

Gerd Kohlhepp

Energiewirtschaft im Umbruch

1. Gesamtsituation

Der brasilianische Energiebedarf ist auch in den letzten zwei Jahrzehnten weiter stark angestiegen. Gleichzeitig konnte aber die Abhängigkeit von importierter Energie von 45% (1979) über 29% (1994) auf 8% (2007) verringert werden. Nachdem in den 1970er Jahren des 20. Jahrhunderts noch über 80% des Erdölbedarfs (1979: 85%) eingeführt werden mussten, ist das Land in der Erdölproduktion seit 2005 prinzipiell autark. Nur Dieselöl (8,7% des Verbrauchs) und leichtes Rohöl (34%) müssen noch importiert werden. Allerdings besteht eine höchst problematische Importabhängigkeit von bolivianischem Erdgas. Auch bei Kohle und angereichertem Uran ist die heimische Produktion nicht ausreichend. Beim Import von Elektrizität handelt es sich um einen Großteil des im Nachbarland nicht benötigten paraguayischen Anteils der Stromproduktion von Itaipu zur Abzahlung der anteiligen Baukosten.

Die Primärenergieproduktion hat sich zwischen 1993 und 2007 auf 224 Mio. Tonnen Erdöl-Äquivalente (TEÄ) verdoppelt. Die Anteile der Energieträger haben sich seit den 1970er Jahren grundlegend verändert. Während 1970 Brennholz/Holzkohle mit 45% noch die bei Weitem wichtigste Rolle spielten, liegt deren Anteil 2007 nur noch bei 12,8%. Erdöl, dessen Produktion sich seit 1992 fast verdreifacht hat – und dessen *Offshore*-Reserven in Zukunft große Steigerungen versprechen – nimmt heute mit 40,6% die führende Position ein, gefolgt von Zuckerrohrprodukten (Ethanol, Bagasse) mit 18,1%, Wasserkraft (14,4%) und Erdgas (8,1%). Kernenergie hatte 2007 nur einen Anteil von 1,6% (MME 2008).

Aufgrund der hohen Eigenförderung von Erdöl sind die fossilen Energieträger mit 51,3% auch anteilmäßig stark angestiegen (1991: 37,5%) und haben seit 2000 die erneuerbaren Energien übertroffen, die 2007 bei 48,7% der Primärenergieproduktion lagen, aber im Bereich der Biokraftstoffe außerordentliche Zunahmen aufweisen.

Die Matrix des Endenergieverbrauchs zeigt im Vergleich 1970 – 2006 sehr starke Zunahmen bei Elektrizität (3,4 auf 33,5 Mio. TEÄ), Zuckerrohr-Bagasse (3,1 – 24,2), Ethanol (0,3 – 7,0), Erdgas (0,1 – 14,6) und Erdöl mit

Subprodukten (23,5 – 85,3), bei einer Steigerung des Gesamtverbrauchs um 227% (MME 2007).

2. Fossile Energieträger

2.1 Erdöl und Erdgas

Die jährliche Erdölförderung wurde – vor allem im *Offshore*-Bereich – seit 1980 fast um das zehnfache gesteigert. Im November 2008 lag die tägliche Förderung mit 2,24 Mio. Fass bereits in der Größenordnung von Kuwait, Irak, VAE und Venezuela (World Oil 2009). Nachdem die bisherigen Hauptvorkommen zu 81% vor der Küste Südost- und Nordostbrasilien liegen (ANP 2008), hat der staatlich kontrollierte Erdölkonzern Petrobras, an achter Stelle weltweit und eine der Ikonen der Wirtschaft Brasiliens, jüngst dank intensiver Prospektion riesige Erdöl- und Erdgasvorkommen vor der Küste von Espírito Santo bis São Paulo entdeckt, die ganz große Hoffnungen wecken. Die bekannt gewordenen Ölfelder (Tupi, Carioca, Jupiter), etwa 150 bis 280 km vor der Küste in den Becken von Campos und Santos, würden die gesicherten Reserven (2007: 12,6 Mrd. Fass) mehr als verdreifachen und das Land unter die zehn Staaten mit den größten Erdölvorkommen bringen, vor Libyen, Nigeria und die USA. Allein das im April 2008 spektakulär bekannt gemachte Ölfeld Carioca wird als drittgrößtes weltweit bezeichnet (World Oil 2008). Mit diesen Reserven, die einen dramatischen Wechsel der "geopolitics of energy" in der Region bedeuten (Arriagada 2006:14), würde Brasilien seine Bedeutung als eines der führenden Rohstoffländer mit der Unabhängigkeit von Erdöl- und Erdgasimporten untermauern und seine geopolitische Position in Lateinamerika erheblich stärken.

