



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Erschließung von zusätzlichen THG-Einsparpotentialen in Brasilien durch systematische Integration von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz

Auftraggeber

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Projekt-Nr.: 12.2478.1-001.00

Wuppertal Institut:

Dr. Claus Barthel

Prof. Dr. Manfred Fishedick

Dr. Dagmar Kiyar

Lena Tholen

COPPE:

Dr. Susanne Hoffmann

Wuppertal, 22.04.2015

Broschüre

HERAUSFORDERUNGEN IM BRASILIANISCHEN STROMMARKT

„Brasiliens Treibhausgasemissionen sind seit 2000 insgesamt gesunken“. Diese Meldung aus dem Jahr 2014 deutet auf eine positive Entwicklung in Brasilien hin. Die Reduktion ist allerdings hauptsächlich einer drastischen Senkung der Emissionen im Bereich der Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft zu verdanken.

Betrachtet man die Zahlen jedoch genauer, sticht ein Wert besonders heraus: **Die energierelevanten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) sind zwischen den Jahren 2000 und 2012 nicht gesunken, sondern von 298 Mt CO₂eq auf 446 Mt CO₂eq angestiegen.**

Grund dafür ist die steigende Nachfrage nach Energie gepaart unter anderen mit einer Veränderung des Energiemixes bei der Stromerzeugung hin zu dem Einsatz von mehr fossilen Energieträgern. Neben einem starken Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum ist die fortschreitende Elektrifizierung ländlicher Gegenden ein weiterer Faktor für die steigende Nachfrage nach Strom. Die Nachfrage nach Energie, vor allem aber auch Strom wird sich in den nächsten Jahrzehnten voraussichtlich weiter deutlich erhöhen und bis 2030 aktuellen Projektionen zufolge fast verdoppeln. Insbesondere die mit der Stromerzeugung verbundenen THG-Emissionen werden durch den verstärkten Ausbau von fossil betriebenen Kraftwerken ab dem Jahr 2030 massiv ansteigen (vgl. Abb.1), wenn es keinem Umsteuern der jetzigen Entwicklung kommt.

Vor diesem Hintergrund ist es notwendig, die Ursachen für das Anwachsen von Energiebedarf, Stromnachfrage sowie korrespondierenden THG-Emissionen besser zu verstehen und frühzeitig umzusteuern!

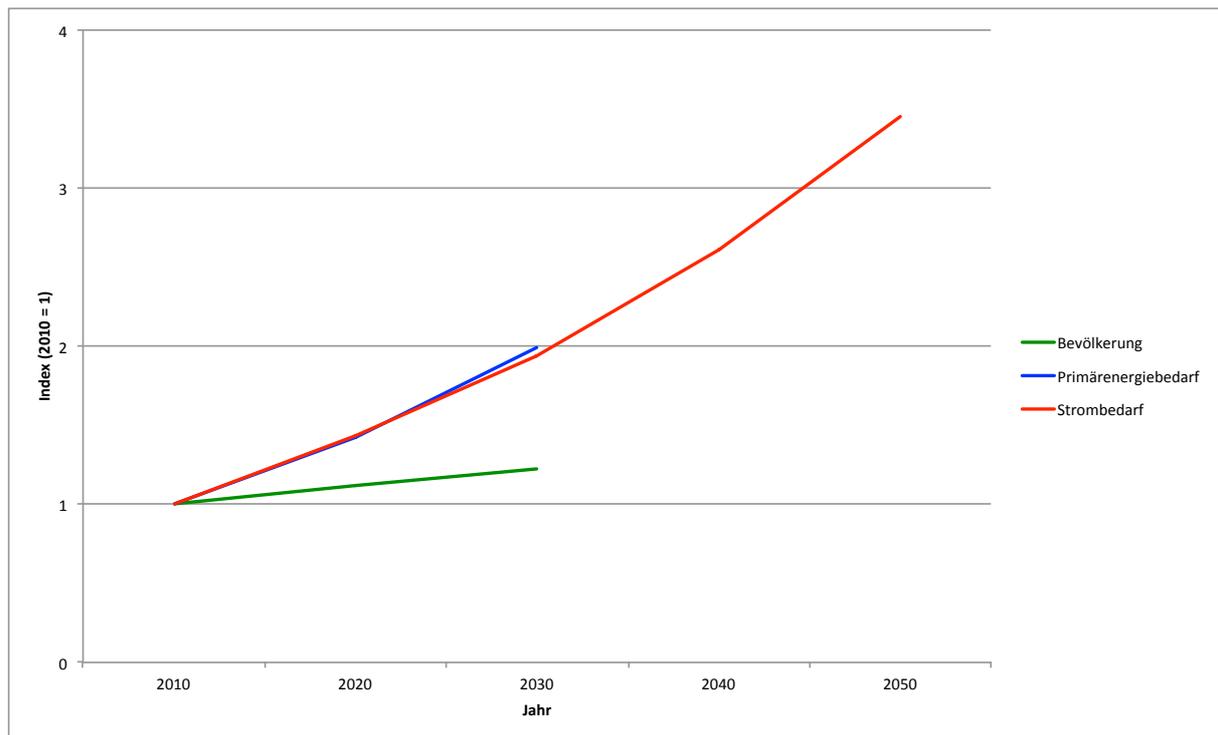


Abbildung 1: Indexdarstellung der Entwicklung der Bevölkerung, der Primärenergienachfrage, des Strombedarfs und der damit verbundenen prognostizierten THG-Emissionen bis 2050
Quellen: Nogueira et.al. 2014, Obergassel et.al. 2014

Dabei gibt es hinsichtlich einer klimaverträglichen Deckung der Nachfrage nach Strom gute Ausgangsbedingungen. **Brasilien ist das Land mit den größten Kapazitäten an Wasserkraft weltweit.** Über 70% der im Land installierten Stromerzeugungskapazität entfällt heute auf Wasserkraftwerke.

Deren Ausbaupotential ist mittlerweile jedoch weitgehend erschöpft, so dass mit dem aktuellen von Wasserkraft geprägten Energiemix der Stromerzeugung die Nachfrage in Zukunft nicht mehr vollständig gedeckt werden kann. Problematisch für die Wasserkraft erweisen sich zudem wiederkehrende Dürrephasen, die regelmäßig zu Stromknappheit führen. Brasilien verfügt aber auch über sehr große Windenergie- und Solarenergiepotentiale, die bisher nur ansatzweise erschlossen worden sind. Nicht zuletzt ergeben sich gute Möglichkeiten zur Begrenzung der THG-Emissionen auch durch eine konsequente Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Energiebereitstellung ebenso wie bei der Anwendung von Energien im Bereich der Industrie, des Verkehrs und der privaten Haushalte.

