

Studentische Arbeiten

Nr. 50/2010

Schriftenreihe der Interfakultären Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ)

Agrotreibstoffe – eine nachhaltige Alternative?

Eine Nachhaltigkeitsanalyse der Produktion von Agrotreibstoffen erster Generation in Entwicklungsländern



Ena Hirschi, Christoph Decker,
Rebecca Stecher, Simone Heldner, Mirjam Luder

Impressum

Schriftenreihe Studentische Arbeiten der IKAÖ

Hrsg.: Ruth Kaufmann-Hayoz

Nr. 50 **Agrotreibstoffe – eine nachhaltige Alternative?**
Eine Nachhaltigkeitsanalyse der Produktion von
Agrotreibstoffen erster Generation in Entwicklungsländern

Arbeit im Rahmen des Moduls C des Studiengangs „Allgemeine Ökologie“ (Bachelor Minor) an der Interfakultären Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ) der Universität Bern.

Betreut durch Dr. Antonietta Di Giulio (IKAÖ).

AutorInnen: Ena Hirschi, Christoph Decker, Rebecca Stecher, Simone Heldner, Mirjam Luder

Jahr: 2010

Verlag: Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ),
Universität Bern

ISBN: 978-3-906456-63-8

Bild auf Titelseite: Zuckerrohrplantage im Bundesstaat São Paulo. Quelle: Wikimedia Commons (Photograph: Mariordo)

Auflage: 50

Druck: Universität Bern, Kopierzentrale
Gedruckt auf chlorfreiem Recyclingpapier

Pdf <http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/>



Dieses Werk ist unter folgender Creative Commons-Lizenz lizenziert:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ch>

Agrotreibstoffe – eine nachhaltige Alternative?

**Eine Nachhaltigkeitsanalyse der Produktion von
Agrotreibstoffen erster Generation in
Entwicklungsländern**

Ena Hirschi, Christoph Decker, Rebecca Stecher,
Simone Heldner, Mirjam Luder

2010
Universität Bern
Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie
(IKAÖ)

Vorwort und Dank

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Moduls C des Studiengangs „Allgemeine Ökologie“ (Bachelor Minor) an der Interfakultären Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ) der Universität Bern. In der interdisziplinären Gruppenarbeit wurde ein umweltwissenschaftliches Thema ausgewählt und erarbeitet. Unsere Gruppe, bestehend aus zwei Geographiestudentinnen (Ena Hirschi und Mirjam Luder), einem Geographiestudenten (Christoph Decker), einer Sozialanthropologiestudentin (Simone Heldner) und einer Biologiestudentin (Rebecca Stecher), beschäftigte sich mit dem Thema der Agrotreibstoffe. Nach einigen Recherchen und Diskussionen über das Thema wurde deutlich, dass es zu umfassend ist und begrenzt werden musste, um es im Rahmen dieses Kurses zu bearbeiten und zu einem Resultat zu gelangen. Deshalb beschränkten wir uns auf die Frage, inwiefern die Agrotreibstoffe erster Generation als eine nachhaltige Alternative für fossile Brennstoffe in Frage kommen und führten eine Nachhaltigkeitsanalyse durch.

An dieser Stelle möchten wir uns noch ganz herzlich für die Betreuung bei Antonietta Di Giulio bedanken. Sie ist uns stets mit gutem Rat und konstruktiver Kritik zur Seite gestanden und hat dadurch wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Bern, 01. August 2010

Ena Hirschi
Christoph Decker
Rebecca Stecher
Simone Heldner
Mirjam Luder

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Gegenstand der Arbeit	2
2. Vorgehen.....	3
2.1. Ziele und Fragen	3
2.2. Methodik.....	4
3. Literatur.....	4
3.1. Stand des Wissens.....	4
3.2. Literatursauswahl und -auswertung.....	5
4. Theoretische Grundlagen	5
4.1. Definition von Agrotreibstoffen.....	5
4.2. Nachhaltigkeitskriterien	6
5. Ergebnisse.....	9
5.1. Ökologische Nachhaltigkeit	9
5.1.1. Reduktion des Schadstoffausstosses.....	10
5.1.2. Erhalt der Biodiversität	13
5.1.3. Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs.....	16
5.2. Ökonomische Nachhaltigkeit	20
5.2.1. Stabilität der Nahrungsmittelpreise.....	21
5.2.2. Steigerung der Kaufkraft	25
5.3. Soziale Nachhaltigkeit	28
5.3.1. Gerechter Ressourcenzugang	29
5.3.2. Faire Arbeitsverhältnisse und -bedingungen	32
6. Synthese	34
7. Referenzen.....	37

1. Einleitung und Gegenstand der Arbeit

Seit jeher ist die Menschheit auf Energie angewiesen, und seit der Industriellen Revolution benützt sie Erdgas, Erdöl und Kohle, um Energie zu gewinnen. Durch den grossen und immer grösser werdenden Verbrauch und die begrenzte Menge an vorhandenen Ressourcen drohen uns unsere Energieträger auszugehen. Deshalb wird versucht, neue Energiequellen zu erschliessen. Mit der Diskussion um die Klimaerwärmung wird das Augenmerk vermehrt auf erneuerbare Energie gelegt, wie etwa Solar-, Wasser- und Windenergie. Auch im Bereich der Treibstoffe findet ein Umdenken statt, wobei sich vor allem Agrotreibstoffe¹ in den letzten Jahren zunehmend einen Namen gemacht haben. Laut dem Worldwatch Institute (2007) sind sie einer der wenigen Energieträger, die als grossräumiger Ersatz für fossile Treibstoffe in Frage kommen. In der anhaltenden Diskussion darüber ist jedoch unklar, ob dies eine nachhaltige Alternative ist.