Es muss jedoch bei aller Euphorie in Konzern- und Regierungskreisen betont werden, dass diese Vorkommen bisher nur auf Schätzungen beruhen, bei einer Meerestiefe von etwa 2.000 m in Tiefen zwischen 5 bis 7 km liegen, unter einer schwer zu durchteufenden Salzgesteinsschicht von 2 km Dicke. Erdölförderung unter solchen Gegebenheiten ist bisher weltweit noch nicht erfolgt. Im Zeitraum von 2009 bis 2013 will Petrobras 105 Mrd. US\$ in die Öl- und Gasexploration und Produktionssteigerung investieren und konzentriert einen Großteil der weltweit verfügbaren *Offshore*-Bohrausrüstungen für seine Aktivitäten. Der Konzern gehört im Tiefwasser zu den führenden Unternehmen, aber es muss mit geologischen Unwägbarkeiten, mit extrem hohen Investitionen, notwendiger internationaler Zusammenarbeit und zum Teil mit 15-20 Jahren bis Förderungsbeginn gerechnet werden. Bei

dem Tiefststand des Ölpreises von unter 40 US\$/Fass im Dezember 2008 wären die Vorhaben ökonomisch nicht realisierbar, bei einer zukünftigen Preisentwicklung wie bis Juli 2008 (~147 US\$) umso mehr.

Seit der Liberalisierung des brasilianischen Energiemarkts 1997 nimmt die Zahl der ausländischen Investoren im Erdölsektor kontinuierlich zu (2008: 35). Durch den Erdölboom hat Petrobras inzwischen mit dem OGX-Konzern Konkurrenz im eigenen Land erhalten.

Zur Deckung des Bedarfs an Erdgas hatte Brasilien bereits vor Jahren auf die Belieferung mit bolivianischem Gas gesetzt. Mehr als ein Drittel der benötigten Gasmenge kommt aus Bolivien, das in der Provinz Santa Cruz de la Sierra im Osten des Landes die zweitgrößten Gasvorkommen in Lateinamerika besitzt und 35 Mio. m³/Tag produziert. Dabei war Petrobras – wie auch im Erdölsektor – der größte Investor und Lieferant von Know-how. Rund 70% der Tagesproduktion Boliviens werden über eine 3.100 km lange Gas-Pipeline nach São Paulo und von dort auch nach Südbrasilien geleitet.

Nachdem der bolivianische Präsident Morales bereits während seines Wahlkampfs – nach dem Vorbild des venezolanischen Kollegen Chávez – von der Nationalisierung des Energiesektors gesprochen hatte, bestätigte er die Befürchtungen in Brasilien um die im Nachbarland getätigten Investitionen und die Versorgungssicherheit bei der Erdgasbelieferung durch aggressives Vorgehen in der ersten Phase seiner Regierungszeit. Die interregionalen politisch-ökonomischen Spannungen in Bolivien zwischen den armen andinen und den reichen Provinzen im östlichen Tiefland könnten zu zusätzlichen Unsicherheiten führen.

Die in Bolivien 2005 gesetzlich beschlossene Erhöhung der Besteuerung und der *Royalties* für Erdgas von 18 auf 50% des Produktionswerts und die Revision bestehender Verträge bezüglich des Gaspreises wurden von brasilianischer Seite ebenso akzeptiert wie das erzwungene *Joint Venture* von Petrobras mit dem staatlichen Energiekonzern YPFB. Der brasilianische Präsident Lula hat aber die zeitweilige militärische Besetzung der Produktionsstätten von Petrobras in Bolivien vehement verurteilt. Zudem wurden die von Petrobras bis 2011 in Bolivien geplanten Investitionen von 5 Mrd. US\$ storniert.

Trotz großzügiger Angebote von Chávez ist das technologische Know-how von Petrobras für Bolivien ebenso unverzichtbar wie Brasilien als bei Weitem bester Kunde. Die Visionen von Chávez von einer transkontinentalen Gas-Pipeline von Venezuela bis ins südliche Argentinien sind aus technischen, finanziellen und ökologischen Gründen völlig realitätsfern, zumal die

Leitungsführung durch brasilianisches Territorium und Amazonien verlaufen müsste. Die von Chávez vorgeschlagene gemeinsame Organisation der Gas produzierenden Länder nach Vorbild der OPEC wurde von Brasilien abgelehnt (Hofmeister 2007).

Angesichts der Kontroversen mit Bolivien hat Brasilien seine Anstrengungen zur Steigerung der Eigenproduktion mit dem Ziel baldmöglichster Selbstversorgung erheblich verstärkt. Bereits vor der Entdeckung der neuen *Offshore*-Gasvorkommen, die die bisher bekannten Reserven verfünffachen würden, wurden 1986 im Staat Amazonas bei Coari (Urucu) umfangreiche Vorkommen gefunden, die heute täglich 10 Mio. m³ Erdgas und eine noch geringe Menge qualitativ hochwertigen Erdöls liefern (Petrobras 2007). Aufgrund der ökologischen Probleme von Förderaktivitäten in den tropischen Regenwäldern Amazoniens ist der Bau großer Gas-Pipelines von Coari am Rio Solimões nach Manaus (420 km), um die bisher genutzten Tankschiffe zu ersetzen, und von Urucu nach Porto Velho (500 km) zur Versorgung thermoelektrischer Kraftwerke trotz des bisher umweltbewussten Vorgehens der Betreiber heftiger Kritik von Umweltorganisationen ausgesetzt (Kohlhepp 2006).

