



Länderprofil Brasilien

Stand: Oktober 2014

Informationen zur Nutzung und Förderung erneuerbarer Energien
für Unternehmen der deutschen Branche

www.export-erneuerbare.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Regenerative Energien
Chausseestraße 128a
10115 Berlin, Germany

Telefon: + 49 (0)30 72 6165 - 600
Telefax: + 49 (0)30 72 6165 - 699
E-Mail: exportinfo@dena.de
info@dena.de
Internet: www.dena.de

Die dena unterstützt im Rahmen der Exportinitiative Erneuerbare Energien des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) deutsche Unternehmen der Erneuerbare-Energien-Branche bei der Auslandsmarkterschließung.

Dieses Länderprofil liefert Informationen zur Energiesituation, zu energiepolitischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie Standort- und Geschäftsbedingungen für erneuerbare Energien im Überblick.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der dena. Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Die dena übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch Nutzen oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet die dena nicht, sofern ihr nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Offizielle Websites

www.renewables-made-in-germany.com
www.export-erneuerbare.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungen.....	5
Währungsumrechnung	7
Maßeinheiten	7
Datenblatt	8
Executive Summary.....	12
1 Einleitung	15
2 Energiesituation	20
2.1 Energiemarkt.....	20
2.2 Energieerzeugungs- und -verbrauchsstruktur.....	24
3 Energiepolitik.....	35
3.1 Energiepolitische Administration	35
3.2 Politische Ziele und Strategien	37
3.3 Gesetze, Verordnungen und Anreizsysteme für erneuerbare Energien	41
3.4 Genehmigungsverfahren.....	45
3.5 Netzanschlussbedingungen	47
4 Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien	48
4.1 Windenergie	48
4.1.1 Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial	48
4.1.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten	50
4.1.3 Projektinformationen.....	51
4.2 Solarenergie	53
4.2.1 Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial	53
4.2.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten	55
4.2.3 Projektinformationen.....	57
4.3 Bioenergie.....	60
4.3.1 Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial	60
4.3.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten	64
4.3.3 Projektinformationen.....	64
4.4 Geothermie	65
4.4.1 Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial	65

4.4.2	Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten	68
4.4.3	Projektinformationen.....	68
4.5	Wasserkraft.....	68
4.5.1	Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial	68
4.5.2	Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten	70
4.5.3	Projektinformationen.....	71
Marktnachrichten	74
5 Kontakte	75
5.1	Staatliche Institutionen.....	75
5.2	Wirtschaftskontakte	78
Literatur-/Quellenverzeichnis	100

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Karte Brasiliens.....	15
Abb. 2: Risikobewertung Brasilien.....	18
Abb. 3: Kritische Faktoren in Brasilien.....	19
Abb. 4: Gasnetz Brasiliens	21
Abb. 5: Übertragungsnetz Brasiliens Stand 2014	23
Abb. 6: Anteile der Energieträger an der Primärenergieversorgung 2013	27
Abb. 7: Energieverbrauch nach Sektoren in 2013	29
Abb. 8: Anteile der Kraftwerksarten an der insgesamt installierten Stromerzeugungskapazität Ende 2013	30
Abb. 9: Stromverbrauch nach Sektoren in 2013.....	32
Abb. 10: Durchschnittliche jährliche Windgeschwindigkeit in Brasilien in 50 m Höhe	49
Abb. 11: Solarkarte Brasilien.....	53
Abb. 12: Karte der Zuckerrohrproduktion in Brasilien	60
Abb. 13: Wärmestromdichte in Brasilien (mW/m ²)	66
Abb. 14: Standorte größerer geothermischer Wärmenutzung.....	67

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammenfassung der Eckdaten des Zielmarktes	8
Tab. 2: Länderspezifische Risikobewertung Brasilien	18
Tab. 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs von 2004 bis 2013 (in kt RÖE)	25
Tab. 4: Entwicklung der Import-Export-Bilanz benötigter Primärenergieträger zum PEV (in kt RÖE)	
2004 - 2013	25
Tab. 5: Entwicklung der Primärenergieversorgung nach Energieträgern in (kt RÖE), 2004 bis 2013.....	27
Tab. 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (in kt RÖE) 2004 bis 2013	28
Tab. 7: Installierte Stromerzeugungskapazitäten nach Energieträger/Kraftwerksart (Stand Ende 2013) ...	29
Tab. 8: Entwicklung der Stromerzeugung nach Energieträger/Kraftwerkstyp im SIN (in GWh)	
2008 bis 2012	30
Tab. 9: Stromverbrauch nach Sektoren (in kt RÖE) 2010 bis 2013	31
Tab. 10: Entwicklung der Strompreise nach Verbrauchssektor (in R\$ (in Euro) / MWh) 2011 bis 2014	32
Tab. 11: Durchschnittliche in der Ausschreibung A3 vom Juni 2014 erzielte Vergütungssätze für Wind- und Wasserkraftvorhaben	33
Tab. 12: EE-Stromerzeugungskapazität kontraktiert und im Bau 2013 bis 2018 in MW	39
Tab. 13: Wasserkraftpotenziale nach Flussniederungen.....	69
Tab. 14: Geplante Wasserkraftstandorte für den Zeitraum von 2018 bis 2022.....	72

Abkürzungen

ABEEOLICA	brasilianischer Windenergieverband (Associação Brasileira de Energia Eólica)
ABIODiesel	Vereinigung der brasilianischen Biodieselindustrie (Associação Brasileira das Indústrias de Biodiesel)
ABIOVE	Vereinigung der brasilianischen Pflanzenölindustrie (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais)
ABPPM	Vereinigung Brasilianischer Jatropha-Produzenten (Associação Brasileira dos Produtores de Pinhão Manso)
ABRADEE	Associação de Distribuidores de Energia Eletrica (Vereinigung der bras. Stromversorger)
ABRAVA	Verband für Kühlung, Klimatisierung und Heizung (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento)
ANA	Nationale Wasseragentur (Agência Nacional de Águas)
ANEEL	Nationale Agentur für Elektrische Energie (Agência Nacional de Energia Elétrica)
ANP	Nationale Agentur für Erdöl (Agência Nacional do Petróleo)
APROBIO	Verband der bras. Biodieselproduzenten (Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil)
BNDES	Nationale Bank für Wirtschaftliche und Soziale Entwicklung (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social)
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
CBEE	brasilianisches Windforschungszentrum (Centro Brasileiro de Energia Eólica)
CCC	Treibstoffverbrauchssteuer (Conta Consumo de Combustíveis)
CCEE	Handelskammer für elektrische Energie (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica)
CEMIG	Companhia Energetica des Minas Gerais
CENBIO	Nationales Biomasseforschungszentrum (Centro Nacional de Referencia em Biomassa)
CEPEL	Staatliches Elektrizitätsforschungsinstitut (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica)
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CIA	Central Intelligence Agency
CndPHC	Nationales Zentrum zur Entwicklung kleiner Wasserkraftwerke (Centro Nacional de Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidrelétricas)
CNPE	Nationaler Energierat (Conselho Nacional de Política Energética)
Conaflor	Nationale Forstkommission (Comissão Nacional de Florestas)
Conama	Nationaler Umweltrat (Conselho Nacional do Meio Ambiente)
CONSECANA	Verband der Zuckerrohr-, Zucker-und Bioethanolproduzenten des Bundesstaates São Paulo (Conselho dos Produtores de Cana de Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo)
CNPE	Nationaler Energierat (Conselho Nacional de Política Energética)
CRESESB	Referenzzentrum für Solar- und Windenergie Sergio Brito (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio Brito)
CSP	Concentrated Solar Power (solarthermische Kraftwerkstechnik)
DCAA	Departamento de Cana de Açúcar e Agroenergia
DILIC	Anlaufstelle für die Erteilung von Umweltgenehmigungen am IBAMA (Diretoria de Licenciamento Ambiental)
Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Norte do Brasil
Eletropaulo	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo
Embrapa	staatliches Agrarforschungsunternehmen, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPE	staatliches Energieforschungsunternehmen (Empresa de Pesqisa Energética)
FINEP	öffentliche Einrichtung für Projekt- und Forschungsfinanzierung (Financiadora de Estudos e Projetos)
FUNAI	Nationale Indianerstiftung (Fundação Nacional do Indio)
FURNAS	Furnas Centrais Elétricas
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
gtai	Germany Trade and Invest
IAEA	Internationale Atomenergiebehörde
Ibama	Brasilianisches Institut für Umwelt und Erneuerbare Natürliche Ressourcen (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)
ICCC	Interministerial Committee on Climate Change
IPHAN	Institut für Historisches Erbe und Nationale Kunst (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LPG	Flüssiggas
MAPA	Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht und Versorgung (Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento)
MCT	Ministerium für Wissenschaft, Technologie und Innovation (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação)
MDIC	Ministerium für Entwicklung, Industrie und Außenhandel (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior)
MMA	Umweltministerium (Ministério do Meio Ambiente)
MME	Ministerium für Bergbau und Energie (Ministério de Minas e Energia)
ONS	Nationaler Stromübertragungsnetzbetreiber
PNPB	Biodieselprogramm (Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel)
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PV	Photovoltaik
SIN	Nationales Stromnetz (Sistema Interligado Nacional)
SPG	Fachabteilung des MME für Erdöl, Erdgas und Biotreibstoffe (Secretaria de Petroleo, Gás Natural e Combustiveis Renováveis)
SEE	Fachabteilung des MME für elektrische Energie (Secretaria de Energia Elétrica)
SPAЕ	Fachabteilung des MAPA für Erzeugung und Agroenergie (Secretaria de Produção e Agroenergia)
SPE	Fachabteilung des MME für Energieplanung und Entwicklung (Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético)
UN	Vereinte Nationen
UNICA	Vereinigung der Brasilianischen Zuckerrohrindustrie (União da Indústria de Cana de Açucar)

Währungsumrechnung

Stand: 08. Juli 2014

(<https://de.finance.yahoo.com/waehrungen/waehrungsrechner/#from=USD;to=BRL;amt=1>)

Währungsname Brasilianischer Real R\$

1 US-Dollar = 2,2255 R\$
1 Euro = 3,0274 R\$

Maßeinheiten

Wh	Wattstunde
J	Joule
RÖE	Rohöleinheit
SKE	Steinkohleeinheit

Energieeinheiten und Umrechnungsfaktoren

1 Wh	1 kg RÖE	1 kg SKE	Brennstoffe (in kg SKE)		
= 3.600 Ws	= 41,868 MJ	= 29.307,6 kJ	1 kg Flüssiggas	= 1,60 kg SKE	
= 3.600 J	= 11,63 kWh	= 8,141 kWh	1 kg Benzin	= 1,486 kg SKE	
= 3,6 kJ	≈ 1,428 kg SKE	= 0,7 kg RÖE	1 m³ Erdgas	= 1,083 kg SKE	
			1 kg Braunkohle	= 0,290 kg SKE	

Weitere verwendete Maßeinheiten

Gewicht	Volumen	Geschwindigkeit
1t (Tonne)	1 bbl (Barrel Rohöl)	1 m/s (Meter pro Sekunde) = 3,6 km/h
= 1.000 kg	≈ 159 l (Liter Rohöl)	1 mph (Meilen pro Stunde) = 1,609 km/h
= 1.000.000 g	≈ 0,136 t (Tonnen Rohöl)	1 kn (Knoten) = 1,852 km/h

Vorsatzzeichen

k	= Kilo	= 10^3	= 1.000	= Tausend	T
M	= Mega	= 10^6	= 1.000.000	= Million	Mio.
G	= Giga	= 10^9	= 1.000.000.000	= Milliarde	Mrd.
T	= Tera	= 10^{12}	= 1.000.000.000.000	= Billion	Bill.
P	= Peta	= 10^{15}	= 1.000.000.000.000.000	= Billiarde	Brd.
E	= Exa	= 10^{18}	= 1.000.000.000.000.000.000	= Trillion	Trill.

Datenblatt

Tab. 1: Zusammenfassung der Eckdaten des Zielmarktes

Einheit	Wert
<i>Wirtschaftsdaten (2013)</i>	
BIP pro Kopf	24.398 R\$ ¹ (8.059 Euro)
Gesamt Export / Hauptexportland ²	242,2 Mrd. US-Dollar / China
Gesamt Import / Hauptimportland ³	239,6 Mrd. US-Dollar / China
<i>Energiedaten (2012)</i>	
Primärenergieverbrauch (PEV)	253.398 kt RÖE ⁴
Anteil erneuerbarer Energien am PEV	ca. 44 Prozent
Stromerzeugung im nationalen Stromnetz (SIN)	513.185 GWh ⁵
Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung im SIN	444.821 GWh (ca. 87 Prozent)
<i>Installierte Gesamtkapazitäten erneuerbare Energien (Stromerzeugung) 2013⁶</i>	
Wasserkraft	Großwasserkraft: 86.923 MW Kleinwasserkraft: 4.805 MW
Wind	2.181 MW
PV	40 MW ⁷
CSP	0 MW
Geothermie	0 MW
Bioenergie	
fest	8.870 MW
gasförmig und flüssig	5.297 MW
<i>Förderung (2014)</i>	
EE-Abnahmetarife / Net-Metering	Keine allgemeine Einspeisevergütung! Preisfindung über Auktionen, z.B.: A3 / Juni 2014: ⁸ Windkraft: 129,97 R\$ (41,36 Euro) / MWh Wasserkraft: 121 R\$ (38,53 Euro) / MWh Biomasse: keine aktuellen Angaben verfügbar Laufzeit je nach Technologie: 10 bis 30 Jahre ⁹ PV: 228,63 R\$ (72,81 Euro) / MWh für 20 Jahre (Auktion Bundesebene Bundesstaat Pernambuco Dezember 2013) ¹⁰

¹ gtai, 2014c

² Banco Central do Brasil, 2014

³ Banco Central do Brasil, 2014

⁴ MME, 2013b

⁵ MME, 2013b

⁶ CCEE, 2014a

⁷ BNDES, 2014b

⁸ Durchschnittlicher Devisenkurs im 1. Halbjahr 2014: 1 Euro = 3,14 R\$

⁹ MME

¹⁰ PVTECH: Colthorpe, A., 2014

	Mikrogeneration (registrierte Kleinst- und Kleinerzeugung): Net-Metering mit Verechnung überschüssig erzeugter Strommengen über ein Bonus-System als Gutschrift auf zukünftige Stromabrechnungen (zum Tarif der jeweiligen Verbrauchsstelle) für dezentrale EE-Stromerzeugungsanlagen bis max. 1 MW elektrischer Leistung.
Quotenregelung/Zertifikate	keine
Ausschreibungen	Stromkontingentausschreibungen durch CCEE bzw. ANEEL Ausschreibungen der Bundesstaaten (bisher nur Pernambuco)
<i>Die wichtigsten Adressaten</i>	
Energierelevantes Ministerium	Ministério de Minas e Energia (MME) Esplanada dos Ministérios Bloco U CEP 70.065-900 Brasilia, DF Tel. +55 (0) 61 2032 5555 www.mme.gov.br
Regulierungsbehörde	Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) SGAN 603, módulo J CEP 70-830-110 Brasilia, DF Tel. +55 (0) 61 2192 8600 www.aneel.gov.br
Hauptenergieunternehmen	Eletrobras Escritório Central Avenida Presidente Vargas, 409/13° andar, Centro CEP 20071-003 Rio de Janeiro Tel.: +55 (0) 21 2514 5151 www.eletrobras.com

Expertenbefragung¹¹

Deutsch-brasilianische Industrie- und Handelskammer São Paulo

Rua Verbo Divino 1488

04719-904 São Paulo – SP

Brasilien

Tel.: (+55 11) 5187-5100

Fax.: (+55 11) 5181-7013

ahkbrasil@ahkbrasil.coml

www.ahkbrasil.com

Fragen an die Deutsch-brasilianische Industrie- und Handelskammer zum Zielmarkt Brasilien:

1. Was müssen aus Ihrer Sicht deutsche Unternehmer in Brasilien besonders beachten?

Brasilien hat einen enormen Rohstoffreichtum zu bieten und bietet vor allem für Unternehmen, die Anlagen und Dienstleistungen in dem Bereich der erneuerbaren Energien anbieten wollen, große Möglichkeiten. Weltweit betrachtet ist Brasiliens Nutzung der erneuerbaren Energien gut aufgestellt und es ist ein Trend hin zur Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien erkennbar.

Das Gesamtenergieangebot besteht zu 53,6 Prozent aus fossilen Brennstoffen und zu 46,4 Prozent aus erneuerbaren Energien. Die Energiematrix Brasiliens zeigt deutlich, dass 2012 knapp 50 Prozent des gesamten Primärenergieverbrauchs auf erneuerbare Energiequellen fallen, Öl mit 39 Prozent jedoch weiterhin die wichtigste Einzelenergiequelle Brasiliens ist. Auch die Strommatrix Brasiliens zeigt eindeutig, dass erneuerbare Energiequellen eine wichtige Rolle bei der Stromerzeugung spielen. Wasserkraft ist 2012 mit 66 Prozent die bedeutendste Ressource zur Stromerzeugung gewesen. Folglich kann das Energieangebot in Brasilien als „sauber“ bezeichnet werden und erlebt einen vergleichsweise langsam, aber stetigen Wachstumsprozess. So erfolgten und folgen Investitionen in den folgenden Bereichen: Biodiesel, Windenergie, Photovoltaik, Gezeiten-Energiegewinnung, Energiegewinnung aus Wasserkraftwerken und Thermoelektrische Kraftwerken. Bei diesen thermoelektrischen Kraftwerken werden sowohl Biomasse, als auch Zuckerrohrbagasse als „sauberer“ Brennstoff eingesetzt. In Fällen einer nicht ausreichenden Deckung des Energiebedarfs durch Wasserkraftwerke ersetzen thermoelektrische Kraftwerke die fehlende Energie. Hierbei werden „schmutzige“ Brennstoffe wie Brennöl, Gas und Steinkohle verwendet.

Weitere technische Fakten sind:

In Brasilien findet man 30 bis 40 Jahre alte Anlagen, welche folglich eine vergleichsweise niedrigere Produktionskapazität vorweisen. Das Transmissions-, Verteilungs- sowie Stadtnetz ist ebenfalls veraltet und wurde vor zehn Jahren privatisiert. Zudem sind die Energiepreise abhängig vom Bundesstaat. Das allgemeine technische Entwicklungsniveau ist nicht so hoch wie in Deutschland.

¹¹ Das Kapitel "Expertenbefragung" wurde auf Basis eines Fragebogens der dena bestehend aus den drei genannten Fragen von der AHK Israel beige-steuert und von der dena sprachlich redigiert, ohne den Inhalt zu verfälschen.

Weitere kulturelle Fakten sind:

CO2-Emission ist kein starkes Thema in der brasilianischen Gesellschaft und entwickelt sich allgemein betrachtet langsam. Das Interesse an erneuerbaren Energien ist sehr gering, da es sich um ein neues Thema handelt und die Mentalität des Energiesparens noch nicht in Brasilien angekommen ist. Dementsprechend schleppend ist die direkte Umsetzung der energiesparenden Maßnahmen in den Unternehmen.

Wie bereits erwähnt ist Wasserkraft heute die bedeutendste Quelle zur Stromerzeugung. Das aktuelle Dilemma des ernst zunehmenden Wassermangels in Brasilien stellt die brasilianische Regierung somit vor die Herausforderung die nationale Bereitstellung der Elektrizität 100-prozentig zu sichern. Um dies zu erreichen, sieht die Regierung den Bau von weiteren Wasserkraftwerken im Amazonasgebiet sowie den Ausbau dezentraler Maßnahmen vor. Somit ergeben sich für deutsche Unternehmen große Markteinstiegschancen, da diese sich an der Entwicklung der dezentralen Maßnahmen beteiligen können.

2. Was sind aus Ihrer Sicht die hauptsächlichen Impulsgeber für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Brasilien?

Brasiliens Energiemarkt steckt gegenwärtig in einer Krise und kann der Tendenz eines schnell wachsenden Elektrizitätsbedarfs kaum gerecht werden. Erstrebenswert wäre die dezentrale Energienutzung und -regulierung für Bauernhöfe o. ä. in ländlichen Regionen Brasiliens. Diese müssen unabhängig sein vom Stromnetz und sollten zukünftig in der Lage sein selbstständig Strom zu erzeugen. Bis jetzt ist eine Förderung dieser Dezentralisierung nicht ersichtlich. Uu erwähnen sind somit lediglich die Impulse der Bundesländer und der Nationalen Finanzierungsbank (BNDES). Aufgrund dieser Impulse sind etablierte Unternehmen, die in Brasilien ansässig sind und hier produzieren, in der Lage steuerliche Entlastungen wie bspw. günstigere Zinsraten zu erhalten.

3. Welche Hauptbarrieren bestehen aus Ihrer Sicht, die einer erfolgreichen Marktentwicklung für deutsche Erneuerbare-Energien-Firmen bzw. deren Produkten in Brasilien entgegenstehen?

Zu beachten sind zunächst die rechtlichen und steuerlichen Rahmenbedingungen sowie der zu zahlende Zoll in Brasilien. Brasilien ist zudem eines der wenigen Länder, welches noch immer Importbarrieren besitzt. Eine Hürde für deutsche Firmen könnten zusätzlich die gering ausgebildeten gesetzlichen Vorgaben in Lateinamerika sein. So gibt es beispielsweise bereits ein Einspeisegesetz, jedoch keine Einspeisevergütung. Ausschreibungen, Auktionen, Net-Metering-Regelungen und Zertifikate sind bereits entwickelt und werden auf dem brasilianischen Markt angewendet. Aufgrund der (großen) Lücken im Regelungssystem, ist es für deutsche Unternehmen wichtig eine Anmeldung für Patentschutz vorzunehmen. Diese ist abhängig von der verwendeten Technologie und kann den Unternehmer bis zu zehn Jahre kosten. Erwähnenswert ist, dass deutsche Unternehmen, die Strom erzeugen wollen in Brasilien, verantwortlich sind für die Einspeisung der Energie. Somit entstehen für den Unternehmer zusätzlich hohe Kosten. Eine zügige und langfristige Regelung diesbezüglich ist von Seiten des Staates nicht zu erwarten. Deutsche Unternehmen sollten wissen, dass die deutschen Standards weltweit ein hohes Angesehen genießen, diese Standards für den brasilianischen Markt jedoch sehr teuer und ggf. zu hoch sind. Unternehmen müssen sich also an den Zielmarkt, d.h. an die brasilianischen Standards anpassen. Man kann zusätzlich sagen, dass deutsche Unternehmen des Bereiches erneuerbare Energien neben ihren Dienstleistungen und Anlagen vor allem den Service vor Ort in Brasilien zu berücksichtigen haben, um ihre Etablierung auf dem brasilianischen Markt nachhaltig zu sichern.

Executive Summary

Obwohl sich das Wirtschaftswachstum Brasiliens verlangsamt hat, treiben das Bevölkerungswachstum und zunehmender Wohlstand die Energienachfrage nach oben. Der Primärenergieverbrauch stieg in den letzten zehn Jahren um etwa 40 Prozent auf 253.398 kt RÖE.¹² Der Stromverbrauch erhöhte sich seit 2010 um elf Prozent auf 516,4 TWh.¹³ Der Anteil erneuerbarer Energien an der Primärenergieversorgung beträgt etwa 43 Prozent, der Anteil an der Stromerzeugung liegt bei etwa 88 Prozent und ist damit im internationalen Vergleich sehr hoch. Die brasilianische Energieplanung sieht einen Erhalt bzw. eine leichte Steigerung dieser Anteile vor.

Trotz verstärktem Kapazitätsausbau der Stromerzeugung kommt es immer wieder zu Stromknappheit und Beeinträchtigungen der Versorgungssicherheit. Dies hat zum Teil seine Ursache in der starken Ausrichtung der Stromerzeugung auf die große Wasserkraft. In Trockenzeiten führt die reduzierte Stromerzeugung aus Wasserkraft in Verbindung mit erhöhter Nachfrage durch den verstärkten Betrieb elektrischer Klimaanlagen zu Versorgungsengpässen. Aufgrund der geschilderten Umstände ist trotz einer kürzlich politisch initiierten Strompreissenkung ein erneuter Anstieg der Strompreise wahrscheinlich. Da die Wasserkraft die langfristig kostengünstigste Art der Stromerzeugung ist, setzt die Regierung auf ihren weiteren Ausbau. Gleichzeitig soll durch den Aufbau anderer erneuerbarer Energieformen sowie thermischer Kraftwerkskapazität der Energiemix diversifiziert und eine gewisse Ausgleichsmöglichkeit geschaffen werden. Dabei spielen in jüngster Zeit vor allem die Onshore-Windkraft sowie in geringerem Umfang Biomassekraftwerke eine Rolle. Besonderes Augenmerk wird zudem auf die Verbesserung der Energieeffizienz gelegt. Trotz des hohen Anteils erneuerbarer Energien, sind Erdöl bzw. Erdölprodukte der wichtigste Energieträger in der Primärenergieversorgung. Es sind umfangreiche Investitionen zur Erschließung der tiefliegenden Erdölressourcen vor der brasilianischen Küste geplant.

Der Energiesektor wird stark von den weitgehend in Staatseigentum befindlichen, aber privatwirtschaftlich geführten Unternehmen Petrobras und Eletrobras dominiert. Daneben gibt es im Bereich der Erzeugung, Übertragung und Verteilung privatwirtschaftliche, bundesstaatliche oder kommunale Akteure. Der Zugang für freie Stromproduzenten zum Netz ist gegeben. Im regulierten Strommarkt werden Versteigerungen zur Vergabe von Stromkontingenten durchgeführt. Daneben gibt es einen unregulierten Strommarkt mit direkten Verhandlungen zwischen Erzeugern und Abnehmern sowie den Spotmarkt.

Die Windkraft erlebt in Brasilien aktuell einen rasanten Ausbau. Die Onshore-Windkraft erweist sich an vielen Standorten als wettbewerbsfähig. Entlang der Küste sowie teilweise in den Bergregionen bestehen ausreichende Potenziale für einen wirtschaftlichen Betrieb. Vor allem im Norden Brasiliens werden Kapazitäten errichtet. Noch 2013 trug die Windkraft weniger als ein Prozent zur Stromversorgung bei. Hier darf mit einem raschen Anstieg gerechnet werden. Aktuell (Stand September 2014) sind 3.796 MW¹⁴ an Windkraftkapazitäten in Betrieb. Weitere 3.120 MW werden derzeit errichtet und 7.444 MW befinden sich in der Planungsphase.¹⁵ Da die Regierung einen Mindestanteil nationaler Produktion (Local Content) fordert, gehen viele internationale Windkraftunternehmen dazu über, direkt in Brasilien zu produzieren. Als derzeit noch problematisch erweist sich die rechtzeitige Netzanbindung der Windkraftparks. Da sich die Zentren des Windkraftausbaus vor allem im Norden Brasiliens befinden, sich die Stromnachfrage jedoch auf die städtischen Zentren des Südens und Südostens konzentriert, müssen neue Stromtrassen gezogen werden, um die Windparks ans Netz zu bringen. Aktuell kommt es hier häufig zu erheblichen Verzögerungen, was dazu führt, dass bedeutende, bereits installierte Stromerzeugungskapazität brachliegt.

¹² MME, 2013b

¹³ EPE, MME, 2014

¹⁴ ANEEL, 2014c

¹⁵ ANEEL, 2014c

Obwohl in Brasilien hervorragende natürliche Bedingungen für die Nutzung der Solarenergie herrschen, ist die solare Stromerzeugung bislang nur gering entwickelt. Die einwirkende Globalstrahlung in Brasilien beträgt zwischen 1.650 und 2.400 kWh/m² pro Jahr.¹⁶ PV-Systeme wurden bislang vor allem für die Elektrifizierung netzferner Standorte eingesetzt. An diesen netzfernen Standorten ist es häufig wirtschaftlicher PV-Systeme einzusetzen, als eine Netzanbindung herzustellen. Netzgebundene Systeme sind aufgrund ihrer mangelnden Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderer erneuerbarer Stromerzeugung, etwa der Wind- und Wasserkraft, noch selten. Bisher sind nur 14 MW¹⁷ an netzgebundener PV-Leistung installiert. Auch solarthermische Stromerzeugung ist bisher noch nicht vorhanden. Jüngste Entwicklungen lassen jedoch einen baldigen Wandel diesbezüglich erwarten. Die wachsende Stromnachfrage und die Versorgungslücken beim Wasserkraftstrom bilden Anreize und generieren voraussichtlich in naher Zukunft zumindest auf dem unregulierten Strommarkt ein Preisniveau, das auch die solare Stromerzeugung rentabel macht. In Erwartung der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit wurde die solare Stromerzeugung in den jüngsten Stromkontingentauktionen zugelassen, was auf großen Zuspruch der Projektierer stieß. In den staatlichen Auktionen konnten weder PV- noch CSP-Vorhaben bisher einen Zuschlag erhalten, jedoch wurde im Bundesstaat Pernambuco eine Stromkontingentauktion ausschließlich für PV erfolgreich durchgeführt und es ist zu erwarten, dass diesem Beispiel weitere folgen werden. In der im Oktober 2014 stattfindenden Reservestromauktion werden erstmals Stromkontingente separat für PV, Windkraft- und Biomasseprojekte versteigert.¹⁸ Dadurch stehen nur Projekte jeweils einer Energieform/Technologie miteinander in Wettbewerb. So werden erstmals in einer föderalen Auktion Stromkontingente an die PV vergeben werden. Die solarthermische Warmwasserbereitung ist in Brasilien eine zuverlässige und kostengünstige Alternative zur weit verbreiteten elektrischen Warmwasserbereitung. Vor allem im Neubausektor setzen sich die solarthermischen Anlagen zunehmend durch. Bauvorschriften der Städte und Gemeinden tragen zu dieser Entwicklung bei. Es gibt zahlreiche nationale Hersteller für solarthermische Anlagen in Brasilien, sodass aufgrund des zumeist höheren Preisniveaus importierte Systeme am Markt geringere Chancen haben.

Im Bioenergiesektor nimmt Brasilien international eine führende Rolle ein. Es ist das wichtigste Anbauland für Zuckerrohr weltweit und steht in der Bioethanolproduktion an zweiter Stelle.¹⁹ Der Großteil der PKWs ist in Brasilien dafür ausgerüstet, Bioethanol pur oder in variablen Mischungsverhältnissen mit konventionellem Benzin zu tanken. Die Bioethanolproduktion betrug 2013/14 27.531 Mio. m³.²⁰ Bis 2022 soll die Nachfrage um jährlich rund elf Prozent auf 32,8 Milliarden Liter für hydriertes Ethanol und auf 14,3 Mrd. Liter für anhydriertes Ethanol steigen.²¹ Es gilt eine obligatorische Beimischungsquote von 25 Prozent zu Benzin der Kategorie A.²² Die Biodieselproduktion in Brasilien basiert auf verschiedenen Rohstoffen. Die wichtigsten Ausgangsstoffe sind Soja, Schlachtfette, sonstige Fette und Baumwollsamen sowie in geringerem Maße Rizinus, Raps, Palmöl, Sonnenblumensamen und Jatropha. Die Jahresproduktion an Biodiesel summiert sich auf jährlich sieben Mrd. Liter. Im Gegensatz zu den größeren Betriebsstrukturen im Zuckerrohranbau wird im Biodieselsektor ein Schwerpunkt auf der Schaffung von zusätzlichem Einkommen in kleinbäuerlichen Strukturen gelegt. Auch für Biodiesel wurde eine Beimischungsquote eingeführt. Diese wurde kürzlich von fünf auf sechs Prozent erhöht und noch in 2014 soll eine weitere Steigerung auf sieben Prozent erfolgen.²³ Als Nebenprodukt der Zuckerrohrverarbeitung fällt in großen Mengen Bagasse an, die meist in den Zuckerrohrfabriken selbst durch thermische Verwertung zur Stromerzeugung eingesetzt wird. Weiterhin werden auch Holz und Holzkohle in bedeutendem Umfang energetisch genutzt. Mit dem Preisverfall in der Windkraft verlor die Stromerzeugung aus Biomasse in den Kapazitätsauktionen gegenüber Wind- und Wasserkraft an Boden, so dass aktuell deutlich weniger netzgebundene Biomassekraftwerke errichtet werden. Durch separate Auktionsvolumina für die einzelnen Energieformen wie sie im Herbst 2014 erstmals realisiert

¹⁶ BNDES, 2014b

¹⁷ ANEEL, 2014c

¹⁸ CCEE, MME, 2014

¹⁹ UNICA (b)

²⁰ UNICADATA, 2014

²¹ MME, EPE, 2013

²² MME, EPE, 2013

²³ Economia Negocios: Moura, E.R.R.M., 2014

werden, könnte hier eine Trendumkehr stattfinden. Bei der Stromversorgung für den Eigenbedarf der Zuckerrohrfabriken oder holzverarbeitenden Unternehmen sowie lokaler Netze kann die Stromerzeugung aus Biomasse weiterhin sinnvoll eingesetzt werden. Die Biogaserzeugung spielt in Brasilien nur eine untergeordnete Rolle. Teilweise wird Deponiegas für die Stromerzeugung genutzt. Außerdem gibt es Ansätze, Deponiegas für eine gasbetriebene städtische Beleuchtung zu verwenden.

Geothermische Potenziale, vor allem im Niedertemperaturbereich, sind in Brasilien regional vorhanden, werden aber von touristischen Zwecken abgesehen, bisher kaum genutzt. Im Energiemix Brasiliens findet die Geothermie bis heute keine Berücksichtigung. Die erforderlichen hohen Investitionen sowie das Fehlen von spezialisierten Fachkräften stellen ein erhebliches Hindernis für die Verbreitung dieser Technologie in Brasilien dar.

Dagegen ist die Wasserkraft in Brasilien traditionell die wichtigste Energieform für die Stromerzeugung. Sie hat einen Anteil von rund 70 Prozent, der im Rahmen des geplanten Kapazitätsausbaus erhalten werden soll. Die installierte Wasserkraftkapazität lag im September 2014 bei rund 88 GW.²⁴ Die großen Flusssysteme bieten immer noch bedeutende Potenziale für den weiteren Ausbau, nicht nur der Klein-, sondern auch der Großwasserkraft. In den kommenden Jahren sollen vor allem im Amazonasgebiet mehrere Großwasserkraftwerke errichtet werden. Die installierte Wasserkraftkapazität soll so bis 2022 um 120 GW ausgebaut werden.²⁵ Die Planung des Wasserkraftbaus erfolgt durch die Regierung, die die Standorte einschließlich der zu installierenden Kapazität sowie des Inbetriebnahmezeitpunkts festlegt und zur Realisierung ausschreibt. Die konkrete Projektplanung und die Beantragung der Genehmigungen liegen dabei weiterhin in der Hand der Projektierer. Die marine Wasserkraft ist derzeit noch nicht über das Versuchsstadium hinausgekommen. Ein erstes Wellenkraft-Pilotprojekt wurde realisiert, jedoch gibt es noch keine kommerziellen Anlagen. Entlang der rund 7.000 km langen Küste Brasiliens sind Potenziale für die marine Wasserkraft gegeben. Die marine Wasserkraft wird jedoch noch nicht in die Energieplanung Brasiliens einbezogen.

Brasiliens Energiesektor hält auch für deutsche Unternehmen bedeutende Chancen bereit. Möglichkeiten bestehen beispielsweise in den Bereichen Energieeffizienz, Windkraft, Solarenergie sowie im Ausbau der Energieinfrastruktur. Aufgrund von Vorgaben zum Anteil nationaler Herstellung wie etwa in der Windkraft sowie im Hinblick auf die Belastung eingeführter Produkte durch Importzölle kann der Aufbau einer Fertigung vor Ort sinnvoll sein. Risiken bestehen teilweise in der mangelnden Verfügbarkeit von Fachkräften, bürokratischen Hemmnissen und in der Abhängigkeit des Energiesektors von politischen Entscheidungen. Die Einfuhrzölle können die Wettbewerbsfähigkeit importierter Waren gegenüber heimischen Produkten untergraben und können als Markteintrittsbarriere wirken. Die in den kommenden Jahren zu erwartende wachsende Energienachfrage sowie damit einhergehend steigende Strompreise werden zu einem bedeutenden Ausbau der Stromerzeugungskapazität führen und bieten Chancen für die wettbewerbsstarken erneuerbaren Energieformen wie Wind- und Wasserkraft. Für andere erneuerbare Energieformen wie Biomasse, PV und CSP können sich über den unregulierten Strommarkt oder spezielle Ausschreibungen sowie die Nachfrage freier Verbraucher Möglichkeiten des rentablen Stromverkaufs ergeben. Da in naher Zukunft mit einem umfangreichen Aufbau von PV-Anlagen gerechnet werden kann, dürften sich auch hier Marktchancen für deutsche Anbieter ergeben. Insgesamt zeigt der brasilianische Markt aufgrund des Bevölkerungswachstums gepaart mit einer Zunahme des allgemeinen Wohlstands positive Tendenzen, wenn auch nicht mehr ein derart dynamisches Wachstum wie in der vergangenen Dekade. Die politischen Verhältnisse sind stabil und es sind zusätzlich positive Impulse aus anstehenden Großveranstaltungen wie den Olympischen Spielen 2016 zu erwarten.

²⁴ ANEEL, 2014c

²⁵ MME, 2013a

1 Einleitung

Brasiliens offizielle Bezeichnung lautet Föderative Republik Brasilien (República Federativa do Brasil). Das 8,5 Mio. km² große Land ist das flächenmäßig und wirtschaftlich bedeutendste Land Südamerikas. Es besitzt Landgrenzen zu Venezuela, Guayana, Surinam, französisch Guayana, Kolumbien, Peru, Bolivien, Paraguay, Argentinien und Uruguay. Nach Osten wird Brasilien vom Nord- bzw. Süd-Atlantischen Ozean umschlossen. Die Küstenlänge beträgt rund 7.000 km. Hügelige Landschaften, Hochebenen und von Flüssen durchzogene Tieflandgebiete wie das Amazonasbecken und das Pantanal sind typische Landschaftsbilder. Der höchste Berg Brasiliens ist der Pico da Neblina mit 3.014 m ü. NN im Bundesstaat Amazonas.²⁶

Abb. 1: Karte Brasiliens²⁷



²⁶ Auswärtiges Amt, 2014

²⁷ University of Texas Libraries, The Perry Castaneda Map Collection, 1994

Der Südosten Brasiliens wird landschaftlich von den bergigen Regionen der Chapada Diamantina, der Serra da Mantiqueira, der Serra Paraná und der Serra Geral geprägt. Aufgrund seiner enormen Fläche erstreckt sich Brasilien über mehrere Klima- und Vegetationszonen. Tropisches Klima ist im Norden und der Mitte des Landes und in südlicher Richtung bis etwa zwischen São Paulo und Rio de Janeiro prägend. Weiter nach Süden hin schließt sich die subtropische Zone an. Die Vegetation Brasiliens variiert von üppigen Regenwäldern im Amazonasgebiet bis hin zu den steppen- bis halbwüstenähnlichen Trockengebieten des Nordostens. Insbesondere der Süden und Südosten sowie zentrale Teile Brasiliens verfügen über sehr gute Bedingungen für Landwirtschaft und Viehhaltung. Soja, Zuckerrohr und Getreide sind die bedeutendsten Feldfrüchte. Weiterhin spielen die Rinder- und die Geflügelhaltung eine bedeutende Rolle.

Brasilien ist eine Föderation aus 26 Bundesstaaten (estados). Diese sind Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondonia, Roraima, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe und Tocantins. Insgesamt hat das Land 201 Mio. Einwohner, wobei die Bevölkerungszahl jährlich um 1,1 Prozent wächst.²⁸ Hohe Bevölkerungsdichten sind im Umfeld der großen städtischen Zentren wie São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Manaus und Belém zu verzeichnen. São Paulo ist das wichtigste wirtschaftliche Zentrum und die bevölkerungsstärkste Metropole des Landes. Die Hauptstadt des Landes ist das im Inland gelegene Brasília. Die Bundesstaaten sind in insgesamt 5.570 Gemeinden (municípios)²⁹ unterteilt. Als typisches Einwanderungsland hat Brasilien eine Bevölkerung unterschiedlicher ethnischer Herkunft. Neben großen Bevölkerungsgruppen mit ethnischen Wurzeln in Europa und Afrika, gibt es auch Bevölkerungsgruppen arabischer und japanischer Herkunft. Die Zahl der indigenen Bevölkerung wird aufgrund des Zensus 2010 mit rund 800.000 angegeben.³⁰ Der überwiegende Teil der Bevölkerung ist christlich geprägt (65 Prozent katholisch, 22 Prozent protestantisch), acht Prozent gelten als religionslos und der verbleibende Anteil wendet sich anderen Religionen, z.B. dem Spiritismus, zu.³¹ Die Amtssprache Brasiliens ist Portugiesisch. Aufgrund der Einwanderungsgeschichte Brasiliens beherrschen darüber hinaus viele Menschen die Sprache ihrer familiären Herkunftsländer.

Die Staatsform Brasiliens wird als präsidiale, föderative Republik bezeichnet, deren Präsident die Funktion von Staatsoberhaupt und Regierungschef innehat. In 2011 trat Dilma Vana Rousseff dieses Amt an. Das Abgeordnetenhaus (Câmara dos Deputados) mit 513 Sitzen und der Senat (Senado Federal) mit 81 Sitzen bilden zusammen die Legislative, die in Brasilien als Nationalkongress (Congresso Nacional) bezeichnet wird. Im Senat sind derzeit die demokratische Partei Brasiliens (PMDB, 20 Sitze), die Partei der Arbeiter (PT, 13 Sitze), die Progressive Partei (PP, fünf Sitze), die Sozialistische Partei Brasiliens (PSB, vier Sitze), die Demokratische Arbeiterpartei (PDT, fünf Sitze), die Partei der Arbeit (PTB, sechs Sitze) sowie kleinere Parteien vertreten.³² Im Abgeordnetenhaus sind die PT mit 87 Abgeordneten und die PMDB mit 75 Abgeordneten die stärksten Kräfte.³³ Die nächsten Wahlen sind für Oktober 2014 angesetzt.

