

Lange, Mareike; Bruhn, Dominique

Research Report

Biokraftstoffe und Emissionen aus Landnutzungsänderungen

Kiel Policy Brief, No. 17

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Lange, Mareike; Bruhn, Dominique (2010) : Biokraftstoffe und Emissionen aus Landnutzungsänderungen, Kiel Policy Brief, No. 17, Kiel Institute for the World Economy (IfW), Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/32838>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Kiel **Policy Brief**

Biokraftstoffe und Emissionen aus Landnutzungsänderungen

Mareike Lange, Dominique Bruhn

Nr. 17 | Mai 2007



Dieser Policy Brief ist im Rahmen des von meó Corporate Development GmbH geleiteten Projekts ISCC International Sustainability and Carbon Certification entstanden, welches durch Zuwendungen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über den Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) gefördert wurde.

Der vorliegende Policy Brief basiert auf dem Kiel Working Paper 1619, Lange, M. (2010). The GHG Balance of Biofuels Taking into Account Land Use Change.

Ansprechpartner:

Mareike Lange

Kiel Institute for the World Economy

24100 Kiel, Germany

Telephone: +49 (0)431-8814-461

E-mail: mareike.lange@ifw-kiel.de

Biokraftstoffe und Emissionen aus Landnutzungsänderungen

1. Einleitung
2. Europäische Bioenergiepolitik und Regulierung bezüglich Landnutzungsänderungen
3. Berechnung von Emissionen aus Landnutzungsänderungen
 - a. Anforderungen an eine exakte Kalkulation
 - b. Die Berechnung von Landnutzungsemissionen anhand der IPCC Guidelines
 - i. Grundkonzept*
 - ii. Die einzelne Rechenschritte und ihre Wirkungsweisen*
 - c. Die Emissionen aus Landnutzungsänderungen anhand von Beispielen
4. Die Nutzung degradierter Flächen
5. Gesamtbewertung der Regulierung für Emissionen aus Landnutzungsänderungen
6. Schlussfolgerungen

1. Einleitung

Die Produktion von Biomasse zu Energiezwecken ist ein wichtiger Baustein der europäischen Strategie, Treibhausgasemissionen zur Abschwächung des anthropogen verursachten Klimawandels zu reduzieren. Die Europäische Union strebt an, bis 2020 mindestens 10 Prozent des Energieverbrauchs im Transportsektor aus erneuerbaren, nicht-fossilen Quellen zu decken. Dies soll größtenteils durch den Einsatz von Biokraftstoffen erreicht werden, da alternative, im großen Stil einsetzbare Energieoptionen für den Transportsektor zurzeit noch fehlen. Daher wird bereits in vielen Ländern der Anbau von Rohstoffen zur Herstellung von Biokraftstoffen und anderen Bioenergieformen gefördert.

Ob die Ausweitung des Biokraftstoffeinsatzes im Transportsektor neben der Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern auch zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen kann, wird allerdings kontrovers diskutiert. Dabei bezieht sich die Hauptkritik darauf, dass Landnutzungsänderungen zur Gewinnung neuer Ackerflächen für die energetische Biomasseproduktion und die dadurch möglicherweise verursachten Emissionen nach der bisherigen Praxis nicht in die Treibhausgasbilanz von Biokraftstoffen miteinbezogen werden. Durch die Umwandlung von Waldflächen und Grünland zu Ackerland wird ein Teil des in Vegetation und Boden zuvor gespeicherten Kohlenstoffs freigesetzt. Da diese Emissionen ohne die Biokraftstoffproduktion nicht entstanden wären, müssen sie der Treibhausgasbilanz der Biokraftstoffe zugeordnet werden. Die alleinige Berücksichtigung der Prozessemissionen der Produktionskette von Biokraftstoffen kann dagegen zu einer erheblichen Überschätzung der Treibhausgaseinsparungen von Biokraftstoffen führen.

Die Dringlichkeit, Emissionen aus Landnutzungsänderungen bei der Bewertung von Bioenergiepolitiken mit einzubeziehen, zeigt sich deutlich bei der Gesamtbedeutung von Landnutzungsemissionen für die globalen, anthropogen verursachten Treibhausgasemissionen. Landnutzungsänderungen wie die Abholzung von Wäldern zur Gewinnung von Ackerland und Weideland, eine steigende Versiegelung und Waldbrände, tragen mit fast 20 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen erheblich zum Klimawandel bei (UN-REDD 2009). Zur Abschwächung des Klimawandels ist eine Reduktion von Emissionen aus Landnutzungsänderungen deshalb unabdingbar. Dabei tragen Brasilien und Indonesien fast zwei Drittel zu den globalen Landnutzungsänderungsemissionen bei (Le Quéré et al. 2009). Diese Tatsache verdient im Zusammenhang mit der Bioenergieproduktion deshalb besondere Aufmerksamkeit, weil diese Regionen gleichzeitig zwei der Hauptanbau- und Expansionsgebiete zur Produktion von Rohstoffen für die Biokraftstoffproduktion darstellen.

Die Europäische Kommission hat die Berücksichtigung von Emissionen aus Landnutzungsänderungen in die Nachhaltigkeitsanforderungen an Biokraftstoffe zwar geplant, bisher aber keinen eigenen, ausführlichen Entwurf zur Berechnung dieser Emissionen vorgelegt. Wir zeigen in diesem Policy Brief, wie ein solcher Entwurf unter den gegebenen ordnungspolitischen Rahmenbedingungen für die Nachhaltigkeitsregulierung von Biokraftstoffen aussehen könnte. Anhand konkreter Beispiele illustrieren wir darauf aufbauend mögliche Konsequenzen für unterschiedliche Biokraftstoffoptionen und analysieren die Auswirkung der Nachhaltigkeitsanforderungen auf die Landnutzung.

