Anteil am Strom anpeilen würde; das hätte 1 GW neue Leistung aus EE-Trägern zur Folge. Und Uganda hat 2007 mit einer neuen EE-Strategie einen umfassenden Zielkatalog bis 2017 festgeschrieben. Mehrere andere Entwicklungsländer arbeiteten an Zielvorgaben, die für die nahe Zukunft erwartet werden; dazu gehört eine geplante "Brasilien Platform on Renewable Energies", mit der eine Gruppe von 21 Ländern Lateinamerikas und der Karibik ein Ziel von 10 Prozent der Primärenergie aus erneuerbaren Ressourcen ansteuert. Mexiko erwägt eine Vorgabe von 8 Prozent bei Strom bis 2012, große Wasserkraft ausgenommen. Indien





Tabelle 2. fortgesetzt

Land	Einspeisevergütung	Portfolio- Standards für EE	Subventionen, Beihilfen oder Vergünstigungen	Investitions- oder andere Steuergutschriften	Umsatz-, Energie-, Gewerbe- oder Mehrw- ertsteuer-Reduzierung	Handelbare Zertifikate für Erneuerbare Energien	Vergütung für Energie- gewinnung oder Steuergutschriften	Netz-Messungen	öffentliche Investi- tionen, Darlehen oder öffentliche Finanzierung	öffentliche Ausschreibung
Kambodscha			✓							
Chile			✓							
China	✓		✓	✓	✓				✓	✓
Costa Rica	✓									
Ecuador	✓			✓						
Guatemala				✓	✓					
Honduras				✓	✓					
Indien	(*)	(*)	✓	✓	✓		✓		✓	✓
Indonesien	✓									
Mexiko				✓				✓		
Marokko				✓						
Nicaragua	✓			✓	✓					
Panama							✓			
Philippinen			✓	✓	✓				✓	
Südafrika			✓							
Sri Lanka	✓									
Thailand	✓		✓					✓	✓	
Tunisien			✓	✓						
Türkei	✓		✓							
Uganda	✓								✓	

Anmerkung: Einträge mit (\*) bedeuten, dass einige Staaten/Provinzen Richtlinien haben, es jedoch keine auf nationaler Ebene gibt. Die Tabelle enthält nur in Kraft getretene Richtlinien, dennoch können einige der aufgeführten Maßnahmen noch nicht voll entwickelt oder wirksam sein. Eingestellte Richtlinien wurden ausgelassen. Viele Einspeisungs-Gesetze sind technisch oder in ihrer Anwendbarkeit begrenzt. Einige der aufgeführten Richtlinien können Auswirkungen auf andere Märkte als die Energieerzeugung haben, zum Beispiel solare Warmwasserbereitung und Biofuels. Quelle: Alle verfügbaren Referenzen zu politischen Richtlinien, inklusive der IEA Online-Datenbank "Global Renewable Energy Policies and Measures" sowie Beiträge von Mitverfassern dieses Berichtes.

hat in einigen Kategorien langfristige Ziele bis 2032 geplant, darunter 15 Prozent der Stromleistung, 10 Prozent des Ölverbrauchs, die durch Biokraftstoffe und synthetische Brennstoffe ersetzt werden sollen, und nach Möglichkeit verstärkte Nutzung solarer Warmwasserbereitung.<sup>48</sup>

### Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

In mindestens 60 Ländern—37 Industriestaaten und Reformländer sowie 23 Entwicklungsländer—gibt es irgendeine Art von Maßnahmen zur Förderung der Ökostrom-Erzeugung (siehe Tabelle 2). Das gängigste Instrument ist das Einspeisegesetz, das in den letzten Jahren in vielen weiteren Ländern und Regionen erlassen wurde. Die Vereinigten Staaten haben 1978 als erstes Land ein nationales Einspeisegesetz verabschiedet. Einspeise-Regelungen wurden als nächstes in Dänemark, Deutschland,

Griechenland, Indien, Italien, Spanien und der Schweiz zu Beginn der 1990er Jahre in Kraft gesetzt. Bis 2007 hatten sich mindestens 27 Länder und 9 Bundesstaaten bzw. Provinzen für solche Maßnahmen entschieden; mehr als die Hälfte davon wurden seit 2002 gesetzlich verankert (siehe Tabelle R10, Seite 46). Einspeisevergütungen haben in vielen Ländern eindeutig die Innovation angespornt sowie das Interesse und die Investitionen erhöht. Diese politischen Entscheidungen wirkten sich am stärksten auf Windkraft aus, haben aber auch die Entwicklung von Photovoltaik, Biomasse und kleiner Wasserkraft beeinflusst.<sup>49</sup>

Die starke Dynamik für Einspeisevergütungen setzt sich weltweit in dem Maße fort, wie Länder neue Einspeisetarife verordnen bzw. bestehende überarbeiten. Besonders in Europa wurden 2006/2007 zahlreiche Änderungen und Ergänzungen vorgenommen. Beispielsweise modifizierte Portugal seinen Einspeisetarif, um technischen Unterschieden, Auswirkungen auf die Umwelt und der Inflation

Rechnung zu tragen. Österreich hat sein Erneuerbare-Energien-Gesetz [EEG] geändert, um ein neues Einspeisetarif-System zu ermöglichen. Spanien modifizierte Einspeiseprämien (die auf Strom-Grundpreise aufgeschlagen werden), um die Prämien von Strompreisen zu entkoppeln und Zufallsgewinne [Windfall-Profits] bei erheblich steigenden Strompreisen zu verhindern. Auch Deutschland plante Änderungen bei seinem EEG. Außerhalb Europas änderte Indonesien den Einspeisetarif, um gegenüber einer vorher geltenden Grenze von 1 MW auch Anlagen mit bis zu 10 MW Leistung zu erfassen. In Thailand wurde eine neue Einspeisepolitik für Windkraft, Solarenergie, Biomasse und Mikrowasserkraft eingeschlagen. Die kanadische Provinz Ontario verordnete eine Einspeisevergütung für ein ähnliches Paket von Technologien. Auf Landesebene führte Kanada das Äquivalent einer Einspeiseprämie ein; dieses Programm sieht für fast alle Arten von EE-Projekten, die bis 2011 inklusive errichtet werden, 1 CAD-Cent/kWh vor und wird voraussichtlich 4 GW an zusätzlicher Leistung abdecken.<sup>50</sup>

In den Jahren 2006/2007 tauchten viele neue, speziell auf PV-Strom ausgerichtete Einspeisevergütungen auf. In Europa werden mit dem neuen Einspeisetarif Italiens 3.000 MW aus Photovoltaik-Anlagen bis 2016 anvisiert, bzw. fast eine Million Wohnungen bei Nutzung in Wohnhaussystemen. Italiens Politik beinhaltet eine immer üblichere Vorkehrung: Die Vergütungen sind bei baulich in Gebäuden integrierten Anlagen 5 Eurocent/kWh höher als bei normalen Aufdachanlagen. Frankreich hat seine Einspeiseregulungen für PV neu bewertet und die Vergütung auf 30 Eurocent/kWh für Großstadtregionen erhöht; für in Gebäude integrierte Anlagen gibt es einen Bonus von 25 Eurocent/kWh. Das neue EEG Griechenlands sieht je nach Systemgröße und Standort 40-50 Eurocent/kWh vor. Die neuen Vergütungen in Österreich reichen je nach Systemgröße von 32 bis 49 Eurocent/kWh. In Portugal sind nun je nach Systemgröße 31-45 Eurocent/kWh festgelegt. Außerhalb Europas hat Südkorea mit einer Vergütung von 677 KRW/kWh (ca. 54 Eurocent/kWh) Photovoltaik in die bestehende Einspeisepolitik aufgenommen. Der Bundesstaat Südaustralien hat eine neue Vergütung von 44 AUD-Cent/kWh (ca. 29 Eurocent/kWh) festgelegt. In Argentinien wurde 2006 eine Einspeiseregulierung erlassen, die den Gegenwert von ca. 22 Eurocent/kWh für PV-Strom vorsieht (neben einer Prämie von ca. 0,36 Eurocent/kWh bei anderen EE-Trägern). Und Indien hat eine Prämie im Gegenwert von ca. 22 Eurocent/kWh für PV-Strom (und ca. 18 Eurocent/kWh für solarthermische Energie) angekündigt.<sup>51</sup>

In mehreren anderen Ländern und Bundesstaaten bzw. Provinzen wird die künftige Einspeisepolitik weiterhin debattiert und formuliert. Zu den Rechtsgebieten, die neue Einspeiseregulungen prüfen, gehören Bulgarien, der indische Bundesstaat West Bengal, die kanadische Provinz British Columbia und die US-Staaten Kalifornien und Michigan. Die Niederlande begannen, nachdem 2006 eine Art Einspeisetarif mit Stromerzeugungsprämien abgelaufen war, ein für 2008 erwartetes neues System auf Prämienbasis zu formulieren. Die üblichen Punkte der Debatte über neue

und revisionistische Anstrengungen drehen sich in der Regel um Vergütungshöhen, zeitlich gestaffelte Tarifsenkungen, Förderzeiträume, Kostenbeteiligungslasten für verschiedene Kundensegmente, Mindest- oder Höchstleistungsgrenzen, auf der Eigentumskategorie basierende Einschränkungen sowie um unterschiedliche Behandlung von Technologie-Unterklassen.<sup>52</sup>

Regelungen für sog. "Renewable Portfolio Standards" (RPS), auch "renewable obligations" [EE-Verpflichtungen] oder Quotenrichtlinien genannt, bestehen auf Bundesstaats- bzw. Provinzebene in den Vereinigten Staaten, Kanada und Indien, und auf nationaler Ebene in sieben Ländern—Australien, China, Italien, Japan, Polen, Schweden und Großbritannien (siehe Tabelle R11, Seite 46). Im Jahr 2007 gab es weltweit 44 Bundesstaaten, Provinzen oder Länder mit RPS-Richtlinien. Die meisten RPS-Richtlinien verlangen Ökostrom-Anteile im Bereich von 5-20 Prozent, meist bis 2010 oder 2012, auch wenn Regelungen neueren Datums die Zielvorgaben auf 2015, 2020 und sogar 2025 verlängern. Die meisten RPS-Vorgaben lassen sich in erwartete künftige Großinvestitionen übersetzen, wenn auch die konkreten Mittel (und die Effektivität) zum Erreichen der Quoten zwischen den Ländern bzw. Bundesstaaten stark variieren können. In den USA haben fünf Bundesstaaten 2006/2007 neue RPS-Richtlinien erlassen (Illinois, New Hampshire, North Carolina, Oregon und Washington State), wodurch sich die Gesamtzahl der US-Bundesstaaten mit RPS-Richtlinien auf 25 erhöhte; hinzu kommt der District of Columbia (sowie vier weitere Bundesstaaten mit RPS-Zielen). Außerdem haben neun US-Bundesstaaten bestehende RPS-Ziele überarbeitet, darunter Kalifornien, wo eine Vorgabe von 20 Prozent bis 2017 auf 2010 vorverlegt wurde. Außerhalb der Vereinigten Staaten gibt es drei kanadische Provinzen mit RPS-Richtlinien und sieben weitere mit irgendeiner Form von Planungsvorgaben, und in Indien haben mindestens sechs Bundesstaaten RPS-Regelungen.<sup>53</sup>

Auf Landesebene hat China Ende 2007 RPS-Auflagen bekannt gegeben, die Teil seines bestehenden politischen Rahmenwerks zur Förderung erneuerbarer Energieträger sind. Der Anteil von Regenerativträgern—ohne Wasserkraft—soll 1 Prozent der Gesamtstromerzeugung bis 2010 und 3 Prozent bis 2020 erreichen. Außerdem muss jeder Stromerzeuger in China mit einer Leistung von über 5 GW sein faktisches Eigentum an Stromkapazität aus nicht auf Wasser beruhenden EE-Ressourcen auf 3 Prozent bis 2010 und 8 Prozent bis 2020 erhöhen. Ebenfalls im Jahr 2007 änderte Japan seine RPS-Regelung auf 1,63 Prozent bis 2014 (zuvor 1,35 Prozent bis 2010), um bis 2014 voraussichtlich 16 Terawatt-Stunden (TWh) zu erreichen.<sup>54</sup>

Es gibt viele andere Formen der politischen Unterstützung für Ökostrom-Erzeugung; dazu zählen direkte Investitionszulagen oder Rückvergütungen, Steueranreize und -gutschriften, Befreiung von allg. Umsatzsteuer und Mehrwertsteuer, direkte Förderzahlungen oder Steueranrechnungen (d. h. pro kWh), Grünzertifikate-Handel, sog. "Net Metering" sowie direkte öffentliche Investition oder Finanzierung (siehe Tabelle 2). In mindestens 35

Ländern wird irgendeine Form von Investitionszulage, -beihilfe oder -erstattung angeboten. Russland hat sich Ende 2007 dieser Gruppe angeschlossen mit einer Gesetzgebung, die neben EE-Zertifikaten und anderen Maßnahmen Investitionszulagen für den Zusammenschluss von Ökostromerzeugern zu einem Verbundnetz vorsieht. Steueranreize und -anrechnungen sind ebenfalls gängige Möglichkeiten der finanziellen Unterstützung. Die meisten US-Bundesstaaten, einige Bundesstaaten in Argentinien und mindestens 40 Länder haben eine Vielzahl von Steueranreizen und -gutschriften für erneuerbare Energie im Angebot. Eine Reihe von Ländern, Bundesstaaten und Provinzen hat spezielle EE-Fonds eingerichtet, mit denen direkt Investitionen finanziert, zinsgünstige Darlehen gewährt oder auf andere Weise Märkte gefördert werden, z. B. durch Forschung, Bildung und Normen.

Öffentliche Submissionsverfahren für feste Mengen an Ökostrom-Leistung sind ein weiteres Instrument, das in den letzten Jahren in einigen Ländern und Provinzen zu beobachten ist. Chinas "Konzessionspolitik" bei Windkraft ist mit vier Submissionsrunden in den Jahren 2003-2006 und einer fünften, Ende 2007 begonnenen Runde derzeit das bemerkenswerteste Beispiel. Insgesamt könnte die Leistung aus den fünf Runden 3,6 GW erreichen. Auch Brasilien hat im Rahmen seines PROINFA-Programms Ausschreibungen für Strom aus kleiner Wasserkraft, Windkraft und Biomasse vorgenommen.<sup>55</sup>

Zwei bedeutende politische Entwicklungen für Ökostrom gab es 2006/2007 in den USA auf Bundesebene. Die erste war die Verlängerung der US-Steuerzuschritt für regenerativ erzeugten Strom [production tax credit - PTC] bis Ende 2008, verbunden mit weiteren gesetzgeberischen Diskussionen über längerfristige Ausweitungen bis 2012-2013. Die ursprünglich 1994 mit 1,5 Cent/kWh eingeführte und im Laufe der Zeit bis 2007 inflationsbedingt auf 2 Cent/kWh angepasste Anrechnung hat im Verbund mit Maßnahmen auf Einzelstaatsebene die Windkraft und andere Regenerativträger gefördert. Die zweite Entwicklung ist eine wegweisende nationale Vorschrift für Netzzugang und Durchleitung, die erneuerbare Energien auf eine annähernd gleiche Stufe mit Strom aus herkömmlichen Energieträgern stellt. Diese Vorschrift schafft eine neue Art von Durchleitungsdienst namens "bedingter gesicherter" Dienst ["conditional firm" service], mit welchem der periodische Charakter einiger EE-Träger anerkannt wird. Sog. "Imbalance charges" ["Gebühren für Fahrplanabweichungen"], die Unterschiede zwischen Soll- und Ist-Energiemenge reflektieren, müssen der begrenzten Eignung von EE-Trägern zur Vorhersage bzw. Steuerung der Produktionsleistung Rechnung tragen. In den USA wurden auf Einzelstaatsebene weitere Durchleitungsmaßnahmen ergriffen; beispielsweise verlangt Colorado, dass Stromversorgungsunternehmen windreiche Gegenden mit Durchleitungsengpässen ermitteln und Pläne zur Verbesserung der Durchleitungskapazität entwickeln. New Mexico hat eine Behörde für Ökoenergie-Durchleitung [Renewable Energy Transmission Authority] gegründet, um den

Netzzugang zu verbessern; und Kalifornien hat zur Förderung erneuerbarer Energien neue Durchleitungspreisregeln erlassen.

Neben Einspeisevergütungen existieren Regelungen zur Förderung netzgekoppelter PV-Aufdachanlagen heute in mehreren Ländern. Diese Instrumente waren für rasantes Marktwachstum in den letzten Jahren verantwortlich. Kapitalsubventionen, üblicherweise für 30-50 Prozent der installierten Kosten, sind auf Landes-, Bundesstaats-, Kommunal- und Stromversorger-Ebene zunehmend üblich. Fast die Hälfte aller US-Bundesstaaten hatten solche Subventionsprogramme (oder Steueranrechnungsverfahren), entweder bundesstaatsweit oder für spezifische Versorgungsunternehmen. Kaliforniens Subventionsprogramme bestehen am längsten, und seine neue "Solarinitiative" fordert für Wohnungen/Eigenheime, Schulen, Unternehmen und Farmen 3 GW PV-Strom bis 2017. Korea hat ein ähnliches Programm und erwartet 300 MW bis 2011 durch sein 100.000-Dächer-Programm, das anfangs Kapitalsubventionen von 70 Prozent vorsieht. Die USA und Schweden gewähren auf nationaler Ebene eine Steuerzuschritt von 30 Prozent für PV-Anlagen (obzwar die US-Regelung im Jahr 2008 auslaufen soll). In Frankreich ist eine Einkommensteueranrechnung von 50 Prozent vorgesehen. Australien gewährt Nachlässe von bis zu 8 AUD/Watt (ca. 4,7 Euro/Watt). Großbritannien hat 2007 ein Zuschussprogramm neu aufgelegt, mit dem Haushalts-PV-Anlagen, Mikro-Windturbinen und Solar-Warmwasseranlagen subventioniert werden. In Japan werden nach dem Auslaufen des nationalen Subventionsprogramms im Jahr 2005 PV-Anlagen weiterhin von über 300 Kommunen bezuschusst. In diversen anderen Ländern wurden neue Programme für PV-Aufdachanlagen angekündigt.<sup>56</sup>

"Net Metering" (auch "Net Billing" genannt) ist gleichfalls ein wichtiges Instrument für PV-Aufdachanlagen (wie auch für andere EE-Träger), damit Überschussleistung ins Verbundnetz zurückgespeist und vergütet werden kann. Net Metering gibt es heute in mindestens 10 Ländern und 39 US-Bundesstaaten. Der Großteil von Net Metering betrifft nur kleine Anlagen, aber eine wachsende Anzahl von Vorschriften macht es möglich, dass auch größere Anlagen die Fördervoraussetzungen erfüllen. So hat z. B. Maryland seine Net-Metering-Leistungsgrenze von 200 kW auf 2 MW erhöht, und Mexiko hat das Limit von 10 kW auf 80 MW heraufgesetzt. Neben Subventionen und Net Metering beginnen einige Rechtsgebiete, mittels Bauordnung PV-Anlagen in ausgewählten Neubautypen vorzuschreiben. Beachtlich ist Spaniens Bauordnung von 2006, die PV-Anlagen für bestimmte Arten von Neubauten und Renovierungen verfügt (ebenso solare Warmwasserbereitung; siehe nächster Abschnitt). Auf Grund der neuen "Solar Homes Partnership" Kaliforniens müssen ab 2011 Baufirmen in Neubaugebieten von 50 Gebäuden oder mehr Solaranlagen als Standard anbieten.

In den letzten Jahren haben Entwicklungsländer ihre Förderpolitik für Ökostrom erheblich forciert, indem sie eine umfangreiche Liste von Instrumenten und Programmen

(von denen einige nicht nur für Strom gelten) verordnet, verstärkt oder in Erwägung gezogen haben. Es folgen einige Beispiele. In Lateinamerika erwog Mexiko ein neues Erneuerbare-Energien-Gesetz, das die Windkrafterschließung erleichtern, Methodiken zur Bewertung von Ökostrom festlegen und einen nationalen EE-Fonds schaffen würde. Argentinien gründete bereits 2006 einen nationalen Fonds zur Förderung erneuerbarer Energieträger. Vier argentinische Provinzen (Santa Cruz, Buenos Aires, Santa Fe und Chubut) haben ebenfalls eigene EE-Gesetze, die in vorangegangenen Jahren erlassen wurden und Grund- und Einkommensteuerbefreiungen sowie Stromerzeugungs-Subventionen beinhalten. Ecuador verordnete 2005 einen Einspeisetarif für Strom aus Windkraft, Photovoltaik und Biomasse und hat auch einige Steuern und Abgaben gesenkt oder entsprechende Befreiungen eingeführt. In Asien kündigte Indien Anfang 2006 eine neue nationale Vergütungspolitik an, die die Förderung von Ökostrom-Erzeugung zum Ziel hat; dazu gehören Quoten, Vorzugstarife und Richtlinien zur Preisgestaltung bei "nicht gesicherter" Energie. Auf den Philippinen wurde eine Reihe möglicher Maßnahmen in Betracht gezogen; dazu zählten ein Einspeisetarif, Portfolio-Anforderungen, Einfuhr- und Einkommensteuersenkungen, Net Metering und ein nationaler EE-Fonds (neben bereits bestehenden Förderprogrammen für Kleinwasserkraftwerke und Geothermie). In Indonesien wurden Vergütungsanreize für kleine Ökostromprojekte diskutiert. Pakistan führte eine begrenzte Einspeisevergütung für Windkraft-Erschließung ein, verzichtete auf Einfuhrzölle für Windturbinen und erwog ein weiter gefasstes EE-Fördergesetz. In Afrika beschloss Uganda eine umfassende EE-Strategie bis 2017 und gewährte projektbezogene Einspeisevergütungen. Im Nahen Osten befasste sich Ägypten mit der Erschließung von Windkraft. Madagaskar etablierte ein neues Programm für Wasserkraft. Iran entwickelte ein neues Fördergesetz und ließ auch erstmals unabhängige Stromerzeuger zu. Die Türkei verabschiedete 2005 ein neues EE-Fördergesetz, und Jordanien formulierte einen Gesetzesentwurf mit einer Reihe von Bestimmungen, darunter freie Verpachtung von öffentlichem Grundbesitz an Windpark-Betreiber, von Versorgungsunternehmen bezahlte Netz-Zusammenschlüsse, eine Steuergutschrift für regenerativ erzeugten Strom, Befreiungen von Zöllen und Einkommensteuern sowie ein EE-Investmentfonds.