Der Straßenverkehr spielt in Brasiliens Transportsektor die bedeutendste Rolle. Etwa 13 Prozent der rund 1,6 Mio. Straßenkilometer sind asphaltiert.³⁴ Das Schienennetz hat eine Gesamtlänge von rund 29.000 km, weiterhin sind die 50.000 km³⁵ schiffbaren Wasserwege, vor allem im Amazonasgebiet, von Bedeutung. Bis 2020/21 soll eine Hochgeschwindigkeitsbahnverbindung zwischen Campinas, São Paulo und Rio de Janeiro realisiert werden.³⁶ Aufgrund der großen zu überwindenden Entfernungen spielt auch der Luftverkehr eine wichtige Rolle. Von den 4.093 Flughäfen besitzen 698

²⁸ Auswärtiges Amt, 2014

²⁹ O Globo País; Castro, J., 2013

³⁰ IBGE, 2010

³¹ CIA, 2014

³² Auswärtiges Amt, 2014

³³ Auswärtiges Amt, 2014

³⁴ CIA, 2014

³⁵ CIA, 2014

³⁶ gtai, 2024

eine asphaltierte Landebahn.³⁷ Der Personenverkehr stützt sich außerdem auf ein gut entwickeltes System an Fernbusverbindungen.

Die Währung Brasiliens trägt die Bezeichnung Real (1 Real (R\$) = 100 Centavos). Das Wirtschaftswachstum Brasiliens hat sich gegenüber früheren Jahren verlangsamt. In 2013 betrug das Bruttoinlandsprodukt rund 4.838 Mrd. R\$ bei einer Wachstumsrate von 2,3 Prozent.³⁸ Für 2014 wird ein Wirtschaftswachstum von zwei Prozent³⁹ erwartet. Der Binnenmarkt ist dabei die wichtigste Stütze der Konjunktur. Die Inflationsrate betrug 2013 5,9 Prozent und die Arbeitslosenrate liegt auf niedrigem Niveau bei sechs Prozent (2012).⁴⁰ Brasiliens wirtschaftliche Entwicklung wird derzeit durch beträchtlichen Modernisierungs- und Ausbaubedarf in vielen Bereichen der Infrastruktur sowie durch die Schwäche des industriellen Sektors gebremst. Der Anteil der Industrie am Bruttoinlandsprodukt beträgt 21 Prozent (Stand 2013).⁴¹ Die Ausfuhr von Rohstoffen bestimmt den überwiegenden Teil des Exportvolumens (60 Prozent).⁴² Die wichtigsten Exportprodukte sind landwirtschaftliche Produkte wie Soja, Rind- und Geflügelfleisch sowie Zucker und Eisen. Neben der EU sind China und das Nachbarland Argentinien wichtige Handelspartner. Mit Deutschland verbinden Brasilien intensive wirtschaftliche Beziehungen. Die deutschen Direktinvestitionen betragen 2013 rund 2,2 Mrd. Euro⁴³. Gut ausgebildete Fachkräfte sind zunehmend verfügbar. Politische Stabilität ist gegeben. Zur Gewährleistung der persönlichen Sicherheit ist in Brasilien die Inanspruchnahme von Sicherheitsdienstleistungen in stärkerem Maße üblich, als dies in Deutschland der Fall ist.

Im Energiesektor stehen aufgrund des rasch wachsenden Strombedarfs und hoher Strompreise sowie infolge von aktuellen Problemen der Versorgungssicherheit im wasserkraftdominierten Stromsektor strukturelle Veränderungen sowie Erweiterungen an.⁴⁴ Weiterhin sind bedeutende Investitionen im Infrastrukturbereich auf der Tagesordnung. Daraus ergeben sich auch für deutsche Unternehmen bedeutende Chancen.

Risikobewertung und kritische Faktoren

Die Abb. 2 zeigt die Risikobewertung Brasiliens und Deutschlands im Vergleich. Die Abbildung stellt nur eine Auswahl der durch das World Economic Forum (WEF) im Global Competitiveness-Report 2013 - 14 betrachteten Indikatoren dar. Dargestellt sind vor allem Kriterien, die für den Erneuerbare-Energien-Bereich wichtig sein können. Je niedriger der Rang (je näher am Zentrum), desto positiver die Bewertung. Im Report schneidet Brasilien vor allem im Bereich Verfügbarkeit von Finanzdienstleistungen positiv ab. Daneben erreicht Brasilien hinsichtlich der Unternehmerkosten aus Kriminalitätsgründen ein sehr negatives Ergebnis genauso wie im Bereich Verfügbarkeit lokaler Fachkräfte oder auch Handelszölle oder Qualität der Gesamtinfrastruktur.

³⁷ CIA, 2014

³⁸ Banco Central do Brasil, 2014a

³⁹ G1, Martello, A., 2014

⁴⁰ Auswärtiges Amt, 2014

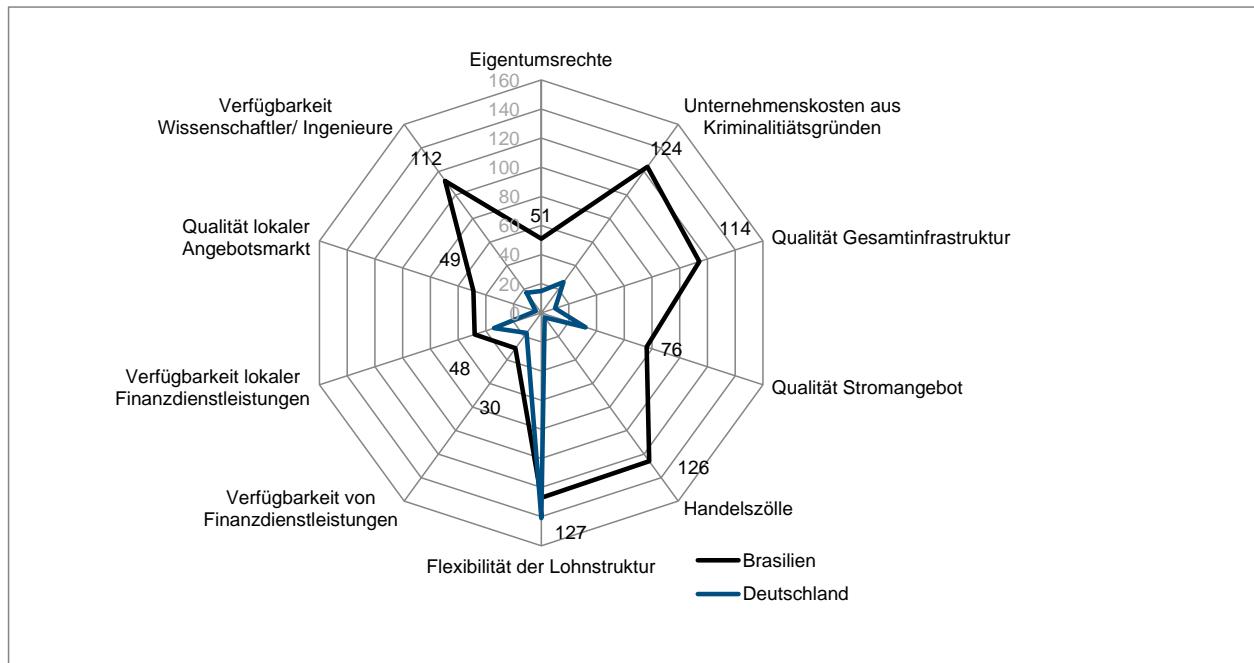
⁴¹ Auswärtiges Amt, 2014

⁴² Auswärtiges Amt, 2014

⁴³ Auswärtiges Amt, 2014

⁴⁴ Gtai, 2014b

Abb. 2: Risikobewertung Brasilien⁴⁵



Im Global Competitiveness-Report 2013 - 14 des WEF nimmt Brasilien den 56. Platz im Länderranking ein und erhält eine im Ländervergleich bedeutend schlechtere Bewertung als Deutschland (vgl. Tab. 2). Insgesamt werden vom WEF 148 Länder betrachtet.

Der Bewertung des Global Competitiveness-Report zufolge fußt die Wettbewerbsfähigkeit auf zwölf Säulen, die in drei Kategorien (Basisdaten, Effizienztreiber und Q & I) zusammengefasst werden (vgl. Tab. 2). Die durch Institutionen, den Faktormarkt getriebenen Basisdaten gehen zu 20 Prozent in die Gesamtbewertung ein. Die Effizienztreiber gehen zu 50 Prozent ein, die dritte Kategorie Q & I (Qualität des Geschäftsumfeldes und Innovation) zu 30 Prozent. Die einzelnen zwölf Säulen setzen sich aus verschiedenen Indikatoren zusammen, von denen eine Auswahl auf der folgenden Seite betrachtet wird. Insgesamt werden 148 Länder in die Betrachtung einbezogen. Im Vergleich zu Deutschland fällt besonders die Effizienz der Gütermärkte (benötigte Zeit für Unternehmensgründung, Wettbewerbsintensität, Besteuerung, Zollvorschriften) negativ ins Gewicht.

Tab. 2: Länderspezifische Risikobewertung Brasilien⁴⁶

	Kriterium	Brasilien (Rang)	Deutschland (Rang)
Basisdaten	Gesamtrang	56	4
	Institutionen (Eigentumsrechte, Unabhängigkeit Justiz)	80	16
	Infrastruktur	71	3
	Makroökonomisches Umfeld	75	30

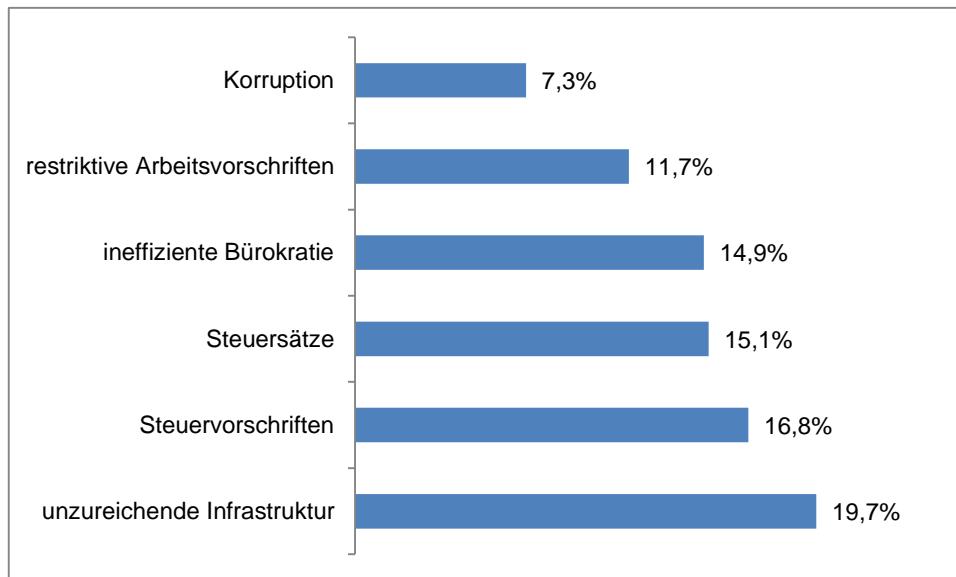
⁴⁵ WEF, 2013

⁴⁶ WEF, 2013

	Kriterium	Brasilien (Rang)	Deutschland (Rang)
Effizienztreiber	Gesundheit, Grundschulausbildung	89	22
	höhere Bildung und Ausbildung	72	5
	Effizienz der Gütermärkte (benötigte Zeit für Unternehmensgründung, Wettbewerbsintensität, Besteuerung, Zollvorschriften)	123	21
	Effizienz des Arbeitsmarkts	92	53
	Entwicklung des Finanzmarkts (Berücksichtigung von Kapitalstrombeschränkungen)	50	32
	technologische Reife	55	15
Q & I	Marktgröße	9	5
	Qualität des Geschäftsumfelds	39	3
	Innovation	55	7

Die Abb. 3 fasst eine unabhängige Befragung des World Economic Forum zusammen. Lokale Führungskräfte wählen aus einem Pool von 15 Faktoren fünf Faktoren aus, die am problematischsten bei der Geschäftstätigkeit in Brasilien gesehen werden. Diese sechs Faktoren wurden von den Führungskräften von 1 (am problematischsten) bis 5 (problematisch) bewertet. Die Ergebnisse sind in der Grafik nach ihrer Häufigkeit der Nennung als kritische Faktoren prozentual abgebildet. So sehen knapp 20 Prozent die unzureichende Infrastruktur und knapp 17 Prozent die Steuervorschriften als sehr kritisch in Brasilien an.

Abb. 3: Kritische Faktoren in Brasilien⁴⁷



⁴⁷ WEF, 2013

2 Energiesituation

2.1 Energiemarkt

Brasiliens Energieversorgung basiert zu einem im internationalen Vergleich hohen Anteil auf einheimischen erneuerbaren Energieträgern. Fast die Hälfte der Primärenergieversorgung wird durch erneuerbare Energien, insbesondere durch die große Wasserkraft und die energetische Verwertung von Zuckerrohrprodukten, abgedeckt. Trotzdem ist Erdöl der wichtigste Energieträger in der Primärenergieversorgung. Erdgas spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Brasilien ist reich an fossilen und erneuerbaren Ressourcen. Das Land verfügt über bedeutende Vorkommen an Erdöl und Erdgas. Die bestätigten Erdölreserven Brasiliens betragen laut Angaben von Petrobras 13,5 Mrd. Barrel Rohöleinheiten⁴⁸, die zum Teil in großer Tiefe bzw. unter einer Salzkruste liegen und daher schwer zu fördern sind.⁴⁹ Die bestätigten Erdgasvorkommen umfassen 391,286 Mrd. m³.⁵⁰ Seit 2006 ist Brasilien für Erdöl Nettoexporteur. Erdgas wird trotz eigener Reserven in bedeutenden Mengen vorrangig aus Bolivien eingeführt. Zur Erschließung der Öl vorkommen plant Petrobras große Investitionen, die allein bis 2018 einen voraussichtlichen Umfang von 220 Mrd. US-Dollar haben sollen.⁵¹ Die Regulierungsbehörde ANP hat die Aufsicht über den Gas- und Treibstoffmarkt. Die Öl- und Gasreserven wurden 1953 in Staats-eigentum überführt. Die Rohöl- und Erdgasförderung in Brasilien liegt in der Hand des als Aktiengesellschaft geführten, jedoch überwiegend in staatlichem Besitz befindlichen Unternehmens Petrobras. Petrobras ist nach eigenen Angaben ein international agierender Ölkonzern, der in der Offshore-Förderung aus großen Meerestiefen technologisch führend ist.⁵² Das Unternehmen strebt eine Verdoppelung der brasilianischen Erdölförderung bis 2020 an. Petrobras ist in den Bereichen der Öl- und Gaserkundung und –förderung, der Raffination, Petrochemie, Distribution und der Stromerzeugung aktiv. Das Unternehmen ist stark in die Gasdistribution involviert und besitzt mehr als 9.000 km an Gaspipelines.⁵³ Das bedeutendste Gasdistributionsunternehmen Brasiliens ist Comgas, das 21 Mio. Verbraucher versorgt.⁵⁴

Über sein Tochterunternehmen Petrobras Distribuidora vertreibt Petrobras Treibstoffe und über das Tochterunternehmen Liquigas das in Haushalten genutzte Flüssiggas. Das Unternehmen Ultragaz ist führend im Vertrieb von Flüssiggas. Weiterhin ist auch Copagaz in dem Bereich aktiv. Petrobras unterhält ein Tankstellennetz von mehr als 7.500 Stationen. Weitere Tankstellenbetreiber sind unter anderem Texaco, Esso, Shell und Repsol. Die Gesamtlänge der Öl pipelines, die Petrobras gehören, umfasst 34.693 km. Die folgende Abbildung zeigt das Gasnetz Brasiliens, das sich überwiegend im Besitz von Petrobras befindet. Auf der Karte sind in rot die bestehenden Pipelines gekennzeichnet, gelb die geplanten und pink die im Bau befindlichen. Die wichtigste Gas pipeline dient dem Import von Gas aus Bolivien (grün). Das Gasnetz versorgt vorrangig die städtischen Zentren an der Küste. Ein isoliertes Gasnetz befindet sich im Amazonasgebiet. Als Erweiterungen des Gasnetzes sind eine Leitung als Verbindung der Zentren Rio de Janeiro und Campinas sowie eine Leitung zur Versorgung von Teilen des Nordostens Brasiliens im Bau.⁵⁵

⁴⁸ Petrobras, 2014b

⁴⁹ Handelsblatt: Busch, A., 2012

⁵⁰ Petrobras, 2014b

⁵¹ Petrobras, 2014b

⁵² Petrobras, 2014b

⁵³ Petrobras, 2014c

⁵⁴ Comgas, 2013

⁵⁵ ABEGAS, 2012

Abb. 4: Gasnetz Brasiliens⁵⁶



Auch im Biotreibstoffsektor ist Petrobras in Brasilien der bedeutendste Akteur. Das Unternehmen betreibt fünf Biodieselwerke und neun Bioethanolwerke (vgl. Kap 4.3). Bioethanol wird nicht nur auf dem nationalen Markt nachgefragt, sondern in bedeutendem Umfang auch exportiert. Hauptabnehmer sind dabei die USA. Die Jahresproduktion an Bioethanol wurde im Zehnjahresplan der Regierung für 2013 auf etwa 22 Mrd. Liter geschätzt und soll bis 2020 47 Mrd. Liter erreichen.⁵⁷ Die tatsächliche Produktion lag bereits im Erntezeitraum 2013 / 14 mit 27,531 Mio. m³ (rund 27,5 Milliarden Liter) deutlich höher.

Der Stromsektor ist teilprivatisiert, vor allem die Erzeugung und Übertragung werden aber immer noch durch Eletrobras dominiert. Das ehemals staatliche Unternehmen hat die Unternehmensform einer Aktiengesellschaft, deren größter Anteilseigner der brasilianische Staat ist. Zu Eletrobras, dem größten Stromunternehmen Lateinamerikas, gehören zahlreiche Tochterunternehmen im Bereich Stromerzeugung, -übertragung und –verteilung. Die Holding verfügte im Jahr 2010 über etwa 35 Prozent der installierten Stromerzeugungskapazität Brasiliens (42.333 MW) und mehr als 50 Prozent des Übertragungsnetzes.⁵⁸ Zudem kontrolliert Eletrobras das Energieforschungsinstitut Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). Auf der Distributionsebene gibt es insgesamt mehr als 60 Unternehmen, die sich in staatlicher, privater oder kommunaler Hand befinden oder Eigentum des jeweiligen Bundesstaates sind. Zu Eletrobras gehören die Distributionsunternehmen Eletrobras Amazonas Energia, Eletrobras Distribuição Acre, Eletrobras Distribuição Roraima, Eletrobras Distribuição Rondônia, Eletrobras Distribuição Piauí e Eletrobras Distribuição Alagoas.⁵⁹ Das größte Distributionsunternehmen ist AES Eletropaulo, das über 20 Mio. Menschen im Großraum São Paulo versorgt. Das Unternehmen initiierte zudem das größte Smart-Grid-Projekt Brasiliens. Neben Eletrobras ist die Companhia de Transmissão de Ener-

56 ABEGAS, 2012

⁵⁷ MME, EPE, 2013

⁵⁸ Eletrobras, 2010a

⁵⁹ Eletrobras, 2010a

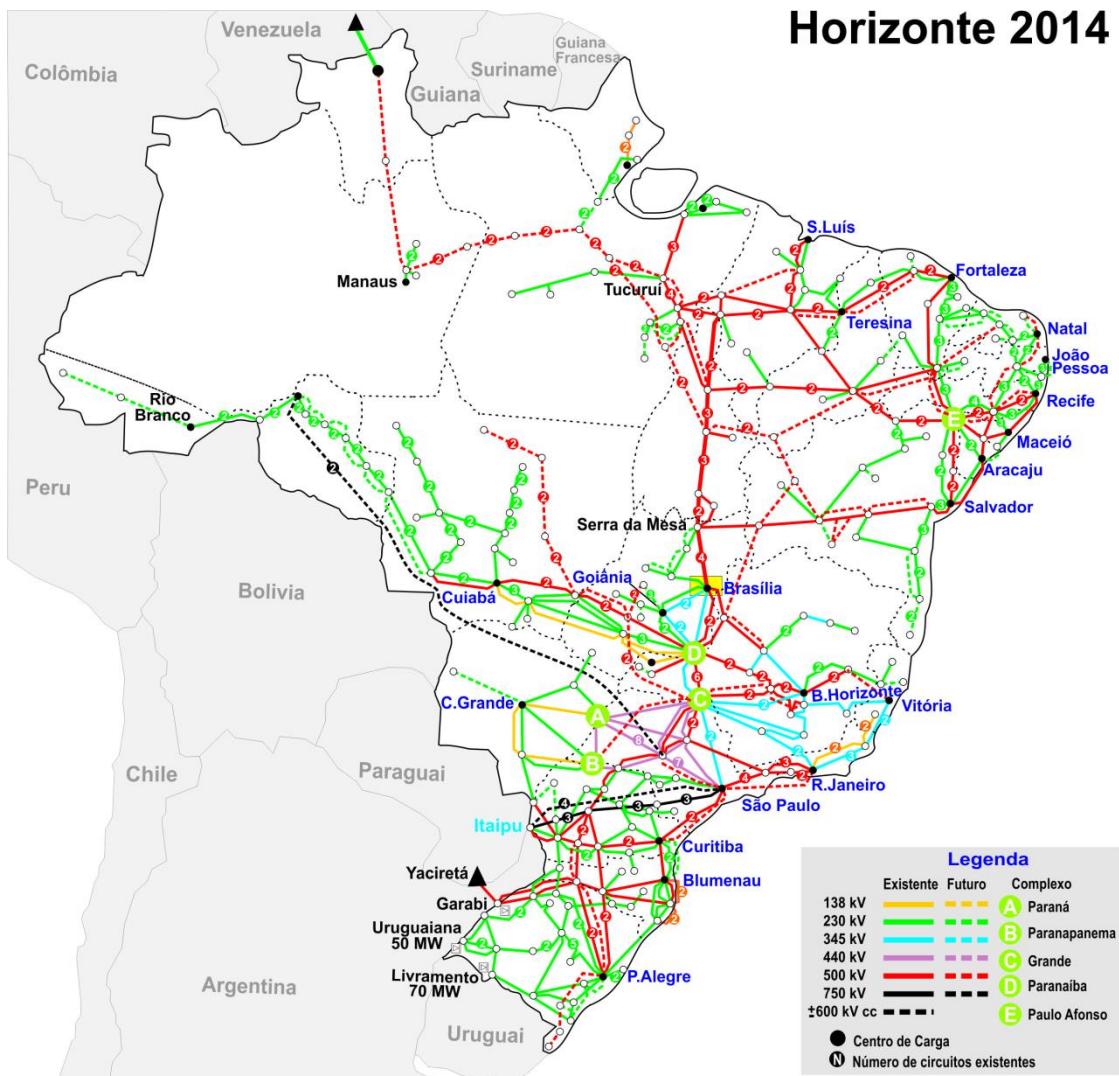
gia Elétrica eines der bedeutendsten Übertragungsunternehmen. Über das Sistema Interligado National (SIN) sind die Regionen des Übertragungsnetzes verbunden und es kann ein Ausgleich zwischen Einspeisung und Stromnachfrage geschaffen werden. Das Management des Stromnetzes erfolgt durch den Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Da es sich beim überwiegenden Teil der Stromerzeugungskapazität um große Wasserkraft handelt, wirken sich Dürrezeiten erheblich auf die Stromerzeugung aus, so dass die Ergänzung von fehlenden Produktionsmengen und fehlenden Kapazitäten durch andere Stromerzeugungskapazitäten zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit eine Herausforderung darstellt. In der Regel werden dafür thermische Kraftwerkskapazitäten eingesetzt. Auch erneuerbare Energien können die Wasserkraft ergänzen. Die Regulierung des Strommarktes liegt im Verantwortungsbereich der Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (vgl. Kap. 3.1). Die Abbildung 5 zeigt das Stromübertragungsnetz Brasiliens. Im Rahmen des Plans zur Erweiterung der Stromerzeugungskapazitäten bis 2022 bzw. 2030 ist auch ein bedeutender Netzausbau unumgänglich.⁶⁰ So ist ein umfangreicher Ausbau des Übertragungsnetzes notwendig, um neue Kraftwerke einzubinden und einen besseren Ausgleich zwischen den einzelnen Regionen des SIN zu schaffen. Außerhalb des SIN gibt es unabhängige, lokale Versorgungsnetze (Sistemas isolados). Insbesondere in schwer zugänglichen, dünn besiedelten Inlandsregionen wird so, meist unter Einsatz thermischer Kraftwerke oder erneuerbarer Energieerzeugung, die lokale Stromversorgung sichergestellt. Mit diesen Systemen werden auf 45 Prozent der Fläche Brasiliens drei Prozent der Bevölkerung mit Elektrizität versorgt.⁶¹ Die Mehrkosten dieser Versorgung gegenüber dem SIN wurden über eine spezielle Abgabe auf die Stromkunden des SIN umgelegt.⁶², um die Stromkosten für Kunden der isolierten Systeme niedrig zu halten. Diese Abgabe wurde im Herbst 2012 von der Regierung abgeschafft.

⁶⁰ MME, EPE, 2013

⁶¹ ABRADEE, 2014a

⁶² ABRADEE, 2014a

Abb. 5: Übertragungsnetz Brasiliens Stand 2014⁶³



Brasilien verfügte zum Stand Juli 2014 über eine installierte Stromerzeugungskapazität von insgesamt 129.166 MW.⁶⁴ Weitere 36.449 MW an Kraftwerkskapazität sind in Planung bzw. im Bau. An erneuerbarer Stromerzeugung befinden sich 3.302 MW Windkraft, 14.856 MW große und 328 MW kleine Wasserkraft, 995 MW thermische Kraftwerksleistung sowie 1.350 MW an Kernkraftkapazitäten im Bau.⁶⁵ Außerdem sind zusätzlich 2.865 MW an großer und 2.074 MW an kleiner Wasserkraft, 5.867 MW Windkraft und 50 MW an kleinen thermischen Kraftwerken (Central Geradora Undi-eletrica) genehmigt, werden aber noch nicht errichtet.⁶⁶ Dies ergibt eine Summe von 19.984 MW an Projekten in der Bauphase und 16.465 MW an Projekten in der Planungsphase. Bei den Stromerzeugern wird zwischen Stromhandelsunternehmen, Eigenbedarfsproduzenten, Unabhängigen Produzenten (IPP), öffentlichem Service und registrierten dezentralen Kleinerzeugern bis max. ein MW elektrischer Leistung (Mikrogeneration) unterschieden. Vor allem Großunternehmen erzeugen ihre Elektrizität selbst, um eine höhere Versorgungssicherheit zu erreichen.⁶⁷ Listen der Stromerzeuger sind auf der Internetseite der ANEEL unter

⁶³ ONS, 2014

⁶⁴ ANEEL, 2014c

⁶⁵ ANEEL, 2014c

⁶⁶ ANEEL, 2014c

⁶⁷ Gtai: Döhne, O., 2013

<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/AgenteGeracao/ListaAgentes.asp?destino=2> einsehbar. Die hinsichtlich ihrer installierten Kapazität bedeutendsten Stromerzeuger sind die Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), Furnas Centrais Elétricas S / A (FURNAS), die Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A (ELETRONORTE), die Companhia Energética de São Paulo (CESP), Tractebel Energia S/A (TRACTEBEL), Itaipu Binacional (ITAIPU), CEMIG Geração e Transmissão S/A CEMIG GT, Pétroleo Brasileiro S/A (Petrobras), COPEL Geração e Transmissão S/A COPEL-GT und die AES Tieté S/A⁶⁸ sowie Eletrobras. Grundsätzlich haben alle Stromerzeuger freien Netzzugang zum SIN. Das Kapitel 3.5 gibt einen Überblick über die Möglichkeiten und Voraussetzungen des Netzzugangs. Der Stromhandel zwischen Stromerzeugern und Distributionsunternehmen erfolgt unter Aufsicht der ANEEL über die Stromhandelskammer (CCEE). Dabei gibt es einen regulierten (Ambiente de Contratação Regulada) und einen freien Stromhandel (Ambiente de Contratação Livre) sowie einen Spotmarkt.⁶⁹ Im Rahmen des regulierten Stromhandels werden von der CCEE im Auftrag von ANEEL Auktionen durchgeführt, bei denen die Distributionsunternehmen die von ihnen benötigten Strommengen erwerben. Gewinner der jeweiligen Auktion ist dabei der Anbieter mit dem niedrigsten Preis. Auf diese Weise soll ein möglichst geringer Preis für die Verbraucher erzielt werden. Auf dem freien Strommarkt treten Erzeuger, Verteilungsunternehmen, der Binnen- und Außenhandel sowie freie (große Verbraucher) miteinander in Verhandlung. Als freie Verbraucher gelten Stromabnehmer, mit einer Anschlussleistung von mehr als drei MW.⁷⁰ Wurde der Netzanschluss vor 1995 realisiert, muss die Anschlussspannung als weitere Voraussetzung über 69 kV betragen. Für den Stromkauf von begünstigter erneuerbarer Stromerzeugung gilt eine niedrigere Grenze. Hier können Abnehmer bereits ab 0,5 MW als freie Verbraucher ihren Strom direkt zukaufen. Zusätzlich gibt es den Spotmarkt mit freier Preisbildung. Das seit 2004 bestehende Stromhandelssystem erlaubt eine zweckmäßige Kapazitätsallokation und eine ständiges Monitoring der Versorgungssicherheit. Die Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) ist ein Zusammenschluss brasilianischer Stromdistributionsunternehmen, der die Interessen der Energieunternehmen vertritt. Eine Liste der Distributionsunternehmen ist auf der Internetseite der ABRADEE unter <http://www.abradee.com.br/> zu finden.

Der Wärmemarkt ist in Brasilien nicht in nennenswertem Umfang entwickelt, weil einerseits in den meisten Landesteilen die Gebäudebeheizung wegfällt und andererseits die Gebäudeklimatisierung meist individuell für jede Wohneinheit über elektrisch betriebene Klimaanlagen erfolgt, so dass die Wärme an sich nicht gehandelt wird. Dagegen finden solarthermische Anlagen zur Wassererwärmung zunehmend Verbreitung.

2.2 Energieerzeugungs- und -verbrauchsstruktur

Einhergehend mit der positiven wirtschaftlichen Entwicklung über die letzten zehn Jahre sowie verstärkt durch das Bevölkerungswachstum und den Aufstieg ärmerer Bevölkerungssteile in die Mittelschicht erhöhte sich der Energieverbrauch zwischen 2004 und 2013 um etwa 36 Prozent. Lediglich in 2009 war, verursacht durch die weltweite Finanzkrise, ein Rückgang zu verzeichnen, der aber in den Folgejahren mehr als kompensiert wurde. Die Tabelle 3 stellt diese Entwicklung dar. Die äußeren Rahmenbedingungen für eine Fortsetzung des Wachstumstrends scheinen für die kommenden Jahre gegeben.

⁶⁸ ANEEL, 2014c

⁶⁹ CCEE (a)

⁷⁰ CERPCH, 2011

Tab. 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs von 2004 bis 2013 (in kt RÖE)⁷¹

Jahr	Endenergieverbrauch in kt RÖE	Jahr	Endenergieverbrauch in kt RÖE
2004	190.664	2009	220.732
2005	195.491	2010	241.194
2006	202.534	2011	245.860
2007	215.197	2012	253.037
2008	226.215	2013	260.249

Die folgende Tabelle 4 richtet den Blick auf das Verhältnis von nationaler Förderung an Primärenergieträgern, Energieimporten und Exporten. Brasilien hat aufgrund eigener Vorkommen verschiedener Primärenergieträgern sowie des seit langem bestehenden politischen Willens zur Nutzung heimischer Energieressourcen einen hohen Selbstversorgungsgrad erreicht. Beim Energieträger Erdöl ist Brasilien seit 2006 Nettoexporteur. Da sich das Land derzeit einer stark wachsenden Stromnachfrage ausgesetzt sieht, wird zusätzlich zum forcierten Netz- und Kapazitätsausbau auch Strom importiert. Bei der Versorgung mit Holz und Zuckerrohrprodukten für die Energieversorgung und sonstigen Primärenergieträgern gibt es keine nennenswerten Import- / Exportaktivitäten. Dagegen wird Kohle zum überwiegenden Teil importiert, während nur ein geringer Anteil des Bedarfs aus heimischer Förderung gedeckt wird. Bei Kohle betrug 2013 die Importmenge mehr als das Dreifache der heimischen Förderung, beim Erdgas wurde zusätzlich zur nationalen Förderung noch einmal etwa die Hälfte dieser Menge eingeführt. Brasilien gilt als Land mit den sechstgrößten Uranvorkommen weltweit. Da die Produktionskapazitäten bisher nicht für die einheimische Kernenergieerzeugung ausreichen, wird zusätzlich Uran importiert.

Wie in Tabelle 2 dargestellt, wird Zuckerrohr als Primärenergieträger nicht exportiert. Bioethanol (hydriertes und anhydriertes Ethanol) geht als Sekundärenergieträger in die Import-Exportbilanz ein. In 2013 wurde Bioethanol im Umfang von 1.543 kt RÖE exportiert.⁷²

Tab. 4: Entwicklung der Import-Export-Bilanz benötigter Primärenergieträger zum PEV (in kt RÖE) 2004 - 2013⁷³

	Jahr	Inländische Erzeugung	Import	Export	Bilanz Nettoimport (+) Nettoexport (-)	Bilanz %
Kohle u. Kohleprodukte	2004	2.153	9.666	0	+9.666	449,0
	2011	2.134	12.206	0	+12.206	572,0
	2012	2.517	11.154	0	+11.154	443,1
	2013	3.298	12.044	0	12.044	365,2
Rohöl	2004	76.641	23.258	11.908	+11.350	14,8
	2011	108.976	17.140	31.221	-14.081	14,2
	2012	107.258	17.855	27.608	-9.753	9,1
	2013	104.762	20.373	27.547	-7.174	6,8
Erdgas	2004	16.852	7.116	0	+7.116	42,2

⁷¹ EPE, 2014c⁷² EPE, 2014c⁷³ EPE, 2014c

	Jahr	Inländische Erzeugung	Import	Export	Bilanz Nettoimport (+) Nettoexport (-)	Bilanz %
	2011	23.888	9.223	0	+9.223	38,6
	2012	25.574	11.602	0	+11.602	45,3
	2013	27.969	14.926	0	+14.926	53,9
Uran	2004	3.569	507	0	+507	14,2
	2011	4.209	966	0	+966	23,0
	2012	3.881	3.854	0	+3.854	99
	2013	2.375	601	0	+601	25,3
Wasserkraft (Elektrizität)	2004	27.589	0	0	0	-
	2011	36.837	0	0	0	-
	2012	35.719	0	0	0	-
	2013	33.625	0	0	0	-
Holzbiomasse	2004	28.187	0	0	0	-
	2011	25.997	0	0	0	-
	2012	25.683	0	0	0	-
	2013	24.580	0	0	0	-
Zuckerrohr	2004	29.385	0	0	0	-
	2011	43.270	0	0	0	-
	2012	45.117	0	0	0	-
	2013	49.306	0	0	0	-
Sonstige	2004	5.860	0	0	0	-
	2011	11.219	0	0	0	-
	2012	11.374	0	0	0	-
	2013	12.340	0	0	0	-

*Abweichungen gegenüber der Summe aus inländischer Erzeugung und der Import-Export-Bilanz ergeben sich aus Änderungen des Lagerbestandes sowie im Falle von Erdgas aus Reinjektion und ungenutzten Mengen.

Die Primärenergieversorgung erhöhte sich von 2004 bis 2013 um rund 31 Prozent - wie Tabelle 5 zu entnehmen ist. In Tabelle 6 sind die Anteile der Energieträger an der Primärenergieversorgung dargestellt. In 2013 hatten Kohle und Kohleprodukte einen Anteil von 5,4 Prozent an der Primärenergieversorgung, Erdöl von 37,0 Prozent, Erdgas von 13,4 Prozent und Uran von 1,8 Prozent. Weiterhin trugen die Wasserwirtschaft 11,9 Prozent, Holz und Zuckerrohrprodukte 8,7 bzw. 17,5 Prozent und sonstige Primärenergieträger 4,4 Prozent zur Primärenergieversorgung bei.⁷⁴ Der Einsatz von Erdgas sowie sonstigen Rohstoffen als Primärenergieträger verdoppelte sich von 2004 bis 2013. Weiterhin gab es starke Zuwächse bei Zuckerrohrprodukten (68 Prozent), Erdöl (19 Prozent), Kohle und Kohleprodukten (26 Prozent) und Wasserwirtschaft (21 Prozent). Der Einsatz von Holz als Energieträger ging um 13 Prozent zurück. Die Nutzung von Uran nahm zunächst zu, sank aber in den letzten Jahren wieder deutlich. Brasilien besitzt einen großen Reichtum an fossilen Energieträgern wie Erdöl und Erdgas, aber auch erneuerbaren Energien wie Wasserwirtschaft, Windkraft, Solarenergie und Biomasse. Unter vorrangiger Nutzung einheimischer Ressourcen im Kapazitätsausbau innerhalb der Stromerzeugung versucht das Land

⁷⁴ EPE, 2014c

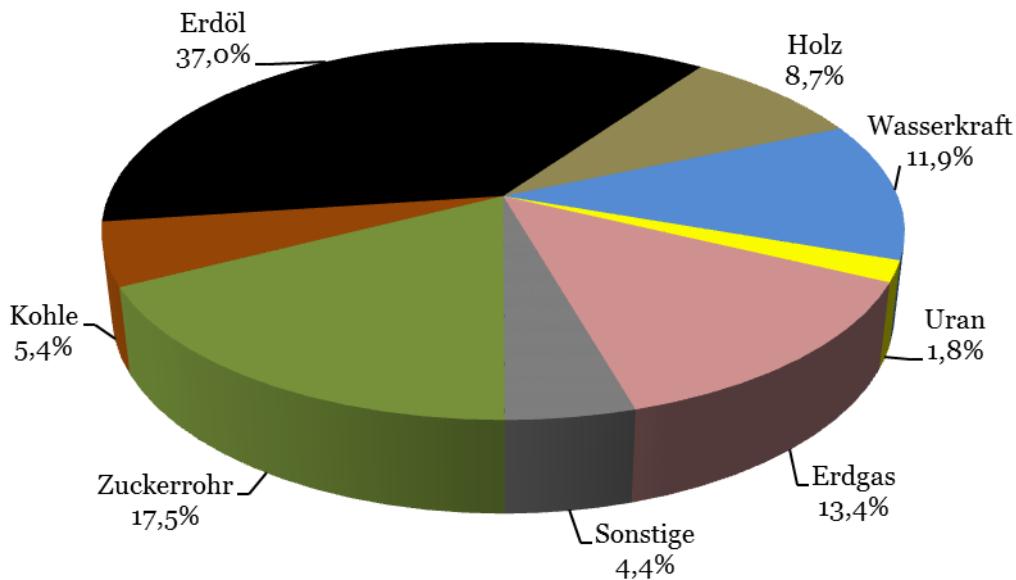
mit der rasch wachsenden Energienachfrage Schritt zu halten. Brasilien verfügt über bedeutende Erdölreserven, die das Land bei vollem Förderbeginn 2019 an die sechste Stelle der größten Erdölförderländer rücken könnten.⁷⁵

Tab. 5: Entwicklung der Primärenergieversorgung nach Energieträgern in (kt RÖE), 2004 bis 2013⁷⁶

Energieträger	2004	2011	2012	2013	In % 2013
Kohle u. Kohleprodukte	12.015	13.914	13.964	15.147	5,4
Erdöl	87.899	94.136	98.048	104.619	37,0
Erdgas	19.061	27.721	32.598	37.792	13,4
Uran	5.904	7.062	6.688	5.026	1,8
Wasserkraft	27.589	36.837	35.719	33.625	11,9
Holz	28.187	25.997	25.683	24.580	8,7
Zuckerrohr	29.385	43.270	45.117	49.306	17,5
Sonstige	5.860	11.113	11.405	12.313	4,4
Gesamt	215.901	260.050	269.221	282.408	100

Erneuerbare Energien (inkl. Sonstige) hatten 2013 einen Anteil von ca. 43 Prozent an der Primärenergieversorgung Brasiliens und lagen damit trotz der beträchtlichen Umschichtungen im Primärenergiemix nur minimal höher als 2004.

Abb. 6: Anteile der Energieträger an der Primärenergieversorgung 2013⁷⁷



In Tabelle 6 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern dargestellt. Dieser stieg von 2004 bis 2013 um rund 36 Prozent an. Erdölprodukte leisteten 2013 mit rund 41 Prozent den höchsten Beitrag zum Endenergieverbrauch, gefolgt von der Stromerzeugung mit rund 17 Prozent und Zuckerrohrbagasse mit rund elf Prozent. Obwohl sich der Endenergieverbrauch in den vergangenen zehn Jahren um etwa 36 Prozent erhöhte, veränderte sich das Verhäl-

⁷⁵ FAZ, Nestler, F., 2013

⁷⁶ EPE, 2014c

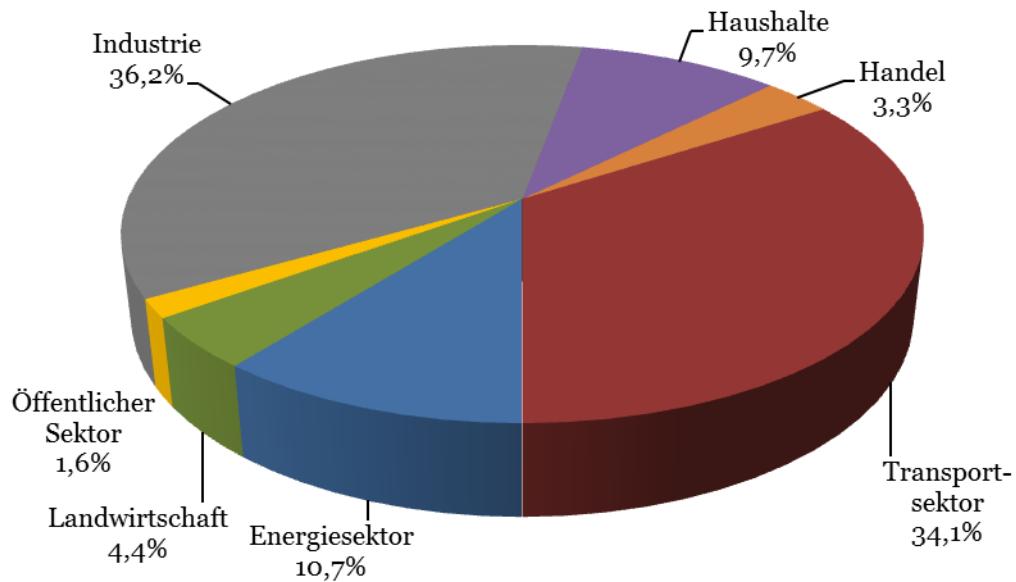
⁷⁷ EPE, 2014c

nis der einzelnen Energieformen untereinander nur marginal. Diese Entwicklung deckt sich mit den Zukunftserwartungen hinsichtlich des Energiemix, die ebenfalls ein etwa gleichbleibendes Niveau des Erneuerbare-Energien-Anteils annehmen (vgl. Kap. 3). Größere Veränderungen gab es lediglich bei der Holzkohlenutzung, die um 34 Prozent zurückging und der energetischen Verwendung von Ethanol, die um rund 80 Prozent zunahm.

