



zef

Center for  
Development Research  
University of Bonn

# ZEF

## Policy Brief Nr. 25

### Bioökonomie in Entwicklungsländern

von Jan Börner, Arnim Kuhn, Joachim von Braun

#### Das Konzept der Bioökonomie

Bioökonomie umfasst die wissensbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren bereitzustellen. Jedes Land der Welt verfügt somit über eine Bioökonomie, wenngleich die Eigenschaften einzelner Bioökonomien global stark variieren. Moderne Bioökonomiekonzepte streben eine „Biologisierung“ der Wirtschaft mit dem Ziel nachhaltiger Entwicklung an<sup>1</sup>. Insofern gibt es zahlreiche Überschneidungen mit den Wissenschafts- und Nachhaltigkeitsstrategien vieler Länder sowie mit dem Konzept der „Green Economy“.

Zur Bewertung einer Bioökonomie können verschiedene Kriterien herangezogen werden. Dabei ist nicht grundsätzlich

ausschlaggebend, zu welchem Grad eine Volkswirtschaft auf der Produktion oder Nutzung von Biomasse basiert. Ein nachhaltiger bioökonomischer Entwicklungspfad kann beispielsweise auch durch die effizientere Nutzung geringerer Mengen knapper Biomassearten oder die Substitution nicht-nachhaltiger Biomassennutzungsformen durch nicht bio-basierte Alternativen beschritten werden. Alternativ können biologische Prinzipien in verarbeitenden und Dienstleistungssektoren zur Wertschöpfung beitragen, ohne dabei relevanten Einfluss auf Biomasseströme zu nehmen. Ein Beispiel dafür ist die zunehmende Biologisierung der pharmazeutischen Industrie.

In Entwicklungsländern ist die Bioökonomie oft stark von bio-basierten Pri-

<sup>1</sup> BioÖkonomieRat (2016) Empfehlungen für die Weiterentwicklung der „Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“.



märsektoren wie Land- und Forst- bzw. Fischereiwirtschaft geprägt. Meist besteht in diesen Sektoren großes Potenzial, nachhaltiges Wachstum durch Wissens- und Technologietransfer zu fördern. Einige Entwicklungs- und Schwellenländern, wie zum Beispiel China oder Brasilien, nutzen Biomasse als moderne Energie- und Treibstoffquelle in umfangreicherem Maße als viele Industrieländer. Internationale Handelsdynamiken haben in den vergangenen zwei Jahrzehnten dazu geführt, dass Entwicklungsländer zunehmend auch den europäischen Markt für Agrarprodukte bedienen. Diese zunehmende Vernetzung der Bioökonomien von Industrie- und Entwicklungsländern birgt Chancen und Risiken, die in diesem Policy Brief in Form von ausgewählten Beispielen näher erläutert werden.

### Bioökonomien in Entwicklungsländern

Historisch betrachtet haben die Bioökonomien moderner Industrieländer verschiedene Entwicklungsstadien durchlaufen, die trotz technischem Fortschritt in der Landwirtschaft und anderen bio-basierten Primärsektoren durch deren abnehmenden gesamtwirtschaftlichen Anteil gekennzeichnet waren (siehe auch Abb. 1). Auf der anderen Seite ergeben sich durch transformative Prozesse in den Bereichen Digitalisierung und Biotechnologie<sup>2</sup> vielfältige Chancen, die bio-basierte Wertschöpfung in vielen, wenn nicht allen anderen Wirtschaftsbereichen zu erhöhen. Entwicklungsländer konnten bislang nur teilweise von sol-

