

Eva Sternfeld

Ein Wirtschaftswunder gebaut auf Kohle – Herausforderungen für Chinas Energiesektor und den Klimaschutz

Chinas wirtschaftlicher Aufschwung, der seit der Aufnahme des Landes in die Welthandelsorganisation im Jahr 2001 deutlich an Fahrt gewonnen hat, geht einher mit einem historisch beispiellosen Anstieg des Energieverbrauchs. In der vergangenen Dekade, in der China zur Fabrik der Welt und zu einem führenden Exportland aufstieg, stieg der Verbrauch von Primärenergie um mehr als 100%.¹ Hatte das Land zu Beginn des Millenniums nur halb so viel Energie verbraucht wie die USA, so hat es diese innerhalb von nicht einmal 10 Jahren als weltweit führender Energieverbraucher mittlerweile abgelöst. Dabei partizipieren noch längst nicht alle Einwohner des bevölkerungsreichsten Landes der Welt an diesem Wirtschaftswunder. Der Pro-Kopf-Energieverbrauch im Landesdurchschnitt beträgt gegenwärtig erst etwa ein Drittel des Durchschnitts der OECD-Länder. Angesichts des anhaltenden Trends zur Urbanisierung² und des damit verbundenen höheren Lebensstandards und Ressourcenbedarfs gehen Prognosen davon aus, dass eine Sättigung des chinesischen Energiehungerers mittelfristig nicht in Sicht ist.³ Der folgende Artikel beleuchtet die Herausforderungen, die die Energiefrage an das aufstrebende Schwellenland stellt, und untersucht die Strategien, die zur Gewährleistung von Energiesicherheit, Umwelt- und Klimaschutz verfolgt werden.

1 Zwischen 2000 und 2009 stieg Chinas Verbrauch an Primärenergie von 967 Millionen Tonnen auf 2 177 Milliarden Tonnen Öläquivalent. Quelle: *BP Statistical Review of World Energy 2010, Historical data, Primary Energy Consumption from 1965*, www.bp.com/statisticalreview (28.1.2011).

2 Der Anteil der städtischen Bevölkerung stieg von 19,4% (1980) auf 45,7% (2008). National Bureau of Statistics of China (Hg), *China Statistical Yearbook 2009*, Beijing 2009, S. 89.

3 So erwartet die International Energy Agency (IEA), dass Chinas Energiebedarf zwischen 2008 und 2035 um weitere 75% ansteigen wird und Chinas Anteil am globalen Energiebedarf auf 22% (von gegenwärtig 17%) steigen wird. Vgl. *World Energy Outlook 2010*, http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2010/weo2010_es_german.pdf (28.1.2011), die deutsche Zusammenfassung findet sich auf S.6. Siehe auch *BP Energy Outlook 2030*, www.bp.com (28.1.2011).

Dominanz der Kohle

Spricht man weltweit vom nahenden Ende des »Ölzeitalters«, so hat die mittlerweile größte Exportnation der Welt, gemessen an ihrer wichtigsten Energiequelle, dieses Ende nie erreicht. China hat seinen rasanten ökonomischen Aufschwung bislang vor allem mit Kohle befeuert. Fast 70 % der Primärenergie und 80 % der Elektrizität werden aus Kohle gewonnen.⁴ Ohne einen massiven Ausbau der Kohleproduktion hätte die Energienachfrage des letzten Jahrzehnts nicht geschultert werden können. Fast die Hälfte der weltweiten Kohleproduktion wird inzwischen in China gefördert und auch dort verbraucht.⁵ Hauptursache für den massiven Anstieg des Energiebedarfs ist der Ausbau der überwiegend auf Kohlekraftwerken basierenden Elektrizitätsversorgung. Innerhalb von 30 Jahren stieg die installierte Leistung von Chinas Kraftwerken von 57 Gigawatt (GW) (1978) auf 793 GW (2008). Die Internationale Energie Agentur (IEA) erwartet, dass China bis 2030 über eine installierte Leistung von 1 935 GW, entsprechend den heutigen gesamten Elektrizitätsversorgungskapazitäten von USA und EU, verfügen wird.⁶

Tab. 1: Entwicklung des Kohleverbrauchs für ausgewählte Länder in Millionen Tonnen (short tons)

	1980	1990	2000	2009
Deutschland	535	534	270	249
USA	703	904	1 084	1 000
China	647	1 124	1 239	3 474

Quelle: US Energy Information Administration (EIA), *International Energy Statistics*, März 2010, www.eia.doe.gov (7.2.2011).

4 Vgl. z. B. National Bureau of Statistics of China (Hg.), *China Statistical Yearbook 2009* (Fn. 2), S. 243. Damit unterscheidet sich die chinesische Energiestruktur deutlich vom globalen Durchschnitt, für den der Anteil der Kohle mit etwa 30 % und der des Öls mit 34 % ermittelt wurde. Vgl. BP Statistical Review of World Energy 2010 (Fn. 1), S. 41.

5 2009 wurden nach Berechnungen der US Energy Information Agency (EIA) 44,2 % (3,36 Mrd. Tonnen) der weltweiten Kohleproduktion in China gefördert, der Anteil am weltweiten Verbrauch betrug 46,3 % (bzw. 3,4 Mrd. Tonnen), vgl. www.eia.doe.gov/fuelcoal.html (7.2.2011). China verbraucht damit etwa so viel Kohle wie Nord- und Südamerika, die EU, Russland und Afrika zusammen.

6 Craig Hart und Hengwei Liu, »Advancing Carbon Capture and Sequestration in China: A Global Learning Laboratory«, in *China Environment Series 11*, Washington 2010, S. 99.