## Solarthermische Warmwasserbereitung und Heizung

Auflagen für solare Warmwasserbereitung in Neubauten sind Zeichen eines starken und wachsenden Trends auf nationaler wie kommunaler Ebene. Israel war lange Zeit das einzige Land mit einer Auflage auf nationaler Ebene, aber Spanien folgte 2006 mit einer nationalen Bauordnung, die Mindestanteile für solare Warmwasserbereitung und Photovoltaik bei Neubau und Renovierung vorschreibt. Solarthermische Warmwasserbereitung muss je nach

Klimazone, Verbrauchsniveau und Reserve-Brennstoff 30-70 Prozent des Energiebedarfs für Warmwasser decken. Mindestens vier andere Länder haben 2007 nationale Auflagen für Solarthermie-Anlagen eingeführt: Indien erließ für Wohngebäude, Hotels und Krankenhäuser mit Zentral-Warmwasseranlagen landesweit geltende neue Vorschriften zur Energieeinsparung, die mindestens 20 Prozent der Wasser-Aufheizleistung aus Solarenergie verlangen; in Korea gilt für neue öffentliche Gebäude mit einer Nutzfläche von über 3.000 qm, dass der Anteil der Investitionskosten für EE-Ressourcen mindestens 5 Prozent beträgt; China legte einen Plan vor, in Kürze solare Warmwasserbereitung bei bestimmten Neubauten landesweit zur Pflicht zu machen; und Deutschlands Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz wird vorschreiben, dass mit Beginn in 2009 alle neuen Wohngebäude mindestens 14 Prozent der Energie für Heizung und Warmwasser aus EE-Trägern beziehen, inklusive Solarenergie, Biomasse und Erdwärme. Vorhandene Gebäude in Deutschland müssen nachgerüstet werden, um 10 Prozent ihrer Heizenergie aus EE-Trägern zu decken. Im Rahmen des Gesetzes hat Deutschland 350 Mio. Euro 2008 für Kapitalzuschüsse an Hauseigentümer zugewiesen.<sup>57</sup>

Auch Kommunalverwaltungen haben Auflagen für solarthermische Warmwasseranlagen erlassen. Der nationalen Verfügung Spaniens gingen Verordnungen von über 70 Kommunalbehörden in ganz Spanien voraus. Barcelona war die erste spanische Stadt mit einer solchen Verordnung, die 2000 erlassen und danach 2006 fortgeschrieben wurde, um alle Neubauten und Renovierungen zu erfassen. Barcelona verlangt, dass 60 Prozent der Energie für Warmwasserbereitung solar erzeugt wird. Weitere kommunale Beispiele sind die chinesischen Städte Rizhao, wo solare Warmwasserbereitung in allen neuen Gebäuden vorgeschrieben ist, und Shenzhen, wo solarthermische Anlagen in allen neuen Wohngebäuden mit weniger als 12 Etagen Pflicht sind. In Indien verlangt die Stadt Nagpur Solarthermie-Anlagen in neuen, über 1.500 qm großen Wohngebäuden, wobei ein Grundsteuernachlass (property tax) von 10 Prozent als zusätzlicher Anreiz dient. In Südafrika entwarf Kapstadt 2007 eine Verordnung, die solarthermische Anlagen in Neubauten für Gruppen mit mittlerem und hohem Einkommen vorsah, dann aber einer Überprüfung unterzogen wurde. São Paulo, die größte Stadt Brasiliens, erließ 2007 ein Gesetz, das solare Warmwasserbereitung in allen neuen, über 800 qm großen Gebäuden vorschreibt. Andere Städte, darunter Rom, arbeiteten an Solarthermie-Regelungen, nach denen neue Gebäude 30-50 Prozent der Warmwasserenergie aus Solaranlagen beziehen müssten.<sup>58</sup>

China ist das einzige große Land mit langfristigen nationalen Zielen für solarthermische Anlagen, mit Vorgaben von 150 Mio. qm bis 2010 und 300 Mio. qm bis 2020 (gegenüber 100 Mio. qm im Jahr 2006). Das Erreichen dieser Ziele dürfte bedeuten, dass 2020 über ein Viertel aller chinesischen Haushalte solarthermisch bereitetes Warmwasser verwenden würde; dazu kämen beträchtliche Anteile gewerblich genutzter und öffentlicher Gebäude. Solarthermische Anlagen sind heute in vielen Stadtgebieten

von China in Bauplanung und Hausbau integriert, da Chinas Stadtbevölkerung weiterhin anschwillt (2006 erreichte sie 580 Millionen).

In vielen Einzelstaaten und Ländern sind Kapitalsubventionen für Solarthermie-Anlagen heute gängige Praxis. Mindestens 19 Länder, und wahrscheinlich noch etliche mehr, gewähren Kapitalbeihilfen, Nachlässe oder Steuergutschriften auf Investitionen in solare Warmwasserbereitung bzw. Beheizung, darunter Australien, Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Japan, Kanada, Neuseeland, die Niederlande, Österreich, Portugal, Spanien, Schweden, Ungarn, die Vereinigten Staaten und Zypern. Die Kapitalbeihilfen belaufen sich meist auf 20-40 Prozent der Systemkosten. Steuergutschriften auf Investitionen können den Abzug aller oder eines Teils der Investitionskosten von der Steuerschuld erlauben, wie etwa die 30%ige US-Bundessteuer-Anrechnung für solarthermische Anlagen (die bis Ende 2007 galt und deren Verlängerung bei der Abfassung dieses Berichts noch geprüft wurde). Deutschland hat vor kurzem neue Anreize für große Solarthermie-Anlagen eingeführt, mit zinsgünstigen Darlehen und Investitionskosten-Zuschüssen von 30 Prozent für mehr als 40 qm umfassende Großsysteme für Heizung, Kühlung und industrielle Prozesswärme. Viele US-Bundesstaaten und einige kanadische Provinzen bieten auch Kapitalsubventionen an. Das größte Subventionsprogramm in den USA wurde Ende 2007 in Kalifornien aufgelegt, mit dem Nachlässe in Höhe von 250 Mio. Dollar über 10 Jahre für Wohngebäude-Anlagen und gewerblich genutzte Systeme angeboten werden. Ziel des Programms ist die Etablierung eines staatsweiten florierenden Marktes. Und kürzlich hat die Provinz Ontario in Kanada ein Umbauprogramm für Häuser verabschiedet, das bis zu 5.000 CAD pro Haus/Eigenheim bereitstellt (inklusive Solar-Warmwasser), zinslose Darlehen für Hauseigentümer gewährt und ein Ziel von 100.000 installierten Solar-Warmwasseranlagen vorgibt. Einige Stromversorgungsunternehmen bieten Kapitalsubventionen an, um den Strombedarf zu senken, wie etwa ESKOM in Südafrika, das 2007 Solarthermie in sein Nachfragemanagement-Programm einbezogen und 1 Million neue Systeme über fünf Jahre geplant hat.

Andere Instrumente oder Pläne zur Förderung solarthermischer Anlagen bestehen bereits oder werden geprüft. Die Stadt Betim in Brasilien installiert Solar-Warmwasseranlagen in allen Neubauten des öffentlichen Wohnungsbaus. Italiens EE-Zertifikate (sog. "weiße Zertifikate") gelten auch für solare Warmwasserbereitung. Die EU-Kommission sollte Förderinstrumente für EE-Beheizung ["Ökowärme"], auch solarthermische Beheizung, prüfen, die möglicherweise zu einer neuen Richtlinie (und somit zu einer umfassenden Anzahl von Richtlinien für Strom, Transport und Beheizung) führen würden. Mehrere Länder in Nordafrika und dem Nahen Osten entwickelten weiter Solarthermie-Regelungen, Bauvorschriften und/oder Förderprogramme; zu diesen zählten Tunesien, Marokko,

Ägypten, Jordanien und Syrien. Tunesiens PROSOL-Programm für "Markttransformation" beinhaltet Maßnahmen sowohl auf der Nachfrageseite als auch auf der Angebotsseite, wie etwa Kapitalsubventionen von 20-30 Prozent, Unterstützung für Hersteller und Montagefirmen sowie verbesserte Qualitätsnormen.

## Förderinstrumente für Biokraftstoffe

Auflagen zur Beimischung von Biokraftstoffen in Fahrzeug-Kraftstoffen wurden in mindestens 36 Bundesstaaten/Provinzen und in 17 Ländern auf Landesebene in Kraft gesetzt (siehe Tabelle R12, Seite 47). Die meisten Auflagen verlangen die Beimischung von 10-15 Prozent Ethanol zu Benzin bzw. die Beimischung von 2-5 Prozent Biodiesel zu Diesel-Kraftstoff. Die meisten Auflagen sind dabei ziemlich neu; sie wurden erst im Laufe der letzten 2-3 Jahre erlassen. Auflagen gibt es heute in mindestens 13 indischen Bundesstaaten/Territorien, 9 chinesischen Provinzen, 9 US-Staaten, 3 kanadischen Provinzen, 2 australischen Bundesstaaten und in mindestens 9 Entwicklungsländern auf Landesebene. Zu den zuletzt verordneten Auflagen zählen Kanadas Beimischungsgebote, E5 bis 2010 und B2 bis 2012, die Auflagen der Philippinen für B1 und E10 bis 2010, und Australiens erstes Beimischungsgebot auf Bundesstaatsebene für Ethanol, das 2007 in New South Wales wirksam wurde. Die nationale Auflage Großbritanniens tritt 2008 in Kraft. Auch die kanadischen Provinzen British Columbia und Quebec kündigten an, Ethanol-Beimischung anzuordnen, hatten aber noch keine Prozentzahlen präzisiert. Viele Rechtsgebiete beginnen ebenfalls, die Verwendung von Biokraftstoffen in staatlichen Fahrzeugen vorzuschreiben, darunter auch mehrere US-Bundesstaaten.

Brasilien ist seit 30 Jahren weltweit führend bei der obligatorischen Beimischung von Biokraftstoffen im Rahmen seines Programms "ProAlcool". Die Beimischungsanteile wurden gelegentlich angepasst, blieben aber im Bereich von 20-25 Prozent. Alle Tankstellen müssen sowohl Gasohol (E25) als auch Reinethanol (E100) anbieten. Das Beimischungsgebot ging auch mit zahlreichen Unterstützungsmaßnahmen einher, darunter Distributionsanforderungen für den Einzelhandel, Produktionssubventionen und Steuervergünstigungen für Fahrzeuge (sowohl sog. "Flex-Fuel-Fahrzeuge" als auch solche, die mit Reinethanol fahren).

Neben obligatorischer Beimischung tauchten 2006/2007 einige neue Biokraftstoff-Ziele und -pläne auf, in denen künftige Verwendungsgrade regenerativer Kraftstoffe definiert wurden. Eine neue US-Biotreibstoff-Norm [Renewable Fuels Standard] gebietet Kraftstoff-Vertriebsfirmen, das jährliche Volumen beigemischter Biokraftstoffe bis 2022 auf 136 Milliarden Liter zu erhöhen, und erweitert damit eine vorherige Norm von 28 Milliarden Litern bis 2012. Die neue Norm bedeutet, dass 20 Prozent des Benzins für den Straßenverkehr im Jahr 2022 aus Biokraftstoffen bestehen würden. Großbritannien hat eine ähnliche Biokraftstoff-Pflicht, die 5 Prozent bis 2010 zum Ziel hat. Japans neue Strategie für langfristige Ethanol-Erzeugung

peilt 6 Milliarden Liter/Jahr bis 2030 an, die 5 Prozent der Transportenergie ausmachen. China hat Zielvorgaben für umgerechnet 13 Milliarden Liter Ethanol und 2,3 Milliarden Liter Biodiesel bis 2020 abschließend formuliert. Südafrikas neue Biokraftstoff-Strategie peilt 4,5 Prozent Biokraftstoff-Anteil an. Portugal und Frankreich beschlossen eine Vorgabe von 10 Prozent der Transportenergie bis 2010 bzw. 2015. Belgien und Kroatien gaben ein Ziel von 5,75 Prozent bis 2010 vor. Und die EU-Kommission legte eine neue EU-weite Vorgabe von 10 Prozent der Transportenergie bis 2020 fest und erweiterte damit das vorherige EU-weite Soll von 5,75 Prozent bis 2010.<sup>59</sup>

Kraftstoffsteuer-Befreiungen und Produktions-subventionen sind heute bedeutende Instrumente der Biokraftstoff-Politik. Die umfangreichsten Produktions-subventionen gibt es in den USA, wo die Bundesregierung eine Steuergutschrift von 51 Cent je Gallone [ca. 10 Eurocent/Liter] für Ethanol-Beimischung bis 2010 inkl. sowie 43 Cent/Gallone [ca. 8,7 Eurocent/Liter] für Biodiesel bis 2008 inkl. vorsieht. Eine Reihe von US-Staaten bietet auch Produktionsanreize und Umsatzsteuerermäßigungen oder -befreiungen an. Kanada hat ebenso vor kurzem föderale Biokraftstoff-Produktionssubventionen in Höhe von 10 CAD-Cent/Liter [ca. 7,2 Eurocent/Liter] für Ethanol und 20 CAD-Cent/Liter [ca. 14,4 Eurocent/Liter] für Biodiesel gesetzlich verankert. Diese Subventionen gelten für die ersten drei Jahre, nehmen danach ab und steigern voraussichtlich die Ethanol-Produktion auf 2 Milliarden Liter/Jahr und die Biodiesel-Produktion auf 0,6 Milliarden Liter/Jahr. Andere Länder mit Steueranreizen sind u.a. Argentinien, Bolivien, Brasilien, Kolumbien und Paraguay.<sup>60</sup>

Steuerbefreiungen für Biokraftstoffe gibt es in mindestens 10 EU-Ländern, darunter Belgien, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Litauen, Slowenien, Spanien und Schweden. In Deutschland gab es eine Befreiung, die aber 2007 aufgehoben wurde. Irland gab 2006 Sonderbeihilfen in Höhe von 265 Millionen Euro bis inkl. 2010 bekannt, inkl. einer Verbrauchssteuerentlastung für Biokraftstoffe in Höhe von 200 Millionen Euro. Weitere OECD-Länder mit Kraftstoffsteuer-Befreiungen sind u.a. Kanada (ab 2008) und Australien. Kraftstoffsteuer-Befreiungen gibt es auch in einigen Entwicklungsländern, darunter Argentinien, Bolivien, Kolumbien und Südafrika. Kraftstoffsteuer-Befreiungen fallen oft mit anderen Arten von Steuervorteilen für Biokraftstoff-Investitionen und -Handel zusammen.

## Ökostrom-Bezug und Ökostrom-Zertifikate

Derzeit gibt es in Europa, den USA, Kanada, Australien und Japan über 4 Millionen Ökostrom-Verbraucher. Ökostrom-Bezug und Umwelttarif-Programme von Stromversorgungs-firmen nehmen zu und werden mit einer Kombination aus

Fördermaßnahmen, Privatinitiativen, Hilfsprogrammen und Staatseinkäufen unterstützt. Die drei Hauptinstrumente für Ökostrom-Bezug sind: Umwelttarif-Programme von Strom-versorgern, konkurrierender Einzelhandelsvertrieb durch Drittproduzenten, der durch Deregulierung/Liberalisierung des Strommarktes ermöglicht wurde (auch "Green Marketing" genannt), und freiwilliger Handel mit EE-Zertifikaten.\* Mit expandierenden Märkten sind die Preisaufschläge für Ökostrom gegenüber konventionellem Strom in der Regel weiterhin gesunken.<sup>61</sup>

In Europa gibt es Ökostrom-Bezug und Stromversorgungs-Umwelttarife seit Ende der 1990er Jahre. In den meisten Ländern ist der Marktanteil von Ökostrom immer noch klein, weniger als 5 Prozent, selbst in Ländern mit liberalisierten Einzelhandelsmärkten wie etwa Finnland, Deutschland, Schweden, Schweiz und Großbritannien. Die Niederlande waren führend bei der Zahl von Ökostrom-Verbrauchern, teilweise wegen hoher Steuern auf Strom aus Fossilbrennstoffen in Verbindung mit Steuerbefreiungen für Ökostrom und Medienkampagnen. In den Jahren 2006/2007 gab es ca. 2,3 Mio. Ökostrom-Verbraucher, fast 30 Prozent aller holländischen Haushalte. Diese Zahl war aber gegenüber mehr als 3 Mio. in früheren Jahren gesunken, da die Fossilbrennstoff-Steuer und die Befreiung aufgehoben wurden. Auch Schweden hat einen ansehnlichen Ökostrom-Markt, der größtenteils aus nicht im Wohnungsbereich angesiedelten Beziehern besteht. Deutschlands Ökostrom-Markt ist seit 1998 mit über 750.000 Verbrauchern im Jahr 2006 stetig gewachsen. In einigen europäischen Ländern wurden zur Stärkung des Verbrauchervertrauens Ökostrom-Label eingeführt, so z. B. "ok-power" in Deutschland und "nature-made star" in der Schweiz. Im Jahr 2005 lag das Volumen des jährlichen europäischen Ökostrom-Marktes bei 27 Terawatt-Stunden (TWh), davon 15 TWh in den Niederlanden, 7,5 TWh in Schweden und 2 TWh in Deutschland.

Einundzwanzig europäische Länder sind Mitglieder im Europäischen Energiezertifikatesystem [European Energy Certificate System - EECS]; das ist ein System, das die Ausgabe, Übertragung und Einlösung freiwilliger EE-Zertifikate (EEZ) ermöglicht. Das EECS hat auch angefangen, in Verbindung mit EEZ "Herkunftsnachweise" zu liefern, mit denen Ökostrom-Erzeuger die Herkunft aus einem erneuerbaren Energieträger belegen können (gemäß Festlegung in einer EU-Richtlinie von 2001 und einer Durchführungsverordnung von 2004). In den ersten 10 Monaten von 2007 wurden Zertifikate für 100 TWh ausgegeben, eine Steigerung gegenüber 67 TWh für alle Zertifikate im Jahr 2006. Wasserkraft dominiert mit 93 Prozent der Zertifikate in 2007 - gegenüber 81 Prozent in 2006 - zunehmend den Zertifikate-Handel (Norwegen, ein Großproduzent von Wasserkraft-Strom, emittierte 60 Prozent aller Zertifikate in 2007.). Ohne Wasserkraft wurden Zertifikate für ca. 4 TWh in den ersten 10 Monaten

\* EE-Zertifikate erfüllen in einigen Ländern möglicherweise eine andere Funktion, im Unterschied zum freiwilligem Handel: die der Befähigung, Quotenverpflichtungen zu erfüllen.

**Tabelle 3: Ausgewählte Städte mit Zielen und/oder Richtlinien für Erneuerbare Energien**

Stadt	Ziele für Erneuerbare Energien	Ziele für CO <sub>2</sub> -Reduktion	Richtlinien für solare Warmwasserbereitung	Richtlinien für Photovoltaik	Stadtplanung, Pilotprojekte und anderes
Adelaide, Australien	✓	✓			✓
Austin (Texas), USA	✓	✓			✓
Barcelona, Spanien			✓		
Berlin, Deutschland		✓	✓	✓	
Betim, Brasilien		✓	✓		✓
Kapstadt, Südafrika	✓	✓			✓
Chicago, USA	✓				
Daegu, Korea	✓	✓			✓
Freiburg, Deutschland	✓	✓	✓	✓	✓
Gwangju, Korea	✓	✓			✓
Den Haag, Niederlande		✓			
Leicester, UK	✓				✓
London, UK		✓			
Malmö, Schweden		✓			✓
Melbourne, Australien	✓	✓			✓
Mexiko City, Mexiko				✓	✓
Minneapolis, USA	✓				✓
Nagpur, Indien		✓	✓	✓	
New York, USA		✓		✓	✓
Oxford, UK	✓	✓	✓	✓	✓
Portland, USA	✓	✓	✓	✓	✓
Rizhao, China			✓	✓	
Salt Lake City, USA	✓	✓			✓
Santa Monica, USA	✓				✓
São Paulo, Brasilien			✓		
Sapporo, Japan		✓			✓
Stockholm, Schweden	✓	✓			✓
Toronto, Kanada		✓			
Tokio, Japan	✓		✓	✓	✓
Townsville, Australien			✓	✓	
Vancouver, Kanada		✓			
Växjö, Schweden	✓	✓	✓	✓	✓
Woking, UK	✓	✓	✓	✓	✓

Quelle: Siehe Endnote 62.

von 2007 ausgegeben, verglichen mit 12 TWh für alle Zertifikate im Jahr 2006. Bei einem wachsenden Anteil von EEZ ist die Herkunftsnachweis-Auskunft eingearbeitet, da immer mehr Länder und Emittenten registriert werden.

Die USA hatten über 600.000 Ökostrom-Verbraucher, die 2006 geschätzte 12 TWh bezogen, eine Zunahme gegenüber 8,5 TWh im Jahr 2005. Die Ökostrom-Aufschläge im Einzelhandel für private und kleine gewerbliche Verbraucher betragen meist 1-3 USD-Cent/kWh, wobei jetzt einige Aufschläge unter 1 Cent/kWh liegen. Der Ökostrom-Bezug begann so richtig erst Ende der 1990er Jahre, und in den letzten Jahren ist der Markt rasant gewachsen. Mindestens 3 GW Ökostrom-Leistung werden durch den Ökostrom-Markt gestützt. Gegenwärtig bieten über 700

Stromversorger in den USA Umwelttarif-Programme an. Vorschriften in über sechs Bundesstaaten verlangen von Versorgungsunternehmen und Stromlieferanten, ihren Kunden Ökostrom-Produkte anzubieten. Viele Großfirmen in den USA, von Luft- und Raumfahrtunternehmen bis hin zu Naturkost-Firmen, kaufen freiwillig Ökostrom-Produkte. Die Aktion "Green Power Partnership" der US-Umweltschutzbehörde hatte über 700 Partner, die zusammen über 9 TWh Ökostrom jährlich bezogen - Stand Mitte 2007. Und ein Zertifizierungsprogramm "Green-e" hat zum Aufbau von Glaubwürdigkeit im Markt beigetragen.

Andere Länder können ebenfalls Zuwächse beim Ökostrom-Bezug verzeichnen. Ende 2007 gab es in Australien 650.000 Ökostrom-Verbraucher, die 400



Gigawatt-Stunden (GWh) von einer Vielzahl von Einzelhändlern bezogen, und der Markt nimmt rasant zu. Australien hat gleichfalls einen EEZ-Handel entwickelt, um die Einhaltung seines nationalen Portfolio-Standards zu erleichtern. In Kanada bieten über zwölf Organisationen, darunter Stromversorger und unabhängige Marktteilnehmer, ihren Kunden Ökostrom-Optionen an. Ende 2003 bezogen etwa 20.000 Verbraucher Ökostrom über diese Programme. In Südafrika hat eine Gesellschaft damit begonnen, Einzelhandelskunden Ökostrom anzubieten; bis dato wird Strom aus Bagasse [Zuckerrohrabfällen] von Zuckerfabriken verkauft, aber die Firma plant auch, gegebenenfalls auf Wind und andere Energiequellen zu expandieren.