BRASILIEN HAT DIE WAHL

Bislang liefert die Wasserkraft den größten Anteil des in Brasilien eingesetzten Stroms. Ihr Anteil ist allerdings trotz steigendem absoluten Beitrag insgesamt von 83% in 2004 auf 63% in 2013 gesunken. Ihr Rückgang lässt sich auf einen verstärkten Einsatz von Erdgas, aber auch von Biomasse und Wind zurückführen. Aus Gaskraftwerken kommen derzeit 11% des Stroms, 8% aus Biomasse, 6% aus Ölkraftwerken und jeweils 2% werden von Kohle-, Wind- und Atomkraftwerken bereitgestellt. Solarenergie spielt in Brasilien bisher noch keine große Rolle.

Brasilien hat jetzt die Wahl, sich zu entscheiden: Das Land kann im Bereich der Stromerzeugung den in den letzten Jahren eingeschlagenen Weg weiter gehen und auf die forcierte Nutzung von fossilen Energieträgern setzen mit einem moderaten begleitenden Ausbau erneuerbarer Energien ODER einen alternativen Weg gehen. Dieser besteht aus einer dauerhaft nachhaltigen Strategie mit einer systematischen und konsequenten Integration von erneuerbaren Energien und einer Erhöhung der Energieeffizienz, die Brasilien unabhängiger macht von fossilen Energieträgern und deren volatilen Preisen und zudem klimaverträglich ist und Beschäftigungsimpulse setzt.

Aktuell verfolgt Brasilien einen „expansiv-fossilen Pfad“. Der Ausbau der erneuerbaren Energien läuft angesichts der grundsätzlich sehr hohen Potentiale nur langsam an. Auch die Steigerung der Energieeffizienz wird in Brasilien bislang kaum berücksichtigt. Es werden zwar große Kraftwerke energieeffizient umgebaut, und in Teilssektoren, z.B. bei dem Einsatz effizienter Kühlschränke konnte Brasilien in der Vergangenheit große Erfolge feiern. Das Land hat allerdings keine systematische Strategie, wie Energieeffizienz als Teil der Energiepolitik integriert werden soll. Bei einer Fortsetzung des aktuellen Entwicklungspfad wird aller Voraussicht nach vor allem Kohle einen zunehmend merklichen Anteil dazu beitragen, um den steigenden Strombedarf zu decken. Dies ist jedoch mit einer starken Steigerung der THG-Emissionen verbunden, je nach Ausgestaltung des Strommixes mit einer Steigerung um einen Faktor von bis zu 10.

Geht Brasilien jedoch einen alternativen Weg, der sich auf erneuerbare Energien und auf eine Erhöhung der Energieeffizienz konzentriert, könnten die mit der Stromerzeugung verbundenen THG-Emissionen nicht nur gesenkt, sondern bei einer konsequenten Umsetzung perspektivisch sogar auf nahezu Null reduziert werden!

Abbildung 2 stellt die beiden Entwicklungspfade vergleichend gegenüber und skizziert gleichsam im Sinne von Grenzbetrachtungen die Gestaltungsmöglichkeiten Brasiliens. Für den expansiv-fossilen Pfad wird angenommen, dass sich die Stromnachfrage bis zum Jahr 2050 um etwa einen Faktor drei erhöhen wird, während im Rahmen des alternativen Weges der Anstieg der Stromnachfrage durch die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen deutlich verringert werden kann.