Aufgrund des raschen Trends zur Urbanisierung und des wachsenden Energiebedarfs einer zunehmend wohlhabenderen städtischen Mittelschicht ist zumindest mittelfristig ein Abbau der Abhängigkeit von der Kohle nicht in Sicht. Kohle ist der einzige fossile Energieträger, von dem das Land über so große nachgewiesene Ressourcen verfügt, dass diese auch mit dem prognostizierten Anstieg der Energienachfrage in den kommenden Dekaden mithalten können.⁷ Die US Energy Information Agency (EIA) erwartet, dass sich Chinas Kohleproduktion in den kommenden 25 Jahren noch einmal verdoppeln wird.⁸

Für diese Abhängigkeit zahlt das Land bereits heute einen hohen Preis. Der gigantische Verbrauch von Kohle ist verbunden mit erheblichen Auswirkungen auf die Umweltqualität, die Volksgesundheit und die Verkehrssituation. Seit vielen Jahren führen chinesische Städte die Weltbank-Negativliste der Orte mit der weltweit schlechtesten Luftqualität an.⁹ Aufgrund der Luftverschmutzung werden in den betroffenen Orten signifikante Häufungen von Erkrankungen der Atemwege und auf diese Krankheiten zurückzuführende Todesfälle verzeichnet. Eine 2007 veröffentlichte Studie der Weltbank schätzt die durch Luftverschmutzung verursachten volkswirtschaftlichen Schäden auf bis zu 3,8 % des Bruttoinlandprodukts.¹⁰ Auch die direkten Umweltkosten, die durch den Kohleabbau entstehen, sind erheblich. Die chinesische Regierung schätzt die Kosten, die durch Umweltverschmutzung als Folge des Kohlebergbaus, Landschaftszerstörung und Bodenabsenkungen entstehen, auf jährlich 30 Milliarden RMB.¹¹

7 China verfügt mit Russland und den USA über die größten Kohlevorkommen der Welt. Etwa 13 % der heute bekannten Vorkommen weltweit befinden sich auf chinesischem Boden. Die nach dem derzeitigen Stand der Technik erschließbaren Vorkommen werden derzeit auf 1021 Gigatonnen (GT) geschätzt, sicher nachgewiesen sind davon bereits 189 GT, ausreichend für den Bedarf von weiteren 70 Jahren. Vgl. OECD und IEA (Hg.), *Cleaner Coal in China*, 2009, http://www.iea.org/Textbase/nppdf/free/2009/Coal_china2009_annexes.pdf (7.2.2011), S. 37.

8 Vgl. z.B. *International Energy outlook 2010 – coal*, www.eia.doe/oiaf/ieo/coal (7.2.2011).

9 Über die Hälfte der 341 chinesischen Städte, deren Umweltämter regelmäßige Werte für Luftqualität veröffentlichen, verzeichneten jährliche Feinstaub- (PM_{10})-Belastungen von durchschnittlich $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit das Doppelte des in den USA vorgeschriebenen Grenzwertes. Bei 21 % der Städte (darunter auch die Hauptstadt Beijing) überschritt der jährliche Durchschnittswert für PM_{10} $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 20 % der Städte verzeichneten Werte für SO_2 von $100 \mu\text{g}$ und mehr. Vgl. The World Bank, State Environmental Protection Administration (Hg.), *The Cost of Pollution in China*, 2007, http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPENVIRONMENT/Resources/China_Cost_of_Pollution.pdf (7.2.2011), S. 4.

10 Ebd., S. xiii.

11 Landesweit sind etwa 45000 km^2 von Bodenabsenkungen betroffen. Abraum aus

Zugleich ächzt die Infrastruktur des Landes unter der Last der Kohletransporte. Gut die Hälfte der Frachtkapazitäten der chinesischen Eisenbahnen wird für Kohletransporte genutzt.¹² Auch das mittlerweile gut ausgebaute Straßensystem kann die Masse der LKWs, die die Kohle aus den Bergbauregionen im Norden und Nordwesten des Landes in die energiehungrigen Industriezentren an der Ostküste transportieren, nicht verkraften. Megastaus sind an der Tagesordnung.¹³ Werden die Transportlinien durch Unfälle oder Witterungskatastrophen länger unterbrochen, wie dies im Januar 2008 nach einem ungewöhnlichen Kälteeinbruch und Schneefällen in Südchina der Fall war, droht innerhalb weniger Tage der Black-out in Chinas wichtigsten Wirtschaftszentren.¹⁴ Chinas Bergwerke gehören zu den gefährlichsten der Welt. Jahr für Jahr kommen bis zu 7 000 Menschen bei Bergwerksunfällen ums Leben. Auch wenn in den vergangenen Jahren große Anstrengungen unternommen wurden, die Sicherheitsvorkehrungen und Rettungsmaßnahmen zu verbessern, und sich die Zahl der tödlichen Unfälle pro geförderter Gigatonne Kohle drastisch verringert hat, sorgt jedes Grubenunglück, über das die Medien berichten, für sozialen Sprengstoff.¹⁵ Nach offiziellen Schätzungen sind 600 000 ehemalige Bergarbeiter an Staublunge erkrankt, dabei dürften die wahren Zahlen deutlich höher liegen, da die Statistiken nur die Mitarbeiter von Zechen in Staatsbesitz, nicht jedoch der privaten und Kollektivbetriebe erfassen.¹⁶

Auswirkungen auf den Klimawandel

Der steile Zuwachs der Kohleproduktion führte zu einem sprunghaften Anstieg der CO₂-Emissionen und ist die wesentliche Ursache dafür, dass China 2007 zum weltweit größten Verursacher von Treibhausgasen avancierte und damit in den Fokus der internationalen Klimaverhandlungen rückte.

dem Kohlebergbau wird auf ca. 16 000 km² (einer Fläche etwa so groß wie Thüringen) gelagert. OECD und IEA (Hg.), *Cleaner Coal in China* (Fn. 7), S. 46.

12 Ebd., S. 48.

13 Im Spätsommer meldeten internationale Medien einen Rekord-Stau. Eine Woche lang stauten sich LKWs auf der Autobahn von der Inneren Mongolei nach Beijing auf einer Strecke von über 100 km. Vgl. z. B. Tom Hillenbrand, »Verkehrskollaps in China: Gefangen im Superstau«, in *Der Spiegel*, 24.8.2010, <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,713525,00.html> (4.2.2011).

14 Vgl. z. B. »Coal shortage, electricity rationing continue in China as cold weather lingers«, 11.1.2008, und »President Hu calls on coal mines, ports to safeguard supplies«, 31.1.2008, www.chinaview.cn (4.2.2011).