Wärmeleistungswerke auf der Basis von Dieselöl, Erdgas, Kohle und Kernkraft haben ihre installierte Kapazität (2008: 21.300 MW) seit 2000 verdoppelt und decken 15% des nationalen Elektrizitätsverbrauchs. Die mit lokalen Steinkohlevorkommen arbeitenden Kraftwerke in Santa Catarina und Rio Grande do Sul sind kaum ausbaufähig.

2.2 Kernkraft

Heute werden erst 2,8% der Elektrizität durch Kernkraft erzeugt, deren Reaktoren bei Angra dos Reis an der Atlantikküste zwischen den Metropolen Rio de Janeiro und São Paulo lokalisiert sind. Der erste Kernreaktor (Angra 1) US-amerikanischer Herkunft ist seit 1985 mit 650 MW kommerziell am Netz, wies aber bis 1993 erhebliche Störanfälligkeit auf. Mit dem deutsch-brasilianischen Nuklearabkommen von 1975 versuchten die brasilianischen Militärs sich von den USA zu lösen. Der überdimensionierte Vertrag, der den Bau von acht Kernkraftwerken und den Transfer von Know-how vorsah und dem Gigantismus militärischer Planungen huldigte, sorgte angesichts der damaligen Nichtunterzeichnung des Atomwaffensperrvertrags durch Brasilien und der nuklearen Aktivitäten der Militärs für hohe politische Brisanz.

Beim Bau von Angra 2, mit 1.350 MW der größte Reaktor der südlichen Hemisphäre, kam es zu enormen zeitlichen Verzögerungen seit Baubeginn 1976. Nach Ende der Militärdiktatur 1985 war das gesamte Kernenergieprogramm aufgrund der finanziellen Dimensionen gestoppt worden. So erfolgte die Fertigstellung erst 2001 durch ein deutsch-französisches Konsortium, in das die deutsche KWU (Kraftwerk-Union) inzwischen übergegangen war.

Der ebenfalls in deutscher Regie erfolgte Baubeginn von Angra 3 mit dem gleichen Reaktortyp (1.350 MW) im Jahre 1984 wurde 1986 gestoppt. Nach über 20-jähriger Pause erfolgte im Juli 2007 die Wiederaufnahme der Arbeiten. Unstimmigkeiten bei der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) führten zu weiteren Verzögerungen, sodass die vorläufige Baugenehmigung im September 2008 erteilt wurde. Die voraussichtliche Inbetriebnahme soll 2014 sein.

Die Planungen sehen zwei weitere Kernkraftwerke (je 1.000 MW) im Südosten sowie zwei im Nordosten vor, deren Standorte noch nicht festgelegt sind und die alle bis 2025 produzieren sollen. Brasilien gehört zu den neun Staaten, die die Urananreicherung beherrschen. Bei den Uranreserven nimmt Brasilien die sechste Stelle ein.

3. Regenerative Energieträger

3.1 Wasserkraft

Mit seinen riesigen Flusssystemen verfügt Brasilien mit 260.000 MW über ein außerordentlich großes Wasserkraftpotenzial, das bisher zu 29% genutzt wird, weitere 5% sind in Nutzungsvorbereitung. 70% des Potenzials sind inventarisiert. 77% der installierten Kraftwerkskapazität zur elektrischen Energieerzeugung basieren auf Wasserkraft. Nachdem seit Mitte der 1970er Jahre der Ausbau der Wasserkraft stark vorangetrieben wurde, stehen heute nach einer Steigerung seit 1993 um 58% 77.000 MW zur Verfügung. Bei der Produktion hydroelektrischer Energie nimmt Brasilien nach China zusammen mit Kanada weltweit den zweiten Rang ein (MME 2007; 2008).

Der staatliche Konzern Eletrobras kontrolliert als Holding die regionalen Elektrizitätsgesellschaften (Eletronorte, Chesf, Furnas, Eletrosul und den brasilianischen Teil von Itaipu). Die großen Wasserkraftwerke konzentrieren sich vor allem auf den Südosten, wo der Rio Paraná, seine Quellflüsse (Grande, Paranaíba) und Nebenflüsse (Tietê, Paranapanema, Iguaçú) bei sehr günstigen natürlichen Gegebenheiten und in relativer Nähe zu den großen industriellen Ballungsräumen etwa zwei Drittel der installierten Kapazität

stellen. Der wirtschaftlich führende Südosten steht mit 55% des Stromverbrauchs (Industrie fast 60%) an der Spitze, der Staat São Paulo allein benötigt 38%.