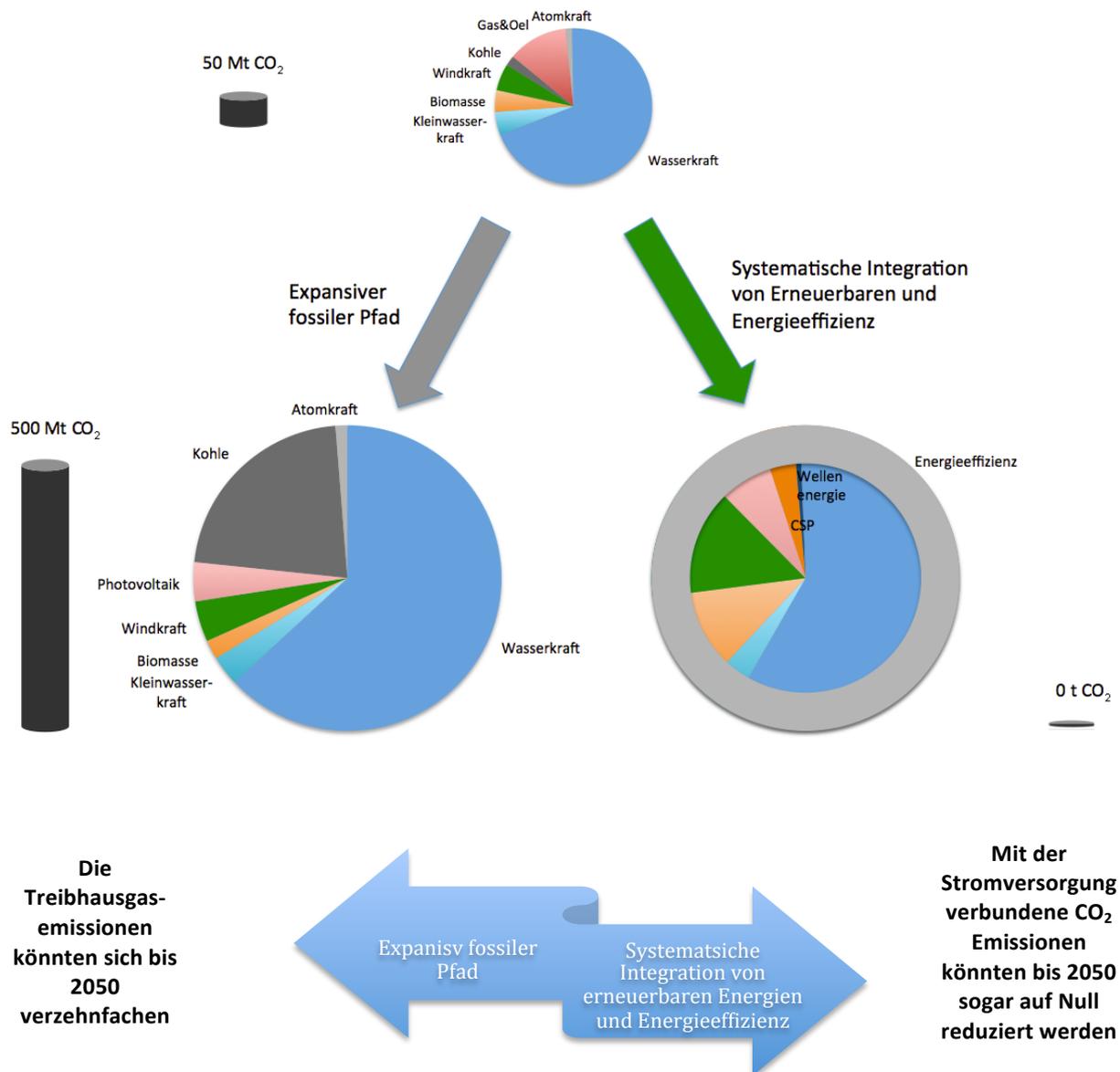


Abbildung 2: Darstellung möglicher Entwicklungspfade der Stromerzeugung in Brasilien von 2015 bis 2050. Die Größe der Kreise stellt jeweils den prognostizierten Strombedarf dar (2015: 570 TWh, 2050: 1620 TWh)

Quelle: Eigene Abbildung nach Nogueira et.al. 2014 und AHK 2012

Die Potentiale zur systematischen Integration von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz sind enorm!

Ausbaumöglichkeiten erneuerbarer Energien liegen vor allem im Bereich **Windenergie** (On- und Offshore), **Solarenergie** (PV und CSP), **Biomassenutzung** (insbesondere Bagasse), jedoch nur noch zu einem geringeren Anteil in dem Ausbau der **Wasserkraft**. Bislang beträgt die installierte Stromerzeugungskapazität in Brasilien 135 GW. Diese wird sich voraussichtlich bis zum Jahr 2050 auf 240 GW erhöhen müssen, um die steigende Stromnachfrage abdecken zu können. Alleine der Windkraft wird ein Potential von bis zu 800 GW zugeschrieben (vgl. Tabelle 1). Die Potentiale der erneuerbaren Energien reichen also theoretisch mehrfach aus, um die Bevölkerung in 2050 zu 100 % mit Strom aus erneuerbaren Energien zu versorgen!

Tabelle 1: Ausbaupotenziale der Erneuerbaren Energien nach Energieträgern

Erneuerbaren Energie	Ausbaupotenzial
Windkraft Onshore	300 GW
Windkraft Offshore	250 – 500 GW (50 – 100 km Entfernung zur Küste)
Photovoltaik	360 GW
Solarthermische Kraftwerke (CSP ¹)	350 GW
Kleinwasserkraft	15 GW
Biomasse aus Landwirtschaft	30 GW

Der Ausbau der erneuerbaren Energien steht in Brasilien noch am Anfang. Andere Länder haben gezeigt, dass ein schneller Zuwachs sowohl bei Windkraftanlagen als auch im Bereich Biomasse und Photovoltaik möglich ist (vgl. Abbildung 3). Im Bereich der Wasserkraft steht Brasilien weltweit sehr gut da und bei der Nutzung der Windkraft und der Bioenergie ist Brasilien auf einem guten Weg. Hier ist es nun entscheidend, den eingeschlagenen Weg konsequent weiter zu verfolgen und die Ausbaudynamik auf andere erneuerbare Energieerzeugungsarten wie Photovoltaik und solarthermische Kraftwerke auszuweiten und die Forschung von neuen Technologien, wie Wellenenergie, weiter zu forcieren. Für die Minderung der Treibhausgasemissionen interessant erscheint unabhängig vom Bereich der Stromerzeugung auch die Anwendung solarthermischer Prozesse für die Bereitstellung von Wärme im mittleren Temperaturbereich für die Industrie.

Gerade die Entwicklungserfolge der letzten Jahre hinsichtlich der verstärkten Nutzung der Windenergie in Brasilien machen Mut für die Zukunft. Hier gilt es anzuknüpfen und die gemachten Erfahrungen zu nutzen und auf andere Bereiche zu übertragen. Eine der zentralen Herausforderungen besteht dabei in der Wahl der richtigen Standorte, die eine optimale Systemintegration der verschiedenen Technologien ermöglicht und hohe Infrastrukturaufwendungen sowie damit verbundene Netzverluste vermeiden hilft. So umgesetzt können die erneuerbaren Energien im Rahmen des alternativen Entwicklungspfad es einen großen Beitrag leisten, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

