Deutsch-Brasilianische Industrie- und Handelskammer
Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha

MITTELSTAND GLOBAL
EXPORTINITIATIVE ENERGIE

BRASILIEN
Solarstrom und Speichertechnologien

Zielmarktanalyse 2019 mit Profilen der Marktakteure

www.german-energy-solutions.de

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber
Deutsch-Brasilianische
Industrie- und Handelskammern
Rio de Janeiro & São Paulo

Stand
Mai 2019

Redaktion
Melina Stancikas (AHK-RJ)
Natalia Chaves (AHK-RJ)
Andreas Olpp (AHK-RJ)
Maria Serrão (AHK-RJ)
Philipp Hahn (AHK-RJ)
Laurenz Weber (AHK-SP)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers.

Disclaimer
Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Genutzt und zitiert sind öffentlich bereitgestellte Informationen von Banken und Institutionen. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet der Herausgeber nicht, sofern ihm nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis V
Abbildungsverzeichnis V
Abkürzungsverzeichnis VI
Einheitenverzeichnis VIII
Währungsumrechnung VIII

Zusammenfassung 1
1. Länderprofil Brasilien 2
1.1 Geographie 3
1.2 Bevölkerung, Bildung & Konsum 4
1.3 Politischer Hintergrund 4
2. Infrastruktur, Wirtschaft & Entwicklung 5
2.1 Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland 8
2.2 Investitionsklima und Förderung 9
2.3 Rahmenbedingungen für den Markteintritt 10
3. Der brasilianische Energiesektor 12
3.1 Primärenergieversorgung 12
3.2 Energiepolitischer Rahmen 12
3.3 Strommarkt und -sektoren 14
3.3.1 Erzeugungs- und Verbrauchsstruktur 16
3.3.2 Strompreise: Entwicklung und Prognose 18
3.3.3 Stromauktionen 20
3.4 Tendenzen auf dem Energiemarkt 22
4. Der Markt für Solarstrom in Brasilien 23
4.1 Solarstrom-Potenzial in Brasilien 23
4.2 Solarenergie im Bundesstaat Minas Gerais 26
4.3 Solarenergie im Bundesstaat Rio Grande do Sul 28
4.4 Solarenergie im Bundesstaat São Paulo 30
4.4.1 Projekte 32
4.4.2 Politischer Rahmen 34
4.5 Solarenergie im Bundesstaat Santa Catarina 35
4.6 Regulatorische Rahmenbedingungen 37
4.6.1 Auktionen 37
4.6.2 Net-Metering 38
4.6.3 Standards, Normen & Zertifizierung 39
4.7 Wirtschaftlichkeit 41
4.7.1 Dezentrale Anlagen 41
4.7.2 Utility-Scale-Anlagen 44

4.8 Marktstruktur 45
4.8.1 Installation 46
4.8.2 Komponenten 46
4.8.3 Solarzellen und -module 47
4.8.4 Wartung und Instandhaltung 48
4.8.5 Fachkräfte 48
4.8.6 Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten 48
4.9 Solarstrom-Speicher 52
4.10 Forschungs- und Entwicklungsprojekte 53
4.11 Marktbarrieren und -hemmnisse 54
4.12 Handlungsempfehlungen und -chancen für deutsche Unternehmen 55
5. Marktakteure im Solarenergie-Sektor 58
5.1 Sektor-Organisationen 58
5.2 Sektor-Verbände 59
5.3 Stromkonzerne 59
5.4 Potenzielle Partner 60
5.5 Weitere Marktakteure mit potenziellem Interesse 60
5.6 Unternehmen in São Paulo 63
5.7 Standortagenturen, Beauftragte für Auslandsinvestitionen, Beratungsunternehmen, Forschungsinstitute und sonstige Multiplikatoren 64
Schlussbemerkung 66
6. Quellen- und Literaturverzeichnis 67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Brasilien „in a nutshell“ ... 2
Tabelle 2: Wirtschaftswachstum (%) ... 6
Tabelle 3: Handelsbilanz Brasilien - Deutschland in 2018 ... 8
Tabelle 4: SWOT-Analyse Brasilien ... 10
Tabelle 5: Geschäftsoptionen und ihre Voraussetzungen auf dem brasilianischen Markt ... 11
Tabelle 6: Stromverbrauch nach Verbrauchergruppe (in %, Stand 2018) ... 17
Tabelle 7: Brutto-Endverbraucherpreise im Niedrigspannungsbereich nach Verbrauch ... 18
Tabelle 8: Prognostizierte Entwicklung der installierten Leistung zentraler PV-Anlagen (in MW) ... 26
Tabelle 9: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in Minas Gerais nach Erzeugungsart und Verbraucher ... 27
Tabelle 10: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in Rio Grande do Sul nach Erzeugungsart und Verbraucher ... 29
Tabelle 11: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in São Paulo nach Erzeugungsart und Verbraucher ... 31
Tabelle 12: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in Santa Catarina nach Erzeugungsart und Verbraucher ... 36
Tabelle 13: Bewertung des Länderrisikos nach Internationalen Ratingagenturen ... 49
Tabelle 14: Organisationen im Sektor Solarenergie ... 58
Tabelle 15: Verbände im Sektor der Solarenergie ... 59
Tabelle 16: Stromversorger mit Projekten im Bereich Solarenergie und Stromspeicherung ... 59
Tabelle 17: Auflistung potenzieller Partner ... 60
Tabelle 18: Auflistung potenzieller Partner von Unternehmen, die bereits Projekte über 100 kW installiert haben ... 60
Tabelle 19: Unternehmen in São Paulo ... 63
Tabelle 20: Standortagenturen ... 64
Tabelle 21: SWOT-Analyse, Solarenergiemarkt in Brasilien ... 66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Topographie und Lage Brasiliens ... 3
Abbildung 2: Verteilung des BIPs (2015) und der Bevölkerung (2017) nach Regionen in Brasilien ... 6
Abbildung 3: Wirtschaftliches Profil der Bundesstaaten ... 7
Abbildung 4: Kursverlauf der Landeswährung Real in den letzten 5 Jahren ... 7
Abbildung 5: Wirtschaftliche Entwicklung Brasiliens 2016 bis 2018 ... 9
Abbildung 6: Primärenergiebereitstellung Brasilien 2018 (in %) ... 12
Abbildung 7: Institutionen des Stromsektors ... 14
Abbildung 8: Das Nationale Übertragungsnetz (SIN) – aktuell & geplant ... 15
Abbildung 9: Stromangebot nach Quellen ... 16
Abbildung 10: Stromerzeugung und -verbrauch nach Quellen ... 17
Abbildung 11: Durchschnittlicher regulierter Stromtarif für Industrieanlagen (Brutto) ... 19
Abbildung 12: Spot-Durchschnittspreise in brasilianischen Regionen ... 19
Abbildung 13: Industrieenergiepreisindex ... 20
Abbildung 14: Stromhandel in Brasilien ... 21
Abbildung 15: Sonneneinstrahlung – Jahresdurchschnitt auf horizontaler Fläche ... 23
Abbildung 16: Entwicklung der dezentralen und zentralen PV-Erzeugungsanlagen in Brasilien ... 24
Abbildung 17: Ranking dezentrale Solarenergieerzeugung pro Bundesstaat ... 25
Abbildung 18: Zubau dezentraler PV-Anlagen im Bundesstaat Minas Gerais ... 27
Abbildung 19: Entwicklung der dezentralen Photovoltaik-Anlagen im Bundesstaat Rio Grande do Sul ... 29
Abbildung 20: Entwicklung der dezentralen Photovoltaik-Anlagen im Bundesstaat São Paulo ... 30
Abbildung 21: Stromversorgungssystem des Staates São Paulo ... 31
Abbildung 22: Durchschnittliche Sonneneinstrahlung São Paulos in kWh/m²dia ... 32
Abbildung 23: Entwicklung der dezentralen Photovoltaik-Anlagen im Bundesstaat Santa Catarina ... 36
Abbildung 24: Bundestaaten mit Freiflächenanlagen aus Auktionen (Stand:2018). ... 38
Abbildung 25: Verteilungsnetzbetreiber und Strompreise für private Haushalte in R$/kWh ... 42
Abbildung 26: Durchschnittsstrompreis nach Verbrauch im Endverbrauchersektor zwischen 2013 und 2017 ... 43
Abbildung 27: Durchschnittliche Spotmarktpreisveränderung 2013 - 2019 ... 43
Abbildung 28: Leitzinsentwicklung Brasilien (nominal) ... 44
Abbildung 29: Wechselkursentwicklung R$/€ ... 44
Abbildung 30: Dezentrale Stromerzeugung pro Segment Stand Juni 2018 ... 45

Abkürzungsverzeichnis

ABINEE	Associação Brasileira Indústria Elétrica Eletrônica *Verband der Elektro- und Elektronikindustrie e.V.*
ACL	Ambiente de Contratação Livre *Freier Stommarkt*
ACR	Ambiente de Contratação Regulada *Regulierter Strommarkt*
AIR	Análise de Impacto Regulatório *Regulatorische Auswirkungsanalyse*
ANEEL	Agência Nacional de Energia Eletrica *Nationale Stromregulierungsbehörde*
BANAGRO	Banco do Agronegócio Familiar *Familien-Agrarbank*
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Social e Econômico *Nationale Entwicklungsbank*
BRL	*Brasilianischer Real (seit 1994 in Brasilien gültige Währung)*
ca.	circa
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica *Stromhandelskammer*
CEF	Caixa Econômica Federal *Bundessparkasse*
CNI	Confederação Nacional de Indústria *Nationaler Industrieverband*
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética *Nationaler Energierat*
EMUC	Empreendimento de Múltiplas Unidades Consumidoras *Konzeption mehrerer Verbrauchseinheiten*
EPC	Engineering, procurement and construction *Projektierung, Beschaffung und Bau*
EPE	Empresa de Pesquisas Energéticas *Energieplanungsbehörde*
EUR	Euro
FEAP	Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista *Fonds für die Expansion des Agrarsektors São Paulos*
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina *Industrieverband des Staates Santa Catarina*
GW	Gigawatt
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Institut für Geographie und Statistik*
ICI	Industrial Cost Indicator *Indikator des Industriesektors*
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços *Mehrwertsteuer*
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia *Nationales Institut für Messtechnik, Qualität und Technologie*
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados *Steuer auf Industrie-Produkte*
KMU	Klein- und Mittelständige Unternehmen

kTOE	Kilo tons of oil equivalent *1.000 Tonnen Erdöläquivalent*
mc-Si	multikristallines Silizium
Mio.	Millionen
MME	Ministério de Minas e Energia *Ministerium für Bergbau und Energie*
mono-Si	monokristallines Silizium
MWmed	Durchschnittliche Energie in dem betrachteten Zeitintervall
MWp	Megawatt Peak, elektrische Leistung von PV-Anlagen zu Standard-Testbedingungen (Zellentemperatur = 25 °C, Bestrahlungsstärke = 1.000 W/m², Sonnenlichtspektrum gemäß AM = 1,5)
OEM	Original Equipment Manufacturer *Originalausrüstungshersteller*
ONS	Operado Nacional do Sistema Elétrico *Nationaler Stromnetzbetreiber*
PIA	Pesquisa Industrial Anual *Jährliche Industrieforschung*
PL	Projeto de Lei *Gesetzesvorhaben*
PPA	Power Purchase Agreements *Stromabnahmevereinbarungen*
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica *Förderprogramm für erneuerbare Energien*
PV	Photovoltaik
S&P	Standard and Poor's
SESAMM	Serviços de Saneamento de Mogi Mirim *Sanitärdienstleistungen von Mogi Mirim*
SIN	Sistema Interligado Nacional *Nationales Verbundnetz*
SINAEES	Sindicato da Indústria de Aparelhos Elétricos Eletrônicos e Similares do Estado de São Paulo *Verband der Elektrogeräteindustrie e.V.*
SPV	Special Purpose Vehicle *Zweckgebundene Gesellschaft*
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica *Entgelt für die Nutzung des Distributionsnetzes*
TUST	Tarifas de Uso dos Sistemas de Transmissão *Entgelt für die Nutzung des Transmissionsnetzes*
UNO	United Nations Organisation
Unoeste	Universidade do Oeste Paulista *Universität West São Paulo*
USD	US-Dollar
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
z.B.	zum Beispiel

Einheitenverzeichnis

GWh	Gigawattstunde	1.000.000 BTU ≈ 293,071 kWh
TWh	Terawattstunde	1 TWh = 1 x 10^{12} Wh
kV	Kilovolt	1 kV = 1.000 V
kW	Kilowatt	1 kW = 1.000 W
MW	Megawatt	1 MW = 1.000.000 W
t	Tonne	1 t = 1.000 kg
kg	Kilogramm	1 kg = 1.000 g
mol	Mol	1 mol ≈ 6,022*10^{23} Teilchen
atm	Physikalische Atmosphäre	1 atm ≈ 760 Torr

Währungsumrechnung

Wechselkurs: 1 BRL =	**USD**	**EUR**[1]
Stand: 24.05.2019	4,03	4,51

Leitzinssatz (Taxa SELIC, Stand: seit 01.05.2018): 6,5%[2]

[1] Banco Central do Brasil (2019d)

[2] Banco Central do Brasil (2019f)

Zusammenfassung

In den kommenden Jahren bieten sich in Brasilien dank des wachsenden Marktes für Solarstrom exzellente Möglichkeiten für deutsche Investoren und Unternehmen, die ihr Know-how und ihre Produkte „Made in Germany“ in einem reifen und verlässlichen Markt anbieten möchten. Erneuerbare Energien, insbesondere Solarenergie, gewinnen durch die zunehmende Wasserknappheit und die steigenden Stromtarife an Bedeutung. Viele Privatpersonen, KMUs, aber auch der Landwirtschaftssektor suchen kostengünstigere Alternativen zur Eigenversorgung durch Solarenergie.

Die aktuelle Regierung des Präsidenten Jair Bolsonaro hat die Wichtigkeit und das Potenzial der erneuerbaren Energien und den Beitrag, den diese zum Energiemix leisten können, erkannt und wird die Entwicklung des Sektors weiter unterstützten.[3] Nach einer leichten Erholung der brasilianischen Konjunktur im Jahr 2018 und einer langsam steigenden Industrieproduktion bewertete die Ratingagentur S&P den Ausblick als stabil. Dennoch steht Bolsonaro trotz deutlich gewonnener Wahl und hohem Zuspruch vor der Herausforderung, im Kongress Bündnisse zu schließen und Mehrheiten für umstrittene Reformprojekte zu finden, um die wachsende Staatsverschuldung zu bekämpfen und gleichzeitig das Wirtschaftswachstum anzukurbeln. Der niedrige, aber stabile Ausblick des Ratings spiegelt die Erwartung wider, dass die Regierung in der Lage sein wird, ihre Politik fortzusetzen und das Haushaltsdefizit langsam zu verbessern.[4]

Zum Teil signifikante Hürden stellen wiederum Herausforderungen für den Markteintritt in Brasilien dar. Dabei ist zwischen strukturellen Hindernissen und konjunkturell begründeten Schwierigkeiten zu unterscheiden. Eine der größten Hürden, besonders für deutsche Lieferanten, stellen ihre Kosten im Vergleich zu den brasilianischen *Low-cost*-Herstellern und den chinesischen Importen dar. Die starke Abwertung des Reals seit dessen Höchststand 2010 hob stetig die Kosten für Importware auf dem lokalen Markt an. Brasilianische Konsumenten reagieren sehr sensibel auf Preisanstiege und obwohl Langzeitgewinne und finanzielle Erträge in dem Entscheidungsprozess beachtet werden, sind diese weniger wichtig als die anfänglichen Akquisitionskosten. Davon abgesehen können abhängig von den verwendeten Geschäftsmodellen hohe Einfuhrzölle und lokale Steuern zu diesen Kosten hinzukommen. Viele Vergabeverfahren (einschließlich fast aller öffentlichen Ausschreibungen) werden zu den niedrigsten Kosten durchgeführt. Dies erschwert den Wettbewerb für hochwertige deutsche Produkte, da diese zwar eine bessere Leistung und niedrigere *Life-Cycle costs* bieten, aber höhere Vorlaufkosten als ihre Wettbewerber. Viele brasilianische Unternehmen sind langfristigen Investitionen gegenüber abgeneigt und erwarten oft kürzere Amortisationszeiten als europäische Unternehmen, um Investitionen im Bereich der Solarenergie zu rechtfertigen. Dies ist mit historisch hohen wirtschaftlichen Unsicherheiten und Risiken verbunden (die sich in hohen Zinssätzen widerspiegeln). Der zurzeit niedrige Leitzins bietet einen günstigen Rahmen für Investitionen in der Solarenergiebranche.

Trotz dieser Herausforderungen werden die Chancen im Markt besonders für neue Technologien der effizienteren Solarenergieerzeugung, bspw. intelligente Datenanalyse oder Solarstromspeicherung, positiv eingeschätzt. Im Handels- und Dienstleistungssektor der Solarenergiebranche sind besonders effiziente Software-Lösungen gefragt, die von der Dimensionierung, Planung, Projektierung bis hin zum Vertrieb eine Komplettlösung anbieten. Der Markt bleibt jedoch auch für klassische Technologien aus dem Bereich der Komponenten für Solaranlagen interessant.

Sobald ein Unternehmen sich entschieden hat, in den brasilianischen Markt einzutreten, gilt es, die effektivste und erfolgversprechendste Vorgehensweise zu identifizieren. Die möglichen Geschäftsstrukturen variieren je nach dem Grad der Verbindung mit dem Land, vom einfachen Export bis zur Gründung einer brasilianischen Tochtergesellschaft. Wenn Unternehmen lokale Kapazitäten für die technische Gewährleistung, Wartung und Ersatzteile nicht vorweisen können, besteht zudem die Gefahr, dass potenzielle Kunden das System sofort ablehnen. Für ausländische Investoren wird es in der Regel als einfacher erachtet, Unternehmen anstatt Niederlassungen in Brasilien zu gründen. Zweigniederlassungen ausländischer Unternehmen unterliegen – abgesehen von der Beschäftigung und einigen Steuerpflichten – dem Recht ihres Hauptsitzes und benötigen eine Genehmigung des Ministeriums für Entwicklung, Industrie und Außenhandel (MDIC) für den Betrieb im Land. Grundsätzlich sollte der Markt immer nur gemeinsam mit einem brasilianischen Partner bearbeitet werden, da die Pflege des Kontaktnetzes nur persönlich vor Ort betrieben werden kann und Marktkenntnisse aus erster Hand unabdingbar sind.

---

[3] Folha de S.Paulo

[4] Valor Econômico (2019b)

1. Länderprofil Brasilien

Tabelle 1: Brasilien „in a nutshell“

BRASILIEN	
Hauptstadt	Brasília
Amtssprache	Portugiesisch
Währung	Brasilianischer Real (BRL)
Koordinaten	15.7833° S, 47.8677° W
Gesamtfläche	8.515.770 km²
Bevölkerung	208,5 Mio. (08/2018)[5]
Bevölkerungswachstum	+0,82% (2018)[6]
BIP (nominal in USD)	1.867.910,35 Mio. (2018)[7]
BIP pro Kopf (USD)	8.959,02 (2018)[8]
Ausländische Direktinvestitionen (USD)	59 Mrd. (2018)[9]
Wachstum BIP (%)	+1,12 (2018)[10]

[5] IBGE (2019[a])

[6] IBGE (2019[a])

[7] Banco Central do Brasil (2019[a])

[8] Banco Central do Brasil (2019b)

[9] Banco Central do Brasil (2019c)

[10] Banco Central do Brasil (2019[a])

1.1 Geographie

Die Föderative Republik Brasilien (*República Federativa do Brasil*) liegt an der Ostküste Südamerikas zwischen dem 5. und dem 33. Breitengrad. Das Land grenzt an alle Länder Südamerikas mit Ausnahme von Chile und Ecuador. Brasilien ist mit einer Fläche von 8,5 Mio. km² das größte Land Lateinamerikas. Das Land ist größer als die Europäische Union, fast so groß wie das europäische Festland und nimmt 47% der Fläche des südamerikanischen Kontinents ein. Die Küstenlinie Brasiliens ist 7.367 km lang.[11]

Das Landesklima ist aufgrund der Differenzen zwischen tropischen und subtropischen Regionen sehr unterschiedlich: trocken im Zentrum, tropisch im Amazonasbecken und an den Küsten, subtropisch im Süden. Brasilien weist geringe jahreszeitliche Temperaturschwankungen auf. Nur der Süden hat ein gemäßigteres Klima mit kalten Temperaturen im Winter und gelegentlichen Schneefällen auf den Bergen.[12]

Abbildung 1: Topographie und Lage Brasiliens

Quelle: weltkarte.com (2018)

Brasilien hat eine Bevölkerung von ca. 208,5 Mio. Menschen mit einem jährlichen Bevölkerungswachstum von ca. 0,82%. Die Einwohnerdichte beträgt 25,00 E/km² (Stand: 2018) und die Mehrheit lebt in den Großstädten der Küstenregion. Das Land gliedert sich in 27 Verwaltungseinheiten bestehend aus 26 Bundesstaaten und dem Bundesdistrikt Brasília.

Das Land wird in fünf geographische Regionen unterteilt:

- Der Norden umfasst 45% der Fläche Brasiliens – ist jedoch am wenigsten besiedelt und industrialisiert. Zu dieser Region gehören die Bundesstaaten *Amazonas*, *Pará*, *Rondônia*, *Roraima*, *Amapá*, *Tocantins* und *Acre*.
- Im Nordosten, bestehend aus den Bundesstaaten *Maranhão*, *Piauí*, *Ceará*, *Rio Grande do Norte*, *Paraíba*, *Pernambuco*, *Alagoas*, *Sergipe* und *Bahia*, wohnt ca. ein Drittel der brasilianischen Bevölkerung.
- Der Mittlere Westen (*Mato Grosso*, *Mato Grosso do Sul*, *Goiás* und der *Bundesdistrikt*) ist reich an Rohstoffen und dünn besiedelt. Der Südosten (*Rio de Janeiro*, *São Paulo*, *Minas Gerais* und *Espírito Santo*) mit den Megastädten und Umland *São Paulo* (ca. 21,4 Mio. Einwohner; Stand: 2017)[13] und *Rio de Janeiro* (ca. 12,3 Mio. Einwohner; Stand: 2017)[14] hat die größte Bevölkerungszahl und -dichte. Diese Region ist das wirtschaftliche Zentrum Brasiliens. Der Bundesstaat *São Paulo* ist außerdem der größte deutsche Industriestandort außerhalb von Deutschland.

[11] KPMG (2013)

[12] IBGE (2014)

[13] AHK Rio de Janeiro (2017b)

[14] AHK Rio de Janeiro (2017b)

- Der Süden mit den drei Bundesstaaten *Paraná*, *Santa Catarina* und *Rio Grande do Sul* ist die kleinste Region und stark von deutscher bzw. italienischer Einwanderung geprägt.[15]

1.2 Bevölkerung, Bildung & Konsum

Die brasilianische Gesellschaft ist sehr vielfältig in Bezug auf Kultur, Ethnien, soziale Schichtung und (Aus-) Bildungsniveau. Die Analphabeten-Quote lag 2017 bei ca. 7,0%.[16] Die Bedingungen an öffentlichen Schulen sind oftmals schlecht. Lehrer werden schlecht bezahlt und haben teils selbst kein Studium abgeschlossen.[17] Die meisten Angehörigen der Mittel- und Oberschicht schicken ihre Kinder deshalb auf private Schulen.[18]

Laut Studien der Bank Bradesco und des Consulting-Unternehmens LCA haben trotz der abklingenden Rezession in den letzten Jahren und der Erholung des Arbeitsmarktes die Einkommensklassen A (Familieneinkommen von über 11.001 R$) und B (Familieneinkommen von über 7.278 R$) zuletzt an Präsenz verloren. Die Studien deuten an, dass insgesamt ca. 900.000 Personen die Einkommensklassen A und B verlassen haben und sich auf die Einkommensklassen C (Familieneinkommen von über 1.819 R$) und D (Familieneinkommen von über 1.100 R$) verteilt haben. So macht die Einkommensklasse A mit 10,3 Mio. Personen derzeit nur noch 4,9% und die Einkommensklasse B 5,3% der Bevölkerung aus.[19]

1.3 Politischer Hintergrund

Brasilien wurde von 1964 bis 1985 durch eine Militärjunta regiert. Diese Zeit war geprägt von Menschenrechtsverletzungen an Regimekritikern und staatlichen Großprojekten zur Entwicklung von Land und Wirtschaft. Die wirtschaftliche Entwicklung wurde dominiert durch Bauprojekte wie Straßen und Wasserkraftwerke sowie ein Nuklearenergieprogramm. Zu den Folgen der Militärregierung zählten hohe Staatsschulden, Inflation und Innovationsstau. Seit seiner Verfassung von 1988 ist Brasilien eine föderale präsidentielle Republik mit 26 politisch autonomen Bundesstaaten und dem Bundesdistrikt Brasília sowie 5.570 Kommunen.[20] Die Legislative besteht aus einem Parlament mit zwei Kammern, dem Bundessenat und dem Abgeordnetenhaus, das 513 Abgeordnete umfasst. Die Senatoren werden auf acht Jahre direkt gewählt, im Gegensatz dazu werden die Abgeordneten durch ein „personalisiertes Verhältniswahlrecht“ nur für eine Legislaturperiode von vier Jahren bestimmt. In Brasilien herrscht Wahlpflicht für Personen zwischen dem 18. und dem 70. Lebensjahr, jedoch besteht ein Wahlrecht bereits ab dem 16. Lebensjahr. Der Präsident ist sowohl Staatsoberhaupt als auch Regierungschef, ernennt sein eigenes Kabinett und wird alle vier Jahre mit einer absoluten Mehrheit vom Volk gewählt. Sollte diese Mehrheit nicht im ersten Wahlgang erreicht werden, kommt es zu einer Stichwahl zwischen den beiden führenden Kandidaten. Dies gilt auch für die Gouverneure der Bundesstaaten, die zum gleichen Zeitpunkt gewählt werden.[21] Die Judikative wird vom Präsidenten durch die Ernennung der Richter des Obersten Gerichts auf Lebenszeit bestimmt.[22]

Im Jahr 1992 trat der damals erwählte Präsident Fernando Collor de Mello noch vor Abschluss des Amtsenthebungsverfahrens infolge von Korruptionsvorwürfen von seinem Amt zurück. Sein Vizepräsident Itamar Franco übernahm das Amt. 1993 konnte die Bevölkerung Brasiliens in einem Referendum über die Wiedereinführung der Monarchie entscheiden. Die Wahl fiel dabei eindeutig auf die Republik. 1994 wurde eine umfassende Währungsreform beschlossen und der Plan Real eingeführt. Damit endete die Hyperinflation vorerst, weswegen der populäre Fernando Henrique Cardoso zum Präsidenten gewählt wurde. Zur Sanierung des Haushalts beschloss das Parlament die Privatisierung von Staatsmonopolen, die inländische Staatsverschuldung wuchs durchschnittlich um 24,8% pro Jahr.[23]

---

[15] AHK Rio de Janeiro (2016a)

[16] IBGE (2019b)

[17] AHK Rio de Janeiro (2016a)

[18] AHK Rio de Janeiro (2016a)

[19] Valor Econômico (2019c)

[20] KAS (2018a): Brasilien auf einen Blick.

[21] Bpb (2014): Brasiliens politisches Spiel.

[22] KAS (2018a): Brasilien auf einen Blick.

[23] Banco Central do Brasil (2019e)

Von 2003 bis 2011 war Luiz Inácio Lula da Silva von der Arbeiterpartei Partido dos Trabalhadores (PT) Präsident Brasiliens. Die Wirtschaft profitierte u.a. auch von den damals hohen Rohstoffpreisen und wuchs zu Amtszeiten Lulas um 35,45%. Seit 2018 sitzt Lula wegen Korruptionsvorwürfen eine zwölfjährige Haftstrafe ab.

2011 wurde mit Dilma Rousseff die erste Frau Präsidentin Brasiliens. Im Juni 2013 brachen landesweite Proteste aus, die sich gegen die Ausrichtung der Fußballweltmeisterschaft 2014, Korruption und soziale Missstände richteten. Auf die größten Unruhen seit dem Ende der Militärdiktatur reagierte Präsidentin Rousseff mit dem Versprechen eines „großen Pakts" für ein besseres Brasilien. Nach einem Amtsenthebungsverfahren verlor Rousseff am 31. August 2016 das Regierungsamt. Vizepräsident Michel Temer übernahm daraufhin die Regierung, litt aber genau wie Rousseff an massivem Popularitätsverlust, was letztendlich seine Kandidatur bei den Präsidentschaftswahlen 2018 ausschloss. Er sitzt mittlerweile auch wegen Korruptionsvorwürfen in Untersuchungshaft. Dennoch ist es Temer in seiner Amtszeit gelungen, einige Reformen einzuleiten.

In der ersten Wahlrunde am 7. Oktober 2018 erhielt Jair Bolsonaro von der Sozial-Liberalen Partei (PSL) 46% der gültigen Stimmen, deutlich mehr als die Wahlprognosen vorhersagten. Er trat somit am 28. Oktober 2018 in der Stichwahl gegen Fernando Haddad der PT an, der 29%[24] der gültigen Stimmen erhalten hatte. Bolsonaro gewann mit dem Versprechen Brasiliens Wirtschaft liberaler zu gestalten und Sicherheit und Wohlstand zu schaffen durch die Verringerung der Bürokratie und der Durchführung einer Renten- und Steuerreform.

2. Infrastruktur, Wirtschaft & Entwicklung

Die Verkehrsinfrastruktur ist je nach Region sehr unterschiedlich. Die Verkehrsinfrastruktur Brasiliens misst eine Länge von 1,72 Mio. km, wodurch Brasilien nach der Volksrepublik China über das viertgrößte Fernstraßennetz der Welt verfügt. Jedoch sind nur ca. 12,4% des Straßennetzes asphaltiert (Stand 2017).[25] Der Großteil des Personen- und Güterverkehrs erfolgt auf den Straßen. Schienenverkehr und Binnenschifffahrt spielen fast keine Rolle. Ein Schienennetz nach europäischem Verständnis ist nicht vorhanden und bis auf den Amazonas sind nur wenige Ströme für die Schifffahrt ausgebaut. Im Personenfernverkehr dominieren Bus und Flugzeug.[26]

Mit einem Bruttoinlandsprodukt von 804 Billionen USD war Brasilien 2018 die achtgrößte Volkswirtschaft der Welt und mit Abstand die größte Lateinamerikas.[27] In den 1960er und 70er Jahren wurden unter der Militärregierung zahlreiche Maßnahmen unternommen, um Brasilien aus einem landwirtschaftlich geprägten Land in ein Dienstleistungs- und Industrieland zu transformieren. Erste Schritte im Sinne einer nationalen industriellen Entwicklung geschahen mithilfe der Importsubstitution in der Zeit von *Getúlio Vargas* (1930-1945; 1951-1954).

Nach einer schweren Wirtschaftskrise zwischen 2014 und 2016 erholte sich die Industrieproduktion nach drei rückläufigen Jahren zuletzt wieder etwas. Der Chemiesektor, die Kfz- und die Pharmaindustrie verkündeten steigende Produktionszahlen. Eine gute Entwicklung zeigt auch der Agrarsektor, der laut dem staatlichen Versorgungsunternehmen Conab mengenmäßig 2018 24% mehr ernten wird als im Vorjahr. Im Maschinenbau lässt sich dagegen noch kein Umschwung erkennen.[28]

Das Wirtschaftswachstum lag 2018 bei 1,1%, für 2019 werden 2,27% erwartet.[29] Damit ist die Entwicklung Brasiliens in den letzten Jahren weit hinter den Erwartungen der Analysten und den Entwicklungen der anderen Schwellenländer zurückgeblieben, wie z.B. Indien oder China, und auch der meisten anderen Länder Südamerikas. Mit ca. 3,75% lag zudem die Inflation im Jahr 2018 weit unter den Werten in den Jahren zuvor. Der Leitzins *Selic* erreichte im Mai 2018 einen historischen Tiefststand von 6,5%.

---

[24] Justicia Eleitoral

[25] Confederação Nacional dos Transportes – CNT

[26] AHK Rio de Janeiro (2017a)

[27] Estadão (2019)

[28] GTAI (2019a)

[29] IBGE (2019c)

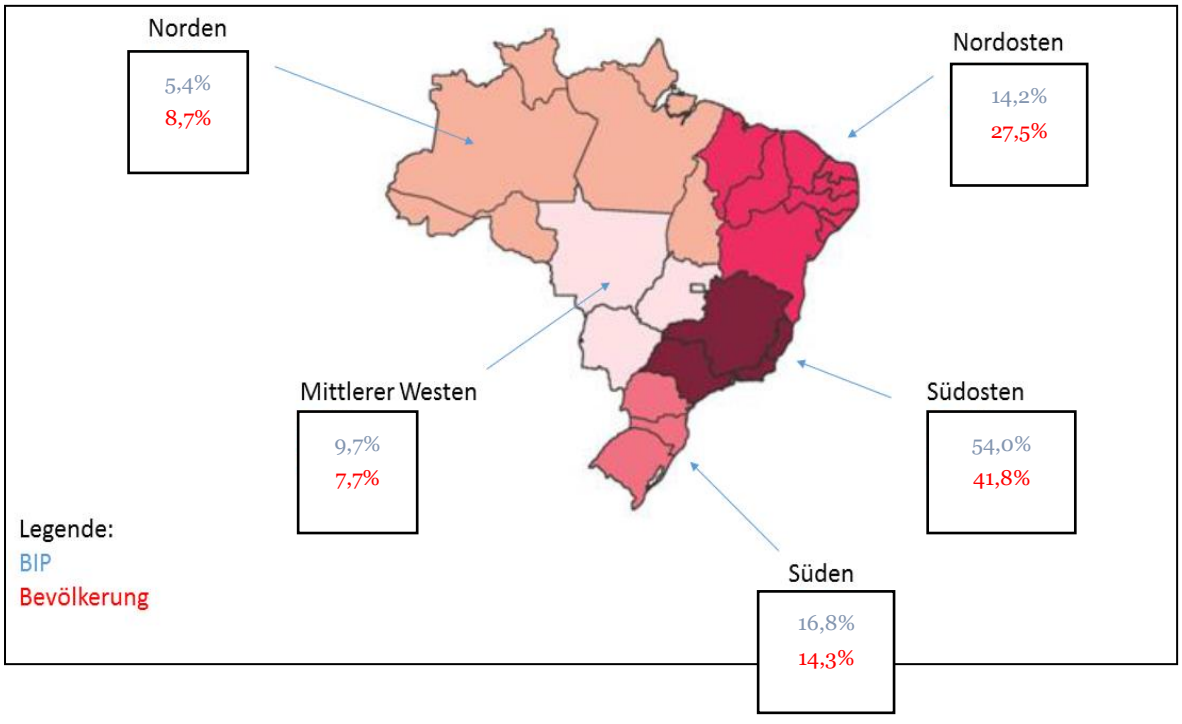
Im ersten Quartal 2019 wertete der brasilianische Real (R$) gegenüber dem US-Dollar und dem Euro erneut stark ab. Dies kommt den Exporten zugute, die sich ohnehin schon gut entwickelten mit einem Wachstum von 4,8% im 1. Quartal. Die Importe wiederum, die mit 1,8% ebenfalls überdurchschnittlich zulegten, leiden unter dem schwachen Real. Die hohe Arbeitslosigkeit und die Verschuldung drücken weiterhin auf den Konsum der Haushalte.