Tab. 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (in kt RÖE) 2004 bis 2013⁷⁸

Energieträger	2004	2011	2012	2013
Erdgas	12.185	17.828	18.247	18.592
(Anteil in %)	6,4	7,3	7,2	7,1
Kohle	2.839	3.715	3.589	3.630
(Anteil in %)	1,5	1,5	1,4	1,4
Holz	15.752	16.403	16.470	16.182
(Anteil in %)	8,3	6,7	6,5	6,2
Zuckerrohrbagasse	20.273	27.313	28.376	29.479
(Anteil in %)	10,6	11,1	11,2	11,3
Sonstige	4.018	6.098	5.936	6.349
(Anteil in %)	2,1	2,5	2,3	2,4
Kohlengas / Stadtgas	1.342	1.491	1.430	1.387
(Anteil in %)	0,7	0,6	0,6	0,5
Koks	6.817	8.209	7.999	7.807
(Anteil in %)	3,6	3,3	3,2	3,0
Strom	30.955	41.363	42.861	44.404
(Anteil in %)	16,2	16,8	16,9	17,1
Holzkohle	6.353	4.803	4.598	4.161
(Anteil in %)	3,3	2,0	1,8	1,6
Ethanol	6.961	11.289	10.522	12.566
(Anteil in %)	3,7	4,6	4,2	4,8
Erdölprodukte	78.784	99.595	105.285	107.688
(Anteil in %)	41,3	40,5	41,6	41,4
Erdölprodukte zur nichtenergetischen Verwendung	4.163	7.530	7.509	7.794
(Anteil in %)	2,2	3,1	3,0	3,0
Kohleteer	224	224	216	210
(Anteil in %)	0,1	0,1	0,1	0,1
Gesamt	190.664	245.860	253.037	260.249
in %	100	100	100	100

⁷⁸ EPE, 2014c

Abb. 7: Energieverbrauch nach Sektoren in 2013⁷⁹

In Abbildung 7 ist der Energieverbrauch 2013 aufgegliedert nach Verbrauchssektoren dargestellt. Die bedeutendsten Anteile am Energieverbrauch hatten die Industrie mit rund 36 Prozent und der Transportsektor mit rund 34 Prozent. Auf den Haushaltssektor entfielen rund zehn Prozent des Energieverbrauchs. Der Tabelle 7 ist die zum Stand 2013 vorhandene Kraftwerkskapazität zu entnehmen. Nach Angaben der Stromhandelskammer betrug die installierte Erzeugungskapazität Ende 2013 insgesamt 123.973 MW. Daran hatte die Wasserkraft insgesamt einen Anteil von 74 Prozent (Großwasserkraft 70 Prozent), thermische Kraftwerke von acht Prozent, Biomasse befeuerte Anlagen von sieben Prozent, die Stromerzeugung aus Pflanzenöl und Biotreibstoffen von vier Prozent und Kohle von drei Prozent. Erneuerbare Energien bildeten damit 87 Prozent der installierten Stromerzeugungskapazität. Es wird deutlich, dass die Stromerzeugung in starkem Maße von der Verfügbarkeit von Wasserkraftwerkskapazitäten abhängig ist.

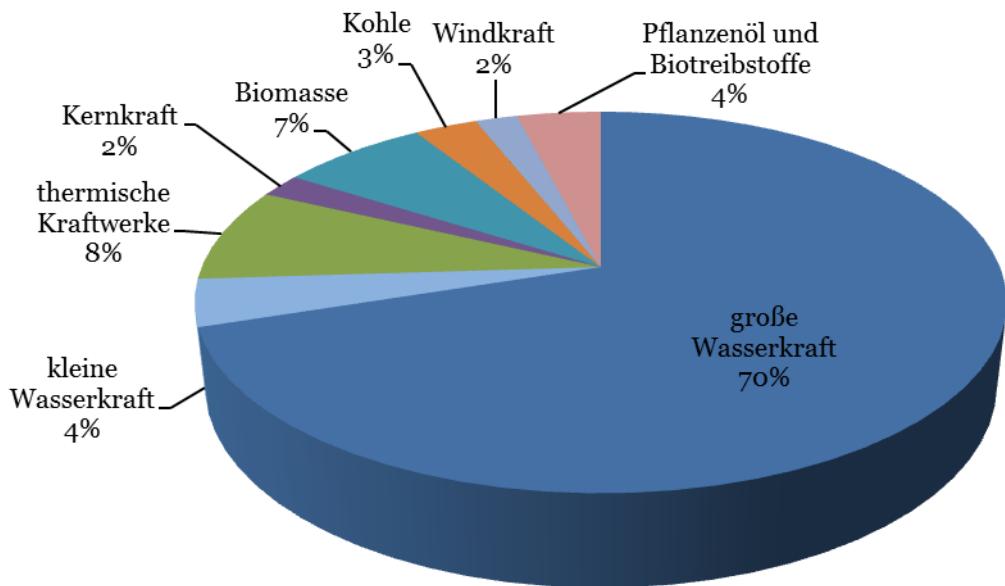
Tab. 7: Installierte Stromerzeugungskapazitäten nach Energieträger/Kraftwerksart (Stand Ende 2013)⁸⁰

Kraftwerksart	Installierte Kapazität in MW	Installierte Kapazität in %
Großwasserkraft	86.923	70
Kleinwasserkraft	4.805	4
Thermische Kraftwerke (Erdöl, Erdgas)	9.816	8
Kernkraftwerk (Angra)	2.007	2
Biomasse befeuerte Anlagen	8.870	7
Pflanzenöl und Biotreibstoffe	5.297	4
Kohlekraftwerke	3.152	3
Windkraft	2.181	2
Gesamt	123.973	100

⁷⁹ EPE, 2014c⁸⁰ CCEE, 2014a

In Brasilien wird zudem ein Kernkraftwerk (Angra) betrieben, das zwei Prozent der installierten Gesamtkapazitäten auf sich vereint und dessen bisher unvollendeter dritter Block bis 2018 in Betrieb gehen soll. Im PNE 2030 wurde ein weiterer Ausbau der Kernkraft ins Auge gefasst, jedoch aufgrund des starken Ausbaus erneuerbarer Energien bisher zurückgestellt. Das wichtigste brasilianische Energieunternehmen Eletrobrás verfügt einschließlich der brasilianischen Anteile am Wasserkraftwerk Itaipu über 42.333 MW installierter Erzeugungskapazitäten.⁸¹ Das von Eletrobrás verwaltete Stromübertragungsnetz umfasst 59.765 km. Die Erzeugungskapazität des Unternehmens basiert auf 29 betriebenen Wasserkraftwerken, 15 thermischen Kraftwerken und den zwei o.g. Kernkraftwerksblöcken.

Abb. 8: Anteile der Kraftwerksarten an der insgesamt installierten Stromerzeugungskapazität Ende 2013⁸²



Hinsichtlich der Anteile der Energieträger an der Stromerzeugung im SIN (Tabelle 8) ergibt sich eine klare Dominanz der Großwasserkraft, die (einschließlich des brasilianischen Anteils des Itaipu-Wasserkraftwerks) in 2012 rund 87 Prozent der Stromversorgung Brasiliens abdeckte. Erdgas als zweitwichtigster Energieträger kam 2012 für knapp sieben Prozent der Stromproduktion auf und die Kernkraft für rund drei Prozent. Insgesamt ist ein starker Anstieg der Stromerzeugung zu verzeichnen. Von 2008 bis 2012 wuchs diese um rund 14 Prozent, was auf den umfangreichen Kapazitätsausbau, insbesondere bei Wasserkraft, thermischen Kraftwerken und erneuerbaren Energien zurückzuführen ist.

Tab. 8: Entwicklung der Stromerzeugung nach Energieträger/Kraftwerkstyp im SIN (in GWh) 2008 bis 2012⁸³

Energieform	2008	2010	2011	2012	2012 (Anteil in %)
Wasserkraft	310.507,00	344.305,63	366.208,50	351.899,10	85,9
Itaipu	87.194,53	84.407,33	84.028,00	89.028,00	
Diesel	678,98	11,95	1.194,45	3.289,56	0,6
Heizöl	1.640,09	387,01	2.076,10	2.998,54	0,6
Erdgas	24.640,13	8.567,18	13.101,67	33.707,35	6,6

⁸¹ Eletrobras, 2010a

⁸² CCEE, 2014a

⁸³ ONS

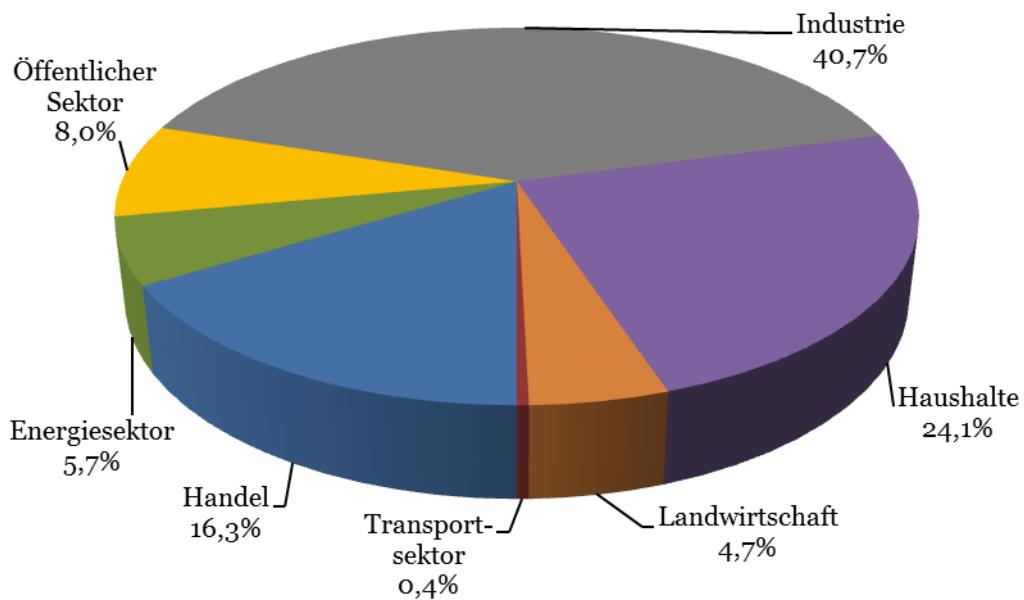
Energieform	2008	2010	2011	2012	2012 (Anteil in %)
Kohle	6.269,38	6.123,65	5.676,91	7.691,29	1,5
Windkraft	556,81	1.445,40	1.904,26	3.197,00	0,6
Biomasse	178,14	461,19	313,43	696,96	0,1
Kernkraft	13.976	14.523,16	15.658,93	16.038,50	3,1
Sonstige	3.161,31	2.514,23	3.628,92	4.461,23	0,9
Gesamt	448.802,57	476.352,60	493.791,17	513.184,53	100

In Tabelle 9 ist die Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren von 2010 bis 2013 dargestellt. Seit 2010 erhöhte sich dieser insgesamt um rund elf Prozent. Die Industrie hatte 2013 einen Anteil von rund 41 Prozent am Stromverbrauch, die Haushalte beanspruchen rund 24 Prozent, der Handel 16 Prozent, der öffentliche Sektor acht Prozent, die Landwirtschaft rund fünf Prozent und der Transportsektor rund 0,4 Prozent (Abbildung 9).

Tab. 9: Stromverbrauch nach Sektoren (in kt RÖE) 2010 bis 2013⁸⁴

Sektor	2010	2011	2012	2013	2013 in %
Energiesektor (Eigenbedarf)	2.308	2.083	2.266	2.551	5,7
Haushalte	9.220	9.629	10.118	10.741	24,1
Handel	5.996	6.369	6.863	7.257	16,3
Öffentlicher Sektor	3.180	3.283	3.424	3.551	8,0
Landwirtschaft	1.629	1.846	2.001	2.075	4,7
Verkehr (gesamt)	143	146	162	162	0,4
Straßenverkehr	0	0	0	0	0
Schienenverkehr	143	146	162	162	0,4
Luftfahrt	0	0	0	0	0
Schifffahrt	0	0	0	0	0
Industrie (gesamt)	17.488	18.008	18.027	18.067	40,7
Zementindustrie	456	614	660	702	1,6
Eisen- und Stahlindustrie	1.613	1.714	1.696	1.692	3,8
metallische Legierungen	728	678	666	626	1,4
Bergbau	972	1.027	1.011	1.018	2,3
Nichteisenmetalle und sonstige Metallurgie	3.198	3.308	3.255	3.105	7,0
Chemische Industrie	2.055	2.014	2.023	1.962	4,4
Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie	2.319	2.342	2.423	2.356	5,3
Textilindustrie	715	707	645	635	1,4
Papier- und Zelluloseindustrie	1.636	1.641	1.636	1.685	3,8
Keramische Industrie	319	342	359	380	0,9
Sonstige Industrie	3.477	3.620	3.655	3.905	8,8
Gesamt	39.964	41.363	42.861	44.404	100

⁸⁴ EPE, MME, 2014

Abb. 9: Stromverbrauch nach Sektoren in 2013⁸⁵

Der bei weitem wichtigste Stromverbraucher ist die Industrie mit einem Anteil von rund 41 Prozent. Auf den Haushaltssektor entfallen rund 24 Prozent des Stromverbrauchs und auf den Handel 16 Prozent. Die in Tabelle 10 aufgeführte Entwicklung der Strompreise zeigt ausgehend von einem - im internationalen Vergleich - hohen Strompreisniveau einen starken Rückgang im Jahr 2013. Dieser ist durch die politische Zielsetzung der aktuellen Regierung begründet, die in den hohen Strompreisen ein Hemmnis für die wirtschaftliche Entwicklung des Landes sah und deshalb starke Strompreissenkungen durchsetzte. Im Januar 2013 kündigte die Präsidentin Dilma Rousseff Strompreissenkungen von bis zu 18 Prozent für Privathaushalte und von bis zu 32 Prozent für die Industrie an.⁸⁶ Aufgrund der starken Trockenheit im Sommer 2014 (Jahreswechsel 2013 / 14) reduzierte sich die Stromproduktion der Wasserkraftwerke erheblich. Anstatt der üblichen 90 Prozent deckte die Wasserkraft nur rund 56 Prozent der Stromerzeugung.⁸⁷ Dies führte dazu, dass die Versorger zusätzliche Strommengen zu höheren Preisen auf dem freien Markt zukaufen mussten und finanzielle Unterstützung durch die Regierung benötigten. In der Folge werden für das kommende Jahr bedeutende Preissteigerungen für die Stromverbraucher erwartet.

Tab. 10: Entwicklung der Strompreise nach Verbrauchssektor (in R\$ (in Euro) / MWh) 2011 bis 2014⁸⁸

Strompreise	2011	2012	2013	2014
Gewerbe, Dienstleistungen etc.	295,16 (97,50)	307,52 (101,58)	269,29 (88,95)	269,97 (89,18)
Eigenbedarf Energiesektor	309,73 (102,31)	322,51 (106,53)	282,76 (93,40)	284,92 (94,11)
Öffentliche Beleuchtung	174,64 (57,69)	182,54 (60,30)	161,27 (53,27)	164,13 (54,21)
Industrie	245,54 (81,11)	257,34 (85,00)	222,88 (73,62)	229,29 (75,74)

⁸⁵ EPE, MME, 2014⁸⁶ Gtai: Döhne, O., 2013⁸⁷ CERPCH, 2014⁸⁸ ANEEL, 2014b

Strompreise	2011	2012	2013	2014
Öffentliche Einrichtungen	315,87 (104,34)	329,72 (108,91)	286,09 (94,50)	281,88 (93,11)
Haushalte	315,64 (104,26)	333,44 (110,14)	285,00 (94,14)	287,99 (95,13)
Ländliche Abnehmer	211,62 (69,90)	219,83 (72,61)	193,89 (64,05)	193,29 (63,85)
Landwirtschaft	180,68 (59,68)	191,40 (63,22)	164,55 (54,35)	155,37 (51,32)

Es gibt in Brasilien keine festen Einspeisevergütungen für Strom aus erneuerbaren Energien. Die zu vergebenden Stromlieferkontingente werden in staatlichen Auktionen vergeben, in denen die einzelnen Erneuerbare- Energie- Technologien zur Stromerzeugung bislang meist mit Vorhaben thermischer Kraftwerke sowie Großwasserkraftwerksvorhaben (die einzelnen EE-Projektvorhaben aber auch untereinander) im Wettbewerb stehen. In 2013 gab es jedoch eine Reserveenergieauktion, in der ausschließlich Windkraftprojekte kontraktiert wurden sowie in 2008 und 2010 Reservernergieauktionen, in denen ausschließlich Biomassekraftwerke (Zuckerrohr) kontraktiert wurden. Die Laufzeit der Stromankaufvereinbarungen beträgt 20 Jahre für Windkraft und 25 Jahre (bzw. 15 Jahre in früheren Auktionen) für Biomassekraftwerke. Kleiner Wasserkraft wurden Stromankaufvereinbarungen mit einer Laufzeit über 30 Jahre gewährt. Nähere Informationen zu den Auktionsarten sind in Kap. 3.3 zu finden. Die jüngste Stromkontingentauktion fand im Juni 2014 statt. Dabei wurden ein Wasserkraftwerk sowie 21 Windkraftvorhaben zu den in Tabelle 11 aufgeführten Durchschnittsvergütungen kontraktiert. Die Laufzeit der Stromankaufvereinbarungen für neuerrichtete Anlagen und erneuerbare Energie ist zwischen den einzelnen Energieformen und Auktionen unterschiedlich und variiert zwischen zehn und 30 Jahren.⁸⁹ Für Windkraft beträgt sie in der Regel 20, für thermische Kraftwerke 15 und für Wasserkraftwerke 30 Jahre. In der im Bundesstaat Pernambuco durchgeführten ersten Auktion für PV-Anlagen betrug die Laufzeit der Kontraktierung 20 Jahre.⁹⁰

Tab. 11: Durchschnittliche in der Ausschreibung A3 vom Juni 2014 erzielte Vergütungssätze für Wind- und Wasserkraftvorhaben⁹¹

Energieform	Vergütung
Wasserkraft	121 R\$ (39,97 €) / MWh
Windkraft	129,97 R\$ (42,93 €) / MWh

In São Paulo lagen zum Stand Juni 2014 die Benzinpreise bei etwa 2,60 bis 3,20 R\$ (0,86 Euro bis 1,06 Euro) / Liter, die Dieselpreise bei etwa 2,10 bis 2,60 R\$ (0,69 Euro bis 0,86 Euro) und die Ethanolpreise bei ca. 1,70 bis 2,10 R\$ (0,56 Euro bis 0,69 Euro) / Liter.⁹² Aktuelle Treibstoffpreise sind unter <http://www.precodoscombustiveis.com.br/> abrufbar. Die Stadtgaspreise für die einzelnen Gemeinden sind auf der Internetseite der ANP unter http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Municipio_Index.asp abrufbar.

⁸⁹ MME

⁹⁰ PVTECH: Colthorpe, A., 2014

⁹¹ MME, 2014b

⁹² Preço dos combustíveis, 2014

Der Wärmemarkt ist in Brasilien bedingt durch das Klima kaum entwickelt und wird statistisch nicht erfasst. Zum überwiegenden Teil erfolgt die Raumklimatisierung durch elektrisch betriebene Klimageräte. Etwa 4,5 Prozent des Energieverbrauchs Brasiliens dienen der Klimatisierung.⁹³ Für energieeffiziente Kühlssysteme auf Basis erneuerbarer Energien besteht daher ein beträchtliches Potenzial.

⁹³ USP, 2014

3 Energiepolitik

3.1 Energiepolitische Administration

Die nationale energiepolitische Administration liegt in der Zuständigkeit des Ministeriums für Bergbau und Energie (Ministério de Minas e Energia - MME). Im Exekutivsekretariat des Ministeriums sind Abteilungen für die Strategieentwicklung, Regulierung, Umweltfragen, Planung und Verwaltung sowie für die Koordinierung von Strukturentwicklungsprogrammen untergebracht, die gegenüber dem Minister eine direkte beratende Funktion haben. Daneben gibt es weitere, dem Minister direkt zugeordnete beratende Einheiten, z. B. eine Abteilung für internationale Beziehungen. Weiterhin existieren eine Fachabteilung für den Bereich Erdöl, Erdgas und Biotreibstoffe (Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis - SPG), eine Fachabteilung für Elektrizität (Secretaria de Energia Elétrica - SEE), für Planung und Entwicklung im Energiesektor (Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético – SPE) und für Bergbau und die Verarbeitung von Mineralien (Mineração e Transformação Mineral). Ministerienübergreifend arbeiten verschiedene Gremien, wie der Nationale Energierat (Conselho Nacional de Política Energética – CNPE), das Energieeffizienzkomitee (Comité de Gestor de Indicadores de Eficiência Energética) und das Überwachungskomitee des Stromsektors (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico).

Außerdem gibt es dem Ministerium verbundene, aber eigenständige Institutionen (Autarquias). Diese sind für den Energiebereich die Nationale Stromagentur (Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL) und die Nationale Agentur für Erdöl, Erdgas und Biotreibstoffe (Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis – ANP). Auch der brasilianische Erdölkonzern Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS und der brasilianische Stromkonzern Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRAS sind mit dem Ministerium verbunden. Ein Energieforschungsunternehmen (Empresa de Pesquisa Energética – EPE) ist dem Ministerium als öffentliches Unternehmen angegliedert. Die SPG hat die Aufgabe, die Erdölvorkommen Brasiliens zu erforschen sowie den gesamten Sektor zu überwachen und Anreizprogramme zu koordinieren. Das SPG erstellt zudem Richtlinien für Ausschreibungen im Sektor, überwacht gemeinsam mit der ANP die rationelle Nutzung der Erdöl- und Ergasreserven und setzt Maßnahmen zur Risikominimierung um. Außerdem entwickelt die Abteilung Vorschläge zur Fortschreibung der Entwicklungspläne für den Sektor. Die dem SPG untergeordnete Abteilung für Biotreibstoffe (Departamento de Combustíveis Renováveis) entwickelt, überwacht und reguliert gemeinsam mit anderen Institutionen die Produktion, Verwendung und Entwicklung im Biotreibstoffsektor und fördert die Integration neuer Energieträger in den nationalen Energiemix. Sie legt Anreizprogramme zur Investitionsförderung im Biotreibstoffsektor auf und fördert die technologische Entwicklung im Biotreibstoffbereich. Die SEE befasst sich mit der Umsetzung von politischen Zielen und Richtlinien im Stromsektor sowie der Sicherung des allgemeinen Netzzugangs, der Preisgestaltung sowie der Versorgungssicherheit und dem Verbraucherschutz.⁹⁴ Die SPE arbeitet an der strukturellen, langfristigen Entwicklung des Energiesektors. Sie entwickelt und koordiniert Nationale Energiepläne und den Energiemix. Auch verfolgt sie die Entwicklung der nationalen Stromnachfrage und setzt politische Ziele, unter anderem bezüglich regionaler Potenziale, der Diversifizierung des Energiemix, der Einführung erneuerbarer Energien und der Verbesserung der Energiesicherheit unter der Vorgabe der Nachhaltigkeit um.⁹⁵

Die Regulierung und Besteuerung der Stromerzeugung, der Stromübertragung, -verteilung und –vermarktung liegen in der Verantwortung ANEELs. Weiterhin vermittelt die Behörde in Fragen des Verbraucherschutzes und lizenziert und genehmigt für den Stromsektor relevante Anlagen. Darüber hinaus ist ANEEL auch in Forschungsaktivitäten und in die Durchführung von Investitionsprojekten involviert. Die ANP ist als Regulierungsbehörde für den Öl-, Gas- und Biotreib-

⁹⁴ MME, 2014a

⁹⁵ MME, 2014b

stoffsektor zuständig. Wie auch ANEEL ist sie mit dem MME verbunden, untersteht diesem aber nicht. Die ANP führt Ausschreibungen im Gas- und Erdölsektor durch, ist in die Besteuerung involviert, setzt politische Strategien um und reguliert den gesamten Sektor.

Die als Holding geführte Eletrobras ist das bedeutendste Elektrizitätsunternehmen Brasiliens. Sie ist sowohl in der Erzeugung, als auch der Übertragung und der Verteilung aktiv und kontrolliert einen Großteil der Stromerzeugung und -übertragung im Land.⁹⁶ Zur Holding gehören auch die Stromunternehmen Chesf, Furnas, Eletrosul, Eletronorte, CGTEE und der Kernkraftbetreiber Eletronuclear. Für die Regierung verwaltet Eletrobras die Hälfte der Anteile am binationalen Großwasserkraftwerk Itaipu.⁹⁷ Ferner werden das Elektrizitätsforschungszentrum Centro de Pesquisas de Energía Eléctrica (Cepel), die Beteiligungsgesellschaft Eletrobrás Participações S.A. (Eletropar) sowie die Distributionsunternehmen Eletroacre, Ceal, Cepisa, Ceron, Amazonas Distribuidora de Energía S.A. und Boa Vista Energía von Eletrobras kontrolliert. Das mit dem MME verbundene Ölunternehmen Petrobras ist eine Aktiengesellschaft, dessen größter Anteilseigner die brasilianische Regierung ist.⁹⁸ Das Unternehmen ist sowohl in Brasilien als auch international in Erkundung und Förderung aktiv. Das EPE führt Studien und Forschungsarbeiten für alle Bereiche des Energiesektors, darunter auch erneuerbare Energien und Energieeffizienz, durch.

Mit dem Ziel der Koordinierung der Abläufe im Stromhandel wurde 2004 die Stromhandelskammer (Câmara de Comercialização de Energía Eléctrica – CCEE) geschaffen. Die CCEE legt die administrativen Rahmenbedingungen für den Stromhandel im nationalen Stromnetz (Sistema Interligado Nacional – SIN) fest. Hingegen obliegen das eigentliche Management und der Betrieb des SIN dem nationalen Stromnetzbetreiber (Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS).

In der Entwicklung und Regulierung des Bioenergiesektors spielt das Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht und Versorgung (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA) eine wichtige Rolle. Das Ministerium unterhält eine Abteilung für Produktion und Agroenergie (Produção e Agroenergia - SPAE), die sich schwerpunktmäßig mit der Energie- und Treibstoffgewinnung aus Zuckerrohr befasst.⁹⁹ Die zum SPAE gehörende Fachabteilung für Zuckerrohr und Agroenergie (Departamento de Cana-de-Açúcar e Agroenergia – DCAA) fördert unter anderem den internationalen Vertrieb von Biotreibstoffen und die nachhaltige Flächennutzung für den Zuckerrohranbau. Das Agrarforschungsinstitut Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) ist ebenfalls dem MAPA zugeordnet.

Das Umweltministerium (Ministério de Meio Ambiente – MMA) ist für den Schutz und die Überwachung der nachhaltigen Nutzung von Umwelt und Wasserressourcen zuständig. Es übernimmt dabei sowohl die Strategieentwicklung als auch die Entwicklung von Maßnahmen und Programmen zur Umsetzung der Umweltschutzziele. Es wird in seiner Arbeit von beratenden Institutionen wie dem Nationalen Umweltrat (Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama) oder dem Nationalen Rat für Wasserressourcen (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) unterstützt.¹⁰⁰ Außerdem sind verschiedene, in ihren Aktivitäten selbständige Institutionen mit dem Ministerium verbunden. Dazu gehören die Nationale Wasseragentur (Agência Nacional de Águas (ANA) und das Brasilianische Institut für Umwelt und Erneuerbare natürliche Ressourcen (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA). Das IBAMA erteilt Umweltgenehmigungen für Aktivitäten auf nationaler Ebene. Die zuständige Abteilung des IBAMA für die Ausstellung von Umweltgenehmigungen ist das Directoria de Licenciamento Ambiental (DILIC). IBAMA unterhält Außenstellen und Regionalbüros auf lokaler Ebene. Die Anschriften der lokalen Stellen IBAMA's sind unter <http://www.ibama.gov.br/acesso-a-informacao/unidades-do-ibama> zu finden. Daneben gibt es noch die Umweltbehörden

⁹⁶ MME, 2014c

⁹⁷ MME, 2014c

⁹⁸ Petrobras, 2014a

⁹⁹ MAPA

¹⁰⁰ MMA, 2014b

der einzelnen Bundesstaaten. Die für den jeweiligen Bundesstaat zuständige Institution kann auf <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/portal-nacional-de-licenciamento-ambiental/%C3%B3rg%C3%A3os-licenciadores> gefunden werden. Das MMA steht dem Interministeriellen Komitee zum Klimawandel (Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima) vor, das sich mit der Entwicklung, der Umsetzung und dem Monitoring des Nationalen Klimawandelplans befasst.

Die Aufgaben von ANA sind die Verwaltung der nationalen Wasserressourcen sowie die Umsetzung politischer Ziele für diesen Bereich. Dazu gehören sowohl die Datensammlung, die Planung der Ressourcenallokation und das Nutzungsmanagement sowie die Durchführung verschiedener Projekte im Wassersektor.

Die brasilianische Nationale Entwicklungsbank (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES) finanziert vor allem langfristige Investitionen in allen Wirtschaftsbereichen und bietet insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen vergünstigte Konditionen.¹⁰¹ In der Vergabe von zinsgünstigen Darlehen für Erneuerbare-Energien-Projekte wird zum Teil ein Anteil nationaler Produktion vorgeschrieben. Bisher betrifft dies die Windkraft und die PV. Bei der Darlehensvergabe über den BNDES (FINAME) wird ausgehend von urprünglich 60 Prozent ein steigender Anteil nationaler Produktion vorgeschrieben (Stand 2013). Die Windanlagenhersteller müssen ihre Produktion zertifizieren lassen, um die Möglichkeit zur Aufnahme von FINAME-Darlehen zu erhalten. Dabei müssen je nach Ausführung der Windkraftanlage z.B. Forderungen nach einem Anteil nationaler Fertigung bei Stahlplatten für die Windkrafttürme von 70 Prozent, nationaler Produktion der Rotorblätter und Montage der Gondel in Brasilien im eigenen Werk des Herstellers erfüllt werden.¹⁰² Bis 2016 sollen diese Anforderungen gesteigert werden. Ähnliches wurde für die PV eingeführt. Es werden dabei nach Bauteilen differenzierte Anforderungen an den Anteil nationaler Produktion gestellt, die 2018 und 2020 weiter erhöht werden sollen.¹⁰³ Es gelten neben bestimmten Grundanforderungen zusätzliche Kriterien, deren Einhaltung honoriert wird. Die Einzelheiten der Regelungen sind auf der Internetseite des BNDES unter http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bnDES/bnDES_pt/Ferramentas_e_Normas/Credenciamento_de_Equipamentos/credenciamento_fotovoltaicos.html einsehbar.

3.2 Politische Ziele und Strategien

Die Grundzüge der langfristigen Energieplanung Brasiliens sind im Zehnjahresplan zum Ausbau des Energiesektors (Plano Decenal do Expansão de Energia), dem Nationalen Energieplan (Plano Nacional de Energia), dem für 2030 geplanten nationalen Energiemix (Matriz Energética Decenal) und dem Nationalen Energieeffizienzplan (Plano Nacional de Eficiência Energética) niedergelegt.¹⁰⁴ Die Pläne sind auf der Internetseite des MME unter http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html abrufbar.

Brasilien hat das Kyoto-Protokoll ratifiziert, dieses legt dem Land aber keine quantifizierten Verpflichtungen auf. Im Rahmen der vierten UN-Klimakonferenz verpflichtete sich Brasilien 2009 auf freiwilliger Basis, die Emission klimaschädlicher Gase gegenüber den Projektionen für 2020 (3.236 Gt CO₂-Äquivalente) um 36,1 bis 38,9 Prozent, d.h. um 1.168 Gt bis 1.259 Gt zu reduzieren.¹⁰⁵ Im Dezember 2013 wurde der 2009 erstellte Nationale Plan über den Klimawandel (Plano Nacional sobre Mudança do Clima) aktualisiert. Die noch vorläufige Version ist unter <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/consulta-p%C3%BCblica-atualiza%C3%A7%C3%A3o-do-plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima> einzusehen. Die Zielsetzung zur Minderung klimaschädlicher Emissionen richtet sich vorrangig

¹⁰¹ BNDES (a)

¹⁰² Rothmann, Sperling, Padovan, 2013

¹⁰³ BNDES (b)

¹⁰⁴ MME, 2014a

¹⁰⁵ MMA, 2014a

auf die Vermeidung von Emissionen durch Abholzung und Kultivierung von Waldgebieten. In diesem Bereich kann Brasilien bereits auf bedeutende Erfolge verweisen. Die Klimaziele wurden auch in der Erstellung des Zehnjahresplans zur Entwicklung des Energiesektors (s.u.) berücksichtigt und schlagen sich vor allem in der geplanten Erweiterung der Kapazitäten von Wasserkraft, Windkraft, der Stromerzeugung aus Biomasse und der Biotreibstoffversorgung sowie der Verbesserung der Energieeffizienz nieder.¹⁰⁶ Es wird davon ausgegangen, dass erst ein Drittel der Wasserkraftressourcen erschlossen ist und noch bedeutende Nutzungsmöglichkeiten für neue Wasserkraftwerke vorhanden sind.¹⁰⁷ Durch die starke Erweiterung der Wasserkraftkapazitäten sowie erneuerbarer Energien, insbesondere der Windkraft, soll der Anteil erneuerbarer Energien zukünftig auf hohem Niveau gehalten werden.

Da die Entwicklung des Energiebedarfs eng mit der wirtschaftlichen Entwicklung verknüpft ist, wurden für die Erstellung des langfristigen Energieplans in Abhängigkeit von einer angenommenen unterschiedlichen Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts vier Szenarien (A, B1, B2, C) für die Entwicklung des Energiemix erarbeitet. Favorisiert wird das Szenario B1, das beim Endenergieverbrauch einen jährlichen Zuwachs von 3,6 Prozent vorsieht.¹⁰⁸ Ausgehend von 196 Mt RÖE in 2005 soll der Endenergieverbrauch bis 2030 auf 309 bis 474 Mt RÖE ansteigen.¹⁰⁹ Der Stromverbrauch soll dem Szenario zufolge von 375 TWh in 2005 auf 847 bis 1.244 TWh in 2030 zunehmen.¹¹⁰ Der innerhalb des Szenarios B1 angestrebte Energiemix zeichnet sich durch einen höheren Grad an Diversifizierung aus als dies in der Ausgangssituation 2005 der Fall war. Nur noch 28,0 Prozent des Primärenergieverbrauchs sollen aus Erdöl und Erdölprodukten gedeckt werden, 15,5 Prozent durch Erdgas, 6,9 Prozent durch Kohle, 3,0 Prozent durch Kernenergie, 13,5 Prozent aus Wasserkraft, 5,5 Prozent durch Holz und Holzkohle, 18,5 Prozent durch Zuckerrohrprodukte und 9,1 Prozent durch sonstige erneuerbare Energien.¹¹¹ Gegenüber 2005 impliziert dies vor allem einen verstärkten Einsatz von Erdgas, erneuerbaren Energien und Zuckerrohrprodukten. Der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch, der 2005 44,5 Prozent betrug, soll bis 2030 leicht auf 46,6 Prozent erhöht werden.¹¹² Ziel ist, den im internationalen Vergleich bereits hohen Anteil erneuerbarer Energien beizubehalten bzw. zu steigern.¹¹³ Die Primärenergieversorgung soll bis 2020 auf 398.437 kt RÖE und bis 2030 auf 557.133 kt RÖE gesteigert werden.¹¹⁴ Dies erscheint zunächst wenig, erfordert jedoch vor dem Hintergrund der geplanten Kapazitätserweiterung einen beträchtlichen Zubau erneuerbarer Energieerzeugung. Die inländische Energie nachfrage nahm zudem durch das Bevölkerungswachstum zu. Seit 2005 stieg die Bevölkerungszahl von 185,4 Mio. Einwohnern bereits auf 201 Millionen. Bis 2030 wird ein weiteres Wachstum der Bevölkerung auf 238,5 Millionen zu Grunde gelegt. Aufgrund des zeitgleich wachsenden Wohlstands wird sich auch der Energieverbrauch pro Kopf erhöhen. Im Szenario B1 wird ein Anstieg von 1,19 t RÖE / Kopf und Jahr auf 2,33 t RÖE / Kopf und Jahr erwartet.¹¹⁵

Die in der langfristigen Energieplanung formulierten Ziele beinhalten eine sichere Energieversorgung, die Steigerung der Energieeffizienz und den Erhalt bzw. die Vergrößerung des Anteils erneuerbarer Energien im nationalen Energiemix. Zu den politischen Zielen hinsichtlich des Stromsektors gehören ebenso sozialverträgliche Preise sowie ein hoher Anteil heimischer Technologie.¹¹⁶ In 2013 setzte die Regierung Preissenkungen von 18 Prozent für Endverbraucher und von bis zu 32 Prozent für die Industrie durch.¹¹⁷ Davon unabhängig gibt es weiterhin das Programm Luz para Todos (Licht für alle) und einen Sozialtarif (Tarifa Social). Die Zielsetzung des Nationalen Energieplans bis 2020 für den Erneuerbare-Energien-Sektor sieht vor, dass Wasserkraft und Strom 54.551 kt RÖE., Holz und Holzkohle 28.069 kt RÖE, Zuckerrohr-

¹⁰⁶ MMA; Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, 2013

¹⁰⁷ MMA; Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, 2013

¹⁰⁸ MME, 2007a

¹⁰⁹ MME, 2007a

¹¹⁰ MME, 2007a

¹¹¹ MME, 2007a

¹¹² MME, 2007a

¹¹³ MME, 2007b

¹¹⁴ MME, 2007a

¹¹⁵ MME, 2007a

¹¹⁶ MMA; Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, 2013

¹¹⁷ MME, 2012a

produkte 69.475 kt RÖE und andere erneuerbare Energieformen 30.335 kt RÖE zur Primärenergieversorgung beitragen.¹¹⁸ Bis 2030 sollen diese Werte auf 75.067 kt RÖE für Wasserkraft und Strom, auf 30.693 kt RÖE für Holz und Holzkohle, auf 103.026 kt RÖE für Zuckerrohrprodukte und auf 50.561 kt RÖE für andere erneuerbare Energieformen erhöht werden.¹¹⁹ Trotz des rasanten Ausbaus der Windkraft und der in jüngster Zeit aufgekommenen Widerstände gegenüber neuen Wasserkraftwerken wurde 2013 vom MME bekräftigt, dass die Regierung an Wasserkraft als wichtigster Energieform für die Elektrizitätserzeugung festhält¹²⁰ und sich der Herausforderung stellt, die bestehenden 100 GW installierter Kapazität um weitere 120 GW zu erweitern. Auf der Agenda steht außerdem die Erweiterung der Kapazitäten an thermischen Kraftwerken. PV wird als langfristige Option gesehen. Hinsichtlich der Akzeptanz der Kernenergie besteht noch Diskussionsbedarf innerhalb der brasilianischen Gesellschaft.¹²¹ In einem Interview erklärte der Leiter der EPE 2013, dass die Pläne zum Bau von Kernkraftwerken seit dem Zwischenfall in Fukushima auf Eis liegen und es unwahrscheinlich sei, dass die brasilianische Regierung ihre ursprüngliche Absicht zum Bau von vier Kernreaktoren umsetze.¹²² Der Biotreibstoffsektor soll weiter ausgebaut werden. Biotreibstoffe zweiter Generation aus Algen sollen bis 2030 zur Marktreife gebracht werden. Forschungsarbeiten diesbezüglich werden von Petrobras unternommen.¹²³

Neben der langfristigen Energieplanung gibt es Zehnjahrespläne für die Entwicklung des Energiesektors, deren Inhalt derzeit stark auf die Expansion der Energieerzeugung ausgerichtet ist. Der aktuelle Zehnjahresplan (Plano Decenal de Expansão de Energia)¹²⁴ mit einem Planungszeitraum 2012 bis 2022 wurde Ende 2013 veröffentlicht. Er sieht Investitionen im Umfang von 1,15 Billionen R\$ (fast 400 Mrd. Euro) vor, von denen 22,6 Prozent für den Ausbau des Stromsektors, 72,5 Prozent für den Erdöl- und Erdgassektor und 4,9 Prozent für den Biotreibstoffsektor bestimmt sind.¹²⁵ Ausgehend vom Stand 2012 soll dem Plan zufolge bis 2022 die installierte Stromerzeugungskapazität von 119,5 auf 183,1 GW, die Erdölproduktion von 2,1 auf 5,5 Mio. Barrel / Tag, die Gasproduktion von 70,6 auf 189,1 Mio. m³ / Tag und die Ethanolproduktion von 23,5 auf 57,3 Mio. m³ / Jahr gesteigert werden. Die Tabelle 12 listet die bereits kontraktierte und in der Bauphase befindliche Erneuerbare-Energien-Kapazität für den Zeitraum von 2013 bis 2018 auf.