15 OECD und IEA (Hg.), *Cleaner Coal in China* (Fn. 7), S. 45.

16 Ebd., S. 45.

Tab.2: Anstieg der durch Kohleverbrauch verursachten CO₂-Emissionen (Mio. Tonnen CO₂)

	1980	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
USA	1434	1799	2144	2083	2092	2130	2154	2162	2134
China	1173	1928	2273	2396	2689	3281	3922	4448	4946
Welt	6581	8409	8856	8992	9290	10091	10946	11511	12064

Quelle: EIA, *International Coal data*, www.eia.doe.gov/eia/coal (7.2.2011).

Mittlerweile trägt China etwa 20 % zu den weltweiten CO₂-Emissionen bei. Die IEA erwartet, dass der Anteil sich bis 2030 auf etwa 29 % erhöhen könnte.¹⁷ Damit wird die Entwicklung des chinesischen Energiesektors entscheiden, ob die Ziele der internationalen Klimapolitik noch erreicht werden können oder aber weit verfehlt werden.

Für den Fall eines Scheiterns klimapolitischer Interventionen sind die Prognosen des Weltklimarats dramatisch. China gehört zu den Staaten, die sich auf erhebliche ökologische, ökonomische und soziale Verwerfungen als Folge der globalen Klimaerwärmung einstellen müssen. Bei einem erwarteten durchschnittlichen Temperaturanstieg von bis zu 2 °C bis 2020 im Vergleich zu 1961–1990 wird bereits heute eine deutliche Häufung von extremen Witterungsereignissen, wie Dürren in Nordchina und Zunahme der Intensität von Taifunen, von denen insbesondere der Süden des Landes betroffen ist, verzeichnet.¹⁸ Große Sorgen bereiten insbesondere die prognostizierten Einbrüche in der landwirtschaftlichen Produktion, die erhebliche Auswirkungen auf die globale Nahrungsmittelsicherheit haben könnten. Die Szenarien für 2020 prognostizieren Ertragsrückgänge bei Reis bis zu 18 %, bei Weizen bis zu 22 % und Mais bis zu 30 %.¹⁹ Das tibetische Hochplateau, Quellgebiet der großen asiatischen Flüsse, ist direkt und massiv von der Klimaerwärmung betroffen. In den vergangenen 40 Jahren sind dort die Gletscher um 3 790 km² (entsprechend etwa 7 % der Gletscherfläche) abgeschmolzen. Klimaforscher erwarteten, dass sich dieser Trend dramatisch zuspitzt und bis zu 27 % der heute bekannten Gletscherfläche bis 2050 verschwunden sein wird. Die Gletscherschmelze

¹⁷ Hart und Liu, »Advancing Carbon Capture and Sequestration in China« (Fn. 6), S. 100.

¹⁸ Vgl. *Fourth Assessment Report of the International Panel on Climate Change 2007*, Contribution of Working Group II, Geneva 2007, S. 476.

¹⁹ Piao Shilong u. a., »The Impacts of Climate Change on water resources and agriculture in China«, in *Nature*, Vol. 467, September 2010, S. 43–51.

führt kurzfristig zu größerer Überschwemmungsgefahr, langfristig zu einem dramatischen Rückgang der Wasserführung der großen Flüsse, begleitet von Temperaturanstieg, größerer Trockenheit und Sandstürmen. Chinesische Wissenschaftler befürchten, dass das Abschmelzen der Gletscher zu einer völligen Neuordnung der Wassersysteme in großen Teilen Westchinas führen wird und zahlreiche Flussoasen aufgegeben werden müssen.²⁰ Millionen von Umweltflüchtlingen wären die Folge. Für Chinas Küsten erwartet der vierte Sachstandsbericht des Weltklimarats einen Anstieg des Meeresspiegels von 40–60 cm bis zum Jahr 2100, hiervon werden Chinas wichtigste Wirtschaftsregionen, das Perflussdelta sowie die Region um Shanghai, massiv betroffen sein.²¹

Die chinesische Energie- und Klimapolitik

Unter dem gegenwärtigen Kyoto-Protokoll unterliegt China als Schwellenland keinen quantifizierten Verpflichtungen zur Reduzierung von Treibhausgasen. Angesichts des rapiden Anstiegs des in China emittierten CO₂ steigt der internationale Druck, die Volksrepublik in einem Post-Kyoto-Szenario auf messbare Reduktionsverpflichtungen festzulegen. Dem haben sich chinesische Vertreter auf den UN-Klimaverhandlungen mit Hinweis auf die historische Verantwortung der Industrieländer und das Recht der nachholenden Entwicklung der heutigen Schwellenländer bislang widersetzt. In westlichen Ländern entstand der Eindruck, China torpediere damit jegliche internationalen Anstrengungen zum Klimaschutz.²² Auch wenn auf dem Parkett der UN-Klimaverhandlungen bislang wenig Bewegung in der chinesischen Position zu bemerken war, ist seit der Veröffentlichung des letzten Sachstandsberichts des IPCC, dem auch renommierte chinesische Klimaforscher zugearbeitet haben, eine aktivere Klimapolitik innerhalb der Volksrepublik zu registrieren. Seither ist eine Reihe von energiepolitischen Maßnahmen auf den Weg gebracht worden, die für die Gewährleistung der Energiesicherheit der rasant wachsenden Volkswirtschaft, aber auch für die Reduzierung der erheblichen Umweltbelastung durch Kohle und den Klimaschutz Relevanz besitzen. Dazu gehören konkret Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, Verringerung der Emissionen

20 Ebd., S. 48.

21 IPCC Fourth Assessment Report, Working Group II (Fn. 18), S. 481.

22 Vgl. z. B. Mark Lynas, »How do I know China wrecked the Copenhagen deal. I was in the room«, 2009, www.guardian.co.uk/.../copenhagen-climate-change-mark-lynas (18.2.2011).

aus Kohleverbrennung sowie umwelt- und klimaverträgliche Alternativen zur Kohle.