Mit dem binationalen Großkraftwerk Itaipu an der Grenze mit Paraguay, das 1984 in Betrieb genommen wurde, befindet sich am Rio Paraná das heute noch – vor Inbetriebnahme des Drei-Schluchten-Werks in China – größte Wasserkraftwerk der Erde, seit es 2007 auf 14.000 MW erweitert worden ist. Itaipu hatte 2008 die Rekordmenge von 95 Mio. MWh Strom produziert, was 25% des Verbrauchs Brasiliens entspricht. Das Werk gehört zur Hälfte Paraguay, das den ihm zustehenden Stromanteil nur in geringem Maße zur Eigenversorgung benötigt und damit die von Brasilien getragenen Baukosten in Höhe von 19 Mrd. US\$ anteilig bis 2023 abbezahlt. Die für Paraguay ungünstigen Vertragsbedingungen eines niedrigen KWh-Preises für die Stromlieferungen sind seit Längerem zwischen beiden Ländern strittig. Dies wird unter Paraguays neuem Präsidenten Lugo zu energiepolitischen Auseinandersetzungen führen, zumal die außenpolitischen Beziehungen aufgrund des direkten und indirekten Drucks auf brasilianische Siedler und *Fazendeiros* in Ost-Paraguay und deren erzwungene Rückwanderung angespannt sind.

Auch der Mittel- und Unterlauf des Rio São Francisco im Nordosten Brasiliens ist Standort einer Reihe bedeutender hydroelektrischer Kraftwerke (Sobradinho 1.050 MW; Paulo Afonso-Komplex 4.300; Xingó 3.200). Dezentralisierte Kleinkraftwerke, die die ökologischen und sozialen Folgewirkungen minimieren, haben bisher in Brasilien keine Bedeutung erlangt.

Während das Wasserkraftpotenzial im Paraná-Becken mit einer der größten Kraftwerkskonzentrationen (u.a. Ilha Solteira 3.450 MW; Jupia 1.550; Porto Primavera 1.550; Itaipu) technisch optimal genutzt wird – Nutzungsgrad 72% des Potenzials (ANEEL 2008) – und der Traum von einem brasilianischen “Tennessee-Valley-Project” erfolgreich realisiert wurde (Kohlhepp 1994), war das Amazonasgebiet lange Zeit nur eine Zukunftsoption für den Ausbau der Wasserkraftnutzung.

Bereits Ende der 1960er Jahre hatte eine Projektstudie des amerikanischen Hudson-Instituts ein Szenario riesiger Stauseen zur Energiegewinnung in Amazonien aufgezeigt. Nach energischen brasilianischen Protesten gegen diese ausländische Einmischung tauchten zwei Jahrzehnte später die Stausee-Ideen in abgewandelter Form im nationalen Energieplan auf.

Da die Nutzungsmöglichkeiten der Wasserkraft in weiten Teilen des Landes ausgeschöpft sind, wurde Amazonien Ende der 1980er Jahre zum

neuen Zielgebiet des Energieprogramms "Plano 2010". Aufgrund der ökologischen und sozialen Problematik der während der 1980er Jahre bereits angelegten großen Stauseen (vgl. den Artikel über Amazonien in diesem Band) am Rio Tocantins (Tucuruí) und Rio Uatumã (Balbina) kam es zu heftigen Protesten gegen die Anlage von Stausee-Ketten an den Nebenflüssen des Amazonas und der Plan wurde aufgegeben (Kohlhepp 1998). Das geringe natürliche Gefälle in Amazonien bedingt beim Bau von Wasserkraftwerken ausgedehnte Stauseen, die große Regenwaldflächen überfluten und damit weite Teile des Lebensraums indigener Bevölkerung zerstören.

Fehlendes Umsiedlungsmanagement, niedrige und verzögerte Entschädigungszahlungen und mangelnde Bereitschaft zur Lösung von Interessenkonflikten kennzeichnen alle Kraftwerksbauten mit großen Stauseen seit Itaipu und Sobradinho (Kohlhepp 1987; 2002). Bei den früheren Großprojekten gab es noch keine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), das wissenschaftliche Know-how zur Bewertung der ökologischen Folgeschäden fehlte und die Projektentwicklung während der Militärdiktatur entbehrte jeglicher Sensibilität für die sozioökonomischen Folgen, was sich in einer völligen Unterbewertung der sozialen Kosten äußerte.

Der Bau des Großkraftwerks Tucuruí (8.400 MW) wurde im Rahmen des Regionalentwicklungsprogramms "Grande Carajás" insbesondere für die subventionierte Energieversorgung der regionalen Aluminium-Industrie durchgeführt. Ein besonderes Beispiel für die Unsinnigkeit mancher Projekte ist das Kraftwerk Balbina, das zur Versorgung der Regionalmetropole Manaus gebaut wurde, heute aber aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten und bei größter Umweltzerstörung durch den 2.360 km² großen Stausee kaum für die Versorgung eines Stadtteils reicht. Die Kraftwerksleistung beträgt extrem geringe 0,05 MW pro km² überstauter Fläche (Tucuruí 3,4, Itaipu 9,3). Aufgrund der schwerwiegenden ökologischen und sozialen Folgewirkungen solcher Projekte verweigerte die Weltbank Brasilien den zweiten Energiesektor-Kredit.