chen Chancen profitieren. Vor allem in Afrika zeichnen sich viele Länder durch eine vergleichsweise hohe Abhängigkeit von der Landwirtschaft aus. Dennoch ist der Anteil, zu dem diese landwirtschaftliche Primärproduktion als Vorleistung für nachgelagerte Wirtschaftssektoren dient (d.h. ihre gesamtwirtschaftliche Einbindung) in armen Entwicklungsländern nicht zwingend größer als in Schwellen- oder Industrieländern (siehe Abb. 1, oberer Teil). Des Weiteren bestehen gerade in der Landwirtschaft, aber auch in anderen bio-basierten Primärsektoren vieler Entwicklungsländer Produktivitätsdefizite (sog. *yield gaps*), für die neben technischen Barrieren auch politische und institutionelle Faktoren verantwortlich sind. In der Konsequenz sind diese Länder eher Netto-Importeure von Nahrungsenergie (Abb. 1, unterer Teil), insbesondere in Afrika. In keinem einzigen afrikanischen Land wird mehr als ca. 15% der heimischen Nahrungsmittelenergie exportiert; vielmehr ist der Kontinent zunehmend von Importen abhängig.

Insgesamt besteht in Afrika jedoch großes Potenzial, sowohl die bio-basierte Wertschöpfung als auch die intersektorale und internationale Verflechtung der Agrarproduktion in naher Zukunft deutlich zu steigern. Die dazu notwendigen Produktivitätssteigerungen müssten jedoch in enger Zusammenarbeit mit Schwellen- und Industrieländern hinsichtlich Technologietransfer und Investitionen realisiert werden, da vor allem einkommensschwache Entwicklungsländer über relativ geringe Kapazitäten im Bildungs- und Forschungsbereich sowie in wissensbasierten Sektoren wie der chemischen oder pharmazeutischen Industrie

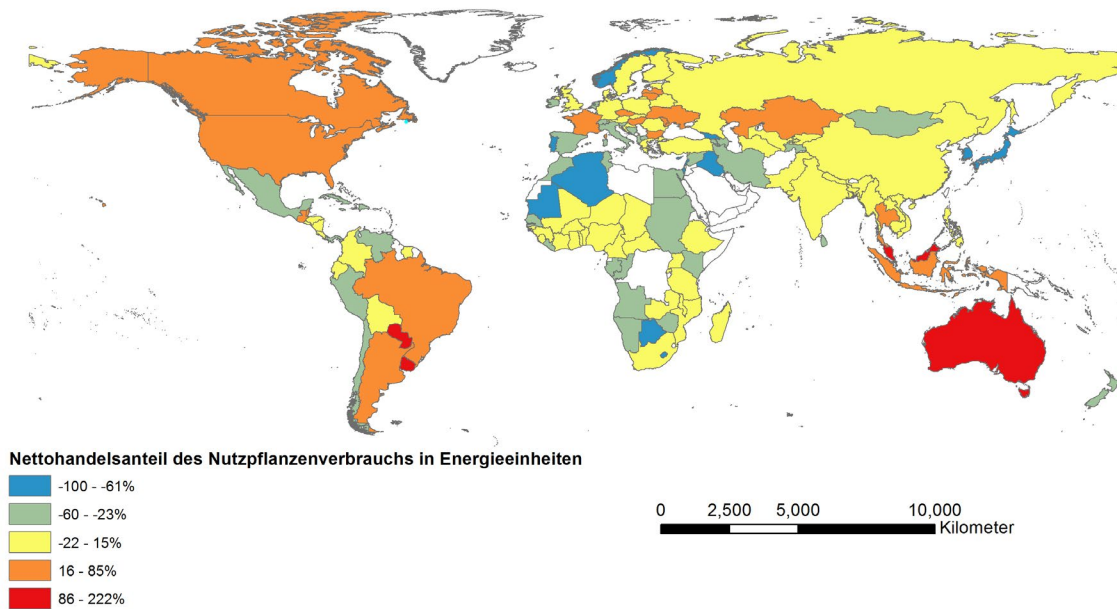
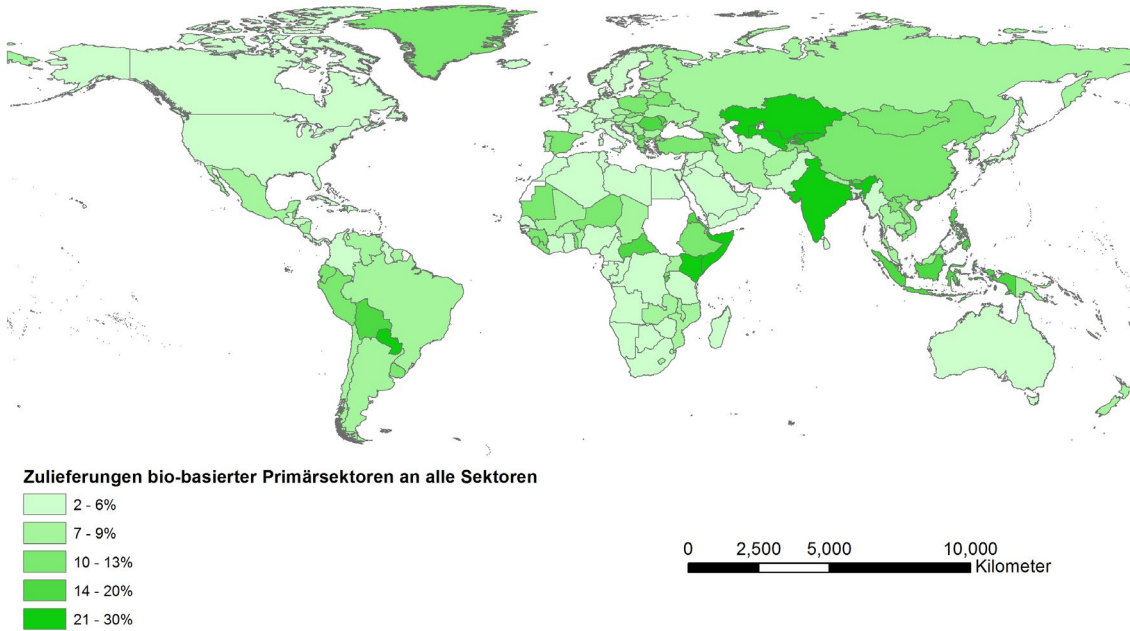
<sup>2</sup> Hier zu verstehen als interdisziplinärer Wissenschaftszweig, der sich mit der Nutzung biologischer Prinzipien in technischen Anwendungen beschäftigt.