2. Europäische Bioenergiepolitik und Regulierung bezüglich Landnutzungsänderungen

Den aktuellen ordnungspolitischen Rahmen für die Nachhaltigkeitsanforderungen an die in den Mitgliedsstaaten verwendeten Biokraftstoffe setzte die Europäische Kommission mit der 2008 verabschiedeten „Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources“ (im folgenden RES-D). Diese etabliert Nachhaltigkeitskriterien, die alle in der Europäischen Union produzierten oder von EU-Mitgliedern importierten Biokraftstoffe erfüllen müssen, um auf die Bioenergiequote der jeweiligen Mitgliedsstaaten angerechnet zu werden und entsprechende Förderungen zu erhalten. (RES-D Art. 17 (1)) Damit reagierte man auf die Kritik an der Bioenergiepolitik der Europäischen Kommission aufgrund eines vermuteten Zusammenhangs zwischen hohen Abholzungsraten in Lateinamerika und Südostasien und dem zunehmenden Einsatz von Bioenergie.

Der Großteil der in der RES-D enthaltenen Nachhaltigkeitskriterien ist auf die Vermeidung unerwünschter Landnutzungsänderungen ausgerichtet. Darunter wird vor allem die Zerstörung von Flächen mit hohem Kohlenstoffgehalt und mit großer biologischer Vielfalt verstanden (RES-D Art. 17).

Die Vermeidung von unerwünschten Landnutzungsänderungen soll dabei über zwei Mechanismen erfolgen:

- durch einen genereller Ausschluss bestimmter Flächen für den Anbau von Rohstoffen zur Bioenergieproduktion
- durch die Forderung einer Mindestemissionseinsparung für Biokraftstoffe von 35 Prozent im Vergleich zu fossilem Kraftstoff unter Einbeziehung von Emissionen aus Landnutzungsänderungen.

Unter den ersten Schutzmechanismus fallen Flächen mit großer Artenvielfalt und hohem Naturschutzwert, wie Primärwälder, Naturschutzgebiete und Grünland mit großer biologischer Vielfalt. Auf diesen Flächen wird der Anbau von Rohstoffen zur Bioenergieproduktion generell verboten, es sei denn, er gefährdet den Erhalt oder Status dieser Flächen nicht. Ebenfalls ausgeschlossen wird der Anbau von Energiepflanzen auf Flächen mit hohem Kohlenstoffgehalt, wie Feuchtgebieten, Torfmooren und kontinuierlich bewaldeten Flächen.

Fällt eine Fläche nicht in diese Kategorien, darf eine Flächenumwandlung zur Bioenergieproduktion nur stattfinden, wenn der Biokraftstoff bezogen auf seine gesamte Emissionsbilanz mindestens 35 Prozent Emissionseinsparung im Vergleich zu fossilem Kraftstoff erreicht. In die Gesamtemissionsbilanz müssen also die Emissionen aus Landnutzungsänderungen miteinbezogen werden. Daher erhöht sich die Wahrscheinlichkeit bei steigenden Emissionen aus Landnutzungsänderungen, dass die 35 Prozent Mindesteinsparung nicht erreicht wird. Diese 35 Prozent-Grenze soll ab 2017 auf 50 Prozent und für von da an neu gebaute Produktionsanlagen ab 2018 auf 60 Prozent angehoben werden (RES-D Art 17(2)). Um nachzuweisen, dass die Gesamtemissionen nicht die 35 Prozent Mindesteinsparung unterschreiten, müssen die Emissionen aus Landnutzungsänderungen berechnet werden.

Obwohl die EU durch die RES-D eine Einbeziehung der Landnutzungsänderungen vorschreibt, beinhalten die bisher veröffentlichten Werte in der RES-D zur Berechnung der Emissionsbilanz von Biokraftstoffen lediglich Standardwerte für Rohstoffanbau und -ernte, Produktionsprozess und Transport. Im folgenden werden wir darstellen, wie anhand der IPCC „Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (im folgenden IPCC Guidelines) die Emissionen aus Landnutzungsänderungen berechnet werden können und daraus abgeleitet an mehreren Beispielen aufzeigen, welche voraussichtlichen Auswirkungen die Regulierung für Biokraftstoffe der Europäischen Kommissionen auf Landnutzungsdynamiken haben wird.

3. Berechnung von Emissionen aus Landnutzungsänderungen

a. Anforderungen an eine exakte Kalkulation

Um den genauen Beitrag eines Biokraftstoffes zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu quantifizieren, sollte eine exakte Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen erfolgen. Dies würde allerdings genaue Kenntnisse über die Kohlenstoffdynamiken einer Fläche aufgrund von Landnutzungsänderungen erfordern und damit Kenntnisse über den Kohlenstoffgehalt vor und nach der Landnutzungsänderung. Dafür sind u.a. Daten über den Kohlenstoffgehalt unterschiedlicher Bewuchsarten und -stadien, über den Einfluss unterschiedlicher Anbaufrüchte und -methoden, klimatischer Bedingungen, Niederschlag, Hangneigung und anderer lokalspezifischen Einflussfaktoren notwendig.

Es wird schnell deutlich, dass dieser theoretische Anspruch an eine exakte, individuelle Berechnung des Kohlenstoffverlustes bzw. der -anreicherung nur mit aufwendigen und damit kostenintensiven Datenerhebungen zu realisieren ist. Das Ziel einer Nachhaltigkeitsregulierung kann daher nicht sein, dass jeder Produzent seine Landnutzungsemissionen individuell zu erheben hat, da die Kosten einer solchen Vorgabe jegliche Rohstoffproduktion zur Bioenergieproduktion verhindern würde. Dadurch wird auch ersichtlich, dass ein gewisser Grad an Ungenauigkeit in Kauf genommen werden muss. Ziel muss daher die Schaffung von Standardwerten sein, welche differenziert genug sind unterschiedliche Landnutzungsänderungen und die zugehörigen Emission abzubilden. Damit muss eine Regulierung einerseits dem Anspruch gerecht werden, die Emissionen möglichst genau wieder zu geben, andererseits aber auch aufwendige Eigenerhebungen vom Produzenten zu vermeiden.