Die demokratische Öffnung Brasiliens hat mit der neuen Umweltschutzgesetzgebung und den Vorschriften zur UVP zunächst zu einer Abkehr von übersteigerten Planungen ehrgeiziger Mammutprojekte geführt. Diese Entscheidung hatte trotz der übermächtigen Baufirmen- und Kraftwerkslobby bis vor einigen Jahren Bestand. Die starke industriewirtschaftliche Gesamtentwicklung, die landwirtschaftliche Erschließung Zentralbrasilien sowie der Ausbau städtischer Zentren haben in den letzten Jahren zur Wiederaufnahme der Kraftwerks- und Stauseepläne in modifizierter Form geführt, was

durch die internationale Klimadebatte und Wasserkraft als “saubere” Energie begünstigt wurde. Dabei werden die Stauseen mit überfluteter Biomasse und ihre Freisetzung von CO₂ und Methan häufig bei der Ökobilanz vergessen.

Dazu kommt, dass mitbedingt durch den Klimawandel in jüngster Zeit ungewohnte Trockenphasen auftraten, die den Wasserspiegel vieler Stauseen in allen Landesteilen absinken ließen. Da Energiemangel und die Wiederholung des großen *black-out* (*apagão*) drohen, der 2001 zu einer Rationierung des Elektrizitätsverbrauchs führte, wurden auch die Pläne von Kraftwerken am Rio Madeira in Amazonien reaktiviert.

Die Regierung gibt dem “Programm zur Beschleunigung des Wachstums” (PAC) absolute Priorität. Die Wasserkraftwerke am Rio Madeira sind die größten Einzelprojekte dieses Entwicklungsprogramms. Die Kraftwerke Santo Antonio (3.150 MW) und Jiraú (3.300 MW), die 2015 ihre maximale Leistung erreichen sollen, werden in enger Verbindung von privatem und staatlichem Sektor errichtet, eine Zielsetzung der zweiten Regierungsperiode von Präsident Lula. Der Zuschlag für die Betreiber erfolgte zwar auf Grundlage einer “vorläufigen Umweltlizenz”, aber nur theoretisch bestehen noch Einspruchsmöglichkeiten.

Allerdings sind die Proteste gegen den Aufstau des Rio Madeira und die Überflutung von bolivianischem Territorium nach den Querelen zwischen beiden Ländern auf dem Energiesektor schwieriger zu bewerten. Durch Einbau von Schleusen in den Staudämmen könnte der Wasserweg aber auch für Bolivien nutzbar gemacht werden.

Jetzt ist auch das Megaprojekt Belo Monte am Rio Xingu wieder auf der Tagesordnung, das als “Altamira-Komplex” (Babaquara, Kararaô) in seiner früheren Form 1989 abgelehnt wurde. Um dieses Projekt, mit 11.000 MW eines der größten Wasserkraftwerke der Erde, gibt es heftige Auseinandersetzungen, vor allem auch mit der indigenen Bevölkerung, deren Reservate durch die mit Belo Monte wohl notwendigerweise zur Regulierung der Abflussmenge des Xingu und Irirí in Verbindung stehenden Stauseen mit einer Fläche von insgesamt 6.150 km² überflutet würden. Bei einem Abfluss des Xingu, der bei den langjährigen Mittelwerten von April und September Schwankungen von 19:1 aufweist, ist die Aussage von Eletronorte nicht überzeugend, dass der Bau auch ohne zusätzliche Stauseen zur Flussregulierung möglich wäre. Trotz erfolgreicher Einsprüche gegen die UVP wurde das Projekt 2005 vom Nationalkongress genehmigt, die gerichtlichen Auseinandersetzungen dauern jedoch an.

Der ausgeübte Druck kommt von einem binationalen Projekt mit China zum Bau der weltweit größten Aluminiumhütte bei Belém, der beim Staatsbesuch von Präsident Lula 2004 vereinbart wurde und die Belieferung mit billiger Elektrizität vorsieht. Die Stromerzeugung von Belo Monte könnte aufgrund der großen Distanz und des damit verbundenen Energieverlustes auch die Abhängigkeit des Staates Roraima im Norden Amazoniens vom venezolanischen Großkraftwerk Guri nicht beheben.

3.2 Biokraftstoffe

In jüngster Zeit stehen im Rahmen der Nutzung erneuerbarer Energien Biokraftstoffe im Mittelpunkt. Dies sind Treibstoffe auf pflanzlicher Basis und sie können als Ethanol sowohl aus Zuckerrohr über Alkohol sowie aus Stärke (Mais, Weizen, Wurzel- und Knollenfrüchte) als auch in Form von Biodiesel aus ölhaltigen Pflanzen (Sonnenblumen, Sojabohnen, Rizinus, Ölpalme) gewonnen werden. Die für die Ethanolproduktion relevanten Anbauflächen von Zuckerrohr wurden in den vergangenen drei Jahrzehnten außerordentlich stark erweitert und durch enorme Zunahme der Produktivität sind auch die Ernten auf Rekordwerte angestiegen.