Tabelle 2: Wirtschaftswachstum (%)

2000	2005	2010	2014	2015	2016	2017	2018
4,3	3,2	7,5	0,5	-3,8	-3,6	0,6	1,1

Quelle: IBGE

Abbildung 2: Verteilung des BIPs (2015) und der Bevölkerung (2017) nach Regionen in Brasilien

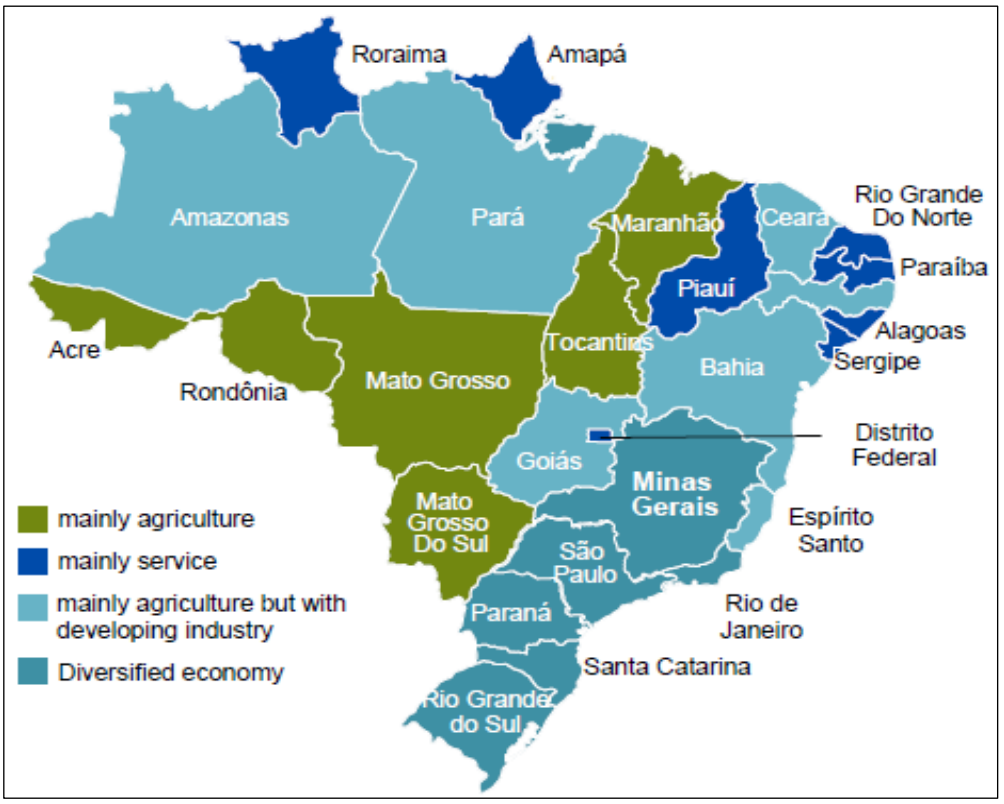


Das BIP setzt sich folgendermaßen zusammen: Dienstleistung 62,63%, Industrie 18,44% und Landwirtschaft 4,36% (Stand: 2018), wobei der Anteil der Industrie tendenziell abnehmend ist, während die Anteile der Landwirtschaft und Dienstleistungen dagegen zunehmen (Stand: 2018).[30]

Die folgende Abbildung zeigt die Dominanz verschiedener Wirtschaftssektoren in den einzelnen Regionen und Bundestaaten Brasiliens. Daraus ist klar zu erkennen, dass der Mittlere Westen sowie ein Teil des Nordens sich besonders durch seine extensive Agrarwirtschaft hervorheben, wohingegen der Südosten und Süden eine diversifizierte Wirtschaft vorweisen.

[30] ADVFN (2018)

Abbildung 3: Wirtschaftliches Profil der Bundesstaaten

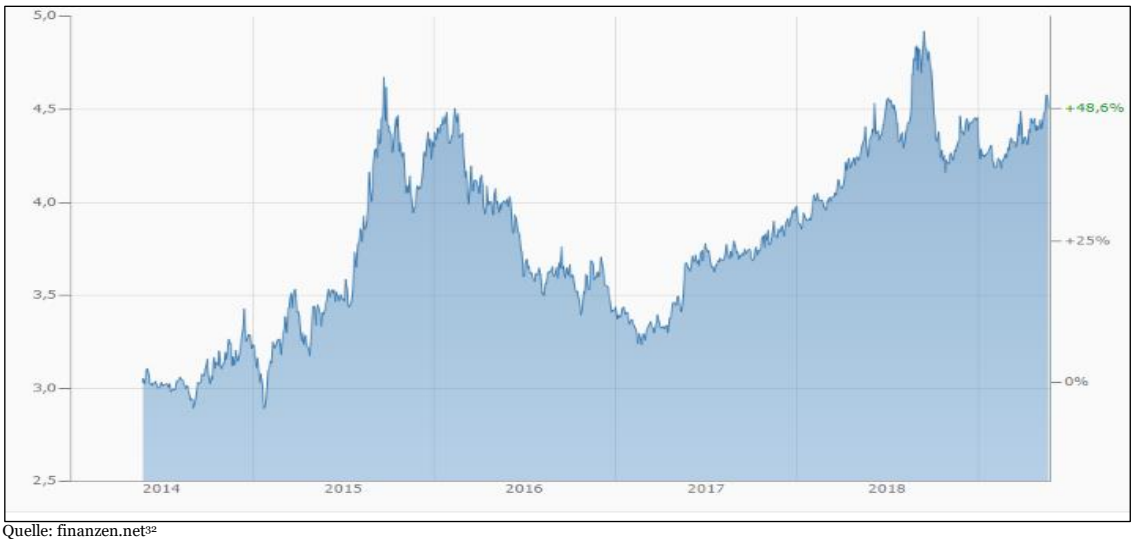


Quelle: CNI (2016)

Konjunkturmotoren sind neben dem starken Binnenmarkt der Export von Rohstoffen und Agrarprodukten wie Eisenerz, Rohöl, Stahl, Fleisch, Zucker, Soja, Kaffee und Bioethanol. Brasilien leidet seit 2014 an den niedrigen Weltmarktpreisen für ebenjene Produktgruppen. Dies verursachte auch negative Effekte für den Staatshaushalt. Ab Mitte 2017 gab es jedoch einen Anstieg der Preise (Nahrungsmittel ausgenommen) und die Tendenz zeigt sich positiv. Dies könnte dazu beitragen, Brasiliens defizitären Staatshaushalt zu verbessern.[31]

Eine andere Folge dieser Entwicklung war auch die Abwertung der Landeswährung *Real*. So ist seit Mitte 2013 ein stetiger Kursverfall gegenüber dem US-Dollar und dem Euro zu verzeichnen, im zweiten Halbjahr 2016 kehrte sich diese Entwicklung vor allem aufgrund der staatlichen Sparpolitik wieder leicht um. Seit Mitte 2017 zeigt sich ein erneuter Kursverfall gegenüber dem Euro.

Abbildung 4: Kursverlauf der Landeswährung Real in den letzten 5 Jahren



Quelle: finanzen.net[32]

[31] HWWI (2018)

[32] Finanzen.net

Die Außenhandelsbilanz Brasiliens wies 2015 einen positiven Saldo von 12,3 Mrd. USD auf und stieg im Jahr 2017 auf 60,3 Mrd. USD.[33] Rohstoffe sind Brasiliens wichtigste Exportgüter und werden vor allem in Industrie- und andere Schwellenländer exportiert. So ist der wichtigste Abnehmer von Rohstoffen auch der wichtigste Handelspartner Brasiliens: China – mit einem Anteil von 21,9% des Gesamtvolumens.[34] Einer der wichtigsten europäischen Handelspartner neben die Niederlande stellt Deutschland mit 2,7% dar. Die wichtigsten Importgüter sind raffiniertes Erdöl und Fahrzeuge, chemische Erzeugnisse, Vorerzeugnisse und Kraftfahrzeuge. Die Tatsache, dass verstärkt Industriegüter importiert werden, gibt den lokalen Industrieverbänden Anlass zur Sorge über eine Deindustrialisierung Brasiliens (Stand: 2017).[35]

Wichtigste Handelspartner bei den Importen sind China (37,8%), die USA (28,56%), Argentinien (13,2%) und Deutschland (13,3%).[36] Importiert werden aus Deutschland vor allem Autos, Autoteile und -zubehör, Chemie- und Pharma-Produkte sowie Maschinen. Für Deutschland ist Brasilien traditionell einer der wichtigsten Handelspartner auf dem amerikanischen Kontinent hinter den USA, Kanada und Mexiko (Stand: 2017).[37]

Im Jahr 2008 wurden umfangreiche Rohöl- und Erdgasvorkommen an der südöstlichen Atlantikküste entdeckt, deren Abbau bereits anlief und die weiterhin positive Impulse für die lokale Wirtschaft versprechen. Für die nächsten Jahre sind viele Erdöl- und Gasprojekte geplant, die Arbeitsplätze schaffen und die Wirtschaft ankurbeln sollen (Stand: 2018). Weitere Wachstumssektoren sind die Stahl-, Papier- und Zellulose- sowie Autoindustrie.[38]

2.1 Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland

Brasilien pflegt weltweite Wirtschaftsbeziehungen, von denen besonders die Mitgliedschaft in der südamerikanischen Zollunion Mercosul (Mercado Comum do Sul) für die brasilianische Konjunktur von Bedeutung ist. Diese dient dazu, Zölle und Handelshemmnisse schrittweise abzubauen und somit den Handel von Gütern und Dienstleistungen innerhalb Südamerikas zu fördern. Der Mercosul gilt heute, gemessen an der Größe der beteiligten Volkswirtschaften, als das wichtigste Integrationssystem Lateinamerikas und der Karibik.[39] Darüber hinaus ist Brasilien Mitglied in folgenden internationalen Wirtschaftszusammenschlüssen und -abkommen: UNASUL (Union Südamerikanischer Nationen), IWF, WTO.[40]

Seit einigen Jahren laufen intensive Verhandlungen über ein Freihandelsabkommen zwischen der EU und dem Mercosul, die von Deutschland und Brasilien besonders unterstützt werden.[41] Brasilien ist Deutschlands wichtigster Handelspartner in Lateinamerika. Der bilaterale Außenhandel hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten in beide Richtungen positiv entwickelt mit einem zeitweisen Rückgang im Zuge der Wirtschafts- und Währungskrise. Zuletzt hat die Dynamik nachgelassen.

Tabelle 3: Handelsbilanz Brasilien - Deutschland in 2018

Außenhandel Brasiliens (in Mio. US$ (fob); Veränderung in %)

Indikator	2017	2018 *)	Veränderung 2018/2017
Importe	150.749	175.900	16,7
Exporte	217.739	233.300	7,1
Handelsbilanzsalo	66.990	57.400	-14,3

*) Hochrechnung

Quelle: GTAI (2019a), Wirtschaftsdaten kompakt Brasilien (Dezember 2018)

[33] Statista
[34] OECD (2019)
[35] G1: Economia (2015)
[30] OECD (2019)
[36] OECD (2019)
[37] OECD (2019)
[38] AHK Rio de Janeiro (2017a)
[39] Mercosul: Saiba mais sobre o Mercosul
[40] GTAI (2015)
[41] Auswärtiges Amt (2019)

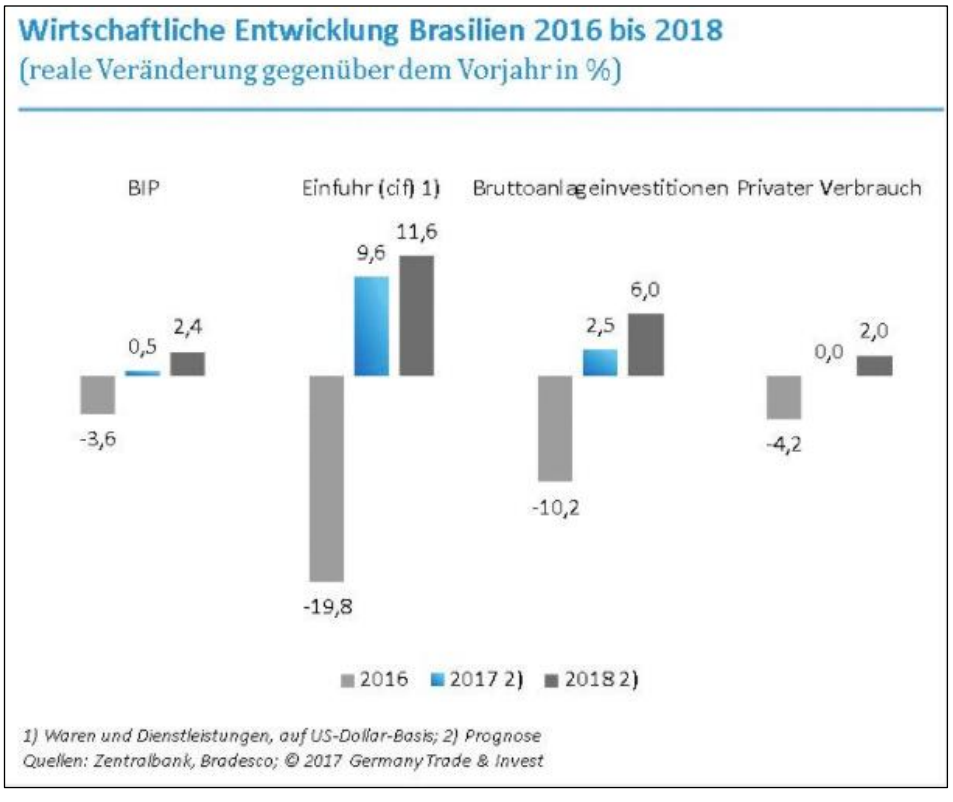
Die deutschen Exporte nach Brasilien betrugen 2018 etwa 9,5 Mrd. EUR (-13,2% gegenüber 2015). Die Einfuhren Deutschlands aus Brasilien waren 2016 mit 7,8 Mrd. EUR 8,2% niedriger als im Vorjahr. Brasilien lag damit 2016 als Abnehmer deutscher Waren auf Platz 30 und als Lieferland auf Platz 26. Das Jahr 2016 brachte nach Angaben des Statistischen Bundesamtes einen deutschen Handelsbilanzüberschuss von rund 744 Mio. EUR.[42]

2.2 Investitionsklima und Förderung

Das Volumen ausländischer Direktinvestitionen (Foreign Direct Investment - FDI) in Brasilien ist zwischen 2009 und 2014 um 60% gestiegen. Dies ist ein relevanter Wert, wenn man diese mit den weltweiten Investitionen im Hinblick auf die Auswirkungen der internationalen Finanzkrise vergleicht. Im Jahr 2012 erhielt Brasilien mit 27% die größten ausländischen Direktinvestitionen in Lateinamerika und der Karibik. Laut dem World Investment Report der UNCTAD aus dem Jahr 2015 bleibt die brasilianische Wirtschaft eine der attraktivsten für ausländische Direktinvestitionen, wenn Unternehmen sich entscheiden, neue Einheiten zu gründen und andere Unternehmen zu kaufen. Sie belegen den 6. Platz im globalen Ranking.

Im Jahr 2017 lagen die Investitionen unter dem Niveau der Jahre 2003-2013. Hauptgründe für die Zurückhaltung waren gemäß einer Umfrage des Industrieverbandes CNI die wirtschaftliche Ungewissheit (80% der Befragten), die geringe Nachfrage und Kapazitätsauslastung (54%) sowie hohe Finanzierungskosten (39%). Auch 2018 entwickelten sich die Investitionen nur zaghaft. Die Ratingagentur Moody´s stufte Brasiliens Kreditwürdigkeit bereits im Mai 2017 auf negativ herab. Wegen des angespannten Staatshaushaltes will die Regierung die Investitionen des privaten Sektors fördern. Sie stellte Ende 2016 das Konzessions- und Privatisierungsprogramm PPI (Programa de Parcerias de Investimentos) vor. Es wurden bereits Flughäfen und Stromnetze unter Konzession gestellt, Häfen, Autobahnen und Hafenterminals sollen folgen. Insgesamt umfasst das PPI 55 Projekte in den Bereichen Infrastruktur, Energie, öffentliche Versorgung, Telekommunikation sowie Erdöl und Bergbau. Es soll private Investitionen von 13,8 Mrd. USD auslösen.[43]

Abbildung 5: Wirtschaftliche Entwicklung Brasiliens 2016 bis 2018



Quelle: GTAI (2019): Wirtschaftsausblick – Brasilien (Dezember 2018)

[42] Auswärtiges Amt (2019)

[43] GTAI (2019a)

2.3 Rahmenbedingungen für den Markteintritt

Potenzielle Investoren und Unternehmen, die nach Brasilien exportieren wollen, sollten bei ihrer Entscheidung über den Markteintritt das Stärken-Schwächen-Profil des Standorts und die damit verbundenen Chancen und Risiken (SWOT-Analyse) berücksichtigen. Stärken sind z.B. der große Binnenmarkt und der Rohstoffreichtum. Chancen sind z.B. die Privatisierung der Infrastruktur (wie Häfen, Flughäfen, Autobahnen) und der Ausbau erneuerbarer Energien.

Tabelle 4: SWOT-Analyse Brasilien

Strengths (Stärken)	Weaknesses (Schwächen)
• Großer Binnenmarkt • Rohstoffreichtum • Starker Agrarsektor • breite Industriebasis	• Prekäre Infrastruktur • komplexes Steuersystem • Bürokratie • Handelshemmnisse • hohe Produktionskosten (Lohn, Strom, importierte Vorprodukte)
Opportunities (Chancen)	**Threats (Risiken)**
• Geringe Marktdurchdringung von Highend-Technologien • Strukturreformen • Infrastrukturkonzession und Privatisierungen • Verstärkte Marktbeteiligungen multinationaler Konzerne • Ausbau von erneuerbaren Energien • Trend zu mehr Transparenz und Compliance	• Politische Instabilität • Deindustrialisierung • Abhängigkeit von Rohstoffpreisen • Niedrige Investitionsquote • Armut, Kriminalität und Gewalt

Quelle: GTAI (2019b): SWOT-Analyse – Brasilien (Dezember 2018)

Laut dem Doing-Business-Projekt der Weltbankgruppe, das eine aggregierte Rangliste für die Leichtigkeit der Geschäftstätigkeit aufgestellt hat, befindet sich Brasilien auf Platz 109 der 189 verglichenen Volkswirtschaften (World Bank, 2019). Dieses Ranking basiert auf einer Zusammenstellung von Indikatoren, die die Vorschriften für kleine und mittlere Unternehmen während ihres Lebenszyklus messen und bewerten. Die brasilianische Position in diesem Ranking kann mit dem sogenannten „custo Brasil“ in Verbindung gebracht werden. Dieser portugiesische Begriff bedeutet wörtlich die „Brasilien-Kosten“ und bezieht sich generisch auf die zusätzlichen Kosten bei Geschäften in Brasilien, wie übermäßige Bürokratie, unterentwickelte Infrastruktur, Arbeitskosten, hohe Steuerbelastungen etc., zitiert im CMS Brazil Market Entry Guide (2014) und anderen Branchenreferenzen.

Sobald ein Unternehmen sich entschieden hat, in den brasilianischen Markt einzutreten, gibt es Optionen, wie man das am besten angehen kann. Die möglichen Geschäftsstrukturen variieren je nach dem Grad der Verbindung mit dem Land, vom einfachen Export bis zur Gründung einer brasilianischen Tochtergesellschaft. Anleger müssen alle Zuflüsse von ausländischem Kapital nach Brasilien innerhalb von 30 Tagen nach der Einreise nach Brasilien bei der brasilianischen Zentralbank registrieren, mithilfe des E-Registrierungstools RDE-IED (Electronic Declaration Registry), dass ein Bereich des Informationssystems der brasilianischen Zentralbank ist (SISBACEN).

Für ausländische Investoren wird es in der Regel als einfacher erachtet, Unternehmen anstatt Niederlassungen in Brasilien zu gründen. Zweigniederlassungen ausländischer Unternehmen unterliegen – abgesehen von der Beschäftigung und einigen Steuerpflichten – dem Recht ihres Hauptsitzes und benötigen eine Genehmigung des Ministeriums für Entwicklung, Industrie und Außenhandel (MDIC) für den Betrieb im Land. Dies erklärt, warum in Brasilien nur wenige Filialen ausländischer Unternehmen tätig sind.

Die Beschreibung und die Anforderungen für jede Geschäftsoption sind in Tabelle 5 aufgeführt. Für jede der in dieser Tabelle aufgeführten Optionen sind unterschiedliche rechtliche Verfahren erforderlich. Dieser Bericht versucht nicht, eine vollständige Anleitung zu den gesetzlichen und aufsichtsrechtlichen Anforderungen für die Eröffnung eines Unternehmens in Brasilien zu geben, da aus verschiedenen Quellen, einschließlich der AHK, umfassendere Leitlinien zur Verfügung stehen. Darüber hinaus bietet die brasilianische Regierung eine Website mit dem Titel „Trade and Investment Guide - Invest & Export Brazil“ an.

Tabelle 5: Geschäftsoptionen und ihre Voraussetzungen auf dem brasilianischen Markt

Business Option	Connection with the Country	Brief description	Requirements	Recommendations / Advices
Exportation	Less connection	Exportation of products or services without hiring a representative or setting up a company.	- Entities established in Brazil must **obtain an import/export permit** granted by the Federal Revenue Services which enables access the international trade electronic system, SISCOMEX - File an application for a non-automatic import license before the good's shipment, when applicable, and pay the application fee - Issue the import license - Completion of the import declaration	- Use a local customs agent or broker
Sales Agency **Distribution** **Franchise**		Entering into an agency, distributions or franchise agreement with a Brazilian individual or corporate entity. It is a quick and inexpensive option to start.	- Consider specific laws relating to the agency agreement, which tend to protect the agent rather than the principal and impose certain mandatory terms in agency agreements	- Set up agreements which clearly describe the rights and obligations of each party; - The local agent should have existing business contacts in the market
Commercial Partnerships (Joint Venture) **Consortium**		A joint venture may be incorporated (involves setting up a Brazilian 'limitada' with the profits, ownership and control split among parties) or contractual (the joint venture business does not have a separate identity from the consortium members).	- **File the consortium contract at the Board of Trade** (local acronym is 'Junta Comercial'), which shall include the purpose of the partnership, the term, the address, form of dispute settlement, obligations and responsibilities of each consortium participant, share of profits/losses, accounting rules, representation, management fees and the form of deciding on common interest issues - For both cases the partnership must **obtain a CNPJ** tax registration number	- To participate in procurements, tender rules usually require a Brazilian company to be the consortium leader - Other types of contractual arrangements can be used and are increasingly common, such as alliances and asset sharing
Acquisition of equity		Acquisition of equity in an already established Brazilian company by the foreign investor.		
Establishment of a Brazilian subsidiary	More connection	Open a new company in Brazil.	- **Register the articles of association or bylaws at the Board of Trade ('Junta Comercial')**	

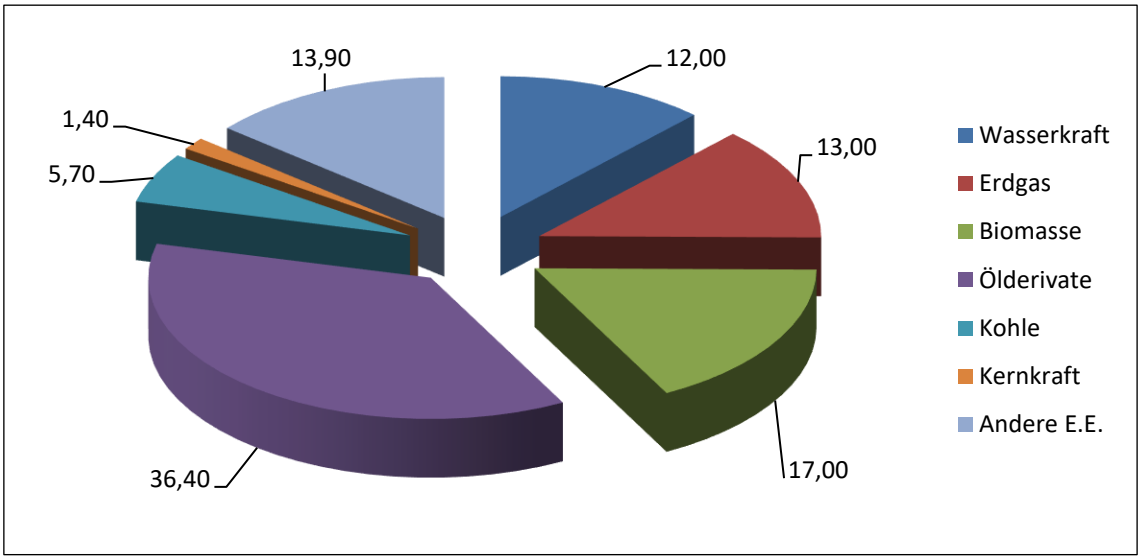
Quellen: Mitsidi Projetos/IEI-Brasil (2018), CMS (2014), PwC (2013), EY (2011), AMCHAM (2014) Business Option, adaptiert von Mitsidi 2016

3. Der brasilianische Energiesektor

3.1 Primärenergieversorgung

Brasilien zählt zu den Ländern mit dem größten Energiebedarf weltweit. Abgesehen von geringen Mengen an importiertem Leichtöl, Kohle und Gas konnte das Land bisher seinen Energiehaushalt fast vollständig aus eigenen Ressourcen decken. Gemäß der Nationalen Energiebilanz (BEN) 2018 gehören Erdöl (36,4%) und Erdgas (13%), Biomasse aus Zuckerrohr (17%) und Wasserkraft (12%) zu den wichtigsten Primärenergieträgern. Zu vermerken ist, dass andere erneuerbare Energien ebenfalls bereits einen wichtigen Beitrag (13,9%) leisten, dazu gehören u.a. Holz- und Brennkohle, Wind- und Solarenergie.

Abbildung 6: Primärenergiebereitstellung Brasilien 2018 (in %)



Quelle: EPE (2019a): BEN 2018 (Stand: 2017)

3.2 Energiepolitischer Rahmen

Die regulatorischen Rahmenbedingungen im brasilianischen Stromsektor haben sich nach einer Energiekrise 2001-2002 grundlegend geändert und wurden durch das Gesetz 10.848 vom 15. März 2004 darauf ausgerichtet, langfristige private Investitionen anzuziehen. Das neue Modell basiert in erster Linie auf Stromauktionen, die durch den Staat durchgeführt werden und welche die Nachfrage der Verteilungsnetzbetreiber decken sollen.

Der Spagat zwischen Gewährleistung der Versorgungssicherheit und sozial verträglichen Preisen für den Endkunden stellt für die brasilianische Regierung eine große Herausforderung dar. Aufgrund des stetigen wirtschaftlichen und demographischen Wachstums und des steigenden Energiebedarfs von Bevölkerung und Wirtschaft plant die Regierung, die Versorgung in erster Linie durch eine Expansion in den Bereichen Solar- und Windenergie sowie Wasserkraft, Kernkraft, Zuckerrohrderivate und Erdgas zu garantieren. Außerdem ist es erklärtes Ziel, Energieautarkie zu erlangen. Zuletzt trugen Importe nur noch zu 9% des Energiebedarfs bei und Brasilien will vor allem in den Bereichen Ethanol und Erdöl zum Exporteur werden.[44]

[44] AHK Rio de Janeiro (2016a)

Die Regierung ist bemüht, die Energiesicherheit preiswert und ohne Emissionssteigerungen zu gewährleisten. Dafür sollen moderne, nachhaltige und effiziente Technologien gefördert werden und der Anteil alternativer Energien steigen.[45] Brasiliens Energiemix ist im Vergleich zum weltweiten Durchschnitt arm an CO_2-Emissionen, vor allem wegen der Großwasserkraftwerke. Alternative erneuerbare Energiequellen fanden in der Energieversorgung jedoch lange zu wenig Beachtung. Brasilien verpflichtete sich jedoch vor den Vereinten Nationen zu einer Senkung von CO_2-Emissionen um 37% bis zum Jahr 2025 und 43% bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Stand von 2005. So hat der brasilianische Ausschuss für den Klimawandel bereits im Dezember 2008 den Nationalen Plan gegen den Klimawandel (Plano Nacional sobre a Mudança do Clima, kurz PNMC) verabschiedet, der u.a. folgende Ziele festlegt:

1. Eine kohlenstoffarme Entwicklung: Durch Energieeffizienzmaßnahmen sollen bis 2030 106 Mio. MWh und 30 Mio. Tonnen CO_2 eingespart werden.
2. Investitionsanreize sollen insbesondere die Entwicklung der Solar- und Windenergie fördern, bspw. durch Entwicklungskredite und Stromauktionen.[46]
3. Bis 2024 sollen die Stromerzeugungskapazitäten insgesamt von 132.878 MW auf 206.447 MW ausgebaut werden.

In einem Bericht der UNO aus 2018 heißt es sogar, dass die UNO und die brasilianische Regierung schätzen, ihre Emissionen bis 2050 um bis zu 48% senken zu können.[47]

Für die landesweite Energiepolitik ist das Ministerium für Bergbau und Energie (Ministério de Minas e Energia, kurz: MME) zuständig, welches die Leitlinien für die Energiepolitik, deren Ziele und Projekte im Energiesektor festlegt. Eine Reihe von unabhängigen Agenturen und Unternehmen (entidades vinculadas) sind mit dem Ministerium verbunden.

Die Regulierungsbehörde „Agência Nacional de Energia Elétrica“ (ANEEL) reguliert und überwacht die Erzeugung, Übertragung, Verteilung und den Handel von Strom. Sie fungiert als Mittlerin der Interessen von Verbrauchern, Erzeugern und Regierung und soll für faire Preise, Qualität, Wettbewerb und Investitionen im Stromsektor sorgen.[48]

Der Nationale Stromnetzbetreiber ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) betreibt das brasilianische Übertragungsnetz und ist zuständig für Energieeinspeisung und -übertragung über das Verbundnetz (Sistema Nacional Integrado, kurz: SIN).[49]

Die der *ANEEL* unterstellte Stromhandelskammer „Câmara de Comercialização de Energia Elétrica“ (*CCEE*) ist für die Abwicklung des Stromhandels auf dem brasilianischen Markt zuständig und führt bspw. für die *ANEEL* Auktionen für Stromlieferverträge durch.

Die dem *MME* untergeordnete Behörde EPE (Empresa de Pesquisas Energéticas) mit Sitz in Rio de Janeiro unterstützt das Ministerium bei der Energieplanung. Sie berechnet jeweils für einen Horizont von zehn bzw. 20 Jahren den erwarteten Energiebedarf sowie den zur Bedarfsdeckung notwendigen Ausbau der verschiedenen Energiequellen. In ihren jährlichen Berichten gibt sie außerdem detailliert Aufschluss über die Zusammensetzung von Energieerzeugung und -verbrauch in Brasilien.[50]

---

[45] dena (2012)

[46] Senado (2009)

[47] Nações Unidas (2018)

[48] AHK Rio de Janeiro (2017a)

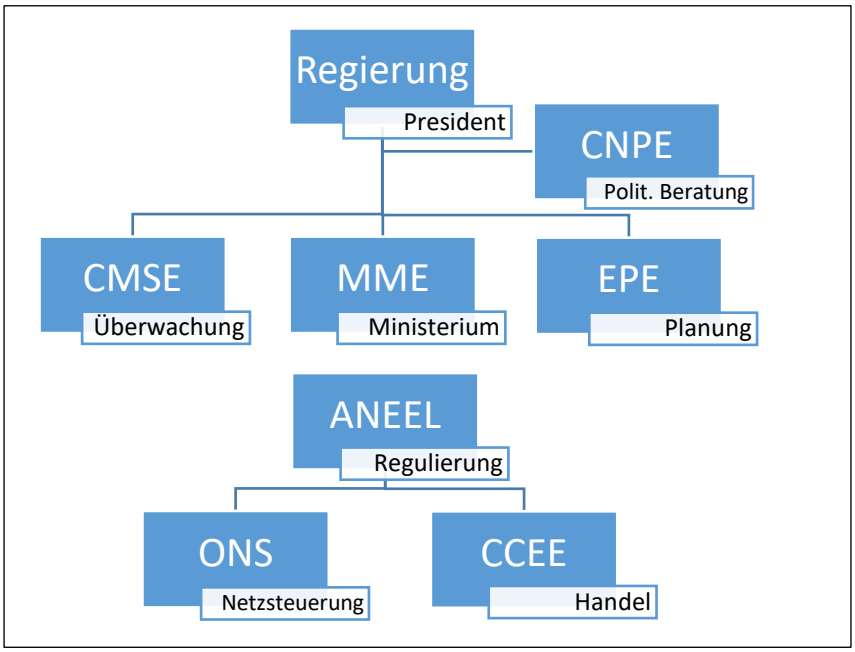
[49] AHK Rio de Janeiro (2017a)

[50] STATISTA

Der Energiepolitikrat CNPE (Conselho Nacional de Politica Energética) ist ein interministerielles Beratungsgremium, das den Vorsitz der Republik berät und unterstützt in Bezug auf Energiepolitik und Leitlinien zur Sicherstellung der Versorgung.

Das Überwachungsgremium CMSE (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico) ist unter der direkten Koordination des MME, welches mit der Aufgabe geschaffen wurde, die Kontinuität und Sicherheit der Stromversorgung im gesamten Staatsgebiet zu überwachen und zu bewerten.[51]

Abbildung 7: Institutionen des Stromsektors



Quelle: CCEE (2019a)

3.3 Strommarkt und -sektoren

Der brasilianische Strommarkt ist der zehntgrößte der Welt (624 TWh) und der größte Lateinamerikas in Hinblick auf den Verbrauch (Stand: 2018).[52] Er wird von der staatlichen Behörde „Agência Nacional de Energia Elétrica“ (ANEEL) reguliert. Vor dem Hintergrund konstant steigender Bevölkerungs- und mittel- bis langfristig wieder steigender Wirtschaftswachstumszahlen müssen die Erzeugungskapazitäten des Landes weiterhin ausgebaut werden. Der Ausbau soll vor allem auf der Basis der Wind-, Solar- und Gaskraftwerke erfolgen. Gemäß dem Zehnjahresplan zum Ausbau der Energieerzeugungskapazitäten (Plano Decenal de Energia, PDE 2024) soll die Erzeugungskapazität zwischen 2015 und 2024 von 132.878 MW auf 206.447 MW steigen, allerdings sollen Energieeinsparungen auch verstärkt zur Sicherstellung der Versorgung beitragen.[53]

Der Strommarkt wurde in den 1990er Jahren teilprivatisiert. Trotzdem befinden sich 40% des Marktes noch in staatlicher Kontrolle.[54] Die Holding Eletrobras hält derzeit einen Anteil von 30,5% (49.809 MW in 2018) dieser Erzeugungskapazitäten.[55] Sowohl die Eletrobras-Gruppe, mit der Union als Mehrheitseigner, sowie die CESP, mit dem Bundestaat São Paulo als Eigner, stehen im Jahr 2019

[51] CCEE (2019a)
[52] EPE (2019a)
[53] EPE (2017a)
[54] Folha de S.Paulo
[55] Eletrobras

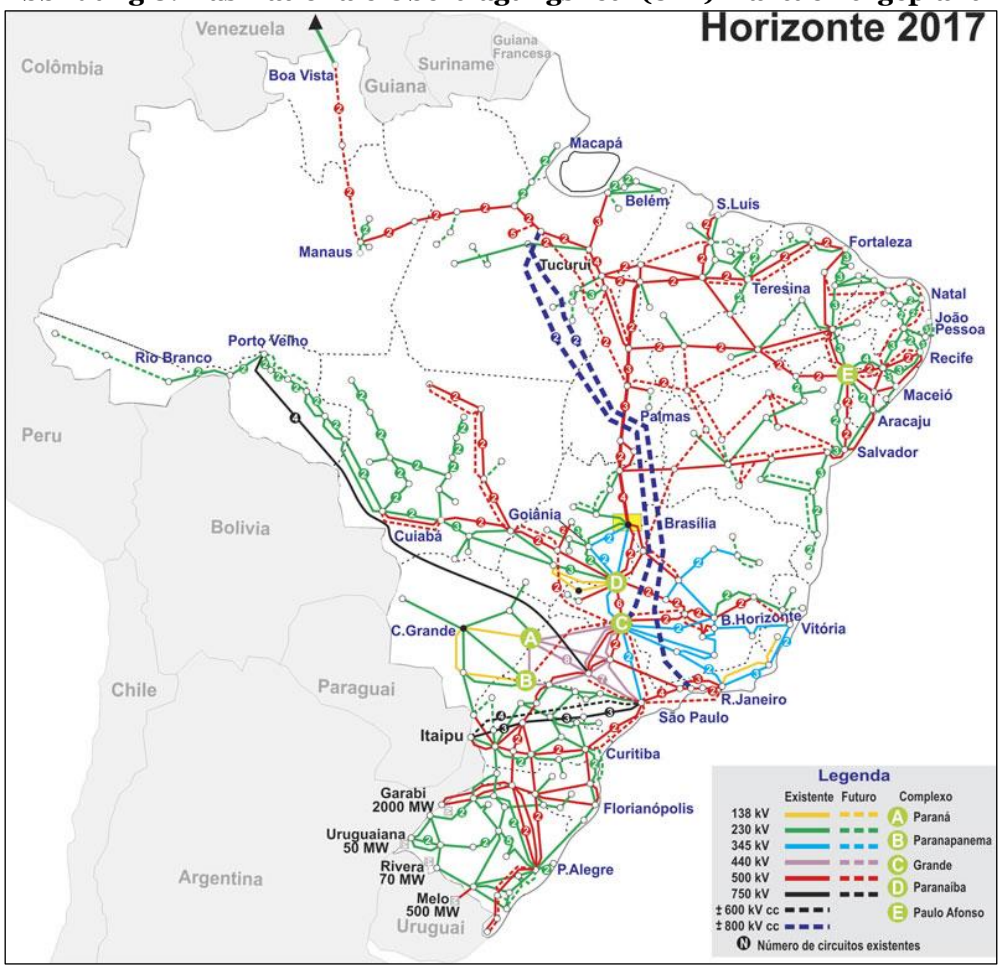
kurz vor der Privatisierung. Seit einer neuen Liberalisierungswelle im Jahr 2016 nahm die chinesische Präsenz im brasilianischen Strommarkt erheblich zu, vor allem durch die Firmen State Grid und China Three Gorges.