Nach der RES-D sollen die Methoden und Daten zur Berechnung von Emissionen durch Landnutzungsänderungen auf den IPCC Guidelines basieren (RES-D Annex V C(10)). Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über die Methode.

b. Die Berechnung von Landnutzungsemissionen anhand der IPCC Guidelines

i. Grundkonzept

Als Rahmen für die Berechnungsmethode für Emissionen aus Landnutzungsänderungen gibt die Europäische Kommission einen Erfassungszeitraum von 20 Jahren vor, da einige Emis-

sionen direkt im Umwandlungsprozess, andere erst über einen langen Zeitraum nach der Landnutzungsänderung entstehen. Die gesamten Emissionen sollen dann in gleichen Teilen jeweils auf die 20 Jahre verteilt werden (RES-D Annex V C(7)).

Als Grundprinzip der Berechnung soll der Kohlenstoffgehalt einer Fläche zu einem Referenzzeitraum (Januar 2008) und 20 Jahre nach dem Rohstoffanbau ermittelt werden. Die Differenz der beiden Werte ergibt dann die Emissionen aus Landnutzungsänderungen. Diesem Berechnungsprinzip folgen auch die IPCC Guidelines, deren Methode lediglich geringfügig abgewandelt werden muss.

Sämtliche Werte, die zur Berechnung der Landnutzungsemissionen nach der IPCC Methode notwendig sind, können aus den Inventartabellen der IPCC Guidelines entnommen werden. Diese Daten sind zum Teil differenziert nach Weltregion, Klimazone und Vegetationstyp, zum Teil aber auch sehr generell. Für einige Werte sind lediglich Datenintervalle angegeben, was darauf hinweist, dass eine weitere Spezifikation der Daten notwendig wäre. Besonders für bewirtschaftetes und natürliches Grünland, Savannen und Übergangsregionen zu Wäldern, ist eine weitere Datendifferenzierung für unterschiedliche Weltregionen und Vegetationsdichten notwendig um graduelle Unterschiede besser abzubilden.

ii. Die einzelnen Rechenschritte und ihre Wirkungsweisen

Der Kohlenstoffgehalt einer Fläche berechnet sich zum einen aus dem Kohlenstoffgehalt in der toten und lebenden Biomasse über- und unterirdisch und zum anderen aus dem Kohlenstoffgehalt im Boden (IPCC 2006 2.2.1. and 5.3.). Die Analyse der Berechnungsmethode zur Veränderung in diesen beiden Kohlenstoffspeichern lässt bereits erste Schlussfolgerungen auf die Wirkungsweise der IPCC Berechnungsmethode zu.

Für die Kalkulation der Kohlenstoffveränderung in der Biomasse und totem organischen Material durch die Landnutzungsänderung wird angenommen, dass die lebende und tote Biomasse komplett zerstört wird und damit sämtlicher in der Biomasse gespeicherte Kohlenstoff freigesetzt wird (IPCC 2006 p. 5.26). Die Emissionen aus Landnutzungsänderungen steigen also mit der Bewuchsdichte vor der Umwandlung.

Die Veränderung des Kohlenstoffgehalts im Boden ist abhängig von unterschiedlichen Managementsystemen und den jeweils angebauten Rohstoffen. Intensives Pflügen und der Anbau von einjährigen Pflanzen reduzieren den Kohlenstoffgehalt einer Fläche (IPCC 2006 Eq. 2.25). Der Kohlenstoffgehalt steigt oder stabilisiert sich jedoch durch den Anbau von mehrjährigen Kulturen, die Reduzierung der Pflügetätigkeit und die Nutzung zuvor degradiertes¹ Flächen.

Zur abschließenden Ermittlung der gesamten Emissionen aus der Landnutzungsänderung, werden die Emissionswerte aus Biomasse, totem organischen Material und Boden aufaddiert und auf die zwanzig Jahre verteilt. Anschließend werden diese Emissionen pro Hektar mit der Energieproduktivität der Anbaupflanze multipliziert, so dass das Ergebnis in Landnutzungsänderungsemissionen pro MJ Biokraftstoff angegeben werden kann (RES-D Annex V C). Je höher also die Energieproduktivität des angebauten Rohstoffs pro Flächen-

¹ Unter degradierte Flächen fällt laut RES-D stark kontaminiertes, versalzene und erodiertes Land.

einheit, desto geringer fallen die Emissionen aus Landnutzungsänderungen pro MJ Biokraftstoff ins Gewicht. Daraus resultiert, dass nach einer Landnutzungsänderung möglicherweise eine produktive Rohstoffoption mit emissionssparender Anbaumethode die 35 Prozent-Anforderung erfüllt, während ein weniger produktiver Rohstoff von der selben Fläche dieses Ziel nicht erreicht.

c. Die Emissionen aus Landnutzungsänderungen anhand von Beispielen

Um eine Einschätzung geben zu können, welche Vegetationstypen nach einer Umwandlung zu Ackerland für welche Biokraftstoffe verwendbare Optionen darstellen, haben wir basierend auf der oben beschriebenen Methode und Daten der IPCC Guidelines, beispielhaft die Landnutzungsemissionen für die Hauptbiokraftstoffanbauregionen und -rohstoffe kalkuliert.