Brasilien hat jahrzehntelange Erfahrungen in der Biokraftstoffproduktion von Ethanol aus Zuckerrohr. Das 1975 begonnene *Proálcool*-Programm hatte nach der ersten Erdölpreis-Krise 1973/74 die Verringerung der Abhängigkeit Brasiliens von Erdölimporten zum Ziel. Brasilien bietet zur Herstellung von Biokraftstoffen günstige natürliche Voraussetzungen, die es heute zum Ausbau seiner Stellung als potenzieller zukünftiger Weltmarktführer zu nutzen gedenkt (Silva 2007).

Anfang dieses Jahrzehnts begannen Überlegungen zur Reaktivierung des *Proálcool*/Ethanol-Programms, das aufgrund der sinkenden Erdölpreise Anfang der 1990er Jahre eingestellt worden war. 2003 wurde der *Flex-fuel*-Motor von allen Automobilfirmen in die Serienproduktion eingeführt. Diese Motore können sowohl mit Benzin (Beimischung von 25% Ethanol: E25) als auch nur mit Ethanol oder mit Mischungen beider betrieben werden. Ende 2007 waren bereits 86% der in Brasilien verkauften Neuwagen mit diesen Motoren ausgerüstet.

Brasilien ist bei einer Ernte von ca. 540 Mio. t Zuckerrohr (2008) auf 7,8 Mio. ha (= 10,2% der Anbaufläche Brasiliens) weltweit der größte und billigste Produzent. 55% der Zuckerrohr-Ernte auf einer Erntefläche von 3,4 Mio. ha (= 4,4% der Anbaufläche) wurden 2008 für die Ethanolherstellung verwendet. Im Jahre 2009 wurde diese Anbaufläche um mehr als

1 Mio. ha erweitert. Brasilien ist nach den USA (37%) mit 35% weltweit der zweitgrößte Produzent (2007: 22,6 Mrd. m³) und Konsument von Ethanol (ANP 2008).

Zuckerrohranbau und Ethanol-Produktion konzentrieren sich sehr stark auf den Staat São Paulo (62%). Unter den in Brasilien vorherrschenden Produktionsbedingungen ist die Produktivität bei Ethanol aus Zuckerrohr pro Hektar (6.800 Liter) fast doppelt so hoch wie auf der Basis von Mais in den USA (3.800 Liter). Die Herstellung von Ethanol ist in Brasilien aus Kostensicht weltweit konkurrenzlos (Olivério 2008). Aufgrund des geringeren Energiegehalts von Ethanol im Vergleich zu Benzin ist der Ethanolpreis aber nur rentabel, wenn er nicht mehr als 70% des Benzinpreises beträgt.

Im Jahre 2008 arbeiten 359 Ethanol-Destillieren, davon 43% im Staat São Paulo, aber mit einer Tendenz zur Dezentralisierung nach Mato Grosso do Sul, in den Triângulo Mineiro und nach Goiás. Mit Investitionen von über 10 Mrd. US\$ sollen bis 2010/11 weitere 113 Destillationsanlagen in Betrieb genommen werden. Die Gesamtplanungen sehen bis 2018 eine Ethanolproduktion von über 41 Mrd. m³ vor (UNICA 2007).

Ethanol hat 2008 bei den in Brasilien genutzten PKW-Kraftstoffen bereits Benzin übertroffen. Dies ist ein sehr erheblicher Einbruch für den Erdölsektor, der aber jetzt ebenfalls in den Biokraftstoff-Sektor investiert. Dies weist auf einen neuen multinationalen Investitions-Boom in diesem Bereich hin, wobei aber aufgrund der globalen Finanzkrise ausländische Konzerne in der ersten Jahreshälfte 2009 zurückhaltender agierten. Die Beimischung von Ethanol im Benzin ist in Brasilien auf bis zu 25% festgelegt. In der EU sollen ab 2012 dem Benzin 5,75% Ethanol und bis 2020 10% beigemischt werden, derzeit sind es 2%. Zweifel an der nachhaltigen Erzeugung dieser Biotreibstoffe bzw. deren Überprüfbarkeit in Entwicklungsländern werden auch in Deutschland geäußert. In den USA sollen bis 2017 20% des gesamten Benzinverbrauchs durch Ethanol ersetzt werden. Dieser Ethanol-Bedarf könnte nur durch sehr große Importmengen gedeckt werden. Brasilien verspricht sich davon *das* große Geschäft. Da in den USA hohe Importzölle die Wettbewerbsfähigkeit brasilianischen Ethanols verringern, exportierte Brasilien 2007 nur 24,5% in die USA (2006: 58%), während in die Niederlande 22,9% gingen (ANP 2008). In Teilen Europas sieht sich die brasilianische Ethanol-Produktion starken Vorurteilen gegenüber, die – was den Vorwurf der Zerstörung tropischer Regenwälder in Amazonien, der Verringerung der Nahrungsmittelerzeugung und der sozialen Bedingungen in den Hauptproduktionsgebieten angeht – nicht oder nur teilweise zutreffen (Kohlhepp

2008b). In den letzten Jahren wurden in Brasilien auf dem Ethanol-Sektor im Bereich von Forschung und technologischer Entwicklung große Fortschritte erzielt. In Piracicaba und Ribeirão Preto konzentrieren sich die Aktivitäten, die heute einen internationalen Standard haben. Piracicaba hat sich zu einem Wissens- und Technologie-*Cluster* für Ethanol entwickelt.