Rund zwei Drittel der Verteilnetze gelten als privatisiert. Das Hochspannungsnetz ist dagegen zu mehr als der Hälfte in staatlicher Hand, d.h. vor allem der Eletrobras-Gruppe (Stand: 2018).

Die Elektrifizierung des Landes ist noch nicht gänzlich abgeschlossen und 2016 verfügten noch ca. 1 Mio. Menschen (0,5% der Bevölkerung) über keinen Anschluss an das nationale Stromnetz (SIN).[56] Vor allem in abgelegenen Gebieten des Amazonasbeckens stellen immer noch dieselbetriebene Inselnetze die Versorgung für insgesamt mehr als 99,9% der Bevölkerung sicher.

Das anfällige nationale Stromnetz (SIN), über welches mehr als 97% aller Kunden versorgt werden, hat eine Gesamtlänge von rund 141.388 km (Stand: 2017).[57] Zwischen 13% und 17% gehen durch Netzverluste und illegales Anzapfen der Stromleitungen verloren. Ein weiteres Problem ist die Versorgungssicherheit. Das Übertragungsnetz und die diversen Verteilungsnetze fielen im Jahr 2018 durchschnittlich bei 7 Vorfällen insgesamt rund 13 Stunden aus (1996: 22 Anlässe mit 26 Stunden Ausfall; 2014: 10 Vorfälle mit insgesamt 18 Stunden Ausfall; Stand: 2018).[58]

Abbildung 8: Das Nationale Übertragungsnetz (SIN) – aktuell & geplant



Quelle: ONS (2019a)

[56] G1: Jornal Hoje (2019)

[57] ONS (2019b)

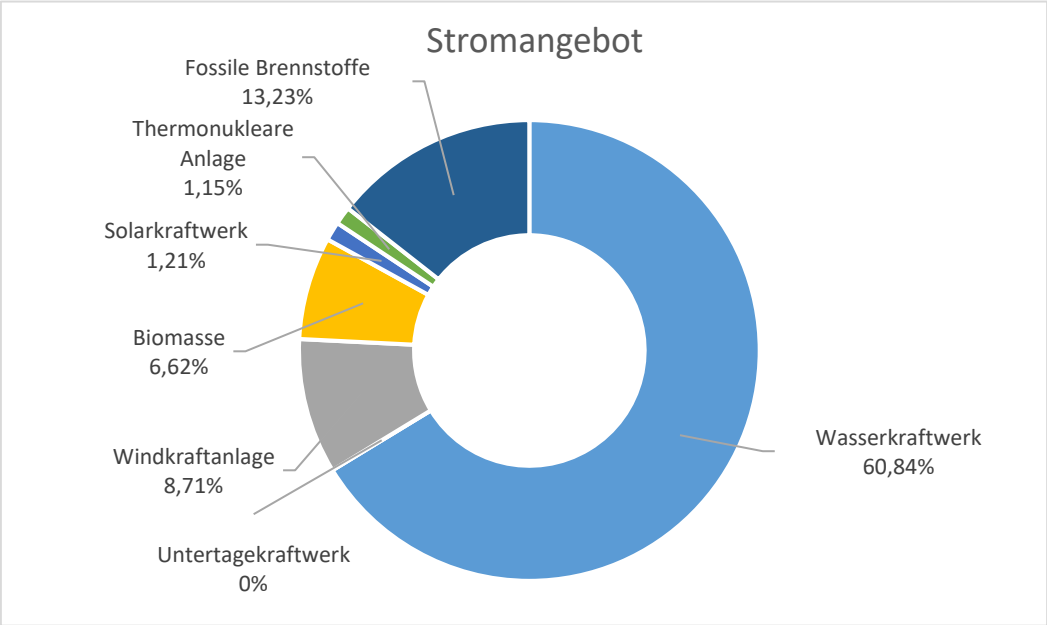
[58] ANEEL (2018)

Die brasilianische Regierung hat dem Ausbau der Netze eine hohe Priorität eingeräumt, was durch strenge Qualitätskontrollen bei den Verteilungsnetzbetreibern sowie den stetigen Ausbau der Übertragungsleitungen via Auktionen deutlich wird. Hoffnung wird vor allem in Smart Grid-Technologien gesetzt. Mit ihrer Hilfe soll in erster Linie in mittelgroßen Städten Strom gespart und die Versorgungssicherheit erhöht werden. Erste Pilotprojekte laufen in Sete Lagoas-MG[59] und Búzios-RJ (Stand: 2018).[60]

3.3.1 Erzeugungs- und Verbrauchsstruktur

Aufgrund des Wirtschaftswachstums und steigender Einkommen ist der Stromverbrauch des Landes insgesamt im letzten Jahrzehnt gestiegen (Stand: 2019). Der Stromverbrauch war im Februar 2019 um 4,6% höher als im Vergleich zum Vorjahresmonat.[61] Dennoch bleibt Brasilien damit unter den zehn größten Stromverbrauchern der Welt.[62] Wichtigste Stromquelle des insgesamt 624.3 GWh umfassenden Verbrauchs des Landes ist Wasserkraft (60,8%), gefolgt von fossilen Brennstoffen (13,2%), Biomasse (6,6%) und Windkraft (8,7%).[63]

Abbildung 9: Stromangebot nach Quellen



Quelle: ANEEL (2019a) - BIG

Die Industrie ist mit 32,9% des Stromverbrauchs der Sektor mit dem größten Verbrauch im Land, dicht gefolgt vom Verkehr mit 32,7%, dem Energiesektor mit 10,3% und den privaten Haushalten (9,7%).

[59] CEMIG: Redes Inteligentes – Smart Grid (2016)

[60] Cidade Inteligente Búzios (2016)

[61] Agência Brasil

[62] EPE (2019b)

[63] ANEEL (2019[a])

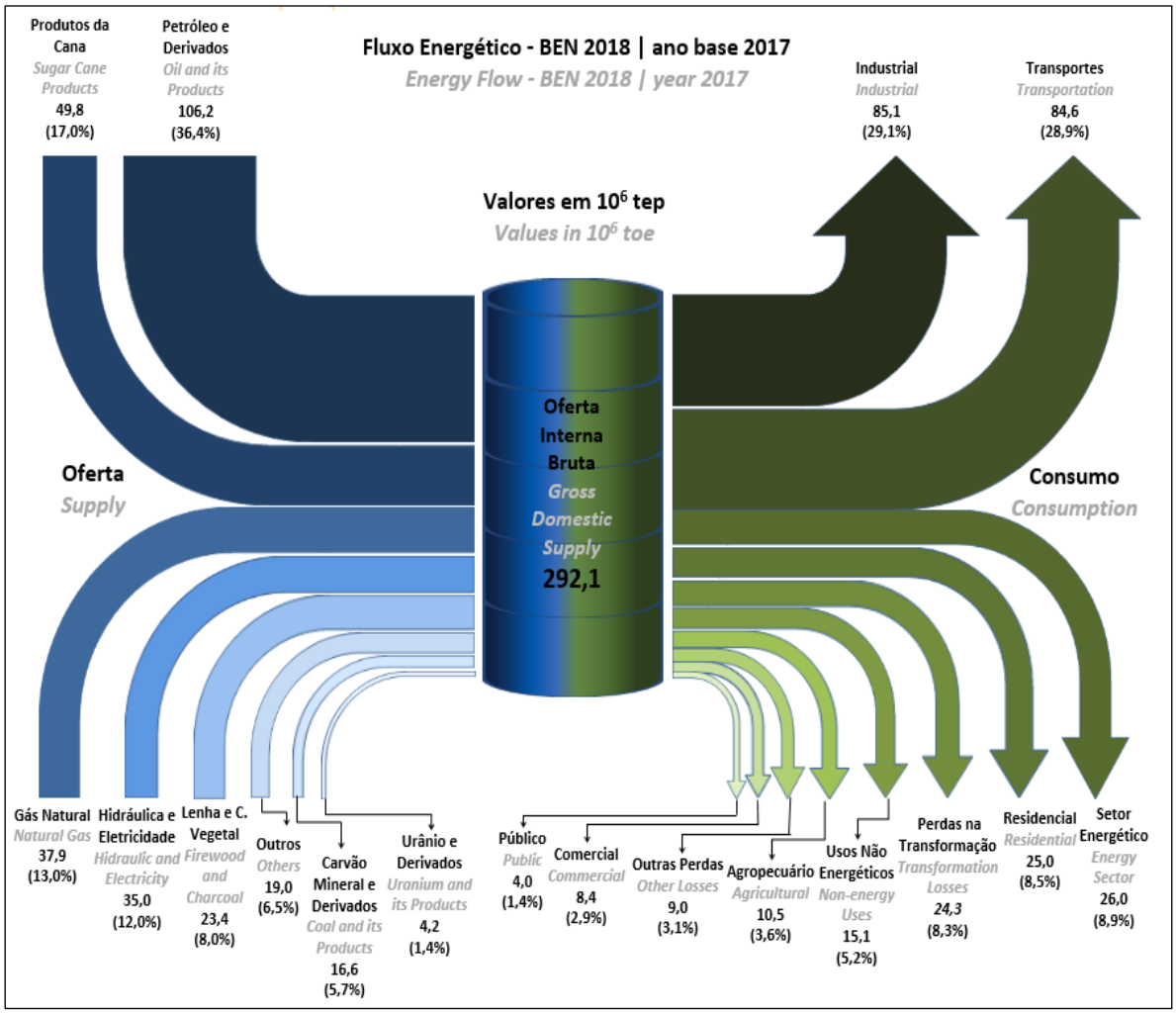
Tabelle 6: Stromverbrauch nach Verbrauchergruppe (in %, Stand 2018)

Verbrauchergruppe	in %
Industrie	32,9
Transport	32,7
Energiesektor	10,1
Haushalte	9,7
Landwirtschaft	4,0
Dienstleistungen	4,8

Quelle: EPE (2019b)

Brasilien handelt Strom in geringen Mengen mit seinen Nachbarländern. Aus dem paraguayischen Teil des binationalen Itaipu-Wasserkraftwerkes importiert Brasilien rund 5,5 GW an Erzeugungskapazität und mit Argentinien und Venezuela findet je nach Bedarf ein geringfügiger Import oder Export von je weniger als 1 GW an Erzeugungskapazitäten statt.[64]

Abbildung 10: Stromerzeugung und -verbrauch nach Quellen



Quelle: EPE (2019a)

[64] AHK Rio de Janeiro (2017a)

3.3.2 Strompreise: Entwicklung und Prognose

Zuverlässige Aussagen über Strompreise lassen sich nur für den regulierten Strommarkt ACR (Ambiente de Contratação Regulada), also die Marktumgebung für staatlich regulierte Vertragsabschlüsse, treffen. Dort wird die Höhe des zu zahlenden Preises nicht frei zwischen den Verbrauchern und Erzeugern ausgehandelt, wie dies etwa in dem freien Strommarkt ACL (Ambiente de Contratação Livre) für Großverbraucher ab 0,5 MW bei Erneuerbaren und 3 MW bei konventionellen Quellen möglich ist. Die Verbraucher auf dem regulierten Markt sind an den lokalen Netzbetreiber (VNB) gebunden, in dessen Konzessionsgebiet sich die Verbrauchereinheit befindet. Die 64 Verteilungsnetzbetreiber sind in ihren Konzessionsgebieten monopolistische Anbieter, wobei sie ihre Tarife allerdings nicht komplett frei festlegen dürfen. Vielmehr wird die Höhe der Preiskorridore durch die Regulierungsbehörde ANEEL alle fünf Jahre in einer regelmäßigen Tarifrevision überarbeitet. Jedes Jahr kommt es zu einer Inflationsanpassung der Tarife, wobei in Ausnahmefällen auch eine außerordentliche Tarifüberprüfung möglich ist, wenn das ökonomisch-finanzielle Gleichgewicht des VNB in Gefahr sein sollte. Jedes der 64 Distributionsunternehmen verfügt über Kosten in unterschiedlicher Höhe, was sich in mehr als 64 unterschiedlichen Stromtarifen widerspiegelt.[65]

Tabelle 7 führt beispielhaft die Endverbraucherpreise im Niedrigspannungssegment in Rio de Janeiro auf. Für mittleres und großes Gewerbe sowie für die Industrie gelten niedrigere Tarife, die auf der Website des Verteilnetzbetreibers „Light“ eingesehen werden können.

Tabelle 7: Brutto-Endverbraucherpreise im Niedrigspannungsbereich nach Verbrauch (VNB „Light“, Stand: 26.03.2019)

	< 50 kWh/Monat	51-300 kWh/Monat	> 300 kWh/Monat
Haushalte, in EUR*	0,15	0,18	0,22

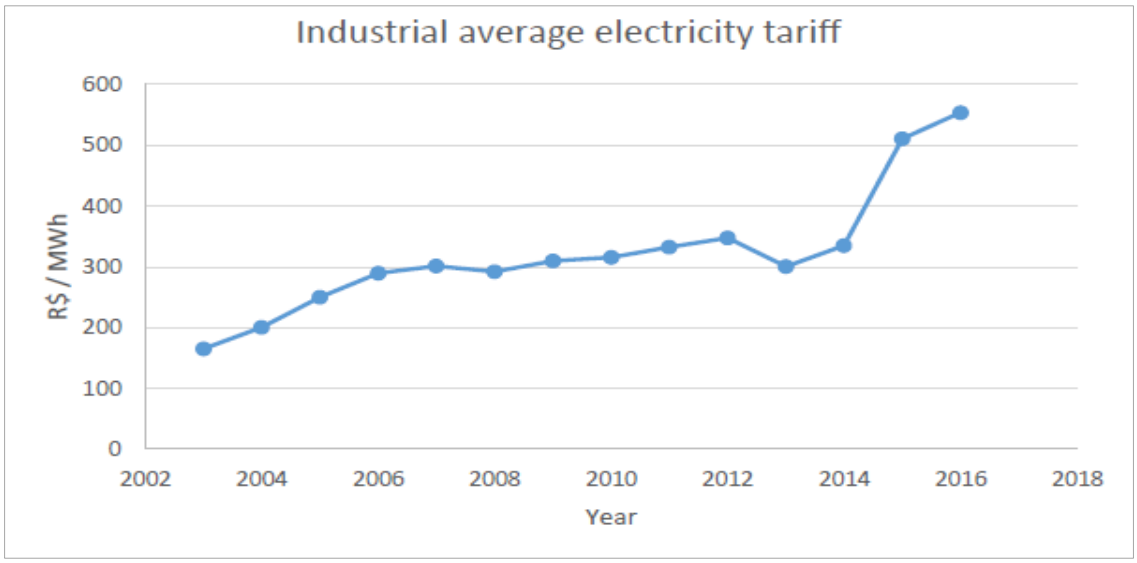
* Wechselkurs BRL/EUR 4,51/1, Quelle: Light (2019)

Strom ist ein wichtiger Energieträger für die Industrie (Tabelle 6), rund 80% der Industrieunternehmen nutzen diese Ressource als Hauptenergiequelle (CNI, 2016). Rund 70% der Elektrizitätserzeugung in Brasilien ist hydroelektrisch, was bedeutet, dass in der Vergangenheit ein relativ günstiges und „grünes“ Netzangebot zur Verfügung stand. Die Auswirkungen der im Jahr 2013 durchgeführten und anschließend aufgehobenen Energiesubventionen sowie die anhaltenden Auswirkungen einer Trockenzeit von 2012 bis 2014 und die Umstrukturierung des Sektors zur Diversifizierung der Produktion haben jedoch zu erheblichen Veränderungen in diesem Sektor geführt.

Die Stromkosten sind seit Anfang 2014 stark angestiegen, und zwar aus vielen Gründen, einschließlich der Aufhebung eines Gesetzes aus 2012, das die Preise zur Kontrolle der Inflation und die gestiegenen Grenzkosten der Erzeugung aus Wärmekraftwerken subventioniert hat. Der durchschnittliche Energietarif für die Industriesektoren stieg zwischen 2014 und 2016 rasch an, wie Abbildung 11 zeigt.

[65] ANEEL (2005b)

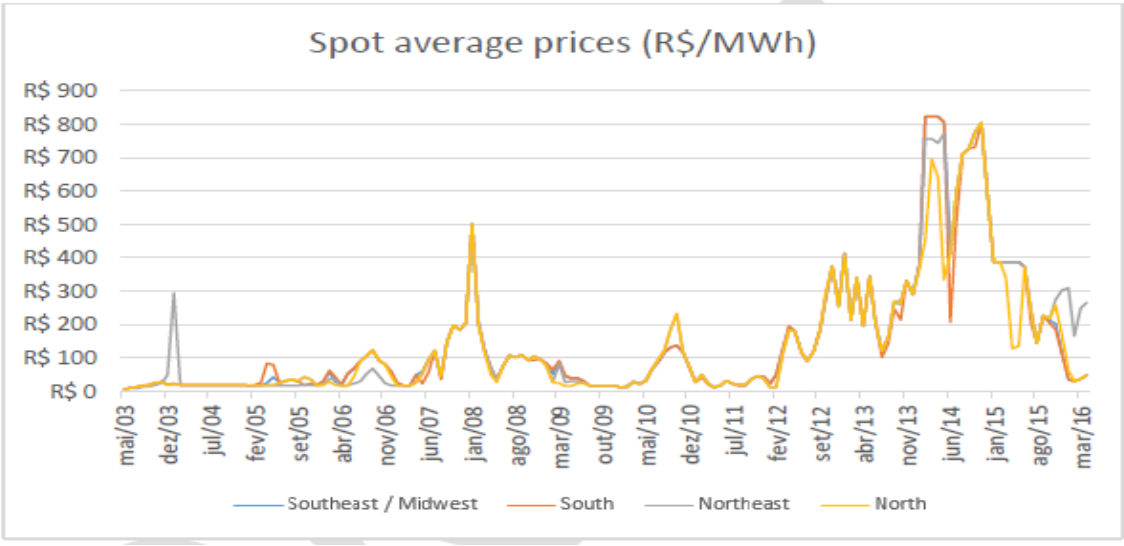
Abbildung 11: Durchschnittlicher regulierter Stromtarif für Industrieanlagen (Brutto)



Quelle: Mitsidi Projetos (2016)

Großverbraucher mit einer vertraglich vereinbarten Nachfrage von mehr als 500 kW und Anschlüssen von mindestens 2,3 kV haben, wie oben erwähnt, die Möglichkeit, auf den freien Strommarkt („Mercado Livre“ im Portugiesischen) zu wechseln und bilaterale Stromlieferverträge auszuhandeln, wenn sie dies wünschen. Dies gibt ihnen das Recht, Energie direkt von Stromerzeugern durch langfristige Verträge zu kaufen. Überangebot oder Mangel werden auf dem „Spot“-Markt ausgeglichen. Vor allem in langfristigen Verträgen können die Preise erheblich niedriger sein als auf dem regulierten Markt (siehe Abbildung 12).

Abbildung 12: Spot-Durchschnittspreise in brasilianischen Regionen



Quelle: Eigene Darstellung, CCEE (2016): Preços médios PLD

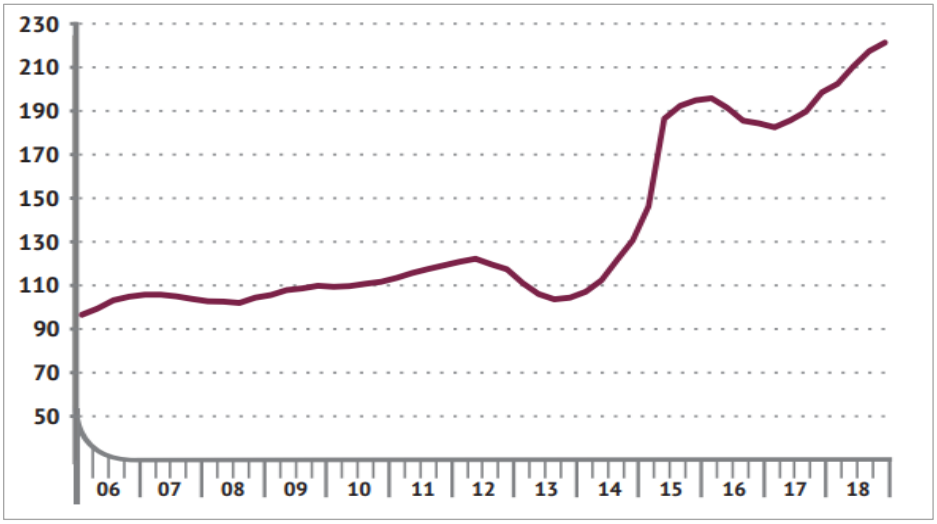
Wie Abbildung 12 zeigt, schwanken die Spotmarktpreise stark, abhängig vom Pegelstand in den Wasserkraftwerken, den Kosten der alternativen Versorgung (normalerweise Grenzkosten der thermischen Erzeugung) und der momentanen Nachfrage. Nach Kostenspitzen im Jahr 2014 wurde der Höchstpreis 2015 auf 383 R$/MWh gedeckelt, bevor der Wirtschaftsabschwung die Nachfrage deutlich reduzierte und die Preise wieder unter diese Marke sinken ließ. Da sich die Auswirkungen des

Klimawandels verstärken, kann es in Brasilien zu längeren und häufigeren Dürren kommen, die sich unmittelbar auf die Volatilität der Energiekosten auswirken würden.

Obwohl Verbraucher auf dem regulierten Markt (ACR) derzeit einen festen Preis pro Kilowattstunde zahlen, erlaubt die jüngste Regulierungsnovelle den Verteilungsnetzbetreibern, höhere Preise in niederschlagsarmen Monaten mit höheren Erzeugungskosten zu verlangen (gekennzeichnet durch eine rote oder gelbe Flagge auf der Stromrechnung). Im Jahr 2018 wurde ein „White Flag"-System eingeführt. Dies ermöglicht dem Konsumenten, je nach Uhrzeit und Tag der Woche, in der der Strom verbraucht wurde, unterschiedliche Preise zu bezahlen. Bisher wird diese Tarifmöglichkeit jedoch noch von sehr wenigen Verbrauchern genutzt.

Der Nationale Industrieverband (CNI) erstellt und veröffentlicht eine Reihe von Industrieindizes auf der Grundlage von Daten der jährlichen Industrieforschung (PIA) des brasilianischen Instituts für Geographie und Statistik (IBGE). Der Indikator für die Industriekosten (Industrial Cost Indicator, ICI) ist seit 2010 gewachsen und hat in den letzten zehn Jahren um mehr als 100% zugenommen. Dieses Wachstum wurde u.a. durch den steigenden Strompreis ausgelöst (CNI, 2016). Der Energiekostenindex, eine Komponente des ICI, ist eine Kombination aus dem Strom- und Ölkraftstoffpreis, gewichtet anhand ihrer Anteile am Gesamtindustrie-Energieverbrauch gemäß der jährlich herausgegebenen Energiebilanz „BEN" (Balanço Energético Nacional) der Energieplanungsbehörde EPE (2017). Abbildung 13 zeigt dieses Indexwachstum.

Abbildung 13: Industrieenergiepreisindex



Quelle: CNI (2019)

3.3.3 Stromauktionen

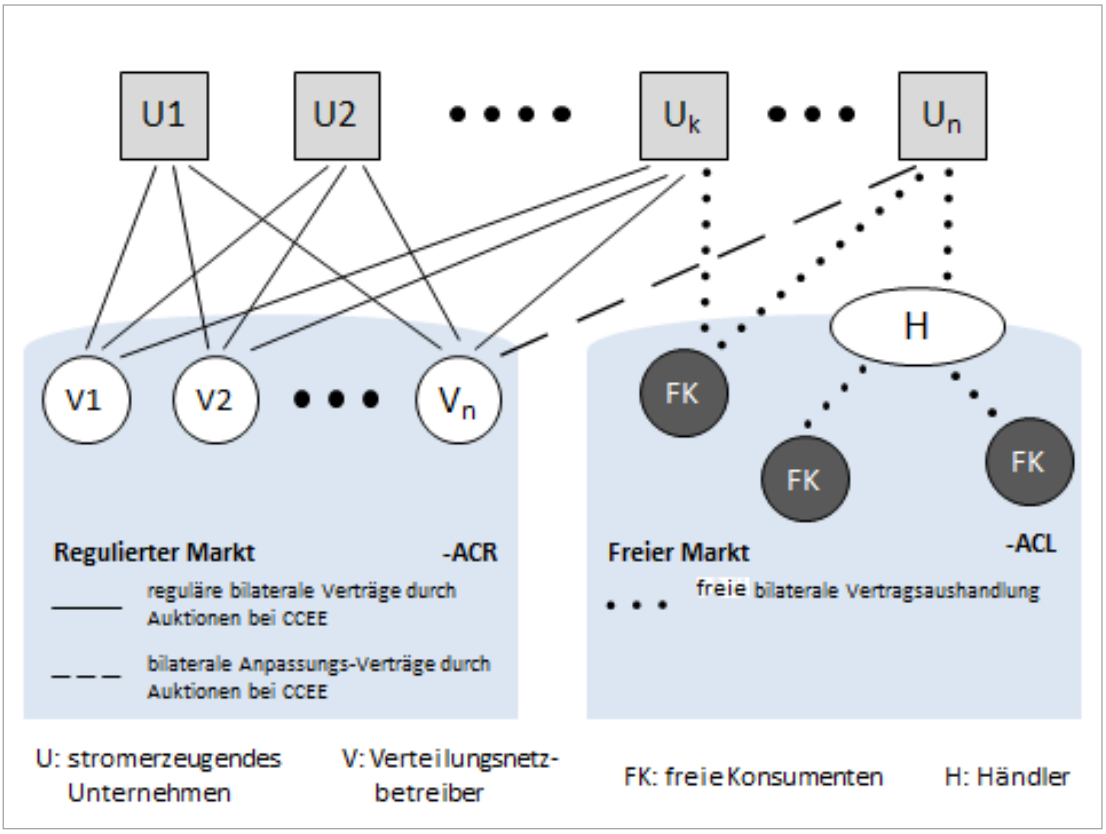
Die seit 2005 durchgeführten Versteigerungen von Stromabnahmeverträgen führten zu einem Wettbewerb zwischen den Erzeugern. Sie bedienen dadurch die wesentlichen Prinzipien der brasilianischen Energiepolitik: Versorgungssicherheit und niedrige Preise. Die von diesem Modell ausgehenden Verträge führten zu stetigen Kostensenkungen.[66]

Die Auktionen finden auf dem sogenannten regulierten Markt statt (Ambiente de Contratacão Regulado (ACR)). Es gibt drei Arten von Versteigerungen (Leilão de Energia): A-5 und A-3, um Strom aus neuen Anlagen zu erzeugen, und A-1, um Strom aus existierenden Anlagen zu erzeugen. Seit 2017 gibt es auch die A-4- und A-6-Modalität, um den Entwicklern und Bauherren mehr Zeit zu geben. Die

[66] AHK Rio de Janeiro (2017a)

Bezeichnung „A“ steht für die Auslieferungsfrist der Erzeugungskapazitäten. A-5-Versteigerungen werden also fünf Jahre vor dem geplanten Erzeugungsbeginn durchgeführt usw. Die Vergabe erfolgt an den Anbieter mit dem geringsten Preis (umgekehrtes Auktionsprinzip).[67]

Abbildung 14: Stromhandel in Brasilien



Quelle: Eigene Darstellung nach Szklo (2009)

Es gibt Versteigerungen, bei denen sämtliche Energiequellen zugelassen sind, aber auch spezielle für erneuerbare Energiequellen, an denen lediglich Kleinwasser-, Biomasse/Biogas- und Photovoltaikkraftwerke sowie Windenergieanlagen teilnehmen durften. Die Power Purchase Agreements (PPA) aus erneuerbaren Energien haben in der Regel eine Dauer von 20-30 Jahren (PV: 20 Jahre, Windkraft: 20 Jahre, Biomasse: 25 Jahre und Wasserkraft: 30 Jahre).[68] Tendenziell ist eine stärkere Steuerung des Ausbaus von erneuerbaren Energiequellen zu erwarten. Das heißt: spezifische Auktionen für Energie aus Wind, Sonne, Biomasse etc. Auch die Durchführung lokaler bzw. regionaler Auktionen wird erwogen.[69] Zuletzt wurden 2018 vor allem Photovoltaik und Windenergie zu äußerst niedrigen Preisen von 118,07 R$/MWh (ca. 26 €/MWh) gehandelt.

[67] AHK Rio de Janeiro (2017b)

[68] dena (2012)

[69] AHK Rio de Janeiro (2016a)

3.4 Tendenzen auf dem Energiemarkt

Brasiliens Strom wird zum größten Teil aus Wasserkraft erzeugt. Das Land kämpft jedoch im Sommer immer häufiger mit Wasserknappheit, was dazu führt, dass die Wasserkraftwerke nicht voll ausgelastet werden und Strom teuer durch thermische Kraftwerke erzeugt werden muss. Um die Stromversorgung in Brasilien sicherstellen zu können, ist es deshalb notwendig, neue Energiequellen zu erschließen, die diese Schwankungen ausgleichen können, sowie vermehrt in Energieeffizienz zu investieren. Im Jahr 2018 hatten die erneuerbaren Energien einen Anteil am Energiemix von 42%.[70] Im Vergleich zum weltweiten Durchschnitt von 10,4% (2016) ist dieser Anteil sehr hoch.[71]

Andere erneuerbare Energiequellen wie z.B. die Windkraft haben jedoch gerade mal einen Anteil von etwa 8,71%. Strom aus Sonnenenergie ist in der brasilianischen Stromerzeugungsmatrix noch geringer vertreten (1,21%). Das Potenzial von Windkraft und Sonnenenergie in Brasilien ist enorm, wird jedoch kaum ausgeschöpft.

Die durchschnittliche jährliche Sonneneinstrahlung auf horizontaler Fläche in Brasilien beträgt zwischen 1.500 bis 2.400 kWh/m².[72] Vor allem die Solarthermie verfügt über immense Entwicklungsmöglichkeiten in der (Prozess-) Wärmeerzeugung und könnte den Strom- und Gasverbrauch reduzieren. Zudem können durch die dezentrale und verbrauchernahe Energieerzeugung der Solarthermie die Transportwege für Strom und Gas vermieden werden. Diese sind in einem Land wie Brasilien mit einer Fläche von 8,5 Mio. km² enorm und erzeugen hohe Kosten.

Das Land steht vor folgenden Herausforderungen:

a) Neue Strategien zur Sicherstellung der Energieversorgung müssen erarbeitet werden, da keine größeren Flächen zum Bau neuer Wasserkraftanlagen zur Verfügung stehen, die zudem auf Ablehnung seitens Umweltschützer stoßen. Des Weiteren ist der Bau von Kernkraftwerken teuer, zeitaufwendig und umstritten;

b) Das große Potenzial der erneuerbaren Energien wird noch langsam erkannt und trägt nur einen kleinen Anteil zur Energieversorgung bei. Außerdem kann diese Energieform nur einen Teil der Nachfrage abdecken;

c) Der Energieverbrauch steigt stetig, vor allem auch durch die große Anzahl energieintensiver Unternehmen im Land. Daten aus dem Jahr 2009 zeigen, dass 409 Unternehmen 30% der erzeugten Energie im Land verbrauchen.

[70] EPE (2019a)

[71] REN21

[72] SONDA: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006)

4. Der Markt für Solarstrom in Brasilien

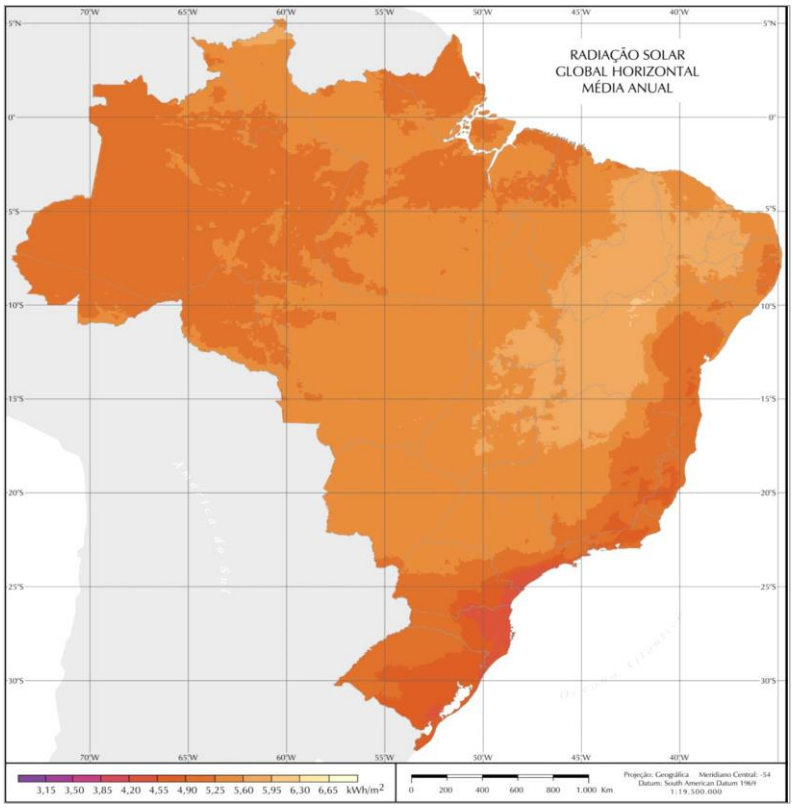
Seit der Stromversorgungskrise im Jahr 2001 versucht die brasilianische Regierung die Stromerzeugung zu diversifizieren, um die Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit zu gewährleisten. Wie bereits zuvor dargestellt, wird die Hauptenergiezufuhr mit 60% der Gesamtenergie immer noch durch Wasserkraftwerke gewährleistet. In den letzten Jahren kam es allerdings immer öfter zu längeren Dürreperioden, die zu Wasserknappheit geführt haben und dies wiederum dazu, dass die Wasserwerke nicht komplett ausgelastet waren, was sich negativ auf den Strompreis ausgewirkt hat. Seit 2015 verlor Wasserkraft als Energieträger bereits ca. 5% am Energiemix.[73]

Die EPE geht in ihrer zehnjährigen Prognose des Strombedarfs trotz eines hohen Maßes an Verunsicherung von einer positiven Entwicklung des Geschäftsklimas und der Investitionsbereitschaft in den nächsten fünf Jahren aus. Des Weiteren geht die Prognose von einem jährlichen Strombedarfsanstieg von 3,8% aus,[74] was Brasilien, wie zuvor schon erwähnt, vor große Herausforderungen stellt, jedoch auch deutschen Technologieträgern und Investoren neue Chancen auf dem brasilianischen Markt eröffnet. So werden zum Beispiel dezentrale Photovoltaikanlagen als eine der Optionen zur Entlastung der Verteilernetze gesehen.

4.1 Solarstrom-Potenzial in Brasilien

Brasilien gehört zu den Ländern mit den höchsten Sonneneinstrahlungswerten weltweit – vor allem im Nordosten des Landes.