Im Ökostrom-Zertifizierungssystem Japans wurden 2006 Zertifikate für 58 GWh verkauft, primär an Firmenkunden, nicht gewinnorientierte Organisationen und Kommunen, und zu einem kleinen Teil an private Haushalte. Die Japan Natural Energy Company ist Hauptverkäufer von Zertifikaten und zählt zu ihren Kunden über 50 Großfirmen wie Sony, Asahi, Toyota und Hitachi. Die Ökostrom-Aufschläge betragen meist 3–4 Yen/kWh [ca. 1,8–2,5 Eurocent/kWh]. In Japan laufen weitere Initiativen für Ökostrom, so etwa das "Green Energy Purchasing Network", das 2007 von der Stadtverwaltung von Tokio gebildet wurde, um Kommunalverwaltungen aus ganz Japan zu vereinen, die gewillt waren, Ökostrom zu fördern. Einige Stromversorgungsfirmen bieten einen Ökostrom-Fonds an, mit dem Kunden freiwillig zur Unterstützung von Ökostrom-Investitionen beitragen können (in Form von monatlichen "Spenden"); etwa 35.000 Kunden taten dies bereits Anfang 2007.

## Kommunalpolitische Maßnahmen und Instrumente

Weltweit setzen Städte Regelungen in Kraft, um Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren und erneuerbare Energien zu fördern (siehe Tabelle 3, Seite 32). Facettenreich sind die Motive, darunter Klimaschutz, bessere Luftqualität und nachhaltige lokale Entwicklung. Mehrere Großstädte haben sich 2006/2007 neue Verpflichtungen auferlegt. London z. B. hat ein Ziel bekannt gegeben, die Emission von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) um 20 Prozent bis 2010 gegenüber den Werten von 1990 zu verringern, und um 60 Prozent bis 2050. New York City verkündete seinen "PlaNYC 2030", der Maßnahmen zur Förderung von Solaranlagen, ein Pilotprojekt für das erste CO<sub>2</sub>-neutrale Gebäude der Stadt sowie mehr dezentrale Erzeugung beinhaltet. Tokio plante ein ehrgeiziges Ziel von 20 Prozent des Energie-Gesamtverbrauchs in der Stadt bis 2020, eine deutliche Steigerung gegenüber derzeit weniger als 3 Prozent. Die Vorgabe Tokios sollte 2008 im Rahmen seines "Environment Basic Plan" formell beschlossen werden, und eine Reihe neuer Maßnahmen befand sich im Prüfungsstadium. Später verabschiedete Tokio einen Haushalt von 50 Mrd. Yen [ca. 325 Mio. Euro], um bis 2020 sein Parallelziel der CO<sub>2</sub>-Reduzierung um 25 Prozent gegenüber den Werten von 2000 zu erreichen; ein Teil des

Budgets wird für erneuerbare Energien verwendet werden. Im Zusammenhang mit dieser Vorgabe bildete ein Gremium aus Privatunternehmen und Stromerzeugern einen "Ausschuss für Solarenergie-Expansion", um 1 GW zusätzliche PV- und Solarthermie-Leistung bis 2017 innerhalb Tokios anzupeilen.<sup>62</sup>

Viele andere Städte weltweit haben 2006/2007 gleichfalls neue politische Linien eingeschlagen. In Deutschland erhöhte z. B. die Stadt Freiburg ihr Ziel für CO<sub>2</sub>-Senkung auf 30 Prozent bis 2030, mit Maßnahmen wie Kraft-Wärme-Kopplung und Bau von Solar-Passivhäusern. In Kanada gab Vancouver ein Ziel vor, dass alle Neubauten in der Stadt bis 2030 CO<sub>2</sub>-neutral sein sollten, und Toronto legte einen "Ökoenergie-Fonds" in Höhe von 20 Millionen \$ auf, um EE-Investitionen zu fördern. In den Vereinigten Staaten fasste die Stadt Austin in Texas einen Klimaschutz-Beschluss, der einen strengeren Renewable Portfolio Standard [RPS] von 30 Prozent Ökostrom bis 2020 fordert, wobei bis 2012 städtische Gebäude 100 Prozent ihrer Energie aus EE-Trägern beziehen sollen. Die Stadt Bolder in Colorado beschloss die erste CO<sub>2</sub>-Steuer in den USA, die auf den Bezug von Strom aus Fossilbrennstoffen erhoben wird; der Bezug von erneuerbarer Energie (Ökostrom) ist davon befreit. Einige Kommunen in Großbritannien verlangen heute für alle neuen Gebäude, die bestimmte Größenschwellen überschreiten, EE-Ressourcen vor Ort.<sup>63</sup>

Die übernommenen EE-Ziele sind ihrer Art nach ziemlich verschieden. Viele Städte haben Zukunftsziele von 10–20 Prozent Anteil am gesamten Stromverbrauch beschlossen. Beispiele dafür sind Adelaide in Australien, Kapstadt in Südafrika, Freiburg in Deutschland, Sacramento in den USA und Woking in Großbritannien. Diese Vorgaben beziehen sich meist auf irgendein Jahr im Zeitrahmen 2010–2020. Manche Ziele betreffen den Anteil am Gesamtenergieverbrauch und nicht nur am Strom; Beispiele dafür sind Leicester in Großbritannien mit einem Plansoll von 20 Prozent bis 2020 und Daegu in Korea mit einer Vorgabe von 5 Prozent bis 2010 (National hat Korea "Energy Vision 2030" beschlossen, einen Plan für Kommunen, bis 2030 einen Energieanteil von 9 Prozent zu erreichen.). Andere Ziele von Städten betreffen die installierte Leistung, wie etwa in Oxford in Großbritannien und Kapstadt in Südafrika, die beide 10 Prozent an Häusern bzw. Eigenheimen mit Solar-Warmwasser bis 2010 anstreben (und in Oxford auch Photovoltaik). Barcelona in Spanien will bis 2010 Solar-Warmwasseranlagen mit einer Gesamtfläche von 100.000 qm haben. Salt Lake City in den USA strebt 10 Prozent der von neuen Gebäuden genutzten Energie an. Melbourne in Australien hat 25 Prozent des Wohngebäudestroms und 50 Prozent der öffentlichen Beleuchtung aus EE-Trägern bis 2010 im Visier.

Städte haben sich auch Reduktionsziele für CO<sub>2</sub>-Emissionen zu eigen gemacht, meist eine Senkung von 10–20 Prozent bis 2010–2012, ausgehend von einem Grundlinien-Niveau (in der Regel Werte von 1990), und in Übereinstimmung mit der Form von Zielen des Kyoto-Protokolls. Beispiele dafür sind Berlin und Freiburg (beide 25 Prozent), Gwangju in Korea (20 Prozent), Malmö in Schweden (25 Prozent), Melbourne in Australien (20 Prozent), Portland in

Oregon, USA (10 Prozent), Sapporo in Japan (10 Prozent), Växjö in Schweden (70 Prozent bis 2025 in ausgewählten Zielbereichen) sowie Toronto und Vancouver in Kanada (beide 30 Prozent bis 2020). Den Haag in Holland plante für die Kommunalverwaltung einen CO<sub>2</sub>-neutralen Verbrauch (Null Netto-Emissionen) bis 2006 und für die ganze Stadt einen CO<sub>2</sub>-neutralen Verbrauch auf lange Sicht. Adelaide in Australien plant Null Netto-Emissionen bis 2012 bei Gebäuden und bis 2020 im Transportwesen. Und Stockholm in Schweden hat vor, die Emissionen unter eine Pro-Kopf-Schwelle zu senken. Es gibt auf Stadtebene oft eine starke Verknüpfung zwischen den Reduktionszielen für CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Zielen, Maßnahmen und Programmen für erneuerbare Energien. Växjö z. B. hat in Zielbereichen die Emissionen gegenüber dem Niveau von 1993 bereits um 24 Prozent gesenkt, und zwar durch eine Kombination aus Biomasse-Energie für Fernwärme und Verkehr sowie Solarstrom und -wärme für Gebäude.<sup>64</sup>

Eine Reihe von Städten hat sich für den Bezug von Ökostrom für kommunale Gebäude und Betriebe entschieden. Beispiele sind Portland in Oregon und Santa Monica in Kalifornien, die 100 Prozent ihres Strombedarfs als Ökostrom beziehen. Woking in Großbritannien peilt 100 Prozent bis 2011 an. Zu anderen US-Städten, die Ökostrom beziehen - meist 10-20 Prozent ihres städtischen Bedarfs - zählen Chicago, Los Angeles, Minneapolis und San Diego. Melbourne will mit erneuerbaren Energien und anderen Maßnahmen bis 2020 Null CO<sub>2</sub>-Emissionen netto aus städtischen Betrieben erreichen. Neben Ökostrom verlangen einige Städte Biokraftstoffe in öffentlichen Verkehrsmitteln und/oder städtischen Fahrzeugen, wie etwa Betim in Brasilien und Stockholm.

In einer großen Zahl von Städten weltweit wird Stadtplanung sichtbar, bei der erneuerbare Energie integriert ist. Über die Hälfte aller Stadtgemeinden in Japan haben solche weitblickenden Vorstellungen im Rahmen eines Programms "Regional New Energy Vision" entwickelt, ebenso wie einige Präfekturen und die Stadt Yokohama City. Zu weiteren Beispielen zählen Göteborg und Stockholm, beide mit Visionen und einer Langzeitplanung bis 2050, um größtenteils oder ganz frei von fossilen Brennstoffen zu werden, und "Salt Lake City Green", ein umfassendes, langfristiges Umweltplanungsprogramm in den USA.

Die von Kommunen vorangetriebene Erschließung erneuerbarer Energieträger tritt auch in einigen Ländern in Erscheinung. In einer Gruppe japanischer Städte wurden bis 2007 neun Windparks mit einer Gesamtleistung von 20 MW vollendet, die im Eigentum der Kommunen stehen und von diesen finanziert wurden; die Mittelbeschaffung für weitere Investitionen wurde derweil fortgesetzt. In Iida City in der Präfektur Nagano wurde seit 2005 ein auf Kommunen gerichteter Investment-Fonds für Photovoltaik und Energieeffizienz von über 200 Mio. Yen [ca. 1,25 Mio. Euro] betrieben. In Spanien ist 2007 eine 10-MW-Photovoltaikanlage in Betrieb gegangen. Die Anlage gehört über 750 Bürgern der Kommune Milagro in der Provinz Navarra und trägt zu einem großen Anteil (60 Prozent) regenerativer Energiequellen an der Stromversorgung von Navarra bei.

Kommunen schließen sich zusammen, um Ressourcen zu teilen und über Interessenverbände oder Fördernetze Gemeinschaftsverpflichtungen einzugehen. So wurde z. B. auf der UN-Weltklimakonferenz auf Bali in Indonesien im Dezember 2007 das Weltklimaschutzabkommen der Bürgermeister und Kommunen in die Wege geleitet. Die Unterzeichner sind sich einig, die jährliche Treibhausgas-minderung zu messen und darüber Bericht zu erstatten sowie Emissionsminderungen herbeizuführen, einschließlich erneuerbarer Energien, um bis zum Jahr 2050 die weltweiten Treibhausgasemissionen um 60 Prozent gegenüber den Werten von 1990 zu verringern. Dieses Abkommen folgte einigen anderen, wie etwa dem Klimaschutzabkommen von US-Bürgermeistern [U.S. Mayors' Climate Protection Agreement], das bis 2012 eine Minderung um 7 Prozent gegenüber den Werten von 1990 zum Ziel hat und an dem jetzt über 700 US-Städte beteiligt sind. Es gibt heute viele Verbände und Initiativen mit ähnlichen Zielen, so z. B. den Weltbürgermeisterrat zum Klimawandel [World Mayors Council on Climate Change - WMCC], die "European Solar Cities Initiative", die "International Solar Cities Initiative", das "Australian Solar Cities Program", die "Local Renewables Model Communities Initiative" des Internationalen Rates für Kommunale Umweltinitiativen [International Council for Local Environmental Initiatives - ICLEI] und die ICLEI-Kampagne "Städte für Klimaschutz" [Cities for Climate Protection].<sup>65</sup>

## 5. ERNEUERBARE ENERGIE FÜR LÄNDLICHE GEBIETE (INSELSYSTEME)

**D**ie üblichen Anwendungen für erneuerbare Energien im ländlichen (Inselsystem-) Gebrauch sind Kochen, Beleuchtung und andere kleine elektrische Anwendungen, Antriebsenergie, Wasserpumpen sowie Heizung und Kühlung. Diese Anwendungen sind in Tabelle 4 aufgeführt, die die "traditionellen" Anwendungen und Technologien der "ersten Generation" (z. B. unverarbeitete Biomasse und kleine Wasserkraft) zusammen mit denen der "zweiten Generation" (z. B. Wind, Solarenergie, Biomassevergasung und kleinste Wasserkraft) darstellt. Auch wenn den Technologien der zweiten Generation viel entwicklerische Aufmerksamkeit zugekommen ist, erinnern Experten für ländliche Entwicklung die Forschung immer wieder daran, wie ungebrochen wichtig die Anwendungen der ersten Generation immer noch sind, vor allem in wenig entwickelten Ländern. Dieser Abschnitt diskutiert einige der ländlichen Energieanwendungen aus Tabelle 4 widmet sich dann den ländlichen Elektrifizierungsmaßnahmen.<sup>66</sup>

Das wichtigste "traditionelle" Verfahren besteht im Verbrennen von Feuerholz, landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Abfällen (Resten), Dung und anderen unverarbeiteten Biomassebrennstoffen zum häuslichen Kochen und Heizen und weiteren Bedürfnissen an Prozesswärme. Manchmal wird Biomasse in Kohle umgewandelt und kommerziell auf Märkten verkauft. Biomasse macht einen großen Teil der Energieversorgung in vielen Entwicklungsländern aus. Im Jahr 2001 betrug dieser Anteil in Afrika 49%, in Asien 25% und in Lateinamerika 18%. In einigen afrikanischen Ländern ist dieser Anteil noch viel höher, so liegt er in Guinea und Niger bei 90% und in Mali bei 80%. Im Jahr 2000 verbrauchten Haushalte im Subsahara Gebiet knapp 470 Millionen Tonnen Holz als Brennstoff, auch in Form von Holzkohle (0,72 Tonnen pro Kopf). Zum Vergleich: Indien und China verbrauchten zusammen 340 Millionen Tonnen. Im subsaharischen Afrika sind Holz oder Ernteabfälle die primären Quellen für Haushaltsenergie, dies gilt für 94% der ländlichen und 41% der städtischen Haushalte. Kohle ist die Primärquelle für Haushaltsenergie in 4% der ländlichen und 34% der städtischen Haushalte. Kerosin ist die Primärquelle für Haushaltsenergie in 2% der ländlichen und 13% der städtischen Haushalte.<sup>67</sup>

Die Kosten und negativen gesundheitlichen Auswirkungen des traditionellen Biomasse-Gebrauchs (und die korrespondierenden Vorteile verbesserter Biomasseöfen und anderer Technologien) gehen über den Rahmen dieses Berichtes hinaus, sind jedoch überaus wichtige Faktoren. Ein großer Teil des Biomassebrennstoffs wird außerhalb der kommerziellen Ökonomie gesammelt, wobei die Sammelzeit einen großen, unvergüteten Zeitaufwand bedeutet, hauptsächlich für Frauen. Die Forscher Majid Ezzati und Daniel Kammen kommen in einem umfassenden Literaturüberblick zu folgendem Schluss: "Zurückhaltende Schätzungen der weltweiten Sterberate in Folge von Luftverschmutzung

durch Festbrennstoffe in Innenräumen zeigen, dass im Jahr 2000 zwischen 1,5 Millionen und 2 Millionen Tode diesem Risikofaktor zuzuschreiben waren. Dies sind 3-4% der Todesfälle weltweit."<sup>68</sup>

### Kochen: Verbesserte Biomasse Kochöfen

Verbesserte Biomasseöfen sparen ca. 10-50% des Biomasseverbrauchs ein, wobei die gleiche Kochleistung gewährleistet wird, die Raumluft unter Umständen extrem verbessert werden kann und Treibhausgase reduziert werden. Verbesserte Öfen sind vor allem in Indien und China produziert und kommerzialisiert worden, wo die Regierungen ihre Benutzung gefördert haben, und in Kenia, wo sich ein großer kommerzieller Markt entwickelt hat. Heute sind auf der ganzen Welt dank einer Vielzahl öffentlicher Programme und erfolgreicher privater Verkäufe in den letzten 20 Jahren etwa 220 Millionen verbesserte Öfen in Gebrauch. Diese Zahl steht im Vergleich zu ca. 570 Millionen Haushalten weltweit, die von traditioneller Biomasse als primärem Kochbrennstoff abhängen. Die 180 Millionen verbesserter Öfen in China repräsentieren nun 95% solcher Haushalte. Indiens 34 Millionen verbesserte Öfen repräsentieren ca. 25% solcher Haushalte.<sup>69</sup>

In Afrika haben die Bemühungen in Forschung, Verbreitung und Kommerzialisierung der letzten Jahrzehnte dazu geführt, dass eine Auswahl verbesserter Kohleöfen und inzwischen auch Holzverbrennungsöfen benutzt werden. Viele dieser Ofenkonzepte, wie auch die Programme und politischen Maßnahmen, die ihre Kommerzialisierung unterstützt haben, waren sehr erfolgreich. Sie zogen ein begleitendes Netzwerk von Herstellern, Großhändlern und Einzelhändlern nach sich. Nicht-Regierungsorganisationen und kleine Unternehmen bewerben und vertreiben Öfen. Inzwischen gibt es in Afrika über 8 Millionen verbesserte Öfen. Mit über 3 Millionen Öfen liegt Kenia dabei an erster Stelle. Der Kenya Ceramic Jiko Ofen (KJC) steht in mehr als der Hälfte aller städtischen Haushalte und in etwa 16-20% der ländlichen Haushalte in Kenia. Verbesserte Öfen vom Typ KCJ sind auch im gesamten subsaharischen Afrika weit verbreitet, unter anderem in Burkina Faso, Burundi, Äthiopien, Ghana, Mali, Rwanda, dem Senegal, dem Sudan, Tanzania und Uganda. Es gibt, alle Typen zusammengekommen, heute mindestens drei Millionen verbesserte Öfen in Äthiopien, 1,3 Millionen in Südafrika, 250.000 im Senegal, 200.000 im Niger und in Burkina Faso, 170.000 in Uganda, 150.000 in Ghana und eine bedeutende Anzahl auch in Eritrea, Tansania und Zimbabwe. Im Sudan sind 100.000 verbesserte Öfen (dort als Tara-Öfen bekannt) unter Binnenvertriebenen in der Darfur-Region verteilt worden und es bestehen Pläne, diese Zahl auf 300.000 zu erhöhen.

Mindestens ein Drittel der afrikanischen Länder haben Programme für verbesserte Biomasseöfen und viele weitere haben versprochen, die Technologieentwicklung zu unter-

**Tabelle 4: verbreitet existierende Anwendungen Erneuerbarer Energien in ländlichen (nicht elektrifizierten) Gebieten**

Energiedienstleistung	Anwendung Erneuerbarer Energien	Konventionelle Brennstoffe
Kochen (privat, kommerzielle Herde und Öfen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• direkte Biomasseverbrennung (Brennholz, Ernteabfälle, Restholz, Dung, Holzkohle und andere)</li> <li>• Biogas aus Klein-Digester (dimensioniert für Haushalte)</li> <li>• Solarkocher</li> </ul>	LPG, Petroleum
Beleuchtung und andere kleine Elektrizitätsanwendungen (Häuser, Schulen, Straßenbeleuchtung, Telekommunikation, Werkzeuge, Impfstofflagerung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserkraft (Piko-, Mikro und kleine Wasserkraft)</li> <li>• Biogas aus Klein-Digester (dimensioniert für Haushalte)</li> <li>• Kleine Biomasse-Vergaser mit Gasmotor</li> <li>• Kleinnetze (Dorf) und Solar/Wind-Hybrid-Systeme</li> <li>• „Solar Home Systems“</li> </ul>	Kerzen, Petroleum, Batterien, zentrale Akku-Ladestationen, Dieselsegeneratoren
Prozess-Antriebskraft (Kleinindustrie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kleine Wasserkraft und Elektromotor</li> <li>• Biomasse-Stromerzeugung und Elektromotor</li> <li>• Biomassevergasung und Gasmotor</li> </ul>	Dieselmotoren und –Generatoren
Wasserpumpen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mechanische Windkraft-Pumpen</li> <li>• Photovoltaik-Pumpen</li> </ul>	Dieselpumpen
Heizen und Kühlen (Trocknen der Ernte und andere landwirtschaftliche Prozesse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse-Verbrennung</li> <li>• Biogas aus kleinen und mittelgroßen Digestern</li> <li>• Solare Ernte-Trockner</li> <li>• Solar Wasser-Erhitzer</li> <li>• Eisbereitung zur Nahrungskonservierung</li> </ul>	LPG, Petroleum, Dieselsegeneratoren

stützen, zu informieren, Projekte zu fördern und generell der ländlichen Bevölkerung, die zur Zeit traditionelle Biomasse benutzt, den Zugang zu moderner Kochenergie zu ermöglichen. Zu diesen zählen Botswana, Malawi, Namibia, Sambia, Swaziland, Tansania und Uganda. Zuletzt hat Uganda 2007 das Ziel bekanntgegeben, die Zahl der verbesserten Öfen bis 2017 auf vier Millionen zu erhöhen. Zusätzlich hat das Forum der Afrikanischen Energieminister sich auf breiter Ebene verpflichtet, den ländlichen afrikanischen Haushalten innerhalb von 10 Jahren den Zugang zu modernen Energieanwendungen, wie verbesserten Kochherden zu gewährleisten.

Die Ökonomische Gemeinschaft der Westafrikanischen Staaten verpflichtete sich, der gesamten ländlichen Bevölkerung moderne Kochenergie zu bieten – über 300 Millionen Menschen. Und Marokko versprach eine Million verbesserte Herde bis 2015.