**ABBILDUNG 1:** Bioökonomien im globalen Vergleich. Für weiße Landflächen ist keine Datengrundlage vorhanden

**Oben:** Bedeutung der Zulieferung aus bio-basierten Primärsektoren an alle Sektoren eines Landes als Indikator für die Bedeutung von Biomasse als Produktionsfaktor in der Gesamtwirtschaft.

**Unten:** Bedeutung des Handels mit nutzpflanzlicher Biomasse: negative Werte entsprechen einer Import- und positive Werte einer Exportorientierung.<sup>3</sup>



<sup>3</sup> Abb. 1 (oben) basiert auf Berechnungen von Martin Bruckner (WUW). Genutzt wurde die EORA MRIO Datenbank (<http://www.worldmrio.com/>). Monetäre Zulieferungen (inklusive Importe) aus Agrar-, Forst-, und Fischereisektoren (bio-basierte Primärsektoren) an alle Sektoren eines Landes wurden mit der Gesamtwertschöpfung jedes Sektors gewichtet. Abb. 1 (unten) basiert auf Berechnungen von Arnim Kuhn



verfügen. Tabelle 1 fasst entsprechende Kennzahlen beispielhaft für Länder mit bioökonomischem Entwicklungspotenzial in Südostasien (Malaysia), Afrika (Äthiopien) und Südamerika (Brasilien) zusammen. Im Vergleich mit Deutschland, aber auch zwischen Entwicklungs- und Schwellenländern fallen hier u.a. große Unterschiede in den Bereichen erneuerbare Energien sowie universitäre Bildung und Forschungspersonal auf. Entsprechend fallen die bioökonomisch relevanten Politik- und Forschungsstrategien in Ländern mit stärkerer Forschungs- und Bildungsinfrastruktur ambitionierter und umfassender aus.