Abbildung 15: Sonneneinstrahlung – Jahresdurchschnitt auf horizontaler Fläche



Quelle: Atlas brasileiro de energia solar / Enio Bueno Pereira; Fernando Ramos Martins; Samuel Luna de Abreu e Ricardo Rüther. – São José dos Campos: INPE, 2006

[73] EPE (2015)

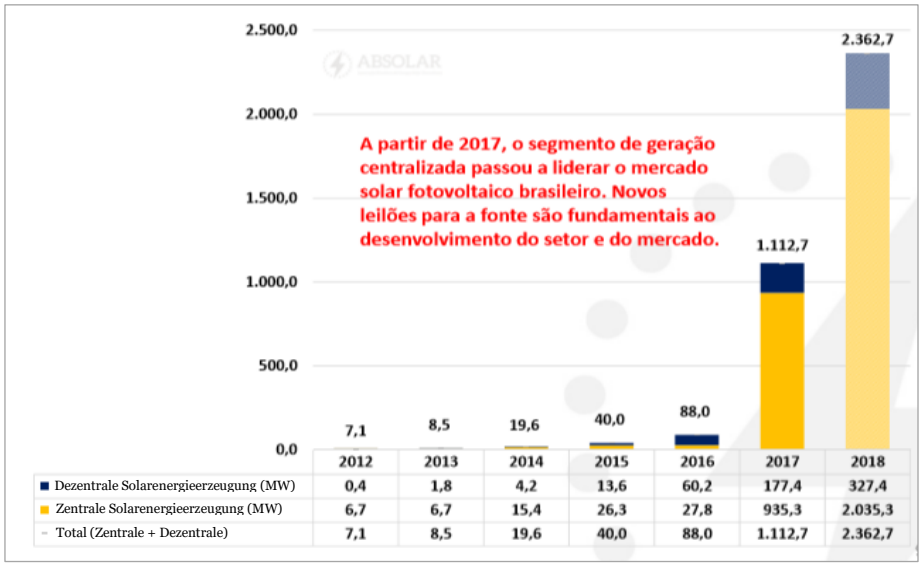
[74] EPE (2019c): PDE 2027

So besteht zum Beispiel im Bundestaat Bahia, welcher im Nordosten Brasiliens in der Nähe des Äquators liegt, mit 6,5 kWh/m² täglicher Globalstrahlung die beste Sonneneinstrahlung. Im Bundesstaat Santa Catarina, welcher sich im Süden des Landes befindet, ist der niedrigste Wert globaler Strahlung mit 4,25 kWh/m² Tag zu verzeichnen.[75] Das Land hat eine jährliche Sonneneinstrahlung auf horizontaler Fläche von ca. 1.500 bis 2.400 kWh/m². Zum Vergleich: In Deutschland beträgt dieser Wert 900 bis 1.220 kWh/m², in Spanien 1.200-1.850. Die Orte mit der niedrigsten Sonneneinstrahlung im Süden Brasiliens liegen somit mehr als 20% über den sonnenreichsten Deutschlands.[76]

Obwohl bereits 2012 das sogenannte Net-Metering, ein Energiekompensationssystem, in Kraft trat, welches in Kapitel 4.3.2. näher erläutert wird, war der Ausbau der PV-Anlagen trotz des großen Potenzials zu Beginn begrenzt. Schätzungen gingen Ende 2013 von einer installierten PV-Kapazität von ca. 50 MW aus, von denen lediglich 5 MW netzgebunden waren, d.h. ca. 90% der installierten Leistung waren isolierte Systeme. Damals wurden Photovoltaikanlagen nur in Form von Pilotprojekten realisiert, bei denen die Wirtschaftlichkeit nicht im Vordergrund stand. Zu diesen Projekten gehören das Megawatt-Solarprojekt, mit einem 1 MWp-System auf dem Firmensitz des Energieversorgers Eletrosul in Florianópolis, Solar-Stadien, wie bspw. das Maracanã in Rio de Janeiro (390 kWp) oder das Mineirão in Belo Horizonte (1,5 MWp, in enger Kooperation von GIZ und KfW) und ein 400 kWp-Projekt auf der Ferieninsel Fernando do Noronha.

Im Jahr 2015 konnte der Markt für zentrale und dezentrale PV-Anlagen erste Erfolge verzeichnen. Mit verantwortlich waren dafür die gesunkenen Preise der Hauptkomponenten für PV-Anlagen, aber auch die gesunkenen Solarstrompreise in den Auktionen.

Abbildung 16: Entwicklung der dezentralen und zentralen PV-Erzeugungsanlagen in Brasilien



Quelle: ABSOLAR (2019b) - Geração centralizada fotovoltaica no Brasil (Stand März 2018)

Der brasilianische Markt für Solarstrom besteht heute hauptsächlich aus netzgebundenen zentralen und dezentralen PV-Anlagen. Aktuell hat Brasilien eine installierte operative PV-Kapazität von ca. 2.819 MW, davon ca. 2.084 MW von zentralisierten Solarstromkraftwerken, der restliche Anteil von ca. 735,5 MW von Mini- und Mikroerzeugeranlagen.[77] Im Februar hat ANEEL eine Installationsrate für dezentrale PV-Anlagen von 160 pro Tag verzeichnet, die einen Zuwachs von 1,9 MW täglich bedeuten.[78] Zwischen den Jahren 2015 und 2016 erlebte der Markt für dezentrale PV-Anlagen mit

[75] Pereira et al. (2006): Atlas Brasileiro de Energia Solar.

[76] BNetzA (2013)

[77] ABSOLAR (2019[a])

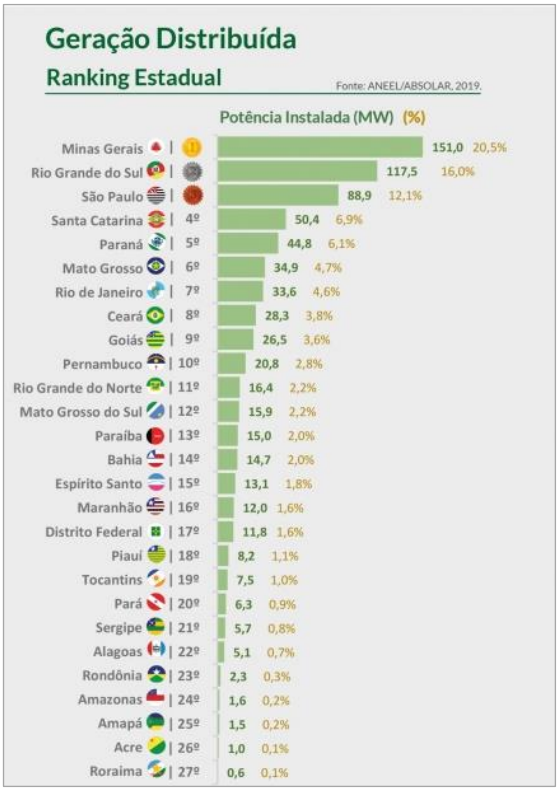
[78] ANEEL (2019b)

Mikro- und Minisolaranlagen beispielsweise ein Wachstum von 407%, der für zentrale PV-Kraftwerke zwischen 2016 und 2017 gar ein Wachstum von 3.264%.[79] Im Bereich zentraler PV-Anlagen befinden sich Projekte bereits in der Entwicklungs- und Bauphase, die bis 2022 eine Kapazität von 1.500 MW ergänzen sollen. Seit 2014 wurden rund 10.000 Milliarden R$ an Privatinvestitionen geleistet, was ebenfalls zu einer Schaffung von 50.000 neuen Arbeitsplätzen geführt hat.[80]

In Auktionen von Freiflächenanlagen mit Inbetriebnahme bis 2022 erhielten bisher bereits 3,7 GW an Solarenergie den Zuschlag. Die EPE geht von einer kumulierten indikativen Erweiterung der PV-Anlagen von 5.000 MW bis 2027 aus. Des Weiteren schätzt die EPE das Wachstum der installierten Kapazität für zentrale PV-Anlagen zwischen 2017 bis 2027 auf mehr als 1.700% ein. Allein in den fünf Jahren zwischen 2017 und 2022 hat die EPE eine Erweiterung der Kapazität um 659,71% prognostiziert. Davon sind heute bereits mehr als 50% installiert.[81]

Die EPE hat 2014 eine Bewertung des technischen Potenzials der dezentralen Haushaltserzeugung für PV-Anlagen in Brasilien durchgeführt. Als Parameter wurden u.a. die globale Sonneneinstrahlung, die Nutzfläche der Dächer und der Wirkungsgrad der Photovoltaikmodule betrachtet. Der EPE ist dabei zu dem Schluss gekommen, dass alle Bundesstaaten über das technische Potenzial verfügen, mehr Solarstrom zu generieren als sie konsumieren. Die südlichen Regionen im Land können dabei den negativen Faktor der niedrigeren Sonneneinstrahlung durch die höhere Bevölkerungsdichte und daher größere Anzahl an Häuserdächer ausgleichen.[82] Das aktuelle Ranking der Bundesstaaten für dezentrale PV-Anlagen zeigt, dass das Potenzial für diesen Markt noch nicht ausgeschöpft ist. Rund 48,8% der installierten Leistung befinden sich in lediglich drei Bundesstaaten, nämlich Minas Gerais, Rio Grande do Sul und São Paulo.

Abbildung 17: Ranking dezentrale Solarenergieerzeugung pro Bundesstaat



Quelle: ABSOLAR (2019[a]) - Infografik, Energia Fotovoltaico no Brasil, Erscheinungsdatum 03/05/2019

[79] MME (2019)

[80] ABSOLAR (2019b)

[81] EPE (2019d)

[82] Banco do Nordeste (2019)

Das Potenzial einiger Bundestaaten wird am Beispiel Bahia deutlich. Der Bundesstaat mit der höchsten Sonneneinstrahlung von 6,5 kWh/m² täglicher Globalstrahlung taucht im Ranking der dezentralen Solarstromgenerierung erst auf Platz 14 auf, aber einer der Bundesstaaten mit einer der niedrigsten Sonneneinstrahlungen im Süden des Landes, Rio Grande do Sul, liegt im Ranking auf Platz 2.

In seinem zehnjährigen Energieausbauplan (*Plano Decenal de Expansão de Energia)* von 2017 bis 2027 geht die EPE von zwei möglichen Szenarien für eine Erweiterung aller dezentralen Energieerzeugungssysteme aus.

Szenario 1:
Falls die Bedingungen des heutigen 100%igen Kompensationssystems bestehen bleiben, geht die EPE davon aus, dass die dezentralen Systeme bis 2027 eine installierte Kapazität von bis zu 21 GW erreichen können.

Szenario 2:
Wenn sich das Kompensationssystem ändert, was aktuell überprüft wird, und ab 2020 ein Leistung und Strom unterscheidender Binominaltarif für alle neu installierten dezentralen Systeme in Kraft treten würde, geht die EPE davon aus, dass diese Systeme eine installierte Kapazität von 12 GW erreichen können und insgesamt 2.400 MWmed zur Energieerzeugung beisteuern werden. Das würde eine Erweiterung der Gesamtkapazität durch dezentrale Systeme um 2,4% bedeuten.

Tabelle 8: Prognostizierte Entwicklung der installierten Leistung zentraler PV-Anlagen (in MW)

Energiequelle	2017	2022	2027
Zentrale Solarenergie	479	3.639	8.639

Quelle: EPE (2019d) - PDE 2027 – Sumário Executivo

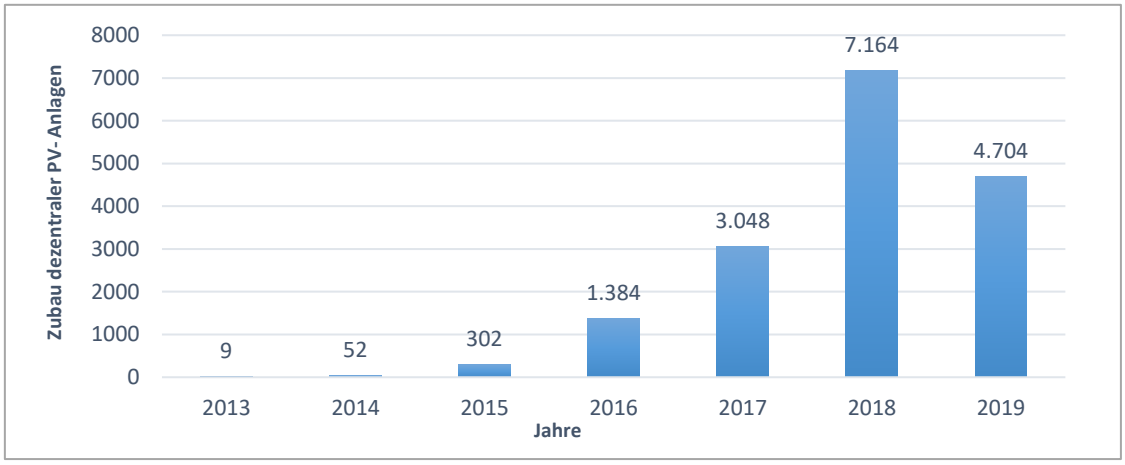
4.2 Solarenergie im Bundesstaat Minas Gerais

Der Bundesstaat Minas Gerais steht derzeit mit einer installierten Leistung für dezentrale Solarenergieerzeugung von 164.296 MW an erster Stelle des Rankings. Dies kann auf die Kombination der vier Faktoren hohe Sonneneinstrahlung, relativ hoher Bruttostromtarif, großes Konzessionsgebiet und Steuererleichterung, insbesondere bei der dezentralen Erzeugung, zurückgeführt werden. Der Bundesstaat hat früh auf die Marktentwicklung reagiert und bereits 2013 die Rahmenbedingungen und Steuererleichterung zur Förderung der Nutzung von Solarenergie geschaffen. Diese wurden hauptsächlich durch zwei Gesetze geregelt: zum einen das Gesetz Nr. 20.849/13, das die Förderung der Nutzung von Solarenergie des Bundesstaates Minas Gerais regelt; zum anderen das Gesetz 20.824/13, das die ICMS-Mehrwertsteuerbefreiung für dezentrale Mikro- und Mini-PV-Anlagen regelt für einen Zeitraum von fünf Jahren ab Beginn der Erzeugung. Darüber hinaus ist auch die Herstellungswertschöpfungskette der Photovoltaikindustrie von der ICMS-Steuer befreit.[83]

Aktuell verfügt Minas Gerais über 16.666 dezentrale PV-Systeme, die ans Stromnetz angeschlossen sind, was 20,01% aller dezentralen PV-Anlagen Brasiliens entspricht.

[83] SEBRAE

Abbildung 18: Zubau dezentraler PV-Anlagen im Bundesstaat Minas Gerais



Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[84]

In der oben dargestellten Abbildung wird deutlich, dass sich die Anzahl der dezentralen PV-Anlagen nach einem raschen Anstieg zwischen 2015 und 2016 immer noch jährlich mehr als verdoppelt hat. Bereits im Juni 2019 liegt die Anzahl der neu registrierten PV-Anlagen 60% über der Gesamtzahl des Vorjahres. Die dezentralen PV-Anlagen im Bundesstaat Minas Gerais werden zu fast 100% für den Eigenkonsum genutzt, wovon ca. zwei Drittel der PV-Anlagen am Ort des Konsums installiert sind und ein Drittel an abgelegenen Standorten zur Remote-Eigenversorgung genutzt werden.

Tabelle 9: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in Minas Gerais nach Erzeugungsart und Verbraucher

Erzeugungsart	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Remote-Erzeugung für den Eigenkonsum	5.002	30,01	62.421,22
Gemeinsame Erzeugung	10	0,06	1.110,27
Eigenversorgung	11.632	69,79	100.254,03
Versorgung von mehreren Endverbrauchern	22	0,12	510,40
Total	**16.666**	**100**	**164.295,92**

Verbraucher	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Handel	2.942	17,65	70.842,88
Industrie	574	3,44	19.272,23
Haushalte	11.744	70,47	54.072,93
Öffentliche Versorgung	88	0,53	2.055,76
Landwirtschaft	1.318	7,91	18.052,12
Total	**16.666**	**100**	**164.295,92**

Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[85]

Die Art der dezentralen Eigenversorgung wird hauptsächlich von Haushalten (70,47%), KMUs (17,65%) und der Landwirtschaft (7,91%) genutzt. Auffällig ist dabei der Leistungsunterschied der Anlagen, die von Haushalten und den KMUs verwendet werden. Die Haushalte nutzen im Durchschnitt eine Leistung von 4,6 kW, die KMUs von 24,08 kW.

Eines der größten Projekte der dezentralen Eigenversorgung durch Solarenergie in Minas Gerais wird aktuell von dem Stromerzeuger EDP umgesetzt. Das Projekt umfasst zwei PV-Anlagen im Norden von Minas Gerais und wird eine Kapazität von 8,33 MWp haben. Die zwei Anlagen werden für den

[84] ANEEL (2019i)

[85] ANEEL (2019i)

Shopping-Center-Betreiber Multiplan zum Eigenverbrauch installiert und sollen eine jährliche Einsparung der Energiekosten von 5,5 Mio. R$ bringen. Mit 25.440 Photovoltaikmodulen umfasst der PV-Komplex eine Fläche von 240.000 Quadratmetern, was 24 Fußballfeldern entspricht. Zudem wird in den PV-Anlagen eine Tracking-Technologie verwendet. So wird ermöglicht, dass sich die Panels den Veränderungen des Strahlungswinkels der Sonne anpassen, damit eine größtmögliche Absorption der Strahlung ermöglicht wird. Darüber hinaus wird die Gruppe Multiplan dadurch ihre Kohlendioxid-Emissionen um 227.655 Tonnen über einen Zeitraum von 25 Jahren verringern.[86]

Mit 16,86% der vergebenen PV-Projekte in Auktionen hat der Bundesstaat jedoch auch einen beachtlichen Anteil an der zentralen Solarenergieerzeugung (Stand: 2018). Mit einer Gesamtleistung von 683 MW steht der Bundesstaat damit an dritter Stelle bei zentralen Freiflächen-PV-Anlagen. Laut Absolar rechnet der Bundesstaat zusätzlich mit Investitionen von 3 Milliarden R$ bis 2022 in diesen Sektor.[87]

Eines der vergebenen Projekte der Auktion in 2015 hat die Energieproduktion im Dezember 2018 aufgenommen. Mit einer Investition von rund 95 Mio. EUR hat das Unternehmen Naturgy über seine spanische Tochtergesellschaft Global Power Generation (GPG) im März 2017 die beiden Solaranlagen Guimarães I und II im Norden von Minas Gerais erworben. Die Freiflächenanlage ist 143 Hektar groß und verfügt über mehr als 250.000 installierte Solarmodule. Die jährliche Leistung dieser beiden Anlagen wird auf 165 GWh geschätzt.[88]

4.3 Solarenergie im Bundesstaat Rio Grande do Sul

Der Bundesstaat Rio Grande do Sul, der südlichste von Brasilien, steht mit einer der niedrigsten Sonneneinstrahlungen des Landes im Ranking der dezentralen Solarenergieerzeugung auf Platz 2, mit einer installierten Leistung von 141.599,42 kW, was 16,11% der Gesamtleistung des Landes ausmacht. Im Juni 2019 wurden bereits 4.788 dezentrale PV-Anlagen ans Netz angeschlossen, was 96,4% der Anzahl des Vorjahres entspricht und in 2018 beispielsweise im Durchschnitt 13,6 Anlagen pro Tag.

Im Jahr 2013 war die Energieerzeugung durch Solarenergie in Rio Grande do Sul noch quasi inexistent, die normativen Regulierungen der ANEEL in den Jahren 2012 und 2015 für die dezentrale Solarenergieerzeugung legten jedoch auch hier den Grundstein für den zügigen Ausbau. Zusätzlich spielen die Faktoren eines steigenden Strompreises und die ICMS-Steuerbefreiung für die Solarstromerzeugung eine Rolle in dieser Entwicklung.[89]

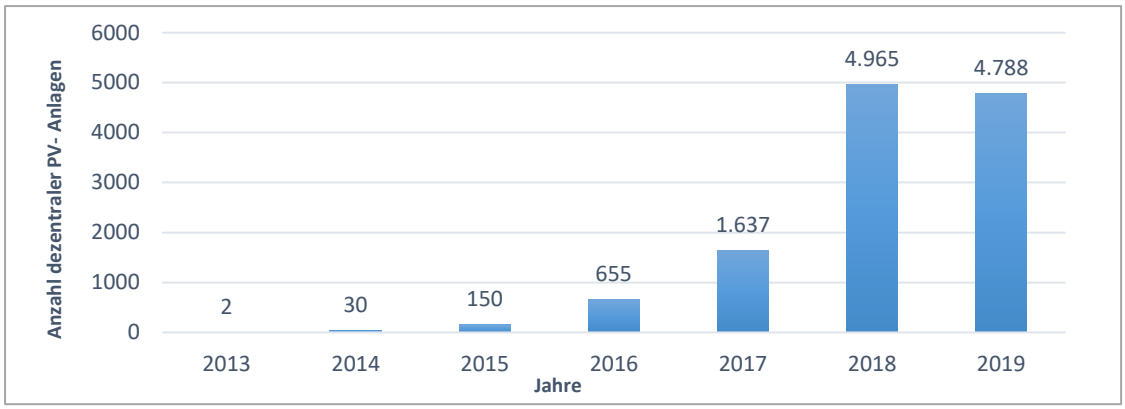
[86] Canal Energia (2019a)

[87] O Tempo

[88] GPG

[89] Gauchazh

Abbildung 19: Entwicklung der dezentralen Photovoltaik-Anlagen im Bundesstaat Rio Grande do Sul



Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[90]

87,17% der dezentralen PV-Anlagen in Rio Grande do Sul werden hauptsächlich zur Eigenversorgung genutzt, an zweiter Stelle steht die Remote-Eigenversorgung.

Tabelle 10: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in Rio Grande do Sul nach Erzeugungsart und Verbraucher

Erzeugungsart	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Remote-Erzeugung für den Eigenkonsum	1.658	13,56	24.446,42
Gemeinsame Erzeugung	32	0,26	358,72
Eigenversorgung	10.536	86,17	116.786,72
Versorgung von mehreren Endverbrauchern	1	0,01	7,56
Total	**12.227**	**100**	**141.599,42**

Verbraucher	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Handel	2.636	19,33	65.103,96
Industrie	448	3,66	20.308,49
Haushalte	8.138	66,56	42.122,38
Öffentliche Versorgung	53	0,43	1.175,67
Landwirtschaft	952	7,79	12.888,92
Total	**12.227**	**100**	**141.599,42**

Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[91]

Im Gegensatz zu den anderen Bundesländern der ersten vier Plätze im Ranking hat die Eigenversorgung für KMUs mit 19,33% einen vergleichsweisen großen Anteil in Rio Grande do Sul. Der Eigenkonsum in Haushalten ist mit 66,56% jedoch auch hier der wichtigste Einsatzzweck.

Ein Beispiel, dass in Rio Grande do Sul die Option der Eigenversorgung für KMUs auch weiterhin nicht an Bedeutung verliert, ist das aktuelle Projekt des Energieerzeugers AES Tietê. Dieser investiert derzeit 17 Mio. R$ in 3 neue Solarenergieanlagen, die zur dezentralen Solarenergieerzeugung genutzt werden und jährlich 3 MW erzeugen sollen. Hauptpartner in diesem Projekt soll die Apothekengruppe São João sein, die ungefähr über 700 Apotheken in Rio Grande do Sul betreibt. Die Solaranlagen sollen 2020 in Betrieb gehen und mehr als 200 Filialen der Apothekenkette mit Solarenergie versorgen, was zu einer Energieeinsparung von 20% führen soll.[92]

[90] ANEEL (2019i)

[91] ANEEL (2019i)

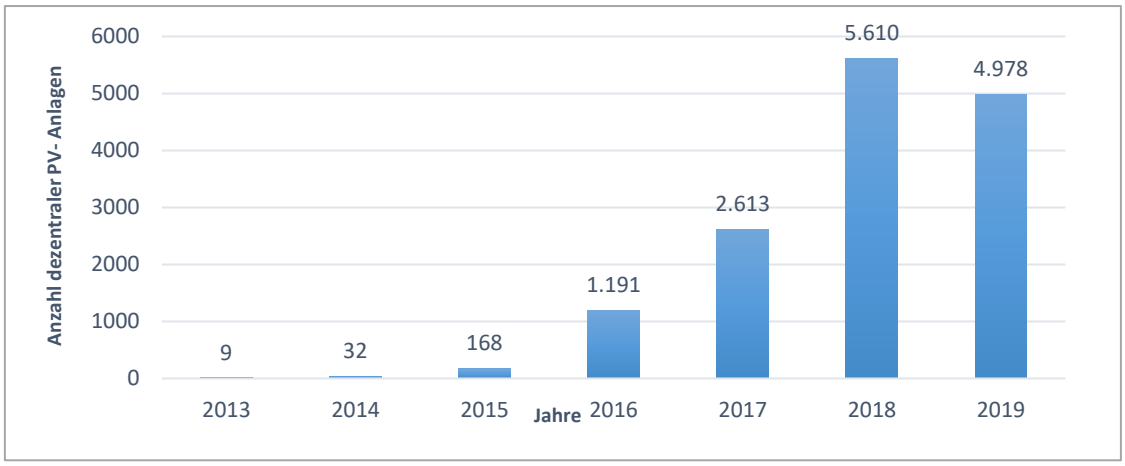
[92] Canal Energia (2019b)

4.4 Solarenergie im Bundesstaat São Paulo

Das enorme Potenzial von Solarenergie in São Paulo spiegelt sich in der Anzahl der vorhandenen Anlagen zur Energiegewinnung wider. Allein im Bundesstaat São Paulo werden aktuell 14.603 Anlagen betrieben, was 17,53% der Gesamtanlagen für dezentrale Solarenergieerzeugung ausmacht. São Paulo profitiert zudem von dem schon existierenden Industriehub, was viele Produzenten aus der Solarenergiebrache angezogen hat. So haben sich zum Beispiel auch einige ausländische Unternehmen wie Canadian Solar oder BYD für diesen Standort entschieden.

Der Großteil der dezentralen Solarenergieanlagen wird auch in São Paulo zur Eigenversorgung (93,16%) in Privathaushalten (83,99%) und in KMUs (1.727) betrieben. Im Vergleich zu den anderen Bundesstaaten unter den ersten vier Plätzen macht der Landwirtschaftssektor mit 2,08% (304 dezentrale Anlagen) einen relativ geringen Anteil aus.

Abbildung 20: Entwicklung der dezentralen Photovoltaik-Anlagen im Bundesstaat São Paulo



Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[93]

São Paulo weist mit seinen 14.603 dezentralen Photovoltaikanlagen eine installierte Gesamtkapazität von ca. 111,732,27 kW auf. Dies wiederum entspricht 12,7% der landesweiten Kapazität. São Paulo belegt damit nach Minas Gerais und Rio Grande do Sul den dritten Platz im Ranking der installierten Leistung der dezentralen Solarstromerzeugung. Bei der Anzahl an Solaranlagen liegt der Bundesstaat auf Platz zwei, lediglich übertroffen von Minas Gerais mit 16.666 Anlagen. Die durchschnittliche Größe der Anlagen beläuft sich auf 5 kW (zum Vergleich: Ceará hat die durchschnittlich größten Anlagen mit einer Leistung von 25 kW), was wiederum aus der Dominanz von Solaranlagen in privaten Haushalten resultiert.[94]

[93] ANEEL (2019i)

[94] SEBRAE

Tabelle 11: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in São Paulo nach Erzeugungsart und Verbraucher

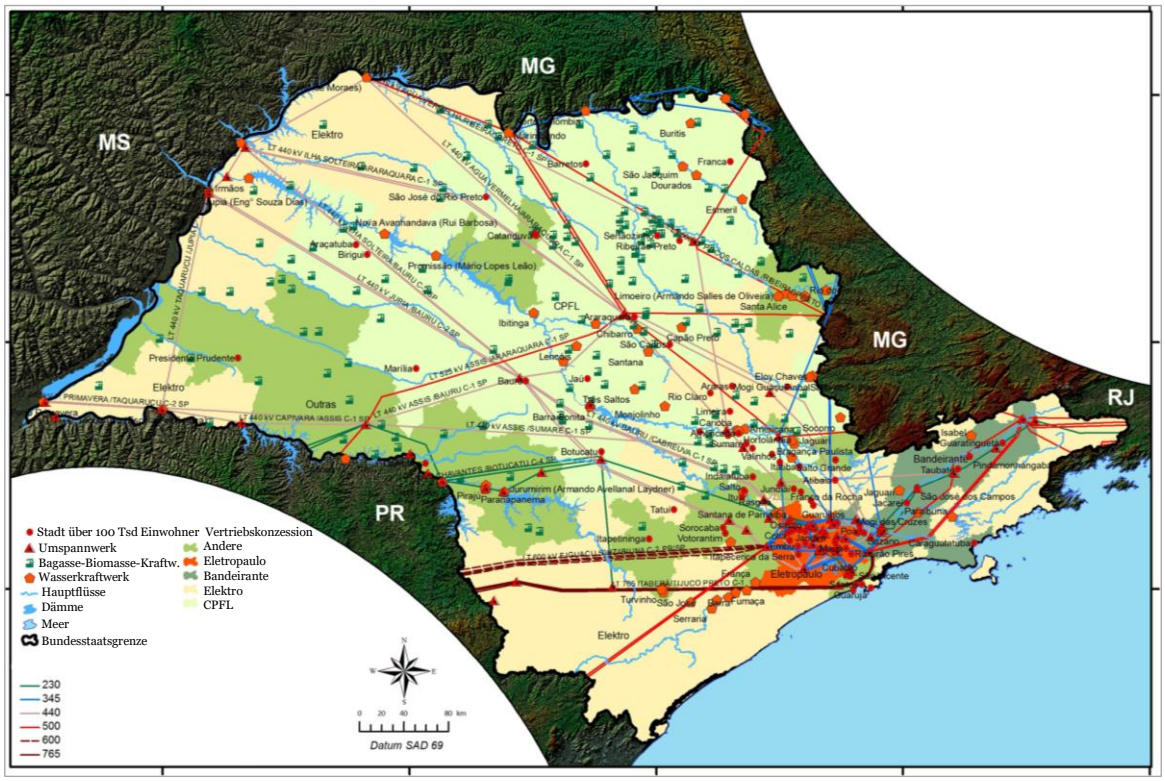
Erzeugungsart	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Remote-Erzeugung für den Eigenkonsum	945	6,47	13.459,62
Gemeinsame Erzeugung	53	0,36	2.188,61
Eigenversorgung	13.604	93,16	96.073,88
Versorgung von mehreren Endverbrauchern	1	0,01	10,26
Total	**14.603**	**100**	**111.732,37**

Verbraucher	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Handel	1.727	11,83	40.465,53
Industrie	238	1,63	6.963,95
Haushalte	12.265	83,99	55.868,98
Öffentliche Versorgung	69	0,47	1.189,62
Landwirtschaft	304	2,08	7.244,29
Total	**14.603**	**100**	**111.732,37**

Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[95]

Im Gegensatz zu anderen Bundesstaaten, wie zum Beispiel Minas Gerais oder Santa Catarina mit nur einem Hauptstromlieferanten, gibt es in São Paulo mehr als fünf Stromkonzessionäre.

Abbildung 21: Stromversorgungssystem des Staates São Paulo



Quelle: Governo de São Paulo - Mapa da Transmissão - Estado de São Paulo - Rede Básica[96]

[95] ANEEL (2019i)

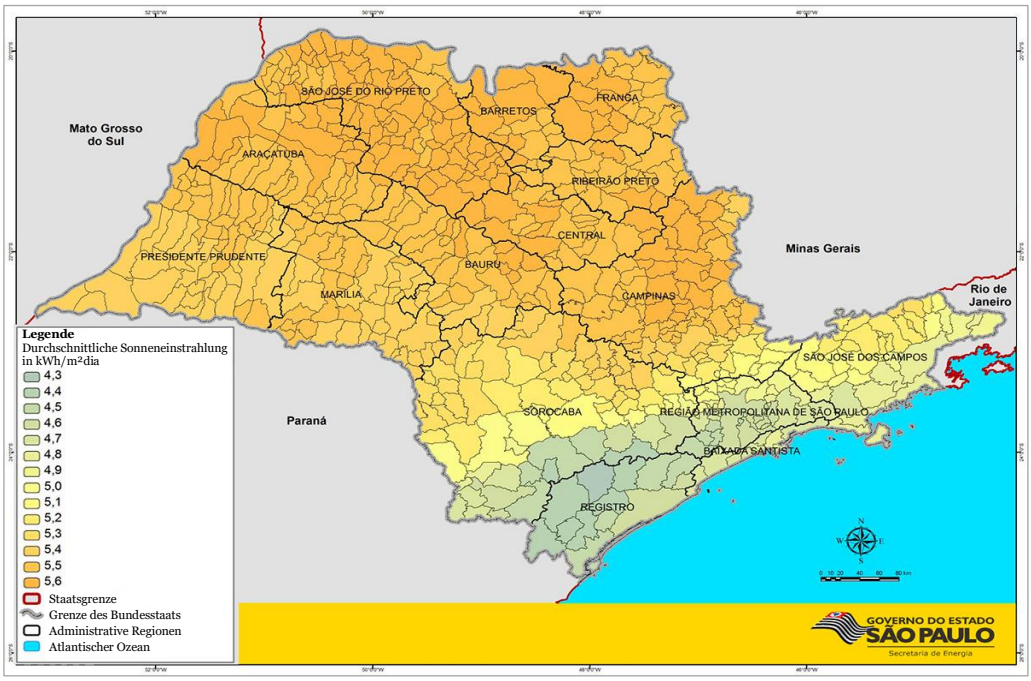
[96] Governo de São Paulo

Die Versorgungsgebiete dieser bestehen jedoch nicht aus zusammenhängenden Gebieten, sondern sind über verschiedene Regionen verteilt. Diese Gegebenheit hat auch Auswirkungen auf die Netzanbindung von PV-Anlagen, da es somit zur Einschränkung der Standortwahl für Remote-Anlagen zur Eigenversorgung kommen kann. Ein Verbraucher, der seinen Strom durch einen Konzessionär bezieht, muss seine PV-Anlage im Versorgungsgebiet desselben Stromkonzessionärs installieren, um die Vorteile der Stromgutschrift zu nutzen.

4.4.1 Projekte

Die Landesregierung von São Paulo hat zur Unterstützung der Nutzung von Solarenergie ebenfalls eine Karte der Solarenergie-Ressourcen des Bundesstaates erstellt. Die folgende Abbildung zeigt die durchschnittliche Sonneneinstrahlung pro Gemeinde in São Paulo in kWh/m²dia. Selbst in der Stadt São Paulo, die eine hohe Schadstoffbelastung aufweist, ist die Sonneneinstrahlung immer noch sehr hoch.

Abbildung 22: Durchschnittliche Sonneneinstrahlung São Paulos in kWh/m²dia



Quelle: Energia Solar Paulista – Atlas Solar[97]

Die derzeit größte Solaranlage zur dezentralen Solarenergieerzeugung in São Paulo befindet sich in Prudente auf dem Unicampus 2 der Unoeste (Universidade do Oeste Paulista). Diese wurde im März 2019 in Betrieb genommen. Die Investition zum Aufbau der Anlage, welche eine Fläche von 40.000 Quadratmetern umfasst, belief sich auf 12 Mio. R$. 9.600 Photovoltaik-Module wurden hierin verbaut, um eine installierte Anlagenkapazität von 4.500 MWh pro Jahr zu erreichen.[98]

Ein Pilotprojekt zur photovoltaischen Solarenergieerzeugung und Erhöhung der Energieeffizienz in städtischen Busbahnhöfen wird in der Gemeinde Sorocaba durchgeführt. Hierzu haben die Verantwortlichen, der Landesminister für Energie und Bergbau, João Carlos Meirelles, der Bürgermeister von Sorocaba, José Antonio Crespo, und der Präsident von Urbes, dem Verkehrsunternehmen der Stadt, Luiz Carlos Franchim, eine Partnerschaft abgeschlossen. In einem ersten Teilprojekt stehen die Busbahnhöfe Santo Antônio und Station São Paulo im Fokus. Hiervon sollen ebenfalls umliegende Stadtgebäude und öffentliche Bereiche profitieren. Die Photovoltaikanlage

[97] Atlas Solar São Paulo

[98] Investe (2019a)

wird über eine installierte Leistung von 1.000 kW verfügen. Gleichzeitig sollen die derzeitigen Beleuchtungsanlagen beider Busbahnhöfe durch effiziente LED-Lampen ersetzt werden.[99]

In der Metropolregion Campinas, São Paulo projektiert die EWTU/SP (Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo) im Rahmen der aktuellen Nachhaltigkeits- und Umweltpolitik Solaranlagen an Haltestellen für den öffentlichen Transport. Bis zum Ende des Jahres 2018 wurden bereits Solarpanels auf 20 Haltestellen in den Gemeinden Americana und Santa Bárbara d'Oeste implementiert. Die Firma EMTU/SP ist eine Pionierin in der Implementierung von Photovoltaikmodulen auf Dächern des öffentlichen Busverkehrs im Bundesstaat São Paulo und plant in Zukunft solche Projekte auch für andere Unternehmen umzusetzen. Verbunden mit dem Energienetz der Firma CPFL Energia erzeugen die Solarpanels für den Staat eine Art Energieguthaben, der in den Haltestellen selbst und auch in anderen städtischen Anlagen verwendet werden kann. Bei geschätzten Kosten von 6.700 R$ pro Haltestelle wird erwartet, dass sich die Investition innerhalb von ca. drei Jahren amortisieren. Die verbauten Photovoltaikmodule stammen von der brasilianischen Firma WEG. Diese basieren auf inländischen sowie ausländischen Komponenten, wobei ein Teil der Produkte aus China bezogen wird.[100]

Die Stadt Mogi Mirim im Landesinneren von São Paulo möchte als erste brasilianische Gemeinde eine photovoltaische Solaranlage in ihrem Klärwerk implementieren. Die Ankündigung des Projekts wurde kürzlich von der Sabesp (Wasserwerk des Staates São Paulo) gemacht. Die Inbetriebnahme der Solaranlage ist für 2019 geplant. Laut Sabesp besteht die Photovoltaikanlage aus 1.073 Solarmodulen mit einer Leistung von 402.375 kWp, die auf den Dächern der Gebäude rund um die Klärstation sowie auf der Überdachung des Parkplatzes der örtlichen Wasserwerke „SESAMM" (Serviços de Saneamento de Mogi Mirim) installiert sind.