Bereits der 11. Fünfjahresplan (2006–2010) hatte erstmals das konkrete Ziel einer Verbesserung der Energieeffizienz um 20 % pro Einheit BIP und Zielvorgaben für die Entwicklung von erneuerbaren Energien gesetzt.²³ Ebenfalls 2006 trat ein Gesetz zur Förderung der erneuerbaren Energien in Kraft. 2007 folgte ein nationaler Aktionsplan zum Klimaschutz. Im gleichen Jahr trat ein Plan für die mittel- und langfristige Entwicklung von erneuerbaren Energien in Kraft. Seit Ende 2009 wird das Energieeffizienzziel auch in seiner Relevanz für den Klimaschutz bewertet. Im Vorfeld der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen gab China bekannt, die CO₂-Intensität pro Einheit BIP von 2005 bis 2020 um 40 bis 45 % zu reduzieren. Der im März 2011 verabschiedete 12. Fünfjahresplan (2011–2015) bestätigte die eingeschlagene Strategie. In den kommenden fünf Jahren soll die Energieeffizienz um weitere 16 % pro Einheit BIP verbessert werden. Erstmals setzt ein Fünfjahresplan auch ein konkretes Ziel für den Ausstoß von Treibhausgasen, die CO₂-Intensität pro Einheit BIP soll während der Laufzeit des 12. Fünfjahresplans um 17 % reduziert werden. Schließlich wird eine Erhöhung des Anteils der nicht-fossilen Energien am Primärenergiemix von derzeit 8,3 % auf 11,4 % angestrebt.²⁴

Förderung der Erneuerbaren Energien

Zugleich setzt China auf die Entwicklung von Erneuerbaren Energien und Kernkraft. Bis 2020 möchte China den Anteil von nicht-fossilen Energieträgern an der Primärenergie von derzeit 9,9 % auf 15 % erhöhen. Dass China entschlossen ist, die gesetzten Ziele umzusetzen, lässt sich an dem Umfang der Investitionen, die in diesen Sektor fließen sollen, ablesen. Die Volksrepublik hat das weltweit größte Investitionsprogramm für die Förderung von alternativen Energien und Kernkraft angekündigt. In den kommenden 10 Jahren wird

23 Anfang Januar 2011 gab die nationale Reform- und Entwicklungskommission (NRDC) bekannt, dass das gesetzte Energieeffizienzziel »im wesentlichen erreicht sei«. Genaue Zahlen wurden allerdings nicht gemeldet. »China meets 5-year target to cut energy intensity: report.«, <http://www.reuters.com/article/2011/01/06/us-china-energy-intensity-idUSTRE7051OE20110106> (18.2.2011).

24 Vgl. Barbara Finamore, »The Next Five Years of Clean Energy and Climate Protection in China«, http://switchboard.nrdc.org/blogs/bfinamore/the_next_five_years.html (23.3.2011).

sie bis zu 600 Mrd. US \$ in diesen Sektor investieren.²⁵ Dass dies keine reinen Absichtserklärungen sind, zeigen die Daten aus dem Jahr 2009. In diesem Jahr wurden in China 34,6 Mrd. US \$ für die Förderung von »sauberen Energiequellen« ausgegeben, etwa doppelt so viel, wie in den USA für diesen Bereich im gleichen Zeitraum investiert wurde.²⁶

Die politische und finanzielle Förderung trägt schon jetzt erkennbare Früchte. Innerhalb der vergangenen fünf Jahre hat China in den Energiesparten Wasser, Wind und Solar nicht nur in Bezug auf die installierten Kapazitäten, sondern auch, was das Niveau der technologischen Entwicklung betrifft, auf dem Gebiet der Erneuerbaren Energien zu den führenden Nationen aufgeschlossen. Bereits seit vielen Jahren ist das Land führend in der Nutzung von Wasserkraft. 2009 betrug die installierte Leistung der chinesischen Wasserkraftwerke 196 GW. In China befindet sich das größte Wasserkraftwerk der Welt, der Drei-Schluchten-Staudamm mit einer Leistung von 22 GW, zugleich ist China auch das Land mit der größten Anzahl von kleinen Wasserkraftwerken mit Leistungen von bis zu 50 MW. 70 % aller kleinen Wasserkraftwerke weltweit, das sind rund 44000 Einheiten, befinden sich auf chinesischem Boden. Sie generieren etwa 51 Mio. kWh im Jahr und leisten damit einen erheblichen Beitrag zur Elektrifizierung von abgelegenen ländlichen Regionen.²⁷ Mittlerweile sind chinesische Staudämme auch ein Exportschlager. In zahlreichen Ländern der dritten Welt sind chinesische Ingenieurfirmen in Staudammprojekten tätig.

Die Förderung der Windenergie ist eine weitere Erfolgsgeschichte. 2005 lag die installierte Leistung der chinesischen Windparks noch bei etwa 2,4 GW. Der langfristige Plan für die Förderung von Erneuerbaren Energien hatte für das Jahr 2030 eine Kapazität von 30 GW vorgesehen. Tatsächlich verlief die Entwicklung des Windsektors deutlich schneller. Daran hatten auch Projekte, die im Rahmen des Cleaner Development Mechanism (CDM), einem Instrument des Kyoto-Protokolls, gefördert wurden, einen erheblichen Anteil. Bei einer jährlichen Verdopplung der installierten Kapazitäten standen Ende 2010 bereits Windparks mit 42,3 GW Leistung auf chinesischem Boden. Damit hat China inzwischen bei der installierten Leistung von Windkraftanlagen die USA und Deutschland überholt.²⁸ Angesichts des Windkraftbooms halten

25 Barbara Finamore, »China Records its Climate Actions by Copenhagen Deadline«, 2010, <http://switchboard.nrdc.org/blogs/bfinamore/china-renews> (17.2.2011).

26 Vgl. Jake Schmidt, »China leading the Clean Energy Race – Check out the Facts«, 2010, <http://switchboard.nrdc.org/blogs/jschmidt/> (17.2.2011).