Auf der anderen Seite engagieren sich einzelne Entwicklungs- und Schwellenländer überdurchschnittlich stark in wichtigen Bioökonomiebereichen wie der Produktion und Nutzung von Bioenergie und der bio-basierten Recyclingwirtschaft. Beispielweise gehören Brasilien und China zu den weltweit größten Produzenten von Elektrizität aus Biomasse und Thailand ist dieser Bereich von 2000 bis 2013 um 1270% gewachsen.<sup>4</sup> Vor allem Brasilien ist nach den USA auch der weltweit größte Produzent und Verbraucher von Bioethanol und Biodiesel. In vielen afrikanischen und asiatischen Entwicklungsländern wird Biomasse allerdings auch ineffizient und in großen Mengen zum Heizen und Kochen genutzt – mit weitreichenden negativen Folgen für Umwelt und Gesundheit.

Die Wiederverwertung von Papier ist einer der wichtigsten Bereiche der bio-basierten Recyclingwirtschaft. Nach den USA verwertet hier China im internationalen Vergleich die größ-

ten Mengen an Altpapier, dicht gefolgt von anderen Schwellenländern, wie Brasilien, Mexiko, Indien und Indonesien. Auch wenn Industrieländer in der Regel durch größere Handelsvolumina und wissenschaftlich-technische Kooperation stärker international vernetzt sind, beginnen auch einige Entwicklungs- und Schwellenländer stärker in globalen Wertschöpfungsketten zu partizipieren und wissenschaftliche Netzwerke aufzubauen.

Entsprechend gibt es zunehmend Entwicklungsländer, die Bioökonomiestrategien entwickeln, um spezielle Wettbewerbsvorteile (z.B. landwirtschaftliche Standortfaktoren) zu stärken oder spezifische Entwicklungshemmnisse (z.B. geringe wissenschaftliche Kapazitäten im *high-tech* Bereich) abzubauen.<sup>5</sup>

(Universität Bonn). Genutzt wurden landwirtschaftliche Produktionsdaten der FAO und Energiekonversionsfaktoren aus der Literatur. Für fehlende Länder ist keine oder nur eine unzureichende Datenbasis vorhanden.

<sup>4</sup> World Bioenergy Association (2016) Global Bioenergy Statistics

<sup>5</sup> BioÖkonomieRat (2015) Bioeconomy Policy (Part II) – Synopsis of National Strategies around the World





	Deutschland	Äthiopien	Malaysia	Brasilien
BIP pro Kopf in USD in Kaufkraftparität	47.033	1.774	26.141	15.690
Human Development Index (0-1)	0,92	0,44	0,78	0,76
Anteil Landwirtschaft am BIP	0,8	41,9	8,9	5,2
Anteil der Vorleistungen aus bio-basierte Primärsektoren* (%)	5	13	8	8
Wissenschaftler in Forschung & Entwicklung pro 1 Mio. Beschäftigte	4078	42	1467	698
Universitäre Einschreibungsrate (brutto) (%)	66	8	30	46
Erneuerbare Energie in Endverbrauch (%)	12	93	7	44
Ausrichtung nationaler Bioökonomiestrategien	Sektorübergreifende Bioökonomieentwicklung	Fokus auf Biokraftstoffe	Sektorübergreifende Bioökonomieentwicklung	Fokus auf <i>high-tech</i> Bioenergie und Biotechnologie

**TABELLE 1:** Bioökonomieindikatoren für Deutschland und ausgewählte Entwicklungs- und Schwellenländer.

\*Land-, Forst, und Fischereiwirtschaft

Datenquellen: SDG Index & Dashboard, World Bank Open Data.