Mit der Installation der Photovoltaikmodule strebt die Kläranlage Mogi Mirim an, ca. 40% des Gesamtenergieverbrauchs von 1,72 Megawatt pro Jahr, die durch die 150 Liter Abwasser pro Sekunde generiert werden, durch Solarenergie abzudecken. Die Module werden dabei eine Fläche von 2.100 m² einnehmen und rund 606 MWh Strom pro Jahr produzieren. Dies entspricht der Energieversorgung von 370 Wohneinheiten. Das Projekt hat Gesamtkosten von 1,7 Mio. R$ und erfüllt alle Anforderungen der Normativen Resolution 482/687 der ANEEL, die die Kriterien für die Mikro- und Mini-Erzeugung von Energie festlegt.[101]

In der Stadt São José do Rio Preto im Bundesstaat São Paulo wird aktuell zunehmend auch im Hochbau auf Umweltschutz und Nachhaltigkeit gesetzt. Die Gemeinde verfügt bereits über ein von Green Building Brazil (GBC) zertifiziertes „Green House"-Modell, welches in einer Vielzahl nachhaltiger Bauten in der Region Einfluss nimmt. Viele Projekte in der Stadt sind auf dezentrale Erzeugungssysteme durch Photovoltaik-Generatoren angewiesen, um die natürlichen Ressourcen zu schonen und gleichzeitig an der deutlichen Reduzierung des Stromverbrauchs zu arbeiten.[102]

Gleichzeitig möchte die Firma MRV Engenharia, eine Pionierin im Tiefbau und Immobilienmarkt, auf das Wachstum der Solarenergie in Brasilien setzen und in diesem Jahr rund 50 Mio. R$ in Photovoltaikprojekte investieren. Im Jahr 2018 steuerte das Unternehmen bereits mehr als 17 Mio. R$ zu den Projekten in der Region bei. Dazu zählt die Inbetriebnahme des größten 437-kWp-EMUC-Kraftwerks (mehrere Verbrauchseinheiten) in einer Wohnsiedlung mit 440 Wohnungen in Belo Horizonte, Minas Gerais, das zu einem Meilenstein in der Branche in Brasilien und weltweit geworden ist. Laut Luis Henrique Capanema Pedrosa, Geschäftsführer der MRV, beinhalten die für dieses Jahr geplanten Investitionen 17 neue Projekte im EMUC-Segment, mit denen mehr als 35.000 Wohneinheiten von sauberer und erneuerbarer Energie profitieren sollen. Pedrosa fügte hinzu, dass

[99] Portal do Governo São Paulo (2019a)

[100] Portal do Governo São Paulo (2019b)

[101] Portal Solar (2019a)

[102] Portal Solar (2019b)

sich bis 2022 100% der Projekte von MRV auf die Photovoltaik-Technologie konzentrieren werden. Derzeit hat das Bauunternehmen 98 Projekte, bei denen die Photovoltaikanlage bereits beauftragt ist, sowie 105 weitere. Für 2019 werden rund 100 neue Projekte mit Photovoltaik-Technologie gestartet.[103]

4.4.2 Politischer Rahmen

São Paulo arbeitet des Weiteren stark daran, erneuerbare Energien in seine energiepolitische Strategie einzubauen. Im August 2015 veröffentlichte die Regierung von São Paulo zwei Verordnungen, welche die Stromerzeugung durch Mikro- und Minierzeuger sowie die Herstellung von Komponenten für die Solar- und Windenergiebranche fördern. Während Verordnung Nr. 61.439/2015[104] eine ICMS-Freistellung (Mehrwertsteuer) für Strom, der von Mikro- und Minierzeugern geliefert und in das Verteilungsnetz eingespeist wird, gewährt, legt Verordnung Nr. 61.440/2015[105] eine ICMS-Freistellung für die Herstellung von Anlagen zur Erzeugung von Wind- und Sonnenenergie fest. Diese Maßnahme sieht u.a. eine ICMS-Befreiung für Teile von Photovoltaikgeneratoren, Windturbinen und Türmen (von Windkraftanlagen) vor.[106]

Im Juni 2018 haben das Landesministerium für Energie und Bergbau und die Wirtschaftsförderagentur „Desenvolve SP“ (zu Deutsch etwa: „Entwicklung“ São Paulo) einen Vertrag zur Vereinfachung des Zugangs zu Finanzmitteln für Projekte zur Stromerzeugung durch Solarenergie unterzeichnet. Dadurch können kleine und mittlere Unternehmen nun ihre Erzeugungskapazitäten im ganzen Bundesstaat São Paulo ausbauen. Eines der Ziele dieser Partnerschaft ist es, São Paulos Abhängigkeit von Stromimporten zu verringern, da etwa 60% des im Staat konsumierten Stroms aus anderen Bundesstaaten kommen. Die Installation dieser Systeme durch kleine und mittlere Unternehmen wird dazu beitragen, den von Verteilungsunternehmen bezogenen Strom zu ersetzen. Aufgrund einer Nutzungsdauer von durchschnittlich 15 bis 20 Jahren der Systeme kann diese Maßnahme zu erheblichen Einsparungen führen. Mit der Vereinbarung ist das Amt nun für die Analyse und technische Leitung von Projekten verantwortlich, die Desenvolve SP für die Implementierung von Systemen zur Mini- und Mikroverteilungserzeugung und Photovoltaik erhält.[107]

Der Gesetzesvorschlag Nr. 672/2018 führt die staatliche Politik zur Förderung der Nutzung der Solarenergie ein, welche darauf abzielt, den Anteil der Solarenergie in der Energiematrix des Staates zu erhöhen. Das Projekt sieht die Installation von photovoltaischen Energiesystemen in indigenen Gemeinden, Favelas und von den Stromübertragungsnetzen abgelegenen Regionen sowie die Implementierung von thermischen Systemen zur Warmwasseraufbereitung in Häusern von Familien mit niedrigen Einkommen vor. Des Weiteren schafft der Vorschlag Anreize für Investitionen zur Errichtung von Solaranlagen und die Installation von Photovoltaiksystemen auf öffentlichen Gebäuden, Schulen, Unternehmen und Gemeinden. Die Stadt São Paulo möchte mithilfe dieser Gesetzgebung zur Hauptstadt der Solarenergie werden und somit die Vorteile dieser erneuerbaren Energiequelle bestmöglich nutzen. Momentan befindet sich der Gesetzesvorschlag in Bearbeitung.[108]

Der Gemeinderat von São Caetano do Sul arbeitet derzeit an einem Gesetzesvorhaben (PL) des Stadtrats Ubiratan Figueiredo, das darauf abzielt, eine Politik zur Förderung der Erzeugung von sauberer Energie in der Region, insbesondere der Photovoltaik, zu entwickeln. Der Vorschlag soll die eigene Energieerzeugung aus ausschließlich erneuerbaren Energiequellen, insbesondere durch den Einsatz von Photovoltaikmodulen, fördern. Dahinter verbirgt sich die Idee, dass die Genehmigung zur Nutzung erneuerbarer Energien durch den Gemeinderat für Städtebau erteilt wird. Darüber hinaus ist

[103] Portal Solar (2019c)

[104] Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2019[a])

[105] Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2019b)

[106] SEBRAE

[107] Portal do Governo de São Paulo (2019c)

[108] Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2019c); Epbr

geplant, dass die Installation von Geräten, inklusive die Sammlung und Wiederverwendung von Regenwasser, spezifischen Vorschriften unterliegt. An die teilnehmenden Privatpersonen oder Unternehmen wird jedoch die Bedingung gestellt, mindestens 5% des gesamten Stromverbrauchs der Immobilie selber zu produzieren.[109]

4.5 Solarenergie im Bundesstaat Santa Catarina

Obwohl Santa Catarina mit 4,25 kWh/m²/Tag der Bundesstaat mit der niedrigsten Sonneneinstrahlung ist, gehört dieser aktuell mit einer installierten Leistung von 52.116,14 kW zu den führenden vier Bundesstaaten hinsichtlich der installierten Leistung von dezentralen PV-Anlagen. Der südliche Bundesstaat profitiert beispielsweise von großen Unternehmen, wie dem Stromerzeuger Engie oder dem EPCler WEG, die sich in der Region angesiedelt haben und heute mit zu den Hauptakteuren des Solarenergiemarktes gehören. Zusätzlich verfügt die Bundesuniversität von Santa Catarina über eine strategische Forschungsgruppe für Solarenergie (FOTOVOLTAICA-UFSC), die Studien zu verschiedenen Anwendungsbereichen der Solarenergie in Brasilien entwickelt.

Die Entwicklung der Solarenergie im Staat Santa Catarina hat den ersten Anschub im Jahr 2015 erlebt, durch ein Initiativprojekt für PV-Anlagen. Das Projekt Bonus Photovoltaik (Bonus Fotovoltaico) folgte dem deutschen Beispiel des 100.000-Dächer-Programms und wurde im Rahmen des Energie-Effizienz-Programms der ANEEL in Zusammenarbeit mit dem größten Stromkonzessionär in Santa Catarina, Celesc, durchgeführt.[110] Das Vorhaben beinhaltete die Installation von 1.000 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von je 2,6 kWp bis zum Ende des Jahres 2017. Die Gesamtkosten eines PV-Systems, das in diesem Projekt verwendet wurde, beliefen sich auf 16.705,38 R$. Die verwendeten PV-Systeme wurden von dem Unternehmen Engie projektiert und installiert. Von den Gesamtkosten musste der Verbraucher lediglich 60% zahlen, die restlichen 40% (6.682,33 R$) wurden von dem Stromkonzessionär Celesc übernommen. Ziel dieser Anlagen ist es den Eigenverbrauch der 1.000 Haushalte zu decken. Die zusätzlich erzeugte Energie wird in das Stromnetz von Celesc eingespeist und in Guthaben umgewandelt.[111] Das Projekt hatte einen direkten Erfolg, in den ersten 48 Stunden hatten sich bereits 10 Mio. Haushalte für dieses Projekt beworben.[112]

Aktuell verfügt der Bundesstaat Santa Catarina bereits über 5.505 dezentrale PV-Anlagen, was 6,6% der Anlagen des ganzen Landes ausmacht. In der untenstehenden Abbildung ist zu sehen, dass die Anzahl der dezentralen PV-Anlagen besonders zwischen den Jahren 2015-2018 einen starken Zuwachs erlebte. Zwischen den Jahren 2015 und 2016 hat sich die Anzahl der PV-Anlagen mehr als verdreifacht. Waren es 2015 nur 99 installierte Anlagen, wurden 2016 bereits 313 registriert. Zwischen 2016 und 2017 hat sich dieser Anstieg dann noch einmal verfünffacht auf 1.630 registrierte Anlagen. Der Anstoß für diesen Zuwachs kann u.a. auf das Initiativprojekt Bonus Photovoltaik zurückgeführt werden.

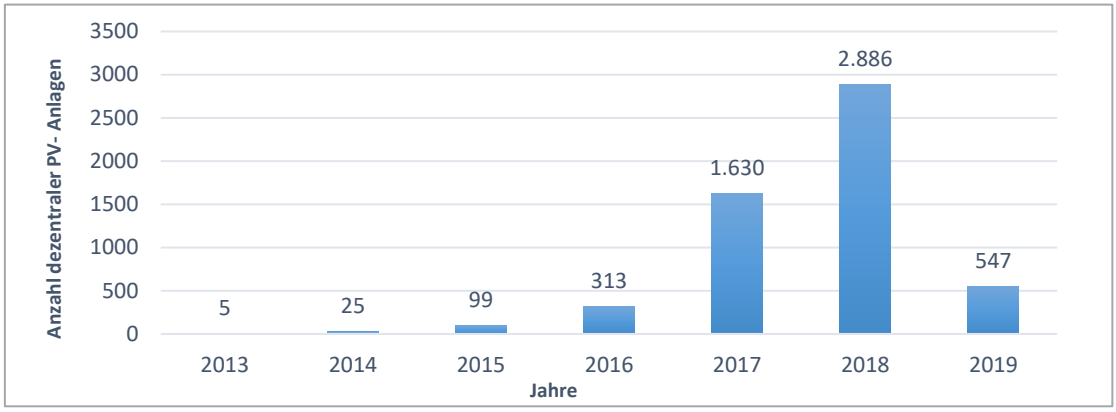
[109] Portal Solar (2019d)

[110] Engie

[111] CELESC

[112] Engie

Abbildung 23: Entwicklung der dezentralen Photovoltaik-Anlagen im Bundesstaat Santa Catarina



Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[113]

Ungefähr 87% der derzeit installierten dezentralen Anlagen werden für den Eigenverbrauch verwendet, dies hauptsächlich durch Privathaushalte (76,46%), die Landwirtschaft (12,15%) und KMUs (9,68%).

Tabelle 12: Anzahl der installierten dezentralen PV-Anlagen in Santa Catarina nach Erzeugungsart und Verbraucher

Erzeugungsart	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Remote-Erzeugung für den Eigenkonsum	661	12,01	9.212,51
Gemeinsame Erzeugung	29	0,53	468,56
Eigenversorgung	4.813	87,43	42.402,37
Versorgung von mehreren Endverbrauchern	2	0,04	32,70
Total	**5.505**	**100**	**52.116,14**

Verbraucher	Anzahl	%	Leistung (in kW)
Handel	584	10,61	17.384,35
Industrie	149	2,71	5.945,64
Haushalte	4.068	73,90	18.673,11
Öffentliche Versorgung	35	0,64	831,71
Landwirtschaft	669	12,15	9281,33
Total	**5.505**	**100**	**52.116,14**

Quelle: Eigene Darstellung, nach ANEEL[114]

Um den Erwerb von Photovoltaiksystemen zu erleichtern, haben sich zudem die Unternehmen Engie und WEG Ende 2018 zusammengeschlossen, um das Förderprogramm „Solarindustrieprogramm“ (Programa de Indústria Solar) zu starten, welches in Zusammenarbeit mit dem Industrieverband des Staates Santa Catarina (Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - FIESC) umgesetzt wird. Durch dieses Programm soll der Zugang zu Finanzierungslinien mit niedrigen Zinssätzen und PV-Anlagen zu differenzierten Preisen angeboten werden.[115]

Bisher gehörte der Bundesstaat Santa Catarina zu den wenigen Bundesstaaten, die noch keine Steuererleichterung der ICMS-Steuer auf die dezentrale Energieerzeugung eingeführt haben. Dieser Schritt befindet sich jedoch seit Anfang 2019 in der Umsetzungsphase.

[113] ANEEL (2019i)

[114] ANEEL (2019i)

[115] Programa Industria Solar

4.6 Regulatorische Rahmenbedingungen

Der energiepolitische Planungsprozess bis hin zur Stromauktion wird von folgenden Akteuren durchgeführt: Für die landesweite Energiepolitik ist das Ministerium für Bergbau und Energie (Ministério de Minas e Energia, kurz: MME) zuständig, welches die Leitlinien für die Energiepolitik, deren Ziele und Projekte im Energiesektor festlegt. Eine Reihe von unabhängigen Agenturen und Unternehmen (entidades vinculadas) sind mit dem Ministerium verbunden. Die dem MME untergeordnete Energieplanungsbehörde (Empresa de Pesquisa Energética, EPE) mit Sitz in Rio de Janeiro unterstützt wiederum bei der Energieplanung. Sie berechnet jeweils für einen Horizont von zehn bzw. 20 Jahren den erwarteten Energiebedarf sowie den zur Deckung notwendigen Ausbau der verschiedenen Energiequellen. In ihren jährlichen Berichten gibt sie außerdem detailliert Aufschluss über die Zusammensetzung von Energieerzeugung und -verbrauch in Brasilien. Die Regulierungsbehörde ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) reguliert und überwacht die Erzeugung, Übertragung, Verteilung und den Handel von Strom. Sie fungiert als Mittlerin der Interessen von Verbrauchern, Erzeugern und Regierung und soll für faire Preise, Qualität, Wettbewerb und Investitionen im Stromsektor sorgen. Die der ANEEL unterstellte Stromhandelskammer CCEE ist für die Abwicklung des Stromhandels auf dem brasilianischen Markt zuständig und führt beispielsweise für die ANEEL Auktionen für Stromlieferverträge durch. Der Nationale Stromnetzbetreiber ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) betreibt das brasilianische Übertragungsnetz und ist zuständig für Energieeinspeisung und Übertragung über das Verbundnetz (Sistema Nacional Integrado, kurz: SIN).

4.6.1 Auktionen

Neben der Möglichkeit Strom aus Mikro- und Ministromerzeugungsanlagen als Privatperson in das öffentliche Netz einzuspeisen, welche im nächsten Abschnitt genauer beleuchtet wird, besteht die Möglichkeit für Anlagen > 1 MW installierter Leistung im Rahmen von Auktionen Abnahmeverträge zu ersteigern. Der Staat verfolgt damit das Ziel, die landesweiten Erzeugungskapazitäten weiter auszubauen. Die Konzessionen für diese Anlagen werden in umgekehrten Stromauktionen vergeben, die auf dem regulierten Markt stattfinden (Ambiente de Contratação Regulado, kurz: ACR). Die Vergabe erfolgt an den Anbieter mit dem geringsten Preis.

Es gibt verschiedene Arten von Versteigerungen (Leilão de Energia): zum Beispiel A6, A-5, A4 und A-3, um Strom aus neuen Anlagen zu erzeugen, und A-1, um Strom aus existierenden Anlagen zu erzeugen. Die Bezeichnung „A“ steht für die Auslieferungsfrist der Erzeugungskapazitäten. A-5-Versteigerungen werden also fünf Jahre vor dem geplanten Erzeugungsbeginn durchgeführt usw. Es gibt Versteigerungen, an denen alle Energiequellen teilnehmen können, und eingeschränkte für erneuerbare Energiequellen, bei denen bis Ende 2013 nur Kleinwasser- und Biomassekraftwerke sowie Windenergieanlagen teilnehmen durften. Bei einer A-5-Auktion im Dezember 2013 durften zum ersten Mal auch Photovoltaik-Projekte mitbieten. Die Versorgungsverträge mit Strom aus erneuerbaren Energien haben in der Regel eine Dauer von 20-30 Jahren (Solar: 20 Jahre; Windkraft: 20 Jahre; Biomasse (thermisch): 25 Jahre und Wasserkraft: 30 Jahre).[116]

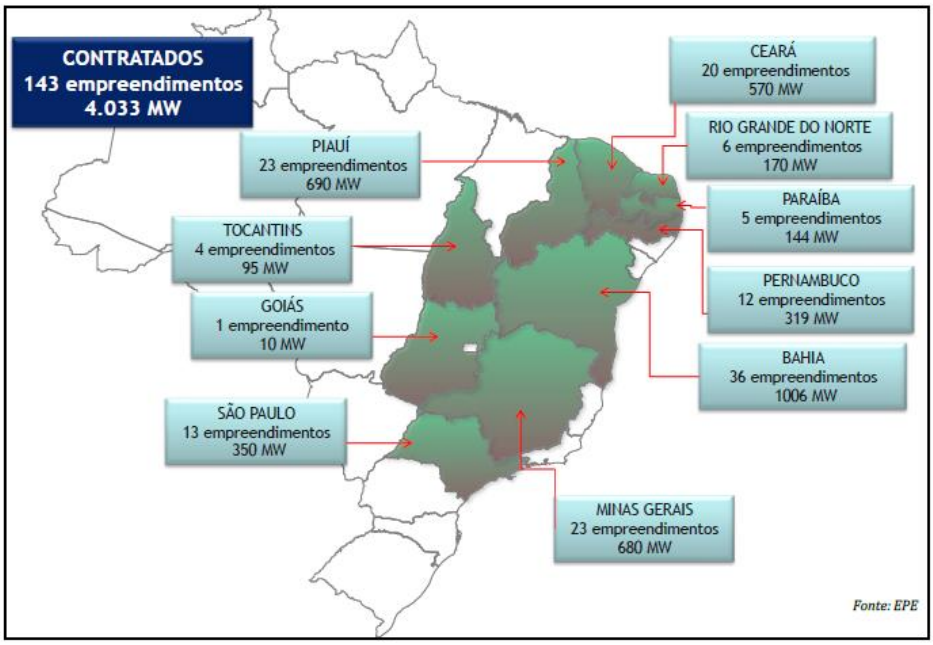
Als wirtschaftlich tragfähiges Geschäftsmodell konnten sich PV-Projekte erstmals in einer Auktion für Reserveenergie im Oktober 2014 zeigen. In dieser Auktion wurden insgesamt 1.658,76 MW versteigert, die dem Netz zwischen 2017 bis 2027 zugutekommen sollen. PV-Projekte hatten in dieser Auktion das erste Mal die Möglichkeit, als Exklusivprodukt teilzunehmen.[117]

[116] dena (2012)

[117] CCEE (2019b)

Ein weiteres positives Signal für die Solarenergie ging auch von den jüngsten Auktionen aus: In der Auktion im April 2018 wurden weitere 29 neue PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 806,6 Megawatt (MW) unter Vertrag genommen zu einem Preis von 118,07 R$/MWh, bis 2022 sollen diese neuen privaten Investitionen mehr als 4,7 Mrd. R$ bringen.[118] Insgesamt wurde in den Auktionen bisher 143 Unternehmen der Zuschlag gegeben (Stand: 2018), davon befinden sich die meisten im Nordosten des Landes in den Bundesstaaten Ceará und Piauí.

Abbildung 24: Bundestaaten mit Freiflächenanlagen aus Auktionen (Stand:2018).



Quelle: EPE: PDE

Auch auf dem „freien“ Markt (Ambiente de Contratação Livre, kurz: ACL) werden selten Auktionen durchgeführt. Normalerweise fungieren dort Trader als Mittler zwischen den Stromanbietern und -nachfragern. Der freie Energiemarkt macht in Brasiliens Mischsystem aus reguliertem und freiem Markt etwa 30% aus.[119]

4.6.2 Net-Metering

Im April 2012 wurde in Brasilien die gesetzliche Grundlage für das Net-Metering geschaffen. Es erlaubt kleinen Stromproduzenten mit Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien (Wasserkraft, Biomasse, effiziente Kraft-Wärme-Kopplung sowie Solar- und Windenergie) bis zu 1 MW Leistung des erzeugten Stroms ins Nieder- und Mittelspannungsnetz einzuspeisen und mit dem jeweiligen Stromtarif vergütet zu bekommen. Der erzeugte Strom kann so mit dem eigenen Stromverbrauch verrechnet werden. Wird mehr Strom erzeugt als verbraucht, erfolgt eine Gutschrift auf die Stromrechnung (in kWh) des darauffolgenden Monats. Das Stromnetz kann dabei als „Speicher“ betrachtet werden. Die Gutschrift hat eine maximale Gültigkeit von 5 Jahren.[120]

Technische Anforderungen und Verfahrensregeln ergeben sich aus der Regulierung Nr. 482 vom 17. April 2012 sowie den Verfahrensregeln zur Stromversorgung im nationalen Stromnetz (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, kurz: PRODIST) der nationalen Energieagentur ANEEL.

[118] ANEEL (2019c)

[119] dena (2012)

[120] ANEEL (2012a)

Die normative Regulierung Nr. 482 wurde durch die normative Regulierung Nr. 687 vom 24. November 2015 erweitert, welche im März 2016 in Kraft getreten ist. In dieser Regulierung wurden einige Änderungen festgelegt, die die Grundlagen für das Net-Metering und den PV-Markt positiv beeinflusst haben. Die Leistungen für Mikro- und Mini-Stromerzeugungsanlagen wurde angepasst, Mikro-Stromanlagen werden seitdem durch eine Leistung von bis zu 75 kW definiert und Mini-Stromerzeugungsanlagen von 75 kW bis zu 3 MW für Wasserkraftwerke und bis zu 5 MW für alle anderen erneuerbaren Energien. Des Weiteren wurde die Gültigkeit der Gutschrift für die zusätzlich eingespeiste Energie von 36 auf 60 Monate erhöht und die Möglichkeit der Verrechnung von Energiegutschriften für Körperschaften eingeräumt. Dies bedeutet, dass eine zentrale Energiegutschrift auf eine Tochtergesellschaft übertragen werden kann. Zusätzlich wurden einige Modalitäten, wie zum Beispiel für den Remote-Eigenverbrauch und die gemeinsame Stromerzeugung, festgelegt.[121]

Die Ausgestaltung des Net-Metering-Mechanismus setzt einen Anreiz zur Stromeigenversorgung mit dem Ziel, den Eigenverbrauch an Strom zu decken. Durch dieses Ziel wird die Dimensionierung der PV-Anlage bestimmt, was sich wiederum direkt auf die Kosten auswirkt. Durch den Mechanismus wird jedoch kein Anreiz zum Stromsparen gesetzt. Wird langfristig mehr Strom produziert als konsumiert, verfallen die Stromgutschriften aufgrund der maximalen Gültigkeitsdauer von 60 Monaten. Zudem enthält die Stromrechnung immer einen Sockel-Mindestbetrag für die Verfügbarkeit des Stromnetzes. Dieser muss unabhängig davon gezahlt werden, ob Stromgutschriften verrechnet werden oder nicht. Es besteht daher nur ein wirtschaftlicher Anreiz, Strom für den Eigenverbrauch abzüglich der Verfügbarkeitsgarantie zu produzieren.

Ein Mechanismus, wie man ihn vom deutschen EEG kennt, wurde jedoch bewusst nicht gewählt, um die Verbraucher nicht mit erhöhten Strompreisen zu belasten. Erste Studien zu geeigneten Förderpolitiken und Erzeugungsstandorten von netzgebundenen PV-Anlagen kommen zu dem Schluss, dass der Net-Metering-Mechanismus ein angemessenes und geeignetes Instrument ist und, wenig überraschend, dass Anlagen am wirtschaftlichsten in Regionen mit hoher Sonneneinstrahlung und hohen Strompreisen betrieben werden können, wie dies vor allem im Bundestaat Minas Gerais der Fall ist.[122]

Laut einer Umfrage des Instituto Ideal unter 359 im PV-Sektor tätigen Unternehmen zeigen sich jedoch noch Schwierigkeiten mit den Netzanbietern beim Prozess des Netzanschlusses. Seit 2015 hat sich die Kommunikation zwar bereits verbessert, was sich auf gesammelte Erfahrung auf beiden Seiten zurückführen lässt, aber mehr als 50% der Unternehmen sehen immer noch Schwierigkeiten im Installationsprozess. Verbesserungsmöglichkeiten, die von Unternehmen genannt werden, sind u.a. die Standardisierung und Offenlegung der Verfahren für die Netzwerkverbindung aller Energielieferanten sowie ein Lager von bidirektionalen Zählern für die schnelle Umrüstung auf PV-Systeme.[123]

4.6.3 Standards, Normen & Zertifizierung

Die tarifäre Belastung der Importe ergibt sich durch eine Reihe von Steuern auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene. Erzeugern von erneuerbaren Energien wird eine Steuererleichterung im Bereich der Stromübertragung und -verteilung gewährt. So profitieren Solaranlagen bis zu 30 MW installierte Leistung von einem 80%igen Abschlag auf Gebühren zur Nutzung der Übertragungs- und Verteilnetze. Dabei erhielten Anlagen, die bis Ende 2017 ans Netz gegangen sind, den Abschlag für die ersten zehn Betriebsjahre. Anschließend erfolgt eine Reduzierung des Abschlags auf 50%. Alle Anlagen, die nach

[121] ANEEL (2019d)

[122] Greenpeace (2013)

[123] AHK Rio de Janeiro (2019a)

2017 in den kommerziellen Betrieb gingen und in Zukunft noch gehen, erhalten direkt nur einen Abschlag von 50%.[124]

Des Weiteren sind Photovoltaikmodule von der Umsatzsteuer auf Waren und Dienstleistungen (ICMS) und der Steuer auf Industrie-Produkte (IPI) befreit,[125] Wechselrichter allerdings bis heute nicht. Hierzu wurde 2012 bereits ein Gesetzesvorschlag eingereicht ohne positive Entscheidung. So werden also immer noch sowohl für nationale als auch internationale Produkte die jeweiligen Steuern erhoben.[126] Gerade weil der Großteil der Photovoltaik-Komponenten nach Brasilien importiert werden muss, fallen Importzölle[127] besonders ins Gewicht und erhöhen die Investitionskosten. Eine deutliche Belastung durch Einfuhrzölle und Steuern erfahren Wechselrichter[128] mit ungefähr 81%. Module[129] werden dahin gehend mit nur knapp 28% belastet.[130]

Exkurs: Importprozess von PV-Anlagenkomponenten

Ein Importprozess besteht stets aus mehreren Schritten:
1. Bestimmung der steuerlichen Klassifikationsnummer (gemäß NCM[1]),
2. Registrierung bei der Außenhandelskammer „Siscomex"[2],
3. Bestimmung des Warenwertes,
4. Informationen über administrative Bearbeitungsweise,
5. Importkostenkalkulation,
6. Devisenwechsel und internationale Zahlungsabwicklung,
7. Logistik und Zollabfertigung.

Wurde das Produkt erst einmal einer NCM-Nummer zugeordnet, muss ein in Brasilien steuerrechtlich ansässiges Unternehmen dem SISCOMEX beitreten, um Waren importieren zu dürfen: Für ausländische Unternehmen bedeutet dies, dass ein Export nach Brasilien *de jure* nur über den brasilianischen Kunden oder Import-/Vertriebspartner bzw. eine eigene Tochtergesellschaft durchführbar ist, da das Unternehmen eine brasilianische Steuernummer haben muss.[131]

1 NCM-Nummer (= Nomenclatura Comum do Mercosul, Warennummer des Mercosur, basierend auf dem internationalen Harmonierten System zur Bezeichnung von Waren).

2 Der Siscomex ist eine Behörde, die alle Außenhandelsgeschäfte computerbasiert und zentral registriert, betreut und kontrolliert.

Weitere Kosten fallen an, da jedes Photovoltaiksystem und dessen Komponenten einem verpflichtenden Zertifizierungsprozess zu unterziehen sind, bevor sie in Brasilien in Betrieb genommen werden dürfen. Dies gilt auch dann, wenn das betreffende PV-Modul bereits die Zertifizierungen IEC, TÜV, UL oder andere erhalten hat. Die Zertifizierung erfolgt durch das „Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia" (INMETRO) und unterliegt technischen Qualitätsstandards. Die Zertifizierung ist für die gesamte Produktlinie innerhalb desselben

[124] ANEEL (2012c)

[125] Sefaz

[126] Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.

[127] Importzölle betragen 12% für Photovoltaikmodule und 14% für Wechselrichter, mit Ausnahmen für MERCOSUR-Mitglieder (ABINEE 2012)

[128] Bei Wechselrichtern und Stromzählern gilt für in Minas Gerais gefertigte Produkte ein reduzierter Steuersatz von 7% und für in Paraná gefertigte Produkte ein reduzierter Steuersatz von 3,5-9% auf die Umsatzsteuer auf Waren und Dienstleistungen (ICMS).

[129] Photovoltaikmodule sind gemäß „Convênio ICMS nº 75 DESU 18/07/2011 ANEXO I e IA" in allen Bundesstaaten sowie dem Bundesdistrikt vom ICMS ausgenommen.

[130] AHK Rio de Janeiro (2013)

[131] AHK Rio de Janeiro (2013)

Fertigungsprozesses gültig (Galdino et al. 2004). Die Tests werden u.a. im Photovoltaiklabor der Universität von São Paulo durchgeführt, in welchem die Module unter gewöhnlichen und extremen Bedingungen getestet werden. Dazu müssen zwei PV-Module (gleicher Bauart) zur Verfügung gestellt werden. Verantwortlich für den Versand der Module zum Labor ist der Importeur. Eine erfolgreiche Zertifizierung erfordert, abgesehen vom Bestehen der Tests für elektrische Isolierung, eine gemessene mittlere Leistung zwischen -5% und +10% der nominalen Modulleistung. Mit dem Wert der Leistung und der Messung der externen Bereiche der Module wird die Effizienz errechnet, welche für das Etikett INMETRO mit der Klassifizierung A, B, C, D oder E ausschlaggebend ist. Die Prüfung eines Modells kostet 1.200 R$ (266 €[132]). Dieser Betrag schließt alle von der INMETRO geforderten Tests ein: 10.1, 10.2, 10.3 und 10.15 des IEC 61215 (IEC 61646 für Dünnschichtmodule), nicht aber die logistischen Kosten für Anlieferung und Abholung der Testmodule.[133]

Seit März 2014 besteht zudem eine Zertifizierungspflicht auch für Wechselrichter und seit Mai 2018 des Weiteren auch für Regler und Batterien. Aktuell gibt es immer noch wenige akkreditierte Labore in Brasilien, für Wechselrichter derzeit nur drei: eins in Rio Grande do Sul und zwei in São Paulo, daher werden auch ausländische Labore anerkannt. Die ausländischen Labore können auf der Webseite der Inter American Accreditation Cooperation recherchiert werden.[134]

4.7 Wirtschaftlichkeit

4.7.1 Dezentrale Anlagen

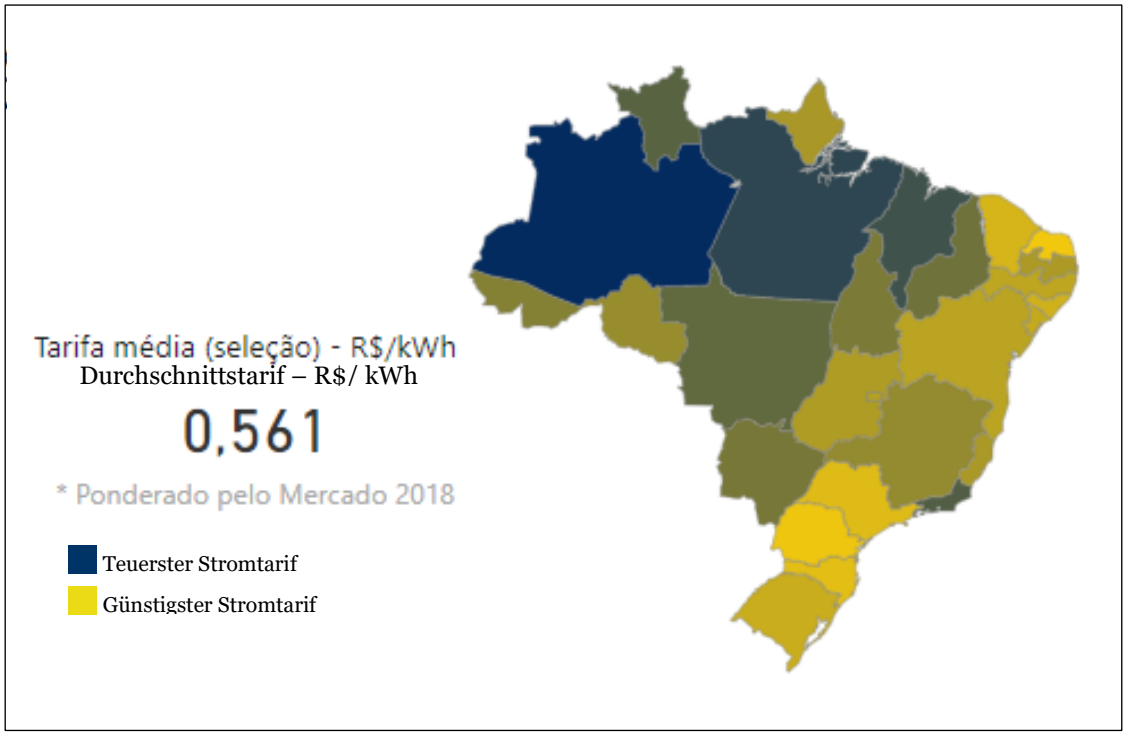
Die Parität von Endkundenstrompreisen und Photovoltaik-Stromgestehungskosten wird als sogenannte Netzparität bezeichnet. Hohe Globalstrahlungswerte und hohe Endkundenstrompreise begünstigen demzufolge das Erreichen der Netzparität. Die Kartenübersicht der Verteilungsnetzbetreiber mit den jeweiligen Endverbraucherpreisen zeigt, dass die Preise für Strom je nach Region und Bundesstaat erhebliche Unterschiede aufweisen und die Größe der Versorgungsgebiete zum Teil riesige dünn besiedelte Gebiete umfasst, wie bspw. im Amazonasbecken, wohingegen der Bundesstaat São Paulo durch kleine, aber dicht besiedelte Versorgungsgebiete geprägt ist. Privathaushalte sind an den jeweiligen Lokalversorger gebunden. Ein Wechsel zu einem anderen Energieversorger ist aufgrund des nicht liberalisierten Teilmarktes ausgeschlossen.