27 China Statistical Yearbook 2009 (Fn. 2), S. 453.

28 »Wind for the East«, http://www.economist.com/blogs/dailychart/2011/02/daily_chart_alternative_energy (22.2.2011).

chinesische Planer nun einen Ausbau der Windkraft auf 150 GW und mehr für nicht mehr ausgeschlossen.²⁹

Auch bei Windkrafttechnologie holen chinesische Hersteller auf. Wurden vor wenigen Jahren in China noch überwiegend Anlagen internationaler Hersteller installiert, so ist deren Anteil inzwischen auf 11 % gesunken. Die drei großen chinesischen Hersteller Sinovel, Goldwind und Dongfang liefern inzwischen fast 60 % der Windkraftanlagen in China und haben damit zu den großen internationalen Windkraftfirmen aufgeschlossen.³⁰ Derzeit gelten die chinesischen Hersteller noch als »Technologiefolger«, die überwiegend lizenzierte ältere Technologien westlicher Windkraftunternehmen herstellen.³¹ Dies könnte sich allerdings angesichts der rasanten Entwicklung in China schon sehr bald ändern.

Deutlich bescheidener präsentiert sich zur Zeit noch der Solarsektor. Und dies, obwohl der Norden und Nordwesten des Landes mit über 3000 Sonnenstunden pro Jahr hervorragende Bedingungen für die Erschließung von Solarenergie besitzen. 2010 erreichte die neu installierte Leistung in China gerade 370 MW, in Deutschland lag sie bei über 800 MW.³² China hat Solarenergie bislang vorrangig als dezentrale Energieversorgung für abgelegene ländliche Regionen (z. B. in Tibet, Xinjiang und der Inneren Mongolei) gefördert, die noch nicht an die Netze der großen Stromversorger angeschlossen sind. Zugleich ist das Land weltweit führend beim Einsatz von solarthermischen Warmwassergeräten. Zur Zeit nutzen bereits 10 % aller chinesischen Haushalte Solarthermie zur Wassererhitzung.³³ Trotz des bisherigen Nischendaseins im einheimischen Energiesektor spielen die Hersteller von Photovoltaik international eine bedeutende Rolle. Etwa 15 % der PV-Paneele weltweit werden in China hergestellt. Die sieben großen chinesischen Hersteller werden nach Einschätzung von Experten in diesem Jahr eine Produktionskapazität von über 6 GW erreichen.³⁴ Auch technologisch haben die chinesischen Hersteller mittlerweile aufgeholt, dies betrifft insbesondere die Solarzellenproduktion und die

29 Natural Resources Defense Council (NRDC), *Identifying Near-term Opportunities For Carbon Capture and Sequestration (CCS) in China*, 2010, S. 22.

30 »Wind in China's sails for clean energy race«, scmp.com (1.10.2010).

31 So hat Goldwind z. B. Lizenzen der deutschen Firma Re Power übernommen.

32 Heiko Schwarzbürger, »Tiger ohne Hinterland«, in *Erneuerbare Energien*, Januar 2011, <http://www.erneuerbareenergien.de/tiger-ohne-hinterland/150/479/29999/> (2.2.2011), S. 80. Die deutschen Zahlen lagen in den Jahren 2008 und 2009 bei fast 1,5 GW, waren 2010 wegen zurückgehender Fördermittel rückläufig.

33 Kevin Martin, »Solarenergie in China: Entwicklungsstand, staatliche Förderung, wirtschaftliches Potenzial«, in *China Analysis* 72, 2009, S. 12.

34 Schwarzbürger, »Tiger ohne Hinterland« (Fn. 32), S. 76.

Produktion von polykristallinem Silizium. Derzeit stammt bereits die Hälfte aller in Deutschland installierten Solarmodule aus chinesischer Produktion. Daher wirkt sich der derzeitige Einbruch in der deutschen Solarbranche auch massiv auf die chinesischen Hersteller aus. Zugleich könnte aber auch die Absatzflaute im Export die Entwicklung der netzgekoppelten Photovoltaik im eigenen Land fördern. Für 2011 wurde eine Verdopplung der neu installierten Leistung auf 778 MW erwartet, 2012 könnte dann bei der neuinstallierten Leistung erstmals die 1 GW-Marke übertroffen werden.³⁵

Außerdem besitzen Chinas große Wüsten ein großes Potenzial für solarthermische Kraftwerke. Im Vergleich zu dem europäischen DESERTEC-Vorhaben, das den Bau solcher Anlagen in nordafrikanischen Wüstenregionen projektiert, dürfte die chinesische Variante weniger bürokratische und politische Hürden zu überwinden haben. In der Inneren Mongolei und in der Provinz Qinghai sind solche Großanlagen geplant. Die Anlage in Qinghai soll nach Angaben der Betreiber langfristig auf bis zu ein GW ausgebaut werden.³⁶

Kernkraft

Als eines der wenigen Länder der Welt setzt China noch auf einen erheblichen Ausbau der Kernenergie. Sie wird in einem Atemzug mit den Erneuerbaren als »saubere Energien« genannt und gefördert. Das Land ist erst relativ spät zum Nutzer von Atomkraft geworden, die ersten AKWs gingen Mitte der 90er Jahre ans Netz. Ein nennenswerter Ausbau findet jedoch erst seit der letzten Dekade – einhergehend mit dem ökonomischen Aufschwung – statt. Atomkraft soll vor allem den Energiehunger der Wirtschaftsboomregionen an der Ostküste stillen. Auch wenn der Anteil der AKWs an der Gesamtenergiebilanz vergleichsweise bescheiden ist, erzeugen die Küstenprovinzen Guangdong und Zhejiang bereits bis zu 10 % ihrer Elektrizitätsversorgung aus Atomstrom. Derzeit ist China mit 13 in Betrieb befindlichen Reaktoren und einer installierten Leistung von 10 GW ein Zwerg im Vergleich zu den führenden AKW-Ländern Frankreich und USA. Dies wird sich jedoch in wenigen Jahren ändern. Für die Kernenergie wird bis 2020 eine Erhöhung des Anteils am Energiemix von derzeit 2,5 % auf 5 % angestrebt. Obwohl dies im Vergleich zu westlichen Staaten ein relativ bescheidener Anteil am Energiemix ist, bedeutet es angesichts der

35 Ebd. S. 80.

36 »Giant Solar Power Project planned in Qinghai«, http://www.china.tu-berlin.de/fileadmin/fg57/Lehre/1011/Sternfeld/Energie/Giant_solar_power_project_planned_in_Qinghai.pdf (7.2.2011).