Tab. 12: EE-Stromerzeugungskapazität kontraktiert und im Bau 2013 bis 2018 in MW¹²⁶

Energieform	Erneuerbare-Energien-Kapazität kontraktiert und im Bau 2013 bis 2018 in MW
Windkraft	11.258
Kleinwasserkraft	1.056
Biomasse	1.801

Weiterhin sollen im Zeitraum zwischen 2018 und 2022 Standorte mit einer potenziell installierbaren Gesamtkapazität von 19.917 MW an Großwasserkraft (> 50 MW) auf ihre Machbarkeit geprüft werden. Hinzu kommen 27 Großwasserkraft-Projekte, die von der ANEEL bereits auf ihre Machbarkeit geprüft wurden bzw. sich in der Prüfung befinden. Es handelt sich dabei um einen Gesamtumfang von 6.935,48 MW installierbarer Kapazität. Für den Zeitraum bis 2015 wurden 3.461 MW an Kapazitäten für thermische Kraftwerke vergeben und weitere 1.500 MW befinden sich für den Zeitraum bis 2022 in Planung. Ebenso wurden 10.675 MW an Kleinwasserkraft, Windkraft und Biomasse bereits kontraktiert und

¹¹⁸ MME, 2007a

¹¹⁹ MME, 2007a

¹²⁰ MME, 2013a

¹²¹ MME, 2013a

¹²² Blick.ch, 2013

¹²³ MME, 2011a

¹²⁴ MME, EPE, 2013

¹²⁵ MME, EPE, 2013

¹²⁶ MME, EPE, 2013

weitere 12.140 MW befinden sich in Planung. Aus der Entwicklung der Kapazitätsvergabe in den Auktionen ist abzulesen, dass aufgrund des starken Preisverfalls für Windstrom die Kleinwasserkraft ins Hintertreffen geriet.¹²⁷

Bis 2022 wird mit einem Anstieg der Nachfrage nach Zuckerrohrbagasse von 141 Mio. Tonnen auf 204 Mio. Tonnen gerechnet.¹²⁸ Die Nachfrage nach Holz für die energetische Verwertung soll im gleichen Zeitraum von 48 auf 58 Mio. Tonnen, die Nachfrage nach Holzkohle von 8,8 auf 10,4 Mio. Tonnen steigen.¹²⁹ Das natürliche Solarpotenzial in Brasilien ist hervorragend. Für Solarkraftwerke, sowohl für solarthermische Kraftwerkstechnik als auch PV-Kraftwerke, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, an den Auktionen zur Kapazitätsvergabe teilzunehmen, jedoch ist die Konkurrenzfähigkeit gegenüber den anderen erneuerbaren Energieformen derzeit noch nicht gegeben.¹³⁰ Ähnliches gilt für die dezentrale Energieerzeugung mittels PV und Solarthermie. Die durch das Gesetz 12.783 / 2013 bewirkte starke Senkung der Strompreise schränkte auch die Möglichkeiten für die dezentrale Stromerzeugung ein. Für nähere Informationen zu Potenzialen und Ausbau der einzelnen Energieformen sei auf Kapitel 4 verwiesen. Der geplante Ausbau der Stromerzeugungskapazität entspricht bezogen auf 2012 einem Wachstum um 53 Prozent.¹³¹ Dabei soll der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung auf 85,8 Prozent erhöht werden, was gegenüber 2012 einer Steigerung um zwei Prozent entspricht. Im Erneuerbare-Energien-Bereich wird bei Windkraft mit einem rasanten Zubau auf etwa das Zehnfache der 2012 installierten Kapazität, bei der Großwasserkraft mit einem Kapazitätswachstum von 45 Prozent, bei Kleinwasserkraft von 41 Prozent, bei der Stromerzeugung aus Biomasse von 60 Prozent gerechnet, und die Stromerzeugung aus sonstigen Erneuerbaren soll sich mehr als verdoppeln.¹³²

Im Energieeffizienzplan¹³³ wird davon ausgegangen, dass aufgrund des technologischen Fortschritts bis 2030 bis zu zehn Prozent des Energiebedarfs eingespart werden können. Die Ziele wurden für die einzelnen Jahre quantifiziert. Durch verschiedene Förder- bzw. Darlehensprogramme (Kap. 3.3) sollen Bemühungen der Industrie zur Steigerung der Energieeffizienz unterstützt werden. Das 1984 eingeführte Zertifizierungsprogramm für technische Geräte (Programa de Etiquetagem) setzt Mindestanforderungen und macht Energieeffizienzfortschritte für den Verbraucher transparent. So trägt es zur technologischen Verbesserung bei. Das Programm gilt unter anderem für solarthermische und PV-Anlagen.¹³⁴ Auch im Gebäudebereich werden wesentliche Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz gesehen. Der Ersatz elektrischer Warmwasserbereitung durch solarthermische Systeme soll zu signifikanten Stromeinsparungen führen. Eine Schätzung im Rahmen des Energieeffizienzplanes geht von der Möglichkeit zur Einsparung von jährlich 2,2 TWh Strom durch den bis dahin potenziell erreichbaren Einsatz solarthermischer Anlagen mit einer installierten Kollektorfläche von bis zu 22,9 Mio. m² im Jahr 2030 aus.¹³⁵ Die Entwicklung des Marktes soll durch die Schaffung der administrativen Rahmenbedingungen, von Finanzierungsmöglichkeiten und durch Gewährung von Steuererleichterungen gefördert werden. Der Zugang zu solarthermischen Systemen soll auch einkommensschwachen Bevölkerungsgruppen ermöglicht werden.

Der Bundesstaat São Paulo setzte 2013 im Rahmen eines eigenen Energieplans ein Ziel von 70 Prozent erneuerbaren Energien am Stromverbrauch. Da der Bundesstaat zu den wichtigsten Zuckerrohrbaugebieten Brasiliens zählt, sollen

¹²⁷ MME, EPE, 2013

¹²⁸ MME, EPE, 2013

¹²⁹ MME, EPE, 2013

¹³⁰ MME, EPE, 2013

¹³¹ MME, EPE, 2013

¹³² MME, EPE, 2013

¹³³ MME, 2011a

¹³⁴ MME, 2011a

¹³⁵ MME, 2011a

diese Potenziale genutzt und die Stromerzeugung aus Biomasse (v.a. Zuckerrohrbagasse) bis 2020 von 4.800 MW auf 13.000 MW gesteigert werden.¹³⁶ Weiterhin setzt São Paulo auf den Ausbau von Windkraft und PV.

3.3 Gesetze, Verordnungen und Anreizsysteme für erneuerbare Energien

In 2007 veröffentlichte die Regierung den Nationalen Energieplan¹³⁷ für den Zeitraum bis 2030 sowie damit verbunden die Energiematrix bis 2030. Darin sind sowohl Prognosen für die zukünftige Entwicklung des nationalen Energiebedarfs als auch Ziele für die mittel- und langfristige Nutzung der einzelnen Energieformen enthalten. Weiterhin erstellte die Regierung einen Zehnjahresplan für die kurz- und mittelfristige Planung der Entwicklung des Energiesektors. Der aktuelle, bis 2022 laufende Zehnjahresplan enthält detaillierte Ausbau- und Inbetriebnahmeziele für die installierte Kapazität zur Stromerzeugung (vgl. Kap. 3.2). Gesetze (Lei) sowie Dekrete (Decreto Legislativo) und Beschlüsse (Resolução) bilden ferner den rechtlichen Rahmen für den Energiesektor. Eine Übersicht über die gesetzlichen Rahmenbedingungen des Stromsektors ist auf den Internetseiten der CCEE (www.ccee.org.br) sowie der ANEEL (www.aneel.gov.br) zu finden. Auf der Internetseite der Regulierungsbehörde ANP sind die Gesetztexte für den Ölsektor verfügbar. Dabei gibt es neben der gesamtstaatlichen auch die bundesstaatliche Gesetzgebung, kommunale Vorschriften, Richtlinien und Beschlüsse der Regulierungsbehörde ANEEL sowie der Umweltbehörde IBAMA. In Artikel 175 der brasilianischen Verfassung wurde der Staat mit der Regulierung und Gewährleistung der nationalen Energieversorgung beauftragt und es wurde ihm das Recht zur Konzessionsvergabe übertragen.

Das Gesetz 8.987 legte 1995 die Grundlage für die Konzessionierung und Lizenzvergabe im Stromsektor. Im folgenden Jahr wurde die bis heute bestehende Regulierungsbehörde für den Stromsektor (ANEEL) geschaffen. Im Zuge tiefgreifender Umstrukturierungen des Stromsektors wurde 1998 die Privatisierung des vormals rein staatlichen Unternehmens Eletrobras eingeleitet. Auf Grundlage des Gesetzes 9.648 und der zugehörigen Dekrete 2.655 und 5.081 wurde der nationale Netzbetreiber (ONS) etabliert. In 2004 wurde durch das Gesetz 10.848 die Grundlage für das SIN in seiner heutigen Form geschaffen. Traditionell wurde die Stromversorgung vor allem durch große konventionelle Wasserkraftwerke gedeckt. Vor allem 2001 führte eine lang andauernde Trockenheit zu einer Gefährdung der Versorgungssicherheit. Um dies zukünftig zu vermeiden, setzte die Regierung auf eine stärkere Diversifizierung der Stromerzeugung und machte 2002 durch das Gesetz 10.438 das SIN für freie Stromerzeuger zugänglich. Zeitgleich führte sie ein Programm zur Verbreitung alternativer Energieerzeugung (Programa de Incentivo ás Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA) ein. Während das PROINFA mittlerweile beendet wurde, behielt man die Stromkontingentvergabe durch Auktionen bei. Durch die Gesetze 10.847 und 10.848 sowie die zugehörige Verordnung Decret 5.163 wurden 2004 das derzeitige Stromhandelssystem eingeführt und die Stromhandelskammer (Camara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE) geschaffen. Insbesondere wurde damit auch der Stromkontingenthandel in Auktionen eingeführt. Es gibt Auktionen mit drei- und fünfjährigem Inbetriebnahmезiel (A3 und A5). Auch das mit der technischen Prüfung von Stromerzeugungsprojekten betraute staatliche Energieforschungsunternehmen EPE wurde durch das Gesetz 10.847 ins Leben gerufen. Um zu den Stromkontingentauktionen zugelassen zu werden, müssen sich die Projekte einer Prüfung durch das EPE unterziehen. Anhand festgelegter Regularien wird die Strommenge bestimmt, die von der im jeweiligen Projekt installierten Kapazität mit hoher Wahrscheinlichkeit erreicht werden kann. Damit soll auch bei fluktuierenden Energieformen wie der Windkraft eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet werden. Die Zahl zu den Auktionen zugelassener und damit konkurrierender Projekte überstieg in der Auktion A5 2014 1.000 Projekte.¹³⁸ Die Auktionsbedingungen werden jeweils durch eine Richtlinie des MME festgelegt. Darin wird unter anderem die Stromlieferdauer für die einzelnen Energieformen festgelegt.

¹³⁶ RenewableEnergyWorld.com: Ross, K., 2013

¹³⁷ MME, 2007a

¹³⁸ EPE, 2014

Große Stromabnehmer mit einer Anschlussleistung größer als 500 kW haben das Recht, ihren Strom aus Windkraft, Solarenergie, kleiner Wasserkraft oder Biomasse direkt von Erzeugern einzukaufen.

Bereits in 2001 wurden das Energieeffizienzgesetz (10.295) und die zugehörigen Richtlinien verabschiedet.¹³⁹ Damit wurden erste Effizienzanforderungen an Industrie und Importeure gestellt und zugleich Maßnahmen zur Unterstützung der Effizienzsteigerung initiiert. In den folgenden Jahren wurden mehrere Gesetze (z.B. 10.438; 10.762; 10.848) erlassen, die der Bereitstellung von Mitteln aus der Reserva Global de Reversão zur Unterstützung von Projekten im Bereich erneuerbarer Energien, der Elektrifizierung, dem Kraftwerksbau und der Energieeffizienz dienten.¹⁴⁰ Der brasilianische Green Building Council (www.gbcbrasil.org.br) unterstützt die klima- und umweltfreundliche Entwicklung des Bausektors. Die Organisation bietet interessierten Unternehmen die LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)-Zertifizierung an und führt Bildungsmaßnahmen in diesem Bereich durch. Seit 2006 bietet die BNDES eine Kreditlinie (Apoio a Projetos de Eficiência Energética - PROESCO) zur Finanzierung von Energieeffizienzprojekten an, die für bis zu 80 Prozent der Projektkosten in Anspruch genommen werden kann (bis 100 Prozent bei Projekten in benachteiligten Kommunen des Nordens und Nordostens).¹⁴¹ Weiterhin wurde ein nationales Energiesparprogramm (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL) eingeführt. Für den Gebäudesektor wurde das Unterprogramm PROCEL – Edifica geschaffen. Weiterhin initiierte ANEEL Energieeffizienzprogramme und Petrobras führte ein Programm zur rationalen Verwendung von Erdölprodukten und Erdgas (Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural - CONPET) ein. Projekte zur Energieeffizienz im Gebäudesektor können auch über die Initiative Minha Casa der Caixa finanziert werden. Öffentliche Gebäude und die öffentliche Beleuchtung werden ebenfalls in die Aktivitäten zur Verbesserung der Energieeffizienz einbezogen.

Durch eine provisorische Regelung in 2012 bzw. durch das Gesetz 12.783 2013 wurde die Conta de Consumo de Combustíveis (CCC) abgeschafft.¹⁴² Beim CCC handelte es sich um eine Abgabe, mit der Mehrkosten der Stromversorgung in isolierten Systemen, vornehmlich auf dem Land, auf die große Zahl der Stromabnehmer des SIN umgelegt wurden. Auch die Abgaben zur Reserva Global de Reversão (RGR) wurden 2012 abgeschafft. Die Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) wurde im gleichen Zuge im September 2012 um 25 Prozent reduziert.¹⁴³ Mit der CDE soll nicht nur der Erneuerbare-Energien-Sektor gefördert, sondern auch die Netzanbindung verbessert und die Stromkosten von Haushalten mit niedrigem Einkommen subventioniert werden. Erneuerbare Energien wurden und werden weiterhin auch durch das Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA) finanziell unterstützt. Die entstehenden Mehrkosten für alternative Energiesysteme werden über eine Umlage auf den allgemeinen Strompreis gegenfinanziert. Eine weitere strompreisbezogene Abgabe (P&D – Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energetica) dient der Finanzierung von Forschung und Entwicklung im Stromsektor sowie der Verbesserung der Energieeffizienz. Ziel dieser Maßnahmen war eine Reduzierung der Stromkosten für die Verbraucher. Den Energieunternehmen wurde im Gegenzug eine Verlängerung ihrer Konzessionen für Erzeugung, Übertragung und Verteilung gewährt.¹⁴⁴

Der Staat ist für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen verantwortlich. Das Wassergesetz von 1934 schreibt das nationale Eigentum an den Wasservorkommen fest und regelt daher auch dessen Nutzung für die Stromerzeugung in Wasserkraftwerken. Sowohl für die nationale Ebene als auch für die Bundesstaaten sind die Umweltgesetzgebung einschließlich der begleitenden Richtlinien und Beschlüsse auf der Internetseite des IBAMA unter <https://servicos.ibama.gov.br/index.php/legislacao> einsehbar.

¹³⁹ MME, 2011a

¹⁴⁰ MME, 2011a

¹⁴¹ MME, 2011a

¹⁴² ABRADEE, 2014a

¹⁴³ ABRADEE, 2014b

¹⁴⁴ ABRADEE, 2014b

Für den Ölsektor ist das Ölgesetz (Lei Nr. 9.478) von 1997 das wichtigste Gesetz. Es wird von den 1998 erlassenen Dekreten 2.455 und 2.705 flankiert. Darin wurde erstmals die Konzessionsvergabe an öffentliche und private Unternehmen gestattet, was zu einer Aufweichung der Monopolstellung von Petrobras führte. In 2005 wurde das Gesetz 11.097 veröffentlicht. Es bildete die Grundlage für die Einführung eines Programms zur Produktion und Nutzung von Biodiesel (Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB), das die Beimischung von Biodiesel zu konventionellem Diesel regelt. Aktuell beträgt die Zumischung sechs Prozent. Bis Jahresende 2014 ist eine weitere Erhöhung auf sieben Prozent vorgesehen. Eine weitere Steigerung der Quote ist aktuell nicht beabsichtigt. In 2009 wurde eine Richtlinie zur Vergabe eines Siegels für sozialverträgliche Biotreibstoffproduktion (Selo Combustível Social) eingeführt. Voraussetzung für die Vergabe des Siegels ist die Integration von Kleinbauern in den Anbau der Ölfrüchte, z.B. für die Biodieselproduktion. Die Flächen für den Zuckerrohranbau werden im Rahmen diesbezüglicher Landnutzungsvorgaben (Zoneamento Agro-ecológico da Cana-de Açúcar) vom MAPA freigegeben.¹⁴⁵ Außerdem wurde ein Programm zur nachhaltigen Palmölproduktion (Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo - Propalma) eingeführt.

Der Erneuerbare-Energien-Sektor wird ebenfalls von der Umweltgesetzgebung tangiert. Die Umweltgenehmigungsverfahren haben ihre legislative Grundlage im Gesetz 6.938 von 1981 und den Beschlüssen des CONAMA Nr. 001/86 und Nr. 237/97 sowie in der Vorschrift Nr. 321 des Umweltministeriums. CONAMA ist der Nationale Umweltrat.

Über den Technologiefonds des BNDES (BNDES Fundo Tecnológico - Funtec) können Mittel für FuE-Projekte, die im strategischen Interesse des Landes liegen, beantragt werden. Im Rahmen des Teilprogramms Plano Inova Energia des Funtec stehen auch für die Technologieentwicklung im Erneuerbare-Energien-Bereich Mittel zur Verfügung, insbesondere für die Windkraft, PV, intelligente Stromnetze und die solarthermische Stromerzeugung. Nähere Informationen dazu finden sich auf der Internetseite des BNDES unter

http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atuacao/Inovacao/inovaenergia.html zur Verfügung. Weiterhin bietet der BNDES reguläre Darlehensprogramme und variabel verzinst Instrumente an. Die Kreditlinien des BNDES umfassen 1,2 Milliarden R\$ (~ 396 Mio. Euro). Über Finep stehen weitere 1,2 Milliarden R\$ in verschiedenen Programmen, z.B. Inova Brasil, zur Verfügung. Auch die deutsche KfW finanziert Erneuerbare-Energien-Projekte in Brasilien. Die KfW eröffnete 2014 eine Kreditlinie von 100 Mio. Euro für Windkraft- und Solarprojekte.¹⁴⁶ Davon sind 68 Mio. Euro für den Ausbau eines Windparks in Rio Grande do Sul bestimmt. Weiterhin unterstützte die KfW 2014 einen brasilianischen Energieversorger mit einem Darlehen für den Bau eines Wasserkraftwerkes.

Brasilien bietet der erneuerbaren Stromerzeugung keine allgemeine Einspeisevergütung an, sondern führt Ausschreibungen von Stromlieferkonzessionsverträgen durch, im Rahmen derer sich im Wettbewerb der Bieter Abnahmepreise bilden. Im Rahmen dieser Auktionen kontraktieren die Stromversorger die für ihren Bedarf benötigten Stromkonzessionsverträge. Die Ausschreibungen werden von ANEEL über die CCEE durchgeführt. Es gibt verschiedene Ausschreibungen. Diese unterscheiden sich im Zeitraum zwischen der Kontraktierung und dem Beginn der Stromlieferung, z.B. A3 drei Jahre, A5 fünf Jahre. Ergänzend gibt es Auktionen für Reservekapazitäten, Auktionen im Rahmen besonderer Infrastrukturprogramme und Sonderauktionen im Erneuerbare-Energien-Bereich.¹⁴⁷ Die jüngste Ausschreibung erfolgte am 6. Juni 2014 unter der Bezeichnung A3. Es wurden dabei insgesamt erneuerbare Stromkonzessionsverträge in Höhe von 968,6 MW zu einem durchschnittlichen Preis von 126,18 R\$ (41,88 Euro) / MWh vergeben.¹⁴⁸ Unter den 22 kontraktierten Projekten ist ein Wasserkraftwerk, das Strom zu einem Preis von 121 R\$ (39,97 Euro) / MWh liefern wird.¹⁴⁹ Es handelt sich dabei um die Erweiterung des Wasserkraftwerks San Antonio um 417,6 MW auf 3.568 MW. Die übrigen 21 Projekte sind Windkraftpro-

¹⁴⁵ MAPA

¹⁴⁶ Handelsblatt online, 2014

¹⁴⁷ MME

¹⁴⁸ MME, 2014b

¹⁴⁹ MME, 2014b

jekte, die zu einem Durchschnittspreis von 129,97 R\$ (42,93 Euro)/MWh kontraktiert wurden¹⁵⁰. Die Anlagen sollen 2017 in Betrieb gehen.¹⁵¹ In der vorangegangenen Auktion A5 2013 vom Dezember 2013 lag der Durchschnittspreis sogar nur bei 109,93 R\$ (36,31 Euro/MWh)¹⁵², was eingereichten PV-Projektvorhaben jede Chance nahm. Aktuelle Stromkontingentausschreibungen sind auf der Internetseite der Stromhandelskammer CCEE unter http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos?_adf.ctrl-state=vy23dv7uw_45&_afrLoop=311706180409311 zu finden. Von 2005 bis Ende 2012 wurden auf diese Weise 39.200,16 MW zu installierende Kapazität ausgeschrieben, was Gesamtinvestitionen von 1,95 Milliarden R\$ (644 Mio. Euro) entspricht.¹⁵³ Neben den staatlichen Auktionen gibt es noch die Möglichkeit des Stromhandels über den Spotmarkt sowie im sogenannten unregulierten Markt durch direkte Verhandlungen zwischen Erzeugern und Versorgern. Freie Großverbraucher können ebenfalls direkt oder über den Spotmarkt zukaufen. Der Bundesstaat Pernambuco führte 2013 eine Stromkontingentauktion ausschließlich für PV durch.¹⁵⁴ Hier konnten vor allem große Verbraucher für ihren Bedarf zukaufen. Diese Auktion auf bundesstaatlicher Ebene, im Rahmen derer rund 122 MW PV kontraktiert wurden, stellt für Brasilien ein Novum dar. Die Stromlieferverträge dieser Auktion laufen über 20 Jahre, der Zeitraum der Inbetriebnahme wurde für 2015 vorgesehen. Der Auktion in Pernambuco gingen zwei staatliche Auktionen voraus, zu denen die PV zugelassen war, jedoch aufgrund des Preiswettbewerbs nicht zum Abschluss kam. In Pernambuco wurde ein Programm, Pernambuco Sustentável, eingeführt, das es unabhängigen Stromkunden erlaubt, die Differenz zwischen konventionellen und PV-Stromkosten bei der Umsatzsteuer (ICMS) geltend zu machen. Pernambuco bemüht sich weiterhin durch Steuervergünstigungen Solaranbieter anzusiedeln.

Erstmals wurde Ende Oktober 2014 auch auf Bundesebene eine Reservestromauktion durchgeführt, in der die erneuerbaren Energieformen Windkraft, Solarenergie und Bioenergie nicht gegeneinander, sondern nur innerhalb derselben Energieform konkurrierten mussten.¹⁵⁵ Dadurch werden erstmals auch PV-Anlagen, die aufgrund ihrer höheren Stromgestaltungskosten bisher keinen Zuschlag erzielten, Stromkontingente erhalten.

In 2012 erleichterte ANEEL für die erneuerbare Mikrogeneration (bis 100 kW) und für die Minigeneration (zwischen 100 kW und einem MW) den Netzanschluss an das Verteilnetz. Das Verfahren betrifft Wasserkraft, Solarenergie, Biomasse, Windkraft und besonders energieeffiziente Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK). Es gilt der Beschluss 482 der ANEEL, der den Netzanschluss an das Distributionsnetz und die Einspeisung überschüssigen Stroms erlaubt. Einzelheiten sind ferner in der Regulierung des Distributionsnetzbetriebs (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) geregelt. Der überschüssige Strom wird in Bonuspunkten abgerechnet, die eine Gültigkeit von 36 Monaten besitzen und während dieses Zeitraums mit der Stromrechnung verrechnet werden können. Daher ist der Netzanschluss für die Mikro- und Minigeneration nur an Verbrauchsstellen möglich. Es werden bidirektionale Zähler für Stromeinspeisung und –verbrauch installiert (Net-metering). Stromabnehmer, die mehrere Standorte besitzen, etwa Unternehmen mit Filialen oder öffentliche Einrichtungen, können die Überschüsse eines Standorts auf die anderen Standorte übertragen. Im Hinblick auf die Abrechnung über das Bonussystem ist zu beachten, das in der Regel für den gesamten an der Verbrauchsstelle aus dem Netz entnommenen Strom, unabhängig von der Höhe der Einspeisung, Steuern gezahlt werden müssen.¹⁵⁶ Die Rentabilität der Mini- bzw. Mikrogeneration ist von zahlreichen äußeren Faktoren abhängig und muss standortbezogen sorgfältig geprüft werden.

¹⁵⁰ MME, 2014b

¹⁵¹ ANEEL, 2014a

¹⁵² RenewableEnergyWorld.com, 2013

¹⁵³ ANEEL, 2013a

¹⁵⁴ PVTECH: Colthorpe, A., 2014

¹⁵⁵ CCEE, MME, 2014

¹⁵⁶ ANEEL, 2014d

3.4 Genehmigungsverfahren

Für neue Kraftwerksprojekte muss zunächst eine Machbarkeitsstudie in Zusammenarbeit mit der ANEEL durchgeführt werden.¹⁵⁷ Dies ist Voraussetzung für die Teilnahme an Stromlieferkontingentauktionen. Die Regierung gibt die zu realisierenden Kraftwerksprojekte im Zehnjahresplan mit dem vorgesehenen Inbetriebsnahmemonat und der zu installierenden Kapazität vor. Die Projekte werden in Auktionen an (zumeist) privatwirtschaftliche Unternehmen vergeben, die die Genehmigungsverfahren beantragen und die Projektierung und Installation übernehmen. Einigen Projekten wird von der Regierung ein besonderes öffentliches Interesse zugemessen und durch spezielle Beschlüsse eine höhere Priorität eingeräumt, durch die Genehmigungsabläufe beschleunigt werden können. Dies gilt aktuell beispielsweise für die Wasserkraftprojekte São Luiz do Tapajós und Jatobá.¹⁵⁸ Nach der Registrierung bei der ANEEL wird die grundlegende Projektplanung (projeto básico) durchgeführt, im Rahmen derer wichtige Daten bezüglich der Standortbedingungen zusammengetragen werden. Diese umfassen beispielsweise Studien zu den Umweltbedingungen, gegebenenfalls der Hydrologie und Geologie sowie die Klärung der Eigentumsverhältnisse, Studien zu Netzanbindungsmöglichkeiten und eine detaillierte Auslegung des Projekts. Zur Durchführung der Erhebungen am Standort kann eine besondere Genehmigung, die Autorização para a Realização de Levantamentos de Campo, erforderlich sein, für deren Erhalt gegebenenfalls eine Kautionsgestellt werden muss.

IBAMA ist die oberste Umweltgenehmigungsbehörde. Als erster Schritt zur Beantragung einer Umweltgenehmigung ist die Registrierung im Cadastro Técnico Federal des IBAMA erforderlich. Die Möglichkeit dazu besteht auf der Internetseite des IBAMA unter <https://servicos.ibama.gov.br/index.php/cadastro>. Neben IBAMA verfügen auch die einzelnen Bundesstaaten über eigene Umweltbehörden. Während das IBAMA vorrangig große Infrastrukturprojekte und Projekte, die mehr als einen Bundesstaat betreffen, bearbeitet, sind die Umweltbehörden der Bundesstaaten für Projekte ihrer Region verantwortlich.¹⁵⁹ IBAMA ist überdies auch für Projekte zuständig, deren Standort besonderen Bedingungen unterliegt (z.B. Schutzgebiete, indigene Bevölkerung, Militärgebiete). Die zuständige Umweltbehörde legt die Auflagen und Anforderungen fest, die für die Beantragung der Umweltgenehmigung verlangt werden. Zunächst wird eine vorläufige Genehmigung (licença previa) beantragt. Diese wird zusammen mit dem projeto básico bei der ANEEL zur Prüfung vorgelegt. Weiterhin werden das zugehörige Umweltprojekt (projeto básico ambiental) erarbeitet und die Baugenehmigung (licença de instalação) beantragt. Die Baugenehmigung hat eine Gültigkeit von maximal sechs Jahren.¹⁶⁰ Nach Fertigstellung der Installation wird eine Betriebsgenehmigung (licença de operação) benötigt. Diese hat eine Gültigkeit zwischen vier und zehn Jahren.¹⁶¹ Im Rahmen des Umweltgenehmigungsverfahrens müssen sowohl der Standort, als auch der Bau bzw. Erweiterungen und der Betrieb der Anlage genehmigt werden. Die Öffentlichkeit sowie relevante Institutionen und Organisationen, z.B. Denkmalbehörden (Órgãos Federais de gestão do Patrimônio Histórico - IPHAN), Gemeinschaften der indigenen Bevölkerung (z.B. FUNAI) und der Quilombos¹⁶² (Comunidades Quilombolas, z.B. Fundação Palmares) oder Gesundheitsbehörden, z.B. die Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, müssen je nach Projekt einbezogen werden.¹⁶³ Die rechtlichen Grundlagen sind im Gesetz Nr. 6.938/1981; Dekret Nr. 99.274/1990 sowie im Beschluss von Conama Nr. 237/1997 zu finden.¹⁶⁴ Lokale Behörden werden bezüglich der Einbindung des Projekts in die Flächenutzung in das Genehmigungsverfahren einbezogen. Auf der Internetseite des IBAMA steht unter <https://servicos.ibama.gov.br/index.php/cadastro-inscricao-e-certidores/cadastro-tecnico-federal-de-atividades-potencialmente-poluidoras-eou-utilizadoras-de-recursos-ambientais-ctfapp> eine Liste der genehmigungspflichtigen Aktivitäten.

¹⁵⁷ MME, EPE, 2013

¹⁵⁸ MME, EPE, 2013

¹⁵⁹ IBAMA (b)

¹⁶⁰ IBAMA (b)

¹⁶¹ IBAMA (b)

¹⁶² Quilombos sind Ansiedlungen, die aus Gemeinschaften ehemaliger Sklaven entstanden sind.

¹⁶³ IBAMA (b)

¹⁶⁴ IBAMA (a)

täten zur Verfügung. Danach unterliegen große und kleine Wasserkraftwerke, Windparks, Übertragungsleitungen und thermische Kraftwerke der Genehmigungspflicht auf gesamtstaatlicher Ebene durch IBAMA.

Die Wasserentnahme und –nutzung sowie Aktivitäten zur Veränderung von Wasserläufen, zur Grundwasserentnahme und Abwassereinleitung sind genehmigungspflichtig.¹⁶⁵ Die wasserrechtlichen Genehmigungen sind in der Regel auf der Ebene des Bundesstaates oder des Distrito Federal zu beantragen. Eine Ausnahme bilden Gewässer, die auf dem Gebiet mehrerer Bundesstaaten bzw. Länder liegen, und Stauseen im Eigentum des Staates. Für diese sind wasserrechtliche Genehmigungen bei der nationalen Wasseragentur (ANA) zu beantragen. Formulare für die Beantragung der wasserrechtlichen Genehmigung sind auf der Internetseite der ANA verfügbar

(<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreAAna/Default.aspx>). Mit einem Projekt verbundene Abholzung muss separat genehmigt werden. Es wird für diesen Zweck eine Autorização de Supressão de Vegetação benötigt.

Biodieselwerke benötigen eine Betriebslizenz sowie eine Handelslizenz, die von der ANP ausgestellt werden. Für die Teilnahme an den Biodieselauktionen werden nur 80 Prozent der verfügbaren installierten Produktionskapazität angerechnet.

Für die Stromerzeugung ist bei ANEEL eine Erzeugerlizenz zu beantragen. Diese hat eine begrenzte Gültigkeit und muss nach einer gewissen Zeit erneuert werden. Für die Stromerzeugung durch Anlagen größer als ein MW werden entsprechend der Nachfrage der Versorger Stromerzeugungskontingente im Auftrag von ANEEL durch die CCEE versteigert. Um für die Teilnahme an den Auktionen zugelassen zu werden, müssen die Projekte zunächst bei EPE registriert und einer technischen Prüfung unterzogen werden. Die Vorgehensweise für die Zulassung zu den Auktionen ist in einer 2014 von EPE veröffentlichten Handreichung¹⁶⁶ dargestellt. Im Antrag müssen Daten zum Eigentümer und Standort des Projekts sowie der geplanten Kapazität angegeben werden. Für thermische Kraftwerke ist der Konversionsfaktor einzutragen, anhand dessen unter Berücksichtigung des verwendeten Brennstoffs der voraussichtliche Strompreis abgeleitet werden kann. Außerdem sind verschiedene zuvor erteilte Genehmigungen Voraussetzung für die Annahme des Projekts in den Auktionsprozess. Für Wasserkraftwerke (Groß- und Kleinwasserkraft) sind die Umweltgenehmigung (Licenciamento Ambiental), eine Erklärung zur Wasserverfügbarkeit (Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica) und die Zulassung bei der ANEEL als Stromerzeuger notwendige Voraussetzung.¹⁶⁷ Für thermische Kraftwerke (z.B. Biomassekraftwerke) ist neben der Umweltgenehmigung und der Zulassung durch die ANEEL auch eine Wassernutzungserlaubnis (Outorga de Uso de Água) erforderlich. Windkraftanlagen und PV-Anlagen benötigen eine Umweltgenehmigung. Außerdem benötigen alle Projekte eine Bestätigung des ONS, dass der Netzzugang realisiert werden kann.¹⁶⁸ Neben weiteren technischen Daten und Informationen über die Standortbedingungen, z.B. Wind- oder Einstrahlungsdaten, muss für die Kraftwerke eine monatliche Garantieeinspeisemenge angegeben werden. Bei Windkraft und PV muss diese mit einer Wahrscheinlichkeit von über 50 Prozent für 20 Jahre gewährleistet sein. Außerdem müssen Angaben über die Art und Weise der Netzanbindung gemacht und ein Zeitplan über die geplante Implementierung erstellt werden.

¹⁶⁵ ANA (a)

¹⁶⁶ EPE, MME, 2014

¹⁶⁷ EPE, MME, 2014

¹⁶⁸ EPE, MME, 2014

3.5 Netzanschlussbedingungen

Der Netzzugang für die erneuerbare Mikrogeneration (bis max. 1 MW) ist laut des Beschlusses 482 der ANEEL möglich. Im Rahmen dieser Regelung trägt der Stromerzeuger die Kosten für die gegebenenfalls erforderliche Aufrüstung des Netzanschlusses und für die Installation notwendiger, bidirektonaler Messeinrichtungen.¹⁶⁹ ANEEL gab 2014 einen Leitfaden¹⁷⁰ für die Mikro- und Minigeneration heraus, in dem die Abläufe der Beantragung des Netzanschlusses und die Abrechnungsmodalitäten über das Bonussystem (Net-metering) (vgl. Kap. 3.3) ausführlich erläutert werden. Danach muss zunächst der Projektbetreiber den Netzanschluss beim für die Verbrauchsstelle zuständigen Versorger stellen. Dem Antrag müssen unter anderem Informationen über den Standort und die technischen Daten der beabsichtigten Anlageninstallation beigefügt werden. Nachdem der Versorger den Netzzugang grundsätzlich erlaubt hat, kann die Anlage installiert werden. Danach erfolgen die Abnahme durch den Versorger sowie gegebenenfalls weitere technische Anpassungen. Anschließend kann der Projektbetreiber die Anschlussgenehmigung beantragen. Der Versorger erteilt diese und realisiert die Verbindung. Die Kosten des Netzanschlusses für die Mini- und Mikrogeneration liegen allein beim Projektbetreiber. Die Versorgungsunternehmen sind verpflichtet, die Daten der Mikro- und Minigeneration zu erfassen und an die ANEEL zu melden.

Normalerweise muss für den Netzanschluss der Stromerzeuger ein Vertrag über die Netznutzung (Contrato de uso de conexão) geschlossen werden. Im Falle der Mini- und Mikrogeneration genügt jedoch teilweise eine Betriebsvereinbarung (Relacionamento Operacional).¹⁷¹ Für die solare Stromerzeugung gibt es Vergünstigungen bei den Netznutzungsgebühren für das Verteilnetz sowie bis zu einer installierten Kapazität bis 30 MW auch für das Übertragungsnetz.¹⁷² Die Vergünstigungen bei den Netznutzungsgebühren werden für die ersten zehn Betriebsjahre einer Anlage gewährt. Dabei gilt für Anlagen, die bis Ende 2017 in Betrieb gehen, ein Abschlag von 80 Prozent für die ersten zehn Jahre und von 50 Prozent für die folgenden Jahre. Anlagen, die ab 2018 in Betrieb genommen werden, erhalten nur einen Nachlass von 50 Prozent auf die Netznutzungsgebühren.¹⁷³

¹⁶⁹ ANEEL, 2012A

¹⁷⁰ ANEEL, 2014d

¹⁷¹ ANEEL, 2014d

¹⁷² ANEEL, 2012A

¹⁷³ ANEEL, 2012A

4 Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien

4.1 Windenergie

4.1.1 Natürliche, wirtschaftliche und technische Potenziale

Die Windenergie verzeichnete in Brasilien in den letzten Jahren ein beeindruckendes Wachstum. Das natürliche Potenzial für den Ausbau ist vor allem in den nordöstlichen Küstenregionen, aber auch an der Küste des Bundesstaates Rio Grande do Sul sowie an der Küste des nördlichen Bundesstaates Rio de Janeiro und teilweise in den Bergregionen des Inlands gegeben. Die Abbildung 10 zeigt eine Karte der durchschnittlichen jährlichen Windgeschwindigkeiten in Brasilien in 50 m Höhe. Winddaten zur Potenzialbestimmung sind in Brasilien verfügbar. Zu nennen ist in diesem Hinblick der vom brasilianischen Referenzzentrum für Wind- und Solarenergie (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB) erstellte Atlas zum brasilianischen Windkraftpotenzial, der auf der Internetseite von CRESESB unter [http://www.cresesb.cepel.br/content.php?catid\[\] = 1 & catid\[\] = 5](http://www.cresesb.cepel.br/content.php?catid[] = 1 & catid[] = 5) einsehbar ist. Der Atlas enthält umfangreiche Karten und Daten zum Windenergiopotenzial für das gesamte Land sowie für einzelne Regionen. Unter http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico/index.php können Winddaten für individuelle Standorte abgerufen werden. Außerdem stehen weitere Windpotenzialkarten anderer Institutionen auf der Internetseite zur Verfügung. Die dem Windatlas entstammende Karte aus Abbildung 10 zeigt, dass die durchschnittliche jährliche Windgeschwindigkeit in den begünstigten Regionen Werte zum Teil deutlich über 7,5 m/s erreicht. Dagegen sind in einem Großteil des Inlands sowie in der Amazonasregion die Windgeschwindigkeiten in 50 m Höhe eher gering.

Derzeit (1. Juli 2014) sind in Brasilien laut der Statistik der ANEEL 3.172 MW an Windkraft installiert.¹⁷⁴ Dies entspricht 2,4 Prozent der installierten Gesamtkapazität zur Stromerzeugung. Andere Zahlen stellt ABEOLICA, der brasilianische Branchenverband zur Verfügung. ABEOLICA geht mit Stand Juli 2014 von 181 Windparks mit zusammen 4,5 GW installierter Kapazität aus.¹⁷⁵ Eine erzeugte Windstrommenge in Höhe von 3.197 GWh¹⁷⁶ trug 2012 (0,6 Prozent) zur Gesamtstromversorgung bei. Im Rahmen der aufgrund der wachsenden Energienachfrage erforderlichen Erweiterung der Stromerzeugungskapazität spielt die Windkraft eine wichtige Rolle, da Windparks relativ rasch zu realisieren sind und erzeugte Windstrommengen die vorherrschende Stromerzeugung aus Wasserkraft hinsichtlich ihrer jährlichen Fluktuation ergänzen. Politisch ist daher ein weiterer Ausbau von Windkraftkapazitäten gewünscht. Im Zehnjahresplan zur Erweiterung der Stromerzeugungskapazität¹⁷⁷ wird eine für den Zeitraum von 2013 bis 2018 geplante und bereits kontraktierte Windkraftkapazität von 11.258 MW ausgewiesen.¹⁷⁸ Bis 2023 könnten mehr als 22 GW an installierter Windkraftkapazität erreicht werden. In den Stromlieferkongressauktionen für erneuerbare Energien setzen sich Windkraftprojekte zunehmend aufgrund geringer Stromgestehungskosten gegenüber Kleinwasserkraft und vor allem gegenüber Biomasse durch. Die Abnahmepreise für Windstrom in Brasilien gehören weltweit betrachtet zu den niedrigsten.

174 ANEEL 2014c

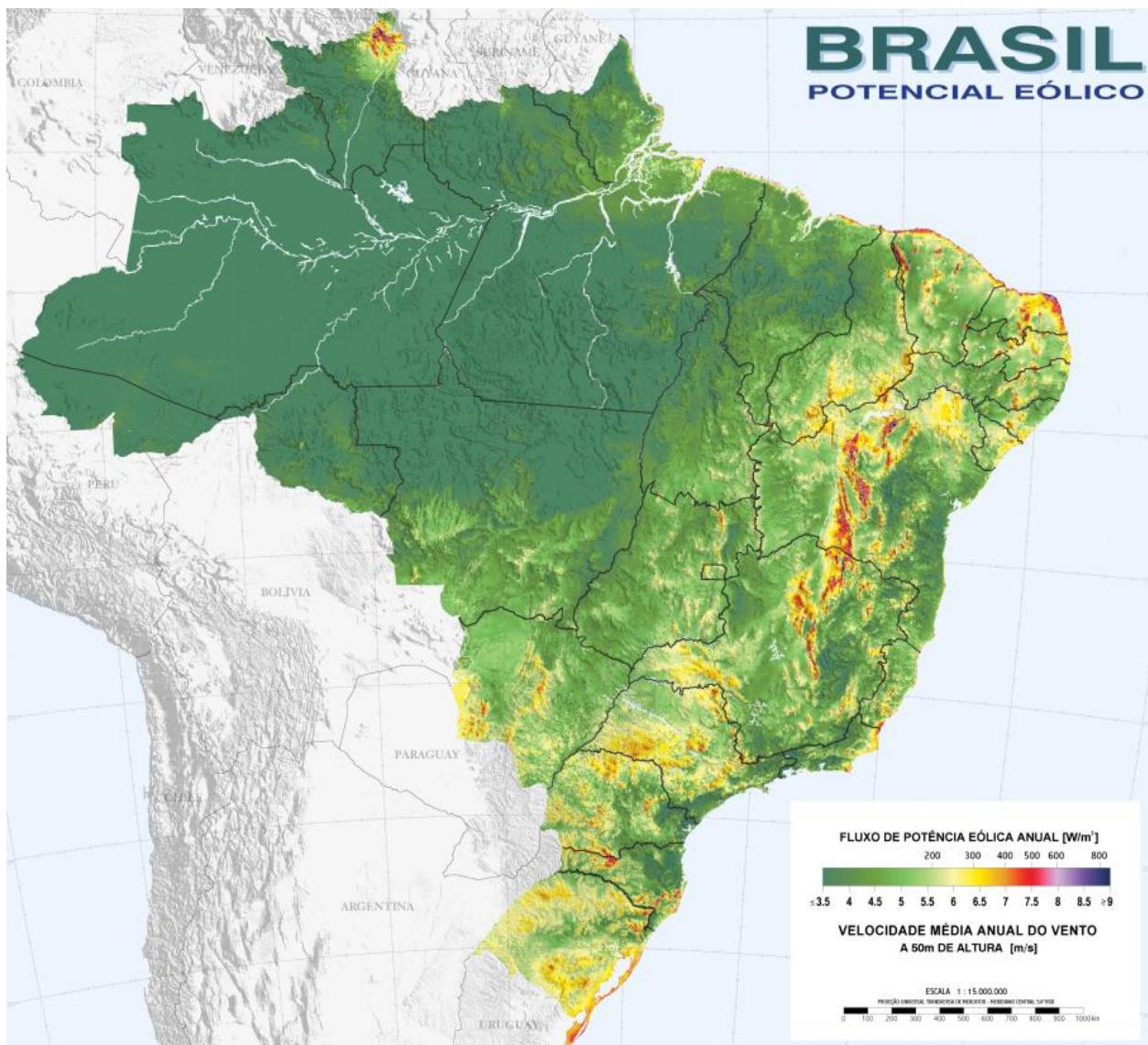
175 ANEEL, 2014c

176 ONS

177 MME, EPE, 2013

¹⁷⁸ MME, EPE, 2013

Abb. 10: Durchschnittliche jährliche Windgeschwindigkeit in Brasilien in 50 m Höhe¹⁷⁹



Da sich die bedeutendsten Windkraftpotenziale im Nordosten Brasiliens befinden, während sich die Energienachfrage auf die Ballungszentren des Südostens und Südens konzentriert, ist für die Nutzung der Windkraft ein verstärkter Netzausbau erforderlich. Bei den ersten Windkraftprojekten führte dies zu erheblichen Verzögerungen, die allein 2013 in etwa 1,1 GW an installierter Windleistung ohne rechtzeitige Netzanbindung resultierten.¹⁸⁰ ABEEOLICA ging 2013 von durchschnittlich 15 Monaten Verspätung bei 70 Prozent der Stromtrassen aus.