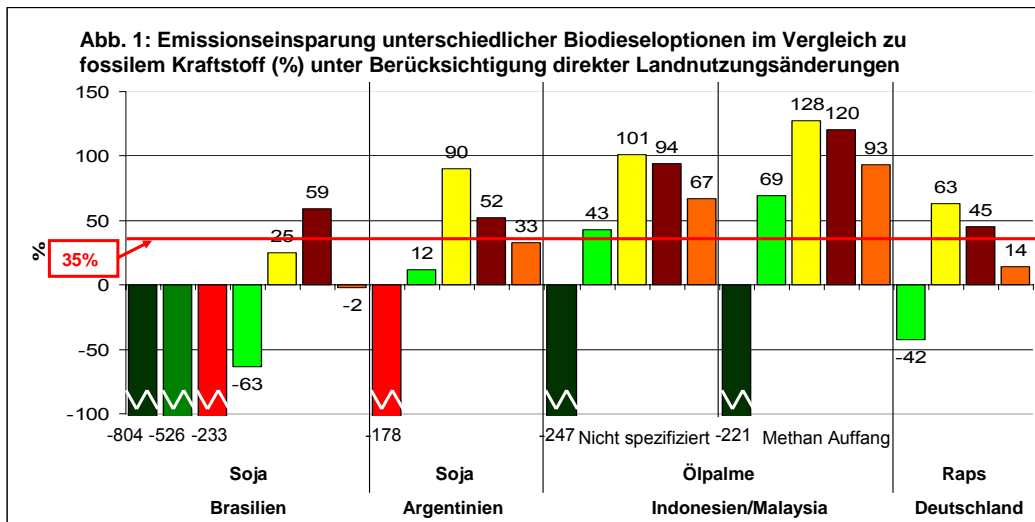
Um die Ergebnisse im Hinblick auf das Mindesteinsparungsziel von 35 Prozent zu evaluieren, müssen die Emissionseinsparung der Biokraftstoffoption im Vergleich zu 83,8gCO₂/MJ Emissionsausstoß für fossilen Kraftstoff berechnet werden. Dafür haben wir die hergeleiteten Emissionen aus Landnutzungsänderungen zu den Standardemissionen der Produktionskette für unterschiedliche Biokraftstoffoptionen aus der RES-D addiert, um die gesamte Treibhausgasbilanz des Biokraftstoffs zu erstellen. Dabei haben wir, wenn nötig, Nebenproduktallokationen und einen Emissionseinsparungsbonus von 29gCO₂/MJ bei der Umwandlung degradierter Flächen berücksichtigt.

Abbildung 1 zeigt die Emissionseinsparungen unterschiedlicher Biodieselooptionen im Vergleich zu fossilem Kraftstoff in Prozent unter Berücksichtigung direkter Landnutzungsänderungen, Abbildung 2 entsprechend für unterschiedliche Bioethanolooptionen. Die unterschiedlich gefärbten Balken stehen jeweils für unterschiedliche Landnutzungsänderungen. Negative Werte bedeuten dabei, dass keine Emissionseinsparung erfolgt. Das heißt, es werden mehr Klimagas während der gesamten Wertschöpfungskette des Biokraftstoffs emittiert, als bei der Verwendung der gleichen Menge fossilen Kraftstoffs. Positive Werte bedeuten dagegen eine Einsparung von Emissionen im Vergleich zu fossilem Kraftstoff.

Aus den Beispielrechnungen lassen sich folgende direkte Ergebnisse ableiten:

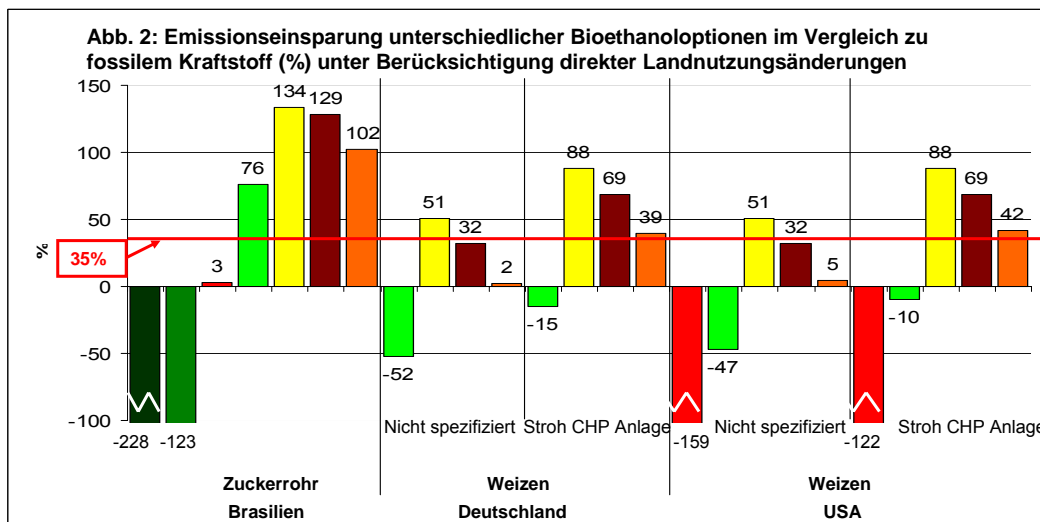
- Die Umwandlung von Naturflächen erreicht in den meisten Fällen nicht die 35 Prozent Mindesteinsparungshürde. Brasilianisches Ethanol aus Zuckerrohr, angebaut auf ehemaligen Cerrado-Flächen, ist die einzige Ausnahme.
- Die Umwandlung degradierter Flächen sorgt bei fast allen Rohstoffen für hohe Emissionseinsparungen und ist deshalb eine geeignete Option.²

² Für alle Berechnungen für degradierte Flächen wurde die gleich Produktivität wie auf normalem Ackerland angenommen. Das ist nicht unbedingt der Fall, die Produktivität auf degradierten Flächen ist möglicherweise deutlich niedriger. Die Ergebnisse könnten daher das Emissionseinsparungspotenzial auf degradierten Flächen überschätzen. Für weitere Ausführungen siehe Kapitel 4.



Eigene Berechnungen basierend auf IPCC Guidelines und EU RED

- Tropischer Regenwald
- Sommergrüner Wald
- Steppe/Savanne
- Grünland
- Degradiertes Grünland
- Ackerland
- Stillgelegtes Ackerland/Brache



Eigene Berechnungen basierend auf IPCC Guidelines und EU RED

- Ehemals brach liegendes Ackerland³ ist geeignet für Ethanol aus brasilianischem Zuckerrohr und aus deutschem/amerikanischen Weizen sowie für Biodiesel aus Palmöl.
- Die große Differenz zwischen den Emissionswerten für normales Grünland sowie Savannen macht eine genaue Definition der unterschiedlichen Vegetationsformen notwendig. Außerdem weist dies abermals darauf hin, dass eine weitere Differenzierung in mehr Unterkategorien notwendig ist, um graduelle Unterschiede, die aber große Abweichungen verursachen, besser abbilden zu können.

³ Brach liegendes Ackerland ist in den IPCC Guidelines als „temporary set aside of annually cropland or other idle cropland that has been revegetated with perennial grasses“ (IPCC Guidelines p. 5.17) definiert.