### **Kochen und Beleuchtung: Biogas-Anlagen (Fermentation)**

Ungefähr 25 Millionen Haushalte weltweit beziehen die Energie für Beleuchtung und zum Kochen aus Biogas, das in Anlagen von Haushaltsgröße (die anaerobe Fermenter genannt werden) erzeugt wird. Das beinhaltet 20 Millionen Haushalte in China, 3,9 Millionen in Indien und 150.000 Haushalte in Nepal. Zusätzlich zur Energieversorgung zum Kochen und für die Beleuchtung hat Biogas das Leben in ländlichen Haushalten auch indirekt verbessert. Zum Beispiel zeigt die Analyse der Vorteile durch Biogas in Nepal eine Reduzierung des Arbeitspensums für Frauen und Mädchen

von drei Stunden pro Tag und Haushalt, jährliche Einsparungen von 25 Litern Kerosin und drei Tonnen Feuerholz, landwirtschaftlichen Abfällen und Dung pro Haushalt.<sup>70</sup>

In China sind Biogas-Anlagen in Haushaltsgröße weit verbreitet. Ein typischer Fermenter, 6-8 m<sup>3</sup> groß, produziert 300 m<sup>3</sup> Biogas im Jahr und kostet 1500-2000 RMB (200-250\$), je nach Provinz. Da Fermenter auf einer einfachen Technologie beruhen, können sie von kleinen, lokalen Unternehmen vertrieben, oder von den Bauern selbst gebaut werden. 2006 stellte die chinesische Regierung 2,5 Milliarden RMB (320 Millionen Dollar) an Subventionen für Biogasfermenter zur Verfügung (ca. 800-1200 RMB oder 110-160 Dollar pro Stück). Einige Beobachter schätzen, dass inzwischen mehr als eine Million Biogasfermenter jährlich in China produziert werden und die Regierung hat für 2010 30 Millionen und für 2020 45 Millionen als Ziel gesetzt. Über die Anlagen in Haushaltsgröße hinaus gab es einige Tausend mittlere und große industrielle Biogasanlagen in China und es wird erwartet, dass sich die Anzahl solcher Anlagen aufgrund aktueller Biogas-Aktionspläne der Politik vergrößert.

In Indien fördert das Ministerium für Neue und Erneuerbare Energie seit den frühen 1980ern Biogasanlagen in Haushaltsgröße. Das Ministerium subventioniert und finanziert die Errichtung und die Wartung von Biogasanlagen, Schulungen, Maßnahmen zur Steigerung der öffentlichen Wahrnehmung, technische Zentren und die Unterstützung von örtlichen Umsetzungsagenturen. Die bekannte *Khadi and Village Industries* Kommission unterstützt ebenfalls Biogasanlagen. Nepal subventionierte Biogasanlagen für Familien mit 75%, dies geschah im Rahmen des SNV/Biogas-

Unterstützungs-Programms, innerhalb dessen 60 private Biogasunternehmen ihre technischen und kommerziellen Möglichkeiten steigerten, 100 Mikrokredit-Organisationen Mittel zur Verfügung stellten, Qualitätsstandards festgelegt wurden und eine dauerhafte Organisation zur Marktförderung gegründet wurde.

### **Elektrizität, Wärme und Antriebskraft: Biomasse-Vergasung**

Die Biomassevergasung im kleinen Rahmen ist eine zusehends wachsende kommerzielle Technologie in einigen Entwicklungsländern, vor allem in China und Indien. Gas aus einer Vergasungsanlage kann direkt zur Wärme-gewinnung verbrannt werden oder mithilfe von Gasturbinen oder Gasmotoren in Elektrizität und/oder Antriebskraft umgewandelt werden. In einigen chinesischen Provinzen wird mit Biogas gekocht, dass in thermischen Vergasungsanlagen umgewandelt und über ein Rohrsystem zu den Haushalten geleitet wird. Die Gesamtkapazität der Vergasungsanlagen in Indien wurde 2002 auf 35 MW geschätzt, es gab zehn Hersteller, die kleine Vergasungsanlagen und Motoren vertrieben. Auf den Philippinen werden Vergasungsanlagen seit den 1980ern mit Zwei-Kraftstoff-Dieselmotoren gekoppelt und zum Mahlen und Wässern von Reis verwendet. Vergasungsanlagen werden auch in Indonesien, Sri Lanka und Thailand genutzt.

In Indien gab es Projekte, die auf einer kommerziellen Basis Biomassevergasung bei der Produktion und Weiterverarbeitung von Seide und anderen Textilien verwendeten, in diesen Projekten wirkten lokale Unternehmer mit und es gab Amortisationszeiten von nur einem Jahr. So erbringt zum Beispiel die Gewürztrocknung (Kardamom) mit Vergasungsanlagen ein qualitativ hochwertigeres Produkt in einer kürzeren Trockenzeit. Mehr als 85% aller von dieser Technik Profitierenden sind kleine Produzenten mit weniger als zwei Hektar Land. Auch beim Trocknen von Gummi liegt die Amortisationszeit bei unter einem Jahr. Vergasungsanlagen werden außerdem benutzt, um Ziegel zu trocknen, bevor sie in einem Brennofen gebrannt werden. Die Nutzung der Vergasungsanlagen reduziert den Brennstoffverbrauch und den damit verbundenen Rauch sowie die Trockenzeit, führt also zu gesteigerter Produktivität und verbesserten Arbeitsbedingungen. Im Jahre 2006 hatte Indien 70 MW kleine Biomasse-Vergasungsanlagen, die der autarken ländlichen Energiegewinnung (ohne Netzanschluss) dienen.

### **Elektrizität: Mini-Netzwerke/Hybride Systeme in Dorfgröße**

Kleine dörfliche Stromnetze (*mini grids*) können Dutzende oder Hunderte von Haushalten versorgen. Traditionellerweise wurden Mini-Stromnetze in abgelegenen Gegenden oder auf Inseln von Dieselgeneratoren oder kleiner Wasserkraft versorgt. Die Stromgewinnung aus Solaranlagen, Wind oder Biomasse, oft in Mischformen mit Batterien und/oder einem zusätzlichen Dieselgenerator, eröffnet, besonders in Asien, langsam aber sicher Alternativen zum

traditionellen Modell. In China gibt es Zehntausende von Mini-Stromnetzen, die vor allem auf kleiner Wasserkraft basieren und auch in Indien, Nepal, Sri Lanka und Vietnam gibt es Hunderte oder Tausende. Die Anwendung von Windkraft- und Photovoltaik-Technologien in Mini-Stromnetzen und hybriden Systemen liegt immer noch in der Größenordnung von etwa Tausend Systemen weltweit, die meisten davon wurden seit dem Jahr 2000 in China installiert. Das chinesische "Gemeinden Elektrifizierungs-Programm" versorgte von 2002-2004 1,5 Millionen Menschen in 1.000 Gemeinden (etwa 300.000 Haushalte) im ländlichen Raum mit Strom aus Photovoltaik, Wind-/PV-Hybridssystemen und kleinen Wasserkraftsystemen. Von 2002-2004 bekamen mehr als 700 Gemeinden dörfliche PV-Anlagen von etwa 30-150 kW (insgesamt etwa 15 MW). Einige davon waren hybride Systeme mit Windkraft (insgesamt etwa 800 kW Windkraft). Indien, der andere große Markt für Stromerzeugungsanlagen in Dorfgröße, hat 550 kW an Solar/Wind-Hybridssystemen installiert, die einige Tausend Haushalte in Dutzenden von Dörfern versorgen.

### **Wasserpumpen: Wind- und Solarenergie**

Solarenergie und Windkraft gewinnen im Bereich des Wasserpumpens (sowohl für Bewässerungs- als auch für Trinkwasser) immer mehr an Bedeutung. Es entstehen neue Projekte und die Investitionsbereitschaft wächst. Nach jahrzehntelanger Entwicklung werden heute etwa eine Million mechanische Windradpumpen zum Wasserpumpen genutzt, die meisten davon in Argentinien. Eine große Anzahl Windradpumpen wird auch in Afrika verwendet, davon 300.000 in Südafrika, 30.000 in Namibia, 800 in der Republik Kap Verde, 650 in Zimbabwe und zusammen etwa 2.000 in anderen Ländern. Inzwischen gibt es mehr als 50.000 Solarpumpen weltweit, viele davon in Indien. Über 4.000 Solarpumpen (von 200-2.000 Watt) wurden in jüngster Zeit im Zuge des Indischen Solar-Wasserpumpen Programms in den ländlichen Gegenden installiert. In Westafrika werden etwa 1.000 Solarpumpen betrieben. Es gab Spendenprogramme für mithilfe von Solarenergie gefördertes Trinkwasser unter anderem in Argentinien, Brasilien, Indonesien, Jordanien, Namibia, Niger, den Philippinen, Tunesien und Zimbabwe. Eine steigende Zahl kommerzieller Projekte für solarenergetisch gefördertes Trinkwasser (betreffend sowohl das Pumpen als auch die Aufbereitung) sind in den letzten Jahren entstanden, vor allem in Indien, den Malediven und den Philippinen.

### **Elektrizität: Solare Heim- und Gemeinschaftssysteme**

Im Jahr 2007 bezogen mehr als 2,5 Millionen Haushalte in Entwicklungsländern ihre Elektrizität über solare Heim-systeme. Das meiste Wachstum trat ausnahmslos in einigen asiatischen Ländern auf (Bangladesch, China, Indien, Nepal, Sri Lanka und Thailand), wo man das Preisproblem mit Mikrokrediten oder dem Verkauf von kleinen Systemen

für Bargeld in den Griff bekommen hat und wo die Regierung und internationale Spendenprogramme die Märkte unterstützt haben.

In jedem dieser Länder kam es in den letzten Jahren monatlich zu Hunderten und Tausenden von Neuinstallationen. Der größte Markt befindet sich in China, wo über 400.000 Systeme installiert wurden. In Bangladesch sind es nun über 150.000 Haushalte, die über ihr eigenes Solarsystem verfügen und es werden jeden Monat 7.000 mehr. Andere große Märkte außerhalb Asiens sind Kenia, Mexiko und Marokko. Die Pläne einiger lateinamerikanischer Länder könnten das Wachstum der solaren Heimsysteme ebenfalls in diese Regionen bringen, wenn bezüglich der Erschwinglichkeit weiterhin vielversprechende Ansätze wie Subventionen der Regierung und „Nutzung gegen Gebühr“-Modelle folgen. Ein weiteres, stark wachsendes Anwendungsgebiet ist die solare Straßenbeleuchtung - in Indien gibt es inzwischen 55.000 solarbetriebene Straßenlampen. Die Solarelektrizität für Schulen, Krankenhäuser und öffentliche Gebäude auf dem Land ist ebenfalls auf dem Vormarsch.<sup>71</sup>

In Afrika, mit seinem sehr geringen Elektrifikationsgrad auf dem Lande und dem geringen Pro-Kopf-Einkommen, ist die Entwicklung der häuslichen Solarsysteme, mit Ausnahme weniger Länder, nicht so weit fortgeschritten. Nichtsdestoweniger gab es in Afrika mindestens eine halbe Million installierter Systeme. In Kenia gibt es 200.000 Systeme und der Markt wächst, dies hängt zusammen mit Barverkäufen kleiner Module an Haushalte in ländlichen und peri-urbanen Gebieten. In Südafrika sind es 150.000 Systeme und etwas weniger in einigen anderen Ländern. In Uganda gibt es einen 10-Jahres-Plan, der die Nutzung von Solaranlagen in Haushalten, der Kleinindustrie und dem Bildungs- und Gesundheitswesen vorsieht. Andere Länder, wie Mali, Senegal und Tansania haben versucht, begrenzte Subventionen für Heimsolaranlagen und andere ländliche erneuerbare Energien bereitzustellen. In Marokko haben Solarprogramme der staatlichen Stromversorger und Konzessionen für „Nutzung gegen Gebühr“ Angebote zu mehr als 37.000 Anlagen in Tausenden von Dörfern geführt. Weitere 80.000 Anlagen sind bereits in Vorbereitung und es gibt eine Zielvorstellung von 150.000 Anlagen bis 2010 im Rahmen der ländlichen Elektrifikationsplanung.

### Weitere Produktive Nutzungsmöglichkeiten von Wärme und Elektrizität

Produktive Nutzungsmöglichkeiten von Wärme und Elektrizität für Kleinindustrie, Landwirtschaft, Telekommunikation, Gesundheit und Bildung in ländlichen Gegenden sind ein wachsendes Aufmerksamkeitsfeld, was die Anwendung moderner erneuerbarer Energien angeht. Die Beispiele für die industrielle Nutzung umfassen Seidenproduktion, Ziegelherstellung, Trocknen von Kautschuk, Produktion von Handwerkserzeugnissen, Nähen, Schweißen und Tischlern. Beispiele für landwirtschaftliche Anwendungen und solche aus dem Bereich der Nahrungverarbeitung umfassen Bewässerung, Trocknen von Nahrung, Zerkleinern

und Mahlen von Körnern, Herde und Öfen, Eisherstellung, elektrische Viehzäune und Milchkühlung. Anwendungen aus dem Gesundheitsbereich umfassen Impfstoffkühlung und Beleuchtung. Zu den Kommunikationsanwendungen gehören Dorfkinos, Telefone, Computer und Radios. Weitere Einsatzmöglichkeiten für die Gemeinde sind Schul- und Straßenbeleuchtung und Trinkwasseraufbereitung. Trotz dieser Vielzahl potentieller Anwendungsmöglichkeiten sind die tatsächlich existenten Projekte eher spärlich gesät. Nichtsdestoweniger haben in den letzten Jahren die Ansätze, kleine und mittelgroße ländliche Unternehmen zu unterstützen, die erneuerbare Energien in ihrem erzeugenden Gewerbe nutzen, viel Aufmerksamkeit erhalten und zu finanzieller Unterstützung von Banken und internationalen Spendern geführt.

Doch selbst dort, wo die Anwendung erneuerbarer Energien im Bereich der Beleuchtung, des Wasserpumpens, der Kühlung im medizinischen Bereich und der Antriebsenergie langsam etwas mehr Aufmerksamkeit erhält, wird die Nutzung moderner Erneuerbarer zum Heizen immer noch wenig diskutiert und angewandt. Traditionelle Biomassebrennstoffe werden zur Wärmeerzeugung und für wärmebezogene Anwendungen wie Kochen, Heizen, Erntetrocknung, Rösten, landwirtschaftliche Weiterverarbeitung, Brennöfen und kommerzielle Lebensmittelverarbeitung verwendet. Die Anwendung von Solarwärme und weiterentwickelten Biomasse-Technologien beginnen gerade erst, bei der Entwicklungsgemeinschaft ins Bewusstsein zu rücken. Auch die Regierungen der Entwicklungsländer konzentrieren sich mehr auf diese Bereiche. So hat zum Beispiel die indische Regierung umfassende Programme ins Leben gerufen, die die Anwendung von Biomasse im Bereich Elektrizität, Wärme und Antriebskraft in ländlichen Gegenden fördern soll, unter Berücksichtigung von Feuerung, Kraft-Wärme-Kopplung und Vergasung. Diese ländlichen Energieprogramme sind auf alle Formen der Nutzung in Haushalten, Gemeinden und im produzierenden Gewerbe in Hunderten ländlicher Gebiete bezogen.

### Politische Maßnahmen und Programme zur ländlichen Elektrifizierung

Nationale Maßnahmen und Programme zur ländlichen Elektrifizierung haben, zusammen mit internationalen Spendenprogrammen, die erneuerbaren Energien als eine Ergänzung zu „Netzzugangsstrategien“ genutzt und dabei einem steigenden Prozentsatz der ländlichen Bevölkerung geholfen, die keinen Zugang zu den zentralen Stromnetzen hat. Immer noch sind es etwa 350 Millionen Haushalte weltweit, denen ein solcher Zugang fehlt. In Afrika ist der Anteil der ländlichen Bevölkerung mit Zugang zur Elektrizität in manchen Ländern extrem gering – so sind es zum Beispiel 24% an der Elfenbeinküste und in Ghana, 16% im Senegal, 5% in Kenia und Mali und 2% in Sambia. Die hauptsächlichen Möglichkeiten zur Elektrifizierung umfassen die Erweiterung des Stromnetzes, Dieselgeneratoren, die zu Mini-Netzen zusammengeschlossen werden, erneuerbare Energien, die zu Mini-Netzen zusammengeschlossen

werden (unter Nutzung von Mini- und Mikro-Wasserkraft, Solarenergie, Windkraft und/oder Biomassevergasung, manchmal mit Diesel kombiniert) und erneuerbare Energien auf Haushaltsebene (unter Nutzung von kleinen und sehr kleinen Wasserkraftanlagen, *solar home systems* und kleinen Windturbinen). Oft sind die Kosten der traditionellen Netzerweiterung ein Hindernis: in Kenia zum Beispiel betragen die durchschnittlichen Kosten für den Neuanschluss eines Hauses auf dem Land das siebenfache des nationalen Pro-Kopf-Einkommens.

Das Interesse daran, erneuerbare Energie-Technologien zur Stromversorgung in ländlichen und abgelegenen Gebieten als kostengünstige Alternative zur Netzerweiterung zu nutzen, wächst in vielen Entwicklungsländern. Programme zur ländlichen Elektrifikation sehen in einigen Ländern, besonders in Lateinamerika, ganz explizit Investitionen in Solaranlagen im großen Maßstab für einige der mit Strom zu versorgenden Häuser vor. Die Regierungen erkennen ländliche Gebiete an, für die eine Netzerweiterung nicht in Frage kommt und betreiben eine spezielle Förder-Politik für die Erneuerbaren in diesen Regionen, um Netzausbau-Programme zur Elektrifizierung zu ergänzen. Diese Entwicklung kann man weltweit beobachten. Innerhalb des "Luz para Todos"-Programms plante Brasilien, bis 2008 2,5 Millionen Haushalte mit Elektrizität zu versorgen, 200.000 davon mit erneuerbaren Energien. Das chinesische "Gemeinden Elektrifizierungs-Programm" (*Township Electrification Program*), das 2004 größtenteils abgeschlossen war, versorgte eine Million Menschen in ländlichen Gegenden mit erneuerbarer Energie. Mit dem "Abgelegene Dörfer Elektrifikations-Programm" (*Remote Village Electrification Program*) möchte die indische Regierung 18.000 Dörfer mit Strom versorgen, zum Teil mit Technologien der erneuerbaren Energien wie der Biomassevergasung. Der Senegal hat Photovoltaik in seine Bemühungen um ländliche Elektrifizierung miteinbezogen und erhöhte die ländliche Elektrifikationsrate um zusätzlich 3%.

Einige lateinamerikanische Länder wie Bolivien, Chile, Guatemala, Mexiko, Nicaragua und Peru haben vor kurzem neue ländliche Elektrifizierungsprogramme ins Leben gerufen oder alte umgestaltet. Die meisten dieser Länder stellen Bemühungen an, die erneuerbaren Energien als Standardoption für die Elektrifizierung ländlicher Gebiete in den Mittelpunkt zu stellen. So hat zum Beispiel Chile im Zuge seines Eintretens in die zweite Phase eines nationalen ländlichen Elektrifizierungsprogramms die Erneuerbaren als Schlüsseltechnologie anerkannt. In Bolivien wird ein

50%iger Zugang zur Elektrizität bis 2015 und ein vollständiger Zugang bis 2025 angestrebt, dies beinhaltet 25.000 *solar home systems* und kleine Wasserkraftanlagen (5-100 kW) für Tausende von Haushalten. Honduras kündigte im Rahmen seiner allgemeinen Ziele für den Netzzugang eine Quote für Haushalte an, die über Erneuerbare Energien mit Strom versorgt werden sollen.

Aufgrund dieser geplanten Ausweitung von Erneuerbaren Energien in der ländlichen Stromversorgung haben Versorgungsbetriebe und Behörden erkannt, dass rechtliche und behördliche Rahmenbedingungen schnellsten angepasst werden müssen. Tatsächlich sind in den letzten Jahren neue Gesetze und Regelungen in Argentinien, Bolivien, Brasilien, Chile, der Dominikanischen Republik, Guatemala und Nicaragua erschienen.

Zu den asiatischen Ländern mit ausdrücklichen Regelungen für erneuerbare Energien in der ländlichen Stromversorgung zählen Bangladesch, China, Indien, Indonesien, Nepal, die Philippinen, Sri Lanka, Thailand und Vietnam. So verfolgen beispielsweise die Philippinen das Ziel, bis 2009 die völlige Elektrifizierung in den Dörfern abgeschlossen zu haben und sehen in dieser Strategie explizit erneuerbare Energien vor. Indonesien brachte in den zwei Jahren 2006/07 Mittel von umgerechnet 75 Millionen Dollar für ländliche Elektrifizierung auf. Hierbei wurden kleine Wasserkraft, Windkraft und Solarenergie genutzt. Sri Lanka plante, 85% der Bevölkerung mit Zugang zur Elektrizität zu versorgen und führte zu diesem Zweck Direktsubventionierungen ländlicher *solar home systems* durch. Inzwischen gibt es dort über 110.000 Haushalte mit Solaranlagen. In Thailand wurde von 2003-2006 200.000 Haushalten der Zugang zur Elektrizität über Insel-Solaranlagen ohne Netzanschluss eröffnet, was bedeutet, dass ganz Thailand heute mit Elektrizität versorgt wird. Nepal komplettierte ein ländliches Elektrifizierungsprogramm für etwa 20.000 Haushalte mit 170 Mikro-Wasserkraft-Projekten. Im Rahmen des indischen „Integrierten Ländlichen Energie Programms“ (*Integrated Rural Energy Program*), wurden unter Einsatz erneuerbarer Energien bis 2006 über 300 Landstriche und 2.200 Dörfer mit Zugang zur Elektrizität versehen, wobei weitere Projekte in über 800 Dörfern und 700 Weilern in 13 Staaten und Gebieten in der Durchführung waren. Indien beabsichtigt, bis 2032 die Verwendung erneuerbarer Energien zum Kochen, bei der Beleuchtung und der Antriebskraft in 600.000 Dörfern voranzutreiben. Für 2012 gilt dieses Ziel für 10.000 abgelegene Dörfer ohne Zugang zu elektrischem Strom.

## REFERENZ TABELLEN

**Tabelle R1. Erneuerbaren Energien - Neu hinzugekommene und bestehende Leistungen 2006**

	2006 neu hinzugekommen	Bestände Ende 2006
<b>Stromerzeugung (GW)</b>		
Große Wasserkraft	12-14	770
Windturbinen	15	74
Kleine Wasserkraft	7	73
Biomasse (Strom)	n/a	45
Geothermie (Strom)	0.2	9.5
Netzgekoppelte Photovoltaik	1.6	5.1
Ungekoppelte Photovoltaik	0.3	2.7
Solarthermische Kraftwerke (CSP)	< 0.1	0.4
Meeres-(Gezeiten-)Kraftwerke	~ 0	0.3
<b>Warmwasser / Heizung (GWth)</b>		
Biomasse (Wärme)	n/a	235
Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung (verglast)	18	105
Geothermie (Wärme)	n/a	33
<b>Kraftstoffe für Verkehr (Milliarden Liter/Jahr)</b>		
Ethanolproduktion	5	39
Biodieselproduktion	2.1	6

Quelle: Siehe Endnote 2.