Auch Kleinwindanlagen spielen in der Mikrogeneration (bis max. ein MW elektrischer Leistung Möglichkeit des Net-Metering) sowie zur Versorgung netzferner Standorte, Wasserpumpen und landwirtschaftlicher Objekte eine wichtige Rolle. Die Versorgung netzferner Standorte durch kleine Windkraftanlagen ist häufig unter wirtschaftliche Gesichtspunkten sinnvoller als die Herstellung einer aufwendigen Netzanbindung. In günstigen Lagen und für Stromabnehmer, die die gewonnenen Bonuspunkte über mehrere Abnahmestellen verrechnen können, kann sich eine Kleinwindanlage auch in städtischen Lagen mit Netzanbindung lohnen. Dagegen ist die kleine Windkraft für Abnehmer mit geringem Eigenver-

¹⁷⁹ CRESESS; CEPEL, 2001

¹⁸⁰ Brasil News, 2013

brauch und damit niedrigen Stromrechnungen kaum rentabel, da die aus der Windstromerzeugung gewonnenen Bonuspunkte dann nicht gegen die Stromrechnung aufgerechnet werden können. Es gibt mehrere heimische Hersteller für Kleinwindanlagen, z.B. Enersud. Kleinste Windkraftanlagen für die netzferne Stromversorgung und den Betrieb von Wasserpumpen werden von Enerbrasil angeboten.

Die Offshore-Windkraft ist in Brasilien noch nicht entwickelt. Jedoch sind aufgrund der Offshore-Ölförderung wichtige Kompetenzen für den Offshore-Bereich vorhanden. Das Laboratório Tecnologia Submarina der Universität Rio de Janeiro entwickelt und testet Equipment für den Offshore-Bereich. Die Einrichtung sammelte zudem bereits Erfahrungen in der Wellenkraft. Der Projektentwickler Eólica Brasil beabsichtigt in die Offshore-Windkraft einzusteigen. Da die Offshore-Windkraft in zukünftigen Stromkontingentaукtionen mit Onshore-Windkraft in Wettbewerb stehen würde, bleibt abzuwarten, ob der Offshore-Windkraftstrom, zu wettbewerbsfähigen Preisen angeboten werden kann.

Ein bedeutender Branchenverband ist die Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA). Der Verband ist ein Zusammenschluss von Windenergieproduzenten. Der Verband organisiert Messen und bietet eine Plattform für den Informationsaustausch der Branche und nimmt Einfluss auf die Gestaltung der politischen Rahmenbedingungen für den Sektor. Auf der Internetseite des Verbands ist unter <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/associados.html> eine Liste von Windkraftbetreibern, Turbinenherstellern, Zulieferern und branchenbezogenen Bauunternehmen zu finden. An der Universität von Pernambuco befindet sich das Windenergieforschungsinstitut Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE). Das CBEE verfügt über Testmöglichkeiten für Windturbinen.

4.1.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten

Große Windkraft kann an den durch die CCEE durchgeführten Stromkontingentaукtionen teilnehmen (z.T. im Wettbewerb mit anderen Erzeugungstechnologien und auch im Rahmen spezieller Windtranchen). Den Zuschlag erhält jeweils der Anbieter eines Windvorhabens mit dem niedrigsten Bieterpreis.

Die Laufzeit der Stromankaufsvereinbarungen beträgt für Windkraft 20 Jahre. Die Windkraft konnte von den Ausschreibungen von Stromkontingenten für erneuerbare Energien, die mit dem PROINFA begonnen wurden, profitieren, da diese Energieform im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien niedrige Gestehungskosten aufweist. Aufgrund starken Wettbewerbs auf dem brasilianischen Markt sanken die Preise für Windstrom bis 2011/12 auf ein sehr niedriges Niveau von zum Teil unter 100 R\$ (33 Euro)/MWh. Voraussetzung für derart niedrige Gebote waren die zinsgünstigen Finanzierungsmöglichkeiten der BNDES.¹⁸¹ Als die BNDES mit Jahresbeginn 2013 jedoch neue Regelungen für den Anteil nationaler Fertigung einführte und im Rahmen derer die Windkraftunternehmen zum Aufbau eigener Werke in Brasilien bewogen wurden, konnte das niedrige Preisniveau nicht mehr gehalten werden und die Preise stiegen wieder an. In der jüngsten Auktion (A3 im Juni 2014) kamen Windkraftvorhaben mit einem durchschnittlichen Windstromabnahmepreis von 129,97 R\$ (42,93 Euro)/MWh¹⁸² zum Zug. In einer Reserveenergieauktion vom 31. Oktober 2014 wurden ebenso Stromlieferverträge an Windkraftentwickler im Rahmen der Auktion versteigert. Windenergieprojekte mit insgesamt 769,1 MW elektrischer Leistung erhielten Zusagen zu einem Abnahmepreis von 142,34 Reais (45,59 Euro)/MWh. Das CCEE kündigte die nächste Auktion (A5) für den 28. November 2014 an. Die Ausschreibung ist unter http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos?_adf.ctrl-state=vy23dv7uw_45&_afrLoop=311706180409311 zu finden.

Die Preisfindung in Form einer Rückwärtsauktion gilt für den regulierten Stromhandel. Außerdem gibt es die Möglichkeit des Stromverkaufs auf dem unregulierten Strommarkt bzw. über den Spotmarkt. Es gibt keine generelle Einspeisevergütung.

¹⁸¹ Renewable Energy Focus: Sawyer, St., 2013

¹⁸² MME, 2014b

tung für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die Erfahrung der bisherigen Auktionen zeigt, dass sich die Onshore-Windkraft gegenüber anderen EE-Technologien zur Stromerzeugung sehr gut behaupten kann. Die Offshore-Windkraft wurde bisher noch nicht in die Auktionen einbezogen. In 2013 wurden die Bedingungen für die Stromkontingentauktionen dahingehend verändert, dass die die Versorgungssicherheit im Netz gefährdende Variabilität der Windstromerzeugung besser ausgeglichen werden kann. Dies führt dazu, dass Windkraftprojekte jetzt mit etwa 15 Prozent höherer Kapazität ausgelegt werden müssen, um die Variabilität der Erzeugung auszugleichen.¹⁸³ Teilweise müssen Betreiber von Windkraftprojekten die Netzanbindung selbst herstellen bzw. den Standort in der Nähe einer Anbindungs möglichkeit wählen.¹⁸⁴

Windprojekt-Finanzierungen durch den BNDES sind üblich, weil sie im Vergleich zu klassischen Darlehen auf dem brasilianischen Markt in der Regel günstigere Zinskonditionen haben. Sie sind an einen Anteil nationaler Fertigung von mindestens 60 Prozent gebunden.¹⁸⁵ Die Ausrüster müssen dafür beim BNDES gelistet sein. Die detaillierten Vorgaben sind auf der Internetseite des BNDES unter

www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bnDES/bnDES_en/Institucional/Press/Noticias/2012/20121212_geradores.html zu finden. Diese schreiben beispielsweise die Montage der Windgondel in Brasilien sowie die Fertigung der Stahlplatten für die Türme in Brasilien vor.¹⁸⁶ Die Bank erhöhte in den letzten Jahren das an Windkraftprojekte ausgegebene Kreditvolumen, verglichen mit 2011 wurde 2013 eine etwa doppelt so hohe Darlehenssumme (4,3 Milliarden R\$ / 1,4 Mill. Euro) ausgereicht.¹⁸⁷ Weitere Finanzierungsmöglichkeiten gibt es durch die Ausrüster, z.B. Siemens Financial Services.

4.1.3 Projektinformationen

Die Windkraftbranche in Brasilien wird durch die internationalen Windkrafthersteller und –projektierer geprägt. Der größte einheimische Projektierer und Windparkbetreiber ist Eólica Tecnologia. Das Unternehmen hat bereits 195 MW an Windleistung in Betrieb genommen sowie weitere 358 MW im Bau und 1.500 MW in Planung.¹⁸⁸ Zu den realisierten Projekten gehört das bislang größte realisierte Windkraftprojekt Alegria mit 152 MW installierter Kapazität. Die französische GDF Suez ist über ihre Unternehmenstochter Tractebel Energia in Brasilien präsent. Tractebel Energia baut und betreibt Windkraftanlagen und andere Erneuerbare-Energien-Anlagen zur Ergänzung seiner Stromerzeugung aus Großwasserkraft und thermischen Kraftwerken. GDF Suez gilt als größter unabhängiger Stromproduzent des Landes.¹⁸⁹ Die argentinische IMPSA fertigt in Suape (Pernambuco) Windturbinen (keine weiteren Details verfügbar) mit einer jährlichen Produktionskapazität von 400 Stück. Die Pacific Hydro Energia do Brasil Ltda. projektiert und betreibt Windparks im Nordosten Brasiliens.

Wobben Windpower, der erste brasilianische Hersteller großer Windenergieanlagen und Tochterunternehmen Enercons, produziert am Standort Sorocaba (São Paulo) und in Pecém (Ceará). Das Unternehmen errichtete bereits 1.038,8 MW an Windleistung und plant bis 2015 den Ausbau seiner Kapazität auf 1.476 MW.¹⁹⁰ Siemens, Alstom und General Electrics (GE) haben Produktionsstandorte für Windkraftturbinen in Brasilien. GE plant die Erweiterung seiner Fertigung in Campinas (SP) und kündigte die Eröffnung zweier Servicecenter in Bahia und Rio Grande do Norte an.¹⁹¹ Das Unternehmen ist der bedeutendste Lieferant für Windkraftanlagen in Brasilien.¹⁹² Bisher rüstete es ca. ein GW an Windkraftprojekten

¹⁸³ Bloomberg: Nielsen, St., 2013b

¹⁸⁴ Bloomberg: Nielsen, St., 2013b

¹⁸⁵ WindPower: Mc Govern, M., 2014

¹⁸⁶ BNDES, 2012

¹⁸⁷ BNDES, 2014

¹⁸⁸ Eólica Tecnologia

¹⁸⁹ GDF Suez, 2014

¹⁹⁰ Wobben Windpower, 2011

¹⁹¹ Windpower Engineering & Development: Bushong, St., 2013.

¹⁹² GE Power & Water, 2014

aus. Auch der französische Turbinenhersteller Alstom besitzt mehrere Fabrikstandorte in Brasilien. In Camaçari stellt das Unternehmen Windturbinen her und in Canoas Türme. Die Ende 2012 durch die BNDES eingeführten Regelungen zum Anteil nationaler Herstellung in der Windkraft bewogen mehrere Hersteller zum Aufbau ihrer Fertigung in Brasilien. Sie sind Voraussetzung für den Erhalt vergünstigter Darlehen des BNDES (FINAME) und im Hinblick auf das ansonsten sehr hohe Zinsniveau ein bedeutender Faktor in der Projektrealisierung. Unter anderem kündigte die GBT Brasil SA den Bau einer Fabrik für Windturbinen in Brasilien an.¹⁹³ Acciona eröffnete 2012 eine Fabrik zur Herstellung von Komponenten für große Windkraftanlagen in Bahia.¹⁹⁴ Suzlon Energia Eólica do Brasil baut und betreibt Windparks in verschiedenen Bundesstaaten Brasiliens sowie eine Produktionsstätte in Ceará. Alstom ist als Turbinenhersteller ebenfalls in Brasilien präsent.

Der Ausbau der Windkraft schreitet in Brasilien rasch voran. Aktuell (Juli 2014) befanden sich 126 Windkraftprojekte im Gesamtumfang von 3.302 MW im Bau sowie weitere 239 Projekte mit einer vorgesehenen Kapazität von 5.896 MW waren in Planung bzw. genehmigt.¹⁹⁵ Damit haben Windkraftprojekte einen Anteil von rund 17 Prozent am derzeitigen Kapazitätsausbau bzw. 36 Prozent an den Planungsaktivitäten. Das spanische Unternehmen Enerfin hat mit Ventos do Sul das 150 MW-Projekt Osorio im Bundesstaat Rio Grande do Sul realisiert.¹⁹⁶ Das Unternehmen Fuhrländer, das noch 2012 den Bau einer Fertigung in Brasilien plante, schied wegen Insolvenz aus dem brasilianischen Markt aus. Die Herstellung der Ausrüstung für laufende Projekte wurde von WEG übernommen.¹⁹⁷ GDF Suez ist über seine Unternehmenstochter Tractebel Energia in den brasilianischen Markt involviert. Tractebel Energia (GDF Suez) nahm 2014 einen Windpark mit 115 MW installierter Kapazität in Trairi in Ceará in Betrieb.¹⁹⁸ Alstom kündigte Projekte im Umfang von 1,2 GW in Brasilien an.¹⁹⁹ Zu den Projekten, an deren Ausrüstung Alstom beteiligt ist, gehören Corredor de Senandes (in Zusammenarbeit mit Odebrecht Energia), Casa dos Ventos, Queiroz Galvão und Renova Energia.²⁰⁰

Eólica Brasil plant das 11,2 GW-Offshore-Windkraftprojekt Asa Branca vor der Küste Cearás. Bis 2016 soll zunächst ein Zwölf-MW-Pilotprojekt errichtet werden, dem ein Demonstrationsprojekt mit 258 MW Größe folgen soll.²⁰¹ Die Sechs-MW-Turbinen sollen von Siemens oder Alstom geliefert werden. Die ersten 1.080 MW des Gesamtprojekts sollen in mehreren Abschnitten zu jeweils 270 MW umgesetzt werden. Offenbar sollen neuartige Plattformen des amerikanischen Herstellers OWTPS für die Anlagen eingesetzt werden, auf die die Windkraftanlagen onshore montiert werden können und die erst nach der Montage mittels Schiff zum zukünftigen Standort geschleppt werden.²⁰² Dabei würden keine Montageschiffe benötigt, deren Verfügbarkeit in der Offshore-Windkraft oft einen Engpass darstellt. Bei dem Projekt handelt es sich um das erste Offshore-Windkraft-Projekt in Brasilien. Die erwarteten Verkaufspreise für den Offshore-Windstrom des Asa Branca-Projekts werden vom Projektierer mit etwa \$ 65/MWh angegeben.²⁰³

Die jüngsten Stromkontingentauktionen erfreuten sich regen Zuspruchs durch Windkraftprojekte. So wurden für die Ende 2013 durchgeführte Auktion A5 16,41 GW an Windkraftleistung zur Prequalifizierung angemeldet (670 Windprojekte).²⁰⁴ Insgesamt wurde die Windkraft seit 2009 an neun Stromkontingentauktionen beteiligt, im Rahmen derer 8,5 GW

¹⁹³ Bloomberg: Nielsen, St., 2013c

¹⁹⁴ Acciona

¹⁹⁵ ANEEL, 2014c

¹⁹⁶ Ventos do Sul

¹⁹⁷ Jornal da Energia, 2014

¹⁹⁸ GDF Suez, 2014

¹⁹⁹ Alstom, 2014

²⁰⁰ Alstom, 2014

²⁰¹ WindPower, 2014a

²⁰² WindPower: McGovern, M, 2014

²⁰³ WindPower: McGovern, M, 2014

²⁰⁴ Renewable Energy Magazine, 2013

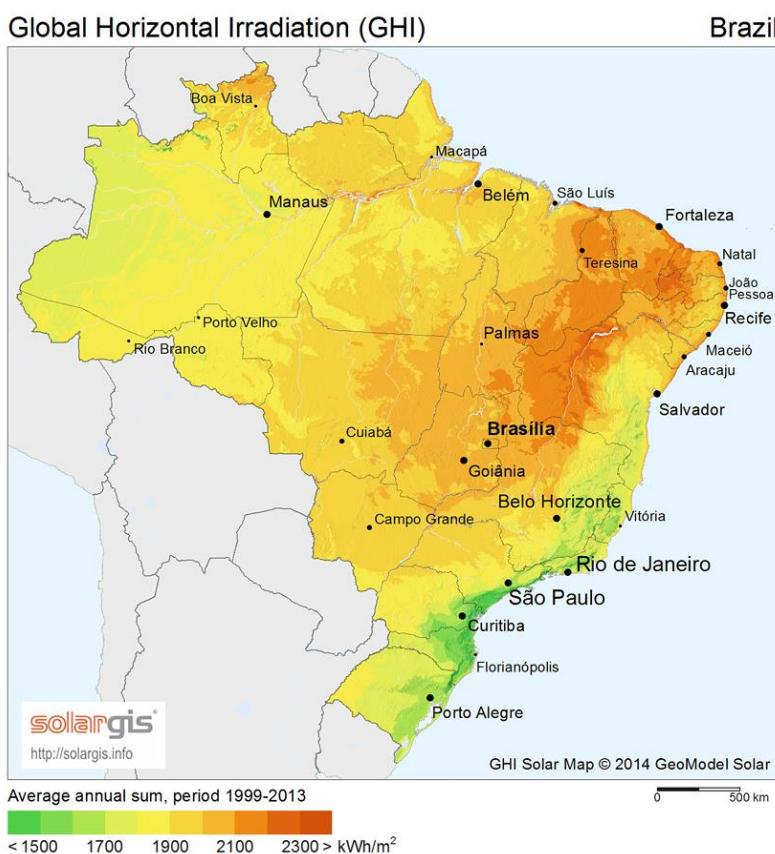
an Windkraft kontraktiert wurden.²⁰⁵ Bei einem jährlich erwarteten Zubau von etwa 1,5 GW könnten 2017 bereits zehn GW an installierter Windkraft in Brasilien erreicht werden.

4.2 Solarenergie

4.2.1 Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial

Brasilien verfügt über ein bedeutendes natürliches Solarpotenzial. Im Solaratlas Brasiliens (Atlas Solarimetrico do Brasil) werden durchschnittliche Einstrahlungswerte von etwa 16 bis 20 MJ/m²/Tag²⁰⁶ bzw. 1.650 bis 2.400 kWh/m²/Jahr²⁰⁷ angegeben. Die Abbildung 11 zeigt eine Karte der durchschnittlichen jährlich einwirkenden Globalstrahlung. Außer dem Atlas Solarimetrico do Brasil gibt es einen 2006 durch INPE erstellten Solaratlas für Brasilien sowie lokale Solaratlanten für Minas Gerais (2012) und São Paulo (2013). Die genannten Solardaten sind unter <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=2> auf der Internetseite von CRESESB/CEPEL verfügbar.

Abb. 11: Solarkarte Brasilien²⁰⁸



²⁰⁵ Fierce Energy: Vergetis Lundin, B., 2014

²⁰⁶ CRESESB, 2000

²⁰⁷ BNDES, 2014b

²⁰⁸ Solargis, 2014

Die insgesamt installierte PV-Kapazität wird auf etwa 40 MW geschätzt (2013).²⁰⁹ Die netzgebundene PV-Kapazität wird mit 9,9 MW beziffert (Stand Juni 2014).²¹⁰ PV-Anlagen werden vorrangig an netzfernen Standorten eingesetzt, wo eine Netzanbindung nicht wirtschaftlich wäre. Da die PV gegenüber anderen erneuerbaren Energien im Hinblick auf die Gestaltung bislang noch nicht wettbewerbsfähig war, spielt die PV in der netzgebundenen Stromerzeugung bisher nur eine marginale Rolle. Dagegen sind PV-Systeme zur elektrischen Versorgung von Wasserpumpen, landwirtschaftlichen Standorten, Telekommunikationsanlagen und Beleuchtungseinrichtungen an netzfernen Standorten häufig. Jüngste Entwicklungen zeigen jedoch, dass PV-Großprojekte ein Potenzial zur wettbewerbsfähigen Stromerzeugung haben, da die Gestaltungskosten die Kosten des Stroms aus dem Netz seit kurzem unterschreiten. Der Markt reagiert darauf mit der Planung von Großprojekten. Bis 2018 sollen 3,5 GW an netzgebundenen PV-Kapazitäten in Stromauktionen ausgeschrieben werden.²¹¹

In 2012 erließ ANEEL eine Richtlinie (Resolução Normativa 482), die den generellen Netzzugang für die Mikrogeneration (dezentrale Stromerzeugungsanlagen bis max. ein MW) zu den Distributionsnetzen ermöglicht.²¹² Seit 2013 werden Stromkontingentauktionen unter Berücksichtigung der PV durchgeführt. Im Oktober 2014 wird erstmals eine Stromkontingentauktion durchgeführt, in der sich Projekte der einzelnen Energieformen, darunter Solarenergie, getrennt um Stromkontingente bewerben. Vorteilhaft für die PV-Stromerzeugung ist die Möglichkeit zur Installation auf bestehenden Dächern, so dass kein Bauland für die Anlagen erworben werden muss. Für kleine PV-Anlagen (Geração Distribuída) ist keine Umweltgenehmigung erforderlich und die Netzanbindung dachgebundener Systeme kann meist ohne großen Aufwand erfolgen, da der bestehende Anschluss des Gebäudes genutzt werden kann.²¹³ Bei großen PV-Anlagen kann ein vereinfachtes Umweltgenehmigungsverfahren zur Anwendung kommen. Es wird zudem die Möglichkeit einer räumlichen Kombination von Windkraftanlagen und PV-Anlagen gesehen, um die Infrastruktur zur Netzanbindung effizienter zu nutzen.²¹⁴

Eine im Rahmen des Energieeffizienzprogramms PROCEL 2005 durchgeführte Studie ergab, dass von den rund 81 Prozent der Haushalte, die Wasser zum Baden erwärmen, 73,5 Prozent dies mit elektrisch betriebenen Geräten tun.²¹⁵ Seitdem fanden solarthermische Anlagen zunehmend Verbreitung. Es wird von etwa 8,4 Mio. m² an solarthermischer Kollektorfläche ausgegangen.²¹⁶ Es besteht immer noch beträchtliches Potenzial in der Umstellung elektrischer Warmwasserbereitung auf die kostengünstigere und umweltfreundlichere Solarthermie. Für den Solarthermiesektor ist die Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) der wichtigste Branchenverband. Sie organisiert fachbezogene Kurse und vertritt die Interessen der Branche. Die ABRAVA unterhält eine Abteilung für den nationalen Solarthermiesektor (Departamento Nacional de Aquecimento Solar – DASOL). Da die solarthermische Warmwasserbereitung in Brasilien eine wirtschaftliche Alternative zur elektrischen Warmwasserbereitung darstellt, findet die Technologie rasche Verbreitung. Allein 2012 erhöhte sich die solarthermische Kollektorfläche um rund zwölf Prozent auf etwa insgesamt 1,15 Mio. m².²¹⁷ Für die kommenden Jahre wird ein Marktwachstum in Höhe von 15 Prozent pro Jahr erwartet²¹⁸. Besonders im sozialen Wohnungsbau werden zunehmend solarthermische Anlagen eingesetzt. Zahlreiche Bundesstaaten, aber auch viele brasilianische Städte und Gemeinden fördern den Ausbau der Solarenergie, insbesondere der solarthermischen Warmwasserbereitung durch örtliche Gesetze und Vorschriften. Eine Übersicht über die entsprechenden Gesetze des Staates, der Bundesstaaten und Städte ist auf der Internetseite DASOL's unter

²⁰⁹ BNDES, 2014b

²¹⁰ dena, 2014

²¹¹ Solar Server, 2014

²¹² EPE, MME, 2012

²¹³ BNDES, 2014b

²¹⁴ BNDES, 2014b

²¹⁵ MME, 2011a

²¹⁶ DASOL

²¹⁷ DASOL (a)

²¹⁸ DASOL, 2014b

<http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/legislacao/> zu finden. In zahlreichen Städten, u.a. São Paulo, ist der Einbau solarthermischer Anlagen für die Warmwasserbereitung bei Neubauten verpflichtende Vorschrift. Die Initiative Solarstädte (Cidades Solares) gibt den regionalen und lokalen Aktivitäten zur Verbreitung der Solarthermie einen Rahmen. Ziel ist u.a. die Senkung der Treibhausgasemissionen und die Senkung der Stromkosten für die Privathaushalte. Einer der ersten Hersteller von solarthermischen Systemen für die Warmwasserbereitung in Brasilien ist Tecnosol. Weitere Anbieter sind Heliotek, Pantho Aquecimento Solar, Polisol und Transsen.

Das Unternehmen Enalter bietet ebenfalls Systeme für die solare Warmwasserbereitung an, ist aber auch im Bereich solare Kühlung aktiv.²¹⁹ Pantho Soluções Aquecimento Solar projektiert große solarthermische Systeme, etwa für Hotels.

4.2.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten

Bereits 2013 wurde die PV in die Stromkontingentauktionen aufgenommen. Projekte mit einer Größe von fünf bis 50 MW können die Zulassung zur Auktion beantragen.²²⁰ Dies bietet die Möglichkeit, die PV in den nationalen Strommix zu integrieren. Bereits in 2013 wurden zwei Stromkontingentauktionen unter Einschluss der PV durchgeführt. Für die erste Auktion wurden 2,5 GW an PV-Projekten angemeldet.²²¹ Im Oktober 2013 wurde ebenfalls eine Auktion durchgeführt, zu der 700 MW an PV zugelassen wurden. PV-Projektentwickler haben erstmalig aufgrund einer neu eingeführten Kategorie für Photovoltaik rund die Hälfte der Stromlieferverträge im Rahmen einer brasilianischen Auktion von Stromerzeugungskapazitäten Ende Oktober 2014 gewonnen.

Der in der Rückwärtsauktion ermittelte durchschnittliche Abnahmepreis für PV-Strom lag bei 215,12 Reais (68,89 Euro)/MWh. Insgesamt haben PV-Projektvorhaben mit einer Gesamtkapazität von 889,7 MW Zusagen über Stromlieferverträge erhalten. Um den angebotenen Preis über einen Zeitraum von 20 Jahren zu erhalten, müssen die Kraftwerksprojekte bis 01. Oktober 2017 Solarstrom liefern.

Insgesamt wurden im Vorfeld des Vergabeverfahrens rund 400 Angebote für PV-Kraftwerksvorhaben mit einer Gesamtleistung von 10,8 GW registriert.

Der Verlauf der Auktion wird von vielen Branchenkennern als Meilenstein für den Eintritt der PV in den brasilianischen Energiemix gesehen. Die PV fand bei den zwei vorangegangenen Kapazitätsauktionen im Jahr 2013 aufgrund der mangelnden Konkurrenzfähigkeit mit anderen Kraftwerkstechnologien, wie bspw. der Wind- und Wasserkraft, keine Berücksichtigung bei der Vergabe von Stromlieferverträgen.

Brasilien möchte seit der letzten schweren Dürre in 2012 seine Stromerzeugungskapazitäten diversifizieren. Mit der nun erfolgten Vergabe von PV-Stromlieferverträgen wird dabei nun auch zunehmend auf eine Stromerzeugung durch Photovoltaikkraftwerke gesetzt. Momentan ist Wasserkraft für 70 Prozent und PV für weniger als ein Prozent der Stromerzeugung im Land verantwortlich. Bei Erreichung des offiziellen Ausbauziels von 3,5 Gigawatt PV-Leistung bis 2023 würde sich der PV-Anteil auf 1,8 Prozent erhöhen.

Finanzierungsmöglichkeiten für größere PV-Projekte bestehen über die BNDES, die Kreditlinien sowohl für die Energieerzeugung aus PV (FINEM Energia e FINAME PSI, Fundo Clima und Inova Energia) als auch für die Herstellung von PV-Produktionskapazitäten (FINEM Capacidade Produtiva e FINAME PSI und Fundo Clima und Inova Energia) sowie vari-

²¹⁹ Enalter

²²⁰ PVTECH: Woods, L., 2013b

²²¹ PVTECH: Woods, L., 2013b

able Beteiligungsmodelle bereitstellt.²²² Über den Fundo Clima werden z. T. auch Zuschüsse geleistet. Die ANEEL unterstützt den Ausbau der solaren Stromerzeugung weiter durch reduzierte Netznutzungsgebühren für PV-Anlagenbetreiber. Da die große PV bisher in den nationalen Auktionen zur Stromkontingentvergabe nicht zum Abschluss kam, sind diesbezüglich keine staatlichen Abnahmetarife für PV-Strom verfügbar. In einer Ende 2013 vom Bundesstaat Pernambuco durchgeführten Stromauktion ausschließlich für PV-Projektvorhaben wurde ein durchschnittlicher Preis von 228,63 R\$ (75,52 Euro)/MWh für PV-Strom erzielt. Die Deckelung lag in der Auktion bei 250 R\$ (82,58 Euro) / MWh. Es wurden rund 123 MW an PV kontraktiert.²²³

Der Bundesstaat Minas Gerais führte ein Anreizprogramm (Energia de Minas) für erneuerbare Energien ein, von dem auch die PV profitieren kann. Weitere Bundesstaaten, z.B. Pernambuco und Alagoas bieten dem PV-Sektor Steuererleichterungen. Die ANEEL schrieb ein Programm für Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der PV aus.²²⁴ Die beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen können die Demonstrationsanlagen innerhalb einer Ein-MW-Anlage von Eletrobras in Florianopolis nutzen. Außerdem ist Brasilien bestrebt eigene Siliziumvorkommen zur nationalen Herstellung von Solarsilizium für die Produktion PV-Zellen und PV-Modulen nutzbar zu machen. Aktuell investiert Eletrobras mehr als 20 Mio. R\$ (rund 6,6 Mio. Euro) in Forschungsarbeiten zur Herstellung hochreinen Siliziums für die Waferproduktion.²²⁵ Mit dem Bau einer Pilotanlage soll im zweiten Halbjahr 2014 im Parque Científico e Tecnológico der Universidade do Extremo Sul Catarinense begonnen werden. Außerdem arbeitet Eletrobras mit der Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul am Aufbau einer nationalen Produktion von PV-Modulen.²²⁶ Im Rahmen des Programms Licht für Alle (Luz para Todos) sollten bis 2010 rund 2,5 Mio. ländliche Haushalte elektrifiziert werden. Bis 2015 sollen die Projekte aus dem Programm umgesetzt werden. Die PV spielt in der Umsetzung des Programms vor allem an Standorten eine Rolle, an denen eine Netzanbindung nicht wirtschaftlich realisierbar ist. Eletrobras verwaltet ein Forschungsprogramm (PDTI), bei dem die Zusammenarbeit zwischen der Unternehmensgruppe und Forschungseinrichtungen im Bereich des Stromsektors gefördert wird.²²⁷

Der Fundo Solar stellt ein Anreizprogramm für die Verbreitung kleiner PV-Anlagen dar. Die Installation von PV-Anlagen bis maximal fünf kW wird mit 1.000 bis 5.000 R\$ (ca. 330 bis 1.651 Euro) finanziell unterstützt. Die Antragstellung erfolgt über das Programm America do Sol (<http://www.americadosol.org/>).

Wie andere erneuerbare Stromerzeugungsanlagen kann auch die PV im Rahmen der Mikrogeneration am Net-metering teilnehmen. Der überschüssig eingespeiste Strom wird mit Bonuspunkten vergütet, die mit den Stromkosten der zugehörigen Verbrauchsstelle verrechnet werden können. Die Mikrogeneration als mögliche Form der Stromerzeugung aus dezentralen Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 100 kW als Kleinsterzeugung bzw. zwischen 100 kW und einem MW als Kleinerzeugung ist damit in jedem Fall an eine Verbrauchsstelle gebunden und rentiert sich nur bei größeren Strommengen. Eine reine Stromeinspeisung ist nicht möglich. Jedoch wurde kürzlich ein PV-Projekt im Zusammenhang mit einer Wohnanlage errichtet, die den erzeugten Strom auf dem freien Markt verkauft.²²⁸ Das Projekt wird von ANEEL begleitet. Anreize für die Installation solarthermischer Anlagen werden in erster Linie durch regionale und lokale Bauvorschriften gesetzt. Von staatlicher Seite werden günstige Rahmenbedingungen für die Marktentwicklung geschaffen. Dies beinhaltet vor allem die technische Normierung und den Verbraucherschutz durch Verbesserung der Produkttransparenz für den Käufer. Mit NormaSol wurde ein vom Wissenschaftsministerium (MCT) und FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) finanziertes Programm ins Leben gerufen, das die Aufgabe hat, die auf dem Markt verfügbaren Systeme tech-

²²² BNDES, 2014b

²²³ PVTECH: Colthorpe, A., 2014

²²⁴ Eletrobras, 2014a

²²⁵ Eletrobras, 2014a

²²⁶ Eletrobras, 2014a

²²⁷ Eletrobras, 2010b

²²⁸ CCEE, 2014b

nisch zu prüfen und dem Käufer durch Information Wahlmöglichkeiten bei seiner Kaufentscheidung zu bieten. Für Hersteller, Installateure und Service von solarthermischen Anlagen werden über das Programm QualiSol Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten angeboten, die durch eine Zertifizierung nachgewiesen werden. Eine Liste der nach QualiSol Brasil zertifizierten Unternehmen ist unter <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/qualisol-brasil/> zu finden.

Weiterhin gibt es eine Produktklassifizierung für solarthermische Anlagen und Pufferspeicher im Rahmen des von INMETRO und Procel/Eletrobras verwalteten Programms Programa Brasileiro de Etiquetagem. Eine Liste der eingetragenen Produkte (solarthermische Kollektoren und Wärmespeicher) steht unter

<http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/pbe/> zur Verfügung. In Brasilien gibt es keine direkte finanzielle Förderung für die Installation von solarthermischen Anlagen und es wird auch keine erwartet.²²⁹ Solarthermische Anlagen sind jedoch Teil der sozial orientierten Programme Minha Casa, Minha Vida, Cohab's und CDHU. Im Rahmen der aktuell laufenden dritten Periode des vom Städtebauministerium initiierten und von der Caixa (www.caixa.gov.br) umgesetzten Programms sollen drei Millionen Sozialwohnungen errichtet werden²³⁰, die mit solarthermischer Wassererwärmung ausgestattet werden sollen.

Verschiedentlich gibt es technische und finanzielle Unterstützung für den Solarsektor im Rahmen von Projekten der internationalen Zusammenarbeit, beispielsweise durch die GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH), das BMZ (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) und die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau). So wurde über das Grüne Strom Label (GSL), die GIZ und das brasilianische Instituto IDEAL ein Fonds geschaffen, der interessierte Brasilianer bei der Anschaffung einer PV-Anlage zur häuslichen Versorgung finanziell sowie durch Schulungen etc. zur Seite steht.²³¹ Insbesondere für die Entwicklung von PV-Zellen, aber auch für die technologische Entwicklung der solarthermischen Stromerzeugung können Zuschüsse aus einem Teilprogramm (Plano Inova Energia) des Technologiefonds der BNDES (Funtec) beantragt werden.²³² Ein Solarstromsiegel wurde durch das Instituto Ideal eingeführt. Dieses dient der Promotion der PV-Stromnutzung.

In 2014 wurde im Rahmen eines von ANEEL begleiteten Pilotprojekts erstmals eine PV-Anlage in Betrieb genommen, die den erzeugten Strom über den freien Stromhandel vertreibt.²³³ Die Anlage mit 2.103 kWp wurde in einer Wohnanlage installiert und an das Distributionsnetz des Versorgers Coelba angeschlossen.

4.2.3 Projektinformationen

Im brasilianischen PV-Markt sind etwa 300 Unternehmen aktiv.²³⁴ Die IEM Intercambio Eléctrico Mecânico Ltda. bietet Beratungsleistungen und elektronische Komponenten im Bereich PV an und ist Vertriebspartner des Herstellers von Wechselrichtern SMA. Die in Minas Gerais ansässige Companhia Energetica Integrada, die bislang vorrangig in kleine Wasserkraft investierte, gehört zu den ersten brasilianischen Projektierern großer PV-Projekte. Das Unternehmen prüft neun Standorte für Solarparks mit zusammen mehr als 300 MW installierbarer Kapazität.²³⁵ Der erste Standort mit 30 MW befindet sich im Genehmigungsprozess und soll in Bauabschnitten von je fünf MW realisiert werden. Bisher wirkt sich der Mangel an nationalen Herstellern von PV-Modulen hemmend auf den Marktaufbau aus, da die Module meist eingeführt werden müssen und daher mit Einfuhrabgaben belastet sind. Um den Aufbau einer heimischen Fertigung zu unterstützen, führte die BNDES Regelungen zum Local Content für PV ein. Tecnometal (DYA Energia Solar) ist Brasiliens

²²⁹ DASOL (b)

²³⁰ DASOL, 2014

²³¹ Solar Server, 2013

²³² BNDES, 2014

²³³ CCEE, 2014a

²³⁴ Rüther, R., 2014

²³⁵ Companhia Energetica Integrada

erster PV-Modulhersteller. Das Unternehmen besitzt eine Produktionsstätte in Campinas (SP). Als Projektierer großer PV-Anlagen tritt Vensolbras, Tochterunternehmen eines nach Diversifizierung seiner Aktivitäten strebenden Bauunternehmens, am Markt auf. Weitere Projektierer sind Enel Green Power Desenvolvimento, MPX Energia, Dobreve Energia, Companhia Energetica de Petrolina, PCE Power Emprendimentos, Desenvix Energias Renováveis, Brsol Energia Renovavel und Caridade I Geração. Der chinesische PV-Modulhersteller Hanergy plant den Aufbau einer Fertigung in Brasilien.²³⁶ Ebenso beabsichtigt das auf Initiative der italienischen Unternehmen BMS Group und Italian Energy Services gegründete Unternehmen Pure Energy Generation eine Produktionsstätte mit zunächst 40 MW, später 70 MW Produktionsleistung in Marechal aufzubauen.²³⁷ Es gibt bislang keine solarthermischen Kraftwerke zur Stromerzeugung in Brasilien. Ein Pilotprojekt mit einem MW Kapazität, das zu Forschungszwecken errichtet werden soll, ist jedoch in Planung.²³⁸

Das Instituto Ideal widmet sich der Verbreitung der PV in Brasilien. Es unterhält mehrere Initiativen zur Förderung des Sektors, darunter das Programm America do Sol. Auf dessen Internetseite (<http://www.americadosol.org/>) ist eine Liste der Unternehmen des brasilianischen PV-Sektors verfügbar.

Im Zusammenhang mit der Fussballweltmeisterschaft 2014 und der Olympischen Spiele 2016 wurden mehrere PV-Großprojekte geplant. Eletrosul (Eletrobras) nahm im Juni 2014 die erste PV-Anlage mit einem Megawatt installierter Kapazität auf ihrem Firmenhauptsitz in Florianopolis in Betrieb. Die Anlage, an deren Realisierung die GIZ sowie die KfW beteiligt waren, dient nicht nur der Solarstromerzeugung, sondern auch der Erforschung der Wirtschaftlichkeit der PV-Stromerzeugung in Brasilien.²³⁹ Es sind mehrere Experimentalanlagen in die Gesamtanlage integriert. Der erzeugte Strom soll über Auktionen an freie Verbraucher, z.B. Einkaufscenter oder große Unternehmen, verkauft werden.²⁴⁰ Eletrosul plant zudem den Produktionseinstieg für die solare Stromerzeugung (PV und solarthermisch). Zwei PV-Demonstrationsanlagen wurden 2013 durch die Donauer Solartechnik Vertriebs GmbH im Rahmen des dena-Solardachprogramms dem Projeto Tamar, einer Forschungsstation zum Schutz von Meeresschildkröten in Bahia, übergeben.²⁴¹

Ende 2013 wurde eine Stromkontingentauktion durchgeführt, zu deren Teilnahme neben Windkraftprojekten auch 152 PV-Projekte und zehn Solarthermie-Projekte im Gesamtumfang von 3,5 GW zugelassen wurden²⁴², jedoch erhielten die Solarprojekte aufgrund des Wettbewerbs mit anderen Energieformen keinen Zuschlag. Die Eletrosul Centrais Eletricas SA, ein Eletrobras verbundenes Unternehmen, plant in den kommenden Jahren den Bau mehrerer PV-Projekte und kündigte an, 2014 erste Stromkontrakte zu verkaufen.²⁴³ Ein großes Fussballstadion (Minerão) wurde in Vorbereitung der Fussballweltmeisterschaft 2014 mit einer PV-Anlage mit 1,4 MW installierter Kapazität ausgerüstet.²⁴⁴ Weiterhin errichtet die Companhia Energetica Integrada einen Drei-MW Solarpark in Minas Gerais. Das Unternehmen Energy Team Brasil, eine Unternehmenstochter von Energy Team SRL Brixen, beabsichtigt den Bau einer Aufdach-PV-Anlage mit 40 MW auf einem Milchviehbetrieb in Rio Grande do Sul.²⁴⁵ Es handelt sich dabei um das erste landwirtschaftliche PV-Projekt in Brasilien. Der erzeugte Solarstrom soll zu Dreiviertel in das zentrale Stromnetz eingespeist und zu einem Viertel netzungebunden genutzt werden.²⁴⁶ Vensolbras beabsichtigt bis 2016 die Installation eines Solarparks mit 200 MWp

²³⁶ PVTECH: Colthorpe, A., 2014

²³⁷ PVTECH: Colthorpe, A., 2014

²³⁸ AHK, 2014b

²³⁹ Eletrobras, 2014a

²⁴⁰ Eletrobras, 2014a

²⁴¹ Eletrosul, 2013

²⁴² Renewable Energy Magazine, 2013

²⁴³ Bloomberg: Nielsen, St., 2013a

²⁴⁴ PVTECH: Colthorpe, A., 2013

²⁴⁵ PVTECH: Woods, L., 2013a

²⁴⁶ PVTECH: Woods, L., 2013a

im Bundesstaat Piaui.²⁴⁷ Es sollen dabei sechs PV-Anlagen mit jeweils 30 MW_p sowie eine Anlage mit 20 MW_p realisiert werden.²⁴⁸ Ein erster Bauabschnitt mit fünf MW ist bereits in Planung. Standort ist São João im Bundesstaat Piaui. Weitere PV-Projekte der Projektierer Arigó Solar Energia SPE, Solyes Geradora de Energia Ltda., Renova Energia und des Versorgers CPFL Energias Renováveis befinden sich im Genehmigungsprozess.²⁴⁹ Die Projektierer Alba Energia Ltda., Aurora Energia Ltda., Bondia Energia Ltda., Brsol Renewable Energy Ltda., Crateus Solar Generation und MPX Energia SA haben jeweils 50 oder mehr Projekte im Planungs- und Genehmigungsprozess.²⁵⁰ Weiterhin ist auch Astra Energia als Projektierer aktiv. Real Watt Solar plant den Aufbau von Fertigungskapazitäten. Ein neugegründetes brasilianisches Unternehmen, Pure Energy Generation, plant den Aufbau einer Fertigung für PV-Module mit zunächst 40 MW, später 70 MW Produktionskapazität im Bundesstaat Alagoas.