[132] Wechselkurs R$/EUR: 4,51/1

[133] AHK Rio de Janerio (2013)

[134] INMETRO

Abbildung 25: Verteilungsnetzbetreiber und Strompreise für private Haushalte in R$/kWh, Stand: 04/2019 (R$ 1=EUR 0,22; 20.05.19)



Quelle: ANEEL (2019e)

Neben der Höhe der Strompreise ist ebenfalls die geographische Lage entscheidend für die Wirtschaftlichkeitsanalyse einer Photovoltaikanlage, da Gebiete mit hoher Globalstrahlung den Ertrag der PV-Anlagen begünstigen. Hohe Globalstrahlungswerte misst man, wie bereits erwähnt, im Mittleren Westen und insbesondere im Nordosten Brasiliens. Diese besonders für Photovoltaik geeigneten Gebiete weisen zudem die höchsten Strompreise auf, was die Wirtschaftlichkeit zusätzlich fördert.

Die Preise liegen im Durchschnitt im Mittleren Westen zwischen 557 R$/MWh und 627 R$/MWh, im Nordosten zwischen 506 R$/MWh und 656 R$/MWh. Die niedrigsten Tarife liegen hingegen im Südosten des Landes (509-585 R$/MWh).[135] Jedoch ist die Streuung der Stromtarife in den meisten Regionen groß, was eine generelle Aussage über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Regionen des Landes erschwert. Einer Wirtschaftlichkeitsanalyse zufolge sind lokale Energiepreise grundsätzlich von großer Bedeutung, da sie die Profitabilität des Investments stärker beeinflussen als unterschiedliche Einstrahlungswerte, die generell auf hohem Niveau in Brasilien liegen.[136]

Im Januar 2013 ist eine Stromsenkung mit einem fixen Stromtarif in Kraft getreten, welche anfangs die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen negativ beeinflusst hatte. Die festen Stromtarife haben jedoch auch zu Investitionshemmnissen geführt, da der gesamte Strommarkt durch den festen Tarif weniger attraktiv wurde. Hinzu kamen Dürreperioden im selben Zeitraum, die sich negativ auf die Energiegewinnung der Wasserkraftwerke ausgewirkt haben. Die brasilianische Regierung hat zu Beginn noch versucht, die entstandenen Mehrkosten der Energielieferanten, wie zum Beispiel durch den Zukauf der fehlenden Energie, nicht auf den Verbraucher umzuwälzen. Im Jahr 2015 musste die Regierung jedoch nachgeben und es gab eine Tarifanpassung von 23%.[137] Wie in Abbildung 26 gezeigt

[135] ANEEL (2019e)

[136] Azzaoui, E. (2013)

[137] Ministério da Economia

wird, ist der Stromtarif zwischen 2013 und 2017 um mehr als 65% gestiegen, was sich heute wiederum positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlagen auswirkt.

Abbildung 26: Durchschnittsstrompreis nach Verbrauch im Endverbrauchersektor zwischen 2013 und 2017

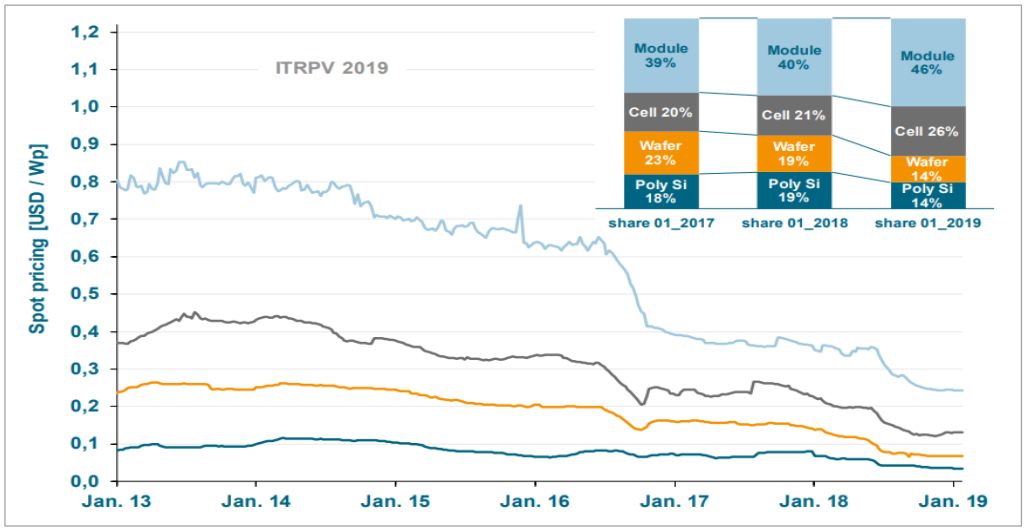
Average rates by end-use sector consumption (R$/MWh)

	2013	2014	2015	2016	2017	Δ% (2017/2016)	Δ% (2017/2013)	
Média Brasil	**254,45**	**276,97**	**395,04**	**419,15**	**421,35**	**0,5**	**65,6**	**Brazil Average**
Norte	276,68	303,53	372,93	419,76	477,94	13,9	72,7	North
Nordeste	250,52	269,07	340,06	367,45	394,76	7,4	57,6	Northeast
Sudeste	260,24	282,22	413,05	441,67	431,77	-2,2	65,9	Southeast
Sul	235,15	264,28	409,41	415,39	403,34	-2,9	71,5	South
Centro-Oeste	257,74	273,63	398,08	419,38	420,33	0,2	63,1	Midwest

Quelle: EPE (2019b)

Neben den Strompreisen sind weitere Faktoren für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Bedeutung, wie zum Beispiel die Entwicklung der Kosten für Photovoltaikmodule. In den letzten Jahren hat sich der Markt für PV-Module technologisch stark weiterentwickelt, was es ermöglich hat, PV-Module mit höherer Leistung kostengünstiger zu produzieren. Die Abbildung 27 aus der jährlichen Roadmap des Photovoltaikmarktes vom VDMA zeigt den durchschnittlichen Spotmarktpreis für einen repräsentativen Mix aus mc-Si- und mono-Si-Modulen. Allein zwischen Januar 2018 und Januar 2019 ist der Spotmarkpreis für diese Module um 30% gesunken.[138]

Abbildung 27: Durchschnittliche Spotmarktpreisveränderung 2013 - 2019



Quelle: VDMA, International Technology Roadmap for Photovoltaics ITRPV 2019

[138] VDMA

4.7.2 Utility-Scale-Anlagen

Des Weiteren haben die Solarstrompreise auf dem ACR eine Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit der zentralen Photovoltaikanlagen. Die Einkaufspreise von Solarstrom auf dem ACR haben sich in den letzten Jahren positiv entwickelt. Im Vergleich zur ersten Auktion 2013, in der der Solarstrom noch zu einem Preis von 228,63 R$/MWh versteigert wurde, konnte Solarstrom in der Auktion 2018 bereits um 48,1% günstiger ersteigert werden, zu einem Preis von 118,07 R$/MWh.

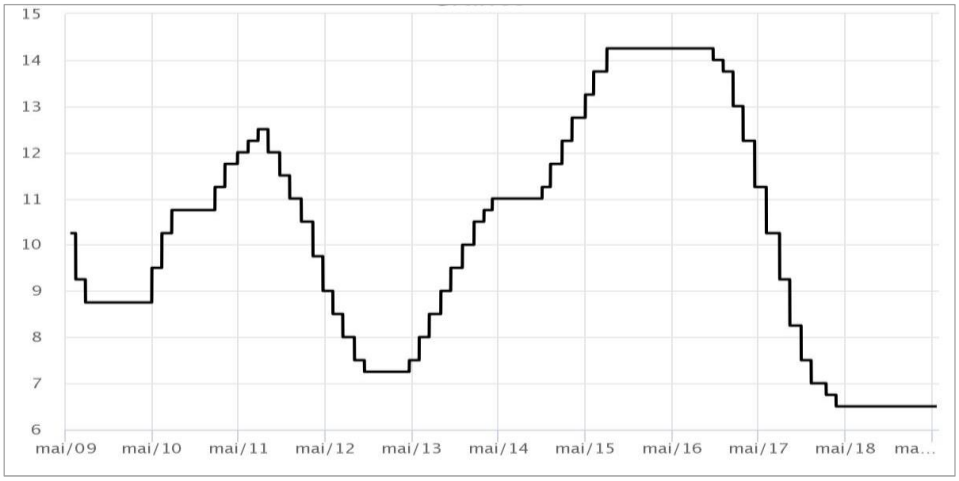
Um die Wirtschaftlichkeit eines Projektes im Hinblick auf die Einnahmen- und Kostenstruktur eines Investitionsprojekts zu bewerten, sollte ebenfalls der Leitzins betrachtet werden. Die Kapitalmarktzinsen werden als Opportunitätskosten angesehen, da sie die Rentabilität alternativer Investments aufzeigen.[139] Ein Blick auf die Leitzinsentwicklung zeigt ein aktuell niedriges Zinsniveau.

Abbildung 28: Leitzinsentwicklung Brasilien (nominal)

Quelle: Banco Central do Brasil (2019f), SELIC am 20.05.2019

Dem Leitzins abzuleiten sind die Krisenjahre 2015 und 2016, als Werte von über 14% zu verzeichnen waren. Seit Mai 2018 liegt der Leitzins bei 6,5%, der niedrigste Wert, der in den letzten zehn Jahren verzeichnet wurde. Das niedrige Zinsniveau wirkt sich bei langlebigen Gütern wie Photovoltaikanlagen positiv auf die Finanzierungskosten aus.

Abbildung 29: Wechselkursentwicklung R$/€



Quelle: Frankfurter Börse[140]

[139] Holdermann, C. (2013)

[140] Frankfurter Börse

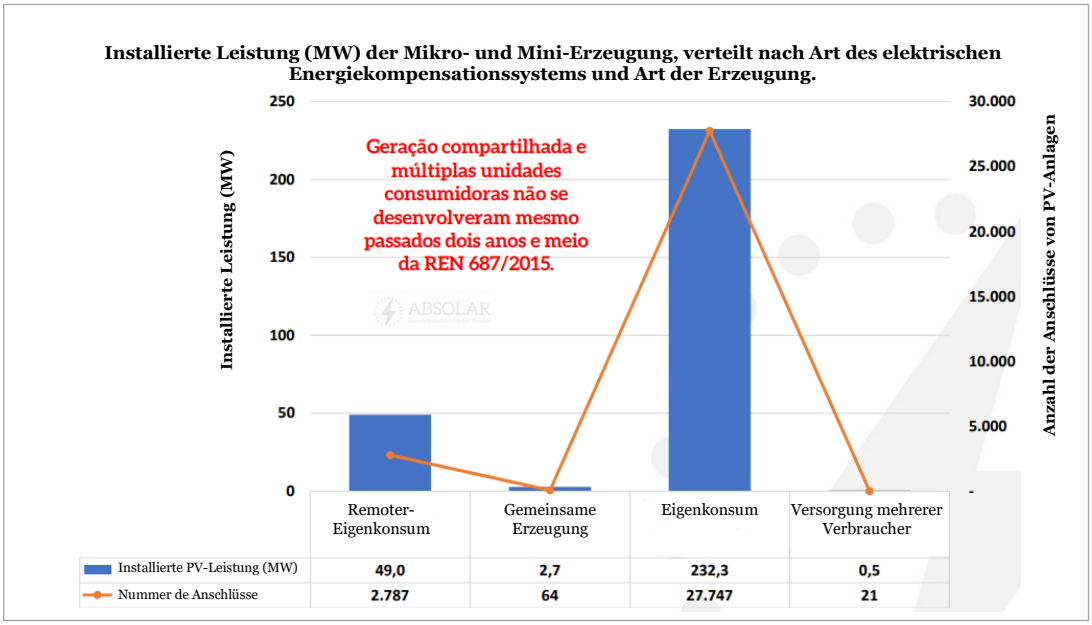
Auch der Wechselkurs hat einen entscheidenden Einfluss auf die Investitionskosten eines Photovoltaik-Projektes. Nach derzeitigen Marktverhältnissen werden viele Hauptkomponenten der PV-Systeme importiert. Seit 2012 fällt der Real im Verhältnis zum Euro.

Diese Tendenz verteuert den Import aus dem europäischen Markt. Ein starker Real würde sich hingegen positiv auf die Kostenstruktur des Projektes auswirken. Für eine wirtschaftliche Nutzung der Photovoltaik-Anlagen hat sich in den letzten Jahren bereits viel getan, dennoch könnten einige Änderungen, wie eine Senkung der Importzölle und Steuerbelastungen auf ausländische PV-Produkte sowie eine Schaffung bzw. Anpassung bestehender Finanzierungsoptionen, die Marktbedingungen in Brasilien weiter verbessern.

4.8 Marktstruktur

Der Markt wird aktuell von Mikro- und Minianlagen dominiert. Angeführt wird dieses Segment durch PV-Anlagen zur Eigenstromerzeugung. Im vergangenen Jahr hatte das Segment der Erzeugung für den Eigenkonsum eine installierte Leistung von 232,3 MW mit 27.747 Anschlüssen. Als zweitstärkstes Segment hat sich die Remote-Selbstversorgung rausgestellt mit einer Leistung von 49 MW und 2.787 Anschlüssen (Stand: Juni 2018).

Abbildung 30: Dezentrale Stromerzeugung pro Segment Stand Juni 2018



Quelle: ANEEL (2019f)

Der Markt für diese Mikro-Solarsysteme ist generell eher preis- als qualitätsgesteuert und wird, wie oben schon erwähnt, durch Großhändler wie Sices oder Aldo abgedeckt. Diese Großhändler bieten neben einem großen Lager und Online-Verkaufsportalen auch bereits Komplettpakete an. Der Kunde muss sich lediglich darüber informieren, was die Kapazität seines Systems sein wird und erhält eine komplette Liste von Schrauben bis hin zu Solarmodulen.

Die Regulierungsnovelle 2015 führte zur Aufstockung der Kapazitäten für Mikro- und Minigenerationsanlagen bis zu 5 MW und verringerte die Bürokratie. Dadurch haben sich neue Geschäftsmodelle entwickelt für Nischenmärkte, Endverbraucher und kollektive Energieerzeug. In der Resolution ist festgelegt, dass Mikro- oder Minigenerationsanlagen keinen Strom in R$/MWh verkaufen dürfen, daher hat sich neben den Verkaufs-Angeboten ein Mietmodell von Solarstrom durchgesetzt. Hierbei bieten Unternehmen, wie zum Beispiel Engie oder SolarGrid, keinen Strom zu R$/MWh-Preisen an, sondern verkaufen die Kapazität ihrer Solaranlagen nach Verbrauchsbedarf. Die

Solarsysteme wie im Fall von SolarGrid[141] werden als Turnkey-Projekt angeboten, für Haushalte, Eigentümergemeinschaften (Condomínios) oder auch für klein- oder mittelständische Unternehmen. Dabei ist das Unternehmen komplett für die Installation des Systems verantwortlich.

Der französische Stromerzeugungskonzern Engie bietet zudem ein Modell für eine sogenannte Solargemeinschaft (Comunidade Solar) an, um einen weiteren Nischenmarkt anzusprechen. Das Unternehmen stellt derzeit eine Solaranlage in Minas Gerais fertig mit einer Kapazität von 2 MW. Interessierte Verbraucher können einen Anteil an dieser Anlage akquirieren, entsprechend ihres Verbrauchs. Maximal können 70 Anteile pro Anlage vergeben werden, der Verbraucher erhält dann eine Minderung des Strompreises von bis zu 15% in der Stromrechnung. Damit will Engie gezielt die KMUs ansprechen, denen keine Fläche zur Verfügung steht, um ein eigenes PV-System zu installieren.[142]

Allgemeinen lässt sich sagen, dass der Markt durch exklusive Vertriebspartner geprägt ist, die die importierte Ware brasilienweit anbieten, oftmals gestützt auf Online-Verkaufsportale. Darüber hinaus gibt es auch lokale Vertriebsstrukturen in Einzelhandels-Manier. EPCs von großen Projekten importieren zumeist komplett eigenständig aus dem Ausland, da die Reseller vor Ort sehr geringe Lagerbestände haben.

4.8.1 Installation

Bereits im Jahr 2012 waren die meisten der Unternehmen, die sich auf die Projektierung und die Installation von Solaranlagen spezialisiert hatten, kleine und mittlere Unternehmen (KMUs). Das Instituto Ideal (Institut für die Entwicklung alternativer Energien in Lateinamerika) hat auf der Plattform America do Sol (Amerika der Sonne) ein Verzeichnis mit Lieferanten für den Photovoltaiksektor geschaffen. Von den 2.622 registrierten Unternehmen bieten 2.475 die Installation von Photovoltaikanlagen an.[143] Der Fokus liegt lediglich auf der Montage der Komponenten, wobei Solarmodule und andere Komponenten aus Europa, den USA und Asien importiert werden.

Es gibt kleinste und kleine Unternehmen, die Projektplanung und technische Beratung anbieten. Zum Beispiel werden Services für Privathaushalte und KMUs angeboten, wie z.B. die Berechnung des finanziellen Einsparpotenzials durch Photovoltaikanlagen. In diesem speziellen, von Wettbewerb geprägten Markt ist der Bedarf an Technologietransfer eher gering und bietet begrenzte Möglichkeiten für ausländische Investoren.[144]

Laut SolarGrid besteht jedoch Potenzial für einen Technologietransfer von Unternehmen, die sich auf Projektierungssoftware spezialisiert haben. Bedarf besteht beispielsweise an Software-Lösungen, die dabei helfen die richtige Ausrichtung der Solaranlagen zu berechnen.

4.8.2 Komponenten

Die Produktion von Wechselrichtern, Kabeln und Transformatoren als Hauptbestandteil von PV-Systemen neben Solarmodulen wird durch das Geschäft mit Rohstoffen bestimmt. In 2012 wurden die meisten der Komponenten importiert.[145] Dies hat sich auch bis heute nicht geändert.[146] Lokal werden

---

[141] Information laut Interview mit Fernando Slade vom Unternehmen SolarGrid, am 16.05.2019

[142] Information laut Präsentation auf dem Kongress CINASE zum Projekt Comunidade Solar (Solargemeinschaft), vom Unternehmen Engie

[143] America do Sol

[144] Fraunhofer Moez (2012): Brazil – Photovoltaic Energy Market. Working Paper 2012

[145] Fraunhofer Moez (2012): Brazil – Photovoltaic Energy Market. Working Paper 2012

[146] SEBRAE

überwiegend Montagesätze, Kabel und Konnektoren gefertigt. Die Qualität dieser Produkte sei laut Marktkennern ausreichend. Aktuell wird nach Kompetenzen für Komponenten wie Wechselrichter und Smart Grids gesucht. Der Markt für Komponenten von Photovoltaikanlagen wird derzeit von zwei Großhändlern Aldo und Sices dominiert. Diese bieten Komponenten nationaler und internationaler Marken auf ihren Online-Portalen an sowie Services für Import und Installation.

Speziell für Wechselrichter werden als Referenz oft chinesische und europäische Hersteller genannt, da diese eine langjährige Erfahrung aufweisen. Europäische Hersteller wie SMA, FRONIUS, ABB oder REFUSol sind überwiegend nur mit einer oder wenigen Verkaufsstellen vertreten, die die Produkte entweder im Lager vorrätig haben oder direkt importieren. Bis Dezember 2017 war der lokal hergestellte Wechselrichter beispielsweise eine optionale Komponente für BNDES-finanzierte PV-Projekte, seit 2018 sind diese ein Pflichtkomponente. Dies hat einige Unternehmen wie ABB, GE, WEG und Yaskawa dazu veranlasst, die Möglichkeit einer Produktion in Brasilien in Betracht zu ziehen.[147] Es gibt nur wenige brasilianische Hersteller für Wechselrichter. Ein Beispiel ist EcoSolys in Curitiba.

Intelligente Stromnetzsysteme, auch Smart Grids genannt, sind bereits weltweit verbreitet. Das Zusammenspiel von Soft- und Hardware ist dabei zuständig für intelligente Messungen, automatische Netzwerk-Wiederverbindung und das Asset-Management zur Vermeidung von Störungen. Mit zunehmender Komplexität dieser Systeme steigt auch die Menge der erzeugten Daten. Die daraus resultierende Herausforderung besteht darin, diese Daten gemeinsam zu analysieren, um den Betrieb von Energieerzeugungs- und Übertragungsunternehmen zu optimieren. Laut Rodrigo Salim, Leiter der Division Grid Solutions von GE Power für Lateinamerika, muss der nächste Schritt im Bereich Smart Grid die Übernahme großer Datenmengen beinhalten, um die Entscheidungsprozesse effizienter zu gestalten. Des Weiteren sei die Analyse von Daten der gesamten technologischen Kette, von der Erzeugung, Übertragung bis hin zur Verteilung, von hohem Interesse.[148]

4.8.3 Solarzellen und -module

Brasilien hat weltweit die zweitgrößten Siliziumreserven und ist unter den fünf größten Exporteuren der Ressource.[149] Dennoch wird die lokale Nachfrage vorwiegend durch Importe von Modulen gedeckt. Es existieren fünf Großhändler, die jedoch geringe Lagerbestände aufweisen. Für größere Projekte müssen die Komponenten direkt importiert werden.[150]

Der BNDES, als Hauptfinanzierer für Großprojekte, verlangt zwar einen lokalen Wertschöpfungsanteil bei Komponenten für die Projekte, die er finanziert, dennoch gewinnen in den Auktionen die Projekte, die den niedrigsten Endpreis für den Verbraucher anbieten. Laut ABSOLAR haben es nationale Anbieter durch die hohe Steuerbelastung auf inländische Produkte besonders schwer wettbewerbsfähig zu sein. Die Rohstoffe müssen oft importiert werden, worauf hohe Steuern gezahlt werden müssen. Diese Kosten müssen in den Preis der Produkte miteinbezogen werden. Zusätzlich ist die Produktionsskala in nationalen Fabriken geringer als in Großkonzernen, die international tätig sind, was nationale Produkte bis zu 30% teurer macht.[151] Es konnten sich nur wenige kleine nationale Fabrikanten, wie das Unternehmen Globo Brasil im Hinterland von São Paulo oder Pure Energy im Nordosten im Bundesstaat Alagoas etablieren.

---

[147] SEBRAE

[148] Valor Econômico (2019a)

[149] Fraunhofer Moez (2012): Brazil – Photovoltaic Energy Market. Working Paper 2012

[150] Fraunhofer Moez (2012): Brazil – Photovoltaic Energy Market. Working Paper 2012

[151] ABSOLAR (2019c)

4.8.4 Wartung und Instandhaltung

Durch das große und schnelle Wachstum des PV-Marktes gewinnt zurzeit der Markt der Serviceleistungen bezüglich Wartung und Instandhaltung an Bedeutung. Laut ABSOLAR gibt es hierzu bisher noch keinerlei Regelungen im Markt und Wartungen und Instandhaltung werden lediglich nach Herstellerangaben durchgeführt.[152] Es gibt nur wenige Unternehmen, die den Service von Instandhaltung und Wartung anbieten. Hier fehlt oftmals noch das Know-how, was Chancen für deutsche Technologien im Bereich von Wartung und Fernwartung aufzeigt.

Aufgrund der oftmals bereits vorhandenen Hardware und Monitoringsysteme zur Datenerfassung in Stromnetzen ergibt sich die Chance für deutsche Firmen, die sich auf digitale Dienstleistungen im Energiesektor spezialisieren, automatisierte Analysesoftware-Tools zu implementieren. Basierend auf Machine Learning-Algorithmen stellen diese eine vielfach komplexere Lösung zu den klassischen Strom-Überwachungssystemen dar. Die übergeordneten Zielstellungen sind hierbei den Anlagenbetrieb zu optimieren sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten zu minimieren. Aber auch der Einsatz von Wärmebildkameras zur Detektion ineffizienter Photovoltaikzellen und Messgeräte zur Leistungsmessung der Spannung und Stromstärke einzelner Module sind aktuelle Bedürfnisse, um effiziente Fernüberwachungssysteme für Photovoltaikanlagen zu implementieren.[153]

4.8.5 Fachkräfte

Aufgrund des noch jungen Photovoltaikmarktes besteht ein Mangel an Fachkräften, die auf die Installation von Photovoltaikanlagen spezialisiert sind. Ein Ausbau der Photovoltaik könnte daher bereits mittelfristig zu einem Fachkräftemangel in Brasilien führen.[154] Es besteht daher ein großer Bedarf an flächendeckenden Ausbildungsinitiativen. Deutsche Unternehmen können die Ausbildung von Projektierern, Installateuren und Ingenieuren nutzen, um sich gleichzeitig ein gut funktionierendes Vertriebsnetz aufzubauen. Des Weiteren sind derartige Maßnahmen unter gewissen Umständen durch die deutsch-internationale Zusammenarbeit förderbar.[155]

Eine weitere Initiative ist die Zertifizierung von Fachkräften, die besonders durch den Brasilianischen Verband der Elektro- und Elektronikindustrie e.V. (ABINEE) und den Verband der Elektrogeräteindustrie e.V. (SINAEES) vorangetrieben wird und durch das SENAI (Nationaler Dienst für industrielles Lernen) in São Paulo erlangt werden kann.[156]

4.8.6 Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Für exportorientierte Unternehmen stellt die Finanzierung oftmals ein wesentliches Hindernis beim Export oder der Umsetzung von Investitionsprojekten im Ausland dar. Dabei ist ein solides Wissen über Finanzierungsmöglichkeiten und Förderprogramme sowie die gesetzlichen Rahmenbedingungen bei Exportgeschäften entscheidend, um in einer frühen Phase die Grundlage für den Gesamterfolg einer unternehmerischen Tätigkeit zu legen.

Um die Wirtschaftlichkeit und Risiken eines Investitionsprojekts bewerten zu können, sollten einige Rahmenbedingungen genauer betrachtet werden. Zur Bewertung der aktuellen wirtschaftlichen Situation und Risikoabsicherung sollten die Ratings der internationalen Ratingagenturen beobachtet

---

[152] Information laut Interview mit Rodrigo Pedroso, Regionalrat für den Mittleren Westen von ABSOLAR am 21.05.2019

[153] SEBRAE

[154] Kulakow, H. (2012)

[155] Mehr zum Thema unter: www.developpp.de/

[156] SENAI

werden. Das Länderrisiko wird von den drei internationalen Ratingagenturen Standard and Poor´s (S&P), Fitch und Moody´s als unter dem Investment Grad dargestellt.

Tabelle 13: Bewertung des Länderrisikos nach Internationalen Ratingagenturen

Ratingagentur	Rating	Datum
Fitch	BB- (Ausblick stabil)	Mai 2019
S&P	BB- (Ausblick stabil)	Februar 2019
Moody´s	Ba2 (Ausblick stabil)	April 2018

Quelle: Eigene Darstellung, nach Bewertung der jeweiligen Ratingagenturen

Laut der Bewertung von S&P steht der neugewählte Präsident Jair Bolsonaro, trotz seiner gewonnen Wahl mit hohem politischem Zuspruch, vor der Herausforderung, im Kongress effektive Bündnisse zu schließen, um kontroverse Projekte zu verabschieden, strukturelle Steuerprobleme sowie die wachsende Staatsverschuldung zu korrigieren und gleichzeitig das Wirtschaftswachstum anzukurbeln. Der stabile Ausblick des Ratings spiegelt die Erwartung wider, dass die Regierung in der Lage sein wird, ihre Politik fortzusetzen und das Haushaltsdefizit langsam zu verbessern, obwohl erwartet wird, dass die Staatsverschuldung weiter steigt. Die Agentur erwartet des Weiteren eine moderate Wachstumsbeschleunigung, die auf die Verbesserung des Investorenvertrauens zurückzuführen ist.[157]

Wechselkursschwankungen können ein Risiko für Auslandsgeschäfte mit sich bringen, da diese unmittelbare Auswirkung auf die Finanzierung und Kosten haben. Die Rückzahlung eines in Fremdwährung aufgenommenen Kredits kann sich bei steigendem Wechselkurs verteuern. Wenn die Umsätze des Projektes in Lokalwährung erwirtschaftet werden, können die unerwartet hohen Rückzahlungen ein ernsthaftes Problem darstellen. Der Brasilianische Real (R$ oder BRL) ist rechtlich betrachtet nicht frei konvertierbar. Alle Auslandsüberweisungen müssen bei der Zentralbank registriert werden, was in den meisten Fällen ein automatisierter Prozess ist und keine Probleme darstellt. Um sich gegen das Risiko von Währungsschwankungen abzusichern, kann ein sogenannter Währungsswap abgeschlossen werden. So kann man zum einen von einem niedrigen Zinsniveau profitieren und sich zum anderen gegen Währungsrisiken absichern, da die Währungen zu einem fixen Kurs getauscht werden.[158]

Das Zinsniveau in Brasilien liegt weit über dem europäischen und macht Finanzierungen für Importe teuer. Messen lässt sich dies am besten an dem BACEN SELIC (sistema especial de liquidação e custodia), einem Leitzins der Zentralbank für Geschäftsbanken. Ein hoher Leitzins bedeutet höhere Finanzierungskosten bei Investitionsprojekten. Wie in Abbildung 28 gezeigt, lag dieser beispielsweise bereits bei über 14%. Seit Mai 2018 liegt er auf dem niedrigsten Niveau bei 6,5%, was sich positiv auf Investitionsprojekte auswirkt. Um von diesem Zinsniveau zu profitieren oder sich gegen zu große Schwankungen abzusichern, sollten Währungsswaps in Betracht gezogen werden.

Der Großteil der Finanzierungen für den Sektor der erneuerbaren Energien wird durch die Nationale Entwicklungsbank BNDES und staatlichen Banken, wie der Banco do Nordeste und der Caixa Econômica Federal (CEF), bereitgestellt.

Die brasilianische Entwicklungsbank, BNDES, hat ihr Kreditangebot für Erneuerbare-Energien-Projekte für Unternehmen und Privatpersonen erweitert. Derzeit werden drei Kreditfinanzierungmöglichkeiten angeboten:

- BNDES Finem – Geração de energia (Energiegewinnung)
- BNDES Finem – Eficiência Energética (Energieeffizienz)

[157] Valor Econômico (2019b)

[158] Raiffeisen Bank

- Fundo Clima – Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes (Klimafonds – Rahmenprogramm effiziente Maschinen und Anlagen)

Der Kredit BNDES Finem – Energiegewinnung ist ein Kredit zur Durchführung oder Erweiterung von Projekten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Es können Projekte von Unternehmen oder Bundesbehörden und Kommunen finanziert werden ab einem Projektumfang von 10 Mio. R$ (ca. 2,2 Mio. EUR). Die maximale Kreditlaufzeit beträgt 24 Jahre.[159] Unter anderem können Studien und Projekte, Baumaßnahmen, Montagen und Installationen sowie neue inländische Maschinen und Geräte, die vom BNDES zugelassen sind, und importierte Maschinen und Geräte ohne vergleichbare inländische Optionen finanziert werden. Allerdings müssen für diese Projekte mindestens 60% der Wertschöpfungskette aus brasilianischer Produktion stammen.

Der Kredit BNDES Finem – Energieeffizienz ist ein Kredit mit dem Förderschwerpunkt Energieeffizienz von Gebäuden, Beleuchtung und Produktionsprozessen. Dieser Kredit richtet sich an Stiftungen, Verbände und Genossenschaften sowie öffentliche Einrichtungen mit einem Projektumfang von 10 Mio. R$. Der Kredit hat eine maximale Laufzeit von 20 Jahren.[160]

Der Klimafonds – Rahmenprogramm Erneuerbare Energien ist eine Finanzierung für den Erwerb und die Herstellung von Maschinen und Anlagen mit höherer Energieeffizienz oder die zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen beitragen. Dieser Kredit richtet sich an KMUs und Privatpersonen, allerdings mit der Einschränkung, dass die Finanzierung für den Kauf von Photovoltaikgeneratoren, Windkraftanlagen bis 100 kW, Biogasmotoren, Wechselrichtern oder Frequenzwandlern verwendet werden muss. Dieser Kredit unterscheidet eine direkte und eine indirekte Finanzierungsmöglichkeit. Für eine direkte Finanzierung von Maschinen oder Anlagen, die an ein Investitionsprojekt gebunden sind, ist ein Mindestprojektumfang von 10 Mio. R$ vorgegeben. Für eine indirekte Finanzierung für den Kauf von Maschinen und Anlagen, die nicht an ein Investitionsprojekt gekoppelt sind, ist kein Mindestprojektumfang festgelegt.[161]

Die Wirtschaftsförderagentur São Paulo „Desenvolve SP“ wurde 2009 als Partnerin der Regierung des Staates São Paulo für die Bewilligung und Vergabe von Finanzierungsmöglichkeiten für und an Unternehmen in dem Bundesstaat gegründet. Sie verfügt über diverse Finanzierungsprojekte in ihrem Portfolio. Mit Einführung der Kreditlinie Economia Verde wurde beispielsweise ein Programm geschaffen, welches speziell für die Finanzierung von Projekten zur Förderung der Reduzierung von Treibhausgasemissionen und die Minimierung der Auswirkungen der Produktionstätigkeit auf die Umwelt zur Verfügung steht. Mit Economia Verde können sowohl Projekte in den Bereichen erneuerbare Energien und Energieeffizienz, mit Finanzierung von bis zu 100% der förderfähigen Elemente, als auch importierte Maschinen und Anlagen gefördert werden. Der Zinssatz beginnt bei 0,17% pro Monat (+Selic) und die Laufzeit beträgt bis zu zehn Jahre, einschließlich der Kulanzfrist.[162]

Die Finanzierung von Desenvolve SP für den Kauf und die Installation von Photovoltaikmodulen wuchs 2018 um 634%. Mit Blick auf die Wettbewerbsvorteile, die Investitionen in nachhaltige Projekte für KMU bieten, setzen Unternehmer aus São Paulo zunehmend auf Solarenergie, um die Kosten des Stroms zu senken, zeigt die Umfrage von Desenvolve SP. Nach Angaben des Instituts wurden allein im Jahr 2018 3,4 Mio. R$ zur Finanzierung der Anschaffung und Installation von Photovoltaikmodulen ausgezahlt. Die Suche nach mehr Energieeffizienz war die Hauptbegründung für die Inanspruchnahme der Mittel.[163]

---

[159] BNDES (2019a)

[160] BNDES (2019b)

[161] BNDES (2019c)

[162] SEBRAE

[163] Desenvolve São Paulo

Eine weitere Finanzierungsoption ist die *Linha de Incentivo à Inovação*. Ziel dieser Innovationsförderlinie ist die Finanzierung von Projekten zur Verbesserung der Produkt- und Prozessinnovation im Bundesstaat São Paulo. Die Mittel stammen aus dem staatlichen Wissenschafts- und Technologiefonds Funcet, der einen Teil der Zinsen des Projekts subventioniert, wenn die Zahlungen pünktlich erfolgen. Für den Fall, dass die Zahlungen nicht rechtzeitig eingehen, fallen Steuern in Höhe von IPCA +8,5% p.a. an. Mithilfe des Kredits können bis zu 100% der finanzierungsfähigen Elemente mit einem Limit von bis zu 10 Mio. R$ pro Unternehmen finanziert werden. Unterstützt werden Unternehmen mit einem Umsatz von bis zu 90 Mio. R$. Der Finanzierungsrahmen beläuft sich auf bis zu fünf Jahre, von denen bis zu ein Jahr tilgungsfreie Zeit für den Auftraggeber gewährt werden kann. Kreditnehmer sind juristische Personen (Investoren oder Verbraucher).[164]

Die Partnerschaft zwischen FEAP (Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista) und BANAGRO (Banco do Agronegócio Familiar) führte zu der Einführung einer spezifischen Finanzierungslinie für ländliche Erzeuger, genauer, für Privatpersonen mit einem jährlichen landwirtschaftlichen Einkommen von bis zu 800.000 R$ im Bundesstaat São Paulo.[165]

Als weitere Finanzierungsoption für Privatpersonen, neben der Finanzierung durch Banken, hat sich das Modell des „Mietsolarstroms“ durchgesetzt. In diesem Modell wird, wie bereits im Kapitel 4.5 durch das Beispiel von SolarGrid dargestellt, die Solaranlage von dem Installationsunternehmen vorfinanziert. Der Installateur ist für die Projektierung und Installation der PV-Anlage verantwortlich, der Verbraucher zahlt dann lediglich eine Miete an den Installateur.