¹ CSP= Concentrated Solar Power Plant

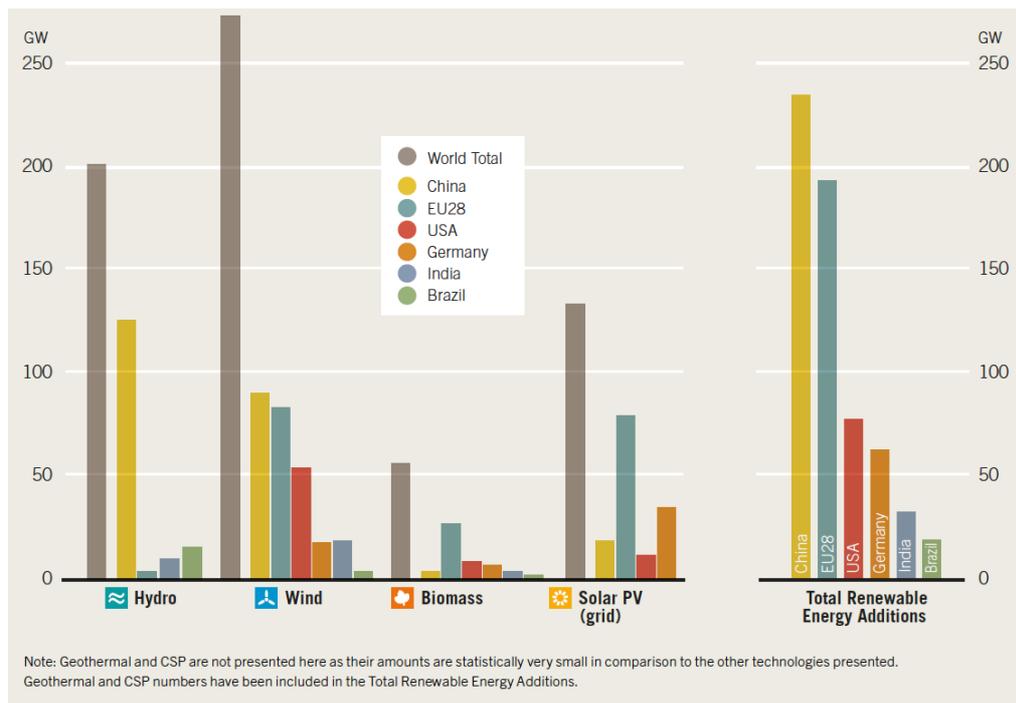


Abbildung 3: Zubau an Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien in verschiedenen Weltregionen zwischen 2004 und 2013, Quelle: REN 21 (2014)

In Brasilien existieren hohe Effizienzpotenziale

Jenseits des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien sind in Brasilien die Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz bisher nur zum Teil ausgeschöpft und werden aktiv gefördert. Auch hier ist das Potential aber enorm. Bereits einfache Maßnahmen, wie z.B. der Austausch von Ventilations- und Lüftungssystemen oder die effiziente Gestaltung von Luftkompressoren und Kühlsystemen können zu großen Einsparungen an Strom führen. **Energieeffizienz kann damit die Stromnachfrage reduzieren und den Umbau des Energiesystems entlang des alternativen Pfades unterstützen, da nicht so viele neue Kraftwerke gebaut werden müssten und geringere Infrastrukturherausforderungen (z.B. Netzausbau) entstehen. Eine starke Integration von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz ist damit ein entscheidender Faktor zum Klimaschutz.**

Abbildung 4 zeigt für verschiedene Länder und aufgeteilt nach Sektoren inwieweit das Energieeffizienzpotential durch aktive Fördermaßnahmen adressiert wird. Werden in Ländern mit ähnlichen Voraussetzungen wie Brasilien bereits 50-60% des Potentials adressiert, so bleibt Brasilien mit rund 30% bisher noch deutlich hinter seinen Möglichkeiten zurück. Bislang werden neben übergeordneten Maßnahmen auf nationaler Ebene insbesondere bei Gebäuden und im Verkehr Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt und befördert. Jedoch sind noch 70% des Potentials nicht ausgeschöpft und ganze Bereiche (insbesondere Industrie) gänzlich unterbelichtet. Aber auch im Gebäudesektor werden ehrgeizige Vorschriften/Regularien (z.B. Standards respektive Vorgaben für die Isolierung oder eine Doppelverglasung) bisher vermisst. Hierdurch entstehen verpasste Chancen, da die Möglichkeiten groß sind, Energieeffizienz gezielt zu fördern und somit den Energieverbrauch zu reduzieren.

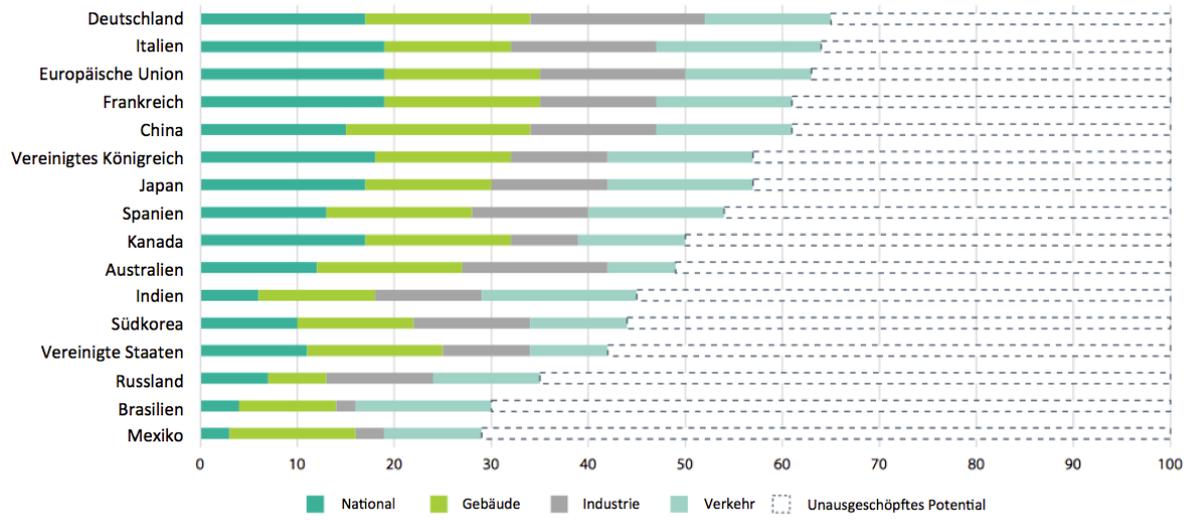


Abbildung 4: Internationaler Vergleich von identifizierten Effizienzpotenzialen, Quelle: CEBDS 2014

DIE EINFÜHRUNG VON ERNEUERBAREN ENERGIEN UND ENERGIEEFFIZIENZ IST KEIN SELBSTLÄUFER

Begünstigt durch Brasiliens Lage und geografische Faktoren (u.a. fünftgrößtes Land der Erde, über 7000 km Küste) bestehen große Potentiale zum Ausbau von Windenergie und Wasserkraft, aber auch für Biomasse und Solarenergie. **Der Ausbau von erneuerbaren Energien und die Förderung der Energieeffizienz passieren jedoch nicht von alleine.** Es bestehen zahlreiche Hemmnisse, die dieser Entwicklung entgegenwirken. Diese lassen sich grob in vier Kategorien fassen:

- *Ökonomische Hemmnisse:* z.B. hohe Anfangsinvestitionen für die Installation von Wind-, Solarenergie- und Biomassekraftwerken
- *Institutionelle/Politische Hemmnisse:* z.B. fehlende Kontinuität des Förderrahmens und zum Teil geringe Bemühungen, bestehende Gesetze einzuhalten (fehlende adäquate Marktüberwachung), fehlende hinreichend lukrative Anreizprogramme; Fehlende nationale Anbieter (inkl. Engpässe und Qualifizierungsdefizite beim installierenden Handwerk) und Abschottung des Marktes durch Vorgaben von lokalen Produktionsanteilen (local content) sowie weitergehende Einfuhrhemmnisse führen zu erhöhten Kosten von klimaverträglichen Produkten
- *Technische Hemmnisse und Infrastrukturanforderungen:* z.B. Ausbaumöglichkeiten von Windkraftwerken weit von Lastzentren entfernt
- *Informationshemmnisse/Verhalten:* Fehlen von umfassenden Beratungsangeboten für private Verbraucher und Trainingsangeboten für Dienstleister

Diese und weitere Hemmnisse sind dafür verantwortlich, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien sowie die Ausschöpfung der Energieeffizienzpotentiale in Brasilien noch sehr langsam verläuft. Hemmnisse müssen daher überwunden und bestehende Zweifel sukzessive abgebaut werden.

Dabei ist das keine Situation, die allein charakteristisch für Brasilien ist, sondern auf viele Länder zutrifft. Die Transformation des Energiesystems respektive die Weiterentwicklung der bestehenden Strukturen ist überall mit weitreichenden Herausforderungen verbunden. Dies gilt für die richtige Technologiewahl auf der Angebotsseite ebenso wie auf der Nachfrageseite (d.h. den Energieanwendungen in den Verbrauchssektoren Industrie, Transport und private Verbraucher), eine entsprechende Ausgestaltung der Infrastrukturen (z.B. Stromnetze), eine adäquate Organisation der Energie- und Strommärkte sowie die Akzeptanz innerhalb der Gesellschaft für den eingeschlagenen Weg.

Der Aufbau eines nachhaltigen Energiesystems läuft für gewöhnlich in mehreren Phasen ab. Deutschland befindet sich (folgt man einem einfachen Transformationsmodell) gerade im Übergang von der ersten zur zweiten Phase (vgl. Abbildung 5). Brasilien durchlebt derzeit die erste Phase und ist dabei, den dynamischen Ausbau an erneuerbaren Energien vorzubereiten. Während Brasilien im Bereich der Wasserkraft traditionell stark positioniert ist, zeigen sich jüngst sehr positive Entwicklungen im Bereich der Windenergie. **Aufgrund der guten Ausgangsbedingungen hat Brasilien grundsätzlich das Potential, diese Phase schneller zu durchlaufen als andere Länder und die Phasenübergänge mit höherer Dynamik zu gestalten. Dies gilt erst recht dann, wenn die Erfahrungen anderer Ländern und als einer der zentralen Vorreiter Deutschlands konsequent genutzt werden und der Austausch untereinander genutzt wird.** Folglich heißt es, den Ausbau systematisch weiter voranzubringen und auch verstärkt auf die Nutzungsmöglichkeiten anderer

erneuerbarer Energieformen zuzugehen. Die Verbindung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienzmaßnahmen und die Systemintegration sind für Brasilien nun die entscheidenden Aufgaben.

Exkurs: Phasen des Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland

Der Ausbau der erneuerbaren Energien verläuft üblicherweise in verschiedenen Phasen. Die **erste Phase** ist typischerweise **geprägt durch die Bewusstseinsbildung, die Entwicklung und Markteinführung neuer Technologien sowie den Aufbau neuer Strukturen**. In Bezug auf die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hat Deutschland diese Phase mit Marktanteilen von 25% und mehr hinter sich gelassen (davon entfällt nur rund ein Fünftel auf die Wasserkraft). Die **zweite und vielleicht entscheidende Phase** steht bei Stromerzeugungsanteilen erneuerbarer Energien zwischen 25% und 60% ganz im Zeichen der **Systemintegration** erneuerbarer Energien und der intelligenten technischen wie ökonomischen Organisation des Wechselspiels zwischen den Technologien. Dabei spielen neue flexible Stromanwendungen wie Elektrofahrzeuge und elektrische Wärmepumpen eine ebenso große Rolle wie Lastverlagerungsmöglichkeiten in Industrie und Gewerbe (Demand Side Management). In der **dritten Phase** mit Marktanteilen erneuerbarer Energien zwischen 60 und 100% steht die **(Langzeit-)Speicherung** im Vordergrund, die weitgehende Vervollständigung der europäischen Integration und der Aufbau sektorübergreifender Strukturen. Aufgrund der hohen Volatilität der vornehmlichen Stromerzeugung aus Wind- und Solarkraftwerken entsteht davon sehr häufig eine Situation, in der der Strom nicht direkt genutzt werden kann. Dieser Überschussstrom aus erneuerbaren Energien wird in der dritten Phase umgewandelt in Wasserstoff, synthetisches Erdgas oder Kraftstoffe und kommt vor allem in den Bereichen Verkehr und Industrie als Endenergieträger zum Einsatz, also dort wo die direkten Einsatzmöglichkeiten von Strom begrenzt sind. In der **vierten Phase** kommt es zu einer **fortgesetzten Verdrängung fossiler Energieträger aus den Endenergiesektoren**. Strom aus erneuerbaren Energien und seine Umwandlungsprodukte stellen dann den zentralen Baustein für die Dekarbonisierung des gesamten Energiesystems.

Da die Phasen von länderspezifischen Gegebenheiten abhängen, ist der skizzierte Transformationsprozess (vgl. Abbildung 5) nur in Teilen direkt auf Brasilien übertragbar. Das deutsche Beispiel zeigt jedoch illustrativ, dass der Ausbau erneuerbarer Energien kein Selbstläufer ist und gerade in Bezug auf die Gestaltung der Phasenübergänge systematisch unterstützt werden muss.