Verbesserungen bei der Erfüllung von Sozial- und Umweltstandards, die allerdings in Europa und den USA nicht zur Abschottung eigener Produzenten vor billigerer internationaler Konkurrenz missbraucht werden dürfen, könnten Brasilien große Chancen beim Ethanol-Export auf dem Weltmarkt bieten. Im Rahmen der Klimaschutz-Diskussion muss sich die Erkenntnis durchsetzen, dass im Straßenverkehr bis zur technischen Ausreifung und bis zum Masseneinsatz von Wasserstoff- und Elektromotoren sowie der Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten Generation nur Ethanol auf Zuckerrohr-Basis einen nennenswerten Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen leisten kann. Insgesamt sind die Exportszenarien bei Ethanol noch mit zahlreichen wirtschaftspolitischen Unwägbarkeiten belastet, zumal die EU stärker vom 2007 beschlossenen Ziel der Erhöhung des Ethanolanteils im Benzin auf 10% bis 2020 abzurücken beginnt.

Die Biodieselproduktion aus Pflanzenölen, die bisher in Brasilien weit weniger bedeutend als die Ethanolherstellung ist, basiert zu 90% auf Soja. Biodiesel wird seit 2008 mineralischem Dieselmotorenkraftstoff mit 3% beigemischt oder kann diesen vollständig ersetzen. Ab einem Rohölpreis von 60 US\$/Fass ist Biodiesel aus Soja konkurrenzfähig. Allerdings sind bei der Nutzung von Soja als Rohstoff größte ökologische und soziale Vorbehalte hinsichtlich einer nachhaltigen Produktion angebracht. Die Verwendung von Rizinus aus kleinbäuerlichen Betrieben begegnet bisher vielen Hindernissen und hat noch nicht den Nachweis einer ökonomisch sinnvollen Option erbracht.

4. Ausblick

Entscheidend für die elektrische Energieproduktion ist bei dem bis 2008 erfreulichen Wirtschaftswachstum Brasiliens, ob es gelingt, die notwendige Kapazitätserweiterung von 3.000 MW pro Jahr zu erreichen und welche Alternativen außer der hydroelektrischen Stromerzeugung sich der Wirtschaft und dem privaten Verbraucher bieten. Da die Verminderung von CO₂-Emissionen generelle Zielsetzung ist, sind Wärmekraftwerke auf Basis von Mineralöl oder Erdgas nur bedingt Lösungen. Kernenergie wird trotz der Ausbaupläne in naher Zukunft nur eine marginale Rolle spielen. Erneuerbare Energien – außer der Wasserkraft – haben wie Solar- und Windenergie große

Zukunftschancen, aber heute noch keine Bedeutung. Projekte zur Einrichtung von Windparks an der Küste Nordostbrasilien und im Hochland des Südens werden ebenso diskutiert wie photovoltaische Anlagen. Die Erzeugung von Elektrizität aus Bagasse, dem Abfallstoff bei der Zucker- und Ethanolproduktion, dient bisher fast nur innerbetrieblicher Versorgung.

Die energie- und umweltpolitischen Auseinandersetzungen in der Regierung um die geplanten neuen Kraftwerksbauten in Amazonien haben wesentlich zum Rücktritt der aus Acre stammenden Umweltministerin Marina Silva im Mai 2008 beigetragen. Ihre Autorität wurde bereits früher dadurch untergraben, dass ihr Widerstand gegen viele umweltpolitische Entscheidungen des Präsidenten erfolglos war und ihr schließlich die Zuständigkeit für ein Programm zur Nachhaltigkeit in Amazonien entzogen wurde. Damit ist auch der staatliche Umweltschutz in Brasilien ins Zwielicht geraten. Das Konfliktfeld der Wasserkraft-Großprojekte in sensiblen Ökosystemen hat daran maßgeblichen Anteil. Angesichts der Versäumnisse der letzten Regierungen in der Energiepolitik mit zu geringen Investitionen in die Stromerzeugung und das Leitungsnetz, der politischen Besetzung von technischen Führungspositionen und der nur teilweisen Liberalisierung der Energiewirtschaft (Suhr 2008) sowie fehlenden Initiativen bei Solarenergie stehen die politisch Verantwortlichen bei der Sicherung der wirtschaftlichen Führungsstellung Brasilien in Lateinamerika vor großen Herausforderungen auf dem Energiesektor, der aber ein bedeutendes Potenzial aufweist.