Größe des chinesischen Energiesektors ein massives Programm zum Bau von weiteren AKWs. Anfang 2011 befanden sich bereits weitere 25 Reaktoreinheiten in Bau. Zumindest bis Fukushima waren die weiteren Ausbaupläne äußerst ambitioniert. Im März 2011 verabschiedete der Volkskongress für den 12. Fünfjahresplan zunächst offensichtlich unbeeindruckt von der Reaktorkatastrophe in Japan einen Ausbau der Nuklearkapazitäten bis auf 43 GW entsprechend einer Vervierfachung der derzeitigen Kapazitäten innerhalb von fünf Jahren. Langfristig wird bis 2020 ein Ausbau der installierten Leistung auf 80 GW angestrebt, bis 2030 sollen 200 GW erreicht sein.³⁷ Spätestens dann wäre China die größte Atomnation der Welt.

Tab. 3: Atomkraftwerke in Betrieb (Stand 2.3.2011)

AKW Block	Provinz	Leistung (MW)	Typ	Betreiber	Inbetriebnahme
Daya Bay 1 & 2	Guangdong	944 MW	PWR, Frankreich	CGNPC	1994
Qinshan Phase 1	Zhejiang	279 MW	PWR, China	CNNC	1994
Qinshan Phase II, 1 & 2	Zhejiang	610 MW	PWR, China	CNNC	2002, 2004
Qinshan Phase III, 1 & 2	Zhejiang	665 MW	PHWR, Kanada	CNNC	2002, 2003
Lingao 1 & 2	Guangdong	935 MW	PWR, Frankreich	CGNPC	2002, 2003
Tianwan 1 & 2	Jiangsu	1 000 MW	PWR (VVER), Russland	CNNC	2007
Lingao Phase II, 1	Guangdong	1 037 MW	PWR, Frankreich	CGNPC	2010
Gesamt		10 234 MW			

CGNPC = China Guangdong Nuclear Power, CNNC = China National Nuclear Corporation, PWR= Pressurized Water Reactor (Druckwasserreaktor), PHWR = Pressurized Heavy Water Reactor (Schwerwasserreaktor).

Quelle: World Nuclear Association, 2011, www.world-nuclear.org/info/inf63.html (7.2.2011).

³⁷ Vgl. www.world-nuclear.org/info/inf63.html (7.2.2011).

Momentan befinden sich die Standorte sämtlicher AKWs, die bereits in Betrieb oder in Bau sind, in den dicht bevölkerten Küstenprovinzen im Osten des Landes. Aber auch einige Binnenprovinzen haben bereits Atomprojekte angekündigt. Die Folgen von Fukushima auf Chinas weitere Atompläne sind derzeit noch nicht abzusehen. Erstmals gibt es unter dem Eindruck der Katastrophe in Japan so etwas wie eine öffentliche Debatte um Sicherheitsaspekte der Atomenergie. Nur zwei Tage nach der offiziellen Verabschiedung des Atomprogramms für den 12. Fünfjahresplan verkündete Ministerpräsident Wen Jiabao am 16. März, dass bis zum Inkrafttreten neuer Sicherheitsstandards und der Überprüfung der bestehenden Anlagen keine neuen Projekte mehr genehmigt werden. Wie lange das Moratorium dauern wird, ist unklar. Es liegt allerdings nahe, dass es eher auf die kurzfristige Beruhigung der Öffentlichkeit als auf eine langfristige Wende in der Energiepolitik abzielt.³⁸ Schon beeilen sich chinesische Energiepolitiker zu beruhigen, dass eine ähnliche Katastrophe wie in Fukushima in China kaum denkbar und die Nutzung der Atomkraft im Vergleich zur Kohle wesentlich sicherer sei.³⁹

Tatsächlich erfolgte Chinas Einstieg in die Atomenergie vergleichsweise spät, daher verfügen sämtliche Atomkraftwerke über Technologien der sogenannten zweiten Generation, die nach Tschernobyl entwickelt wurden. Die chinesische Nuklearindustrie stützt sich derzeit hauptsächlich auf Druckwasserreaktoren und Schwerwasserreaktoren kanadischer, französischer und russischer Hersteller sowie auf Druckwasserreaktoren, die in China entwickelt wurden. Weiterhin befinden sich zwei AKWs in Bau, die mit Reaktoren vom Typ AP 1000 von Westinghouse/Toshiba ausgestattet werden. China wird damit das erste Land sein, das diese Reaktoren der sogenannten dritten Generation im kommerziellen Betrieb erprobt. Dafür gestattet Westinghouse China, Reaktoren vom Typ AP 1000 in Lizenz zu fertigen. Schließlich arbeitet China gemeinsam mit Russland an der Entwicklung von sogenannten »Schnellen Brüttern«. 2012 soll der Bau eines 800-MW-Reaktors bei Sanming

38 Vgl. Antony Froggatt, *What next for Chinese nuclear?*, www.chinadialogue.net/article/show/single/en/4168-What-next... (21.3.2011); Jutta Lietsch, »China verfügt Moratorium für neue AKWs«, in *taz*, 24.3.2011.