Als weitere Fördermöglichkeit kann die Chamada de P&D Estratégco Nr. 21/2016 (Aufruf zur Einreichung von strategischer F&E Nr. 21/2016) von der ANEEL gesehen werden, die im nächsten Kapitel näher erläutert wird.

Neben den nationalen Finanzierungsmöglichkeiten gibt es auch internationale Optionen. Mit dem Programm develoPPP.de beispielsweise fördert das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) Unternehmen, die sich in Entwicklungs- und Schwellenländern engagieren und ihr unternehmerisches Handeln nachhaltig gestalten wollen. Dabei sollen sich unternehmerische Interessen und entwicklungspolitische Zielsetzungen ergänzen. Im Rahmen des develoPPP.de-Programms besteht außerdem die Möglichkeit, strategische Entwicklungspartnerschaften mit deutschen und europäischen Unternehmen und Wirtschaftsverbänden zu schließen. Sie sind meist überregional angelegt, erfassen oft ganze Sektoren und bringen Akteure aus Industrie und Handel, Nichtregierungs- und andere Organisationen zusammen. Je nach Partner können strategische Entwicklungspartnerschaften als strategische Projekte (DEG) oder als strategische Allianzen (GIZ) eingegangen werden. Interessenten wenden sich an die Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH (DEG) oder die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.[166]

Zudem haben im November 2018 die Regionale Entwicklungsbank des extremen Südens (BRDE) und die Europäische Investitionsbank (EIB) einen Finanzierungsvertrag in Höhe von 80 Mio. EUR (353 Mio. R$) abgeschlossen. Dieser Vertrag soll zur Finanzierung von Projekten dienen, die sich auf erneuerbare Energien, Energieeffizienz und städtische Mobilität in den Bundessaaten Paraná, Santa Catarina und Rio Grande do Sul konzentrieren.[167]

---

[164] SEBRAE

[165] SEBRAE

[166] develoPPP.de

[167] BRDE

4.9 Solarstrom-Speicher

Laut Markus Vlasits, Koordinator der ABSOLAR-Energiespeicher-Task-Force, werden die immer günstigeren Batterien der Ersatz für teurere, umweltschädliche und laute Dieselgeneratoren sein. Hybride photovoltaische Solargeneratoren und Speichersysteme werden diesen Prozess beschleunigen. „Für netzgekoppelte Verbraucher in städtischen und ländlichen Gebieten, die sich über Unterbrechungen oder Instabilitäten in der Stromversorgung beschweren, werden Batterien Teil der Lösung sein. Darüber hinaus zahlen viele Mittelspannungsverbraucher, insbesondere in den Regionen Nord und Nordost, sehr hohe Spitzenzeiten, und die Batterien werden dazu beitragen, diese Kosten zu senken“, sagt er. Der Spezialist glaubt, dass Batterien auch für Verteilungsnetzbetreiber ein wertvolles Gut sein werden. „Neben der Verbesserung der Qualität der Stromversorgung ermöglicht die Speicherung einen effizienteren Ausbau der Verteilernetze und entlastet so die Spitzennachfrage in Zeiten hohen Verbrauchs", ergänzt Vlasits.

Als Optionen für Batterien zur Solarstromspeicherung werden derzeit vier Batterietypen in Betracht gezogen, dazu gehören der Blei-Säure-Akku, die Natrium- und Nickelchlorid-Batterie, der Lithium-Ionen-Akku und die Redox-Flow-Batterie. Bei der Betrachtung der Batterien als Speichermedium für Solarstromspeicherung wird sich stark an den Batterien der Elektroautos orientiert. Laut den Forschungs- und Entwicklungsunternehmen, wie Stiftung CPQD, hat der Lithium-Ionen-Akku derzeit das größte Potenzial. Dies liegt zum einen daran, dass dieser von allen vier Optionen eine höhere Energiedichte aufweist und somit eine höhere Speicherkapazität, jedoch auch eine höhere Lebensdauer von bis zu 20 Jahren aufweist.[168] Diese lange Lebensdauer ermöglicht es, dass die Lithium-Ionen-Akkus für eine sekundäre Nutzung besonders geeignet sind und somit zum Beispiel die verwendeten Lithium-Ionen-Akkus der Elektroautos Anwendung in der Solarstromspeicherung finden können.

Aktuell ist nur eine in Betrieb stehende Solaranlage bekannt, die eine Speicheranlage besitzt. Sie ist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt, das im Rahmen des strategischen Calls für Forschung und Entwicklung der ANEEL umgesetzt wurde. Die Stromregulierungsbehörde ANEEL hat das Thema Stromspeicherung offiziell erstmals 2016 in der öffentlichen F&E-Ausschreibung „Chamada de P&D Estratégico Nr. 21/2016“ (Aufruf zur Einreichung von strategischen F&E-Projekten Nr. 21/2016) thematisiert. Diese zielt darauf ab, Projekte zur Bewertung und Einführung von Energiespeichersystemen im brasilianischen Stromsektor auf integrierte und nachhaltige Weise zu entwickeln und Bedingungen für die Entwicklung der technischen Grundlagen, des geistigen Eigentums (Patente) und der nationalen Produktionsinfrastruktur zu schaffen.[169] Diese Speicherungsmöglichkeiten sollen zu einer erheblichen Qualitätsverbesserung der Stromversorgung beitragen und einen effizienteren Ausbau der Verteilernetze durch eine Entlastung des Stromnetzes während der Spitzenzeiten ermöglichen. Insgesamt wurden von ANELL 23 Projekte zugelassen. Die Antragsteller haben bis zum 10. Mai 2021 Zeit, ihr Projekt umzusetzen.

Im Februar 2019 wurde die erste PV-Anlage mit einem Erzeugungspotenzial von rund 480.000 kWh/Jahr mit zusätzlichem Batteriespeicher von dem Unternehmen ALSOL in Uberlândia, Minas Gerais, in Betrieb genommen. Die PV-Anlage befindet sich auf dem Unternehmensgelände und ist eine Anlage zur gemeinschaftlichen Nutzung. Sie soll dazu dienen, die erzeugte Energie zu speichern und diese für Unternehmen mit hohem Energieverbrauch kostengünstig zu Spitzennutzzeiten bereitzustellen. Die Ausführung des Projektes liegt in der Verantwortung des Unternehmens Alsol Energias Renováveis, zusammen mit der Universität von Paraíba (Universidade Federal von Paraíba (UFPB)) und dem Bundesinstitut von Rio Grande do Norte (Instituto Federal von Rio Grande do Norte (IFRN)).[170] Der verwendete wiederaufladbare Lithium-Ionen-Akku hat eine Größe von 3 x 12 Metern und kann 1,36 MWh an Solarstrom speichern, genug, um 170 Haushalte einen ganzen Tag lang zu

[168] CPQD

[169] ANEEL (2019g)

[170] ALSOL

versorgen. Da es bisher noch keine vergleichbare, wettbewerbsfähige Technologie in Brasilien gibt, musste diese aus China importiert werden. Das Unternehmen geht davon aus, dass dieses Investment eine Einsparung von mindestens 15% an kWh pro Monat bringen wird.[171]

Ein weiteres Forschungs- und Entwicklungsprojekt zu Speichertechnologien wird derzeit im Nordosten von Brasilien durchgeführt. Das Forschungsinstitut Edson Mororó Moura Institute of Technology – ITEMM forscht und entwickelt in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Moura Baterias an einem neuen Batterie-Energiespeichersystem. Das Unternehmen Moura Baterias kann bereits 60 Jahre Erfahrung im Bereich Energiespeicherung aufweisen und gründete im Jahr 2012 das gemeinnützige Forschungsinstitut ITEMM, welches sich hauptsächlich auf Forschungs- und Entwicklungsprojekte für Speichertechnologien konzentriert. Im Nordosten von Brasilien ist es das einzige Institut, das sich auf Energiespeicher spezialisiert hat.[172] Laut Washington Araujo, zuständig für Forschung und Entwicklung beim ITEMM in Recife, hatte Brasilien Anfang 2019 bereits ein unerschlossenes Potenzial für Stromspeicher von 8 GW. Dieses Potenzial bezieht sich auf die installierten Dieselgeneratoren, die von Großverbrauchern zu Spitzenlastzeiten eingesetzt werden, um den hohen Peak-Hour-Strompreisen zu entkommen. Batterie-Energiespeichersystem stellen hie reine interessante Alternative dar. Derzeit arbeitet das Institut an einem Speichersystem, das es dem Nutzer erlauben soll, Energie zu speichern, auf die es dann in Engpassfällen zurückgreifen kann. Dieses Speichersystem ist sowohl geeignet für PV-Kraftwerke als auch für Mini- und Mikroerzeugungs-Anlagen. Dies bedeutet, dass das System sich automatisch zu- und abschalten kann und den Nutzer in Notfällen, zum Beispiel Stromausfällen, mit bis zu drei Stunden Energie versorgen könnte. Für nicht netzgebundene isolierte Systeme soll das Speichersystem den Solarstrom für eine Versorgungsdauer von sechs Stunden speichern können. Für Weitentwicklungen wird stark mit den umliegenden Universitäten zusammengearbeitet, um die Forschung stetig voranzutreiben. Dennoch ist das Institut stets auf der Suche nach Technologietransfer, um, wie von der ANEEL vorgesehen, Energiespeichersysteme zu entwickeln, die 100% national produziert werden können und wettbewerbsfähig sind.[173]

Das Photovoltaik-Labor der Universität Santa Catarina (Centro de Pesquisa e Capacitação em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina) und der Autohersteller Nissan Brasilien haben im August 2018 eine Absichtserklärung unterzeichnet, die darauf abzielt, zukünftige Lösungen für gebrauchte Batterien von Elektrofahrzeugen für die Nutzung in der Solarenergie zu studieren.[174] Da Batterien für die Nutzung von Elektroautos nur eine Lebensdauer von fünf Jahren haben, ist der Autohersteller daran interessiert zu erfahren, ob es für diese Batterien eine Sekundärnutzung in der Speicherung von Solarenergie gibt.[175]

4.10 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Der brasilianische Stromlieferant EDP hat ein F&E-Projekt mit organischer Photovoltaik-Klebefolie begonnen. Dieses Projekt ist ebenfalls Teil der Chamada de P&D Estratégco Nr. 21/2016 von ANEEL. EPD hat im März 2019 ein Vertrag mit dem brasilianischen Unternehmen Sunew unterzeichnet. Dieser betrifft die Installation von rund 2.000 m² organischer Photovoltaik-Klebefolie (OPV) bei Kunden und Vertriebspartnern des Unternehmens mit einer Erzeugungskapazität von 144 MWh/Jahr. Allein rund 600 m² sollen am Hauptsitz des Industrieverbandes von Espírito Santo (Findes) in der Hauptstadt Vitória installiert werden. Dem Unternehmen zufolge wird dieses Projekt das weltweit größte sein, bei dem die OPV-Klebetechnologie an großflächigen Fassaden eingesetzt wird. Die Investition für dieses Projekt liegt bei über 5 Mio. R$. Die entwickelte OPV ist eine fünfschichtige Folie, die aus organischen

[171] UOL

[172] ITEMM

[173] Informationen laut Interview mit Washington Araujo vom ITEMM am 22.05.2019

[174] Universidade Federal Santa Catarina

[175] Information laut Vortrag der Universidade Federal Santa Catarina (UFSC) auf dem Kongress CINASE am 08.05.2019

Halbleitern und Polymeren besteht. Ziel dieser OPV-Klebefolie ist es, Flächen zur Energiegewinnung abzudecken, an denen keine herkömmlichen PV-Module eingesetzt werden können. Die Folie wird mithilfe eines Druckers hergestellt, der laut Sunew etwa anderthalb Jahre für das Design gebraucht hat. Die OPV-Klebefolien sind laut Unternehmensangaben leicht zu installieren. Die Frist für die Gesamtentwicklung des Projekts beträgt 20 Monate und ist im F&E-Programm von ANEEL festgelegt.[176]

Des Weiteren gibt es ein Projekt für sogenannte Solarstädte (Municípios Solares). Dieses Projekt ist aus dem Anreiz, die Stromrechnung durch Investitionen in saubere Solarenergie reduzieren zu können, entstanden. Das Projekt ist eine Initiative des Instituto Ideal mit Unterstützung des Gemeindeverbandes Santa Catarina (FECAM). Das Projekt hat im August 2018 mit einer Studie über das Potenzial für die Solarenergieerzeugung der Stadt Ipuaçu im Westen von Santa Catarina begonnen. Die Studie wurde im Februar 2019 fertiggestellt und soll das Potenzial zur Eigenversorgung durch Solarenergie aufweisen. Es wurden vier Standorte öffentlicher Einrichtungen in der Stadt identifiziert, die mit Solaranlagen von einer Kapazität von insgesamt 128,7 kWp ausgestattet werden könnten zu einem Preis von 656.343,00 R$. Es wird erwartet, dass diese Investition nach sieben Jahren amortisiert ist. Derzeit ist die Stadt auf der Suche nach Ressourcen, um dieses Projektidee in die Realität umzusetzen.[177]

4.11 Marktbarrieren und -hemmnisse

Als Hauptbarrieren und -hemmnisse können derzeit die aktuell diskutierte Änderung der Regulierung für das Net-Metering und Probleme der infrastrukturellen Entwicklung der Stromnetze gesehen werden.

Im Januar 2019 wurde vom Vorstand der ANEEL eine öffentliche Anhörung genehmigt, die der Beschaffung von Grundlagen und zusätzlichen Informationen für die Analyse der Auswirkungen diverser Revisionsvorschläge der Regulierung (Análise de Impacto Regulatório (AIR)) der Normativen Resolution 482/2012, die die Regeln für die dezentrale Mikro- und Minierzeugungsanlagen festlegt, dienen soll.

Das Ziel der Anhörung ist es, verschiedene Alternativen für das Stromkompensationssystem zu analysieren, da die Notwendigkeit gesehen wird, eine Form der Bewertung der in das Netz eingespeisten Energie zu definieren, damit ein nachhaltiges Wachstum der dezentralen Erzeugung in Brasilien ermöglicht werden kann. Nach der geltenden Regulierung können die Mikro- und Minierzeugungsanlagen die überschüssige Energie ins Verteilungsnetz einspeisen und bekommen diese zu 100% durch Stromgutschriften gutgeschrieben. Das bedeutet, dass der eingespeiste Strom mit dem vollen Verbraucherstrompreis bewertet wird. Die Regulierungsauswirkungsanalyse hat jedoch aufgezeigt, dass die Beibehaltung dieser Regelung auf unbestimmte Zeit zu höheren Kosten für die Verbraucher führen kann, die keine PV-Anlage installiert haben. Daher schlägt die Regulierungsauswirkungsanalyse eine normative Änderung vor, sodass die derzeitige Kompensationsform für Mikro- und Minigenerationsanlagen nur beibehalten wird, bis diese ein bestimmtes Niveau erreicht hat. Diese Regelung würde für neu installierte Anlagen gelten, alle bereits sich in Betrieb befindenden Anlagen würden die aktuelle Regelung beibehalten.[178]

Wie bereits in der Zehnjahres-Planung der EPE dargestellt, könnte eine Änderung sich erheblich auf das Wachstumspotenzial dieses Sektors auswirken. Die EPE stellt in seiner Prognose dar, dass das Wachstumspotenzial bei einer Änderung des derzeitigen Kompensationssystems mit geschätzten

[176] Solar Energy Forum

[177] Instituto Ideal

[178] ANEEL (2019h)

12 GW zu 42% geringer ist im Vergleich zu dem Wachstumspotenzial bei gleichbleibenden Bedingungen, das auf 21 GW geschätzt wurde.

Wie am Beispiel von São Paulo aufgezeigt, gibt es in einigen Regionen infrastrukturelle Hemmnisse des aktuellen Stromnetzwerkes. So können nicht alle Umspannwerke die derzeitige zusätzliche Leistung unbeschränkt verarbeiten. Es müssten Investitionen in den Netzausbau und die Transformatorleitung getätigt werden. Die Engpässe werden zwar wahrgenommen, doch Handlungsmaßnahmen werden noch nicht ergriffen. Dazu ist das Potenzial im Bundesstaat von São Paulo noch zu wenig ausgenutzt.

Als weitere Barriere für die Entwicklung des Photovoltaikmarktes und der Speichermöglichkeiten können in Brasilien die hohen Importbeschränkungen gesehen werden, da diese die Wirtschaftlichkeit von Großobjekten in Frage stellen. Die hohe Besteuerung von importierten Komponenten verteuert PV-Anlagen signifikant. Obwohl PV-Module laut einer Studie der AHK Rio de Janeiro (2012) von einer Vielzahl von Zöllen und Steuern befreit sind, werden sie beim Import dennoch 20% teurer. Wechselrichter und sonstige Komponenten, wie beispielsweise Vierquadrantenzähler, werden unter dem Strich durch den Import um bis zu 80% teurer. So führen hohe Komponentenpreise und Finanzierungskosten zu in Brasilien unbeliebt langen Amortisierungszeiten von acht bis zehn Jahren.

Eine weitere Steuerproblematik tritt im Zuge des Net-Meterings auf. Laut der Resolution 482/2012 sollte jeweils der eingespeiste Strom den gleichen Wert haben wie der verbrauchte Strom. Dies ist aktuell aufgrund der erhobenen ICMS-Steuern in den meisten Bundesstaaten aber nicht der Fall.

Im Übereinkommen CONVENIO ICMS 16/2015 wurde zwar eine Freistellung der ICMS-Besteuerung für den Betrieb von Geräten und Komponenten zur Nutzung von Solar- und Windenergie beschlossen, diese wurde allerdings nicht von allen Bundesstaaten übernommen.[179] Um 1 kWh konsumierten Strom zu kompensieren, müssen ca. 1,5 kWh Strom eingespeist werden. Besteuert wird der Bruttostromverbrauch, nicht der Nettoverbrauch. Dies führt zu einer verlängerten Amortisationszeit, was wiederum die Attraktivität der Photovoltaik enorm verringert.[180]

Die wirtschaftliche Doppelbesteuerung findet dadurch statt, dass die Stromeinspeisung mit einem um die ICMS reduzierten Tarif vergütet wird und dieser Strom dann weiter verkauft wird mit Zuschlag der Steuer. Dasselbe Steuergut wird somit zweimal versteuert. Lediglich die Bundesstaaten, die dem Übereinkommen zur ICMS-Freistellung zugestimmt haben, haben das Problem der Doppelbesteuerung nicht.

4.12 Handlungsempfehlungen und -chancen für deutsche Unternehmen

Der Schlüssel zum erfolgreichen Markteintritt für deutsche Unternehmen ist nach wie vor die Kooperation mit bereits im Energiesektor tätigen brasilianischen Unternehmen. Hierbei eignen sich als Partner besonders Unternehmen, die bereits überregional tätig sind und verschiedene Dienstleitungen für den Photovoltaiksektor anbieten. Deutsche Unternehmen bringen in diesem Falle das nötige Know-how und Equipment für eine Partnerschaft mit, um die bestehende Produktpalette zu ergänzen. Ab einer gewissen Skala ist eine lokale Produktion von hoch verzollten und besteuerten Komponenten, wie zum Beispiel Wechselrichtern oder Smart Grids, sinnvoll, um Kosteneinsparungen zu realisieren und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

---

[179] Sefaz

[180] Sauaia, R. L. (2013): Micro- e Minigeração, O que falta para o mercado decolar? In GTD 57. Ausgabe, September 2013.

Um sich im Segment von Privatkunden zu etablieren, ist der Weg über lokale Installateure und Projektierer bzw. System-Integratoren unumgänglich. Um sich in einem riesigen Land wie Brasilien nicht im Mikro-Business zu verlieren, sind Handelsvertreter bzw. Vertriebspartner vorzuziehen, die den Kontakt mit EPClern, Installateuren etc. pflegen und Türen öffnen. Die Wirtschaftlichkeit der Solarsysteme hat sich bereits verbessert, nichtsdestotrotz sollte der Fokus auf einkommensstarke Regionen gelegt werden. Die PV-Anlage ist immer noch eher als Statusobjekt der oberen Mittelklasse statt einer reell kostensenkenden Alternative zum Netzbezug zu verstehen. Dementsprechend sollten auch die Marketingstrategien und -bemühungen darauf ausgelegt werden.

Große Potenziale ergeben sich nach ersten Marktuntersuchungen vor allem für Hersteller von Wechselrichtern, sowohl traditionelle als auch Hybridwechselrichter, Trägersystemen, intelligenten Stromzählern, intelligenten Stromnetzsystemen sowie PV-Software, Letztere angefangen von Planung und Projektierung bis hin zum Vertrieb. Zudem wird der Bereich der Wartung und Instandhaltung in Zukunft von großer Bedeutung sein. So ergeben sich Geschäftschancen für deutsche Unternehmen besonders im Bereich Fernwartung und Wärmebildequipment.

Der Markt für Stromspeicherung und Stromspeichersysteme für Solaranlagen steckt in Brasilien noch in den Kinderschuhen. Dennoch besteht hier ein großes Marktpotenzial. Hier ist besonders ein Technologieaustausch mit deutschen Unternehmen im Bereich Forschung und Entwicklung gefragt, um die Entwicklung eigener Systeme voranzutreiben. Dies wiederum wird in naher Zukunft auch einen Markt für intelligente Batteriemanagementsysteme öffnen.

Brasilien verpflichtete sich im Rahmen des Pariser Klimaabkommens vor den Vereinten Nationen zu einer Senkung von CO_2-Emissionen um 37% bis zum Jahr 2025 und 43% bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Stand von 2005. Um dieses Ziel zu erreichen und eine nachhaltige Entwicklung der brasilianischen Strommatrix zu gewähren, arbeitet Brasilien akribisch an dem Ausbau der Wind- und Solarenergie. Auch wenn die Ressourcen dieser erneuerbaren Energien in großem Maße in Brasilien vorhanden sind, sind diese nur gering steuerbar. Derzeit reicht die Erzeugung dieser Energien allein nicht aus, um den tendenziell steigenden Verbrauch zu Spitzenzeiten zu decken. Wasserkraft kommt in Zukunft aufgrund schwieriger Umsetzbarkeit immer weniger in Betracht. Für Unternehmen werden Investitionen in die Bereiche erneuerbare Energien, insbesondere Solarenergie für den Eigenverbrauch, sowie Energieeffizienz vor dem Hintergrund von durch die Inflation steigenden Energiepreisen im internationalen Wettbewerb überlebenswichtig.

Prinzipiell besteht ein großes Potenzial für die Produktlieferung von deutschen KMUs, vor allem von Systemen, aber vereinzelt auch Dienstleistungen, in den brasilianischen Markt. Dies wird besonders durch die jüngsten Energiepreisanstiege und die steigenden Klimaschutzanstrengungen in Brasilien begünstigt. Jedoch erschwert der wirtschaftliche Konjunkturabschwung der letzten Jahre das Geschäft. Da für die nahe Zukunft nur ein träges Wachstum erwartet wird, sollten Unternehmen in mittelfristiger Sicht planen.

Vor große Herausforderungen stellen deutsche Anbieter von effizienten Technologien vor allem die hohen Ansprüche an die Amortisationszeit von Investitionen für Projekte für erneuerbare Energien. Da Kredite in Brasilien sehr teuer sind und die Energiekosten bei den meisten Unternehmen weniger als 25% der Gesamtkosten ausmachen, stehen Investitionen in Energieeinsparungen normalerweise nicht weit oben auf der Prioritätenliste.

Die beiden Bundestaaten Rio de Janeiro und São Paulo stehen für nahezu die Hälfte des brasilianischen BIP und weisen darüber hinaus im nationalen Vergleich überdurchschnittlich hohe Strompreise auf.

Es gibt verschiedene Schlüsselbranchen, welche aufgrund von Marktlücken in Brasilien oder leichtem Import großes Potenzial aufweisen. Diese sind u.a. die Folgenden:

- Spezialisierte, Software gestützte Dienstleistungen sowie Design, Ingenieurwesen, Beratung;
- Spezialisierte Anlagen und Maschinen für Energieeffizienz und Wartungsprogramme;
- Ausbildung und Zertifizierung.

Ein großes Potenzial bietet der Import von Technologien und Equipment, welche effizienter sind als diejenigen, die schon auf dem brasilianischen Markt existieren. Dabei haben speziell die folgenden Technologien Potenzial:

- Intelligente Datenanalysesysteme Smart Grids;
- Wechselrichter und hybride Wechselrichter;
- Solarbatterien und Speichersysteme; Turnkey-Solaranlagen mit Batteriespeicher;
- Intelligente Batteriemanagementsysteme;
- Intelligente Systeme zur Analyse und Anlagenwartung und Fernwartungssysteme.

Trotz der Sprachbarriere ist die Ausbildung der Industriearbeiter und Fachmänner aufgrund der geringen Expertise der aktuellen Fachkräfte eine interessante Möglichkeit. In diesem Bereich sind die AHK Rio de Janeiro und AHK São Paulo im Rahmen des EUREM-Trainingsangebotes bereits seit vielen Jahren aktiv und verfügen dadurch über ein breites und belastbares Netzwerk in Industrie und Handel, um deutsche Unternehmen bei der Geschäftsanbahnung zu unterstützen. Es sollte jedoch stets der Weg der Zusammenarbeit mit einem lokalen Partner gesucht werden, der bei der nachhaltigen Bearbeitung des Marktes unentbehrlich ist, vor allem in Bezug auf Garantie- und Service-Verpflichtungen gegenüber den Kunden.

5. Marktakteure im Solarenergie-Sektor

5.1 Sektor-Organisationen

Tabelle 14: Organisationen im Sektor Solarenergie

Instanz	Name	Infos & Website
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica Stromreglierungsbehörde	Arbeitet zusammen mit dem Ministerium für Bergbau und Energie www.aneel.gov.br/
Itamaraty	Ministério das Relações Exteriores Außenministerium	Zuständig für die brasilianische Außenpolitik www.itamaraty.gov.br/pt-BR/
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações Technologie- und Innvationsministerium	Zuständig für entsprechende politische Angelegenheiten sowie für Biosicherheit www.mctic.gov.br/mctic/opencms/index.html
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional Regionales Entwicklungsministerium	Sektorale Politik im Bereich städtische Entwicklung und damit zusammenhängender Bereiche (Transport, Wohnungsbau etc.) www.cidades.gov.br/
MMA	Ministério do Meio Ambiente Umweltministerium	Zuständig für die nationale Umweltpolitik www.mma.gov.br/
MME	Ministério de Minas e Energia Energie- und Bergbauministerium	Zuständig für entsprechende (energie-) politische Angelegenheiten www.mme.gov.br/
CNI	Confederação Nacional das Indústrias Nationaler Industrieverband Brasiliens	Vertritt die Interessen der Industrie bei der Verbreitung eines positiven Umfelds für das Gewerbe, dem Wettbewerb und einer nachhaltigen Entwicklung. www.portaldaindustria.com.br/cni/
EPE	Empresa de Pesquisas Energéticas Energieplanungsbehörde	Teil des Energieministeriums, welcher Statistiken und Werte des Sektors veröffentlicht und Energieplanungen für Angebot und Nachfrage entwickelt. www.epe.gov.br
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica Stromhandelskammer	Energiehandelskammer, zuständig für die Abwicklung der Stromauktionen https://www.ccee.org.br
ONS	Operador Nacional do Sistema Nationaer Netzbetreiber	Nationaler Stromnetzbetreiber, verantwortlich für die Koordination und Steuerung des Betriebs von Anlagen zur Erzeugung und Übertragung elektrischer Energie

5.2 Sektor-Verbände

Tabelle 15: Verbände im Sektor der Solarenergie

Verband	Name	Infos & Website
ABENS	Associação Brasileira de Energia Solar	Förderung von Verbreitung, Anreizsetzung und Studien zum Thema Sonnenenergie www.abens.org.br/
Abinee	Associação Brasileira da Indústria Eletro-Eletrônica	Vertretung von Herstellern von Geräten und Komponenten für das Segment Photovoltaik-Solaranlagen http://www.abinee.org.br/
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica	Vertreter in den Bereichen zentrale und dezentrale Stromerzeugung www.absolar.org.br/
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Nationaler Ausbildungsservice der Industrie	Organisation in jedem Bundesland, welche technische Ausbildung anbietet. www.sp.senai.br
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Brasilianische Agentur zur Förderung von KMUs	Nationale Organisation für die Unterstützung von KMUs in verschiedenen Bereichen. www.sebrae.com.br

5.3 Stromkonzerne

Unten werden einige Stromversorger aufgelistet, die interessiert sind an der Nutzung und Weiterentwicklung von Solarenergie und in Forschung und Entwicklung von Speichertechnologien investieren.

Tabelle 16: Stromversorger mit Projekten im Bereich Solarenergie und Stromspeicherung

Name	Bereich	Infos & Website
EDP	Stromversorgungsverband in São Paulo, starke Beteiligung an den F&E-Projekten für Energiespeicherung der ANEEL	http://www.edp.com.br/
CPFL	Stromversorgungsverband in São Paulo, Betreibt das Unternehmen Envo für Projekte der dezentralen Energieversorgung	www.envo.com.br
Enel	Stromversorger mit Solaranlage im Bundesstaat Piauí mit einer Kapazität von 475 MW	https://www.enelgreenpower.com/country-brazil
Engie	Stromversorger, der eine Solaranlage für Mietstrom für dezentrale Energieversorgung betreibt	https://www.engie.com.br/
Cemig	Größtes integriertes Unternehmen im Stromsektor, drittgrößter Stromerzeuger, größtes Übertragungs- und Verteilungsunternehmen, nimmt an den F&E-Projekten von ANEEL teil, erste Solaranlage mit Speichersystem im Test	http://www.cemig.com.br/pt-br/Paginas/default.aspx

5.4 Potenzielle Partner

Tabelle 17: Auflistung potenzieller Partner

Name	Bereich	Auf der Suche nach	Kontakt
Clemar Engenharia	KMU, spezialisiert auf den Sektor der dezentralen Solarenergie-erzeugung und Aufladestationen für E-Autos	Produkte, die das Portfolio erweitern, neue Technologien	http://www.clemar.com.br/
WEG	Hersteller und Lieferant von industriellen Equipments	Partner zur Vervollständigung des Produktportfolios	https://www.weg.net/institutional/BR/pt/solutions/solar-energy
JAV	KMU, spezialisiert auf Automation, bietet neuerdings im Bereich Solar Panels, Solarbäume und Finanzierungen an	Auf der Suche nach Technologieaustausch	http://www.jav.com.br/
SolarGrid	Spezialisiert auf den Bereich dezentrale Solarenergieerzeugung, Mietanlagen	Software zur Planung und Projektierung	http://www.solargrid.com.br
ITEMM	Forschungsinstitut, das sich auf Batterien und Speichersysteme spezialisiert hat	Technologieaustauch, und Wissenstransfer, um Projekte in Brasilien umzusetzen	http://www.itemm.com.br/
Soprano	Turnkey-Projekte für Solaranlagen	Technologie Transfer für intelligente Systeme für Turnkey-Produkte	ttps://www.soprano.com.br

5.5 Weitere Marktakteure mit potenziellem Interesse

Tabelle 18: Auflistung potenzieller Partner von Unternehmen, die bereits Projekte über 100 kW installiert haben

Name	Bereich	Mögliches Interesse	Kontakt
SICES BRASIL LTDA	Großhandel für Komponenten, Produktberatung	Komponenten, Technologie- und Wissenstransfer	https://www.sicesbrasil.com.br/ +55 11 4193-2008
Aldo Solar	Großhandel für Komponenten, Produktberatung	Komponenten, Technologie- und Wissenstransfer	http://www.aldo.com.br/ cartas@aldo.com.br +44 3261-2000
SUN LIFE ENERGIA SOLAR	Projektierung und Installation	Technologie- und Wissenstransfer	https://www.sunlifebrasil.com/ +55 24 3347-5738
KRAFT ENERGIA	Projektierung und Installation, Komplettlösungen	Software zur Planung und Projektierung	http://kraftenergia.com.br/ projetos@kraftenergia.com.br +55 21 2042-1717
SOLARVOLT ENERGIA	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung	https://www.solarvoltenergia.com.br/ +55 21 4042-6998
E2Energia	Projektierung und Installation	Wissenstransfer	https://e2energia.com.br/ vendas@e2energia.com.br

ENSOLAR - GERAÇÃO DE ENERGIA	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer für den Bereich Wartung und Instandhaltung	https://ensolarecia.com.br/ contato@ensolarecia.com.br +55 11 94845-0005
TAB ENERGIA	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung	https://www.tabenergia.com.br contato@tabenergia.com.br +47 2101-1386
SUNO ENGENHARIA	Projektierung und Installation, Turnkey + Batteriespeicher	Software zur Planung und Projektierung, Technologietransfer für Speicher-möglichkeiten	https://sunoengenharia.com/site/ contato@sunoengenharia.com +55 31 99467-1210
BSOLAR	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer für den Bereich Wartung und Instandhaltung	https://www.bsolar.com.br/ comercial@bsolar.com.br +55 85 3465-3143
MEGGA SOLAR - JOÃO PESSOA	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung,	http://www.meggasolar.com.br/ atendimentojp@meggasolar.com.br +55 84 3566-7155
CIVIL ECO	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	http://www.civileco.com.br/ comercial@civileco.com.br + 55 71 3241-5211
ENG 3 SOLUÇÕES EM ENGENHARIA	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung, Technologietransfer, F&E	http://www.eng3se.com.br/ contato@eng3se.com.br +55 22 98141-1164
ENJOY ENERGY	Projektierung und Installation, Turnkey	F&E, Fachkräfte-Ausbildung, Software für Automation	http://www.enjoyenergy.com.br ceo@enjoyenergy.com.br +55 44 99979-1314
TRIVELATO	Projektierung und Produktion von Panels	Technologie- und Wissenstransfer bezüglich Panels	http://www.trivellatoenergiarenovavel.com.br/ comercial@trivellatoenergiarenovavel.com.br + 55 34 32136-464
LIVESOL ENERGIA SOLAR	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	http://www.livesol.com.br/index.php orcamentos@livesol.com.br + 55 18 3582-1482
ENERTREND	Projektierung und Installation, zentrale und dezentrale Turnkey-Projekte, Finanzierung	Technologie- und Wissenstransfer für den Bereich Wartung und Instandhaltung	http://www.enertrend.com.br/ jrk@enertrend.com.br + 55 11 2680-2901
ELETRO SERV - SOLUÇÕES E SERVIÇOS	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	http://www.eletro.srv.br/ contato@eletro.srv.br +55 85 3473-9687
SOLARCHIO	Projektierung und Installation, Turnkey	Prozessoptimierung, Wartung und Instandhaltung, Software	http://www.solarchio.com.br/ +55 773422-4616