**Tabelle R2. Neu hinzugekommene und bestehende Windkraft, Top 10 Länder, 2005 und 2006**

Land	2005 hinzugekommen	Bestand 2005	2006 hinzugekommen	Bestand 2006
Megawatt				
Deutschland	1.810	18.420	2.230	20.620
Spanien	1.760	10.030	1.590	11.620
Vereinigte Staaten	2.430	9.150	2.450	11.600
Indien	1.430	4.430	1.840	6.270
Dänemark	20	3.120	10	3.140
China	500	1.260	1.350	2.600
Italien	450	1.720	420	2.120
Vereinigtes Königreich	450	1.330	630	1.960
Portugal	500	1.020	690	1.720
Frankreich	370	760	810	1.570

Anmerkung: Insgesamt kamen 2006 15 GW hinzu, die Gesamtkapazität lag bei 74 GW. 2007 wurden geschätzt zusätzliche 21 GW installiert, wodurch sich die Gesamtkapazität auf 95 GW erhöhte. Quelle: Siehe Endnote 5.



**Tabelle R3. Programme für solare, netzgekoppelte Aufdach-Anlagen, 2002–2006**

Land	Zusätzlich 2002	Zusätzlich 2003	Zusätzlich 2004	Zusätzlich 2005	Zusätzlich 2006	Bestand 2005	Bestand 2006
Megawatt							
Japan (Sonnenschein)	140	170	230	—	—	1.250	1.540
Japan (Rest)	40	50	40	310	290		
Deutschland	80	150	600	860	830*	1.900	2.800*
Kalifornien	—	—	47	55	70	220	320
restliche USA	—	—	10	10	30		
Spanien	5	5	12	23	106	50	160
weitere EU	—	—	—	—	30	130	160
Südkorea	—	—	3	5	20	15	35
Rest der Welt	—	—	—	> 20	> 50	> 30	> 80
Gesamt hinzugekommen	270	400	900	1.250	1.600		
Kumulierter Wert						3.500	5.100

*Anmerkung:* Die Schätzungen für 2007 liegen bei 2,7 GW für neu installierte Anlagen und 7,8 GW für bestehende (nur netzgekoppelte). Es handelt sich um geschätzte Werte, die Änderungen unterworfen sind, sobald neue Zahlen vorliegen. Ein unbekannter Teil der deutschen und japanischen Zahlen bezieht sich auf nicht-netzgekoppelte Anlagen, der Anteil in Deutschland ist eher gering. Sie liegt in Japan schätzungsweise bei 150 MW (kumulativ) für 2005. Die japanischen Daten liegen nach Geschäftsjahren vor, die im März enden. Diese Zahlen wurden für diese Tabelle in Kalenderjahre umgerechnet. (\*) In Deutschland kamen 2006 je nach Quelle zwischen 830–1,050 MW hinzu, kumulativ bis zu 3050 MW. *Quelle:* Siehe Endnote 8.

**Tabelle R4. Installierte elektrische Leistung für regenerative Stromerzeugung 2006**

Technologie	Weltweit Entwicklungs-				Vereinigte				
	insgesamt	länder	EU-25	China	Deutschland	Staaten	Spanien	Indien	Japan
Gigawatt									
Windkraft	74	10,1	48,5	2,6	20,6	11,6	11,6	6,3	1,6
Kleine Wasserkraft	73	51	12	47	1,7	3,0	1,8	1,9	3,5
Biomasse (Strom)	45	22	10	2,0	2,3	7,6	0,5	1,5	> 0,1
Geothermie (Strom)	9,5	4,7	0,8	~ 0	0	2,8	0	0	0,5
Netzgekoppelte Photovoltaik	5,1	~ 0	3,2	~ 0	2,8	0,3	0,1	~ 0	1,5
Solarthermische Kraftwerke CSP	0,4	0	~ 0	0	0	0,4	< 0,1	0	0
Meeres-(Gezeiten-) Kraftwerke	0,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0
Gesamt-Leistung regenerative Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft)	207	88	75	52	27	26	14	10	7
<b>Zum Vergleich</b>									
Große Wasserkraft	770	355	115	100	7	95	17	35	45
Gesamt-Leistung der Stromerzeugung	4.300	1.650	720	620	130	1.100	79	140	290

*Anmerkung:* Kleine Beträge (einige Megawatt) werden mit "~ 0." angegeben. Die Kapazitäten von Stromerzeugung durch Biomasse, große Wasserkraft und die Gesamtkapazität der Stromerzeugung sind ungefähre Werte. Der Schätzwert für die weltweite Gesamtkapazität erneuerbarer Stromerzeugung 2007 beträgt 240 GW. *Quelle:* Siehe Endnote 10.

**Tabelle R5. Installierte Leistung für solare Warmwasserbereitung, Top 10 Länder/EU und weltweit, 2005 und 2006**

Land/EU	Zusätzlich 2005		Gesamtbestand 2005		Zusätzlich 2006		Gesamtbestand 2006	
	Millionen Quadratmeter		Gigawatt thermisch					
China	14,5	78	19,5	97	67,9			
Europäische Union	2,0	16,0	3,0	19,3	13,5			
Türkei	0,4	9,0	0,7	9,4	6,6			
Japan	0,3	7,0	0,2	6,7	4,7			
Israel	0,2	5,3	0,3	5,4	3,8			
Brasilien	0,4	2,7	0,4	3,1	2,2			
Vereinigte Staaten	0,1	2,6	0,1	2,6	1,8			
Australien	0,2	1,6	0,2	1,8	1,3			
Indien	0,5	1,3	0,6	1,8	1,2			
Jordanien	—	—	—	0,7	0,5			
(andere Länder)	< 1	< 2	< 1	< 3	< 2			
<b>Weltweit</b>	<b>19</b>	<b>126</b>	<b>25</b>	<b>150</b>	<b>105</b>			

*Anmerkung:* Diese Zahlen beinhalten nicht das Beheizen von Schwimmbädern (mit unverglaskten Kollektoren). Für 2007 werden weltweit geschätzte 24 GWth hinzukommen, was den kumulativen Wert auf 128 GWth erhöht. Die Bestandszahlen berücksichtigen Stilllegung. Laut allgemeiner Konvention gilt: 1 Million Quadratmeter = 0.7 GWth. *Quelle:* Siehe Endnote 12.

**Tabelle R6. Biokraftstoffproduktion, Top 15 Länder plus EU, 2006**

Land	Ethanol	Biodiesel
	Milliarden Liter	
1. Vereinigte Staaten	18,3	0,85
2. Brasilien	17,5	0,07
3. Deutschland	0,5	2,80
4. China	1,0	0,07
5. Frankreich	0,25	0,63
6. Italien	0,13	0,57
7. Spanien	0,40	0,14
8. Indien	0,30	0,03
9. Kanada	0,20	0,05
9. Polen	0,12	0,13
9. Tschechische Republik	0,02	0,15
9. Kolumbien	0,20	0,06
13. Schweden	0,14	—
13. Malaysien	—	0,14
15. Vereinigtes Königreich	—	0,11
<b>EU insgesamt</b>	<b>1,6</b>	<b>4,5</b>
<b>Welt insgesamt</b>	<b>39</b>	<b>6</b>

*Anmerkung:* Die Zahlen beziehen sich nur auf die Kraftstoff-Ethanolproduktion; die Gesamtethanolproduktion ist wesentlich größer. Die Tabellenplätze ergeben sich aus dem Gesamtwert der Biokraftstoffe. *Quelle:* Siehe Endnoten 15 und 17.

**Tabelle R7. Anteil der Erneuerbaren an Primär- und Endenergie, Stand 2006 und Zielwerte**

Land / Region	Primärenergie (IEA-Methode)		Endenergie (EC-Methode)	
	Anteil in 2006	Zielwerte	Anteil in 2005–06	Zielwerte
Weltweit	13%	—	18%	—
EU-25/EU-27	6,5%	12% bis 2010	8,5%	20% bis 2020
<b>Ausgewählte EU-Länder</b>				
Österreich	20%	—	23%	34% bis 2020
Tschechische Republik	4,1%	8–10% bis 2020	6,1%	13% bis 2020
Dänemark	15%	30% bis 2025	17%	30% bis 2020
Frankreich	6,0%	7% bis 2010	10%	23% bis 2020
Deutschland	5,6%	4% bis 2010	5,8%	18% bis 2020
Italien	6,5%	—	5,2%	17% bis 2020
Lettland	36%	6% bis 2010	35%	42% bis 2020
Litauen	8,8%	12% bis 2010	15%	23% bis 2020
Niederland	2,7%	—	2,4%	14% bis 2020
Polen	4,6%	14% bis 2020	7,2%	15% bis 2020
Spanien	6,5%	12,1% bis 2010	8,7%	20% bis 2020
Schweden	28%	—	40%	49% bis 2020
Vereinigtes Königreich	1,7%	—	1,3%	15% bis 2020
<b>Weitere entwickelte Länder / OECD-Länder</b>				
Kanada	16%	—	20%	—
Japan	3,2%	—	3,2%	—
Korea	0,5%	5% bis 2011	0,6%	—
Mexiko	9,4%	—	9,3%	—
Vereinigte Staaten	4,8%	—	5,3%	—
<b>Entwicklungsländer</b>				
Argentinien	8,2%	—	—	—
Brasilien	43%	—	—	—
China*	8%	15% bis 2020	—	—
Ägypten	4,2%	14% bis 2020	—	—
Indien	31%	—	—	—
Indonesien	3%	15% bis 2025	—	—
Jordanien	1,1%	10% bis 2020	—	—
Kenia	81%	—	—	—
Mali	—	15% bis 2020	—	—
Marokko*	4,3%	10% bis 2010	—	—
Senegal	40%	15% bis 2025	—	—
Südafrika	11%	—	—	—
Thailand*	4%	8% bis 2011	—	—

*Anmerkung:* Nicht alle Länder mit Primärenergiezielen sind in der Tabelle aufgeführt; siehe Endnote 43 für die nicht aufgeführten Länder. Die Zielwerte für die Endenergie der EU-Länder bis 2020 wurden im Januar 2008 von der Europäischen Kommission festgesetzt. Sie wurden von den Mitgliederstaaten überprüft und anerkannt. Der Endenergieanteil bezieht sich für 2005 auf die EU-Staaten und 2006 auf Länder weltweit. Das Primärenergieziel der EU bis 2010 gilt für EU-25; das Endenergieziel bis 2020 gilt für EU-27. (\*) Die Ziele und bestehenden Anteile für China, Marokko und Thailand beinhalten nicht die traditionelle Biomasse. Einige Länder verfolgen ferner auch andere Ziele (vgl. dazu Tabelle R8 und R9). *Quelle:* Siehe Endnote 43.

**Tabelle R8. Anteil der Erneuerbaren an der Elektrizitätserzeugung, Stand 2006 und Zielwerte**

Land / Region	Anteil 2006	Zielwerte	Land / Region	Anteil 2006	Zielwerte
Weltweit	18%	—			
EU-25	14%	21% bis 2010			
<b>Ausgewählte EU-Länder</b>			<b>Weitere entwickelte/OECD-Länder</b>		
Österreich	62%	78% bis 2010	Australien	7,9%	—
Belgien	2,8%	6,0% bis 2010	Kanada	59%	—
Tschechische Republik	4,2%	8,0% bis 2010	Israel	—	5% bis 2016
Dänemark	26%	29% bis 2010	Japan*	0,4%	1,63% bis 2014
Finnland	29%	31,5% bis 2010	Korea	1,0%	7% bis 2010
Frankreich	10,9%	21% bis 2010	Mexiko	16%	—
Deutschland	11,5%	12,5% bis 2010	Neuseeland	65%	90% bis 2025
Griechenland	13%	20,1% bis 2010	Schweiz	52%	—
Ungarn	4,4%	3,6% bis 2010	Vereinigte Staaten	9,2%	—
Irland	10%	13,2% bis 2010			
Italien	16%	25% bis 2010	<b>Entwicklungsländer</b>		
Luxemburg	6,9%	5,7% bis 2010	Argentinien*	1,3%	8% bis 2016
Niederlande	8,2%	9,0% bis 2010	Brasilien*	5%	—
Polen	2,6%	7,5% bis 2010	China	17%	—
Portugal	32%	45% bis 2010	Ägypten	15%	20% bis 2020
Slowakische Republik	14%	31% bis 2010	Indien	4%	—
Spanien	19%	29,4% bis 2010	Malaysien	—	5% bis 2005
Schweden	49%	60% bis 2010	Marokko	10%	20% bis 2012
Vereinigtes Königreich	4,1%	10% bis 2010	Nigeria	—	7% bis 2025
			Pakistan	—	10% bis 2015
			Thailand	7%	—

*Anmerkung:* Nicht alle Länder mit Elektrizitäts-Zielwerten sind in der Tabelle aufgeführt (siehe Endnote 44 für nicht aufgeführte Länder). Alle EU-Länder haben Zielwerte für den Elektrizitätsanteil 2010, nicht nur die in der Tabelle aufgeführten. Einige der Länder haben auch andere als die genannten Ziele (siehe Tabelle R7 und R9). (\*) Die Zahlen von Argentinien, Brasilien und Japan beinhalten nicht die große Wasserkraft. Inklusive großer Wasserkraft lauten die Werte 35%, 75%, und 10%. Werte über 10% werden auf die nächste glatte Zahl gerundet. Die Vereinigten Staaten und Kanada haben infolge unterschiedlicher RPS-Richtlinien jeweils gesonderte Zielwerte auf Staats- oder Provinzebene (siehe Tabelle R11). *Quelle:* Siehe Endnote 44.

**Tabelle R9. Weitere Ziele für Erneuerbare Energien**

Land	Ziele
Australien	Bis 2010: 9,5 TWh Elektrizität jährlich (RPS)
Brasilien	Bis 2006: zusätzlich 3,3 GW aus Wind, Biomasse, kleiner Wasserkraft
China	Bis 2020: 300 GW Wasserkraft, 30 GW Windenergie, 30 GW Strom aus Biomasse, 1,8 GW Photovoltaik, 300 Millionen m <sup>2</sup> solare Warmwasserbereitung
Dominikanische Republik	Bis 2015: 500 MW Windkraft
Indien	10% zusätzliche Stromleistung von 2003–2012 (geschätzte 10 GW), Bis 2012: insgesamt 10,5 GW Windkraft; weitere Langzeitziele bis 2032
Iran	Bis 2010: 500 MW Elektrizitätsproduktion
Italien	Bis 2016: 3 GW aus Photovoltaik
Kanada	3,5% bis 15% der Elektrizität in 4 Provinzen (RPS); in weiteren 5 Provinzen andere Zielwerte
Korea	Bis 2011: 1,3 GW netzgekoppelte Photovoltaik, inklusive 100 000 Solarhäuser
Kroatien	Bis 2010: 400 MW, ohne große Wasserkraft
Marokko	1 GW Windkraft bis 2012 und zusätzliche 400.000 m <sup>2</sup> solare Warmwasserbereitung bis 2015
Mexiko	Bis 2014: zusätzlich 4 GW
Neuseeland	30 PJ zusätzlich (inklusive Heiz- und Kraftstoffe) bis 2012
Norwegen	Bis 2010: 7 TWh aus den Bereichen Wärme und Windkraft
Philippinen	Bis 2013: 4,7 GW Gesamtleistung
Singapur	50.000 m <sup>2</sup> (~35 MWth) solare Warmwasserbereitung bis 2012
Schweiz	Bis 2010: 3,5 TWh aus den Bereichen Elektrizität und Wärme
Spanien	500 MW Solarenergie bis 2010
Südafrika	10 TWh an zusätzlicher Endenergie bis 2013
Tunesien	500.000 m <sup>2</sup> solare Warmwasserbereitung bis 2009 und 300 MW zusätzliche Windkraft bis 2011
Türkei	Bis 2010: 2% der Elektrizität aus Windkraft
Uganda	Bis 2017: 100 MW kleine Wasserkraft und 45 GW aus Geothermie; weitere Ziele, die sich auf ländliche Stromversorgung und produktive Nutzung beziehen
Vereinigte Staaten	Zwischen 5% und 30% der Elektrizität in 26 Staaten und dem Columbia-District (RPS)

*Anmerkung:* Die aufgeführten Länder haben möglicherweise auch Zielwerte für Primärenergie oder Elektrizität (siehe Tabelle R7 und R8).

*Quelle:* Zusammengestellt aus allen verfügbaren Referenzen zu Richtlinien und Beiträgen der Mitverfasser dieses Berichtes. Siehe Endnote 48

**Tabelle R10. Kumulative Anzahl der Länder/Staaten/Provinzen, die Einspeisetarife eingeführt haben**

Jahr	Kumulative Anzahl	Länder/Staaten/Provinzen, die im angegebenen Jahr hinzukamen
1978	1	Vereinigte Staaten
1990	2	Deutschland
1991	3	Schweiz
1992	4	Italien
1993	6	Dänemark, Indien
1994	8	Spanien, Griechenland
1997	9	Sri Lanka
1998	10	Schweden
1999	13	Portugal, Norwegen, Slowenien
2000	13	—
2001	15	Frankreich, Lettland
2002	21	Algerien, Österreich, Brasilien, Tschechische Republik, Indonesien, Litauen
2003	28	Zypern, Estland, Ungarn, Südkorea, Slowakische Republik, Maharashtra (Indien)
2004	34	Italien, Israel, Nicaragua, Prince Edward Island (Kanada), Andhra Pradesh und Madhya Pradesh (Indien)
2005	41	Karnataka, Uttaranchal, und Uttar Pradesh (Indien); China; Türkei; Ecuador; Irland
2006	44	Ontario (Kanada), Argentinien, Thailand
2007	46	Südaustralien (Australien), Kroatien

*Anmerkung:* Die kumulativen Zahlen beziehen sich auf die Zahl der Rechtsbeschlüsse bezüglich Einspeisetarifen, die in dem jeweiligen Jahr in Kraft getreten sind. Einige der genannten Einspeiseregulungen sind wieder außer Kraft gesetzt worden. *Quelle:* Alle verfügbaren Referenzen zu politischen Maßgaben, inklusive der IEA Online-Datenbank "Global Renewable Energy Policies und Measures" sowie Beiträge von Mitverfassern dieses Berichtes.

**Tabelle R11. Kumulative Anzahl der Länder/Staaten/Provinzen, die RPS (Renewable Portfolio Standard) -Maßnahmen anwenden**

Jahr	Kumulative Anzahl	Länder/Staaten/Provinzen, die im angegebenen Jahr hinzukamen
1983	1	Iowa (USA)
1994	2	Minnesota (USA)
1996	3	Arizona (USA)
1997	6	Maine, Massachusetts, Nevada (USA)
1998	9	Connecticut, Pennsylvania, Wisconsin (USA)
1999	12	New Jersey, Texas (USA); Italien
2000	13	New Mexico (USA)
2001	15	Flandern (Belgien); Australien
2002	18	Kalifornien (USA); Wallonien (Belgien); Vereinigtes Königreich
2003	19	Japan; Schweden; Maharashtra (Indien)
2004	34	Colorado, Hawaii, Maryland, New York, Rhode Island (USA); Nova Scotia, Ontario, Prince Edward Island (Kanada); Andhra Pradesh, Karnataka, Madhya Pradesh, Orissa (Indien); Polen
2005	38	District of Columbia, Delaware, Montana (USA); Gujarat (Indien)
2006	39	Washington State (USA)
2007	44	Illinois, New Hampshire, North Carolina, Oregon (USA); China

*Anmerkung:* Die kumulativen Zahlen beziehen sich auf die Zahl der Rechtsbeschlüsse bezüglich RPS, die in dem jeweiligen Jahr in Kraft getreten sind. Die Rechtsbeschlüsse sind in dem Jahr verzeichnet, in dem die Richtlinien zum ersten Mal angewendet wurden, viele Richtlinien wurden in den folgenden Jahren noch verändert. *Quelle:* Alle verfügbaren Referenzen zu politischen Richtlinien, inklusive der IEA Online-Datenbank "Global Renewable Energy Policies and Measures" sowie Beiträge von Mitverfassern dieses Berichtes. Zu den politischen Richtlinien bezüglich RPS in den USA siehe Wiser et al. (2008).

**Tabelle R12. Bestimmungen zur Beimischung von Biokraftstoffen**

Land	Verfügung
Australien	E2 in New South Wales, Anstieg bis E10 bis 2011; E5 in Queensland bis 2010
Argentinien	E5 und B5 bis 2010
Bolivien	B2,5 bis 2007 und B20 bis 2015
Brasilien	E22 bis E25 besteht (leichte Schwankungen); B2 bis 2008 und B5 bis 2013
Kanada	E5 bis 2010 und B2 bis 2012; E7,5 in Saskatchewan und Manitoba; E5 bis 2007 in Ontario
China	E10 in 9 Provinzen
Kolumbien	E10 besteht; B5 bis 2008
Dominikanische Republik	E15 und B2 bis 2015
Deutschland	E2 und B4,4 bis 2007; B5,75 bis 2010
Indien	E10 in 13 Staaten/Territorien
Italien	E1 und B1
Malaysien	B5 bis 2008
Neuseeland	Insgesamt 3,4% Biokraftstoffe bis 2012 (Ethanol, Biodiesel oder eine Kombination)
Paraguay	B1 2007, B3 2008 und B5 2009
Peru	National: B5 und E7,8 bis 2010; regional: 2006 (Ethanol) und 2008 (Biodiesel)
Philippinen	B1 und E5 2008; B2 und E10 2011
Südafrika	E8-E10 und B2-B5 (angestrebt)
Thailand	E10 bis 2007; 3% Biodieselanteil bis 2011
Vereinigtes Königreich	E2,5/B2,5 bis 2008; E5/B5 bis 2010
Vereinigte Staaten	National: 130 Milliarden Liter/Jahr bis 2022; E10 in Iowa, Hawaii, Missouri und Montana; E20 in Minnesota; B5 in New Mexiko; E2 und B2 in Louisiana und Washington State; Pennsylvania 3,4 Milliarden Liter Biokraftstoffe pro Jahr bis 2017
Uruguay	E5 bis 2014; B2 von 2008-2011 und B5 bis 2012

*Anmerkung:* Die Tabelle zeigt bindende Verpflichtungen für die Kraftstoff-Hersteller; es gibt weitere Länder mit zukünftigen Zielwerten, die hier nicht aufgeführt sind (siehe Abschnitt zu Biokraftstoff-Richtlinien, Seite xx). Die Bestimmungen einiger U.S.-Staaten treten nur unter bestimmten zukünftigen Bedingungen in Kraft oder beziehen sich nur auf Teile des verkauften Kraftstoffs. *Quelle:* Alle verfügbaren Referenzen zu politischen Richtlinien, inklusive der IEA Online-Datenbank "Global Renewable Energy Policies and Measures" sowie Beiträge von Mitverfassern dieses Berichtes.