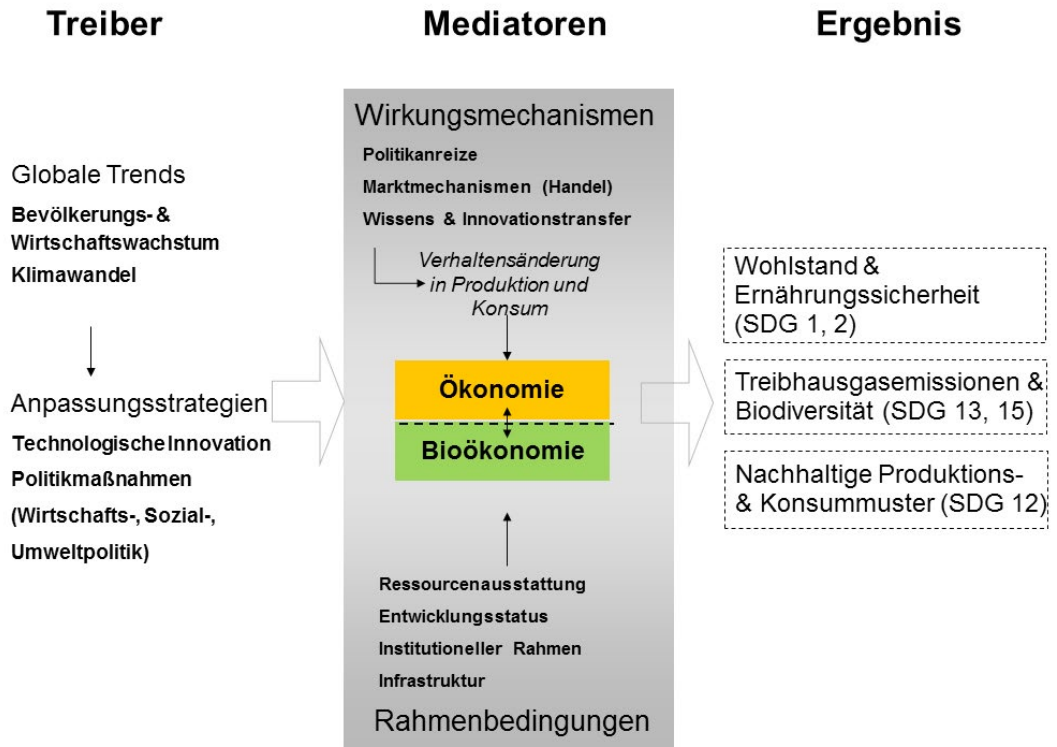
## Nachhaltigkeitschancen und –risiken bioökonomischen Wandels in Entwicklungsländern

Technologie-basierte Transformationsprozesse bergen grundsätzlich Chancen und Risiken, so auch die Bioökonomie. Die seit mehr als einem Jahrzehnt geführte Debatte um Biokraftstoffe hat gezeigt, dass die Substitution von fossilen durch bio-basierte Kraftstoffe zu Landnutzungskonkurrenzen mit der Nahrungsmittelproduktion, aber auch der Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen führen kann. Vor allem in Ländern mit starken Außenhandelsbeziehungen im Agrar- und Forstbereich ist der Landmarkt internationalen Handelspreisschwankungen ausgesetzt, was zu globalen Verlagerungseffekten in der Landnutzung führen kann.

Abbildung 2 illustriert mögliche Wirkungsmechanismen, durch die sich bio-ökono-

mische Transformation positiv oder negativ auf nachhaltige Entwicklungsziele auswirken können. Bioökonomische Transformation wird hier als Reaktion auf globale Trends verstanden, wie zum Beispiel Bevölkerungs- und wirtschaftliches Wachstum oder Klimawandel.