- Auch die Verwendung von bereits vorhandenem Ackerland⁴ kann zur Einsparung von Emissionen führen, wenn von einjährigen auf mehrjährige Kulturen umgestiegen oder die Pflügetätigkeit reduziert wird⁵.

Aufgrund des letzten Aspektes sollte auch die „Umwandlung“ von Ackerland in Ackerland in die Definition von Landnutzungsänderungen mit aufgenommen werden, da Kohlestoffänderungen im Boden durch unterschiedliche Anbaufrüchte und –methoden an keiner anderen Stelle der Emissionsbilanz von Biokraftstoffen berücksichtigt werden. Dadurch würden Anreize zu einer emissionsarmen Produktionsweise bezogen auf den Kohlenstoffgehalt im Boden geschaffen.

Da die Expansion der Bioenergieproduktion in degradierte Flächen als einzige Flächenkategorie in der RES-D explizit als wünschenswerte Landnutzungsänderung genannt wird und unsere Ergebnisse für diese Landkategorie niedrige Emissionswerte bei einer Umwandlung in Ackerland ausweisen, werden wir im folgenden Abschnitt auf degradierte Flächen näher eingehen.

4. Die Nutzung degradierter Flächen

Das Ziel der Europäischen Kommission, für die Bioenergieproduktion bevorzugt degradierte Flächen zu verwenden wird durch die Gewährung eines Emissionseinsparungsbonus in Höhe von 29gCO₂/MJ Biokraftstoff (der aber nicht als tatsächliche Einsparung entsteht) für bis zu 10 Jahre angestrebt (RES-D Annex V C). Wir werden im folgenden untersuchen, ob und warum ein solches Ziel sinnvoll ist und analysieren, ob die RES-D überhaupt wirksame Anreize setzt, degradierte Flächen zu verwenden.

Unsere Berechnungen deuten darauf hin, dass neben Ackerland für einige Rohstoffe degradierte Flächen die einzige Möglichkeit darstellen, beim Einbezug von Emissionen aus Landnutzungsänderungen die Mindesteinsparung von 35 Prozent zu erreichen. Daher wird großes Interesse seitens der Produzenten bestehen, diese Flächen zu verwenden. Der große Unterschied zwischen degradiertem Grünland und normalem Grünland zeigt aber auch hier wieder auf, dass eine weitere Differenzierung in Unterkategorien notwendig sein wird.

Es sollte zudem angemerkt werden, dass degradiertes Land in den IPCC Guidelines sich nur auf degradiertes Grünland bezieht (IPCC 2006 Table 6.2). Eine Unterscheidung zwi-

⁴ Wir haben für die Beispiele auch die Landnutzungsänderung von „Ackerland“ in „Ackerland“ aufgenommen, um zu zeigen, dass nach der IPCC Berechnungsmethode unterschiedliche Anbaufrüchte und –methoden auch auf bereits vorhandenen Ackerflächen den Kohlenstoffgehalt im Boden beeinflussen. So führt zum Beispiel die Änderung von einer mehrjährigen Kultur wie Zuckerrohr zu einer einjährigen Kultur wie Soja zu einem Kohlenstoff Verlust, die Reduzierung der Pflügetätigkeit zu einer Kohlenstoffanreicherung im Boden. Für die genaue Definition der verwendeten Beispiel siehe Lange (2010)

⁵ Die Differenzierung von „nicht spezifiziert“ und „Methan Auffang“ in Abbildung 1 bzw. „Stroh CHP Anlage“ in Abbildung 2 bezieht sich auf unterschiedliche Emissionswerte im Produktionsprozess. Diese Differenzierung entspricht den Kategorien für Prozessemissionswerte der Biokraftstoffproduktion in der RES-D.

schen degradiertem Grünland und degradiertem Ackerland wird in der RES-D nicht gemacht. Zudem erscheint die Definition der EC deutlich stringenter als in den IPCC Guidelines, denn degradierte Flächen müssen „stark versalzen“ oder „stark kontaminiert“ sein, um der Definition der RES-D zu entsprechen (RES-D Annex V C). Es sollte daher überprüft werden, ob die Werte der IPCC Guidelines für die Berechnung von Emissionen aus Landnutzungsänderungen von ehemals degradiertem Land nach den Vorgaben der RES-D überhaupt verwendet werden können.

Der essentielle Grund aber, warum die Verwendung von degradierten Flächen höchste Priorität für den Anbau von Bioenergieerstoffen haben sollte ist, dass dies den einzigen Mechanismus der RES-D darstellt, die Konkurrenz um Ackerland zwischen Bioenergie- und Nahrungsmittelanbau abzumildern.

Die Frage aber, ob die degradierten Flächen tatsächlich für den Rohstoffanbau zur Biokraftstoffproduktion verwendet werden, wandelt sich in der Praxis zu der Frage, welche Anreize dem einzelnen Produzenten zur Allokation seiner vorhandenen Fläche zur Biokraftstoff- oder Nahrungsmittelproduktion gesetzt werden. Diese Entscheidung wird in erster Linie durch die Marktpreise der einzelnen anbaubaren Feldfrüchte beeinflusst. Die Konkurrenz zwischen Nahrungsmitteln und Biokraftstoffen um bereits vorhandenes Ackerland bleibt daher solange bestehen, wie die Preissignale auf den Weltagarmärkten nicht den Anbau von Rohstoffen zur Bioenergieproduktion auf degradierten Flächen begünstigen. Mit anderen Worten, die politischen Anreize müssen in der Weise gesetzt werden, dass der Anbau von Biomasse zur Biokraftstoffproduktion auf degradierten Flächen rentabler ist als auf normalem Ackerland.