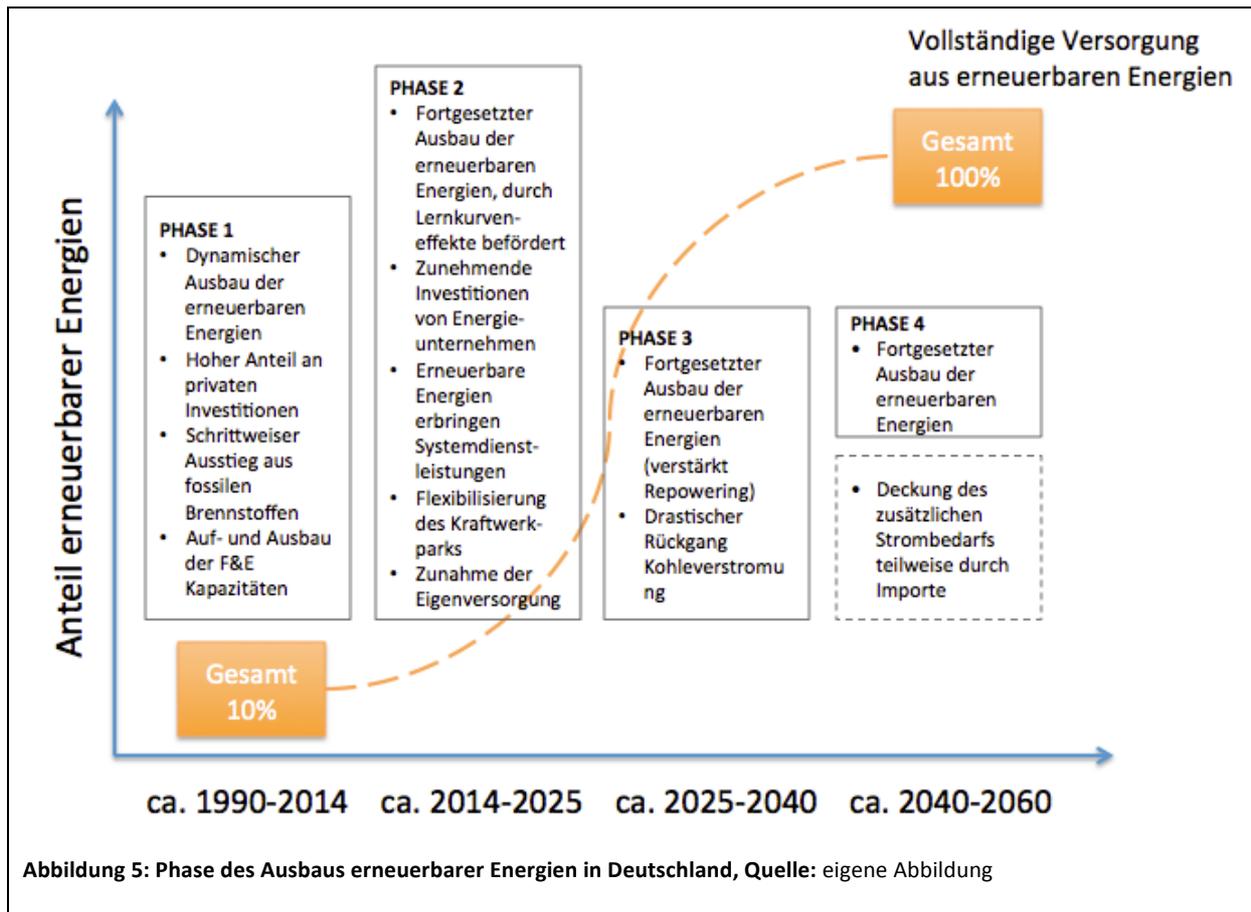


Abbildung 5: Phase des Ausbaus erneuerbarer Energien in Deutschland, Quelle: eigene Abbildung

Wichtige Schritte sind, die gerade jetzt für Brasilien relevant sind:

Systemintegration aktiv gestalten - Netze müssen gut ausgebaut sein

- Netze müssen so gebaut werden, dass Strom mit einem hohen Gewährleistungsniveau zu den Abnehmern gelangt. Daher müssen Fragen der Netzinfrastruktur von Anfang an mitgedacht werden, gerade wenn große Kraftwerke in weniger besiedelten Gegenden gebaut werden. Es muss garantiert werden, dass Netze so ausgebaut werden, dass Verbraucher möglichst störungsfrei Strom beziehen können. Dabei ist zu empfehlen besonders darauf zu achten, wo erneuerbare Energien verbrauchernah (dezentral) ausgebaut werden können, um den Infrastrukturaufwand und Netzverluste gering zu halten.

Kraftwerke sollten dort gebaut werden, wo die größten Abnehmer sind

- Die Netze könnten entlastet werden, wenn die Kraftwerke dort gebaut werden, wo die größten Abnehmer sind. Diese sind neben den küstennahen Städten auch die großen Städte im Landesinneren. Hier bieten sich vielfältige Potentiale, gerade im Bereich Windkraft und Solarenergie (einige Städte befinden sich in Gegenden mit besonders hoher Einstrahlung).

Speicher können für den Ausgleich von erneuerbaren fluktuierenden Quellen sorgen

- Durch die Wasserkraftwerke verfügt Brasilien über eine sehr gute Möglichkeit, Strom zu speichern und Schwankungen der fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen auszugleichen. Die Kombination aus Windkraft und durch Staudämme regelfähige Wasserkraft ergänzt sich ideal. Erneuerbare Energien tragen auf diese Weise dazu bei, die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Erneuerbare Energien müssen mit Effizienzmaßnahmen intelligent kombiniert werden

- Durch eine intelligente und systematische Integration von Energieeffizienzmaßnahmen mit dem Ausbau erneuerbarer Energien könnte Brasilien nicht nur Energie (und in der Regel auch Kosten) einsparen, sondern auch den Ausbaubedarf von Kraftwerken verringern. Auch die Versorgungssicherheit kann damit verbessert werden.

Demand Side Management

- Um die Kraftwerke und Netze für die Gewährleistung einer hinreichenden Versorgungssicherheit zu entlasten, können neben Speichern vor allem auch Demand-Side-Management Programme für Abhilfe sorgen. Bei Engpässen in der Stromerzeugung oder bei Störungen im Netzbetrieb kann die Nachfrage nach Strom für einen bestimmten Zeitraum zielgerichtet verringert werden, wenn elektrische Geräte und Anlagen kontrolliert abgeschaltet werden oder elektrische Verbraucher industrieller Produktionsprozesse zeitweise vom Netz genommen werden. Gerade bei einer verstärkten fluktuierenden Stromerzeugung von erneuerbaren Energien, wie Wind und Sonne, bekommen Demand-Side-Management Aktivitäten eine immer größere Bedeutung da große Schwankungen im Netzbetrieb tendenziell deutlich zunehmen werden.