Eletrobras bzw. ihr verbundene Stromversorger, arbeiten mit der GIZ zusammen an der Entwicklung von Möglichkeiten zur Elektrifizierung netzferner Standorte durch erneuerbare Energien, unter anderem mit Hilfe von PV.²⁵¹ In diesem Rahmen wurden zwei Pilotprojekte, eines in Acre und ein weiteres in Pará initiiert, bei dem Mininetze und kleine, abgelegene Wohnsiedlungen durch PV und andere erneuerbare Energien mit Strom versorgt werden sollen. Außerdem führt die GIZ im Rahmen des vom Bundesstaat Rio de Janeiro initiierten Projekts Rio Capital da Energia ein Projekt zur Nutzung erneuerbarer Energien und zum Thema Energieeffizienz in Städten durch, das auch die PV-Nutzung einschließt.²⁵² Im Rahmen dieses Projektes sollen mehrere Demonstrationsprojekte zu Schulungszwecken im Bereich PV realisiert werden. Das Projekt läuft bis 2015. Unterstützt vom BMZ führt die EPE zwischen 2013 und 2015 ein Projekt zur Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz durch. Inhalt war die Erarbeitung von Energieeffizienzpotenzialen, die sich u.a. in neuen Regelungen der ANEEL hinsichtlich der Verwendung der für Stromversorger obligatorischen Investitionen in Energieeffizienz niederschlagen. Weiterhin wurde die ANEEL im Rahmen des Projekts bei der Einführung des Net-metering-Systems für die erneuerbare Mikro- und Minigeneration unterstützt und es werden Bildungsmaßnahmen im Bereich erneuerbare Energien und Energieeffizienz durchgeführt, um dem Fachkräftemangel zu beheben.²⁵³ Das brasilianische Ministerium für Wissenschaft, Technologie und Innovation plant mit Unterstützung von BMZ, GIZ und KfW die Errichtung einer Ein-MW-CSP-Pilotanlage bis 2017. Das Projekt soll erste Erfahrungen mit der Technologie als Grundlage für die Schaffung der administrativen Rahmenbedingungen für die Nutzung der solarthermischen Stromerzeugung in Brasilien liefern.²⁵⁴ Standort des Projekts wird der Nordosten Brasiliens sein. Weiterhin befindet sich ein solarthermisches Kraftwerksprojekt mit drei MW elektrischer Leistung durch Petrobras in Planung sowie ein erstes kommerzielles CSP-Projekt mit 30 bis 50 MW elektrischer Leistung durch den Stromversorger Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF).²⁵⁵

²⁴⁷ PV Magazine: Pekic, V., 2013a

²⁴⁸ Jornal da Energia: Binas, F., 2013

²⁴⁹ PV Magazine: Pekic, V., 2013b

²⁵⁰ PV Magazine: Pekic, V., 2013b

²⁵¹ Eletrobras, 2010b

²⁵² GIZ (b)

²⁵³ GIZ (c)

²⁵⁴ GIZ (a)

²⁵⁵ GIZ (a)

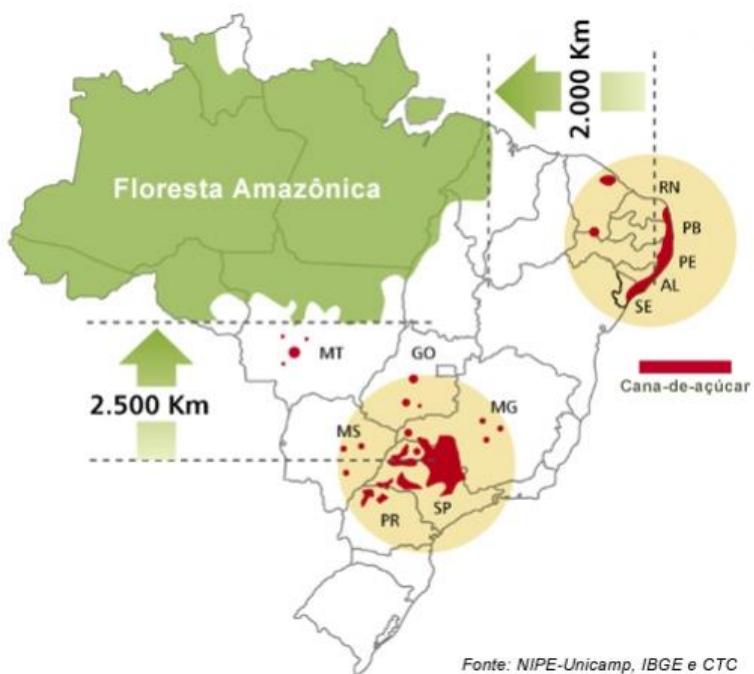
4.3 Bioenergie

4.3.1 Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial

Bioenergie ist eine der bedeutendsten Energieressourcen in Brasilien. Sowohl für die Biomassenutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung als auch für die Biotreibstoffproduktion besteht ein enormes Potenzial. Die ackerbaulich genutzte Fläche Brasiliens beträgt entsprechend Zensusdaten von 2006 77 Mio. ha, als Weideland werden 172 Mio. ha genutzt und die Forstflächen umfassen weitere 100 Mio. ha.²⁵⁶ Auf der Internetseite des IBGE unter http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#REC_NAT steht eine Karte der Biomasseressourcen Brasiliens zur Verfügung. Weiterhin enthält der vom nationalen Referenzzentrum für Biomasse (CENBIO) erstellte Biomasseatlas (<http://cenbio.iee.usp.br/atlasbiomassa.htm>) eine Vielzahl detaillierter Karten, in denen das Potenzial verschiedener Energieträger (Zuckerrohrbagasse, Biogas aus landwirtschaftlichen und städtischen Abfällen, land- und forstwirtschaftliche Reststoffe) für die einzelnen Regionen Brasiliens angegeben ist.

Brasilien ist weltweit führend im Zuckerrohranbau und zweitgrößter Bioethanolproduzent der Welt.²⁵⁷ Es kommt für 20 Prozent des Weltmarktes und des Welthandels an Bioethanol auf. Bereits seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts setzte das Land auf Bioethanol, um sich von Ölimporten unabhängig zu machen. Da Bioethanol in der Regel günstiger war als Benzin, wurde die Fahrzeugflotte mehr und mehr auf Bioethanol umgestellt. Die Abbildung 12 zeigt eine Karte der Zuckerrohranbaugebiete in Brasilien (rot). Diese liegen vor allem in den Bundesstaaten São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goias, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Rondonia und Sergipe.

Abb. 12: Karte der Zuckerrohrproduktion in Brasilien²⁵⁸



²⁵⁶ MAPA, 2014

²⁵⁷ UNICA (b)

²⁵⁸ UNICA (a)

Im Erntezeitraum 2013/2014 wurden in Brasilien 653.319 Mio. Tonnen Zuckerrohr erzeugt, die für die Zuckerproduktion als auch für die Herstellung von 27,531 Mio. m³ Bioethanol verwendet wurden.²⁵⁹ Ab dem Erntezeitraum 2011/2012 gab es einen deutlichen Rückgang der Bioethanolproduktion, der bis 2012/13 anhielt und mehrere Ursachen hatte. Hauptabnehmer für das Bioethanol sind neben dem einheimischen Kraftstoffmarkt die USA. Durch die kürzlich aufgekommene Schiefergasförderung (Fracking) in den USA sank die Nachfrage nach brasilianischem Bioethanol spürbar. Um während der globalen Finanzkrise die Inflation zu bremsen, begann die staatlich kontrollierte Petrobras, Erdöl zu importieren und mit Verlust²⁶⁰ im Inland zu vertreiben. Außerdem senkte die brasilianische Regierung im Zuge der Euphorie über die Erdölfunde vor der brasilianischen Küste die Steuern auf Benzin so stark, das Bioethanol für den Verbraucher erstmals teurer wurde als Benzin.²⁶¹ Naturgemäß reduzierte dies die Bioethanolnachfrage entsprechend. Der Anteil des Bioethanols am Treibstoffverbrauch sank von 50 Prozent in 2008 auf nur noch 30 Prozent.²⁶² Dies veränderte die Bioethanolbranche und zog eine Konzentration der Erzeugung auf Großunternehmen nach sich. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang Odebrecht, Cargill, Royal Dutch Shell und BP, die sich den Marktbedingungen durch den Wechsel zwischen Zucker- und Bioethanolproduktion anpassen können.²⁶³ Trotz der beschriebenen Entwicklung werden im Hinblick auf den weltweit wachsenden Biotreibstoffbedarf und die Bestrebungen zur Senkung des Treibhausgasausstoßes im Treibstoffsektor Chancen für den brasilianischen Bioethanolsektor gesehen.²⁶⁴ Im Zeitraum 2013/2014 erreichte die Bioethanolproduktion jedoch wieder das Niveau von 2010/2011.

Die Nachfrage nach brasilianischem hydriertem Bioethanol betrug 2013 Schätzungen zufolge 11,6 Mrd. Liter. Bis 2022 wird mit jährlichen Nachfragezuwachsen von rund elf Prozent gerechnet, so dass im Rahmen des Zehnjahresplanes für 2022 eine Nachfrage nach hydriertem Bioethanol (ethanol hidratato) von 32,8 Mrd. Litern prognostiziert wird.²⁶⁵ Für anhydriertes Bioethanol wird, ausgehend von einer geschätzten Nachfrage von 7,9 Mio. Litern in 2013 2022 eine Nachfrage von 14,3 Mrd. Liter erwartet.²⁶⁶ Die obligatorische Beimischung von Bioethanol zu Benzin der Kategorie A beträgt 25 Prozent.²⁶⁷

Ein wichtiger Branchenverband der Zuckerrohrindustrie ist die União da Indústria de Cana de Açúcar (UNICA). In ihr sind sowohl Zuckerrohranbauer als auch der Verarbeitungssektor und Unternehmen der Bioethanolbranche zusammengeschlossen. Weiterhin gibt es im Bundesstaat São Paulo, einem der wichtigsten Zuckerrohranbaugebiete Brasiliens, einen regionalen Branchenverband, den Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de S. Paulo (CONSECANA). Eine Liste von im Zuckerrohr- bzw. Bioethanolsektor engagierten Unternehmen ist auf der Internetseite von UNICA unter <http://www.unica.com.br/empresas/> einsehbar.

Die Logistik für den Ethanoltransport soll verbessert werden. Dies schließt neben dem Straßentransport auch die Erweiterung von Möglichkeiten zum Transport per Bahn und der Umschlagkapazität in verschiedenen Häfen ein. In 2011 wurde zudem das Unternehmen Logum Logistica gegründet, dessen Zielsetzung darin besteht, ein Pipelinennetz für den Transport von Bioethanol aufzubauen. Anteilseigner von Logum Logistica sind Petrobras, Ethanolproduzenten und weitere Unternehmen. Zu den brasilianischen Bioethanolherstellern zählen die Açúcar Guarani S/A, die Alcoeste Destilaria Fernandópolis S / A, Adecoagro, Balbo, Biosev, BP, Bunge, Cocal, Colombo, Da Pedra, Ipiranga, NG Bioenergia, Odebrecht, Raizen (ist Teil von COSAN), Viralcool, Virgolino und Zilor. Guarani ist eines der wichtigsten Unternehmen in der Zuckerrohrverarbeitung. Es unterhält sieben Bioethanolwerke im Bundesstaat São Paulo. Unter dem Dach der Unter-

²⁵⁹ UNICADATA, 2014

²⁶⁰ Bloomberg: Almeida, I. und Kassai, L., 2013

²⁶¹ The Washington Post: Forero, J., 2014

²⁶² The Washington Post: Forero, J., 2014

²⁶³ The Washington Post: Forero, J., 2014

²⁶⁴ The Washington Post: Forero, J., 2014

²⁶⁵ MME, EPE, 2013

²⁶⁶ MME, EPE, 2013

²⁶⁷ MME, EPE, 2013

nehmensgruppe Tereos Internacional betreibt Guarani gemeinsame Bioethanolwerke mit Petrobras. Petrobras ist an neun Bioethanolwerken mit einer Gesamtkapazität von 1.294 Mio. Litern jährlicher Produktionskapazität beteiligt. Copersucar ist das weltgrößte Handelsunternehmen für Bioethanol und der bedeutendste brasilianische Bioethanolexporteur. Das Unternehmen errichtet derzeit ein neues Terminal für den Bioethanolumschlag in Paulinia, das noch 2014 fertiggestellt werden soll.²⁶⁸ Equipálcool Sistemas projektiert und errichtet komplett Bioethanolwerke einschließlich der Verwertung der Abfallprodukte wie der Bagasse. Außerdem bietet das Unternehmen ein effizientes Reinigungsverfahren für das Zuckerrohr an. Viele der Bioethanolproduzenten nutzen die anfallende Zuckerrohrbagasse zur Stromerzeugung für den Eigenbedarf bzw. für die Netzeinspeisung.

Die Biodieselproduktion ist stark von der Beimischung zu konventionellem Diesel abhängig. Auch in den kommenden Jahren wird keine Wettbewerbsfähigkeit von Biodiesel gegenüber konventionellem Diesel erwartet, so dass sich die Produktion längerfristig an der obligatorischen Beimischung ausrichten wird.²⁶⁹ Die installierte jährliche Produktionskapazität für Biodiesel hat einen Umfang von rund sieben Mrd. Litern²⁷⁰ und beträgt damit rund das Doppelte der durch die Beimischung bedingten Nachfrage.²⁷¹ Die Beimischungsquote liegt bei fünf Prozent, wobei im Zehnjahresplan nicht von Änderungen dieses Werts ausgegangen wurde. Unter diesem Szenario wurde im Zehnjahresplan ein Anstieg der Biodieselnachfrage von 2,9 Mrd. Liter in 2013 auf vier Mrd. Liter in 2022 in Aussicht gestellt.²⁷² Jüngste Entwicklungen zeigen jedoch ein Abweichen von diesen Plänen. Im Juli 2014 wurde die obligatorische Beimischung von Biodiesel zu Diesel von fünf auf sechs Prozent erhöht und im November 2014 soll eine weitere Steigerung auf sieben Prozent erfolgen.²⁷³ Der Vertrieb von Biodiesel erfolgt über zweimonatlich stattfindende Auktionen, die von der ANP durchgeführt werden. Der bei weitem wichtigste Rohstoff für die Biodieselproduktion ist Soja. In geringerem Umfang werden auch Schlachtfette, sonstige Fette und aus Baumwollsamen gewonnenes Öl eingesetzt. Weitere, bisher kaum genutzte Rohstoffe wie Rizinus, Raps, Palmöl, Sonnenblumensamen oder Jatropha kommen ebenfalls für die Biodieselherstellung in Betracht bzw. werden in geringerem Umfang, meist in kleinbäuerlichen Strukturen auch dafür genutzt. Die Palmölherzeugung auf nachhaltiger Basis soll durch das Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo (Propalma) gefördert werden. Außerdem werden Möglichkeiten zur Herstellung von Biodiesel zweiter Generation aus alternativen Rohstoffen erforscht. Die Initiativen dazu gehen vorrangig von der Regierung aus.

Zahlreiche Unternehmen aus der Pflanzenöl erzeugenden Branche sind in der Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal (ABIOVE) organisiert. Der Branchenverband erstellt Statistiken über die Pflanzenölproduktion und vertritt die Interessen der Erzeuger. Weiterhin gibt es die Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (APROBIO), einen nationalen Verband der Biodieselproduzenten Brasiliens. Die Associação Brasileira de Produtores de Pinhão Manso (AB-PPM) ist der Branchenverband für den Jatropha-Anbau in Brasilien. Petrobras ist einer der bedeutendsten Biodieselproduzenten Brasiliens. Das Unternehmen unterhält fünf Biodieselwerke. Dazu gehört das Biodieselwerk Montes Claros in Minas Gerais, das eine jährliche Kapazität von 108 Mio. Litern besitzt und mit Soja, Sonnenblumenkernen und Rizinus betrieben wird. In Bahia befindet sich das größte Biodieselwerk von Petrobras (Candeias). Es stellt 217,2 Mio. Liter Biodiesel pro Jahr her. Der Anbau der Rohstoffe für die Biodieselproduktion basiert auf bäuerlichen Strukturen. So liefern etwa 21.000 Landwirte die Rohstoffe für den Betrieb des Biodieselwerks Candeias. Die Biodieselwerke der Petrobras haben insgesamt eine jährliche Produktionskapazität von 720,2 Mio. Litern. Zum Teil betreibt Petrobras diese in Zusammenarbeit mit SSBIOS.

²⁶⁸ Copersucar, 2014

²⁶⁹ MME, EPE, 2013

²⁷⁰ MME, EPE, 2013

²⁷¹ MME, EPE, 2013

²⁷² MME, EPE, 2013

²⁷³ Economia Negocios: Moura, E.R.R.M., 2014

Das Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO) ist eine der wichtigsten Forschungseinrichtungen Brasiliens für den Bioenergiesektor. Das CENBIO führt Forschungsarbeiten auf allen Gebieten des Bioenergiesektors durch. Außerdem betreut es den Biomasseatlas, eine umfassende Datenbank über die Biomasseressourcen Brasiliens. Dieser ist auf der Internetseite des CENBIO unter <http://cenbio.iee.usp.br/atlasbiomassa.htm> abrufbar. Forschungsthemen des CENBIO waren bislang beispielsweise die Biogasgewinnung aus städtischem Abfall und seine Nutzung zur Stromerzeugung und für den Betrieb von Gaslaternen, die Entwicklung von Biotreibstoffen zweiter Generation und die Biomassevergasung. Das CENBIO ist Teil der Universität São Paulo (USP).

Dedini Indústrias de Base errichtet Bioethanolwerke und stellt Anlagen für die Biodieselproduktion her. Das Unternehmen lieferte die Ausrüstung für fünf laufende Biodieselwerke sowie für weitere sechs, die sich ihm Bau befinden.²⁷⁴ Es ist damit einer der bedeutendsten Ausrüster für die Biodieselbranche Brasiliens. Granol Industria Comercio e Exportação S.A. ist ein bedeutender Verarbeiter von Ölfrüchten und stellt in drei eigenen Werken Biodiesel her. Die jährliche Biodieselproduktion beträgt rund 840.000 m³.

Brasilien ist unter den Industrieländern führend in der energetischen Nutzung von Biomasse.²⁷⁵ In Brasilien stehen verschiedene Arten fester Biomasse für die Stromerzeugung zur Verfügung. Ende 2013 waren 8.870 MW elektrische Leistung gestellt durch Biomassekraftwerke in Betrieb.²⁷⁶ Den größten Anteil der Brennstoffe trägt dabei die Zuckerrohrbagasse. Bei einem gegenwärtigen Anbauvolumen von 653.319 Mio. Tonnen Zuckerrohr kann mit etwa 127 Mio. Tonnen Biomasse aus dem Zuckerrohranbau gerechnet werden (200 kg/Tonne nach Angaben von UNICA). Weitere erneuerbare Festbrennstoffe sind Holz und Holzkohle. Die Nachfrage nach Holz wurde 2013 auf 48.444 Mio. Tonnen geschätzt und bis 2022 wird eine Steigerung auf 57.998 Mio. Tonnen erwartet.²⁷⁷ Die energetische Nutzung von Holz hatte 2013 einen Umfang von 16.182 kt RÖE und von Holzkohle 4.161 kt RÖE.²⁷⁸ Holzkohle wird überwiegend industriell, z.B. für die Stahlherstellung oder die keramische Industrie, in geringerem Umfang jedoch auch von den Haushalten genutzt. Bis 2017 wird ein Anstieg der Holzkohlenachfrage von 8.844 Mio. Tonnen in 2013 auf 10.893 Mio. Tonnen, später dann bis zum Jahr 2022 mit einem Absinken auf 10.402 Mio. Tonnen gerechnet.²⁷⁹ Da die Bioenergie in den Stromkontingentauktionen mit der preislich günstigeren Windkraft im Wettbewerb steht, war gegenüber 2008 bis 2010 ein starker Rückgang der Investitionen in die Stromerzeugung aus Biomasse zu verzeichnen. Die Rede Nacional de Biomassa para Energia (Renabio) ist ein Verband von Akteuren des Biomassesektors, der Forschung und Entwicklung im Bereich der Energieerzeugung aus Biomasse sowie der Herstellung von Biodiesel vorantreibt. Eine Liste von Akteuren der Branche ist auf der Internetseite Renabio unter <http://www.renabio.org.br/associados.htm> verfügbar. Der Zellulosehersteller Celulose Nipo-Brasileira verarbeitet Eukalyptus. Die Abfälle aus diesem Prozess werden zur Stromerzeugung genutzt. Koblitz betreibt Biomassekraftwerke auf Basis von Zuckerrohrbagasse, Reisspelzen und Holzabfällen.

Die Biogaserzeugung spielt in Brasilien im Vergleich zu anderen Bioenergieformen eine geringere Rolle. Das Land verfügt über einen bedeutenden Bestand an Rindern (211 Mio.), Schweinen (39 Mio.) und Geflügel (1,26 Mrd.)²⁸⁰, sodass Gülle und weitere anfallende landwirtschaftliche Abfälle für die Biogaserzeugung zur Verfügung stehen. Da ein bedeutender Anteil der Mastrinder in extensiver Weidehaltung aufgezogen wird, fällt für diesen Teil des Bestandes die Möglichkeit der Gülleutzung weg. Dagegen bestehen weitere Potenziale im städtischen Bereich in der Verwertung häuslicher Bioabfälle für die Biogaserzeugung. Neben der Stromerzeugung aus Biogas wird auch die Möglichkeit der direkten Biogasnutzung etwa für die städtische Beleuchtung ins Auge gefasst. Die BIOGÁS Energia Ambiental S / A produziert Deponegas in São

²⁷⁴ Dedini, 2010

²⁷⁵ Jornal de Energia: Maciel, A., 2013

²⁷⁶ CCEE, 2014a

²⁷⁷ MME, EPE, 2013

²⁷⁸ MME, EPE, 2014

²⁷⁹ MME, EPE, 2013

²⁸⁰ MAPA, 2014

Paulo und erzeugt daraus elektrischen Strom. In Rio de Janeiro prüft das Unternehmen die Möglichkeit, Biogas direkt zu vermarkten.²⁸¹ BSBIOS produziert Biodiesel.

4.3.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten

Finanzierungen können bei der BNDES, aber auch bei der deutschen KfW beantragt werden.

In den vergangenen Jahren lag trotz Preisverfall der Zuckerpreis über dem Preis für Bioethanol, was zu einem Rückgang der Bioethanolproduktion und zu einem Zuckerüberschuss führte und die Zuckerrohrverarbeiter in Schwierigkeiten brachte.²⁸² Um dem zu begegnen, wurde 2013 eine Steuersenkung für Bioethanol angekündigt, die bis zu 80 Prozent betragen sollte und den Zucker- und Bioethanolpreis angleichen würde. Dadurch sollte die Produktion stärker in Richtung Bioethanol gelenkt werden und die Zuckerüberschüsse abgebaut werden. Dies führte die Bioethanolproduktion erneut auf Rekordhöhe.

Für Biodiesel gibt es ein Label für die sozialverträgliche Produktion (Selo Combustível Social), das vergeben werden kann, wenn Kleinbauern in den Anbau der Ölfrüchte einbezogen werden und dadurch Einkommen generieren können. Die ANP organisiert Auktionen für die Vermarktung von Biodiesel, die alle zwei Monate stattfinden. Der erzielte Preis für Biodiesel lag bei den Auktionen 25 bis 32 um 2.100 R\$ / m³ (rund 694 Euro).²⁸³

Ein Finanzierungsprogramm der BNDES, der Plano Conjunto BNDES-FINEP de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico, stellte Mittel in Höhe von 3,3 Mrd. R\$ (rund 1,1 Mrd. Euro) für die Entwicklung von Biotreibstoffen zweiter Generation auf Basis zellulosehaltiger Rohstoffe zur Verfügung.²⁸⁴

Der Bioenergie basierten Stromerzeugung (vorwiegend aus Biomasse, insbesondere Zuckerrohrbagasse) stehen wie anderen erneuerbaren Energien die Stromkontingentauktionen offen. In jüngster Zeit geriet die Biostromerzeugung in den Stromkontingentauktionen gegenüber der preislich wettbewerbsstarken Windkraft ins Hintertreffen. Das führte dazu, dass weniger Stromerzeugungsanlagen auf Basis Bioenergien den Zuschlag erhielten. Im Oktober 2014 ist erstmals eine Reserveenergieauktion geplant, im Rahmen derer Stromkontingente separat für die einzelnen Energieträger, darunter Biomasse ausgeschrieben werden. Dadurch stehen die sich bewerbenden Biostromprojekte nur gegeneinander im Wettbewerb.

4.3.3 Projektinformationen

Noch in 2014 soll in Alagoas das erste Bioethanolwerk, das zellulosehaltige Materialien für die Bioethanolherstellung verwendet, eröffnet werden. Insgesamt sind fünf Produktionsstätten für die Herstellung von Bioethanol zweiter Generation geplant, die eine Gesamtkapazität von 245 Mio. Litern jährlich haben sollen.²⁸⁵ Die Inbetriebnahme soll zwischen 2014/15 und 2016/17 erfolgen. Zu den geplanten Projekten gehört ein Bioethanolwerk mit 82 Mio. Litern, das von Cranbio/Carlos Lyra am Standort São Miguel dos Campos 2014/15 errichtet werden soll, und ein Bioethanolwerk mit 40 Mio. Litern Kapazität, das Raizen in Piracicaba bis 2015/16 bauen wird. Odebrecht Agroindustrial plant ein Bioethanolwerk mit 80 Mio. Litern Kapazität auf Basis zellulosehaltiger Materialien, dessen Standort jedoch noch nicht feststeht. CTC will noch in 2014/15 ein Werk mit einer Kapazität von drei Mio. Litern in São Manoel in Betrieb nehmen. In Quirinópolis ist von Petrobras und São Martinho ein weiteres Werk mit 40 Mio. Litern Kapazität geplant.

²⁸¹ Biogas Ambiental

²⁸² Bloomberg: Almeida, I. und Kassai, L., 2013

²⁸³ MME, EPE, 2013

²⁸⁴ EPE, 2014b

²⁸⁵ EPE, 2014b

Zur Verbesserung der Transportlogistik für Bioethanol soll ein Pipelinennetz aufgebaut werden, das die Hauptanbaugebiete mit den Abnahmestellen und Häfen verbindet. In 2013 wurde der zwischen Ribeirão Preto und Paulínia verlaufende erste Pipelineabschnitt mit 207 km Länge fertiggestellt.²⁸⁶ Der nächste geplante Abschnitt zwischen Ribeirão Preto und Uberaba soll noch in 2014 in Betrieb genommen werden. Außerdem soll in den Bioethanoltransport über die Wasserwege investiert werden. Ab 2015 sollen zwanzig Tankschiffe mit einer Transportkapazität von insgesamt vier Mio. Litern jährlich für den Bioethanoltransport auf den Wasserwegen genutzt werden.²⁸⁷

4.4 Geothermie

4.4.1 Natürliche, wirtschaftliches und technisches Potenzial

Brasilien besitzt in nennenswertem Umfang Thermalwasservorkommen (Aquitere), zumeist mit Temperaturen unter 90°C.²⁸⁸ Diese befinden sich überwiegend in den Bundesstaaten Goias und Mato Grosso sowie im Bundesstaat Santa Catarina.²⁸⁹ Die geothermischen Ressourcen liegen meist in sedimentären Niederungen. Weitere für die geothermische Nutzung geeignete Gebiete befinden sich im Nordosten Brasiliens. Die Wärmestromdichte liegt in Brasilien zwischen 30 und 100 mW / m².²⁹⁰ Geothermische Hochtemperatur-Ressourcen sind auf den Inseln Fernando do Noronha und Trindade zu finden.²⁹¹ Eine Erschließung ist hier aus Naturschutzgründen unwahrscheinlich.

Im Bereich des Paraná-Beckens, des Parnaíba und des Amazonas sind geothermische Ressourcen vorhanden, die mit dem Vorkommen großer Aquifer-Systeme verbunden sind. Besonders der Aquifer Guarani, der sich über Teile des südlichen Brasiliens sowie auf angrenzende Gebiete der Nachbarländer Argentinien, Uruguay und Paraguay erstreckt, wird diesbezüglich erforscht. Im zentralen Teil des Paraná-Beckens wird Potenzial für die Nutzung geothermischer Ressourcen für die Gebäudeklimatisierung und industrielle Anwendung in größerem Umfang gesehen.²⁹² In Abbildung 13 werden die in Brasilien regional vorliegenden Werte zur Wärmestromdichte dargestellt.

²⁸⁶ EPE, 2014b

²⁸⁷ EPE, 2014b

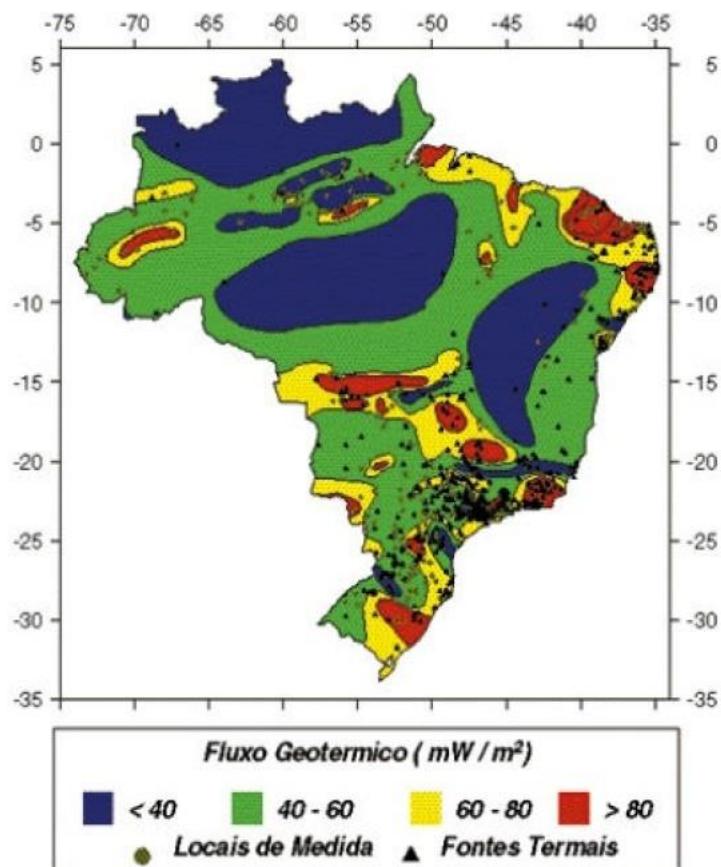
²⁸⁸ Lund, J.W. et al., 2010

²⁸⁹ Hamza et. Al., 2010a

²⁹⁰ Hamza V.M et.al, 2010a

²⁹¹ Hamza V.M. et al., 2010a

²⁹² Lund, J.W. et al., 2010

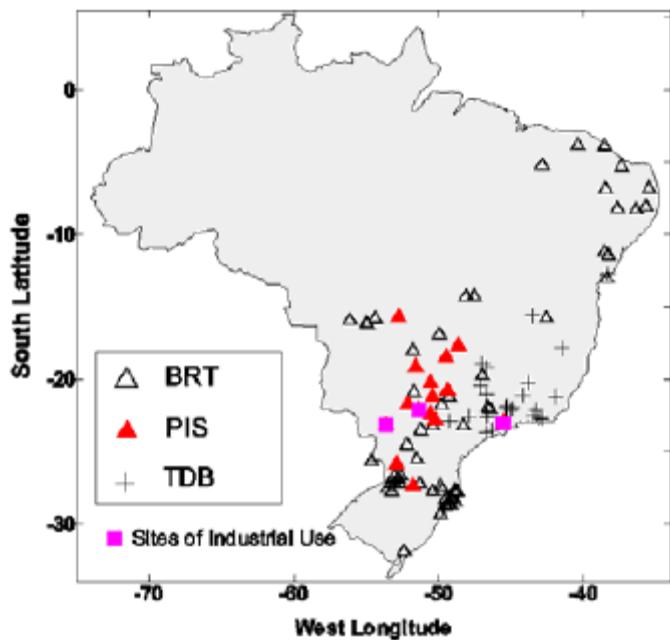
Abb. 13: Wärmestromdichte in Brasilien (mW/m²)²⁹³

Vor allem im Süden Brasiliens werden Thermalquellen, beispielsweise Caldas Novas und Rio Quente im Bundesstaat Goias, für touristische Zwecke und als Heilbäder genutzt. Die thermische Gesamtleistung der überwiegend für touristische Zwecke genutzten Thermalquellen wird auf 365 MW_{th} geschätzt.²⁹⁴ Dies schließt größere Thermalwasservorkommen, die sich für eine industrielle Nutzung eignen würden, mit einem Gesamtpotenzial von 343 MW_{th} ein.²⁹⁵ Industrielle Applikationen sind jedoch noch selten. Die Abbildung 14 gibt einen Überblick über die Standorte größerer geothermischer Wärmennutzung mit Stand 2004.

²⁹³ Geni: Meisen, P. und Hubert, J., 2010

²⁹⁴ Hamza, V.M. et al., 2010b

²⁹⁵ Hamza, V.M. et al., 2005

Abb. 14: Standorte größerer geothermischer Wärmennutzung²⁹⁶

Anmerkung zu Abbildung 14: BRT: Bäder, Erholungszentren und Tourismus; PIS: Potenzial für industrielle Anwendungen und Raumheizung; TDB: Therapeutische Anwendungen

In 2004 gab es in Brasilien 360,1 MW_{th} an direkter geothermischer Wärmennutzung, davon entfielen 4,2 MW_{th} auf industrielle Nutzung als Prozesswärme sowie die landwirtschaftliche Trocknung, während die verbleibenden 355,9 MW_{th} für touristische und medizinische Zwecke genutzt wurden.²⁹⁷ Beispielsweise wird in Cornélio Procópio in Paraná 50°C warmes Thermalwasser in der Kaffeeproduktion eingesetzt. In geringem Umfang wird Thermalwasser in industriellen Prozessen der Holzverarbeitung und der Lederherstellung und der Landwirtschaft verwendet. Es gibt geothermische Anwendungen in der Fischzucht und der Wolleverarbeitung.²⁹⁸ Es gibt derzeit keine geothermische Stromerzeugung in Brasilien. Zur Gebäudeklimatisierung wird die Geothermie bisher nur vereinzelt eingesetzt. Ein bedeutendes Projekt diesbezüglich ist das Kulturinstitut Max Feffer, dessen Gebäudeklimatisierung ein geothermisches System einbezieht.²⁹⁹ Insbesondere in der Gebäudekühlung durch Geothermie besteht in Brasilien beträchtliches, bisher ungenutztes Potenzial³⁰⁰, da elektrisch betriebene Klimaanlagen in großem Umfang ersetzt werden könnten. Derzeit beansprucht die Gebäudeklimatisierung etwa 4,5 Prozent des Energieverbrauchs in Brasilien.³⁰¹

In die Erforschung der Geologie Brasiliens, unterirdischer Wasserressourcen und geothermischer Potenziale sind verschiedene Einrichtungen involviert. Federführend ist dabei das Observatório Nacional, das sich mit der Erkundung geologischer Strukturen sowie geothermischer Potenziale befasst und ein geothermisches Laboratorium besitzt. Das Observatório Nacional unterhält zudem eine Datenbank über geothermische Vorkommen für Südamerika. Zu nennen ist weiter der Serviço Geológico do Brasil, der sich unter anderem mit der Erfassung unterirdischer Wasservorkommen sowie mit der Erstellung geologischer Karten beschäftigt. Da die Geothermie derzeit noch nicht in den offiziellen Energiemix aufgenommen wurde, gibt es keine spezielle Zuständigkeit seitens der Regierungsinstitutionen. Perspektivisch wäre derzeit eine Zuordnung der Geothermie in den Zuständigkeitsbereich des Kommittees CT5 des National Council für Energy Poli-

²⁹⁶ Hamza, V.M. et al., 2005

²⁹⁷ Hamza, 2010a

²⁹⁸ Lund, J.W. et al., 2010

²⁹⁹ EA: Neto, H., 2011

³⁰⁰ USP, 2014

³⁰¹ USP, 2014

cies (CNPE) möglich.³⁰² Die Nationale Wasseragentur (ANA) ist für die Umsetzung der Nationalen Agenda für unterirdische Gewässer (Agenda Nacional de Águas Subterrâneas) zuständig, die auf die umfassende Verwaltung und nachhaltige Nutzung von Grund- und Oberflächengewässern ausgerichtet ist und damit potenziell auch für geothermische Projekte relevant ist. Forschungsarbeiten zu geothermischen Anlagen werden von der Forschungsgruppe Kühlung und Klimatisierung des Departamento de Engenharia Mecânica der Universidade São Paulo (USP) durchgeführt.³⁰³

Die kommerzielle Geothermiebranche Brasiliens ist derzeit noch gering entwickelt. Das Unternehmen Thermaqua Tecnologia em Aquecimento bietet Wärmepumpen (unter anderem Boden-Wasser und Wasser-Wasser) für die Brauchwasser- und Poolerwärmung in Hotels und anderen Gebäuden mit hohem Bedarf an. Das Unternehmen errichtete beispielsweise eine Wasser-Wasser-Anlage zur Beheizung eines Schwimmbads auf dem Campus von UnicenP, weiterhin auf dem Gelände von Volvo eine Anlage zur Abwärmenutzung für die Brauchwassererwärmung und eine weitere Wasser-Wasser-Wärmepumpe zur Brauchwassererwärmung in einer Fußballtrainingsanlage in Curitiba.³⁰⁴

Trotz diverser Forschungsaktivitäten ist nur mit einer eingeschränkten Entwicklung der Geothermiebranche zu rechnen, da die Nachfrage nach geothermischen Heizsystemen aufgrund der klimatischen Bedingungen im Großteil des Landes nicht gegeben ist, Fachkräfte auf diesem Gebiet fehlen und da außerdem hohe Anschaffungskosten und Baurisiken der Implementierung geothermischer Systeme entgegenstehen.³⁰⁵

4.4.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten

Arbeiten zur Erforschung der geothermischen Potenziale Südamerikas wurden von der Fundação Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro unterstützt. Weiterhin gibt es Forschungsprojekte an den staatlichen Universitäten, etwa der Universität São Paulo.

4.4.3 Projektinformationen

Das Observatório Nacional erforschte die geothermischen Gegebenheiten im südlichen Teil des Paraná Beckens sowie im São Francisco-Becken, das sich über Teile der Bundesstaaten Minas Gerais und Bahia erstreckt. Es wurden Karten zu geothermischen Gradienten und zum Wärmefluss erstellt. Außerdem arbeitet das Institut an der Erforschung der Geothermie küstennaher Senken in Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe, Alagoas und Espírito Santo.³⁰⁶

Derzeit arbeiten Forscher der Universität São Paulo an einem Pilotprojekt zur Erforschung geothermischer Gebäudekühlung am Standort Campinas.³⁰⁷ Dabei sollen geothermische Elemente (ähnlich Energiepfähle) in bis zu 50 Meter Tiefe in den Boden eingebracht werden, um die im Vergleich zur Lufttemperatur geringeren Temperaturen des Bodens für die Gebäudekühlung nutzbar zu machen.

4.5 Wasserkraft

4.5.1 Natürliches, wirtschaftliches und technisches Potenzial

Die Großwasserkraft ist die bedeutendste Form der Stromerzeugung in Brasilien. Sie kam für 85,9 Prozent der Stromerzeugung (2012) und zwölf Prozent der Primärenergieerzeugung (2013) auf. In 2012 wurden im SIN 351.899,10 GWh

³⁰² Hamza V.M. et al., 2010

³⁰³ USP, 2014

³⁰⁴ Thermacqua, 2007

³⁰⁵ Rio Renovavel, 2014

³⁰⁶ Hamza, V.M. et al., 2010

³⁰⁷ USP, 2014

Strom, einschließlich des Itaipukraftwerks sogar 440.927,1 GWh Strom aus großer Wasserkraft erzeugt.³⁰⁸ Die installierte Kapazität an Großwasserkraft betrug Ende 2013 86.923 MW und an Kleinwasserkraft (PCH und CGH) 4.805 MW.³⁰⁹ In einem Beschluss der ANEEL von 1998 werden kleine Wasserkraftwerke (Pequenas Centrais Hidreletricas – PCH) als Anlagen mit einer installierten Kapazität über einem MW bis einschließlich 30 MW definiert.³¹⁰ Zugleich muss die zugehörige Fläche des Stausees kleiner sein als drei km². Größere Anlagen werden als Usinas Hidreletrica de Energia (UHE) bezeichnet. Üblicherweise besitzen UHEs im Gegensatz zu PCHs die Möglichkeit zur Regulierung des Wasserflusses. Kleinste Wasserkraftanlagen werden als CGHs (Central Geradora Hidreletrica) bezeichnet.