Gesellschaften sowohl in Entwicklungs- als auch in Industrieländern reagieren auf diese Trends mit Anpassungsmaßnahmen, wie technologischer Innovation und Politikprogrammen, die Konsum- und Produktionsentscheidungen auf vielfältige, manchmal auch unbeabsichtigte Weise beeinflussen. Globaler Handel sowie Wissens- und Technologietransfer spielen dabei als Mechanismen eine wichtige Rolle. Zum einen wirken sich Änderungen in der Nachfrage und dem Angebot bio-basierter Güter- und Dienstleistungen in einzelnen Ländern und Regionen über das globale Handelssystem auf die Nachfrage nach Produktionsfaktoren wie Land oder

ABBILDUNG 2:  
 Mechanismen  
 bio-basierter  
 Transformation


Arbeitskraft in anderen Teilen der Welt aus. Zum anderen kann der Transfer von Technologie und Wissen in Weltregionen mit schwachen sozial- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen neben den gewünschten Entwicklungseffekten auch zu negativen Auswirkungen auf marginalisierte Bevölkerungsgruppen und sensible Ökosysteme führen. Die Folgen dieser Wirkungsmechanismen sind aktuell nur mit großen Unsicherheiten abschätzbar.

Vereinfachend lassen sich vier Szenarien bio-ökonomischer Transformation und entsprechende Wirkungspfade mit Bedeutung für Entwicklungsländer unterscheiden:

**1. Substitution fossiler durch bio-basierte Rohstoffe:** Neben der Bioenergie könnte Biomasse hierbei verstärkt als Ausgangsmaterial für Materialien (Baustoffe, Plastik) oder zur Herstellung von

Plattform-Chemikalien in der chemische Industrie eingesetzt werden. Die verstärkte Nachfrage nach bio-basierten Rohstoffen könnte, wie auch im Falle der Biokraftstoffe, zur verstärkten Nachfrage nach Agrarprodukten und –land, z.B. in Ländern wie Malaysia und Brasilien führen (siehe Tabelle 1). Während die Landwirtschaft in Entwicklungsländern von einer solchen Entwicklung in der Regel profitiert, stellt dieses Szenario ein Risiko für die Ernährungssicherheit armer urbaner Bevölkerungsschichten dar und kann sich durch die Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktionsfläche negativ auf die Emission von Treibhausgasen und die Biodiversität in sensiblen tropischen und sub-tropischen Ökosystemen auswirken.

**2. Ertragssteigernde Innovation in der Landwirtschaft:** Technischer Fortschritt



in der Landwirtschaft ermöglicht eine ressourcenschonendere Produktion von Nahrungsmitteln und kann damit auch zum Abbau von Landnutzungskonflikten in bio-ökonomischen Transformationsprozessen beitragen. Die Anwendung ertragssteigernder Technologien ist aber v.a. in Entwicklungsländern in der Vergangenheit auch oft mit Umwelt- und Gesundheitsrisiken einhergegangen. In Entwicklungsländern bestehen darüber hinaus oft technische und institutionelle Barrieren, die die Technologieanwendung v.a. bei Kleinbauern begrenzen.

**3. Effizientere Nutzung von Biomasse** (z.B. Kreislaufwirtschaft) ist ein vielversprechender Wachstumsbereich in der Bioökonomie. Sowohl in Entwicklungs- als auch in Industrieländern können durch die Verwertung biologischer Reststoffe und die systematische (Kaskaden)-Nutzung verschiedenster Biomassekomponenten große Effizienzgewinne zum Beispiel in der Energie-, Lebensmittel- und Bauindustrie oder der Abfallwirtschaft erzielt werden. Mögliche Rebound-Effekte, also eine durch die Effizienzsteigerung erhöhte Nachfrage nach Endprodukten, stellen zwar ein Risiko dar, sind aber langfristig oft geringer als die zu erwartenden positiven Auswirkungen auf die Ressourcenschonung. Auch hier bedarf es jedoch oft unterstützender Maßnahmen, um den Technologietransfer in ärmeren Entwicklungsländern erfolgreich und nachhaltig zu gestalten.