39 Vgl. »Nuclear safer than coal, Chinese atomic official says.«, Reuters, 25.3.2011, www.reuters.com/assets/print?aid=USL3E7EP01B20110325 (29.3.2011). Tatsächlich ist die chinesische Atomindustrie den offiziellen Sicherheitsbeweis bisher der Öffentlichkeit schuldig geblieben. China hat zwar die Konvention zur Atomsicherheit der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) ebenso wie eine Konvention zur sicheren Behandlung von verbrauchten Brennstäben und radioaktiven Abfällen unterzeichnet, hat aber bisher keine nationalen Berichte veröffentlicht. Vgl. hierzu Froggatt, *What next* (Fn. 38).

in Fujian beginnen, der mit der russischen BN-800-Technologie ausgestattet ist.⁴⁰

Die Verfügbarkeit von Uran könnte einem allzu extensiven Ausbau langfristig Grenzen setzen. Chinas eigene nachgewiesene Uranvorkommen liegen derzeit bei 100 000 Tonnen, dies würde langfristig nicht ausreichen, um die Nachfrage des rasch wachsenden Sektors zu stillen. Auch wenn sich das Land durch eine vorausschauende Rohstoffstrategie bereits den Zugang zu Uran in verschiedenen Regionen der Welt gesichert hat, könnten die Abhängigkeit von den internationalen Rohstoffmärkten und deren Preisdynamik einer allzu rasanten Entwicklung des chinesischen Atomsektors entgegenstehen.

Mit längerer Betriebszeit werden auch die Zwischenlagerung, Wiederaufbereitung und Endlagerung von verbrauchten Brennelementen zu einem drängenden Problem.⁴¹ Im Westen des Landes in der Provinz Gansu ist in Zusammenarbeit mit dem französischen Atomkonzern Areva der Bau einer Wiederaufbereitungsanlage und einer Anlage zur Herstellung von Mischoxid-Brennelementen geplant.⁴² Anfang 2011 meldete China zudem den Durchbruch bei der Entwicklung eines eigenen Wiederaufbereitungsverfahrens, das angeblich die Probleme der Uranversorgung vorerst lösen soll. Die Meldung ist jedoch bisher von der internationalen Fachwelt nicht bestätigt worden.⁴³

Wie andere Atomstaaten verfügt auch China bislang über keine Einrichtung zur Endlagerung von Atommüll. Bereits seit den 90er Jahren werden drei mögliche Standorte im unbewohnten Ödland des Beishan-Gebirges am Rande der Wüste in der Provinz Gansu erkundet. Als nächster Schritt soll dort in einem Granitstollen ein unterirdisches Labor eingerichtet werden. Die Endlagerung kann dort frühestens ab 2050 erfolgen.⁴⁴

Auch ohne die Zäsur, die die Katastrophe in Fukushima zweifellos in der Atomenergieentwicklung in China setzen wird, sind einer landesweiten Ver-

40 Vgl. auch Eva Sternfeld, »China setzt auf Kernenergie«, in EU-China Civil Society Forum, Hintergrundinformationen 16, <http://www.eu-china.net/web/cms/upload/pdf/materialien/eu-china-hintergrundinformation16-10.pdf> (7.2.2011).

41 Nach Schätzungen von Xu Mi, einem Cheffingenieur der China National Nuclear Corporation, werden in den kommenden acht Jahren bis zu 2400 Tonnen verbrauchte Brennstäbe anfallen. Vgl. »Nuclear threat from mountain of spent fuel«, in *South China Morning Post*, 1.4.2011, scmp.com (2.4.2011).

42 Eva Sternfeld, »China setzt auf Kernenergie« (Fn. 40), S. 4.

43 Vgl. z. B. »Erneuerbar«, in *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 8.1.2011, S. 10.

44 Vgl. Wang Ju, Lin Sen und Li Cheng, »Deep Geological Disposal of High-Level Radioactive Waste in China: A Three Step Strategy and Latest Progress«, in Paul A. Witherspoon und Gudmundur S. Bodvarsson, *Geological Challenges in Radioactive Waste Isolation*, 4th World Wide Review, Earth Science Division, Berkeley 2006.

breitung finanzielle und technologische Grenzen gesetzt. Schon vor Fukushima war der Behörde für Atomsicherheit beim chinesischen Umweltministerium das angestrebte Tempo der Entwicklung unheimlich. So äußerte sich Zhou Shirong, der stellvertretende Leiter der Behörde, in einem Interview besorgt darüber, dass für die rasch wachsende Zahl der AKWs nicht genügend oder ausreichend ausgebildetes Personal zur Verfügung stehen könnte.⁴⁵ Die bislang hauptsächlich eingesetzten Druckwasserreaktoren sind keine Option für die wasserarmen Regionen des Landes. Andere Regionen – darunter das Einzugsgebiet von Beijing – werden aufgrund der Erdbebengefährdung auch langfristig auf Atomkraft verzichten, schließlich dürften die begrenzten Vorkommen an Uran und die bisher noch nicht gelöste Frage der Endlagerung eine allzu rasche Entwicklung bremsen.

Kernfusion

Gemeinsam mit der EU, Indien, Japan, Korea, Russland und den USA ist China an dem Forschungsprojekt International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) beteiligt. China zahlt etwa 10% des Projekts zur Erforschung der Kernfusion, von dem sich die internationale Gemeinschaft den Durchbruch bei der Suche nach einer effizienten, sichereren Energieversorgung erhofft. Aus China sind Wissenschaftler des Instituts für Plasmaphysik der Chinesischen Akademie der Wissenschaften und des Süd-West-Instituts für Physik sowie das Zentrum für Nuklear Fusion Theorie und Simulation der Zhejiang Universität beteiligt.

2006 meldete das Institut für Plasmaphysik einen entscheidenden Fortschritt beim Kontrollieren von Hoch-Temperatur-Reaktionen einer experimentellen Tokamak-Fusions-Vorrichtung.⁴⁶ Bis Kernfusion zur tatsächlichen Alternative für die Energieversorgung werden kann, werden allerdings noch einige Jahrzehnte vergehen. Der Bau eines Forschungsreaktors in Südfrankreich hat gerade erst begonnen.⁴⁷ Mit einer möglichen kommerziellen Nutzung wird derzeit nicht vor 2050 gerechnet.

45 Meng Dengke und Cao Haidong, »Demystifying nuclear power«, 24.8.2010, www.chinadialogue.net/article/show/single/en/3785-Demystifying-nuclear-power.html (7.3.2011).

46 »Fusion test a success, say scientist«, in *South China Morning Post*, 29.9.2006.

47 www.iter.org (7.3.2011).