Literaturverzeichnis

- ANEEL (*Agência Nacional de Energia Elétrica*) (2008): *Atlas Nacional de energia elétrica do Brasil*. Brasília: ANEEL.
- ANP (*Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*) (2008): *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. Rio de Janeiro: ANP.
- Arriagada, Genaro (2006): "Petropolitics in Latin America. A Review of Energy Policy and Regional Relations". In: *Andean. Inter-American Dialogue*, S. 1-23.
- EIA (*Energy Information Administration*) (2008): "Brazil Energy Data, Statistics and Analysis". <www.eia.doe.gov> (27.01.2009).
- Guhr, Henning (2008): "Zwischen Überfluss und Engpässen. Brasilien's Energiesektor in Bewegung". In: *KAS/Auslandsinformationen*, 24, 2, S. 55-84.
- Hofmeister, Wilhelm (2007): *Kontroversen über Energiepolitik. Brasilien wehrt sich gegen zunehmenden Einfluss von Hugo Chávez*. Rio de Janeiro: KAS (Focus Brasilien, 4).
- Kohlhepp, Gerd (1987): *Itaipu. Basic Geopolitical and Energy Situation – Socio-economic and Ecological Consequences of the Itaipu Dam and Reservoir on the Rio Paraná (Brazil/Paraguay)*. (GTZ Division 21). Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg.

- (1994): “Bergbau und Energiewirtschaft”. In: Briesemeister, Dietrich/Kohlhepp, Gerd/Mertin, Ray-Güde/Sangmeister, Hartmut/Schrader, Achim (Hrsg.): *Brasilien heute. Politik, Wirtschaft, Kultur*. Frankfurt am Main: Vervuert, S. 293-303.
- (1998): “Große Staudammprojekte in Brasilien. Ökologische und sozioökonomische Probleme”. In: *Geographische Rundschau*, 50, 7/8, S. 428-436.
- (2002): “Interessenkonflikte beim Bau großer Wasserkraft- und Staudammprojekte in Brasilien”. In: Meyer, Günter/Pütz, Robert/Thimm, Andreas (Hrsg.): *Wasserkonflikte in der Dritten Welt*. (Veröffentlichungen des Arbeitskreises Dritte Welt, 15). Mainz: Universität Mainz, S. 95-124.
- (2006): “Desenvolvimento regional na Amazônia Brasileira. Estratégias de ordenamento territorial e conflitos entre interesses econômicos e uso sustentável dos recursos naturais nas florestas tropicais”. In: Birle, Peter/Nolte, Detlef/Sangmeister, Hartmut (Hrsg.): *Demokratie und Entwicklung in Lateinamerika*. (Bibliotheca Ibero-Americana, 111). Madrid: Iberoamericana/Frankfurt am Main: Vervuert, S. 479-524.
- (2008a): “Biokraftstoffe im Fokus des Agrobusiness in Brasilien. Zur aktuellen Situation der Biodiesel- und Ethanolproduktion”. In: Graf, Patricia/Stehnen, Thomas (Hrsg.): *Lateinamerika. Politik, Wirtschaft und Gesellschaft*. (Weltregionen im Wandel, 3). Baden-Baden: Nomos, S. 135-157.
- (2008b): “Die Bedeutung Brasiliens in der modernen Biokraftstoffproduktion. Zur Analyse der aktuellen Herstellung von Ethanol und Biodiesel”. In: *Martius-Staden-Jahrbuch*, 55. São Paulo: Nova Bandeira, S. 43-71.
- MME (*Ministério de Minas e Energia*) (2007): *Brazilian Energy Balance. Executive Summary. Year 2006*. Brasília: EPE.
- (2008): *Balanco Energético Nacional. Ano 2007*. Brasília: EPE.
- Olivério, José L. (2008): *Brazilian Sugar Cane Sector – Evolution, Trends, Sustainability*. São Paulo (CD-R).
- Petrobras (2007): *Petrobras Magazine*, 51. Rio de Janeiro.
- Silva, Luiz Inácio Lula da (2007): “Globales Regieren: Die Herausforderung der nachhaltigen Entwicklung und die Rolle der Biotreibstoffe”. In: Würtele, Günther (Hrsg.): *Machtwor-te. Wirtschaftslenker und Staatsmänner stellen sich den Fragen der Zukunft*. Frankfurt am Main: FAZ, S. 59-70.
- Suhr, Henning (2008): “Zwischen Überfluss und Engpässen: Brasiliens Energiesektor in Bewegung”. In: *KAS/Auslandsinformationen*, 2/08, S. 55-83.
- UNICA (*União da Indústria de Cana-de-Açúcar*) (2007): *Produção e uso do etanol combustível no Brasil*. São Paulo.
- USDP (*United States Department of Energy*) (2008): *Monthly Energy Review*.
- World Oil (2008/2009): *World Oil Magazine*. <<http://www.worldoil.com>>.

Webadressen zum Thema Energiewirtschaft

- <<http://www.anp.gov.br>>
<<http://www.eletronorte.com.br>>
<<http://www.eletronuclear.gov.br>>
<<http://www.mme.gov.br>>
<<http://www.petrobras.com.br>>