**4. Biomasseunabhängige Anwendung biologischer Prinzipien:** Viele Wirtschaftsbereiche, wie zum Beispiel die pharmazeutische Industrie, aber auch die Transportwirtschaft, können sich durch die

Anwendung biologischer Prinzipien neue Marktpotenziale erschließen und ihre Wertschöpfung erhöhen ohne dabei großen Einfluss auf bioökonomische Stoffkreisläufe zu nehmen. Dabei haben Industrieländer mit leistungsstarken Ausbildungs- und Wissenschaftssystemen allerdings einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Entwicklungsländern. Neben den Chancen dieser Form bio-basierter Transformation müssen darum auch Entwicklungsrisiken, die mit einer ungleichen Ausgangslage für die Biologisierung von technologischen Prozessen und Wertschöpfungsketten verbunden sind, in die Bewertung mit einbezogen werden.

Natürlich schließen sich die hier beschriebenen bio-ökonomischen Transformationspfade nicht gegenseitig aus. Oft verfolgen Länder mehrere Strategien gleichzeitig in sektorübergreifenden Bioökonomiestrategien (siehe Tabelle 1). Ein besseres Verständnis der Faktoren, die bestimmte Transformationspfade begünstigen bzw. ausschließen, bedarf weiterführender Forschung. Es wird jedoch deutlich, dass bestehende Steuerungs- und Förderungsinstrumentarien beispielsweise in der Agrar-, Umwelt- und Wissenschaftspolitik nicht immer ausreichen, um die Chancen der Bioökonomie optimal zu nutzen und mögliche Risiken zu minimieren.

### Herausforderungen für die Entwicklungszusammenarbeit in Unterstützung eines positiven bioökonomischen Wandels in Entwicklungsländern

Bioökonomie in Entwicklungsländern und mögliche bio-ökonomische Transforma-



tionsszenarien erfordern Engagement über den Agrar- und den (Bio-)Energiebereich hinaus. Auch in Entwicklungsländern ist das bio-ökonomische Transformationspotenzial innerhalb und außerhalb des Agrarsektors groß. Dieses auszuschöpfen erfordert Sektor-übergreifende Förderansätze, in denen Bio-ökonomie im Sinne des Nexusdenkens als Querschnittsthema dient, um Innovationsprozesse in der Lebensmittel- und Abfallwirtschaft, der Agrarforschung und -beratung, sowie der Energiepolitik und dem Ressourcenmanagement zu unterstützen und zu regulieren.

Im Agrar- und Energiebereich gilt es, durch Innovation in der Nutzung von Bioenergie und die Bereitstellung dezentraler Energiesysteme bestehende Zielkonflikte zu entschärfen, die sich aus der beschränkten Verfügbarkeit von Arbeitskraft für die Landwirtschaft und die Beschaffung von energiehaltiger Biomasse ergeben.

In diesem, aber auch vielen anderen Anwendungsbereichen von Technologien für die Bioökonomie bestehen in Entwicklungsländern weiterhin institutionelle und technische Barrieren für den Technologie- und Wissenstransfer. Hier gilt es, Innovationspartnerschaften zwischen staatlichen und zivilgesellschaftlichen Akteuren zu schließen und geeignete Förder- und Regulierungsmechanismen zu entwickeln, die zur nachhaltigeren Nutzung und Verwertung von Biomasse entlang der gesamten Wertschöpfungskette beitragen und die Risiken für negative externe Umwelteffekte minimieren.

Dieses Policy Brief basiert auf laufenden Arbeiten in den Projekten „Forests in the global bioeconomy: developing multi-scale policy scenarios“ (finanziert durch das BMZ) und „Sustainable Trade and Innovation Transfer in the Bioeconomy“ (finanziert durch das BMBF).

Das Policy Brief wurde mit der Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) erarbeitet.



## IMPRESSUM

Herausgeber:

Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF)

Center for Development Research

Walter-Flex-Strasse 3 | 53113 Bonn | Deutschland

Telefonnummer: +49-228-73-1846

E-Mail: [presse.zef@uni-bonn.de](mailto:presse.zef@uni-bonn.de)

Layout: Yesim Pacal

[zef.de](http://zef.de)