## ENERGIE-GLOSSAR

**Biodiesel.** Kraftstoff für dieselbetriebene PKW, LKW, Busse und sonstige Motorfahrzeuge, der aus Ölsaaten wie Soja, Raps (Canola), Senf oder anderen Pflanzenölprodukten wie z. B. gebrauchtem Speiseöl hergestellt wird.

**Biogasanlage.** Wandelt tierische und pflanzliche Abfälle in Gas um, das für Beleuchtungszwecke, zum Kochen, Heizen und zur Stromerzeugung genutzt wird.

**Biomassestrom und -wärme.** Erzeugung von Strom und/oder Wärme aus fester Biomasse wie etwa Abfällen aus der Land- und Forstwirtschaft, Energiepflanzen und den organischen Bestandteilen von Siedlungs- und Industrieabfällen. Außerdem Strom und Prozesswärme aus Biogas.

**Kapitalsubventionen oder Verbraucherzuschüsse.** Einmalzahlungen des Staates oder Versorgungsunternehmens zur Deckung eines Teils der Kapitalkosten einer Investition, z. B. in eine solarthermische Anlage oder Aufdach-Photovoltaikanlage.

**Ethanol.** Ein aus Biomasse (üblicherweise Mais, Zuckerrohr oder Weizen) hergestellter Kraftstoff, der in begrenztem Umfang Normalbenzin ersetzen oder in Reinform in speziell umgerüsteten Fahrzeugen eingesetzt werden kann.

**Einspeisevergütung.** System der Festlegung eines garantierten Festpreises, zu dem Stromerzeuger Ökostrom (Regenerativstrom, EE-Strom) ins Versorgungsnetz einspeisen können. In manchen Fällen sind feste Tarife vorgesehen, in anderen feste Zuschläge zu Markttarifen oder kostenbasierten Tarifen.

**Geothermiestrom und -wärme.** Aus dem Erdinneren nach oben dringende Wärmeenergie (meist in Form von heißem Wasser oder Dampf), die zur Erzeugung von Strom oder Direktwärme für Gebäude, die Industrie und die Landwirtschaft genutzt werden kann.

**Ökostrom-Bezug.** Freiwilliger Bezug von Ökostrom durch private, gewerbliche, staatliche oder industrielle Kunden, entweder direkt von Versorgungsunternehmen, von Drittzugenern erneuerbarer Energie oder über den Handel mit EE-Zertifikaten (Renewable Energy Certificates - RECs).

**Steuergutschrift auf Investitionen.** Ermöglicht den vollen oder teilweisen Abzug von Investitionen in erneuerbare Energien von der Steuerschuld oder vom Einkommen.

**Große Wasserkraft.** Elektrizität aus abwärts fließendem, meist hinter einem Sperrwerk aufgestautem Wasser. Große Wasserkraft umfasst in der Regel einen Stausee oder ein Staubecken von beträchtlicher Größe und liegt nach üblicher Definition über 10 Megawatt; die Definition kann von Land zu Land variieren.

**Moderne Biomasse.** Technologien zur Nutzung von Biomasse, die nicht zu den Technologien für traditionelle Biomassenutzung zählen, wie etwa Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplung zur Erzeugung von Strom und Wärme, Biomasse-Vergasung, Anaerobfermenter zur Biogas-erzeugung und flüssige Biotreibstoffe für Kraftfahrzeuge.

**Net Metering.** Ermöglicht einen bidirektionalen Stromfluss zwischen Stromverteilungsnetz und Kunden mit eigener Stromerzeugung. Der Kunde zahlt nur für seinen Nettostromverbrauch.

**Production Tax Credit (PTC) - Steuergutschrift für regenerativ erzeugten Strom.** Hierbei erhält der Investor oder der Eigentümer einer förderungswürdigen Anlage einen jährlichen Steuerbonus, der sich nach der von der Anlage erzeugten Strommenge richtet.

**Ziel für erneuerbare Energien (EE-Ziel).** Selbstverpflichtung, Plan oder Ziel eines Landes, bis zu einem künftigen Termin einen bestimmten Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung zu erreichen. Einige Ziele sind gesetzlich verankert, andere von Genehmigungs-/Aufsichtsbehörden oder Ministerien festgelegt.

**Renewable Portfolio Standard (RPS).** Auch „EE-Verpflichtungen“ oder Quotenregelung genannt. Diese Norm bestimmt, dass ein Mindestanteil der verkauften Stromerzeugung oder installierten Leistung aus erneuerbarer Energie bestehen muss. Die verpflichteten Versorgungsunternehmen müssen gewährleisten, dass das Ziel erreicht wird.

**Klein-/Kleinst-/Mikro-/Picowasserkraft.** Kleine Anlagen, die Strom aus fließendem Wasser gewinnen, meist ohne großes Staubecken. Das vorangestellte Wort definiert den Maßstab bzw. die Leistung der Anlage.

**Solar Home System (SHS).** Eine Inselanlage mit einem Dachkollektor, einer Batterie und einem Laderegler, die kleinere Strommengen für nicht mit dem Stromnetz verbundene Haushalte in ländlichen Regionen erzeugt.

**Solar(thermisch)e Warmwasserbereitung/Heizung.** Auf dem Dach angebrachte Sonnenkollektoren erzeugen Warmwasser, das in Tanks gespeichert und für die häusliche Warmwasserversorgung und/oder die Beheizung genutzt wird.

**Solar-/Photovoltaik (PV)-Kollektoren/-Module/-Zellen.** Wandeln Sonnenlicht in Elektrizität um. Der kleinste Baustein sind die Zellen, die zu Modulen und Kollektorfeldern verknüpft werden.

**Handelbare Zertifikate für Strom aus erneuerbaren Energien (EE-Zertifikate, grüne Zertifikate).** Jedes Zertifikat entspricht der zertifizierten Erzeugung einer Einheit erneuerbarer Energie – in der Regel eine MWh. Die Zertifikate sind ein Instrument für den Handel mit EE-Verpflichtungen zwischen Verbrauchern und/oder Erzeugern und für die Erfüllung dieser Verpflichtungen und ebenso ein Mittel für den freiwilligen Bezug von Ökostrom.

**Traditionelle Biomasse.** Unbehandelte Biomasse wie Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft, gesammeltes Brennholz und Tierdung, die vor allem in ländlichen Gebieten in Kochherden oder Öfen verbrannt wird, um Wärmeenergie zum Kochen und Heizen und für landwirtschaftliche und industrielle Verarbeitung zu erzeugen.



## ANMERKUNGEN

### Zusatzinformationen und Datenquellen

Der vorliegende Bericht 2007 ist eine Folgeausgabe der Berichte von 2005 und 2006 (Globaler Statusbericht 2005 Erneuerbare Energien und Globaler Statusbericht 2006 Erneuerbare Energien). Um Platz zu sparen, veranschaulichen diese Anmerkungen die wichtigsten Überlegungen und Einzelheiten und verweisen den Leser auf andere Belegstellen mit weiteren Informationen und Quellen; dazu gehören die Anhänge zu dieser Ausgabe 2007, die Anmerkungen 1 bis 72 der Ausgabe 2006 sowie die Anmerkungen 1 bis 44 zur Ausgabe 2005 (diese sind im separaten 84-seitigen Begleitdokument 'Globaler Statusbericht 2005 Erneuerbare Energien - Anmerkungen und Quellenangaben' enthalten). Eine vollständige Liste von Quellenangaben aus allen drei Jahren 2005-2007 ist im Dokument 'Globaler Statusbericht 2007 Erneuerbare Energien - Quellenangaben' [Renewables 2007 Global Status Report - References] enthalten. Alle diese Dokumente sind auf der REN21-Website unter [www.ren21.net](http://www.ren21.net) zu finden.

Die meisten Zahlen über globale Leistung, Wachstum und Investitionen, die in diesem Bericht dargestellt werden, sind zwar nicht ganz exakt, aber auf zwei signifikante Stellen gerundet. Wo erforderlich, wurde anhand von Annahmen und Wachstumstendenzen eine Triangulation widersprüchlicher, partieller oder älterer Daten vorgenommen. Der Originalbericht 2005 stützte sich auf über 250 veröffentlichte Belegstellen sowie eine Vielzahl elektronischer Newsletter, auf zahlreiche unveröffentlichte Berichtsbeiträge von Mitwirkenden, persönliche Kommunikation und Websites. In der Ausgabe 2006 und der vorliegenden Ausgabe 2007 sind viele weitere Quellen hinzugekommen. Generell gab es weltweit für kein Faktum eine einzelne Informationsquelle, da die meisten vorhandenen Quellen nur über Industrieländer (OECD-Länder) oder auf regionaler bzw. nationaler Ebene wie etwa Europa oder die Vereinigten Staaten berichten, wenngleich in den letzten Jahren für Windkraft, Photovoltaik, solare Warmwasserbereitung und Biodiesel globale Quellen entstanden sind. Einige globale Gesamtgrößen müssen von Grund auf zusammengetragen werden, indem Daten einzelner Länder addiert bzw. zusammengefasst werden. Es gibt sehr wenig Material, das sich auf Entwicklungsländer als Gruppe erstreckt. Daten über Entwicklungsländer sind häufig einige Jahre älter als Daten über entwickelte Länder, und deshalb müssen Interpolationen auf die Gegenwart aus älteren Daten auf der Basis angenommener und historischer Wachstumsraten vorgenommen werden. Dies ist einer der Gründe, warum Leistungsdaten (Kilowatt) statt Energiedaten (Kilowatt-Stunden) berichtet werden, da der Leistungsausbau leichter zu extrapolieren ist als die erzeugte Energie und weniger zu saisonalen und jährlichen Schwankungen neigt, die bei vielen Formen erneuerbarer Energieträger üblich sind (Weitere Gründe sind, dass Leistungsdaten Investitionstendenzen im Laufe der Zeit besser nachbilden, da Leistung üblicherweise direkt proportional zu Investition ist, Energieerzeugung dagegen nicht, und dass Leistungsdaten für Entwicklungsländer generell besser greifbar sind als Energieerzeugungsdaten.). Jährliche Leistungszuwächse sind in der Regel nur für Windkraft, Solar-Photovoltaik und solare Warmwasserbereitung verfügbar.

### Anmerkungen

1. Siehe Anmerkung 43, Anhang 1, sowie Martinot et al. (2007) zu methodischen Details der Berechnung von Anteilen an der Primärenergieversorgung und am Endenergieverbrauch. Abb. 1 basiert auf folgenden Daten für 2006: (a) Gesamt-Endenergieverbrauch 8.150 Mio. Tonnen Öläquivalent [MTÖÄ], einschließlich traditioneller Biomasse (aus IEA 2007a bereinigt für 2006), (b)

traditionelle Biomasse 1.050 MTÖÄ (wachstumsbereinigt um 2 Prozent jährlich, ausgehend von der Schätzung von Johansson und Goldemberg für 2001, auch wenn konsistente globale Schätzwerte für das Wachstum bei traditioneller Biomasse nicht vorliegen) und (c) große Wasserkraft 2.850 Terawatt-Stunden (TWh), kleine Wasserkraft 260 TWh, Biomasse-Strom 230 TWh, Windkraft 155 TWh, Biomasse-Endwärme 4.000 Petajoule (PJ), Geothermalkraft 280 PJ, solare Warmwasserbereitung 250 PJ und Biokraftstoffe 1.100 PJ. Im Sinne dieser Analyse wird die gesamte Versorgung aus traditioneller Biomasse als Endenergieverbrauch angesehen. Für Wärme aus moderner Biomasse gibt es keine Unklarheit hinsichtlich der Frage, was „Endenergieverbrauch“ darstellt. Wie üblich beinhaltet er den Wärmeinhalt von Dampf und Warmwasser aus Zentral-Biomassekesseln und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, aber die Analysen können variieren, je nach dem, wie Heizkessel in Gebäuden gezählt werden. Für den Verbrauch von Wärme aus moderner Biomasse, inklusive Fernwärmeversorgung und direkte industrielle Nutzung, gibt es nur wenige globale Schätzungen. Laut IEA SHC (2007) beträgt die Wärme aus moderner Bioenergie 4000 PJ, und Johansson und Turkenburg (2004) geben 730 TWh (thermisch) bzw. 2600 PJ Endwärme für 2001 an. Die Zahlen aus IEA-Berichten und anderen Quellen lassen vermuten, dass Biomasse für den Endwärmeverbrauch in der Industrie substantiell ist (obgleich nur wenige Studien zu diesem Thema vorliegen) und daher der Anteil von Heizung/Warmwasser aus neuen regenerativen Ressourcen größer sein könnte als in Abb. 1 dargestellt.

2. Zu Quellen, die nach einzelnen Technologien aufgegliedert sind, siehe Anmerkungen 4-17. Zu historischen Daten und Quellen siehe Anm. 3 zum Bericht 2005. Elektrizitätsdaten für 2006 aus „BP (2007) Statistical Review of World Energy“. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts war eine IEA-Statistik zur globalen Elektrizität nur für 2005 verfügbar. Laut „IEA (2007b) Renewables Information 2007“ hatten erneuerbare Energien [nachfolgend auch EE] 2005 einen Stromanteil von 17,9 Prozent, davon 16,0 Prozent Wasserkraft (große und kleine Wasserkraft). BP gibt für 2006 eine Gesamtmenge von 19.028 TWh an, davon 2.808 Kernkraft und 3.040 TWh Wasserkraft. Die BP-Zahl wurde um 520 TWh auf eine Gesamtmenge von 19.550 TWh nach oben korrigiert, um neuen EE-Ressourcen Rechnung zu tragen, abzüglich eines Anteils kleiner Wasserkraft, die - so die Annahme - in der Statistik nicht zahlenmäßig nicht erfasst wurde; die Anteile in Abb. 2 beruhen auf dieser Gesamtmenge plus den Zahlen aus Anmerkung 1. Anzahl von Häusern/Eigenheimen mit Sonnenkollektoren geschätzt auf der Basis von 2,5 qm/Haus für Entwicklungsländer und 4 qm/Haus für Industrieländer, mit einem bescheidenen Gesamtanteil bei gewerblicher Nutzung.

3. Zu Quellen für Abb. 3, die nach einzelnen Technologien aufgegliedert sind, siehe Anm. 4-17.

4. Nähere Details zu großer Wasserkraft in den letzten Jahren siehe Anm. 1 des Berichts 2006 und Anm. 5 zum Bericht 2005. Statistik über Globalerzeugung aus BP (2007), mit weiteren Daten von der International Hydro Association (2007). Wasserkraft in China für 2006 aus Martinot und Li (2007). Erste 2007-Schätzwerte für China lauten 5,5 Gigawatt (GW) kleine Wasserkraft und 7,5 GW große Wasserkraft. Gesamtmenge kleine Wasserkraft aus der Martinot-Datenbank mit nach Ländern gegliederten Informationen. In den letzten Jahren wurde mehr Gewicht auf die umwelttechnische Integration von Kleinwasserkraftwerken in Fluss-Systeme gelegt, um durch Einbeziehung neuer Technik und Betriebsweisen die Umweltauswirkungen zu minimieren.

5. Tabelle R2 und Abbildungen 4 und 5 aus Global Wind Energy Council (GWEC) (2007). Der GWEC taxierte im Januar 2008 die globale Windkraft in 2007 auf 94 GW (20 GW Zuwachs) davon

8,5 GW in Europa (inkl. 3,5 GW in Spanien), 5,2 GW in den USA und 3,4 GW in China. Andere Hochrechnungen Ende 2007 kamen auf 2 GW in Indien und 0,5 GW in Japan.

6. Nähere Einzelheiten siehe Anm. 2 des Berichts 2006 und Anm. 6 zum Bericht 2005. Die Biomasse-Stromleistung in OECD-Ländern betrug 24 GW im Jahr 2005 (IEA 2007b), davon 0,4 GW in Mexiko und der Türkei (die zur Gesamtmenge der Entwicklungsländer gezählt werden). Europäische Biomasse-Daten stammen von der European Biomass Association (2007). Die hier vorgelegten Leistungszahlen für Stromerzeugung aus Biomasse beinhalten keine Elektrizität aus festen Siedlungsabfällen oder Industrieabfällen. Bei vielen Quellen sind in den Biomassezahlen feste Siedlungsabfälle [FSA] enthalten, obwohl es keine allgemein anerkannte Definition gibt. Würden FSA einbezogen, könnte die Zahlenangabe für die globale Stromerzeugung aus Biomasse um 9-10 GW steigen. Die Stromleistung aus FSA in OECD-Ländern im Jahr 2005 betrug 8,5 GW (IEA 2007b). Die Entwicklungsländer-Zahlen für FSA sind schwer zu taxieren. Die Zuwachsrate für Biomasse-Heizwärme stammt von Johansson und Turkenburg (2004) und entspricht der Zuwachsrate für den Zeitraum 1997-2001; jüngere weltweite Zuwachsraten sind nicht verfügbar. Auf Grund neuer Informationen wurde die Biomasse-Gesamtstromleistung der Entwicklungsländer für Vorjahre leicht nach unten korrigiert.

7. Die Erdwärme-Stromleistung nahm gegenüber 2000-2004 um durchschnittlich 2,4 Prozent zu (World Geothermal Council 2005 und Lund 2005). Die geothermische Stromerzeugung in OECD-Ländern stieg in 2006 um 1,9 Prozent (IEA Renewables Information 2007).

8. Photovoltaikanlagen sind in netzgekoppelte und netzunabhängige unterteilt, um die unterschiedlichen Marktkenndaten der einzelnen Einsatzarten zu zeigen, wie etwa Kosten im Verhältnis zu konkurrierenden Alternativen und Arten der politischen Förderung. Zu den Quellen jüngeren Datums zählen Photon Consulting (2007), Sarasin (2007), PV News vom Prometheus Institute (diverse Ausgaben), Solar Buzz (diverse Ausgaben), EurObserver 178 (2007), das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) (2008), der deutsche Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) (2007) sowie Greenprices 41 und 43 (2007). Koreanische Daten stammen vom Korea Institute of Energy Research und der Korea Photovoltaic Development Organization. Übereinstimmung gab es bei Sarasin und PV News über 2,5 GW Erzeugung in 2006. Die Zahlen für 2007 sind noch vorläufige Schätzungen. Photon Consulting taxierte die PV-Stromerzeugung in 2007 auf 3,8 bis 4,0 GW; angesichts historischer Verhältnisse von Anlagen (Marktvolumen) zur Gesamtproduktion, von der vermutlich 0,4-0,5 GW netzfern erzeugt werden, könnte dies auf über 3 GW aus allen Anlagen in 2007 hindeuten. Dagegen schätzte die European Photovoltaic Industries Association (EPIA) im Dezember 2007 die in 2007 hinzugekommene globale PV-Leistung auf nur 2,3 GW. Kumulative PV-Zahlen aus verschiedenen Quellen sind schwer auf einen Nenner zu bringen; Tabelle R3 liefert eine realistische Schätzung [„best estimate“] für diverse Jahre und Länder in Bezug auf Zahlen aus widersprüchlichen historischen Quellen. Ein Streitpunkt in den Vorjahren waren besonders Anlagen in Deutschland (zu ausführlicher Erörterung und zu Quellen siehe Anm. 7 zum Bericht 2005 sowie die Anmerkungen zu Tabelle 3 im Bericht 2006). Die EPIA schätzte im Dezember 2007, dass 2007 die kumulative globale PV-Leistung 9 GW erreichte, aber eine von Martinot unterhaltene historische Datenbank mit nach Ländern gegliederten Zugängen lässt auf einen Gesamtbetrag von über 10,5 GW bis 2007 schließen. Dem spanischen Verband der PV-Branche (ASIF) zufolge sind 2007 in Spanien 400 MW PV-Leistung hinzugekommen, gegenüber 106 MW Zuwachs in 2006, womit 2007 kumulativ 560 MW erreicht wurden. Die globale Zahl von Häusern mit PV-Anlagen ist angenähert, unter der Annahme von durchschnittlich 4 kW bei Neuanlagen in Japan und Deutschland und

gekoppelt mit historischen Zahlen (siehe Anm. 7 zum Bericht 2005).

9. Projektbeschreibungen aus Quellen in Anm. 8 und anderen Medienberichten/News Reports. Die Jumilla-Anlage wurde im Dezember 2007 Ihrer Bestimmung übergeben; siehe dazu [www.jumilla.org/noticias/noticia.asp?cat=815&ver=t](http://www.jumilla.org/noticias/noticia.asp?cat=815&ver=t). Die Beneixama-Anlage nahm im September 2007 den Betrieb auf. Liste von 800 Anlagen über 200 kW von der Website "World's Largest Photovoltaic Systems," [www.pvresources.com/en/top50pv.php](http://www.pvresources.com/en/top50pv.php). Diese 800 Anlagen erreichten 2007 zusammen etwa 875 MW.

10. Zu den CSP-Quellen zählen Sarasin (2007), Berichtsbeiträge von Mitwirkenden und Medienberichte/News Reports. Solar Millennium baut vier 50-MW-Anlagen; Baubeginn bei drei davon war 2006/2007. Ferner plant Iberdrola neun 50-MW-Anlagen in Spanien. Die Weltbank-Projektkennungen lauten P041396, P050567 und P066426. Eskom in Südafrika plant in der Provinz Nordkap eine 100-MW-CSP-Anlage bis 2009-2010.

11. Zahlen und Quellen der Tabelle R4 aus Anm. 4-10; siehe auch Anm. 3 bis 7 zum Bericht 2005 und die Anmerkungen zu Tabelle 4 im Bericht 2006. Die Zahlen in Tabelle 4 sollten nicht mit Vorversionen dieser Tabelle oder ähnlichen Tabellen verglichen werden, um Zuwachsraten zu erhalten. Die Berichtigungen gegenüber Vorversionen sind eine Kombination aus realem Wachstum und Korrekturen auf Grund besserer Daten. Eine weitere Quelle ist GEA/Gawell und Greenberg (2007).

12. Tabelle R5 sowie Abb. 8 und 9 zusammengestellt und geschätzt auf der Basis von Weiss und Bergmann/IEA SHC (2007), Sarasin (2007), Martinot und Li (2007), European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF) (2007) sowie einzelner Länderberichte von Personen/Stellen, die am Bericht mitgewirkt haben. Siehe auch Anm. 8 zum Bericht 2005. Abgänge bei Solarthermie-Anlagen sind in einigen Ländern signifikant, besonders in Ländern mit älteren Märkten wie Japan und Türkei, und das Daten-Berichtswesen versucht hier diese Abgänge zu erklären. Sarasin (2007) prognostizierte 23 Gigawatt-thermisch (GWth) zusätzlich für 2007; damit käme unter Berücksichtigung dieser Abgänge die globale Gesamtleistung auf 125 GWth in 2007. In Nordafrika und Nahost hatten Länder ehrgeizige Programme aufgelegt; Marokko erreichte Mitte 2006 kumulativ 150.000 m<sup>2</sup> und erwartet 400.000 m<sup>2</sup> bis 2012 und 1 Mio. m<sup>2</sup> bis 2020; kumulativ hatten bis 2006 Ägypten 400.000 m<sup>2</sup> und Jordanien 660.000 m<sup>2</sup> erreicht (Claus und Mostert 2007).