SOLSTAR	Projektierung und Installation, Turnkey, Finanzierung	Technologie- und Wissenstransfer	https://www.solstar.com.br/ +55 31 4042-6620
VOLTS SOLUÇÕES ENERGÉTICAS	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	http://voltsenergia.com/author/volts/ +55 85 85301-3792
ENERSOL BRASIL	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	http://www.enersolbrasil.com/ info@enersolbrasil.com +755 77 3628-2624
SAVEM	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung, Technologie- und Wissenstransfer	http://www.savem.com.br/ contato@savem.com.br +55 21 3986-1700
BSOLAR	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung, Technologie- und Wissenstransfer, Software für Wartung	https://www.bsolar.com.br/ comercial@bsolar.com.br + 55 85 3465-3143
CIDADE SOLAR	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	https://www.cidadesolar.com/ vendas@cidadesolar.com
M P SOLAR	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung, Technologie- und Wissenstransfer	https://mpenergiasolar.com.br/ + 55 33 98437-2650
INSTALADORA BERLITZ	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung, Technologie- und Wissenstransfer, Software für Wartung	http://www.berlitzinstaladora.com.br/ solar@berlitzinstaladora.com.br + 55 51 3564-4900
BRASOLARE	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	https://www.brasolare.com.br/ contato@brasolare.com.br + 55 93 9107-9667
COMPUNOR ENERGIA SOLAR	Projektierung und Installation, Turnkey	Software zur Planung und Projektierung, Technologie- und Wissenstransfer, Software für Wartung	http://compunor.com.br/ solar@compunor.com.br +44 3452-2030
ELETROTRAFO	Verkauf von Komponenten	Wissenstransfer, evtl. Vertriebs-partner	https://www.eletrotrafo.com.br vendas.cp@eletrotrafo.com.br + 55 43 3520-5070
VVG ENGENHARIA	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer	http://vvgengenharia.net/ +55 66 3401-8017
NETTELIN	Projektierung und Installation	Technologie- und Wissenstransfer	http://nettelin.com.br/ nettelin@nettelin.com.br + 51 3741-9532

JOVIC EQUIPAMENTOS E SISTEMAS	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer, Software	https://www.jovic.eco.br/ contato@jovic.eco.br + 55 11 4192-2256
EFALL ENGENHARIA ELÉTRICA	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer, Software	https://www.efallengenharia.com.br/ contato@efallengenharia.com.br +55 54 99656-2995
REEVISA ENERGIA	Projektierung und Installation, Turnkey	Technologie- und Wissenstransfer, Software für Fernwartung, Wärmebild-technologie	https://www.reevisa.com.br/ contato@reevisa.com.br +55 48 99842-0004
ENERGYSUL	Installation	Technologie- und Wissenstransfer	http://energysul.eco.br/ energysul@energysul.eco.br + 55 3331-2258
MINERA ENGENHARIA	Projektierung und Installation	Technologie- und Wissenstransfer	http://mineraengenharia.com.br/ +55 38 99963-6665

5.6 Unternehmen in São Paulo

Im landesweiten Vergleich von Produzenten für Photovoltaikanlagen ist festzustellen, dass sich 50% der Hersteller von Wechselrichtern im Bundesstaat São Paulo befinden, im Dreieck São Paulo, Campinas und Sorocaba. In São Paulo befinden sich zudem 50% der Hersteller von Photovoltaikmodulen sowie Metallkonstruktionen und 63% der Hersteller von String-Boxen.[181]

Tabelle 19: Unternehmen in São Paulo

Name	Bereich	Infos & Website
ABB	Hersteller von Wechselrichtern	new.abb.com/br
AES Tietê	Stromerzeugung aus Sonnenenergie	www.aestiete.com.br/
BYD	Hersteller von PV-Modulen	www.byd.ind.br/
CEMIG	Strom, Erdgas und Energieeffizienz	www.cemig.com.br/pt-br/Paginas/default.aspx
CEMIRIM	Stromversorgungsverbund	Versorgung von 13 Gemeinden im Bundesstaat São Paulo https://cemirim.com.br/
Constálica	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen	http://www.constalica.pt/
Elektro	Stromversorger	https://www.elektro.com.br/
Globo	Hersteller von PV-Modulen und Strings	https://globasil.commercesuite.com.br/globobrasil
Ingeteam	Hersteller von Wechselrichtern	https://www.ingeteam.com/br/pt-br/home.aspx
KasaTec	Hersteller von Photovoltaikkomponenten	https://www.lojakasatec.com.br/
NEXTracker	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen	https://www.nextracker.com/
NTC	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen	https://www.portalntc.org.br/

[181] SEBRAE

Painitec	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen und Strings	http://www.painitec.com.br/
PHB	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen und Strings	https://www.energiasolarphb.com.br/
PLP	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen	http://www.plp.com.br/site/
Politec	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen	http://www.politecgeradores.com.br/
Renova Energia	Stromerzeugung aus Sonnenenergie	http://ri.renovaenergia.com.br/
Sindustrial	Hersteller von Wechselrichtern und Strings	https://www.sindustrial.com.br/
Solar Group	Hersteller von Metallstrukturen / Tracking-Systemen	http://solargroup.com.br/
Unitron	Hersteller von Lastreglern	https://www.unitron.com.br/index.php
Yaskawa	Hersteller von Wechselrichtern	https://www.yaskawa.com.br/

5.7 Standortagenturen, Beauftragte für Auslandsinvestitionen, Beratungsunternehmen, Forschungsinstitute und sonstige Multiplikatoren

Tabelle 20: Standortagenturen

Name	Bereich	Infos & Website
ACE	Inkubator	https://acestartups.com.br/
Cietec	Inkubator	http://www.cietec.org.br/
Desenvolve SP	Projektfinanzierung	Partner der Landesregierung von São Paulo bei der Bereitstellung von Finanzierungen für Unternehmen Darlehensmöglichkeit Economia Verde https://www.desenvolvesp.com.br/
IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)	Forschung und Entwicklung	In Zusammenarbeit mit dem Sekretariat für wirtschaftliche Entwicklung des Staates São Paulo Innovation, Forschung und Entwicklung, technische Dienstleistungen, Entwicklung und methodische Unterstützung https://www.ipt.br/
LSF – IEE/USP (Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo)	Forschung und Entwicklung im Bereich Photovoltaiksysteme	Wissenschaftliche Forschung Entwicklung und Test von Stromversorgungssystemen Dienstleistungen für Photovoltaikmodule, -regler und -umrichter http://lsf.iee.usp.br/
Portal Solar	Portal zu Sonnenenergie	Lieferantendatenbank, Online-Versand von Angeboten https://www.portalsolar.com.br/

Revista ABENS	Zeitschrift	http://www.abens.org.br/revista-abens.php
Revista Fotovolt	Zeitschrift	http://www.arandanet.com.br/
TACT	Beratung im Bereich Umweltgenehmigungen	http://www.tactconsultoria.com.br/
BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social)	Projektfinanzierung	https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/bndes-finem
Instituto Ideal (Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América latina)	Institut für die Entwicklung alternativer Energien	https://institutoideal.org/

Schlussbemerkung

Wie in den vorherigen Kapiteln dieser Marktstudie beschrieben, gibt es neben dem Potenzial des Solarenergiemarktes auch einige Hürden. Dennoch werden die Chancen für einen Markteitritt als vielseitig gesehen.

Besonders die normative Regulierung der Stromregulierungsbehörde ANEEL von 2013 und die Aktualisierung dieser in 2015 haben zum enormen Wachstum des dezentralen Solarenergiemarktes beigetragen. Auf langfristige Sicht plant Brasilien weiter mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien, hierbei insbesondere der Solarenergie. Dieses Denken ist auch in der Politik verankert.

Eine erneute Änderung der normativen Regulierung, die negative Auswirkungen auf die Rentabilität und Amortisationszeiten der dezentralen PV-Anlagen hätte, kann das Wachstum des Marktes einschränken bzw. verlangsamen, aber nicht stoppen. Die aktuelle Debatte über diese Änderung hat jedoch auch die Diskussion über Solarenergiespeicherung ins Rollen gebracht und zu einem wichtigen aktuellen Thema gemacht.

Die untenstehende SWOT-Analyse fasst noch einmal die Gesamtfaktoren zusammen, die betrachtet und in Erwägung gezogen werden sollten bei dem Vorhaben eines Markteintritts.

Tabelle 21: SWOT-Analyse, Solarenergiemarkt in Brasilien

Strengths (Stärken)	Weaknesses (Schwächen)
• ICMS-Steuerbefreiung für Solarstromerzeugung in fast allen Bundesstaaten • Hohe Sonneneinstrahlung im ganzen Land • Transparentes Auktionssystem mit günstigen Energiepreisen für Solarenergie • Sicherer regulatorischer Rahmen für dezentrale Solarstromerzeugung und Netzeinspeisung	• Komplexes Steuersystem, z.B. Import • Bürokratie • Handelshemmnisse, zusätzliche lokale Zertifizierung durch INMETRO nötig • Verstärkte Marktbeteiligung multinationaler Konzerne, importierte Komponenten oft günstiger als die im Land hergestellten
Opportunities (Chancen)	**Threats (Risiken)**
• Wachstumsprognose des Solarenergiemarktes positiv, Politik unterstützt den Ausbau von erneuerbaren Energien • ICMS-Steuervergünstigung auf die Produktion von Komponenten für die Solarenergieerzeugung in einigen Bundesstaaten • Niedriger Leitzins, der sich positiv auf Investitionen auswirkt • Neue Technologien wie effizientere Solarmodule, Komponenten, Software, Speichertechnologien	• Änderung der aktuellen Regulierung zur dezentralen Solarenergieerzeugung • Abhängigkeit von Rohstoffpreisen • Zu hohe Zinsen bei den Finanzierungsmodellen • Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage von vielen Faktoren abhängig

6. Quellen- und Literaturverzeichnis

ABSOLAR (2019ª): Infografik. http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html. Abruf am 13.05.2019

ABSOLAR (2019b): Perspectivas para a Geração Centralizada Solar Fotovoltaica no Brasil. http://www.absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/perspectivas-para-a-geracao-centralizada-solar-fotovoltaica-no-brasil.html. Abruf am 13.05.2019

ABSOLAR (2019c): Geração de energia fotovoltaica já conta com indústria nacional, mas impostos tiram vantagem. http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/geracao-de-energia-fotovoltaica-ja-conta-com-industria-nacional-mas-impostos-tiram-vantagem.html. Abruf am 22.05.2019

ADVFN: PIB Brasil 2018. https://br.advfn.com/indicadores/pib/brasil/2018. Abruf am 25.05.2018.

Agência Brasil: Consumo de energia elétrica cresce 4,6% em fevereiro. http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-03/consumo-de-energia-eletrica-cresce-46-em-fevereiro. Abruf am 26.05.2019

AHK Rio de Janeiro (2013): Condições de Importação de Equipamentos de Mini & Micro-Geração Distribuída Fotovoltaica no Brasil.

AHK Rio de Janeiro (2016a): Recherchen.

AHK Rio de Janeiro (2017a): Wissensdatenbank.

AHK Rio de Janeiro (2017b): Recherchen.

AHK Rio de Janeiro (2018): Medienbeobachtung.

AHK Rio de Janeiro (2019a): Recherchen.

AHK Rio de Janeiro: Zielmarktanalyse, Biogas Brasilien (2015)

AHK Rio de Janeiro (2019a): O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica 5ª edição. http://ahkbusiness.de/fileadmin/ahk_business_br/05_Publicacoes-Publikationen/Estudo_Fotovoltaico_2017/estudoFV2017_web__1_.pdf

ALSOL: Usina de geração solar combinada com baterias é inaugurada em Uberlândia (MG). http://alsolenergia.com.br/cases/usina-de-geracao-solar-combinada-com-baterias-e-inaugurada-em-uberlandia-mg. Abruf am 22.05.2019

America do Sol: Fornecedores. http://americadosol.org/fornecedores/. Abruf am 22.05.2019

ANEEL (2005a): Cadernos Temáticos ANEEL: Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica.

ANEEL (2005b): Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/download.htm. Abruf am 31.05.2016.

ANEEL (2012a): Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012.

ANEEL (2012c): Resolução Normativa Nº 481, de 17 de Abril de 20 12.

ANEEL (2016a): Geração Distribuída. http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd.asp, Abruf am 20.12.2016.

ANEEL (2016b): Capacidade de Geração do Brasil. http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm, Abruf am 16.01.2017.

ANEEL (2018): Regulação de Serviços de Distribuição. http://www.aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade. Abruf am 22.05.2019.

ANEEL (2019a): BIG. http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm. Abruf am 03.05.2019

ANEEL (2019b): Geração Distribuída – regulamentação atual e processo de revisão. http://www.aneel.gov.br/documents/655804/14752877/Gera%C3%A7%C3%A3o+Distribu%C3%ADda+%E2%80%93+regulamenta%C3%A7%C3%A3o+atual+e+processo+de+revis%C3%A3o.pdf/3def5a2e-baef-bb59-2ce1-4f69a9cb2d88. Abruf am 19.05.2019.

ANEEL (2019c): Leilão de geração "A-4" termina com deságio de 59,07%. http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/leilao-de-geracao-a-4-termina-com-desagio-de-59-07-/656877?inheritRedirect=false. Abruf am 19.05.2019

ANEEL (2019d): Resolução Normativa Nº 687, de 24 de Novembro de 2015. http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf. Abruf am 19.05.2019

ANEEL (2019e): Ranking das Tarifas. http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas. Abruf am 20.05.2019

ANEEL (2019f): Präsentation ABSOLAR. Geração Distribuída Solar Fotovoltaica: Benefícios Líquidos ao Brasil. http://www.aneel.gov.br/documents/656877/16832773/4+-+ABSOLAR+GD+Solar+Fotovoltaica.pdf/f0d41ea4-4bba-8cf8-fb02-b864dc83c293. Abruf am 22.05.2019

ANEEL (2019g): Divulgado cronograma da Chamada de P&D Estratégico nº 21/2016. http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVlZ6/content/divulgado-cronograma-da-chamada-de-p-d-estrategico-n-21-2006/656877?inheritRedirect=false. Abruf am 21.05.2019

ANEEL (2019h): Revisão de regras para geração distribuída será discutida nesta quinta-feira (21/2) na ANEEL. http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa/-/asset_publisher/zXQREz8EVlZ6/content/id/18040700. Abruf am 23.05.2019

ANEEL (2019i): Geração Distribuída. https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTllMjItN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9. Abruf am 13.06.2019

Auswärtiges Amt (2018): Deutschland und Brasilien: Bilaterale Beziehungen. https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/brasilien-node/bilateral/201112. Abruf am 03.05.2019

Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2019ª): Decreto nº 61.439, de 19 de agosto de 2015 https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2015/decreto-61439-19.08.2015.html. Abruf am 08.05.2019

Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2019b): Decreto nº 61.440, de 19 de agosto de 2015. https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2015/decreto-61440-19.08.2015.html. Abruf am 08.05.2019

Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2019c): Projeto de lei nº 672 /2018 https://www.al.sp.gov.br/propositura/?id=1000249863. Abruf am 18.03.2019

Atlas Solar São Paulo: Mapa 1 - Incidência solar global média anual - Estado de São Paulo. http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/BiblioVirtual/renovaveis/atlas_energia_solar.pdf. Abruf am 19.06.2019

Azzaoui, E. (2013): The Brazilian Photovoltaic Market.

Banco Central do Brasil (2019a): PIB acumulado dos últimos 12 meses – Em US$ milhões https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=getPagina. Abruf am 24.05.2019

Banco Central do Brasil (2019b) Produto interno bruto per capita em US$ correntes https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=consultarValores. Abruf am 24.05.2019

Banco Central do Brasil (2019c) Série histórica dos fluxos de investimento direto – distribuições por país ou por setor. https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/legado?url=https:%2F%2Fwww.bcb.gov.br%2Fhtms%2Finfecon%2Fseriehistfluxoinvdir.asp. Abruf am 24.05.2019

Banco Central do Brasil (2019d): Conversor de Moedas https://www.bcb.gov.br/conversao. Abruf am 25.05.2019

Banco Central do Brasil (2019e): Dívida Líquida do Setor Público - Saldos em u.m.c. milhões - Total - Governo Federal. https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=getPagina. Abruf am 24.05.2019

Banco Central do Brasil (2019f): Startseite. https://www.bcb.gov.br/. Abruf am 25.05.2019

Banco do Nordeste (2019): Energia Solar Fotovoltaica. https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4296541/57_solar1.pdf/0c71ca87-db56-278c-2817-6ced55af4fa2. Abruf am 19.05.2019.

BnetzA (2013): Annual Report 2013. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/BNetzA/PressSection/ReportsPublications/2014/2013AnnualReport.pdf?__blob=publicationFile&v=2. Abruf am 25.05.2019

BNDES (2019a): BNDES Finame - Energia Renovável. https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finame-energia-renovavel. Abruf am 23.05.2019

BNDES (2019b): BNDES Finem - Eficiência Energética. https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-eficiencia-energetica. Abruf am 23.05.2019

BNDES (2019c): Fundo Clima - Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes. https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima-maquinas-equipamentos-eficientes. Abruf am 23.05.2019

Bpb (2014): Brasiliens politisches Spiel.

BRDE: BRDE formaliza contrato com Banco Europeu de Investimentos para captar 80 milhões de euros. http://www.brde.com.br/noticia/brde-formaliza-contrato-com-banco-europeu-de-investimentos-para-captar-80-milhoes-de-euros/. Abruf am 18.06.2019

Canal Energia (2019a): EDP inaugura seu maior complexo fotovoltaico no Brasil. http://canalenergia.com.br/noticias/53102367/edp-inaugura-seu-maior-complexo-fotovoltaico-no-brasil. Abruf am 16.06.2019

Canal Energia (2019b): AES Tietê construirá parque solar para geração distribuída no RS. http://canalenergia.com.br/noticias/53102291/aes-tiete-construira-parque-solar-para-geracao-distribuida-no-rs. Abruf am 16.06.2019

CCEE (2016): Preços médios PLD. https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos/precos_medios?_afrLoop=677194528256845&_adf.ctrl-state=18zmfuz2us_1#!%40%40%3F_afrLoop%3D677194528256845%26_adf.ctrl-state%3D18zmfuz2us_5. Abruf am 25.04.2018.

CCEE (2019a): Com quem se relaciona. https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/com_quem_se_relaciona?_afrLoop=1407101292170927&_adf.ctrl-state=dfjnl7rmm_14#!%40%40%3F_afrLoop%3D1407101292170927%26_adf.ctrl-state%3Ddfjnl7rmm_18. Abruf am 15.05.2019

CCEE (2019b): Leilão de Reserva contrata usinas eólicas e solares, com deságio médio de 9,9%. https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/noticias-opiniao/noticias/noticialeitura?contentid=CCEE_319839&_afrLoop=635375093427266&_adf.ctrl-state=2m1kw01hc_30#!%40%40%3Fcontentid%3DCCEE_319839%26_afrLoop%3D635375093427266%26_adf.ctrl-state%3D2m1kw01hc_34. Abruf am 17.05.2019

CELESC: Bonus Fotovoltaico. http://bonusfotovoltaico.celesc.com.br/. Abruf am 13.06.2019

CEMIG: Redes Inteligentes – Smart Grid (2016). http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/sete_lagoas.aspx. Abruf am 30.05.2016.

CNI (2019): Indicador de Custos Industriais. https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/a8/e3/a8e3665c-3553-4f66-8dd5-dddef2115f46/indicadordecustosindustriais_outubro-dezembro2018.pdf. Abruf am 25.05.2019

Confederação Nacional dos Transportes – CNT: Plano CNT de transporte e logística 2018. – Brasília: CNT, 2018. http://planotransporte.cnt.org.br/Content/docs/Plano%20CNT%20Transporte%20-%20Pesquisa%20Completa.pdf. Abruf am 24.05.2019

dena (2012): dena-Verteilnetzstudie

Desenvolve São Paulo: Aumenta a procura por crédito para projetos de energia solar em São Paulo. https://www.desenvolvesp.com.br/comunicacao/noticias/aumenta-a-procura-por-credito-para-projetos-de-energia-solar-em-sao-paulo/. Abruf am 08.05.2019

develoPPP: Weltweit in Zukunftsmärkte investieren und nachhaltig profitieren. https://www.developpp.de/das-programm-foerderung-fuer-entwicklungspartnerschaften-mit-der-wirtschaft/chancen-der-zusammenarbeit-chancen-von-oeffentlicher-foerderung-fuer-die-wirtschaft/. Abruf am 25.05.2019

CPQD: ESTADO DA ARTE DE BATERIAS PARA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA. http://www.iee.usp.br/sites/default/files/Estado%20da%20Arte%20de%20baterias.pdf. Abruf am 16.06.2019

Econômico Valor (2017): Consumo de energia no Brasil aumenta 1,5% em 2017, segundo ONS. https://www.valor.com.br/brasil/5303555/consumo-de-energia-no-brasil-aumenta-15-em-2017-segundo-ons. Abruf am 25.05.2019

Eletrobras: Plano Diretor de Negócios e Gestão 2019 – 2023 (PDGN). https://eletrobras.com/pt/SiteAssets/Paginas/Plano-Diretor-de-Negocios-e-Gestao/Folder_Executivo_Plano%20Diretor%20de%20Gest%C3%A3o%20e%20Neg%C3%B3cios%20(PDNG)%202019-2023.pdf. Abruf am 28.05.2019.

Engie: ANEEL, Celesc e Engie viabilizam Programa de Eficiência Energética. https://blog-solar.engie.com.br/programa-de-eficiencia-energetica-no-brasil/. Abruf am 13.06.2019

Epbr: Política para energia solar em São Paulo recebe parecer favorável. https://epbr.com.br/politica-para-energia-solar-em-sao-paulo-recebe-parecer-favoravel/. Abruf am 18.03.2019

EPE (2013b): 2º Leilão de Energia A-5/2013. http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-80/20131204_1.pdf. Abruf am 25.05.2019

EPE (2013c): Leilão de Energia A-3/2013. http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-107/20131112_1.pdf. Abruf am 25.05.2019

EPE (2015): BEN 2015. http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2015. Abruf am 25.05.2019

EPE (2017a): Plano Decenal de Energia, PDE 2024. http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Decenal-de-Expansao-de-Energia-2024. Abruf am 25.05.2019

EPE (2017b): BEN 2017. http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2017. Abruf am 25.05.2019

EPE (2017c): Informe Planejamento da Expansão da Transmissão. http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-327/Informe_Margem_Energia_Renovável_v0.pdf. Abruf am 25.05.2019

EPE (2019a): BEN 2018. http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018. Abruf am 03.05.2019.

EPE (2019b): Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018. http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf. Abruf am 15.05.2019

EPE (2019c): Plano Decenal de Energia, PDE 2027. http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2027. Abruf am. 25.05.2019

EPE (2019d): Plano Decenal de Energia, PDE 2027 – Sumário Executivo. http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados abertos/publicacoes/Documents/Sumario%20Executivo%20PDE%202027.pdf. Abruf am 19.05.2019

Estadão (2019): O Brasil nos rankings econômicos mundiais, https://economia.estadao.com.br/blogs/econoweek/o-brasil-nos-rankings-economicos-mundiais/. Abruf am 03.05.2019

Exame (2016): 7 cidades onde ter luz em casa é privilégio de poucos. http://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/. Abruf 25.05.2019

Finanzen.net: Devisen. https://www.finanzen.net/devisen/euro-real/chart. Abruf am 03.05.2019

Folha de S. Paulo: Brasil apoiará energia renovável, mas ainda não prevê abandonar carvão, diz ministro. https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/05/brasil-apoiara-energia-renovavel-mas-ainda-nao-preve-abandonar-carvao-diz-ministro.shtml. Abruf 16.06.2019

Frankfurter Börse: Devisen. http://www.boerse-frankfurt.de/devisen/euro-real-kurs. Abruf am 21.05.2019

Fraunhofer Moez (2012): Brazil – Photovoltaic Energy Market. Working Paper 2012

G1: Economia (2015): „Balança comercial tem em 2015 melhor saldo em 4 anos". http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/01/com-alta-de-importacoes-balanca-tem-em-2015-melhor-saldo-em-4-anos.html. Abruf am 06.04.2016.

G1: Jornal Hoje (2019): Milhões de brasileiros ainda não têm energia em casa, diz Aneel. https://www.deepl.com/translator#pt/de/Milh%C3%B5es%20de%20brasileiros%20ainda%20n%C3%A3o%20t%C3%AAm%20energia%20em%20casa%2C%20diz%20Aneel. Abruf am 26.05.2019

Gauchazh: Produção de energia solar no RS passa de 6 kW para 31,7 mil kW em cinco anos. https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2018/04/producao-de-energia-solar-no-rs-passa-de-6-kw-para-317-mil-kw-em-cinco-anos-cjgimpjw400pm01paov0imhpf.html. Abruf am 16.06.2019

GTAI (2016): Wirtschaftsdaten kompakt Brasilien (November 2016). https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Branchen/Branche-kompakt/branche-kompakt-erneuerbare-energien,t=branche-kompakt-brasilien-verdoppelt-kapazitaet-fuer-windenergie-bis-2019,did=1436148.html#Energieverbrauch-und-Windkapazitten-steigen-langfristig-. Abruf am 31.05.2016.

GTAI (2015): Wirtschaftsdaten kompakt Brasilien (November 2015)

GTAI (2019a): Wirtschaftsausblick Brasilien Dezember 2018. https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Wirtschaftsklima/wirtschaftsausblick,t=wirtschaftsausblick--brasilien-dezember-2018,did=2194412.html. Abruf am 03.05.2019.

GTAI (2019b): SWOT-Analyse – Brasilien (Dezember 2018). https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Geschaeftspraxis/swot-analyse,t=swotanalyse--brasilien-dezember-2018,did=2194396.html. Abruf am 24.05.2019

Governo de São Paulo: Mapa da Transmissão - Estado de São Paulo - Rede Básica. http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/PortalCEv2/Intranet/Eletricidade/Transmissao/Mapa.asp. Abruf am 19.06.2019

GPG: Projects in Brazil. http://www.globalpower-generation.com/projects/projects-in-brazil/. Abruf am 17.06.2019

Greenpeace (2013). http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Um-ano-depois-apenas-131-sistemas. Abruf am 21.01.2014.

HWWI (2018): HWWI-Index der Weltmarktpreise für Rohstoffe. http://hwwi-rohindex.de/typo3_upload/groups/32/hwwa_downloads/Rohstoffindex-dia.xls.pdf. Abruf am 25.04.2018.

INMETRO: Equipamento para geração de energia fotovoltaico https://issuu.com/jorgeantoniovillarale/docs/inmetro_guia_de_orienta_____es_pbe_f. Abruf am 223.05.2019

Instituto Ideal: IDEAL entrega estudo para tornar Ipuaçu (SC) um Município Solar. https://institutoideal.org/ideal-entrega-estudo-para-tornar-ipuacu-sc-um-municipio-solar/. Abruf am 23.05.2019

Justicia Eleitoral: Divulgação de resultado de eleição, Abruf am 24.05.2019. http://divulga.tse.jus.br/oficial/index.html. Abruf am 24.05.2919

IBGE (2010). http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=5. Abruf am 20.12.2016.

IBGE (2014): Datenbank Bundesländer. IBGE. http://www.ibge.gov.br/paisesat/. Abruf am 30.03.2016.

IBGE (2015): Contas Regionais.
https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/17999-contas-regionais-2015-queda-no-pib-atinge-todas-as-unidades-da-federacao-pela-primeira-vez-na-serie.html. Abruf am 25.04.2018.

IBGE (2019a): IBGE divulga as Estimativas de População dos municípios para 2018. https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22374-ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018. Abruf am 24.05.2019

IBGE (2019b): Analfabetismo cai em 2017, mas segue acima da meta para 2015. Abruf am 03.05.2019 https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/21255-analfabetismo-cai-em-2017-mas-segue-acima-da-meta-para-2015

IBGE (2019c): PIB cresce 1,1% em 2018 e fecha ano em R$ 6,8 trilhões. https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23886-pib-cresce-1-1-em-2018-e-fecha-ano-em-r-6-8-trilhoes. Abruf am 03.05.2019

INPE 2006: Atlas brasileiro de energia solar / Enio Bueno Pereira; Fernando Ramos Martins; Samuel Luna de Abreu e Ricardo Rüther. – São José dos Campos

Investe (2019a): Maior usina solar do Estado está em Prudente. https://www.investe.sp.gov.br/noticia/maior-usina-solar-do-estado-esta-em-prudente/. Abruf am 02.05.2019

Istoé (2017): Projeção da Selic no fim de 2017 segue em 7,00%. https://istoe.com.br/projecao-da-selic-no-fim-de-2017-segue-em-700-aponta-focus/. Abruf am 25.04.2018.

ITEMM: http://www.itemm.org.br/en/conheca-o-itemm/. Abruf am 22.05.2019

KAS (2018a): Brasilien auf einen Blick.

KPMG (2013): Länderprofil Brasilien. KPMG High Growth Markets. http://www.kpmg.de/Themen/1405.htm. Abruf am 09.12.2016.

Kulakow, H. (2012): Optionen zur technischen Realisierung von Photovoltaik-Anlagen gemäß der neuen Regulierung in Brasilien.

Light (2019): Composicção Tarifa. http://www.light.com.br/para-residencias/Sua-Conta/composicao-da-tarifa.aspx. Abruf am 13.05.2019

Mercosul: Sabia mais sobre o Mercosul. http://www.mercosul.gov.br/saiba-mais-sobre-o-mercosul. Abruf am 25.05.2019.

Ministério da Economia: Energia - Diagnóstico e propostas para o setor. http://www.fazenda.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/analises-e-estudos/arquivos/2018/energia-diagnosticos-e-propostas-para-o-setor-1.pdf/view. Abruf am 24.05.2019

Mitscher, M., Rüther, R. (2012) und Jannuzzi, G. de M., De Melo, C.A. (2013). Viabilidade Econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil.

Mitsidi Projetos (2016): Mapping Report Energy Efficiency in Industry. https://www.awex-export.be/files/library/Infos-sectorielles/Ameriques/2017/BRESIL/Mapping-Report-Energy-Efficiency-in-Industry.pdf. Abruf am 25.04.2018.

Mitsidi Projetos/IEI-Brasil (2018): Pesquisa sobre o potencial de empregos gerados na Área de Eficiência Energética no Brasil de 2018 até 2030.

MMA (2014): Leilão específico para energia de fonte solar pode ser realizado até 2017. http://www2.mma.gov.br/port/conama/noticias.cfm?cod_noticia=666. Abruf am 10.02.2014

MME (2019): Präsentation ABSOLAR- Geração centralizada fotovoltaica no Brasil (Stand März 2018). http://www.mme.gov.br/documents/1138781/66357670/2018.03.15+ABSOLAR+-+Energia+Solar+Fotovoltaica+-+Ricardo+Barros+-+Vers%C3%A3o+Final.pdf/77b569b6-1941-4af0-867e-38d9ddf12e01. Abruf am 13.05.2019

Nações Unidas (2018): Brasil tem condições de reduzir até 48% das emissões até 2050, de acordo com ONU Meio Ambiente e governo. https://nacoesunidas.org/brasil-tem-condicoes-de-reduzir-ate-48-das-emissoes-ate-2050-de-acordo-com-onu-meio-ambiente-e-governo/. Abruf am 25.05.2019

OCDE (2019): Real GDP forcast. https://data.oecd.org/gdp/real-gdp-forecast.htm#indicator-chart. Abruf am 24.05.2019

OECD (2019) Brasil. https://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/bra/. Abruf am 24.05.2019.

ONS (2019a): Mapas do SIN. http://ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas. Abruf am 26.05.2019.

ONS (2019b): O Sistema em números. http://ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros. Abruf am 26.05.2010

O Tempo: Minas Gerais lidera a geração de energia solar no Brasil. https://www.otempo.com.br/economia/minas-gerais-lidera-a-gera%C3%A7%C3%A3o-de-energia-solar-no-brasil-1.2087796. Abruf am 14.06.2019

Pereira et al. (2006): Atlas Brasileiro de Energia Solar.

Portal do Governo de São Paulo (2019a): Sorocaba e SP assinam acordo para ampliar uso de energia fotovoltaica http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/acordo-energia-fotovoltaica/. Abruf am 08.05.2019

Portal do Governo de Sao Paulo (2019b): Em SP, pontos de ônibus metropolitanos captam energia solar. http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/em-sp-pontos-de-onibus-metropolitanos-captam-energia-solar/.

Portal do Governo de São Paulo (2019c): SP facilita financiamento de projetos de geração de energia solar. http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/sp-facilita-financiamento-de-projetos-de-geracao-de-energia-solar/. Abruf am 12.06.2018

Portal Solar (2019a): Energia solar no tratamento de esgoto é implantada em Mogi Mirim. https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/energia-solar-no-tratamento-de-esgoto-e-implantada-em-mogi-mirim.html. Abruf am 02.05.2019

Portal Solar (2019b): Novos imóveis de São José do Rio Preto apostam em sustentabilidade para reduzir gastos com água e energia elétrica. https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/novos-imoveis-de-sao-jose-do-rio-preto-apostam-em-sustentabilidade-para-reduzir-gastos-com-agua-e-energia-eletrica.html. Abruf am 02.05.2019

Portal Solar (2019c): MRV pretende investir R$ 50 milhões em empreendimentos com energia solar este ano. https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/mrv-pretende-investir-r-50-milhoes-em-empreendimentos-com-energia-solar-este-ano.html. Abruf am 02.05.2018

Portal Solar (2019d): Projeto de Lei em São Caetano do Sul terá incentivos para o desenvolvimento da energia solar. https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/projeto-de-lei-em-sao-caetano-do-sul-tera-incentivos-para-o-desenvolvimento-da-energia-solar.html. Abruf am 08.05.2019

Programa Indústria Solar: Programa Indústria Solar https://www.programaindustriasolar.com.br/. Abruf am 13.06.2019

PSB 40: Pernambuco promove primeiro leilão de energia solar do País. http://www.psb40.org.br/noticias/pernambuco-promove-primeiro-leilao-de-energia-solar-do-pais/. Abruf am 25.05.2019

Raiffeisen Bank: Zins- & Währungsabsicherung mit Raiffeisen https://www.raiffeisen.at/de/firmenkunden/auslandsgeschaeft/waehrungsmanagement.html. Abruf am 23.05.2015

REN21: Renewables 2018 Global Status Report. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_-1.pdf. Abruf am 27.05.2019

Sauaia, R. L. (2013): Micro- e Minigeração, O que falta para o mercado decolar? In GTD 57. Ausgabe, September 2013.

SEBRAE: Cadeia de Valor da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. http://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/estudo%20energia%20fotovoltáica%20-%20baixa.pdf. Abruf am 23.05.2019

Sefaz: CONVÊNIO ICMS 101/97

SENAI: http://www.sp.senai.br/. Abruf am 24.05.2019

Senado (2009): Plano Nacional sobre a Mudança do Clima. http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20PIEE%20pdf.pdf. Abruf am 19.10.2015.

SolarPayback (2018): Energia Termossolar para a Indústria – Brasil.

SONDA: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006)

Solar Energy Forum: EDP inicia projeto P&D com filme fotovoltaico orgânico. http://www2.ctee.com.br/brasilsolarpower/2016/zpublisher/materia/?url=edp-inicia-projeto-p-d-com-filme-fotovoltaico-organico-20190308. Abruf am 23.05.2019

Statista: Brasilien: Handelsbilanzsaldo von 2008 bis 2018 (in Milliarden US-Dollar). https://de.statista.com/statistik/daten/studie/15636/umfrage/handelsbilanz-von-brasilien/. Abruf am 03.05.2019

UOL: País começa a armazenar energia solar em larga escala com 10 anos de atraso. https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/03/06/brasil-armazena-energia-larga-escala-dez-anos-atraso.htm. Abruf am 23.05.2019

Valor Econômico (2019a): Análise de dados é atual desafio de smart grid. https://www.valor.com.br/empresas/5785475/analise-de-dados-e-atual-desafio-de-smart-grid. Abruf am: 28.05.2019

Valor Econômico (2019b): S&P reafirma rating BB- do Brasil, com perspectiva estável. https://www.valor.com.br/financas/6109083/sp-reafirma-rating-bb-do-brasil-com-perspectiva-estavel. Abruf am 23.05.2019

Valor Econômico (2019c): Estudos apontam que até 900 mil pessoas deixaram classes A e B. https://www.valor.com.br/brasil/5515501/estudos-apontam-que-ate-900-mil-pessoas-deixaram-classes-e-b. Abruf am 28.05.2019

VDMA: International Technology Roadmap for Photovoltaics (ITRPV 2019)

Weltkarte (2016): Landkarte Brasilien (Topographische Karte). https://www.weltkarte.com/suedamerika/brasilien/topographie.htm, Abruf am 16.01.2016.