

**Wirtschaftspolitische Forschungsarbeiten  
der Universität zu Köln**

Band 51

*Biodiesel - Wachstumsmarkt mit  
Nachwachsgarantie?*

Wie erneuerbare Energiekonzepte  
Brasiliens Wirtschaft beflügeln

von

Julia Hohmann

Herausgegeben von  
Prof. Dr. Manfred Feldsieper und Prof. Dr. Federico Foders

Tectum Verlag

In der Schriftenreihe *Wirtschaftspolitische Forschungsarbeiten* des Tectum Verlags erscheinen in unregelmäßiger Folge herausragende Forschungsarbeiten aus dem Umfeld der Universität zu Köln.

Herausgegeben wird die Reihe von Prof. Dr. Manfred Feldsieper und Prof. Dr. Federico Foders

Julia Hohmann

Biodiesel - Wachstumsmarkt mit Nachwuchsgarantie?  
Wie erneuerbare Energiekonzepte Brasiliens Wirtschaft beflügeln  
Wirtschaftspolitische Forschungsarbeiten  
der Universität zu Köln; Band 51  
ISBN: 978-3-8288-9349-8  
© Tectum Verlag Marburg, 2007

Besuchen Sie uns im Internet  
[www.tectum-verlag.de](http://www.tectum-verlag.de)

**Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

## **Vorwort der Herausgeber**

In der gegenwärtigen Diskussion über die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die wirtschaftliche Entwicklung kommt der Energienutzung eine zentrale Rolle zu. Vor allem scheint die steigende Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entsteht, die Fähigkeit der Erdoberfläche, Wärme abzustrahlen, stark einzuschränken. Zu den Folgen der Erderwärmung werden in Europa extreme Hitzeperioden, veränderte Niederschlagsmuster und Überschwemmungen gezählt. In anderen Regionen der Welt, etwa in Lateinamerika, würde der Klimawandel den einschlägigen Untersuchungen zufolge ähnliche Spuren hinterlassen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass sich Infektionskrankheiten sehr viel schneller verbreiten als bisher und dass der Meeresspiegelanstieg unerwartet hohe Schäden in den Küstengebieten verursacht.

Angesichts der erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten, die mit dem Klimawandel verbunden werden können, wird der herkömmliche Energiemix, der überwiegend auf fossile Energieträger beruht, zunehmend infrage gestellt. Stimmen werden laut, die einen Mix fordern, in dem nichtfossile bzw. erneuerbare Energieträger im Vordergrund stehen. Ein solcher Mix könnte einen wichtigen Beitrag leisten, um den Temperaturanstieg zu verlangsamen oder gar anzuhalten. Doch der Übergang von einer von Kohle und Kohlenwasserstoffen dominierten Energiebilanz zu einem klimakonformerem Energiemix ist nicht ohne Weiteres zu haben. Kohlendioxid reduzierte Verbrennungsverfahren für fossile Energieträger müssten entwickelt und klimafreundlichere Energieträger identifiziert werden. Auch der letzte Schritt, nämlich die Umsetzung einer Energiebilanz mit verringerten CO<sub>2</sub>-Emissionen, würde nicht automatisch zu vollziehen sein. Dazu bedürfte es einer günstigen Konstellation der relativen Preise einzelner Energieträger.

In der brasilianischen Energiepolitik wird seit längerem auf die Substitution von Kohlenwasserstoffen durch erneuerbare Rohstoffe gesetzt, was dem Land eine gewisse Führungsrolle bei dem Strukturwandel auf dem Markt für Energierohstoffe eingebracht hat. Ging es der Regierung zunächst um die Verringerung der Abhängigkeit eines Schwellenlandes von den Turbulenzen des internationalen Ölmarktes, so sind inzwischen klima- und regionalpolitische Ziele hinzugekommen. Insgesamt hat dies dazu geführt, dass Ethanol (gewonnen etwa aus Zuckerrohr) dort inzwischen weit verbreitet ist und sich sogar die Kraftfahrzeugtechnik bereits weitgehend auf diesen Kraftstoff eingestellt hat.

Angesichts anhaltend hoher Ölpreise bietet der brasilianische Energiemarkt die besten Voraussetzungen, um der Frage nachzugehen, ob herkömmlicher Kraftstoff durch Biodiesel ersetzt werden könnte, eine Frage, die längst globale Dimensionen erlangt hat. Frau Julia Hohmann greift diese Frage in Ihrer Studie auf. Vor dem Hintergrund der brasilianischen Erfahrungen prüft sie sehr sorgfältig, welche der verschiedenen nachwachsenden Rohstoffe unter alternativen binnen- und außenwirtschaftlichen Rahmenbedingungen gegenüber traditionellen Kraftstoffen künftig an Wettbewerbsfähigkeit gewinnen könnten.

Prof. Dr. Manfred Feldsieper

Prof. Dr. Federico Foders

## **Danksagung**

Dank sagen möchte ich der InWEnt gGmbH, Köln, die mir die Teilnahme am III. Deutsch-Brasilianischen Forum über Biodiesel vom 20. bis 21. Oktober 2005 in São Paulo ermöglichte. Die dort geführten Gespräche und Interviews mit Experten aus dem Bereich Biokraftstoffe waren eine große Bereicherung für diese Studie.