Folgende Determinanten beeinflussen die Profitabilität von degradierten Flächen:

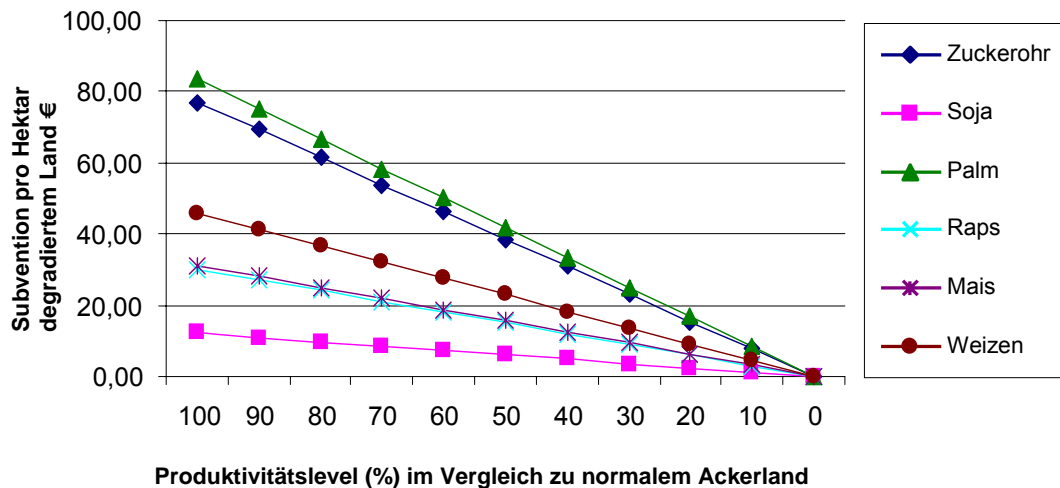
Bezüglich der Produktion werden Kosten zur Restauration degradierter Flächen anfallen, um die Flächen überhaupt landwirtschaftlich nutzen zu können. Zudem ist es wahrscheinlich, dass die Produktivität der degradierten Fläche hinter der von normalem Ackerland zurückbleibt.

Die Verwendung von degradierten Flächen im Vergleich zu bereits vorhandenen Ackerflächen führt nach der Berechnungsmethode der IPCC Guidelines zu meist höheren Emissionseinsparungen pro Hektar und setzt damit Anreize für die Nutzung solcher Flächen. Zusätzlich wird der Bonus von 29gCO₂/MJ (tatsächlich aber nicht geleisteten) Emissionseinsparung für einen Zeitraum von 10 Jahren gewährt, wenn degradierte Flächen für den Anbau von Energiepflanzen verwendet werden. Damit können die Mitgliedsstaaten ihre Emissionsreduktionsziele mit einer geringeren Emissionseinsparung des Biokraftstoffs als der tatsächlichen Emissionsbilanz erreichen. Man kann daher von dem Bonus als eine Art indirekter Subvention des Bioenergieanbaus auf degradierten Flächen sprechen.

Da in den meisten Ländern eine Biokraftstoffproduktion nur unter Fördermaßnahmen, Beimischungsquoten und Subventionen stattfindet, stellt sich die Frage, wie hoch der Anreiz des Bonus ausfällt oder ausfallen sollte. Um dies zu analysieren, haben wir beispielhaft die Subventionshöhe unter der Annahme berechnet, dass das Premium am Markt für zusätzliche Emissionseinsparungen sich in der Größenordnung des CO₂ Preises des Europäischen Emissionshandelssystems bewegt.

Für die Berechnung der Abbildung 3 habe wir einen CO₂ Preis von 20€/tCO₂ angenommen. Dies liegt über dem derzeitigen Kohlenstoffpreis von ca. 13€/tCO₂ des ETS. Da aber der Kraftstoffsektor bisher nicht direkt in das Emissionshandelssystem eingebunden ist, scheint ein höheres Premium am Markt eher realistisch. Die Abbildung 3 stellt die Subvention pro Hektar verwendetem, degradiertem Land für unterschiedliche Bioenergiepflanzen und Produktivitätslevel dar.

Abbildung 3: Subvention pro Hektar degradiertem Land für unterschiedliche Produktivitätslevel unter Annahme eines konstanten Kohlenstoffpreises von 20€/tCO₂



Da der Bonus pro Megajoule Kraftstoff gewährt wird, erhalten Biokraftstoffe aus Rohstoffen mit einer höheren Energieproduktivität pro Hektar eine höhere Subvention pro Hektar degradiertem Land. Diese Konstruktion des Bonus bewirkt aber auch, dass je stärker der Degradationsgrad, das heißt je geringer die Produktivität der degradierten Fläche, desto niedriger die Subvention. Unter der Annahme, dass mit steigendem Degradationsgrad die Investitionskosten steigen und die Energieausbeute pro Hektar bearbeitete Fläche sinkt, scheint die Abnahme der Unterstützung pro Hektar problematisch, denn der Subventionsbedarf wird hier eher zunehmen.

Zwar müsste die tatsächliche Höhe der Subvention in der Praxis anhand konkreter Produktivitätszahlen von degradierten Flächen getestet werden, dennoch ist anzunehmen, dass der Bonus zurzeit Anreize setzt, eher Flächen mit einem geringen Degradationsgrad zu nutzen. Ansonsten ist die Subvention nicht hoch genug, um Verluste aus Investitionskosten und niedrigerer Produktivität auszugleichen. Fraglich ist aber, ob ein Degradationsgrad von z.B. 10 Prozent der Definition von degradiertem Land als „stark versalzen“ und „stark kontaminiert“ der RES-D entspricht. Wir nehmen daher an, dass der derzeitige Bonus nur geringe Anreize setzt, degradierte Flächen für die Biomasseproduktion für Biokraftstoffe zu verwenden. Als bessere Alternative wäre ein Bonus anzusehen, welcher mit dem Degradationsgrad einer Fläche steigt und direkt pro Hektar vergeben wird.

5. Gesamtbewertung der Regulierung für Emissionen aus Landnutzungsänderungen

Die Ergebnisse unserer Beispielrechnungen lassen einige Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Wirkungsweise des aktuellen Regelwerks der Europäischen Kommission zu. Die RES-D ist vor allem danach zu bewerten, ob sie erreicht, was man sich von der Berücksichtigung von Emissionen aus Landnutzungsänderungen verspricht, nämlich diese zu reduzieren und sicher zu stellen, dass Biokraftstoffe tatsächlich einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Wir leiten die folgenden Hauptergebnisse und Reformvorschläge aus unserer Analyse ab:

In der RES-D werden Anreize gesetzt, Rohstoffe mit einem hohen Energieertrag pro Hektar und effiziente Produktionsmethoden zu verwenden.