13. Solare Warmwasserbereitung/Beheizung“ wird allgemein auch „solare Klimatisierung“ genannt, um hervorzuheben, dass Solarkühlung (solar unterstützte Klimatisierung) ebenfalls eine kommerzielle Technik ist. In diesem Bericht wird „solar (thermisch)e Warmwasserbereitung/Beheizung“ verwendet, weil Warmwasser allein die überwältigende Mehrheit installierter Leistung ausmacht. Eine gewisse Leistung weltweit, insbesondere in Europa, dient zwar der Raumheizung; Raumheizung hat aber selbst in Kombisystemen nur einen geringen Anteil an der Gesamtwärme. Solarkühlung wird kommerziell noch nicht in großem Stil genutzt, aber viele verheißen ihr eine vielversprechende Zukunft. Sarasin (2007) berichtet, dass in Europa 40 Systeme von solar unterstützten Gebäude-Klimaanlagen mit einer Gesamtleistung von 4,4 MWth in Betrieb sind. Zu einem umfassenden Bericht über das Thema siehe IEA/RETD (2007).

14. Die Erdwärme-Zahlen beinhalten oberflächennahe geothermische Energie und Erdwärmepumpen. Zu näheren Angaben siehe Anm. 6 zum Bericht 2005. Die geothermische Heizleistung stieg gegenüber 2000-2004 (World Geothermal Council 2005 und Lund 2005) im Schnitt um 12,9 Prozent. Lund (2005) meldete 1,7 Mio. Erdwärmepumpen mit 56 Prozent der gesamten geothermischen Heizleistung (27.600 GWth), vermerkte aber, dass die Daten unvollständig sind. Von 2000-2005 betrug die jährliche Zuwachsrate bei Erdwärmepumpen 24 Prozent.

15. Tabelle R6 und Abb. 10 aus Worldwatch (2007), Pinto und

Hunt (2007), Etter (2007), Greenprices 47 (2007), der European Bioethanol Fuel Association (eBIO) (2007), der U.S. Renewable Fuels Association (2007), der Canada Renewable Fuels Association (2007) sowie aus Berichtsbeiträgen von Mitwirkenden. Tabelle R6 und Abb. 10 melden nur Kraftstoff-Ethanol für Fahrzeuge; F.O. Licht (2007) und andere berichten über Ethanol-Gesamterzeugung, die brennstoff-fremde Einsatzarten beinhaltet und wesentlich höher ist. Es gibt daher keine publizierte Zahl für die globale Erzeugung von Nur-Kraftstoff-Ethanol. Die globale Ethanol-Gesamtmenge in Tabelle R6 ist eine Bottom-up-Kalkulation mit realistischen Schätzzahlen für alle relevanten Länder. Siehe Anm. 5 und 6 des Berichts 2006 und Anm. 9 und 10 zum Bericht 2005 zu ausführlichen Erörterungen über Biokraftstoff-Erzeugung und Kostenanalysen, insbesondere hinsichtlich Brasiliens Plan, bis 2009 die Produktionskapazität um 5 Mrd. Liter/Jahr zu erhöhen. Die Ethanol-Zahlen umfassen nicht die Produktion von Ethyltertiärbutylether (ETBE) in Europa.

16. Andere Verwendungsarten für Ethanol entstehen in Brasilien, darunter für Flugzeug-Treibstoff und als Einsatzmaterial für die chemische Industrie, was auch schon in den 1980er Jahren geschah. DATAGRO (2007) sagte im März 2007 eine Produktion von 20,6 Mrd. Liter für 2007 voraus. Fahrzeugstatistik des Nationalen Verbandes der Automobilhersteller Brasiliens (ANFAVEA) (2007).

17. Tabelle R6 und Abb. 10 aus F.O. Licht (2007), ergänzt um Angaben aus European Biodiesel Board (2007) und Berichtsbeiträgen von Mitwirkenden. Biodiesel-Tendenzen auch von Krbitz (2007). Bei zahlreichen Umweltschutzgruppen besteht auch ernsthafte Besorgnis wegen der Zunahme tropischer Ölpflanzenplantagen.

18. Daten für Tabelle 1 zusammengestellt aus einer Vielzahl von Quellen, darunter das National Renewable Energy Laboratory, die Weltbank, die Internationale Energie-Agentur und deren diverse Umsetzungsabkommen [Implementing Agreements]. Viele aktuelle Schätzungen sind unveröffentlicht. Keine publizierte Einzelquelle vermittelt ein umfassendes oder zuverlässiges Bild aller Kosten. Die Kostenveränderungen gegenüber dem Bericht von 2005 sind das Ergebnis einer Kombination aus differenzierten Schätzungen, technologischem Wandel und Handelsmarktveränderungen. Zur Behandlung vieler Technologien siehe World Bank (2007b). Zu weiteren historischen Quellen siehe Anm. 11 zum Bericht 2005.

19. Die Zahlenangaben zu den globalen Investitionen sind grobe Näherungswerte und reflektieren eine nach Technologie und Jahr gegliederte Datenbank von Eric Martinot über installierte Leistung. Diese Zahlen zur installierten Leistung wurden mit angenommenen mittleren Leistungskosten (d. h. in  $\$/\text{kW}$  bzw.  $\$/\text{m}^2$ ) multipliziert. Die Leistungskosten wurden global angesetzt, mit Ausnahme für kleine Wasserkraft und Solarthermie-Anlagen in China, für die geringere Kosten veranschlagt wurden. Einige Kosten, wie etwa für Biomasse-Stromerzeugung, variieren stark, so dass ein globaler Durchschnitt problematisch wird. Zu umfassenden methodischen Details siehe Anm. 12 zum Bericht 2005. Die für Leistungszuwächse in 2006 und 2007 verwendeten Zahlen lauten: 15,3 GW bzw. 21 GW Windkraft zu 1.600  $\$/\text{kW}$ , 2,15 GW bzw. 3,0 GW Photovoltaik zu 7.000  $\$/\text{kW}$  (Gesamt-Systemkosten), 21,8 Mio.  $\text{m}^2$  bzw. 23 Mio.  $\text{m}^2$  Solarthermie-Anlagen zu 130  $\$/\text{m}^2$  (China, Türkei, Indien, sonstige), 3,1 Mio.  $\text{m}^2$  bzw. 3,6 Mio.  $\text{m}^2$  Solarthermie-Anlagen zu 800  $\$/\text{m}^2$  (EU und andere Industrieländer), rund 2 GW Zuwachs bei Biomasse-Strom zu 2.000  $\$/\text{kW}$ , rund 250 MW Zuwachs bei Geothermie-Strom zu 1.600  $\$/\text{kW}$ , 6,5 GW bzw. 5,5 GW kleine Wasserkraft in China zu 800  $\$/\text{kW}$  und rund 400 MW kleine Wasserkraft anderswo zu 1.300  $\$/\text{kW}$ , plus geringe Mengen an Solarthermie-Strom, Biomasse-Heizwärme und geothermische Heizwärme. Auch Navigant Consulting (2008) legt eine jährliche Schätzung der Investitionen in neue Leistung vor; diese beliefen sich ohne solare Warmwasserbereitung und kleine Wasserkraft auf 47 Mrd.  $\$$  für 2006 und vorläufig 55 Mrd.  $\$$  für 2007, was die Schätzwerte

bestätigt, die hier unter Berücksichtigung von solarer Warmwasserbereitung und kleiner Wasserkraft angegeben werden. Abb. 11, die auf den vorgenannten Leistungskosten basiert, ist auf reale Dollar 2007 approximiert und um historische Leistungskosten bereinigt, berücksichtigt jedoch keine Wechselkursschwankungen. Zu anderen Investitionsschätzungen siehe Anm. 21.

20. Von Photon Consulting geschätzte Investitionen in Photovoltaik-Fertigung. Für Biokraftstoffe geht aus Marktberichten hervor, dass die typischen Kosten für neue Biodiesel-Produktionsanlagen im Bereich von 0,6 bis 0,8 Mrd.  $\$$  pro Milliarde Liter/Jahr an Produktionskapazität liegen (zu weiteren methodischen Details siehe Anmerkung 7 des Berichts 2006). Im Bericht 2006 waren für Ethanol 0,3 bis 0,6 Mrd.  $\$$  pro Milliarde Liter/Jahr an Produktionskapazität angesetzt worden. Wenn man diese Zahlen hernimmt und die neuen Leistungssteigerungen bei Ethanol und Biodiesel für 2006/2007 mittelt, also ca. 6 Mrd. Liter/Jahr an Ethanol-Leistung, die jährlich zu 0,4 Mrd.  $\$$  installiert wird, plus 2 Mrd. Liter/Jahr an Biodiesel-Leistung, die jährlich zu 0,7 Mrd.  $\$$  installiert wird, so ergibt das 2,4 Mrd.  $\$$  jährlich für Ethanol und 1,4 Mrd.  $\$$  jährlich für Biodiesel bzw. eine Gesamtsumme von 3,8 Mrd.  $\$$  jährlich. Diese Zahlen sind erheblich höher als die im Bericht 2006 veranschlagten Gesamtsummen: 1 Mrd.  $\$$  für 2005 und 2 Mrd.  $\$$  für 2006. Im Bericht 2006 waren die Investitionskosten je Einheit für Ethanol auch für Biodiesel angesetzt worden; dies führte zu geringeren Schätzwerten. In Brasilien werden ebenfalls viel höhere Investitionen bis 2009 inkl. erwartet; in Anbetracht der Leistungssteigerungen in Brasilien in den Jahren 2006/2007 dürften dort 2006 etwa 1,5 Mrd.  $\$$  und 2007 ca. 2 Mrd.  $\$$  investiert worden sein.

21. Weitere Erkenntnisse zu Investitions- und Finanzierungstrends sind dem von REN21 begleiteten Bericht „Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007“ zu entnehmen, der als Gemeinschaftsbericht der Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) und New Energy Finance (UNEP/NEF 2007) im Rahmen des UN-Umweltprogramms (UNEP) publiziert wurde. Von jenem Bericht sind weitere Ausgaben beabsichtigt. Der besagte Bericht liefert einen Alternativmaßstab für Investitionen in nachhaltige Energien, und zwar einen, der transaktionsorientierter ist und Komponenten beinhaltet, die der im vorliegenden Bericht zitierte Schätzwert von 71 Mrd.  $\$$  für 2007 nicht umfasst. Der UNEP/NEF-Bericht weist 75 Mrd.  $\$$  an Investitionen in „nachhaltige Energie“ im Jahr 2006 aus (sowie geschätzte 117 Mrd.  $\$$  für 2007 in einer Fortschreibung von Anfang 2008). Dieser Maßstab beinhaltet Wagniskapital- und Private-Equity-Investitionen, auf öffentlichen Märkten beschafftes Kapital sowie Aufwendungen für Forschung und Entwicklung [F&E], aber auch kleinere Beträge für andere Technologien wie z. B. Energieeffizienz und Brennstoffzellen. In einem anderen Gesamtbetrag des UNEP/NEF-Berichts sind auch Fusions- und Übernahmeaktivitäten enthalten. Berücksichtigt man allein die Investitionen in neue Leistung, so beträgt die UNEP/NEF-Zahl für „Anlagenfinanzierung“ [„asset financing“] in 2007 ca. 39 Mrd.  $\$$ ; dies ist die direkteste Vergleichszahl zu den 55 Mrd.  $\$$ , die im vorliegenden Bericht für 2006 angegeben werden. Ein Teil der Abweichung lässt sich durch methodische Unterschiede erklären. Die letzte UNEP/NEF-Schätzung für Anlagenfinanzierung in 2007 lag bei 55 Mrd.  $\$$ , vergleichbar mit dem Ansatz von 71 Mrd.  $\$$  im vorliegenden Bericht unter Berücksichtigung weiterer Faktoren. Der UNEP/NEF-Bericht gibt für 2006 auch 7 Mrd.  $\$$  an Wagniskapital und Private Equity sowie 16 Mrd.  $\$$  für F&E an.

22. Clean Edge (2007); Pinto und Hunt (2007); New Energy Finance (2007). Der vorliegende Bericht befasst sich nicht mit  $\text{CO}_2$ -Finanzierung oder Projekten im Rahmen des Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung [Clean Development Mechanism - CDM]. EE-Projekte, die diese Finanzierungsinstrumente beinhalten, wurden in mehreren Ländern abgeschlossen, fortgesetzt und geplant.

23. Ebenda.

24. Zahlen über multilaterale Finanzierung aus World Bank (2007a), GEF (2007) und persönlicher Kommunikation mit Claudia Fersen, KfW, Dezember 2007. Siehe dazu auch Anm. 15 zum Bericht 2005 und Anm. 8 des Berichts 2006.
25. Ebenda. Die Gesamtfinanzierung der Weltbank für erneuerbare Energien umfasste 150 Mio. \$ für CO<sub>2</sub>-Finanzierung im Geschäftsjahr 2007, auch wenn der vorliegende Bericht sich nicht auf CO<sub>2</sub>-Finanzierung erstreckt.
26. Ebenda.
27. Siehe Bericht 2005 zu weiteren Beispielen für Finanzierungsprogramme in Entwicklungsländern. Bis Mitte 2007 waren durch das brasilianische PROINFA-Programm 850 MW hinzugekommen und weitere 950 MW im Bau; von der Gesamtleistung stammten 1.076 MW aus kleiner Wasserkraft, 514 MW aus Biomasse und 216 MW aus Windkraft (Porto 2007).
28. Die Methodik für diese Kalkulation ist in Anm. 10 des Berichts 2006 und Anm. 17 zum Bericht 2005 beschrieben. Anhang 2 enthält die aktualisierte Firmenliste. Quellen sind u. a. Bloomberg, MarketWatch.com, InvestGreen.ca, Investext, Reuters und Firmendaten.
29. Quellen sind u. a. Medienberichte/News Reports sowie originäre Recherchen von Mitwirkenden am Bericht. Zu Beispielen für Quellen in der Vergangenheit und Branchentendenzen siehe die Anm. 18 bis 23 zum Bericht 2005.
30. New Energy Finance (2007).
31. Vorsichtige Zurückhaltung war gelegentlich zu spüren, da Preisanstiege in den Jahren 2005-2007 die Entwicklung von Photovoltaik, Windkraft und Biokraftstoffe gebremst haben. Wegen hoher Nachfrage und Silizium-Rohstoffengpässen fielen die PV-Preise nicht aus dem Bereich von 3,00-3,50 \$/Watt. Die Windturbinenkosten stiegen effektiv von 1.000-1.100 \$/kW im Jahr 2003 auf 1.500 \$/kW oder mehr im Jahr 2006, teilweise wegen hoher Preise für Stahl und Glasfaserkunststoff. Die Gewinnspannen bei Biokraftstoffen in den USA verflüchtigten sich 2006, da der Maispreis sich in nur zwei Jahren verdoppelte, teilweise wegen der Nachfrage von Ethanol-Erzeugern. Dies alles könnte man als kurzfristig ansehen, da die Märkte sich mit erhöhter Leistung anpassen werden, aber diese Kostenentwicklungen erregten in der Branche immer noch Aufmerksamkeit.
32. Global Wind Energy Council (2007); Emerging Energy Research (2007).
33. Global Wind Energy Council (2007); GreenHunter Energy; Martinot und Li (2007).
34. PV News März, April, Oktober und Dezember 2007; Photon Consulting (2007); Sarasin (2007).
35. PV News März, April, Oktober und Dezember 2007; Sarasin (2007). Sarasin (2007) meldete 200 MW Dünnschichtproduktion in 2006 bzw. 7,8 Prozent, während PV News nur ca. 6 Prozent in 2006 meldete.
36. Kingsman Biodiesel News, 2. Dezember 2007. Siehe auch New Energy Finance 124NS (2007) zu Beispielen für die Schwierigkeiten, mit denen Biokraftstoff-Erzeuger in letzter Zeit in einigen Ländern konfrontiert waren, darunter hohe Rohstoffpreise, Überkapazitäten, billig importiertes Ethanol aus Brasilien sowie zaghafte Erfüllung zwingender Beimischungsnormen.
37. Website der U.S. Renewable Fuels Association, [www.ethanolrfa.org](http://www.ethanolrfa.org), besucht am 12. November 2007.
38. Nachrichtenartikel; New Energy Finance, Ausgabe 121NS; [www.rangefuels.com](http://www.rangefuels.com); [ir.verenium.com](http://ir.verenium.com).
39. Sarasin (2007); Medienberichte/News Reports; Berichtsbeiträge von Mitwirkenden. Im US-Staat Nevada ging die 64-MW-Anlage „Solar One“ ans Netz; den Erwartungen nach soll sie Strom mit einem Aufwand von ca. 15-17 USD-Cent/kWh erzeugen. In

Spanien ging Anfang 2007 die Solarthermie-Anlage (Turm-Typ, 11 MW) in Sanlucar la Mayor (Sevilla) ans Netz. Am gleichen Standort sollte der Bau von zwei weiteren Solarthermie-Anlagen (20 MW und 50 MW) beginnen, wobei das Gesamtprojekt auf 300 MW bis 2013 ausgelegt ist.

40. Zur Methodik der Arbeitsplätze-Schätzung siehe Anhang 3, aber auch Anm. 24 zum Bericht 2005. Renner, Sweeny und Kubit (2008, vorläufig) legen eine ähnliche Schätzung von weltweit 2,3 Mio. Arbeitsplätzen vor, davon 1,2 Mio. bei Biokraftstoffen in den vier führenden Biokraftstoff erzeugenden Ländern (Zahlen beinhalten auch indirekt geschaffene Stellen). Die größten Unsicherheiten bei den Arbeitsplätze-Schätzzahlen betreffen die Biokraftstoff-Branche, und es gibt auch Fragen in Bezug auf Qualität und soziale Auswirkungen von Arbeitsplätzen im Biokraftstoffsektor. Im Bericht 2005 beruhte die Arbeitsplätze-Schätzung auf analytischen Faktoren für „Arbeitsplätze pro Ist-Leistung“ und „Arbeitsplätze pro Einheit erzeugter Leistung“. Die Stellen-Gesamtzahl basiert auf Ist-Leistung (d. h. Betrieb und Wartung) plus neu gefertigte bzw. installierte Leistung (d. h. Bau). Es gibt auch das Problem der Schätzung indirekt geschaffener Stellen - deren Definition ist nicht immer eindeutig. Die Arbeitsplätze-Schätzwerte für den Biokraftstoffsektor fußen teilweise auf Parametern vom brasilianischen Zuckerrohr-Verband, die etliche Plantagen-gestützte Arbeitsplätze beinhalten.

41. Dieser Abschnitt soll lediglich das Gesamtspektrum politischer Aktivitäten aufzeigen. Die aufgeführten politischen Instrumente und Maßnahmen sind in der Regel solche, die von gesetzgeberischen Organen verabschiedet wurden. Einige davon sind eventuell noch nicht umgesetzt oder bedürfen noch ausführlicher Durchführungsbestimmungen. Natürlich ist es schwierig, jede einzelne Maßnahme zu erfassen; daher wurden eventuell einige ungewollt übersehen oder falsch aufgeführt. Andere wiederum können auch aufgegeben bzw. abgebrochen oder erst vor ganz kurzer Zeit in Kraft gesetzt worden sein. Die Begriffe „Ziele“, „Vorgaben“, „Plansoll“, „Sollwerte“ und dgl. werden locker und austauschbar benutzt, denn es gibt viele verschiedene Arten von Zielen und Vorgaben, die von innerstaatlicher Planung bis zu multilateralen Verpflichtungen reichen, und es wäre unmöglich, sie alle korrekt zu charakterisieren. Dieser Bericht befasst sich nicht mit politischen Instrumenten und Aktivitäten, die sich auf Technologietransfer, Aufbau von Leistungen, CO<sub>2</sub>-Finanzierung und CDM-Projekte beziehen, noch beleuchtet er politische Maßnahmen, die in breiterem Rahmen und mit strategischer Ausrichtung erfolgen - diese sind dennoch alle wichtig für den Fortschritt erneuerbarer Energieträger. Zum größten Teil behandelt der vorliegende Bericht auch keine politischen Instrumente, die sich noch im Diskussions- oder Formulierungsstadium befinden, außer um Gesamtentwicklungen hervorzuheben, insbesondere für Entwicklungsländer, wo politische Maßnahmen relativ jüngeren Datums sind. Die Politik-Informationen stammen aus einer großen Auswahl an Quellen, und insbesondere aus unveröffentlichten Beiträgen von Personen und Stellen, die am Bericht mitgewirkt haben. Die Online-Datenbank der IEA „Global Renewable Energy - Policy and Measures“ (<http://renewables.iea.org>) stellt eine der umfassendsten Quellen für Politik-Informationen dar. Zu Einzelheiten über politische Instrumente und Maßnahmen sowie über Quellen, die in den vergangenen Jahren erfasst wurden, siehe die Anm. 25 bis 35 zum Bericht 2005 sowie die Anm. 16 bis 40 des Berichts 2006. Einzelheiten aus einschlägigen Berichtsbeiträgen von Mitwirkenden sind in Anhang 4 zusammengestellt.

42. Eine neue Politik- und Marktübersicht der IEA, die auf dem Originalbuch von 2004 aufbaut, wird in Kürze in 2008 erscheinen und substanzuelle Angaben zu und Erfahrungen mit Instrumenten und Maßnahmen für IEA-Länder enthalten.