Großer Dank gilt auch Herrn Professor Dr. Guerra für seine Einladung, am Energiewirtschaftlichen Institut der Universität von São Paulo zu forschen und seine Unterstützung vor Ort, sei es durch die ausführliche Beantwortung von Fragen oder die Vermittlung von Kontakten zu weiteren wichtigen Gesprächspartnern.

Sehr hilfreich für die Anfertigung dieser Studie war das Angebot, am Kieler Institut für Weltwirtschaft zu recherchieren und die umfassende Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften im Januar/Februar 2006 zu nutzen. Herrn Professor Dr. Foders möchte ich für seine konstruktiven Anmerkungen, wertvollen Anregungen sowie für die Betreuung und Unterstützung meinen besonderen Dank aussprechen.

Abschließend sei allen Personen gedankt, die sich Zeit für Gespräche sowie Interviews genommen und mich bei meiner Arbeit durch die rasche Beantwortung von Anfragen und Bereitstellung von Informationsmaterial unterstützt haben.

April 2007

Julia Hohmann



---

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Einheiten, Formelzeichen und Definitionen</b>	<b>II</b>
<b>1. Ausgangslage und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2. Nachhaltigkeitskriterien zur Bewertung von Substitutionsprozessen</b>	<b>5</b>
<b>3. Versorgungssicherheit im Zeichen steigender Erdölpreise</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Die weltweite Verfügbarkeit des Erdöls</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Ressourcenökonomische Überlegungen zur Marktdurchdringung erneuerbarer Energien</b>	<b>11</b>
3.2.1 Die Allokation einer erschöpfbaren Ressource durch den Markt	12
3.2.2 Die Berücksichtigung externer Effekte bei der Preisbildung erschöpfbarer Ressourcen	16
<b>3.3 Nachhaltigkeitsstrategie zur Sicherung der Energieversorgung: Erhöhung des Angebots erneuerbarer Energien sowie der Energieeffizienz</b>	<b>18</b>
3.3.1 Charakteristika und Entwicklung der Energienachfrage weltweit und in Brasilien	19
3.3.2 Die Rolle erneuerbarer Energien bei der weltweiten und brasilianischen Energieversorgung	22
<b>3.4 Potenzial von Biodiesel zur nachhaltigen Erhöhung der Versorgungssicherheit innerhalb der vorhandenen Marktstrukturen</b>	<b>25</b>
3.4.1 Ziele und Struktur der brasilianischen Erdölversorgung	26
3.4.2 Nachhaltigkeit der möglichen Anwendungen von Biodiesel	29
<b>4. Wirtschaftlichkeit von Biodiesel</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Rahmenbedingung: „O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel“</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Entwicklung und Stand des Marktes für Biodiesel</b>	<b>34</b>
4.2.1 Bestimmung der Biodieselnachfrage	34
4.2.1.1 Projektion des Dieselkonsums für das Jahr 2008	34
4.2.1.2 Inländische Biodieselnachfrage im Jahr 2008	35
4.2.1.3 Internationale Betrachtung: Exportchancen für Biodiesel	36
4.2.2 Bestimmung des Biodieselangebots	38
4.2.2.1 Vorkommen und Beschaffenheit der Nutzpflanzen	38
4.2.2.2 Verfügbare Anbauflächen	42

---

<b>4.3 Wettbewerbsfähigkeit von Biodiesel</b>	50
4.3.1 Preisentwicklung von fossilem Dieselmotorkraftstoff	51
4.3.2 Wettbewerbsfähigkeit aus Verbrauchersicht	53
4.3.3 Wettbewerbsfähigkeit aus volkswirtschaftlicher Sicht	59
4.3.3.1 Opportunitätskosten des Pflanzenöls	59
4.3.3.2 Exportpotenzial in Abhängigkeit vom Wechselkurs	64
4.3.4 Alternative Entwicklungen auf dem Kraftstoffmarkt	66
<b>5. Klimapolitische Bedeutung von Biodiesel</b>	69
<b>5.1 Zielsetzung der internationalen Klimapolitik durch das Kyoto-Protokoll</b>	71
<b>5.2 Bewertung der Energiebilanz von Biodiesel</b>	75
5.2.1 Definition Energiebilanz	76
5.2.2 Netto-Energiebilanz	77
5.2.3 Optimierungspotenziale der Netto-Energiebilanz	79
5.2.4 Gesamtwirtschaftliche Bewertung der Energiebilanz	80
<b>5.3 Bewertung der CO<sub>2</sub>-Bilanz von Biodiesel</b>	85
5.3.1 Definition CO <sub>2</sub> -Bilanz	85
5.3.2 Netto-CO <sub>2</sub> -Bilanz	85
5.3.3 Optimierungspotenziale der Netto-CO <sub>2</sub> -Bilanz	86
5.3.4 CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten von Biodiesel im Vergleich zu alternativen Optionen	87
<b>6. Fazit und Ausblick</b>	98