Der generelle Ausschluss von besonders schützenswerten Flächen, mit hohem Naturschutzwert oder Biodiversität, zur Bioenergieproduktion, wie in RES-D festgeschrieben, ist größtenteils nicht notwendig, da die meisten Naturflächen ohnehin bei ihrer Umwandlung zu Ackerland zu hohe Emissionen verursachen würden, als dass der Biokraftstoff das Mindesteinsparungsziel von 35 Prozent erreichte. Dieser Aspekt erleichtert einen Nachhaltigkeitszertifizierungsprozess, weil nicht für jeden Fall untersucht werden muss, ob eine Fläche unter die Kategorien der RES-D für einen generellen Ausschluss fällt. Dies gilt allerdings nicht immer für Grünland und Savannen, was das Beispiel Ethanol aus Brasilien zeigt. Hier müssen also zusätzlich Biodiversitätshotspots identifiziert werden.

Die Europäische Kommission strebt an, auch für Emissionen aus Landnutzungsänderungen Standardwerte festzulegen. Dies ist allein deswegen sinnvoll, weil eine eigene Erhebung jedes Produzenten mit hohen Kosten und Aufwand verbunden ist. Die Beispiele machen deutlich, dass solche Standardwerte möglichst differenziert für unterschiedliche Landnutzungsänderungen und Rohstoffproduktionen sein sollten. Die Festlegung eines allgemeinen Standardwertes für ein Land, könnte die höchst unterschiedlichen Emissionen aus Landnutzungsänderungen nicht erfassen und setzt keine Anreize zur nachhaltigen Produktion. Deshalb sollten Standardwerte mindestens nach Weltregion, Klimazone, Vegetationstyp, Rohstoff und Managementsystem differenziert werden, um eine Unter- oder Überschätzung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen zu vermeiden. Auch für ein Zertifizierungssystem bieten sich differenzierte Standardwerte an, da aufwendige Eigenerhebungen vermieden werden.

In den Beispielen zeigt sich eindeutig, dass die vorgestellte Berechnungsmethode die Verwendung von Flächen mit geringem Bewuchs, wie Ackerland und Grünland, für den Anbau von Rohstoffen zur Bioenergieproduktion begünstigt. Die Berechnungsergebnisse bestätigen also die Hypothese, dass die bestehenden Anreize der RES-D zu einer bevorzugten Nutzung schon landwirtschaftlich genutzter Fläche führen. Direkte Landnutzungsänderungen bleiben dadurch gering. Man muss allerdings davon ausgehen, dass dies auf Kosten indirekter Landnutzungsänderungen geschieht und sich die Konkurrenz zwischen der Bioenergie- und Nahrungsmittelproduktion dadurch verschärft.

Auf der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzfläche werden vor allem Nahrungsmittel angebaut. Wird nun ein Teil dieser Nahrungsmittel durch Biokraftstoffe ersetzt, bleibt die Nachfrage nach Nahrungsmitteln aber entsprechend bestehen, ist es wahrscheinlich, dass Landnutzungsänderungen vor allem für die Nahrungsmittelproduktion stattfinden werden. Da Nahrungsmittel bisher keiner Nachhaltigkeitsregulierung bezüglich Landnutzungsänderungen unterliegen, könnte die Ausweitung in besonders schützenswerte Flächen mit hoher Biodiversität und Kohlenstoffgehalt erfolgen. Diese Landnutzungsänderungen führen folglich aber zu ähnlich hohen Emissionen wie die Umwandlung für die Biokraftstoffproduktion. Die globale Treibhausgasbilanz einer sich ausweitenden Bioenergieproduktion würde demnach eher von indirekter als von direkten Landnutzungsänderungen beeinflusst. Wird dieser Wirkungsmechanismus in der Regulierung von Biokraftstoffen nicht berücksichtigt, würde die tatsächliche Emissionsbilanz von Biokraftstoffen einen positiven Beitrag zum Klimaschutz durch Biokraftstoffe verhindern.

Wie oben gezeigt, ist der Ansatz der Europäischen Kommission, dieser Tendenz durch eine Ausweitung der Bioenergieproduktion vornehmlich in degradierte Flächen entgegenzuwirken, bisher durch die ungünstige Konstruktion des Bonus wenig Erfolg versprechend.

Ein weiterer Ansatz besteht in der Berücksichtigung eines Faktors für indirekte Landnutzungsänderungen in der Kalkulation der Treibhausgasbilanz von Biokraftstoffen.⁶ Die Europäische Kommission prüft dies derzeit. Ohne die kontroverse Diskussion über die Berechnung von indirekten Landnutzungsänderungen hier abbilden zu können⁷, sehen wir keinen konsistenten Ansatz wie dieser Faktor in gerechter Art und Weise und unter Beibehaltung individueller Anreize zu einer nachhaltigen Produktion konstruiert werden könnte. Das ist vornehmlich darauf zurückzuführen, dass die globalen Landnutzungsdynamiken sich einerseits über die Weltmarktpreise für Agrarprodukte ergeben, andererseits aber lokale Faktoren wie Landnutzungsregulierungen, Marktzugang, klimatische Bedingungen, Bodenqualität etc. eine wichtige Rolle spielen. Die Wirkung der einzelnen Biokraftstoffproduktion auf die globalen Landnutzungsdynamiken lässt sich aus diesem komplexen System nicht separieren.

Um dem Problem der indirekten Landnutzungsänderungen dennoch entgegenzuwirken, sollte die RES-D dahingegen reformiert werden, wirksame Anreize für die Nutzung degradierter Flächen zu setzen. Außerdem sollte das Ziel beibehalten werden, die Mindesteinsparung 2017 auf 50 Prozent (bzw. 60 Prozent für neue⁸ Anlagen ab 2018) anzuheben. Damit wird erreicht, dass insbesondere Rohstoffe mit einem hohen Energieertrag pro Hektar verwendet werden und damit die angestrebte Bioenergiequote von 10 Prozent im Transportsektor mit weniger Anbaufläche erreicht wird.