Nutzt man die skizzierten Optionen in konsequenter Weise entstehen hierdurch **virtuelle Kraftwerke**, also eine intelligente Verbindung von verschiedensten Erzeugungstechnologien und Nachfragesteuerung. Nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Zusammenspiel der verschiedenen Elemente für eine erfolgreiche systematische Integration von erneuerbaren Energien und

Energieeffizienz beispielhaft. Virtuelle Kraftwerke bündeln dezentrale Stromerzeuger. Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien helfen diese Anlagen genauso flexibel betreiben zu können wie herkömmliche Großkraftwerke (z.B. Gas- oder Kohlekraftwerke). Im Zuge der Umsetzung der Energiewende in Deutschland sind an verschiedenen Stellen mittlerweile derartige virtuelle Kraftwerke entstanden (z.B. bei der RWE AG, den Stadtwerken Mainz und Unna, den unabhängigen Stromanbieter Lichtblick) und der durch sie erzeugte Strom vermarktet (u.a. auf dem Regelenergiemarkt).

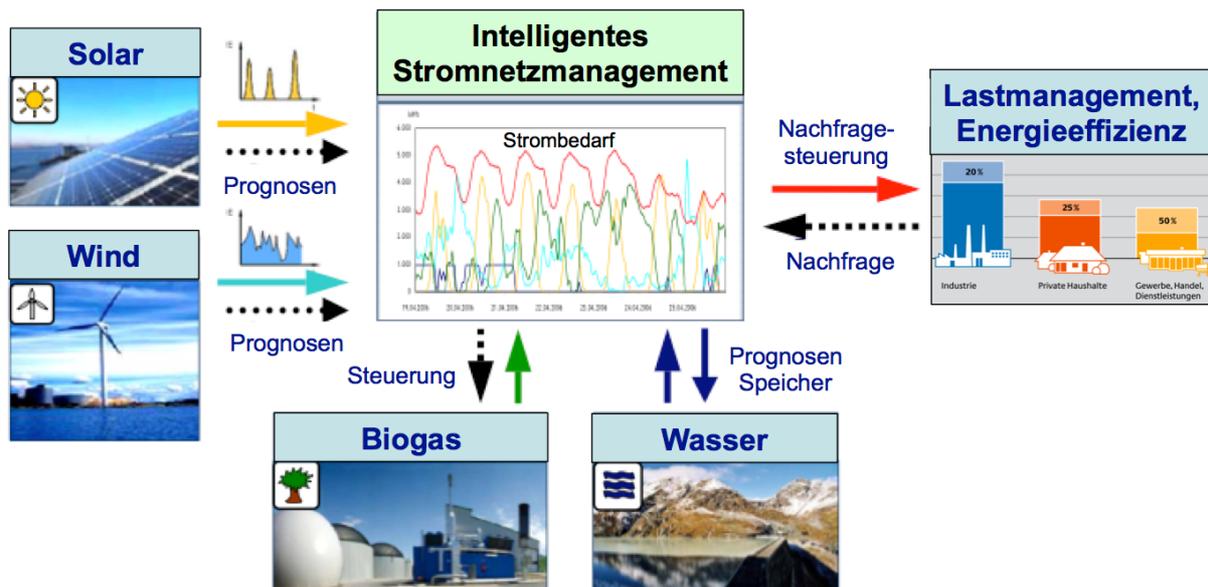


Abbildung 6: Virtuelles Kraftwerk als intelligente Kombination von dezentrale Stromerzeugungstechnologien, Speichern und Maßnahmen der Nachfragesteuerung, Quelle: eigene Abbildung

Aufgrund der gemachten Erfahrungen kann Deutschland hinsichtlich der systematischen Integration von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz sein spezifisches Know-how einbringen und helfen, dass Brasilien die richtigen Weichenstellungen erfolgen. Daher ist es entscheidend, dass Deutschland und Brasilien zusammenarbeiten. Dabei profitiert nicht nur Brasilien von einer verstärkten Zusammenarbeit. Auch Deutschland erzielt direkt und indirekt durch die Entstehung von Märkten für seine hochentwickelte Umwelttechnologie Vorteile. Dafür ist entscheidend, Brasilien bei der Weiterentwicklung des Energie- und insbesondere des Stromsystems zu begleiten, mitzuhelfen bestehende Hemmnisse zu überwinden, Erfahrungen auszutauschen und somit Brasiliens Potentiale zu realisieren. Zugleich kann hierdurch ein bedeutender Beitrag dazu geleistet werden, den globalen Klimawandel aufzuhalten oder zumindest einzudämmen.

JETZT IST DIE ZEIT ZUM HANDELN

Brasilien hat jetzt die Möglichkeit, Weichen für die Zukunft zu stellen, die den THG-Ausstoß entscheidend verringern und verhindern, dass es über einen expansiv-fossilen Entwicklungspfad zu einem massiven Anstieg kommt. Das Zeitfenster ist dabei ideal, um die relevanten Entscheidungsträger dabei zu unterstützen, eine Entwicklung Richtung Klimaschutz und nachhaltiger Entwicklung zu forcieren.

Das Potential ist enorm, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Zeitgleich ist der Ausbau erneuerbarer Energien und die Steigerung der Energieeffizienz mit einem hohen Zusatznutzen verbunden. Dies zeigt sich auch praktisch an den in Brasilien gemachten Erfahrungen.

Erneuerbare Energien sind schon jetzt wirtschaftlich

- Wie die Ergebnisse der neuesten Stromauktionen in Brasilien zeigen, liegt der Preis für Strom aus erneuerbaren Energien schon jetzt in der gleichen Größenordnung wie bei neuen Kraftwerken konventioneller Energieträger. Die Durchschnittspreise einiger erneuerbarer Stromerzeugungstechnologien sind bereits zu den fossilen Kraftwerken konkurrenzfähig. Das ist umso erstaunlicher, als die Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung in Brasilien noch vergleichsweise am Anfang steht. Für die Zukunft kann man durch die Ausschöpfung von Erfahrungswerten und Kostendegressionseffekten also noch eine wesentlich bessere Konkurrenzfähigkeit erwarten.