43. Tabelle R7: Zu anderen nicht aufgeführten Ländern mit Energieanteil-Zielen gehören Algerien (5 Prozent bis 2020), Armenien (35 Prozent bis 2020), Barbados (über 20 Prozent bis

2012), Rumänien (11 Prozent bis 2010 und 15 Prozent bis 2015), Syrien (4 Prozent bis 2010 und 10 Prozent bis 2020) sowie Uganda (61 Prozent bis 2017). Tschechien und Polen haben ebenfalls Ziele für 2010 (5-6 Prozent bzw. 7,5 Prozent), und in Marokko wurden Vorgaben diskutiert. Ist-Anteile an der Primärenergie gelten für 2006; für die meisten Länder stammen sie aus der Quelle IEA (2007b) Renewables Information (nach IEA-Methode) und umfassen traditionelle Biomasse, feste Siedlungsabfälle und große Wasserkraft. Anteile an der Endenergie sind für OECD-Länder anhand folgender (vorläufiger) Methodik geschätzt (siehe auch Anhang 1): Anteil an der Endenergie berechnet durch Dividieren des gesamten EE-Endverbrauchs mit dem Gesamt-Endverbrauch, der in den unter [www.iea.org](http://www.iea.org) für 2004 verfügbaren IEA-Energiebilanzen ausgewiesen ist, für 2006 nach oben korrigiert um das Verhältnis der Primärenergie für 2006 gegenüber 2004 von BP (2007). Der gesamte EE-Endverbrauch ist die Summe von vier Komponenten: (1) aus erneuerbaren Energieträgern erzeugte Elektrizität, (2) Endverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energieträgern nach Umwandlung in Heizwerken und KWK-Anlagen, (3) direkter Endverbrauch von Sonnenwärme, Erdwärme, Siedlungsabfall, Biomasse und Gas aus Biomasse, und (4) Endverbrauch flüssige Biokraftstoffe. Die Komponenten 1-3 kann man für 2006 der Quelle IEA (2007b) Renewables Information entnehmen, aber nicht die Komponente 4, die aus Tabelle R6 abgeleitet wird. Leistungsverluste und Eigenverbrauch für Regenerativ-Strom sollten eigentlich saldiert werden, wurden aber ignoriert. Globaler Anteil an der Endenergie berechnet anhand von Daten aus Abb. 1 (siehe Anmerkung 1) plus Energie-Gesamtverbrauch für 2005 laut IEA (2007a) Key World Energy Statistics, berichtigt auf 2006. Endenergieanteile, die bei manchen Ländern geringer als die Primärenergieanteile ausfallen, können auf einen hohen Biomasse-Anteil bei Strom zurückzuführen sein. Der globale Endenergieanteil ist höher als der globale Primärenergieanteil, teilweise wegen traditioneller Biomasse, die gänzlich Endenergieverbrauch darstellt. Das deutsche Zahlenmaterial wurde getrennt vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) zur Verfügung gestellt.

44. Tabelle R8: Andere nicht aufgeführte Länder mit Stromanteil-Zielen sind Kroatien (5,8 Prozent bis 2010 ohne große Wasserkraft) und Moldawien (2,5 - 3 Prozent). Auch Israel hat eine Vorgabe von 2 Prozent bis 2007, und Ägypten hat 3 Prozent bis 2010 als Ziel. Ist-Anteile sind vorläufige IEA-Schätzwerte für 2006, die in Renewables Information 2007 angegeben sind. Das Ziel Japans schließt auch Geothermie-Strom aus. In Kanada und den USA haben Provinzen und Bundesstaaten De-Facto-Ziele in Form von Renewable Portfolio Standards [RPS]; siehe Tabelle R11. In Marokko wurden Vorgaben für Energie- und Stromanteile diskutiert. Quellen für Ziele: Berichtsbeiträge von Mitwirkenden; siehe dazu auch Anm. 25 zum Bericht 2005.

45. Randbemerkung 1: Statt Primär - bzw. Endenergieanteile zu zählen, stellen viele Ziele auf den Anteil von Elektrizität aus EE-Trägern ab (siehe Tabelle R8 und Abb. 2). So wird die Notwendigkeit der Wahl eines Verfahren zur zahlenmäßigen Erfassung von Energie vermieden, auch wenn damit nicht die Beiträge von Kraftstoffen für Heizung und Verkehr erfasst werden. Bei der IEA-Methode unterstellt die IEA beim Zählen von Primärenergie, die mit Atomstrom verbunden ist, einen Kraftwerk-Wirkungsgrad von 33 Prozent. Bei der BP-Methode unterstellt BP beim Zählen von Primärenergie, die mit Strom aus Kern- und Wasserenergie verbunden ist, einen Kraftwerk-Wirkungsgrad von 38 Prozent. Die Differenz zwischen diesen angenommenen Wirkungsgraden kann zu Diskrepanzen führen, wenn man IEA- und BP-Statistiken für Primärenergie in Einklang zu bringen versucht. Es stellt sich auch die Frage, ob traditionelle Biomasse zur Primärenergie-Gesamtmenge zu rechnen ist; wenn ja, mindert dies die Anteile von Wasser- und Nuklearkraft (weil die Gesamtmenge an Primärenergie höher ist). Außerdem ist strittig, ob kleine Wasserkraft in den Wasserkraft-Anteil einzubeziehen ist oder

nicht. Bei all diesen methodischen Differenzen und Optionen können die Anteile von Nuklear- und Wasserkraft in gemeldeten Statistiken variieren. Daher werden unter Randbemerkung 1 keine exakten Zahlen genannt, um keine Verwirrung aufkommen zu lassen. Zu weiteren methodischen Details zur Berechnung von Anteilen an der Primär- und Endenergie siehe Anm. 43, Anhang 1 sowie Martinot et al. (2007).

46. Im Gegensatz zur Lastenverteilung im Zusammenhang mit dem Endenergie-Ziel wird beim Ziel für Verkehrskraftstoffe für jedes Land einheitlich der gleiche 10-Prozent-Anteil angesetzt. Das Ziel für Verkehrskraftstoffe ist auch nur dann verbindlich, wenn die Produktion sich als „nachhaltig“ erweist und wenn Biokraftstoffe der zweiten Generation handelsüblich werden. In einem „Grünbuch“ der Europäischen Kommission von 2007 über marktwirtschaftliche Mechanismen für Energie- und Umweltpolitik wird betont, dass in der künftigen Biokraftstoff-Entwicklung nicht-nachhaltige Formen zugunsten von Biokraftstoffen der zweiten Generation vermieden werden sollten. Siehe dazu Greenprices 36 (2007).

47. Im September 2007 hat China seinen „Mittel- und langfristigen Entwicklungsplan für erneuerbare Energien“ abschließend formuliert und einen endgültigen Zielkatalog bis 2020 herausgegeben. Der Anteil an der Gesamt-Primärenergie wurde leicht nach unten korrigiert, und zwar auf 15 Prozent gegenüber einem zuvor diskutierten Ziel von 16 Prozent. Siehe dazu Martinot und Li (2007).

48. Seit der Ausgabe des Berichts 2005 wurden achtzehn neue Länder in die Liste der Länder mit EE-Zielen aufgenommen: Algerien, Argentinien, Armenien, Barbados, Bulgarien, Iran, Jordanien, Kroatien, Marokko, Mexiko, Moldawien, Nigeria, Pakistan, Rumänien, Senegal, Syrien, Tunesien und Uganda (zu Einzelheiten über die Ziele siehe die Tabellen R7-R9). Bei einigen dieser Länder ist das Jahr der Inkraftsetzung unklar, und der Stand in Bezug auf die Vorgaben in Iran und Mali ist ungewiss. Uganda gab 2007 einen umfassenden Katalog von Zielen für erneuerbare Energien in 2012 und 2017 bekannt; dieser beinhaltet auch Ziele für Stromerzeugung, Elektrifizierung in ländlichen Gebieten, produktive ländliche Nutzungsarten, solare Warmwasserbereitung und Biokraftstoffe (siehe Ministry of Energy and Mineral Development 2007). Ägypten erhofft sich ein Windkraft-Wachstum von mindestens 500 MW jährlich ab 2011; daneben bestanden getrennte Ziele für 750 MW Stromleistung aus Solarthermie-Anlagen bis 2017. Indiens Planziele spezifizieren jetzt bessere Nutzung der solaren Warmwasserbereitung in Hotels, Krankenhäusern und ähnlicher Einsatzarten bis 2022, 10 Jahre früher als bei zuvor erklärten Zielen. Ein neues kurzfristiges Ziel in Indien ist u. a. die maximale Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung in der Zuckerindustrie und anderen Biomasse-Branchen. Bulgarien wurde auf Grund seines Aufstiegs in die EU einbezogen, auch wenn konkrete Ziele nicht zu erhalten waren.

49. Das nationale US-Einspeisegesetz war der Public Utility Regulatory Policy Act (PURPA), auch wenn manche Analytiker der Ansicht sind, PURPA sei kein echtes nationales Einspeisegesetz gewesen. Einige Bundesstaaten haben PURPA aktiv umgesetzt, aber die meisten haben die Umsetzung in den 1990er Jahren abgebrochen. Die Einspeisetarife sind im Allgemeinen von Land zu Land verschieden gestaltet (siehe Mendonca 2007). Einige Regelungen gelten nur für bestimmte Technologien oder für Maximalleistung. Die meisten Regelungen sehen unterschiedliche Tarife für verschiedene Technologien vor und sind meist auf Erzeugungskosten bezogen, z. B. durch Unterscheidung zwischen Offshore- und Onshore-Windkraft. Andere Systeme differenzieren die Tarife wiederum nach Anlagengröße, Standort/Region, Jahr der Inbetriebnahme und Betriebszeitraum im Jahr. Die Tarife für eine bestimmte Anlage können mit der Zeit stufenweise sinken, laufen aber in der Regel über einen Zeitraum von 10–20 Jahren.

50. Nähere Angaben zu Einspeisevergütungen in den genannten

Ländern finden sich in Anhang 5, inkl. Preisniveaus, anspruchsberechtigte Leistungsbereiche, Zeiträume, Sonderregeln und Erwartungen für die Zukunft. Einige Tarife basieren auf komplizierteren Formeln, wie etwa Spaniens Photovoltaik-Tarif, der aus einem Vielfachen von mittleren Preisen für Strom aus herkömmlichen Energieträgern über spezifizierte Zeitspannen abgeleitet ist. Zu einer umfassenden Abhandlung über Einspeisevergütungen siehe Mendonca (2007). In einer Erhebung von Gipe (2007) sehen Einspeisetarife für das erste Jahr eine Vergütung für Windkraft im Bereich von 7-11 USD-Cent/kWh [ca. 5-8 €Cent], für PV-Strom im Bereich von 37-74 USD-Cent/kWh [ca. 27-53,5 €Cent] und für Biomasse-Strom im Bereich von 8-23 USD-Cent/kWh [ca. 6-16,5 €Cent] vor. Die Erhebung betraf Brasilien, Deutschland, Frankreich, Italien, Kalifornien, Minnesota, Österreich, Ontario, Portugal, Spanien (unter 50 MW), Südkorea, Tschechien, die Türkei und Washington State. Siehe auch EurObserver 178 (2007).

51. Ebenda. Deutschland erwog für 2009 geringere Einspeisevergütungen für PV-Strom als im geltenden Gesetz vorgesehen; dies könnte 2008 zu einer Marktbeschleunigung im Vorgriff auf die Preissenkungen führen. Spanien sieht sich einem ähnlichen Phänomen gegenüber, seit es im September 2007 seine Programm-Obergrenze erreicht hat (85 Prozent von 400 MW), wobei der derzeitige Tarif nur für Systeme gilt, die bis September 2008 inkl. installiert werden. Für die Zeit danach gingen die Erwartungen in Richtung geringere Vergütungen (aber eine höhere Obergrenze). Italien beendete 2006 sein bestehendes Programm und führte dann ein neues ein, das zu einer Vorverlegung/Beschleunigung von Anlagen führte. Für 2007 werden 20 MW Zuwachs erhofft, nach 11 MW im Jahr 2006. Frankreich erhöhte die Anreize für Photovoltaik, da die Installationen geringer als erwartet ausfielen; für 2007 wird mit einer Zunahme von 15 MW gerechnet, nach 6 MW in 2006. Griechenland verabschiedete 2007 ein neues EE-Gesetz, mit dem die Bedingungen für die Einspeisevergütung verbessert werden. Koreas PV-Programm beinhaltet auch die Förderung von F&E, Zielvorgaben für Häuser bzw. Eigenheime und öffentliche Gebäude, Darlehen sowie Förderung durch Kommunalverwaltungen. In Indien ist jetzt ein Zuschuss von 12 Rupien/kWh für Photovoltaik und 10 Rupien/kWh für CSP (konzentrierende solarthermische Anlagen) vorgesehen, begrenzt auf 10 MW in den einzelnen Bundesstaaten.

52. Zu Einzelheiten über die Niederlande siehe Greenprices 27 (2006) und 39 (2007).

53. In den USA gibt es vier weitere Staaten mit politischen Zielen, die nicht rechtsverbindliche Renewable Portfolio Standards (RPS) sind: Missouri, North Dakota, Vermont und Virginia. Zu den Bundesstaaten, die 2006/2007 neue RPS-Ziele verordnet haben, gehören Illinois (10 Prozent bis 2015 und 25 Prozent bis 2025), New Hampshire (25 Prozent bis 2025), North Carolina (12,5 Prozent bis 2018), Oregon (25 Prozent bis 2025) und Washington (15 Prozent bis 2020). Ferner haben New Mexico und Colorado jeweils ihre vorherigen Vorgaben verdoppelt, um 20 Prozent bis 2020 zu erreichen. Nevada wird 20 Prozent bis 2015 erreichen, Minnesota 25-30 Prozent bis 2020-2025, und in Maryland gibt es eine zusätzliche PV-Auflage von 2 Prozent bis 2022, die 1,5 GW zusätzliche Leistung zur Folge haben könnte. Zu näheren Einzelheiten über RPS-Regelungen in den USA siehe Wisner et al. (2008). In Kanada peilt die Provinz British Columbia 50 Prozent aus „sauberer Energie“ an; Alberta und Manitoba haben 900 MW bzw. 1.000 MW Windkraft im Visier; die Quotenregelung (RPS) von Ontario beträgt 5 Prozent bis 2007 und 10 Prozent bis 2010; Quebec will 4.000 MW Windkraft bis 2015 erreichen; die RPS-Vorgaben von New Brunswick lauten 10 Prozent bis 2016 und 400 MW Windkraft bis 2016; die RPS-Vorgaben von Nova Scotia sind 5 Prozent bis 2010 und 20 Prozent bis 2013; Neufundland/Labrador strebt 150 MW Windkraft an; und Prince Edward Island hat sich ein Ziel von 15 Prozent bis 2010 (erreicht) und 100

Prozent bis 2015 gesetzt.

54. Zu weiteren Informationen über Chinas Regelungen und Maßnahmen siehe Martinot und Li (2007).

55. Die bewilligten Preise im Rahmen der Konzessionspolitik Chinas waren zwar gering, lagen aber in den Jahren 2005 und 2006 im Bereich von 0,42-0,50 RMB/kWh [ca. 3,6-4,5 €Cent/kWh]. Einige Beobachter gehen davon aus, dass angesichts der niedrigen Preise nicht alle bewilligten Projekte tatsächlich gebaut werden. Zu weiteren Informationen über Chinas Regelungen und Maßnahmen siehe Martinot und Li (2007).

56. Die Ausgestaltung von Steuergutschriften für PV-Investitionen sowie von Subventions- und Erstattungsprogrammen ist unterschiedlich. Bei einigen gibt es Höchstgrenzen wie z. B. 10 kW. Bei anderen wiederum sind höhere Subventionen bis zu einer bestimmten Leistungsgrenze und geringere Subventionen jenseits dieser Grenze vorgesehen. Bei manchen ist eine Obergrenze für den Geldbetrag des Gesamtprogramms festgelegt. Andere gelten nur für Ausrüstungskosten, nicht aber für Installationskosten. Zu Einzelheiten über nach Ländern gegliederte Regelungen siehe Anhang 6.

57. Die Nationale Entwicklungs- und Reformkommission Chinas hat 2007 ihren „Plan zur verstärkten Sonnenenergienutzung zu Heizzwecken“ veröffentlicht, der voraussichtlich für Krankenhäuser, Schulen und Hotels gelten wird; siehe dazu Martinot und Li (2007). Die Einhaltung der nationalen Vorschriften Indiens ist zunächst freiwillig, wird später aber obligatorisch.

58. Die Sonnenkollektor-Verfügung von São Paulo gilt für alle neuen Wohnungen/Häuser mit mehr als drei Badezimmern sowie alle Industrie- und Gewerbegebäude.

59. Biokraftstoff-Regelungen stammen aus einer Vielzahl von Quellen. Eine gute Zusammenfassung gibt es in Kojima, Mitchell und Ward (2007), ebenso in Greenprices 42 (2007). Kalifornien verabschiedete 2007 eine neuartige Biokraftstoff-Regelung, eine Norm für kohlenstoffarme Kraftstoffe („low-carbon fuel standard“-LCFS), die bis 2020 eine 10-prozentige Reduzierung der mittleren Kohlenstoffintensität von Fahrzeug-Kraftstoffen anpeilt. LCFS-Regelungen wurden auch in den USA auf Bundesebene und von der Europäischen Kommission erwogen.

60. Neben den erwähnten Regelungen und Maßnahmen gibt es eine wachsende Zahl internationaler Kooperationen und Initiativen in Bezug auf Biokraftstoffe, wie etwa das International Biofuels Forum, das 2007 mit Beteiligung Brasiliens, der USA, Chinas, Indiens, der Europäischen Union und Südafrikas zur Förderung eines internationalen Marktes ins Leben gerufen wurde, sowie eine Absichtserklärung Brasiliens und der Vereinigten Staaten über Forschung für Biokraftstoffe der zweiten Generation. Eine vor kurzem durchgeführte Analyse von handelspolitischen Kursen und Fragen zu Biokraftstoffen findet sich bei Kojima, Mitchell und Ward (2007).

61. Neue Informationsquellen für Ökostrom sind u. a. RECS International (2005), Greenprices (2006), Brger (2007), www.recs.org, Association of Issuing Bodies (2007), Bird und Swezey (2006), Bird (2007), U.S. EPA Green Power Partnership (2007), GreenPower Accreditation Program (2007) sowie Whitmore und Bramley (2004).

62. Die Informationen zu den einzelnen Städten stammen von ICLEI-Europe, www.martinot.info/solarcities.htm, vom Worldwatch Institute sowie von Cathy Kunkel, Princeton-Universität und Gastforscherin an der Tsinghua-Universität. Zu ausführlicheren Erläuterungen und Quellen siehe Anm. 35 zum Bericht 2005 und Anhang 7 von 2007.

63. Viele kleinere Regionen, Bezirke und Ortschaften sind ebenfalls mit örtlichen Maßnahmen und Programmen für erneuerbare Energien befasst. Einige davon streben eine 100-prozentige Nutzung regenerativer Energieträger an oder erreichen diese schon, darunter über ein Dutzend Orte in Deutschland wie z. B. Jühnde in Niedersachsen. In Bayern erklärten sechs Landkreise ihre Absicht, bis 2035 ihren Energiebedarf vollkommen selbst zu decken.

64. Auf Stadtebene dagegen wird eine derartige Zielsetzung durch industrielle Produktion erschwert, da Industrie-Emissionen nicht unbedingt Einwohnern der Stadt zuzurechnen sind. Es gibt eine wachsende Zahl von „100-Prozent-Städten“, die einen vollständig von erneuerbaren Energieträgern gespeisten Verbrauch anstreben, wie etwa die deutschen Städte Emden, Kassel, Nürnberg und Wolfhagen.

65. Das Weltklimaschutzabkommen der Bürgermeister und Kommunen baut auf den bestehenden Selbstverpflichtungen von Kommunen und ihren Verbänden auf; dazu zählen die Weltkampagne der Städte für den Klimaschutz des ICLEI, der Weltbürgermeisterrat zum Klimawandel [World Mayors Council on Climate Change], das Abkommen von US-Bürgermeistern zum Klimaschutz [U.S. Mayors' Climate Protection Agreement], das 40-Städte-Netzwerk [C40 Climate Leadership Group] und die „Erklärung von Jeju“ der Weltunion der Kommunen [United Cities and Local Government - UCLG]. Siehe [www.iclei.org/climateagreement](http://www.iclei.org/climateagreement). Der Klimagipfel der Großstädte [C40 Large Cities Climate Summit] in den USA ist im Text nicht erwähnt, weil er vor allem darauf abzielt, Städten bei der Finanzierung von Energieeffizienz-Verbesserungen zu helfen. Für das Programm „Australian Solar Cities“ wurden jetzt vier Städte ausgewählt: Adelaide, Blacktown, Townsville und Alice Springs. Die „Local Renewables Initiative“ des ICLEI wurde 2005 ins Leben gerufen und hat vor, ein Netz von Modellstädten zu bilden; erste Aktivitäten gab es in Europa, Indien und Brasilien.

66. Es ist schwierig, die Fortschritte in der ländlichen Nutzung erneuerbarer Energien jährlich umfassend zu verfolgen, vor allem die Nutzung traditioneller Biomasse, die den Energieverbrauch in ländlichen Gebieten weiterhin dominiert. Die Datenerfassung erfordert extremen Zeit- und Personalaufwand. Eine umfassende Aktualisierung des Abschnitts über Energie in ländlichen Gebieten war nicht möglich. Zu Originalquellen und -daten für einen Großteil der Hintergrundinformationen zu diesem Abschnitt siehe die Anm. 36 bis 44 zum Bericht 2005.

67. Ergänzt mit Hilfe von Daten von Enda Energy (2006).

68. Ezzati und Kammen (2002). Siehe auch Anm. 37 zum Bericht 2005.

69. Verbesserte Biomasse-Kochherde sind eigentlich als Technik zur Brennstoff-Einsparung [Erhöhung des energetischen Wirkungsgrades] anzusehen und nicht als Technik zur Erzeugung erneuerbarer Energie. Dennoch sind sie eindeutig eine Form ländlicher EE-Nutzung, und zwar eine mit enormen Verwendungsmöglichkeiten und Folgen. Instrumente und Programme zur Förderung leistungsfähiger Herde sind daher nicht Instrumente der „Förderung“ erneuerbarer Energieträger, wie es bei anderen in diesem Bericht erfassten regenerativen Energiequellen typisch ist, sondern eher dazu bestimmt, die gesundheitlichen, wirtschaftlichen und ressourcenbezogenen Auswirkungen der Nutzung vorhandener erneuerbarer Energieträger zu verbessern (und sind folglich eng mit nachhaltiger Forst- und Landbewirtschaftung verbunden). Die Anzahl vorhandener und funktionierender Herde kann erheblich geringer sein, als die hier gemeldeten Zahlen ausweisen; so hat z. B. laut einigen Einschätzungen ein Großteil der Herde in Indien die Nutzungsdauer überschritten und ist nicht mehr in Betrieb. Siehe dazu AFRENPREN/FWD (2006). Im Bericht *World Energy Assessment* von UNDP et al. (2000) werden die Umweltauswirkungen - auch Treibhausgase - von Kochherden, die mit traditioneller Biomasse betrieben werden, erörtert.

70. Aktualisierungen zu China und Indien von Martinot und Li (2007) und vom Indischen Ministerium für neue und erneuerbare Energie (2007).

71. Die Zahlen beinhalten Solarleuchten in Indien. Weitere Einzelheiten über Inselanlagen-Statistik und Geschäftsmodell-Merkmale finden sich in Anhang 8, in Anm. 34 zum Bericht 2005 sowie in Anm. 43 und im zugehörigen Text des Berichts 2006. Zu multilateralen Programmen jüngerer Datums siehe auch World Bank (2007a).