Als abschließende Bewertung der Regulierung der Europäischen Kommission bezüglich Landnutzungsänderungen muss darauf hingewiesen werden, dass eines der Hauptprobleme eines solchen Ansatzes darin besteht, dass die Nachhaltigkeitsregulierungen bisher nur für

⁶ Als Übersicht über verschiedene ILUC Ansätze siehe zum Beispiel Fehrenbach et al. (2009)

⁷ Für eine detaillierte Diskussion siehe Lange (2010)

⁸ Neu bezieht sich hier auf ab 2017 gebaute Anlagen.

den Biomasseanbau für Energiezwecke existiert. Eine ausführliche Darstellung des Ansatzes den gesamten Agrarsektor in ein Emissionshandelssystem zu integrieren, welches Landnutzungsemissionen mit einbezieht, würde den Rahmen dieses Policy Briefs überschreiten. Als kurzer Ausblick sei aber erwähnt, dass langfristig allen Agrarprodukten ihre Klimakosten zugerechnet werden sollten, indem für jedes Agrarprodukt eine Treibhausgasbilanzierung inklusive der verursachten Emissionen aus Landnutzungsänderungen erfolgt. Müssten die entsprechenden Rechte für diese Emissionen zum Beispiel innerhalb eines Emissionshandelssystems erworben werden, würden damit die Klimakosten einer Landnutzungsänderung immer direkt dem Agrarprodukt zugerechnet, welches die direkte Landnutzungsänderung verursacht. Jede Landnutzungsänderung wäre demnach definitionsgemäß eine direkte Landnutzungsänderung und alle Diskussionen, wie indirekte Landnutzungsänderungen bei der Nachhaltigkeitsregulierung von Biokraftstoffen berücksichtigt werden können bedeutungslos.

6. Schlussfolgerungen

Die derzeitige Regulierung der Europäischen Kommission, Emissionen aus Landnutzungsänderungen für die energetische Biomasseproduktion auf der Basis der IPCC Guidelines zu berechnen, setzt Anreize, Rohstoffe mit besonders hoher Energieproduktivität pro Hektar, effiziente Management- und Produktionstechniken sowie mehrjährige Kulturen zu verwenden. Damit wird bewirkt, dass die Bioenergiequote im Transportsektor mit der geringst möglichen Flächennutzung für die Rohstoffproduktion erreicht wird. In dieser Hinsicht versucht die RES-D die Konkurrenz zwischen der Nahrungsmittel- und der Bioenergieproduktion möglichst gering zu halten.

Die Berechnungsmethode für Emissionen aus Landnutzungsänderungen zusammen mit der Vorgabe, dass eine Biokraftstoffoption mindestens 35 Prozent Emissionseinsparung im Vergleich zu fossilem Kraftstoff erreichen muss, setzt allerdings Anreize, vor allem bereits landwirtschaftlich genutzte Flächen zur Bioenergieproduktion zu verwenden, um direkte Landnutzungsänderungen gering zu halten. Damit steht die Bioenergieproduktion in direkter Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Resultiert daraus eine Verdrängung der Nahrungsmittelproduktion in bisher ungenutztes Land, wird die Treibhausgasbilanz einer expandierenden Bioenergieproduktion vor allem von Emissionen aus indirekten Landnutzungsänderungen beeinflusst. Direkte Landnutzungsänderungen werden damit auf Kosten indirekter Landnutzungsänderungen vermieden und die Klimaschutzleistung von Biokraftstoffen fraglich.

Diesem Problem sollte durch effiziente Anreize zur Nutzung degradierter Flächen entgegen gewirkt werden. Zudem sollte an der Bevorzugung besonders produktiver Rohstoffoptionen zur Bioenergieproduktion festgehalten werden. Langfristig ist anzustreben, allen Agrarprodukten ihre Klimakosten, vor allem verursacht durch Emissionen aus Landnutzungsänderungen, zuzurechnen.

Literatur

- European Union (RES-D) (2009). Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Official Journal of the European Union L140/16 of 5.6.2009; 2009.
- Fehrenbach, H., J. Giegrich, G. Reinhardt und N. Rettenmaier (2009). Synopsis of current models and methods applicable to indirect land use change (ILUC). Report Commissioned by Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. (BDBe) <http://www.bdbe.de/studien.html>.
- IPCC (IPCC Guidelines) (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe (eds). Published: IGES, Japan.
- Lange, M. (2010). The GHG Balance of Biofuels Taking into Account Land Use Change. Kiel Working Paper 1619, Kiel
- Le Quéré, C., M. Raupach, J. Canadell, G. Marland, L. Bopp, P. Ciais, T. Conway, S. Doney, R. Feely, P. Foster, P. Friedlingstein, K. Gurney, R. Houghton, J. House, C. Huntingford, P. Levy, M. Lomas, J. Majkut, N. Metzler, J.P. Ometto, I. Peters, C. Prentice, J. Randerson, S. Running, J. Sarmiento, U. Schuster, S. Sitch, T. Takahashi, N. Viovy, G. van der Werf and F. Woodward (2009). Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience* (2): 1–6.
- UN-REDD (The United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries). A. Angelsen, S. Brown, C. Loisel, L. Pesket, C. Streck and D. Zarin (2009). An Options Assessment Approach. http://www.redd-oar.org/links/REDD-OAR_en.pdf.

Imprint

Publisher: Kiel Institute for the World Economy
Hindenburgufer 66
D – 24105 Kiel
Phone +49 (431) 8814-1
Fax +49 (431) 8814-500

Editorial team: Rita Halbfas
Helga Huß
Prof. Dr. Henning Klodt
(responsible for content, pursuant to § 6 MDStV)
Dieter Stribny

The Kiel Institute for the World Economy is a foundation under public law of the State of Schleswig-Holstein, having legal capacity.

Sales tax identification number DE 811268087.

President: Prof. Dennis Snower, Ph.D.

Vice President: Prof. Dr. Rolf J. Langhammer

Supervisory authority: Schleswig-Holstein Ministry of Science,
Economic Affairs and Transport

© 2009 The Kiel Institute for the World Economy. All rights reserved.