Die Förderung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz schafft Arbeitsplätze und verringert die Krisenanfälligkeit

- Regionale Wirtschaftsstrukturen werden durch den Ausbau erneuerbarer Energien gestärkt und die Krisenanfälligkeit (z.B. bei Wasserknappheit) verringert. Es entstehen vielfältige Beschäftigungsimpulse aus denen sich neue Arbeitsplätze entwickeln können. So können sowohl bei der Planung, Herstellung, Inbetriebnahme und Kontrolle zahlreiche Arbeitsplätze geschaffen werden. In Brasilien wurden allein durch den Ausbau von Windkraftanlagen bereits 32,000 Arbeitsplätze geschaffen (für Deutschland wird die Zahl der im Bereich erneuerbare Energien arbeitenden Menschen auf 380.000 geschätzt).
- Auch die Steigerung der Energieeffizienz bietet neben der Reduzierung der Treibhausgasemissionen zahlreiche weitere Vorteile. Energieeffizienz kann neue Technologiemarkte erschließen und durch mit ihr verbundene Energiekostensenkungen Wettbewerbsvorteile für Industrie und Gewerbe schaffen. Schätzungen zufolge könnten bei konsequenter Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen die Energiekosten um ca. R\$ drei Milliarden in allen Sektoren der brasilianischen Wirtschaft gesenkt und der Energieverbrauch um 38% reduziert werden. Darüber hinaus würden um die 8000 Arbeitsplätze mit Energieeffizienzmaßnahmen geschaffen (AHK 2012).
- Durch die geringere Nachfrage nach konventioneller Energie wird die Importabhängigkeit reduziert und die Versorgungssicherheit verbessert. Darüber hinaus kann lokal ein Beitrag zur Reduktion des Schadstoffausstoß geleistet werden, die Luftqualität erhöht und dadurch ein Beitrag zur Steigerung der Lebensqualität geleistet werden.

Dies sind nur einige Beispiele von verschiedenen positiven Nebeneffekten, die mit dem Ausbau erneuerbarer Energien und die Erhöhung der Energieeffizienz verbunden sind. Eine umfassendere Übersicht gibt nachfolgende Abbildung.



Abbildung 7: Vorteile von einer systematischen Integration von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz
Quelle: Eigene Abbildung nach IEA (2014)

BRASILIEN KANN WICHTIGE IMPULSE LEISTEN, UM DIE KLIMAZIELE AUF GLOBALER EBENE ZU ERREICHEN

Der Ausbau erneuerbarer Energien und die Ausschöpfung der Energieeffizienzpotentiale sind weltweit die strategischen Hebel für Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung und sind in der Regel mit einem signifikanten Zusatznutzen bspw. durch verbesserte Luftqualität in Städten oder Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte verbunden.

Wie Brasilien die sich daraus ergebenden energiepolitischen Herausforderungen angeht, wird nicht nur Folgen für die brasilianische Wirtschaft, sondern für viele andere Länder haben. Länder mit ähnlichen Rahmenbedingungen, gerade in Bezug auf den immer stärker wachsenden Energieverbrauch, könnten Brasilien als Vorbild nutzen, um ähnliche Wege einzuschlagen. Gerade die Überwindung von zentralen Hemmnissen, wie technologischen Hemmnissen, Infrastrukturherausforderungen, gesellschaftlichen Hemmnissen und Herausforderungen eines konsistenten Politikansatzes könnten eine Lernfunktion für andere Länder haben.

Wenn Brasilien es schafft, dem Klimawandel etwas entgegenzusetzen und auf erneuerbare Energien und Energieeffizienz zu setzen, dann können andere Länder mit ähnlichen Bedingungen davon lernen und ähnliche Wege einschlagen.

Mit den bereits durchgeführten Programmen kann Brasilien auf Erfahrungen aufbauen. Brasilien kann als gutes Beispiel voranschreiten wenn es zukünftig keinem expansiv-fossilen Pfad folgt, sondern konsequent einen alternativen Entwicklungspfad einschlägt. Andere Länder können so bei ihrem Weg hin zu einer CO₂-neutralen Gesellschaft unterstützt werden. Daher ist es eine Chance für Brasilien, den Weg weiter zu gehen und somit weltweit Anerkennung zu erhalten. Darüber hinaus eröffnen sich Import- und Exportchancen für Umwelttechnologien in/aus andere/n Ländern.

Dies kann umso besser gelingen, wenn Brasilien auf eine Zusammenarbeit mit starken Partnern setzt. Gerade Deutschland kann dabei ein starker Partner Brasiliens sein. Deutschland setzt bei seiner Energiewende auf erneuerbare Energien und Energieeffizienz, sammelt einschlägige Erfahrungen in der Gestaltung eines alternativen, nachhaltigen Energiesystems und kann deshalb Expertise und technologisches Know-how in diese Partnerschaft einbringen.

LITERATUR

Brazilian Business Council for Sustainable Development (CEBDS) (2014): Removing barriers to financing. Energy efficiency in Brazil: Financial and non-financial solutions for market agents

Deutsch-Brasilianische Industrie- und Handelskammer (AHK); TÜV Rheinland; Festo (2012): Das Renováveis à Eficiência Energética. Von den erneuerbaren Energien zur Energieeffizienz

Fischedick, Manfred; Borbonus, Sylvia; Barthel, Claus; Schäfer, Roberto; Hoffmann, Susanne (2014): Analyse der Wirkungshypothesen der deutsch-brasilianischen Zusammenarbeit für nachhaltige Entwicklung (ZnE) im Schwerpunkt Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Auftraggeber: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

International Energy Agency (IEA) (2014): Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency.

International Renewable Energy Agency (2014): Renewable Energy and Jobs. Annual Report 2014

REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2014): 10 years of Renewable Energy Progress. The first decade 2004-2014

Larissa Pinheiro Pupo Nogueira, André Frossard Pereira de Lucena, Régis Rathmann, Pedro Rua Rodriguez Rochedo, Alexandre Szklo, Roberto Schaeffer (2014): Will thermal power plants with CCS play a role in Brazil's future electric power generation?, International Journal of Greenhouse Gas Control 24

Wolfgang Obergassel, Hanna Fekete, Markus Hagemann, Niklas Höhne, Daniel Kandy, Jan Kersting, Marie Lindberg, Florian Mersmann, Hanna Wang-Helmreich, Timon Wehnert (2014): Mitigation Commitments and Fair Effort Sharing in a New Comprehensive Climate Agreement Starting 2020