In einer vom Idaho National Laboratory durchgeführten Studie³¹¹ zum Wasserkraftpotenzial Brasiliens wird das natürliche Potenzial mit 735 GW und das technische Potenzial mit 520 GW installierter Kraftwerksleistung angegeben. Es wird von 50.000 realisierbaren Standorten für kleine (PCH) und große (UHE) Wasserkraftwerke sowie mehr als 580.000 Standorten für Kleinwasserkraft (CGH) ausgegangen.³¹² Auf der Internetseite des Idaho National Laboratory sind interaktive Karten des Wasserkraftpotenzials der brasilianischen Ströme abrufbar. Wichtigste Flüsse für die Großwasserkraft sind der Rio São Francisco, der Rio Paraná, der Rio Tapajos, der Rio Tocantins, der Amazonas, der Rio Madeira und der Xingú.³¹³ Im von der ANEEL erstellten Elektrizitätsatlas sind die Wasserkraftpotenziale für die einzelnen Flusssysteme auf Basis einer Erhebung der EPE in 2007 dargestellt wie Tabelle 13 zu entnehmen.

Tab. 13: Wasserkraftpotenziale nach Flussniederungen³¹⁴

Flussniederung	Potenzial in MW	Anteil in Prozent
Amazonas	106.149	42,2
Paraná	57.801	23,0
Tocantins / Araguaia	28.035	11,2
São Francisco	17.757	7,1
Atlântico Sudeste	14.728	5,9
Uruguai	12.816	5,1
Atlântico Sul	5.437	2,2
Atlântico Leste	4.087	1,6
Paraguai	3.102	1,2
Parnaíba	1.044	0,4
Atlântico NE Oc.	376	0,1
Atlântico NE Or.	158	< 0,1
Gesamt	251.490	100

Das größte Wasserkraftwerk Brasiliens ist das Itaipu-Kraftwerk, das sich nahe der Iguaçú-Fälle am Paraná-Fluss im Grenzgebiet zu Paraguay befindet. Das Kraftwerk besitzt eine installierte Leistung von 14.000 MW und ist das zweitgrößte Wasserkraftwerk weltweit. Es deckt 17 Prozent des brasilianischen und 75 Prozent des paraguayischen Strombedarfs.³¹⁵ Weitere bedeutende Wasserkraftwerke sind das Tucurui-Kraftwerk am Rio Tocantins mit 8.370 MW, das Wasserkraft-

³⁰⁸ ONS

³⁰⁹ CCEE, 2014a

³¹⁰ ANEEL, 1998

³¹¹ Hall, D. G., 2011

³¹² Hall, D. G., 2011

³¹³ ANEEL, 2008

³¹⁴ ANEEL, 2012b

³¹⁵ Itaipu Binacional

werk Ilha Solteira am Rio Paraná mit 3.444 MW, das Wasserkraftwerk Xingó mit 3.162 MW und das Wasserkraftwerk Paulo Alfonso IV mit 2.462 MW am Rio São Francisco.

In den vergangenen Jahren erfolgte ein bedeutender Zubau von Kleinwasserkraft, da diese sich an vielen Standorten wirtschaftlich rechnet. Allein im bis 2008 laufenden Programm PROINFA wurden 60 Kleinwasserkraftwerke errichtet. Im Zehnjahresplan zum Ausbau der Energierzeugung wurde für den Zeitraum von 2013 bis 2018 der Ausbau der Kleinwasserkraft detailliert dargelegt. Demnach soll die installierte Kapazität an kleiner Wasserkraft in 2014 um 143 MW, 2015 um 64 MW, 2017 um 153 MW und 2018 um 265 MW erweitert werden.³¹⁶ In 2016 ist dem Plan zufolge keine Inbetriebnahme von neuen Kleinwasserkraftwerken geplant. Die Potenziale für die Kleinwasserkraft liegen vor allem im Süden und Südosten sowie im mittleren Osten des Landes, da hier einerseits die topografischen Bedingungen für die Installation von Wasserkraftanlagen an vielen Standorten gegeben sind und andererseits aufgrund dichterer Besiedelung und Industrialisierung die Stromnachfrage am höchsten ist. Dagegen konzentriert sich der Ausbau der großen Wasserkraft in den kommenden Jahren vorrangig auf den Norden Brasiliens, insbesondere auf die Flussläufe des Amazonasbeckens. Da das Gefälle in diesem Gebiet gering ist, werden für die Realisierung großer Stromerzeugungskapazitäten sehr große Stauseen benötigt, deren Bau mit erheblichen Umweltschäden und Beeinträchtigungen des Lebensraumes indigener Bevölkerungsgruppen einhergeht. Zum Teil, etwa beim Belo-Monte-Wasserkraftprojekt werden aufgrund des Wechsels von Regen- und Trockenzeit sehr große Schwankungen in der tatsächlich realisierbaren Stromerzeugung im Jahresverlauf erwartet. Diskrepanzen zwischen der nominell installierten Wasserkraftkapazität und der in Trockenzeiten tatsächlich vorhandenen Stromerzeugung führten bereits 2001 zu Stromknappheit und Versorgungspässen.

Im Sommer 2014 (Jahreswechsel 2013/2014) belasteten Trockenheit und Hitze erneut die Stromerzeugung aus Wasserkraft. Zugleich bewirkten der verstärkte Betrieb von elektrisch betriebenen Klimaanlagen sowie die politisch bedingte Senkung der Strompreise einen zusätzlichen Anstieg der Stromnachfrage im Land. Energieversorger, die vor allem aus Wasserkraftwerken erzeugte Strommengen zu liefern hatten, sahen sich dadurch gezwungen teureren Strom aus anderen Energiequellen zuzukaufen, um ihre Versorgungsverpflichtungen auch einlösen zu können.³¹⁷ Vor diesem Hintergrund scheint eine stärkere Diversifizierung der brasilianischen Stromerzeugungskapazitäten geboten. Dennoch setzt die Regierung weiterhin in hohem Maße auf den Ausbau von Wasserkraftkapazitäten.

Es gibt erste Bestrebungen entlang der mehr als 7.000 km langen Küste die Wellenkraft zu nutzen. Das Wellenkraftpotenzial wird mit 13 bis 25 kW/m Wellenwalze angegeben.³¹⁸ Das Gesamtpotenzial für die Wellenkraft in Brasilien wird mit 87 GW beziffert.³¹⁹ Auch für die Gezeitenenergie sowie für die Strömungsenergie von Flüssen und Kanälen bestehen Potenziale zur Stromerzeugung.³²⁰ In der brasilianischen Energieplanung findet die marine Wasserkraft bislang keine Beachtung.

4.5.2 Förderprogramme, steuerliche Anreize und Finanzierungsmöglichkeiten

Finanzierungsmöglichkeiten für den Wasserkraftssektor bestehen über Darlehen des BNDES. Weiterhin kommen auch Finanzierungen der deutschen KfW in Frage. Die KfW stellte 2014 Finanzmittel für den Bau eines Wasserkraftwerkes für einen brasilianischen Energieversorger bereit.³²¹ Das Wasserkraftwerk Belo Monte wird unter anderem durch staatliche und private Unternehmen sowie durch die Beteiligung von Rentenfonds finanziert. Auch der privatwirtschaftliche Sektor stellt Finanzierungsmöglichkeiten zur Verfügung. Beispielsweise bieten auf kleine Wasserkraft spezialisierte Unterneh-

³¹⁶ MME, EPE, 2013

³¹⁷ The Economist, 2014

³¹⁸ Tuma Instalações, 2010

³¹⁹ HydroWorld.com, 2012

³²⁰ Hall, D. G., 2011

³²¹ Handelsblatt online, 2014

men zum Teil neben Installations und Projektierungsleistungen auch Finanzierungen an. Die Koblitz Energia Ltda. investiert in kleine Wasserkraftwerke.

Kleinwasserkraftwerke, die bis 2003 in Betrieb gingen sind von den Netznutzungsgebühren ausgenommen.³²² Kleine Wasserkraftwerke, die sich zur Versorgung isolierter Netze in den nördlichen Gebieten Brasiliens befinden und Dieselgeneratoren zur Stromerzeugung ersetzen, erhielten bis vor kurzem finanzielle Unterstützung aus einem Fond (CCC), der Mittel aus der Treibstoffsteuer verwaltete.³²³ Aufgrund der Abschaffung des CCC in 2013 ist eine Fortsetzung dieser Unterstützung fraglich. Die Preisbildung für Wasserkraftstrom ist unterschiedlich. Über den regulierten Strommarkt erfolgt in den von ANEEL ausgeschriebenen Auktionen eine projektbezogene Preisfindung. In der Auktion A3 von Juni 2014 betrug der so erzielte Preis 121 R\$ (39,97 Euro)/MWh.³²⁴ Dabei gilt eine Laufzeit von 30 Jahren. Der Verkauf von Strom an freie Verbraucher oder über den Spotmarkt bietet gegebenenfalls die Möglichkeit zur Erzielung höherer Preise. Es ist zu beachten, dass bei der Stromlieferung über den regulierten Strommarkt nur Garantiemengen anerkannt werden, so dass nicht die gesamte installierte Erzeugungskapazität in die Auktionen eingebracht werden kann.

4.5.3 Projektinformationen

Im Wasserkraftsektor sind Betreiber, Projektierer, Bauunternehmen und Zulieferer für die technische Ausrüstung aktiv. ABB liefert sowohl Ausrüstung für die Netzanbindung und Automatisierung der Energieerzeugung als auch Generatoren und Transformatoren. Equacional Elétrica e Mecânica Ltda. stellt ebenfalls Generatoren her.

Alstom Energia e Transporte Brasil Ltda. unterhält ein Exzellenzzentrum für Wasserkraft in Taubaté im Bundesstaat São Paulo. Das Unternehmen liefert Wasserkraftturbinen, Generatoren und hydromechanische Ausrüstung für Wasserkraftwerke. Alterima Industria e Comércio de Geradores Ltda. stellt Wasserkraftturbinen und Generatoren für die kleine bzw. kleinste Wasserkraft her. Auch Betta Hidroturbinas Industria e Comércio Ltda. produziert kleine Wasserkraftanlagen. Das zur WEG Gruppe gehörende Unternehmen Hisa – Hidráulica Industrial S / A baut Turbinen für Wasserkraftwerke. Die Automatronic Equipamentos Eletrônicos Ltda. bietet Serviceleistungen sowie Steuersysteme für Wasserkraftanlagen an. Wasserkraftturbinen für kleine und große Werke werden von Delp Engenharia Mecânica hergestellt. Das Unternehmen Energia Sustentável do Brasil wurde als Projektunternehmen für die Realisierung des Wasserkraftwerks Jirau gegründet. Es bietet außerdem Serviceleistungen im Bereich Wasserkraft an. Flessak Elétron Industrial installiert Wasserkraftwerke und Substationen für die Netzanbindung und stellt Generatoren sowie elektromechanische Bauteile für Wasserkraftwerke her.

Das Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH) informiert über die technischen und administrativen Bedingungen des Erneuerbare-Energien-Sektors und bietet vor allem im Bereich Kleinwasserkraft eine Plattform für den Informationsaustausch. Grameyer stellt Steuertechnik für Wasserkraftwerke her und bietet zudem komplettete Automatisierungslösungen für kleine Wasserkraftanlagen an. Hacker Industrial Ltda. liefert hydraulische und hydromechanische Komponenten für kleine Wasserkraftwerke und projektiert, installiert und betreibt kleine Projekte. Hidroenergia bietet Komplettlösungen im Bereich kleine Wasserkraft an. Das Unternehmen stellt zudem Kleinstwasserkraftanlagen her. Energ Power projektiert und installiert Wasserkraftwerke einschließlich der Netzanbindung. Weiterhin wartet und repariert das Unternehmen Wasserkraftanlagen als Servicedienstleister.

Die zu realisierenden Wasserkraftprojekte werden von der Regierung benannt und über Ausschreibungen privatwirtschaftlich umgesetzt. Eine Übersicht über die geplanten Wasserkraftwerke für den Zeitraum bis 2018 gibt der Zehnjah-

³²² Portal PCH, (a)

³²³ Portal PCH, (a)

³²⁴ MME, 2014b

resplan zur Erweiterung der Energieerzeugungskapazitäten.³²⁵ GDF Suez errichtet im Bundesstaat Rondonia in Jirau ein Wasserkraftwerk, das eine installierte Erzeugungskapazität von 3.750 MW haben soll.³²⁶ Der Betriebsbeginn war im Zehnjahresplan der Regierung für 2014 vorgesehen. Das Wasserkraftwerk Garibaldi mit 175 MW elektrischer Leistung soll 2014 ans Netz gehen. Bis 2015 sollen im Norden Brasiliens weitere fünf große Wasserkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 13.975 MW realisiert werden. Dies sind das Wasserkraftwerk Santo Antonio do Jari mit 370 MW, Colidier mit 300 MW, Ferreira Gomes mit 252 MW, das Wasserkraftwerk Belo Monte mit 11.233 MW und das Wasserkraftwerk Teles Pires mit 1.820 MW.³²⁷ Für 2016 ist die Inbetriebnahme der Standorte São Roque mit 135 MW, Baixo Iguaçu mit 350 MW und Salto Apiacas mit 45 MW geplant. Das Wasserkraftwerk Baixo Iguaçu sollte ursprünglich bereits 2013 fertiggestellt werden³²⁸, sein Bau verzögerte sich jedoch aufgrund von Genehmigungsproblemen.³²⁹ Das Wasserkraftwerk Jirau am Fluss Madeira wird von Energia Sustentável do Brasil errichtet. An diesem Unternehmen sind GDF Suez, Eletrosul, Chesf und Mizha Participações beteiligt. Grundlage der Planungen war das Programm zur Wachstumsbeschleunigung (Programma de Aceleração do Crescimento) der brasilianischen Regierung, die unter anderem den Bau zweier Wasserkraftprojekte am Rio Madeira vorsah. Das Projekt wurde bereits 2008 über eine Stromkontingentauktion ausgeschrieben.

Der Wasserkraftstandort Cachoeira Caldeirão mit 219 MW soll 2017 und Sinop mit 400 MW 2018 realisiert werden. Für den Zeitraum von 2018 bis 2022 sind weitere große Wasserkraftprojekte mit einer Gesamtkapazität von 19.917 MW vorgesehen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick für die zwischen 2018 und 2022 zu realisierende Wasserkraftkapazität.

Tab. 14: Geplante Wasserkraftstandorte für den Zeitraum von 2018 bis 2022³³⁰

Jahr des geplanten Betriebsbeginns	Projekt	Fluss	Installierte Kapazität (in MW)
2018	Itaocara I	Sudeste	145
	São Manoel	Teles Pires	700
2019	São Luiz do Tapajós	Tapajós	6.133
	Davinópolis	Paranaíba	74
	Foz Piquiri	Piquiri	96
	Paranhos	Chopim	63
	Ercilândia	Piquiri	87
2020	Água Limpa	Das Mortes	380
	Jatobá	Tapajós	2.338
	Comissário	Piquiri	140
	Telêmaco Borba	Tibagi	109
	Apertados	Piquiri	139
	Tabajara	Jiparaná	350
2021	Castanheira	Arinos	1.922
	Bem Querer	Branco	708
	Itapiranga	Uruguai	725
2022	Salto Augusto Baixo	Juruena	1.461

³²⁵ MME, EPE, 2013

³²⁶ GDF Suez, 2014

³²⁷ MME, EPE, 2013

³²⁸ ANEEL, 2013a

³²⁹ G1.Globo.com, 2014

³³⁰ MME, EPE, 2013

Jahr des geplanten Betriebsbeginns	Projekt	Fluss	Installierte Kapazität (in MW)
	São Simão Alto	Juruena	3.509
	Marabá	Tocantins	2.160
	Torixoréu	Araguaia	408
Gesamt	-	-	19.917

Insgesamt soll die installierte Wasserkraftkapazität bis 2022 auf 119 GW ausgebaut werden. Die Wasserregulierungsbehörde ANA teilt Brasilien in zwölf hydrografische Regionen ein. Karten der einzelnen hydrografischen Regionen sind auf der Internetseite der ANA unter <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx> abrufbar. Im 2008 von ANEEL erstellten Energieatlas finden sich Potenzialschätzungen für die wichtigsten Flussgebiete. So wird für das Tocantins/Araguaia-Becken ein Gesamtpotenzial von 28.000 MW angegeben, von dem 12.200 MW bereits erbaut wurden (Serra da Mesa und Tucurui). Der tatsächlichen Realisierung dieses Potenzials stehen jedoch vielfach Umweltschutzbelange entgegen. Im Amazonasbecken bestehen vor allem Potenziale am Rio Madeira. Im Rahmen des Programa de Aceleração do Crescimento sollen hier mehrere Wasserkraftwerke errichtet werden. Am Rio Teles Pires, einem Nebenfluss des Rio Tapajos im Amazonasgebiet werden drei Standorte mit einer installierbaren Gesamtkapazität von 3.027 MW entwickelt. Am Tapajos selbst sind weitere 10.682 MW an fünf Standorten in Planung. Ferner werden am Tocantins das Wasserkraftwerk Estreito mit 1.087 MW sowie am Uruguai das Projekt Foz do Chapecó mit 855 MW realisiert. Der Umfang der bereits genehmigten sowie der im Bau befindlichen Wasserkraftwerke wird mit 13.371 MW angegeben.³³¹

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Großwasserkraftwerke realisiert. So wurde 2007 das Wasserkraftwerk Santo Antônio lizenziert, welches eine installierte Kapazität von 3.150 MW besitzt. Ein Jahr später wurde das Wasserkraftwerk Jirau mit 3.300 MW Kapazität lizenziert, an dessen Bau das Unternehmen Enesa beteiligt ist. Enesa arbeitet zudem gemeinsam mit Voith am Bau des Wasserkraftwerks Estreito. Das hinsichtlich seiner Größe bedeutendste Wasserkraftprojekt ist derzeit am Standort Belo Monte im Bau. Das Projekt wird von Norte Energia, einem Konsortium aus privaten und staatlichen Unternehmen, Rentenfonds und Autoproduzenten vorangetrieben. Der Beginn der Planungen reicht mehrere Jahrzehnte zurück, da der Standort aufgrund seiner Lage im ökologisch sensiblen Amazonasgebiet sowie aufgrund befürchteter Beeinträchtigungen des Lebensraums der lokalen indigenen Bevölkerung umstritten ist. Die Stromkontingentvergabe für Belo Monte erfolgte 2009, der Betriebsbeginn ist entsprechend der Auktionsvorgaben für 2015 geplant.³³² Ebenfalls 2015 sollen die Wasserkraftwerke Ferreira Gomes mit 252 MW, Colidier mit 300 MW und Garibaldi mit 177,9 MW sowie die kleinen Wasserkraftwerke Santa Cruz de Monte Negro und Canaã mit jeweils 17 MW und Pirapora mit 25 MW sowie Jamari mit 20 MW in Betrieb gehen.³³³ Im Rahmen der Versteigerungen von Reservekapazitäten 2010 sind die kleinen Wasserkraftwerke Inxu mit 20,5 MW und São Sebastião mit 9,9 MW für die Inbetriebnahme vorgesehen.

Tuma Instalações entwickelte eine Technologie zur Nutzung der Wellenkraft und plant den Bau einer ersten Pilotanlage.³³⁴ Außerdem wurde 2012 der Prototyp einer Wellenkraftanlage mit 50 kW im Hafen von San Goncalo do Amarante in Ceará errichtet. Der Bau erfolgte in einem gemeinsamen Projekt von Tractebel Energia S.A. und der Universität Rio de Janeiro.³³⁵

³³¹ MME, EPE, 2013

³³² ANEEL, 2013a

³³³ ANEEL, 2013a

³³⁴ Tuma Instalações, 2010

³³⁵ HydropowerWorld.com, 2012

Marktnachrichten

Datum	Titel verlinkt auf www.export-erneuerbare.de
06.11.2014	Brasilien: PV-Projektentwickler gewinnen über die Hälfte der Stromlieferverträge für versteigerte Reservekapazitäten
04.09.2014	Brasilien: Knapp 67 Prozent der neuinstallierten Kraftwerkskapazitäten basieren auf Erneuerbaren
06.08.2014	Brasilien: 10,8 Gigawatt an PV-Kapazitäten im bundesweiten Ausschreibungsverfahren eingereicht
16.07.2014	Brasilien: Local-Content-Regelungen vor Veröffentlichung
12.06.2014	Brasilien: Termine für die geplante Ausschreibung von PV-Kraftwerken bekannt gegeben
15.04.2014	Brasilien: Regierung setzt bei nationaler Auktion erstmals auch auf Photovoltaik
26.02.2014	Brasilien wird voraussichtlich führender Windmarkt Lateinamerika
20.09.2013	Brasilien: Regierung strebt einen weitaus geringeren Ausbau der Kernenergie an, Windenergie auf dem Vormarsch
10.07.2013	Brasilien: Erste PV-Versteigerung am regulierten Strommarkt

5 Kontakte

5.1 Staatliche Institutionen

Agência Nacional de Águas (ANA)
Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M e T
CEP 70.610-200 Brasilia, DF
Tel. +55 (0) 61 2109 5400
www.ana.gov.br

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)
SGAN 603, módulo J
CEP 70-830-110 Brasilia, DF
Tel. +55 (0) 61 2192 8600
www.aneel.gov.br

Agência Nacional do Petróleo (ANP)
SGAN, Quadra 603, Módulo I, 3º andar
CEP: 70.830-902 Brasilia DF
Tel.: +55 (0) 61 3426 5199
Fax: +55 (0) 61 3255 5202
www.anp.gov.br

Banco Nacional do Desenvolvimento Económico e Social (BNDES)
Avenida República do Chile, 100, 19º andar Centro
CEP 20031-917 Rio de Janeiro, RJ
Tel. +55 (0) 21 2172 7447
Fax. +55 (0) 21 2172 6272
Email. faleconosco@bndes.gov.br
www.bndes.gov.br

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)
Avenida Paulista 2.064 – 13º andar
CEP 01310-200 São Paulo – Bela Vista, SP
Tel. 0800 1000 08 (nur innerhalb Brasiliens)
www.ccee.org.br

Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB)
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL)
Av. Horácio Macedo, 354
Cidade Universitária
Rio de Janeiro RJ
CEP 21941-911
Tel.: +55 (0) 21 2598 6174
Fax: +55 (0) 21 2280 3537

Email: crese@cepel.br
www.cresesb.cepel.br

Deutsch-brasilianische Industrie- und Handelskammer
Rua Verbo Divino, 1488, 3º andar
CEP 04719-904 São Paulo, SP
Tel. +55 (0) 11 5187 5100
Fax. +55 (0) 11 5181 7013
Email. ahkbrasil@ahkbrasil.com
www.ahkbrasil.com

Deutsche Botschaft
SES Avenida dos Nações, Qd. 807, lote 25
CEP 70415-900 Brasilia, DF
Tel. +55 (0) 61 3442 7000
Fax. +55 (0) 61 3443 7508
Email. info@bras.diplo.de
www.brasilia.diplo.de

Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC)
Sebastião Custódio Pires
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama
CEP 70818-900 Brasilia, DF
Tel. +55 (0) 61 3316 1282 – 3316 1347
Fax. +55 (0) 61 3225 0564
www.ibama.gov.br

Embrapa Sede
Parque Estação Biológica PqEB s/nº
W3 Norte, Asa Norte
CEP 70770-901 Brasilia, DF
Tel. +55 (0) 61 3448 4433
Fax. +55 (0) 61 3448 4890
www.embrapa.br

Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Escritório Central
Avenida Rio Branco, 1º - 11º andar, Centro
CEP 20090-003 Rio de Janeiro, RJ
Tel. +55 (0) 21 3512 3100
Fax. +55 (0) 21 3512 3198
www.epe.gov.br

Fundação Cultural Palmares / Ministério da Cultura
Quadra 601 Norte SGAN Lote L
CEP: 70830-010 Ed. ATP Brasilia (DF)
Tel. +55 (0) 61 3424 0100

www.palmares.gov.br

Fundação Nacional do Índio (FUNAI)

SBS Quadra 02 / Lote 14

Ed. Cleto Meireles

70070-120 Brasília, DF

Tel. +55 (0) 61 3247 6000

www.funai.gov.br

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)

SCEN Trecho 2, Ed. Sede

Caixa Postal nº 09566

CEP: 70818-900 Brasília, DF

Tel. +55 (0) 61 3316 1212

www.ibama.gov.br

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN)

www.iphan.gov.br

Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

Esplanada dos Ministérios Bloco D

CEP 70849-970 Brasília, DF

Tel. +55 (0) 61 3218 2828

www.agricultura.gov.br

Ministério de Minas e Energia (MME)

Esplanada dos Ministérios Bloco U

CEP 70.065-900 Brasília, DF

Tel. +55 (0) 61 2032 5555

www.mme.gov.br

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)

Esplanada dos Ministérios, Bloco J

CEP 70053-900

Tel. +55 (61) 2027 7000

www.mdic.gov.br

Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Esplanada dos Ministérios, Bloco B

CEP 70.068-900 Brasília, DF

www.mma.gov.br

Department of Trade and Investment Promotion (DPR)

Esplanada dos Ministérios, bloco H, Anexo I, sala 534

CEP 70170-900 Brasília (DF)

Tel. +55 (0) 61 2030 8794

Fax. +55 (0) 61 2030 8957

www.brasilglobalnet.gov.br

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

www.ons.org.br

5.2 Wirtschaftskontakte

Allgemein

AES Eletropaulo

Lokale Kontaktstellen sind auf der Homepage zu finden.

www.aeseletropaulo.com.br

AHK São Paulo

Rua Verbo Divino, 1488 – 3ºandar

São Paulo - SP

CEP 04719904

Tel.: +55 (0) 11 5187 5100

Fax: +55 (0) 11 5181 7013

www.ahkbrasil.com

Ale Combustíveis

Escritório São Paulo

Rua Geraldo Flausino Gomes 85, conjunto 61 / 62 6ºandar, Brooklin Novo

CEP 04575-060 São Paulo

Tel./ Fax. +55 (0) 11 2149 9600

www2.ale.com.br

Amazonas Distribuidora de Gas Liquefeito de Petroleo Ltda.

Rio Quixito 1.223

69075 – 831 Manaus

Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE)

SCN Quadra 02 Bloco D Torre A Sala 924

Edificio Liberty Mall

CEP 70712-903, Brasilia

Tel. +55 (0) 61 3326 1312

Fax. +55 (0) 61 3031 9327

Email. abradee@abradee.org.br

www.abradee.org.br

Associação de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA)

Av. Rio Branco 1492

Campos Elíseos

CEP 01206-001 São Paulo (SP)

Tel. +55 (0) 11 3361 7266

Fax. +55 (0) 11 3361 7160

abrava@abrava.com.br

www.abrava.com.br

Centrais Elétricas do Norte do Brasil (EletroNorte)
SCN Quadra 06 conj. A, Blocos B e C, Entrada Norte 2, Asa Norte
CEP 70716-901 Brasília (DF)
Tel. +55 (0) 61 3429 5151
www.eln.gov.br

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL)
www.cepel.br

COMGAS
www.comgas.com.br

Gas Natural Fenosa
Av. Pedro II, 68 São Cristóvão
CEP 20941070 Rio de Janeiro, RJ
Tel.: +55 (0) 21 3115 6565
www.gasnaturalfenosa.com.br

Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP)
Rua Casa do Ator 1155
Vila Olímpia
CEP 04546-004, São Paulo (SP)
Email: cteep@cteep.com.br
www.cteep.com.br

Companhia Energetica des Minas Gerais (CEMIG)
Av. Barbacena 1200
Santo Agostinho
CEP 30190-131, Belo Horizonte (MG)
Tel. +55 (0) 31 5306 3711
www.cemig.com.br

Companhia Energetica de São Paulo (CESP)
Av. Nossa Senhora da Sabará 5312
Pedreira
CEP 04447-011 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 5613 2100
www.cesp.com.br

Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE)
Centro Administrativo Engº Noé Melo Freitas
Av. Joaquim Porto Villanova 201, Predio A
Bairro Jardim Carvalho,
CEP 91410-400, Porto Alegre (RS)
www.ceee.com.br

Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF)

Rua Delmiro Gouveia 333

CEP 50761-901 Recife (PE)

Tel. +55 (0) 81 3229 2000

Email. chesf@chesf.gov.br

www.chesf.gov.br

Companhia Ultragaz S/A

Tel. +55 (0) 11 3177 6481

Fax. +55 (0) 11 3832 7344

www.ultragaz.com.br

Copagaz Ltda.

Rua Oscar Freire, 379-17º andar, cj 171 Cerqueira César

CEP 01426-001 São Paulo

Tel.: (innerhalb Brasiliens 0800-707-2672)

www.copagaz.com.br

COPEL

Rua Coronel Dulcídio 800

Batel

CEP 80420-170 Curitiba (PN)

Tel. (in Brasilien) 0800 51 00 116

www.copel.com

COSERN

Email: faleconosco@cosern.com.br

www.cosern.com.br

CPFL Energia S / A

Rodovia Campinas Mogi-Mirim, km 2,5

CEP 13088-900, Campinas (SP)

www.cpfl.com.br

Eletrobras

Escritório Central

Avenida Presidente Vargas, 409/13º andar, Centro

CEP 20071-003 Rio de Janeiro

Tel.: +55 (0) 21 2514 5151

www.eletrobras.com

Energias do Brasil (EDP)

R. Gomes de Carvalho nº 1996, 7º andar

VI Olímpia

São Paulo SP

Tel. +55 (0) 11 2185 5000

www.energiasdobrasil.com.br

FURNAS Centrais Elétricas (FURNAS)
Rua Real Grandeza 219, Botafogo
CEP 22281-900 Rio de Janeiro (RJ)
Tel. +55 (0) 21 2528 3112
www.furnas.com.br

Green Building Council
www.gbcbrasil.org.br

KfW Brasilien
Agencia do KfW Brasília
SCN Quadra 1
Brasilia Trade Center
Sala 1706
CEP 70711-902 Brasilia - DF
Tel: +55 (0) 61 33 28 0049
Fax: + 55 (0) 61 3328 0749
Email: kfw.brasilia@kfw.de
www.kfw-entwicklungsbank.de

Liquigás Distribuidora S/A
Av. Paulista 1842, 3º, 4º, 5º e 6º andares
Edificio Centenco Plaza – Torre Norte
Bela Vista,
CEP 01310-923 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 3703 2000
www.liquigas.com.br

Nacional Gas Butano Distribuidora Ltda
Praça da Imprensa S/N, Dionisio Torres
CEP 60135-900 Fortaleza (Ceará)
Tel. (innerhalb Brasiliens) 0800 702 1200
www.nacional.com.br

Petrobrás
Av. República do Chile 65º
Centro
CEP 20031-912 Rio de Janeiro (RJ)
Tel. +55 (0) 21 3224 4477
www.petrobras.com.br

Sociedade Fogas Ltda.
Rua Rio Negro 86
Vila Buriti
CEP 69075-831 Manaus (AM)
Tel. +55(0) 92 2123 9292
fogas@fogas.com.br

www.fogas.com.br

SVH Gás Brasil Ltda.

Tel.: (innerhalb Brasiliens) 0800 704 3433

www.shvgas.com.br

Tractebel Energia S.A.

Alameda Santos, 905

Edifício Santos Dumont 4º Andar Tractebel Energia S.A.

CEP 01419-200 Cerqueira Cesar

São Paulo, SP

Tel.: +55 (0) 11 3201 8700

Fax: +55 (0) 11 3201 8777

www.tractebelenergia.com.br

Windenergie

Acciona Windpower Brasil

Rua Olimpiadas 134, Andar 7, Vila Olímpia

CEP 04551-000 São Paulo

Tel.: +55 (0) 11 3047 2900

www.accionawindpower.com.br

Alstom

Av. Presidente Wilson, 231, sala 301

Rio de Janeiro, RJ

CEP 20030-021

Tel.: +55 (0) 21 3543 3000

Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE)

Rua do Bom Jesus, 183, 2º andar sala 203, Recife Antigo

CEP 50030.170 Recife, PE

Tel.: +55 (0) 81 2128 8181

Fax: +55 (0) 81 2128 8182

Email: eolica@eolica.com.br

www.eolica.com.br

COPPE – UFRJ

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

Laboratório Tecnologia Submarina

Caixa Postal 68508

CEP 21945-970

Rio de Janeiro, RJ

Tel.: +55 (0) 21 2562 7790

Fax: +55 (0) 21 2562 7794

Email: lts@lts.coppe.ufrj.br

www.coppe.ufrj.br

EDP Renováveis
Rua Joaquim Floriano, 413, 17º andar
Edifício Result Corporate Plaza
CEP 04534-010 Itaim Bibi
São Paulo, SP
www.edpr.com

Elecnor
Rua Cenno Sbrighi 653
Água Branca
CEP 05036-011 São Paulo
Tel. +55 (0) 11 2139 8100
www.elecnor.com.br

Enerbrasil Ltda. (Iberdrola)
Avda. Santos Dumont 2122
Edifício Manhattan, Sala 408
Barrio Aldeota
Fortaleza, Ceará
Tel.: +55 (0) 85 3218 6744
Email: info@enerbrasil.com.br
www.enerbrasil.com.br

Enerfin do Brasil
Av. Carlos Gomes, 111, conjunto 501
CEP 90480-003
Porto Alegre, RS
Tel.: +55 (0) 51 21185800
Email: enerfin.brasil@elecnor.com
www.enerfin.com

Enersud
Rua das Pitangueiras, 31, Quadra 10
Tel. +55 (0) 21 3710 0896
Email. .brenersud@enersud.com
www.enersud.com.br bzw.
www.enersud.com.br

Eólica Tecnologia
Rua do Bom Jesus 183
CEP 50030-170 Recife (PE)
Tel. +55 (0) 81 2128 8181
Fax. +55 (0) 81 2128 8182
Email. eolica@eolica.com.br
www.eolica.com.br

General Electrics (GE)

csc.brasil@ge.com

www.ge.com/br

Guascor do Brasil Ltda.

Rua Tabapuã 422, conjuntos 81, 82, 83

Itaim Bibi, CEP 04533-001, São Paulo (SP)

Tel. +55 (0) 3572 7000

Fax. +55 (0) 11 3572 7001 / 7002

Email. guascor@sp.guascor.com.br

www.guascor.com.br

IMPSA Energy

www.impsa.com

Pacific Hydro Energia do Brasil Ltda.

Alameda Santos, 700 – Cj. 62

Condomínio Edifício Trianon Corporate

Cerqueira César

São Paulo SP, CEP 01418-100

Tel.: +55 (0) 11 3149 4646

Fax: +55 (0) 11 3149 4649

www.pacifichydro.com.br

Siemens Ltda.

Rua Werner Siemens, 111

Lapa de Baixo

São Paulo, SP

CEP 05069-900

Tel.: +55 (0) 11 3817 3000

Fax: +55 (0) 11 3817 3011

www.siemens.com.br

Suzlon Energia Eólica do Brasil

Senador Virgílio Távora St., 195 Meireles

CEP 60170-250 Fortaleza, Ceará

Tel.: +55 (0) 85 3265 1308

www.suzlon.com

Tractebel Energia S.A. (GDF Suez)

Rua Paschoal Apóstolo Pítsica 5064

Agronômica

88025-255 Florianópolis, SC

Tel. +55 (0) 48 3221 7000

Fax. +55 (0) 48 3221 7001

www.tractebelenergia.com.br

TUMA Instalações Térmicas Ltda.
Av. Raja Gabaglia 1686, 10º andar
Gutierrez
CEP 30350-540, Belo Horizonte (MG)
Tel. +55 (0) 31 2111 0099
Fax. +55 (0) 31 2111 0088
Email. tuma@tuma.com.br
www.tuma.com.br

Ventos do Sul
Rodovia RST 101 km 4,5
Osorio (RS)
Tel. +55 (0) 51 2118 5800
contato@ventosdosulenergia.com.br
www.ventosdosulenergia.com.br

Vestas Brasil
CENU-Centro Empresarial Nações Unidas Torre Norte 20 andar
Avenida das Nações Unidas, 12901
CEP 04578-000 São Paulo, SP
Tel.: +55 (0) 11 2755 8000
Fax: +55 (0) 11 3508 1304
vestas-brazil@vestas.com
www.vestas.com

Wobben Windpower Indústria e Comércio Ltda.
Avenida Fernando Stecca 100, Zona Industrial
CEP 18087-149, Sorocaba (SP)
Tel. +55 (0) 15 2101 1700
Fax. +55 (0) 15 2101 1701
Email. vendas@wobben.com.br
www.wobben.com.br

Solarenergie
Aparelhos Térmicos Tecnosol Ltda.
Rua Erwino Menegotti 1496
Bairro Vila Rau
CEP 89254-000 Jaraguá do Sul (SC)
Tel./Fax. +55 (0) 47 371 1679
Email: tecnosol@tecnosol.ind.br
www.tecnosol.ind.br

Associação Brasileira de Refrigeração , Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA)
Av. Rio Branco 1492
Campos Eliseos
CEP 01206-001 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 3361 7266

Fax. +55 (0) 11 3361 7160
Email. abrava@abrava.com.br
www.abrava.com.br

Companhia Energetica Integrada
Rua Lavras nº 20, 5º andar
Bairro São Pedro
Belo Horizonte
Tel.: +55 (0) 31 3327 8876
www.ceienergetica.com.br

Donauer Solartechnik Vertriebs GmbH
Tel.: +49 (0) 8105 7725 371
www.donauer.eu

Enalter
Rua Três, nº 03
Distrito Industrial Bela Fama
CEP 34000-000 Nova Lima (MG)
Tel.: +55 (0) 31 3589 4200
Fax: +55 (0) 31 3589 4232
enalter@enalter.com.br
www.enalter.com.br

Instituto Ideal
Rua Lauro Linhares, 2123, Torre A, Sala 503
Trindade, Florianopolis SC
CEP 88036-003
Tel.: +55 48 3234 1757
<http://institutoideal.or>

Heliotek
Rua São Paulo 144
Alphaville Empresarial,
CEP 06465-130 Barueri
Tel. +55 (0) 11 4166 4600
www.heliotek.com.br

IEM Intercambio Elétronico Mecânico Ltda.
Av. Amazonas 800
CEP 90240-541 Porto Alegre
Tel. +55 (0) 51 3337 4455
Fax. +55 (0) 51 3343 4230
www.iem.com.br

Pantho Soluções Aquecidas
Avenida 3 N° 8 Distrito Industrial

Bairro Morro Alto
CEP 31250-760 Belo Horizonte (MG)
Tel./ Fax. +55 (0) 31 3491 1935
Email. pantho@pantho.com.br
www.pantho.com.br

Polisol
Rua dos Estados 235
Jardim Atlântico
CEP 31560-030 Belo Horizonte (MG)
Tel. +55 31 3311 4000
www.polisol.com.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Av. Ipiranga, 6681, Partenon
CEP 90619-900, Porto Alegre (RS)
Tel.: +55 (0) 3320-3500
www.pucrs.br

Soletrol
Rodovia Marechal Rondon km 274
Caixa Postal 53
CEP 18650-000 São Manuel (SP)
Tel. +55 (0) 14 3812 2000
Fax +55 (0) 14 3841 4080
www.soletral.com.br

Tecnometal
DYA Energia Solar
Rod. Dom Pedro I, km 145
Ciatec, Av. 01, 101
CEP 13069-200 Campinas (SP)
www.tecnometalenergiasolar.com.br

Transsen Aquecedor Solar
Rua Bento da Cruz 127
Centro Birigui (SP)
CEP 16200-053
Tel. +55 (0) 18 3649 2000
www.transsen.com.br

TUMA Instalações Térmicas Ltda.
Av. Raja Gabaglia 1686, 10º andar
Gutierrez
CEP 30350-540, Belo Horizonte (MG)
Tel. +55 (0) 31 2111 0099
Fax. +55 (0) 31 2111 0088

Email. tuma@tuma.com.br
www.tuma.com.br

Vensolbras
Av. Tancredo Neves, nº 1485
Ed. Esplanada Trade Center, Sl. 108
Caminho das Árvores
CEP 41820-021 Salvador (BA)
Tel.: +55 (0) 71 3341 2190
Email: vensolbras@vensolbras.com.br
www.vensolbras.com.br

Bioenergie

Açucar Guarani S/A
São Paulo SP Office
Av. Brigadeiro Faria Lima 201 13º andar
CEP 05426-100 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 3544 4900
Fax. +55 (0) 11 3544 4917
www.acucarguarani.com.br

Alcoeste Destilaria Fernandópolis S / A
Rodovia Euclides da Cunha, km 562
Caixa Postal 31
CEP 15600-000 Fernandópolis (SP)
Tel. / Fax. +55 (0) 17 3465 9108
www.alcoeste.com.br

Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal – ABIOVE
Avenida Vereador José Diniz 3707, 7º andar, cj. 73
CEP 04603-004 São Paulo (SP)
Email abiove@abiove.com.br
www.abiove.com.br

Associação Brasileira de Produtores de Pinhão Manso (ABPPM)
Av. Indianópolis, 3191, sala 2
CEP 04063-006 São Paulo (SP)
Tel. +55 (11) 5523 9413
Email. [contato@abppm.com.br](mailto: contato@abppm.com.br)
www.abppm.com.br

Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (APROBIO)
Av. Brigadeiro Faria Lima, 1903 Conj. 91
Jd. Paulistano
CEP 01452-911 São Paulo (SP)
Tel.: +55 (0) 11 3031 4721

Email: aprobio@aprobio.com.br
www.aprobio.com.br

BIOGÁS Energia Ambiental S / A.
Rua Guararapes 1909, cj 41
Brooklin Novo, CEP 04561-004 São Paulo (SP)
Tel. / Fax. +55 (0) 11 5506 9990
Email. energia@biogas-ambiental.com.br
www.biogas-ambiental.com.br

BSBIOS
BR 285 KM 294 s/n, Distrito Industrial
Passo Fundo / RS
CEP 99042-800
Tel. +55 (0) 54 2103 7100
Fax. +55 (0) 54 2103 7110
Email. bsbios@bsbios.com
www.bsbios.com

Cargill Agricola S / A
Av. Morumbi 8234, Brooklin
CEP 04703-002 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 5099 3311
www.cargill.com

Celulose Nipo-Brasileira
Avenida Afonso Pena, nº 1964, 7º andar
Bairro Funcionários
CEP 30130-005 Belo Horizonte (MG)
Tel. +55 (0) 31 3235 4041
Fax. +55 (0) 31 3235 4002
www.cenibra.com.br

Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO)
Av. Professor Luciano Gualberto 1289
Cidade Universitária
CEP 05508-010 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 3091 2649
Fax. +55 (0) 11 3091 2653
<http://cenbio.iee.usp.br>

COPERSUCAR S/A
Avenida Paulista, 287 – 1º, 2º e 3º andares
01311 – 000 São Paulo / SP
Tel. +55 (0) 11 2618 8166
Fax. +55 (0) 11 2618 8355
Email. info@trading@copersucar.com.br

www.copersucar.com.br

COSAN

Avenida Presidente Juscelino Kubitschek numero 1327

4º andar (SP)

CEP 04543-011 São Paulo

Tel. / Fax. +55 (0) 11 3897 9797

www.cosan.com.br

Dedini S / A Indústrias de Base

Rod. Rio Claro, Piracicaba km 26,3

CEP 13412-900, Piracicaba (SP)

Tel. +55 (0) 19 3403 3222

Fax. +55 (0) 19 3403 3388

Email: dedini@dedini.com.br

www.codistil.com.br

Equipálcool Sistemas

Rua Santo Onofre 299

Vila Industrial

CEP 14177-005 Sertãozinho (SP)

Tel. +55 (0) 16 3513 8000

www.equipalcool.com.br

Granol Industria Comercio e Exportação S.A.