Energieeffizienz und Förderung von »Sauberem« Kohle- technologien

Trotz der massiven Investitionen in sogenannte »saubere Energien« erwarten chinesische Energieplaner, dass deren Anteil bis 2020 nicht mehr als 15 % am Energiemix betragen wird. Die Suche nach Strategien zur Verbesserung der Energieeffizienz und der sogenannten »sauberem« Kohletechnologie bekommt damit eine hohe Relevanz. Trotz des – in einem erheblichen Kraftakt – erreichten Energieeffizienzziels des 11. Fünfjahresplans bewegt sich China im internationalen Vergleich bei der Energieeffizienz im Verhältnis zum BIP noch im unteren Mittelfeld. Damit schneidet es zwar besser ab als zum Beispiel Russland, jedoch deutlich schlechter als westliche Industrieländer, aber auch andere Schwellenländer (z. B. Indien).⁴⁸ Große Einsparpotentiale sind dabei nicht nur bei der industriellen Produktion und der Elektrizitätsversorgung vorhanden, sondern auch im Bausektor. So wird derzeit in Nordchina im Winter etwa zwei- bis dreimal mehr Heizenergie pro qm aufgewendet als in den klimatisch vergleichbaren Regionen Nordeuropas und Nordamerikas. Ursache sind nicht nur die schlecht isolierten Gebäude, sondern auch die Heizsysteme, die den Verbrauchern kaum Möglichkeiten zur individuellen Regulierung geben. Auch fehlen ökonomische Anreize, die Heizkosten durch individuelles Verhalten zu reduzieren. Ähnliches trifft für die Kühlung von Gebäuden durch Klimaanlage während der heißen Sommermonate zu.

Erhebliche Investitionen fließen derzeit bereits in die Modernisierung von Kohlekraftwerken. Zahlreiche kleinere veraltete Anlagen sind in den letzten Jahren stillgelegt und durch Großkraftwerke modernster Technologie ersetzt worden. So ist China inzwischen führend bei Anlagen mit zirkulierender Wirbelschichtverbrennung und sogenannten überkritischen und ultra-überkritischen Kraftwerken mit deutlich besseren Wirkungsgraden als herkömmliche Kohlekraftwerke und bis zu 20 % geringeren Emissionen.⁴⁹ Noch ist der Nachholbedarf groß, 2006 waren erst 30 % aller Kraftwerke mit Rauchgasentschwefelungsanlagen versehen, langfristig sollen 90 % der bestehenden Kraftwerke damit ausgestattet werden.

48 Vgl. z. B. <http://yearbook.enerdata.net/energy-intensity-GDP-by-region.html> (1.3.2011).

49 2007 waren in China bereits 2671 Anlagen mit zirkulierender Wirbelschichtverbrennung in Betrieb. 17,8 % der aus Kohle erzeugten Elektrizität wurden von sogenannten überkritischen Kraftwerken geliefert. (Vgl. NRDC Identifying Near-term Opportunities [Fn.29], S.12). Aktuellere Zahlen liegen leider nicht vor, der Anteil dürfte sich jedoch noch deutlich erhöht haben.

Bei Tianjin ist ein erstes Pilotprojekt zur Erprobung der IGCC-Technologie⁵⁰ in Betrieb gegangen. Beim Betrieb des Kombikraftwerks mit integrierter Kohlevergasung werden pro Tag etwa 3 000 Tonnen CO₂ abgeschieden, die anschließend in der Getränkeindustrie genutzt werden.

Tab. 4: Technologie zur Elektrizitätserzeugung aus fossilen Energieträgern in China (GW)

	2005	2006	2007	2020	2030
Leistung	515	624	713	1 500	2 000–2 300
Kohle	368	454	524	1 040	1 200
– Unterkritisch	355	419	524	700	440
– Überkritisch	13	32	50	200–220	440
– Ultra-überkritisch	0	3	10	80–90	270–280
– IGCC	0	0	0	80–90	170
Gas und Öl	22	30	40	60	200
Gesamte Wärmekapazität	390	484	564	1 100	1 400
Entschwefelungs-Anlage	53	162	270	700–800	1 000–1 100

Quelle: OECD und IEA (Hg.), Cleaner Coal in China (Fn. 7), S. 101.

Zugleich werden Möglichkeiten gesucht, die umwelt- und klimaschädlichen Emissionen aus der Kohleverbrennung zu reduzieren. China evaluiert Möglichkeiten der CCS-Technologie⁵¹, d.h. von CO₂-Abscheidung, -Transport und -Speicherung. Erkundungen für Möglichkeiten der unterirdischen CO₂-Speicherung werden unter anderem in den erschöpften Öl- und Gasfeldern von Daqing und Jilin durchgeführt.⁵² Noch steht der Einsatz dieser Technologien ganz am Anfang. Die hohen Kosten, die bei der Abscheidung, Komprimierung, beim Transport und bei der Verpressung von CO₂ entstehen, stehen derzeit einer raschen Verbreitung entgegen. Beim gegenwärtigen Stand der Technik würde CCS die Stromproduktion um bis zu 75 % verteuern. Auch würde die CCS-Technologie zwar die klimaschädliche Wirkung von Kohle reduzieren, jedoch nicht die übrigen eingangs erwähnten Umwelt- und Infrastrukturprobleme lösen.

50 Integrated Gasification Combined Cycle.

51 Carbon Capture and Sequestration.

52 Zu den Möglichkeiten der CCS-Technologie siehe z. B. das white paper des Natural Resources Defense Council (NRDC), Identifying Near-term Opportunities (Fn. 29).

Schlussbemerkung

So ergibt sich in der Gesamtschau ein zwiespältiges Bild. Zumindest mittelfristig wird Kohle den chinesischen Energiesektor dominieren. Der chinesische Energiehunger wird maßgeblich dafür verantwortlich sein, dass in den kommenden Dekaden weltweit der Bedarf an Energie und der Ausstoß an Treibhausgasen noch weiter ansteigen wird. Zugleich besitzt China die Motivation und das Potential, zur Avantgarde bei der Entwicklung von alternativen Energieressourcen und neuen Technologien zu werden.