Avenida das Nações Unidas, 12.399

6ºandar conj. 61B

Brooklin Paulista

CEP 04578-000, São Paulo

Tel.: + 55 (0) 11 2162 4400

www.granol.com.br

Grupo Carlos Lyra

Rua Barão de Jaragua 47

CEP 57022-140, Jaraguá Maceió

Tel. +55 (0) 82 3214 2222

www.carloslyra.com.br

Guascor do Brasil Ltda.

www.guascor.com.br

Koblitz Energia Ltda.

Rua Frei Matias Tevis, nº 280

Empresarial Albert Eistein, salas 406 -408

Ilha do Le

Recife CEP 50070-450

Tel. +55 (0) 81 3221 2623

Email. koblitz.koblitz.com.br
www.koblitz.com.br

Petrobrás
Av. República do Chile 65º
Centro
CEP 20031-912 Rio de Janeiro (RJ)
Tel. +55 (0) 21 3224 4477
www.petrobras.com.br

Rede Nacional de Biomassa para Energia (Renabio)
Rua Professor Alberto Pacheco, 125, Sala 506
Bairro de Ramos
CEP 36570-000
Viçosa (MG)
Tel.: +55 (0) 31 3892 4960
Email: renabio@renabio.org.br
www.renabio.org.br

Renk Zanini S / A Equipamentos Indústriais
Via Anhangüera km 298
CEP 14140-000 Cravinhos (SP)
Tel. +55 (0) 16 3518 9000
Fax. +55 (0) 16 3518 9010
Email. comercial@renkzanini.com
www.renkzanini.com

Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Equipe de Relações com Investidores
Tel. +55 (0) 11 3388 8664 und 8793
www.sabesp.com.br

Santelisa Vale
Escritório São Paulo
Rua Joaquim Floriano 466, sala 401
CEP 04534-002 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 16 3513 6500
www.santelisavale.com.br

São Leopoldo, RS
Tel. +55 (0) 51 3589 9333
Email. diretoria@oleoplan.com.br
www.oleoplan.com.br

São Martinho
Fazenda São Martinho s/n
Zona Rural

CEP 14850-000 Pradopolis

Tel. +55 (0) 16 3981 9000

Fax. +55 80) 16 3981 9030

www.usinasaomartinho.com.br

Sermatec Indústria e Montagens Ltda.

Rodovia Armando de Salles

Oliveira km 341

CEP 14176-500 Sertãozinho (SP)

Tel. +55 (0) 16 2105 4422

Email. sermatecvendas@sermatec.com.br

www.sermatec.com.br

Siemens Power Generation Inc.

Distrito Indústrial

Avenida Engheneiro João Fernandes Gimenes Jolina nº 1745

CEP 13213-080 Jundiaí (SP)

Tel. +55 (11) 3908 3409

www.powergeneration.siemens.de

SOYMINAS BIODIESEL

Rua Aurea de Mello Pinto 324

Bairro: Sagrada Família

CEP 37.980-000 Cassia, MG

Tel. / Fax. +55 (0) 35 35411848

Email: soyminas@soyminas.ind.br

www.soyminas.ind.br

Sustentare

Rua Engenheiro Antônio Jovino, 220

Vila Andrade São Paulo (SP)

CEP 05727-220

<http://sustentareambiental.com>

Tractebel Energia S.A.

Rua Antônio Dib. Mussi, 366

Bairro Centro

88015 Florianópolis, SC

Tel. +55 (0) 48 3221 7000

Fax. +55 (0) 48 3221 7001

www.tractebelenergia.com.br

União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA)

Avenida Brigadeiro Faria Lima, 2179 9ºandar

Jardim Paulistano, CEP 01452-000, São Paulo, SP

Tel. +55 (0) 11 3093 4949

Fax. +55 (0) 11 3812 1416

www.unica.com.br

Usina Cerradinho Açúcar e Álcóol S/A

Rodovia José Fernandez km 1 + 881 m

CEP 15800-970 Catanduva (SP)

Caixa Postal 62 e 64

Tel. +55 (0) 17 3531 2000

Fax. +55 (0) 17 3531 2041

www.cerradinho.com.br

Usina Colombo S/A

Fazenda Bela Vista

CEP 15960-000 Ariranha (SP)

Tel. +55 (0) 17 3576 9000

Fax. +55 (0) 17 3576 9001

Email: atende@usina.colombo.com.br

www.acucarcaravelas.com.br

USJ – São João

Fazenda São João

Caixa Postal 13

CEP 13600-970 Araras (SP)

Tel. +55 (0) 19 3543 7800

www.usj.com.br

Vallourec & Mannesmann Florestal Ltda.

Praça Voluntários da Patria 81

CEP 35790-000 Curvelo (MG)

Tel. +55 (0) 38 3729 6000

Fax. +55 (0) 38 3729 6036

Email: florestal@vmtubes.com.br

www.vmtubes.com

Vega Engenharia Ambiental S / A

Rua Clodomiro Amazonas 249, 1º andar

Itaim Bibi, CEP 04537-010, São Paulo (SP)

Tel. +55 (11) 3491 5133

Fax. +55 (0) 3491 5134

www.vega.com.br

Virgolino de Oliveira

Tel. +55 (0) 17 35 31 3800

www.gvo.com.br

Zilor Energia e Alimentos

Rua 15 de Novembro 865

CEP 18680-900 Lençóis Paulista, São Paulo (SP)

Tel. +55 (0) 14 3269 9000

Fax. +55 809 14 3269 9210

www.zilloren.com.br

Geothermie

Observatório Nacional (ON)

Rua General José Cristino

77 CEP: 20921-400

Bairro Imperial de São Cristóvão

Rio de Janeiro

Tel.: +55 (0) 21 3504 9212

www.on.br

Serviço Geológico do Brasil

SGAN

603 Conjunto J, Parte A, 1º Andar

CEP 70830-030 Brasília DF

Tel.: +55 (0) 61 2192 8252

www.cprm.gov.br

Thermaqua Tecnologia em Aquecimento

Av. República Argentina 3021, cj 14, piso L

CEP 80610-260 Curitiba (Paraná))

Tel./Fax. +55 (0) 41 3015 6659

Email: contato@thermacqua.com.br

www.thermacqua.com.br

Wasserkraft

ABB

Avenida Monteiro Lobato 3411

Vila São Roque

Guarulhos (SP)

CEP 07190-904

Tel. +55 (0) 11 2464 8188

www.abb.com.br

Alstom Energia e Transporte Brasil Ltda.

Avenida Avenida Charles Schneider s / n

Taubaté

CEP 12040-001 São Paulo (SP)

Tel. +55 (0) 12 3608 3000

www.power.alstom.com

Alterima Industria e Comércio de Geradores Ltda.

Avenida Salime Nacif. 652

CEP 36900-000 Centro Manhuaçu (MG)

Tel. +55 (0) 33 8806 7409

Email. alterima@alterima.com.br
www.alterima.com.br

Automatronic Equipamentos Eletrônicos Ltda.
Rua Servidão de Passagem SC 413, 183 B. Beira Rio
Guarmirim (SC)
CEP 89270-000
Tel. +55 (0) 47 3370 1403
www.automatronic.com.br

Betta Hidroturbinas Industria e Comércio Ltda.
Rua Alfredo Tosi 1600, Núcleo Alpha
Cx. Postal 278
CEP 14403-180 Franca (SP)
Tel.: +55 (0) 16 2104 5522
Email. betta@bettahidroturbinas.com.br
www.bettahidroturbinas.com.br

Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH)
Avenida BPS 1303
Bairro Pinheirinho
CEP 37500-903 Itajubá (MG)
Tel. +55 (0) 35 3629 1278
Fax: +55 (0) 35 3629 1265
www.cerpch.unifei.edu.br

Delp Engenharia Mecânica
Rua Haeckel Ben Hur Salvador 1333
CEP 32010-120 Contagem, (MG)
Tel. +55 (0) 31 3198 5677
Fax. +55 (0) 31 3359 5599
Email. delp@delp.com.br
www.delp.com.br

Energia Sustentável do Brasil
www.energiasustentaveldobrasil.com.br

Enesa
Avenida das Nações Unidas, 13.797, 5º, 6º und 20º andar
São Paulo, CEP 04794-000
Tel.: / Fax: +55 (0) 11 2165 8400
Email: contato@enesa.com.br
www.enesa.com.br

Equacional Elétrica e Mecânica Ltda.
Rua Secundino Domingues 787
Jardim Independência

CEP 03223-110 São Paulo (SP)

Tel. +55 (0) 11 2100 0777

Fax. +55 (0) 11 2100 0779

www.equacional.com.br

Flessak Elétron Industrial

Av. Duque de Caxias 282

Bairro Alvorada

CEP 85601-190 Francisco Beltrão (PR)

Tel. +55 (0) 46 3520 1060

www.flessak.com.br

Grameyer Equipamentos Eletrônicos Ltda.

Rua Marechal Castelo Branco 5203

Centro Schroeder

CEP 89275-000 (SC)

Tel. +55 (0) 47 3374 6300

Fax. +55 (0) 47 3374 6363

Email. contato@grameyer.com.br

www.grameyer.com.br

Hacker Industrial Ltda.

Rodovia Sc 480 km 82,5

Caixa Postal 175, Vila Hacker s/n

CEP 89820-000 Xancerê (SC)

Tel. +55 (0) 49 3441 8000

Fax. +55 (0) 49 3441 8010

Email. hacker@hacker.ind.br

www.hacker.ind.br

Hidroenergia

Rua Jacob Nicoletti 142

Distrito Industrial

CEP 98700-000 Ijuí (RS)

Tel. +55 (0) 55 3331 1201

Email. comercial@hidroenergia.com.br

www.hidroenergia.com.br

Hisa – Hidráulica Industrial S / A , Grupo WEG

Rua Luiz Specht 75

CEP 89600-000 Joaçaba (SC)

Tel. +55 (0) 49 3551 9200

Fax. +55 (0) 49 3522 1738

Email. hisa@hisa.com.br

www.hisa.com.br

Koblitz Energia Ltda.

Rua Frei Matias Tevis, nº 280
Empresarial Albert Eistein, salas 406 -408
Ilha do Le
Recife CEP 50070-450
Tel. +55 (0) 81 3221 2623
Email. koblitz.koblitz.com.br
www.koblitz.com.br

Energ Power
Av. Barão Homem de Melo, 4391
9º, 10º e 11 andares
CEP 30494-275 Estoril, Belo Horizonte (MG)
Tel. +55 (0) 31 2103 2200
www.energpower.com.br

MCA Engenharia Ind. e Com. Ltda.
Rod. Br. 282, sn km 399,0
Area Industrial de Joaçaba (SC)
Tel. +55 (0) 49 3522 2128
Email. energiamca@softline.com.br
Mecamidi Brasil Ltda.
Alameda Jàu 1905
CJ 122
CEP 01420-002 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 3063 5710
Email. mecamidi@mecamidi.com.br
www.mecamidi.com

NH Geradores Ltda.
Rua Reduto 21
Fundos, Bairro São Jorge
CEP 36900-000 Manhuaçu (MG)
Tel. +55 (0) 33 3331 1540
Fax. +55 (0) 33 3331 5660
www.nhgeradores.com.br

Reivax
Rodovia José Carlos Daux km 1
Tecnopolis,
CEP 89030-904 Florianopolis (SC)
Tel. +55 (0) 48 3027 3700
Fax. +55 (0) 48 3027 3735
Email. sac@reivax.com.br
www.reivax.com.br

Siemens
São Paulo (SP)

Tel. 0800 11 9484 (innerhalb Brasiliens)
www.siemens.com.br/energia

Toshiba do Brasil S / A
Rodovia Fernão Dias 3045 Bandeirantes
CEP 32240-090 Contagem (MG)
Tel. +55 (0) 31 3329 6650
Fax. +55 (0) 31 3329 6699
Email. vendasbrasil@toshiba.com.br
www.toshiba.com.br

Tractebel Energia S.A.
Alameda Santos, 905
Edifício Santos Dumont 4º Andar Tractebel Energia S.A.
CEP 01419-200 Cerqueira Cesar
São Paulo, SP
Tel.: +55 (0) 11 3201 8700
Fax: +55 (0) 11 3201 8777
www.tractebelenergia.com.br

Trafo Equipamentos Elétricos S / A
Avenida Paulista 2073, 23 andar
São Paulo (SP)
Tel. +55 (11) 3251 5366
Fax. +55 (0) 11 3284 2525
Email. vendassp@trafo.com.br
www.trafo.com.br

Turbinas Hidráulicas Wirz – Bee Ind. e Com. de Equipamentos Ltda.
Rua Joaquim Nabuco 97
Caixa Postal 03
CEP 95880-000 Estrela (SP)
Tel. +55 (0) 51 3712 1677
Fax. +55 (0) 51 3712 1744
Email. beeturbinas@uol.com.br
www.turbinaswirz.com.br

Varix Brasil
Rua Phelippe Zaidan maluf 450 (1501)
Distrito Industrial Unileste
CEP 13422-190 Piracicaba (SP)
Tel. +55 (0) 19 3424 4000
Fax. +55 (0) 19 3424 4001
Email. info@varix.com.br
www.varix.com.br

Voith Hydro Ltda.

Rua Friedrich von Voith 825
Prédio 70
CEP 02995-000 São Paulo (SP)
Tel. +55 (0) 11 3944 5100
Fax. +55 (0) 11 3944 4001
Email. vspa-marketing@vs-hydro.com
www.voithsiemens.com

WEG Máquinas
Avenida Prefeito Waldemar Grubba 3300
CEP 89256-900 Jaraguá do Sul (SC)
Tel. +55 (0) 47 3372 4000
Fax. +55 (0) 47 3372 4010
www.weg.net.br

TUMA Instalações Térmicas Ltda.
Av. Raja Gabaglia 1686, 10º andar
Gutierrez
CEP 30350-540, Belo Horizonte (MG)
Tel. +55 (0) 31 2111 0099
Fax. +55 (0) 31 2111 0088
Email. tuma@tuma.com.br
www.tuma.com.br

Companhia Energetica Integrada
Rua Lavras nº 20, 5º andar
Bairro São Pedro
Belo Horizonte
Tel.: +55 (0) 31 3327 8876
www.ceienergetica.com.br

Literatur-/Quellenverzeichnis

ABEGAS (2012) Gasodutos. In: http://www.abegas.org.br/Site/?page_id=842, Juni 2014.

ABEOLICA (2014) Numeros do setor. 6. Juli 2014. In: <http://www.portalabeeolica.org.br/>, Juli 2014.

ABRADEE (2014a) Sistema Interligado. In: <http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/sistema-interligado>, Juli 2014.

ABRADEE (2014b) A Tarifa de Energia. In: <http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>, Juli 2014.

Acciona: Acciona Brasil. In: <http://www.accionabrasil.com.br/quem-somos/accionabrasil.aspx>, Juli 2014.

AHK (2014a) Energia Heliotérmica. In: <http://ahkbusiness.de/pt/energias-renovaveis/energia-heliotermica/>, Juli 2014.

AHK (2014b) Energia Fotovoltaica. In: <http://ahkbusiness.de/pt/energias-renovaveis/energia-fotovoltaica/>, Juli 2014.

Alstom (2014) Wind Power, 4. Februar 2014. In: <http://www.alstom.com/brazil/pt/produtos-e-servicos/power/wind-power/>, Juli 2014.

ANA (a) Sobre a ANA. In: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreAna/Default.aspx>, Mai 2014.

ANEEL (1998) Resolução 394, 04-12-1998. In: <http://www.portalpch.com.br/index.php/o-que-e-uma-pch#.U9oM0VLloyF>, Juli 2014.

ANEEL (2008) Atlas de Energia do Brasil 3a Edição. In: <http://www.portalpch.com.br/index.php/atlas-de-energia-do-brasil-3-edicao#.U9oTPFLloyF>, Juli 2014.

ANEEL (2012a) ANEEL aprova regras para facilitar a geração de energia nas unidades consumidores. 14. April 2014. In: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5457&id_area=90, Juli 2014.

ANEEL (2012b) Atlas de Energia Elétrica 2012. 3º Edicao. In: http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1687, August 2014.

ANEEL (2013a) Resumo das Licitações de Geração. In: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=58&idPerfil=5&idiomaAtual=0>, Juni 2014.

ANEEL (2014a) Leilão de geração de energia registra preço médio de R\$ 126,18 por MWh, 6. Juni 2014. In: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=7930&id_area=90, Juni 2014.

ANEEL (2014b) Tarifa Média por Classe de Consumo e por Região. In: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550>, Juni 2014.

ANEEL (2014c) Banco de Informações de Geração, 1. Juli 2014. In: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>, Juli 2014.

ANEEL (2014d) Cadernos temáticos ANEEL - Micro e minigeração distribuída. In: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/EdicaoLivros2014cadernotematicomicroeminigeracao.cfm>, Juli 2014.

Auswärtiges Amt (2014) Brasilien. Februar 2014. In: http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/01-Nodes_Uebersichtsseiten/Brasilien_node.html, Mai 2014.

Banco Central do Brasil (2014) Indicadores Econômicos de 21 de maio de 2014; Intercâmbio comercial brasileiro - FOB. In: <https://www.bcb.gov.br/?INDECO>, Mai 2014.

Biogas Ambiental: Decaying waste is a Brazilian export success. In: <http://www.biogas-ambiental.com.br/>, Juli 2014.

Blick.ch (2013) Brasilien wendet sich von Atomenergie ab und setzt auf Wind. 15.09.2013. In: <http://www.blick.ch/news/ausland/brasilien-brasilien-wendet-sich-von-atomenergie-ab-und-setzt-auf-wind-id2442088.html>, Juli 2014.

Bloomberg: Almeida, I. und Kassai, L. (2013) Brazil ethanol tax cut won't be enough to end sugar surplus, 22. März 2013. In: <http://www.bloomberg.com/news/2013-03-22/brazil-ethanol-tax-cut-won-t-be-enough-to-end-sugar-oversupplies.html>, Juli 2014.

Bloomberg: Nielsen, St. (2013a) Brazil's Eletrosul to enter solar project in 2014 power auction. 2. Juli 2013. In: <http://www.bloomberg.com/news/2013-07-02/brazil-s-eletrosul-to-enter-solar-project-in-2014-power-auction.html>, Juli 2014.

Bloomberg: Nielsen, St. (2013b) Brazil Auction Rules May Boost Price of Wind Power 15%. 17. Mai 2013. In: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/05/brazil-auction-rules-may-boost-price-of-wind-power-15?cmpid=SolarNL-Saturday-May18-2013>, Juli 2014.

Bloomberg: Nielsen, St. (2013c) GBT Brasil to Start Making First Brazil Wind Turbines This Year. 14. März 2013. In: <http://www.bloomberg.com/news/2013-03-14/gbt-brasil-to-start-making-first-brazil-wind-turbines-this-year.html>, September 2014.

BNDES (a) A Empresa. In: http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bndes_pt/Institucional/O_BNDES/A_Empresa/, Juni 2014.

BNDES (b) Metodologia específica para credenciamento e apuração do conteúdo local para equipamentos fotovoltaicos. In: http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bndes_pt/Ferramentas_e_Normas/Credenciamento_de_Equipamentos/credenciamento_fotovoltaicos.html, September 2014.

BNDES (2012) BNDES improves rules for accreditation of wind turbines. 12.12.2012. In: http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bndes_en/Institucional/Press/Noticias/2012/20121212_geradores.html, September 2014.

BNDES (2014a) BNDES aprova R\$ 557 milhões para 7 parques eólicos no CE e RS, 3. Juli 2014. In: http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bndes_pt/Institucional/Sala_de_Imprensa/Destaques_Primeira_Pagina/20140703_eolicas.html, Juli 2014.

BNDES (2014b) Perspectivas da Energia Solar e o Apoio do BNDES ao Setor. April 2014.

Brasil News (2013) Verzögerungen von einem Jahr bei Windkraft. 7. Januar 2013. In: <http://www.brasilnews.de/brasilien-verzogerungen-von-einem-jahr-bei-windkraft-92561/>, Juli 2014.

CERPCH (2011) Mercado de PCH. In: http://www.cerpch.unifei.edu.br/mercado_pch.php, August 2014.

CERPCH (2014) Crise de energia custará R\$ 66 bi este ano, diz JP Morgan, 1. August 2014. In: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/noticias/crise-de-energia-custara-r-66-bi-este-ano-diz-jp-morgan.html>, August 2014.

CIA (2014) World Factbook, Brazil. April 2014. In: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>, Mai 2014.

CCEE (a) Entenda o modelo brasileiro. In: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico?_afrLoop=1659699372856324, Juli 2014.

CCEE (2014a) País termina 2013 com 1.064 usinas e 123.973 MW em operação. 10. Februar 2014. In: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/noticias-opiniao/noticias?pag=18&_afrLoop=679766022235963, August 2014. CCEE (2014b) Projeto de microgeração vende energia limpa no Mercado livre. 25.09.2014. In: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/noticiasopiniao/noticias/noticialeitura?contentid=CCEE_313420&_afrLoop=231656251180851#%40%3Fcontentid%3DCCEE_313420%26_afrLoop%3D231656251180851%26_adf.ctrl-state%3Dql01c3ii_259, September 2014.

CCEE, MME (2014) 6º Leilão de Energia de Reserva, Portaria 377, 29.07.2014. In: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos?_adf.ctrl-state=ql01c3ii_84&_afrLoop=226260871787821, September 2014.

Comgas (2013) A Comgás no Seculo 21. In: <http://www.comgas.com.br/pt/empresa/quemSomos/Paginas/quem-somos.aspx>, Juli 2014.

Companhia Energetica Integrada: Projetos. In: <http://www.ceienergetica.com.br/projetos.html>, Juli 2014.

COPERSUCAR (2014) Terminal de etanol da Copersucar entra em fase final de obras. 20.03. 2014. In: <http://www.copersucar.com.br/>, Juli 2014.

CRESESB (2000) Atlas Solarimetrico do Brasil 2000. In: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=2>, Juli 2014.

CRESESB / CEPEL (2001) Atlas do Potenzial Eólico Brasileiro, Velocidade Média Anual Brasil. In: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=1>, Juli 2014.

DASOL (a) Dados de mercado. In: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/dados-de-mercado/> Juli 2014.

DASOL (b) Governo e projetos. In: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/governo-e-projetos/>, Juli 2014.

DASOL (2014a) Minha Casa, Minha Vida terá nova etapa com 3 milhões de moradias. 2. Juli 2014. In: <http://www.dasolabrava.org.br/2014/07/minha-casa-minha-vida-tera-nova-etapa-com-3-milhoes-de-moradias/>, Juli 2014.

DASOL (2014b) É grátil, mas sei caro. 28.06.2014. In: <http://www.dasolabrava.org.br/2014/07/10827/>, Juli 2014.

Dedini (2010) Plantas e Equipamentos para a produção de Biodiesel. In: http://www.codistil.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=8:biodiesel&catid=1&Itemid=17, Juli 2014.

dena (2014) Studie – Marktinfo Brasilien – Photovoltaik. Juni 2014.

EA: Neto, H. (2011) Geotermia usa energia limpia e gratuita, 05.07.2011. In: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/198/Geotermia-usa-energia-limpia-e-gratuita.aspx>, Juni 2014.

Economia Negocios: Moura, E.R.R.M. (2014) Dilma assina medida provisória que eleva mistura de biodiesel no diesel, 28. Mai 2014. In: <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,dilma-assina-medida-provisoria-que-eleva-mistura-de-biodiesel-no-diesel,186226e>, Juli 2014.

Eletrobras (2010a) Nossas Empresas. In: <http://www.eletrobras.com/ELB/data/Pages/LUMISBF7839BFITEMIDPTBRIE.htm>, Juli 2014.

Eletrobras (2010b) Programas e Fundos Setoriais. In: <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISF4721174PTBRIE.htm>, Juli 2014.

Eletrobras (2014a) Eletrobras Eletrosul inaugura usina Megawatt Solar. 27. Juni 2014. In: <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISEB7EA1A1ITEMIDB061B66E318E4BC6824DA3FD69A7B226PTBRIE.htm>, Juli 2014.

Eletrosul (2013) Energia gerada a partir do sol será mais barata, prevê governo. In: <http://www.eletrosul.com.br/noticias/135-energia-gerada-a-partir-do-sol-sera-mais-barata-preve-governo.html>, Juli 2014.

Enalter: Projetos Especiais. In: <http://enalter.tempsite.ws/produtos/projetos-especiais>, Juli 2014.

Eolica Tecnologia: Projects Overview. In: <http://www.eolica.com.br/?s=projects>, Juli 2014.

EPE (2014a) EPE recebe inscrição de mais de mil projetos para Leilão A-5/2014. In: <http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/default.aspx?CategoriaID=6928>, Juli 2014.

EPE (2014b) Análise de Conjuntura de Biocombustíveis 2013, Juni 2014. In: <http://www.epe.gov.br/Petroleo/Paginas/An%C3%A1lise%20de%20Conjuntura%20dos%20Biocombust%C3%A9veis%20etanol%20e%20gás%20natural%20em%202013.aspx?CategoriaID=1>, Juli 2014.

EPE (2014c) Balanco Energetico Nacional 2014. In: <https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>, September 2014.

EPE, MME (2012) Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira, Mai 2012. In: <http://ahkbusiness.de/pt/energias-renovaveis/energia-heliotermica/>, Juli 2014.

EPE, MME (2013) Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2013. In: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>, Juli 2014.

EPE, MME (2014) Manual do Empreendor, Sistema de Acompanhamento de Empreendimentos Geradores de Energia Elétrica- AEGE. Mai 2014. In: <http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/default.aspx?CategoriaID=6939>, Juli 2014.

FAZ: Nestler, F. (2013) Brasilien auf dem Weg zur Energiesupermacht, 22. Oktober 2013. In: <http://www.faz.net/aktuell/finanzen/devisen-rohstoffe/neue-olquellen-brasilien-auf-dem-weg-zur-energiesupermacht-12629497.html>, Juni 2014.

Fierce Energy: Vergetis Lundin, B. (2014) Brazil predicted to lead Latin America in wind power. 20. Februar 2014. In: <http://www.fierceenergy.com/story/brazil-predicted-lead-latin-america-wind-power/2014-02-20>, Juli 2014.

G1: Martello, A. (2014) Banco Central prevê crescimento do PIB de 2% em 2014. 27. März 2014. In: <http://g1.globo.com/economia/noticia/2014/03/banco-central-preve-crescimento-do-pib-de-2-em-2014.html>, Mai 2014.

GDF Suez (2014) GDF Suez commissions 115 MW of new wind power capacity in Brasil. 4. April 2014. In: <http://www.gdfsuez.com/en/journalists/press-releases/gdf-suez-wind-power-brazil/>, Juli 2014.

GENI: Meisen, P. and Hubert, J. (2010) Renewable Energy Potential of Brazil. September 2010. In: <http://www.geni.org/globalenergy/research/renewable-energy-potential-of-brazil/re-pot-of-brazil.pdf>, September 2014.

GE Power & Water (2014) GE Power & Water. In: http://www.ge.com/br/solu%C3%A7%C3%A3o/energia_e_%C3%Alqua, Juli 2014.

GIZ (a): Deutsche Klimatechnologie-Initiative: Concentrated Solar Power in Brasilien. In: <http://www.giz.de/de/weltweit/19604.html>, Juli 2014.

GIZ (b) Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Städten. In: <http://www.giz.de/de/weltweit/21623.html>, Juli 2014.

GIZ (c) Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. In: <http://www.giz.de/de/weltweit/12565.html>, Juli 2014.

Granol Industria Comercio e Exportação S.A. (2010) Uma gigante verde e amarela. In: <http://www.granol.com.br/empresa/historia/>, Juli 2014.

Gtai: Döhne, O. (2013) Bewegung in der brasilianischen Energiewirtschaft. 7. Februar 2013. In: <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=756496.html>, Juni 2014.

Gtai (2014a) Lange Nachspielzeit für Brasiliens WM-Bauprojekte, 16. Mai 2014. In: <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=1013204.html>, Mai 2014.

Gtai (2014b) Brasilien reorganisiert seine Energiewirtschaft, 9. Mai 2014. In: <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=1008712.html>; Mai 2014.

Gtai (2014c) Wirtschaftsdaten kompakt: Brasilien, Mai 2014. In: <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=342114.html>, September 2014.

G1. Globo.com (2014) TRF suspende licença de instalação da usina Baixo Iguaçu, no Paraná. 14.06.2014. In: <http://g1.globo.com/pr/oeste-sudoeste/noticia/2014/06/trf-suspende-licenca-de-instalacao-da-usina-baixo-iguacu-no-parana.html>, Juli 2014.

Hall, D.G. (2011) Hydropower Resource Assessment of Brazilian Streams. In: <http://hydropower.inel.gov/resourceassessment/index.shtml>, Juli 2014.

Hamza, V.M. et al. (2005) Status report on Geothermal Energy Developments in Brazil. Proc. World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005. S. 1-10. In: http://www.geothermal-energy.org/publications_and_services/conference_paper_database.html, Juni 2014.

Hamza, V.M. et al. (2010a) Brasil: Country Update. Proc. World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia 25-29th April 2010. In: http://www.geothermal-energy.org/publications_and_services/conference_paper_database.html

Hamza, V.M. et al. (2010b) Geothermal Resource Base for South America: A Continental Perspective. Proc. World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia 25-29th April 2010. In: http://www.geothermal-energy.org/publications_and_services/conference_paper_database.html, September 2014. Handelsblatt: Busch, A.

(2012) Der Milliardenschatz, den niemand heben kann. 17.09.2012. In:

<http://investidorpetrobras.com.br/main.jsp?lumPageId=8A788660322610600132267542DF2041>, Juni 2014.

Handelsblatt online (2014) KfW finanziert Wasserkraftanlage in Brasilien. 24. Mai 2014. In: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/banken/60-millionen-euro-kfw-finanziert-wasserkraftanlage-in-brasilien/9943416.html>, Juli 2014.

Hydropowerworld.com (2012) Brazil wave power prototype generates first energy. 18. Juli 2012. In: <http://www.hydropowerworld.com/articles/2012/07/brazil-wave-power-prototype-generates-first-energy.html>, August 2014.

IBAMA (a) Licença-Prévia. In: <https://servicos.ibama.gov.br/index.php/licencias/licenca-previa>, August 2014.

IBAMA (b) EIAs - Relatórios - Monitoramento disponíveis. In: <https://www.ibama.gov.br/licenciamento/>, August 2014.

IBGE (2010) Indigenas, Gráficos e tabelas. In: <http://indigenas.ibge.gov.br/graficos-e-tabelas-2>, Mai 2014.

Itaipu Binacional: Geração. In: <http://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>, Juli 2014.

Jornal da Energia (2014) WEG fica com contratos da Fuhrländer para parques do Ceará. 2. April 2014. In: http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=16536&id_secao=15, Juli 2014.

Jornal da Energia: Binas, F. (2013) Vensolbras pode investir até R\$ 1,2 bi em energia solar. 11. März 2013. In: http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=12784&id_secao=8, Juli 2014

Jornal da Energia: Maciel, A. (2013) Brasil lidera ranking mundial de uso da biomassa na produção de energia, 23. September 2013. In: http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=14825&id_secao=5, Juli 2014.

Lund, J.W. et al. (2010) Direct Utilization of Geothermal Energy 2010 Worldwide Review. Proc. World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia 25-29th April 2010. In: <http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?cat=7>, Juni 2014.

MAPA: Ministério. In: <http://www.agricultura.gov.br/ministerio>, Mai 2014.

MAPA (2014) Estatísticas e Dados Básicos de Economia Agrícola – Juni 2014. In: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>, Juli 2014.

MMA (2014a) Política Nacional sobre Mudança do Clima. In: <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>, Juni 2014.

MMA (2014b) Apresentação. In: <http://www.mma.gov.br/o-ministerio/apresentacao>, Mai 2014.

MMA; Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (2013) Atualização do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, September 2013. In: <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/consulta-publica-atualizacao-do-plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima>, Juni 2014.

MME: Leilões de Energia Elétrica, Ambientes de Contratação. In:
http://www.mme.gov.br/programas/leiloes_de_energia/menu/inicio.html, September 2014.

MME (2007a) Plano Nacional de Energia 2030. November 2007. In:
http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html, Juni 2014.

MME (2007b) Matriz Energetica Nacional 2030. In: http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html, Juni 2014.

MME (2011a) Plano Nacional de Eficiência Energetica, Oktober 2011. In:
http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html, Juni 2014.

MME (2012a) Concessões de Energia Elétrica, Governo garante luz mais barata e mantém tarifa social. 01/11/2012. In:
<http://www.mme.gov.br/mme/menu/concessoes.html>, Juni 2014.

MME (2013a) Zimmermann defende uso da hidroeletricidade, 14/08/13. In:
http://www.mme.gov.br/spe/noticias/destaque_foto/destaque_0125.html, Juni 2014.

MME (2013b) Balanço Energético Nacional Consolidado. In: http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html, Juni 2014.

MME (2014a) Secretaria de Energía Elétrica. In: http://www.mme.gov.br/see/menu/institucional/a_see.html, Mai 2014.

MME (2014b) Leilão A-3 contrata 22 projetos de geração elétrica. In:
http://www.mme.gov.br/mme/noticias/destaque3/destaque_506.html, Juni 2014.

MME (2014b) Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. In:
http://www.mme.gov.br/spe/menu/institucional/a_spe.html, Mai 2014.

MME (2014c) Eletrobras. In: http://www.mme.gov.br/mme/menu/entidades_vinculadas/eletrobras.html, Mai 2014.

MME, EPE (2013) Plano Decenal de Expansão de Energia 2022, Dezember 2013. In:
http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html, Juni 2014.

MME, EPE (2014) Balanço Energética Nacional. In: <https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>, August 2014.

O Globo País: Castro, J. (2013) Com 5 novos municípios, Brasil agora tem 5.570 cidades. 9. Januar 2013. In:
<http://oglobo.globo.com/pais/com-5-novos-municipios-brasil-agora-tem-5570-cidades-7235803>, Mai 2014.

ONS (2013a) Produção por Origem – GWh. In:
http://www.ons.org.br/download/biblioteca_virtual/publicacoes/dados_relevantes_2012/06-03-Producao-por-Origem-GWh.html?expanddiv=06, Juni 2014.

ONS (2014) Sistema de Transmissão – Horizonte 2014. In: http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx, Juni 2014.

Petrobras (2014a) Profile. In: <http://www.petrobras.com.br/en/about-us/profile/>, Mai 2014.

Petrobras (2014b) Fato Relevante – Reservas Provadas da Petrobras em 2013. 14.Januar 2014. In: <http://investidorpetrobras.com.br/main.jsp?lumPageId=8A788660322610600132267542DF2041>, Juni 2014.

Petrobras (2014c) Gasodutos. In: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/gasodutos/>, Juni 2014.

Portal PCH (a) O que e um PCH? In: <http://www.portalpch.com.br/index.php/o-que-e-uma-pch#.U9oM0VLlloyF>, Juli 2014.

Portal Rio Capital da Energia; EPE (2013) EPE habilita 377 parques, somando 8.999 MW, para leilão de energia eólica. 14.August 2013. In: <http://www.riocapitaldaenergia.rj.gov.br/site/conteudo/Parceiro8Noticia.aspx?C=VPCvFOaRHhw%3D>, Juli 2014.

Preço dos combustiveis (2014) Preço dos combustiveis São Paulo. In: <http://www.precodoscombustiveis.com.br/>, Juni 2014.

PV Magazine: Pekic, V. (2013a) Brazil: Vensolbras to install over 200 MW of PV. 22. März 2013. In: http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/brazil--vensolbras-to-install-over-200-mw-of-pv_100010661/#ixzz2Od0T3E00, Juli 2014.

PV Magazine: Pekic, V. (2013b) Brazil receives request for 392,4 MW. 21. Mai 2013. In: http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/brazil-receives-request-for-3924-mw-of-pv_100011366/#axzz37WwSvEcx, Juli 2014.

PVTECH: Colthorpe, A. (2013) Brazilian state announces incentive programme for renewable energy producers, 16. August 2013. In: http://www.pv-tech.org/news/brazilian_state_announces_incentive_programme_for_renewable_energy_producer, Juli 2014.

PVTECH: Colthorpe, A. (2014) Brazilian start-up to build 40MW solar module production facility, 12. Februar 2014. In: http://www.pv-tech.org/news/brazilian_start_up_to_build_40mw_solar_module_production_facility, Juli 2014.

PVTECH: Woods, L. (2013a) 40 MW array for dairy farm in Brazil, 14. Oktober 2013. In: http://www.pv-tech.org/news/40mw_array_for_dairy_farm_in_brazil, Juli 2014.

PVTECH: Woods, L. (2013b) Brazil opens second auction to solar. 12. September 2013. In: http://www.pv-tech.org/news/brazil_opens_second_auction_to_solar, Juli 2014.

Renewable Energy Focus: Sawyer, St. (2013) Wind in Brazil: a current picture. 22 März 2013. In: <http://www.renewableenergyfocus.com/view/31418/wind-in-brazil-a-current-picture/>, September 2014.

Renewable Energy Magazine (2013) Brazil energy auction to feature 3.5GW of solar and 16.42GW of wind power, 4. November 2013. In: <http://www.renewableenergymagazine.com/article/brazil-energy-auction-to-feature-3-5gw-20131104>, Juli 2014.

RenewableEnergyWorld.com (2013) Latin America Report: Solar's Auction Debut in Brazil, 20. Dezember 2013. In: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/12/latin-america-report-solars-auction-debut-in-brazil?cmpid=SolarNL-Tuesday-December31-2013>, Juli 2014.

RenewableEnergyWorld.com: Ross, K. (2013) Sao Paulo Sets 70 Percent Renewables Target, 25. Juli 2013. In: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/07/sao-paulo-sets-70-percent-renewables-target?cmpid=WNL-Friday-July26-2013>, Juli 2014.

Rio Renovavel (2014) Ferramenta para energia em edificios Rio de Janeiro; Refrigeração: Bombas de Calor de Subsolo (Geotérmicas). In: <http://www.riorenovavel.com/renewable-technologies/ground-source-heat-pump-cooling>, Juni 2014.

Rüther, R. (2014) Photovoltaics in Brazil: Market, Policy Trends an Choice of PV-Technology. 21.Januar 2014. In: <http://www.export-erneuerbare.de/EEE/Redaktion/DE/Downloads/Publikationen/Praesentationen/2014-01-28-iv-brasilien-pv-03-ufsc.html>, September 2014.

Solargis (2013) Global Horizontal Irradiation Brazil. 2014 GeoModel Solar. In: http://solargis.info/doc/_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Brazil-en.png, September 2014.

Solar Server (2013) Photovoltaik in Brasilien: Solar-Fond fördert Anlagen auf privaten Dächern, 28. Mai 2013. In: <http://www.solarserver.de/solar-magazin/nachrichten/archiv-2013/2013/kw22/photovoltaik-in-brasilien-solar-fond-foerdert-anlagen-auf-privaten-daechern.html>, Juli 2013.

Solar Server (2014) HIS: Solar PV expectations for Brazil rise as additional auctions are announced. 14. Juli 2014. In: <http://www.solarserver.com/solar-magazine/solar-news/current/2014/kw28/ihis-solar-pv-expectations-for-brazil-rise-as-additional-auctions-are-announced.html>, Juli 2014.

The Economist (2014) Rain-checked. 15. Februar 2014. In: <http://www.economist.com/news/americas/21596530-parched-southern-summer-may-cause-electricity-crisis-rain-checked>, August 2014.

The Washington Post: Forero, J. (2014) Brazil's ethanol sector, once thriving, is being buffeted by forces both man-made, natural, 1. Januar 2014. In: http://www.washingtonpost.com/world/brazils-ethanol-sector-once-thriving-is-being-buffeted-by-forces-both-man-made-natural/2014/01/01/9587b416-56d7-11e3-bdbf-097ab2a3dc2b_story.html, Juli 2014.

Thermacqua (2007) Cases. In: http://thermacqua.com.br/website/cases_unicenp.htm, Juni 2014.

Tuma Instalações (2010) Energia de Ondas Oceânicas. In: http://www.empresastuma.com.br/tumainstalacoes/produtos/index_serv3_1.php, Juli 2014.

UNICA (a): Mapa da Produção. In: <http://www.unica.com.br/mapa-da-producao/>, Juli 2014.

UNICA (b) FAQ. In: <http://www.unica.com.br/faq/>, Juli 2014.

UNICADATA (2014) Histórico de Produção e Moagem por safra. In: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=1580&safra=2013%2F2014&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%2CMS%2CMT%2CGO%2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CPA%2CAP%2CRO%2CAM%2CAC%2CRR>, Juli 2014.

University of Texas Librarys (1994), The Perry Castaneda Map Collection, Map of Brazil, shadowed Relief. In: http://www.lib.utexas.edu/maps/americas/brazil_rel94.jpg, 20.05.2014.

USP (2014) Resfriamento geotécnico será testado pela Poli em prédio escolar. Pressemitteilung 8. Mai 2014. In: <http://www5.usp.br/43270/resfriamento-geotecnico-sera-testado-pela-poli-em-predio-escolar/>, Juni 2014.

Ventos do Sul: O Projeto. In: <http://www.ventosdosulenergia.com.br/highres.php>, Juli 2014.

WindPower (2014a) Brasil to enter offshore sector with 12 MW project, 1. Mai 2014. In: <http://www.windpoweroffshore.com/article/1292629/brazil-enter-offshore-sector-12mw-project>, Juli 2014.

WindPower: Mc Govern, M. (2014) Analysis: Brazil offshore developer reveals Alstom and Siemens negotiations, 16. Mai 2014. In: <http://www.windpoweroffshore.com/article/1294692/analysis-brazil-offshore-developer-reveals-alstom-siemens-negotiations>, Juli 2014.

Wind Power Engineering & Development: Bushong, St. (2013) GE expands Brazil wind turbine production facility. 4. September 2013. In: <http://www.windpowerengineering.com/design/mechanical/ge-expands-brazil-wind-turbine-production-facility/>, Juli 2014.

Wobben Windpower (2011) Empresa. In: <http://www.wobben.com.br/usinas-eolicas/>, Juli 2014.