Dies hat uns dazu veranlasst, unsere Arbeit über die Nachhaltigkeit der Produktion von Agrotreibstoffen zu schreiben. Da das Thema der Agrotreibstoffe sehr weit reichend ist, haben wir uns entschieden, das Feld unserer Untersuchung einzuschränken und uns auf die Nachhaltigkeit der Treibstoffproduktion in Entwicklungsländern zu konzentrieren. Diese Einschränkung erfolgt auf Grund der verfügbaren Forschungsdaten, welche es uns nicht ermöglichen, uns bei unserer Untersuchung auf eine bestimmte Pflanze oder ein bestimmtes Land zu konzentrieren, um genau zu evaluieren, ob die Agrotreibstoffproduktion in diesem Falle nachhaltig ist. Weiter haben wir unseren Gegenstand deshalb auf Entwicklungsländer beschränkt, weil die Unterschiede in der Agrotreibstoffproduktion zwischen Industrie- und Entwicklungsländern beträchtlich sind und der Anteil der Agrotreibstoffproduktion aus Entwicklungsländern (allen voran Brasilien²) einen Grossteil der Produktion dieser Treibstoffe ausmacht (Worldwatch Institute, 2007). Weiter haben wir uns auf die Agrotreibstoffe erster Generation konzentriert, die derzeit den Grossteil des Produktionsvolumens ausmachen (Worldwatch Institute, 2007). Die zweite Generation der Treibstoffe, auch „next-generation“ genannt, wird laut dem Worldwatch Institute (2007) ihr grosses Potential in der Zukunft haben,

¹ Agrotreibstoffe, Biotreibstoffe, Agrokraftstoffe, Biokraftstoffe, Agrofuels und Biofuels sind Synonyme; hier wird vor allem der Begriff Agrotreibstoffe verwendet, um durch Auslassen des Wortbestandteils "Bio", der eine ökologisch positive Konnotation haben kann, einen möglichst wertungsfreien Begriff zu verwenden.

² Viele Autoren unterscheiden weiter zwischen Entwicklungs- und Schwellenländern; Brasilien wäre in dieser Klassifizierung ein Schwellenland und in einer Gruppe mit z.B. China oder Indien (UNDP, 2009). Wir fassen Entwicklungs- und Schwellenländer in dieser Arbeit zusammen, weil es uns v.a. auf die Unterschiede zu den Industrieländern (z.B. Schweiz, Frankreich, USA etc.), die die Hauptnachfrager nach Agrotreibstoffen sind, ankommt.

aber noch liegen kaum Studien zu den Auswirkungen vor. Deshalb werden sie in unserer Analyse nicht miteinbezogen.

Bei unserer Analyse gewichten wir die ökologische, ökonomische und soziale Dimension gleichermassen, d.h. wir führen unsere Nachhaltigkeitsanalyse unter diesen drei Aspekten durch. Unsere Kriterien sind folgende: Nachhaltigkeit des Schadstoffausstosses, Erhalt der Biodiversität und Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs (ökologische Dimension), die Stabilität der Nahrungsmittelpreise und die Steigerung der Kaufkraft (ökonomische Dimension), der gerechte Ressourcenzugang und faire Arbeitsverhältnisse und -bedingungen (soziale Dimension).

In einem ersten Teil der Arbeit stellen wir die Ziele und Fragen vor, welchen die Arbeit gewidmet ist. Anschliessend werden die Methodik, der aktuelle Stand des Wissens und die Literaturlauswahl und Literaturlauswertung dargelegt. Darauf folgen eine Definition von Agrotreibstoffen und eine Auflistung der gewählten Nachhaltigkeitskriterien, anhand welcher wir überprüfen, ob die Produktion von Agrotreibstoffen ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltig ist, und schliesslich die Analyse und Synthese. Am Schluss entscheiden wir, ob die Agrotreibstoffproduktion in Entwicklungsländern als nachhaltig angesehen werden kann.

2. Vorgehen

2.1. Ziele und Fragen

Im Laufe der Erarbeitung unseres Konzeptes haben wir anhand der aufgeführten Fragen grundlegende Ziele formuliert:

Erkenntnisbezogenes Ziel:

Das Ziel der Arbeit ist es, eine Nachhaltigkeitsanalyse der Agrotreibstoffproduktion erster Generation auf lokaler Ebene in Entwicklungsländern durchzuführen.

Gesellschaftsbezogenes Ziel:

Wir wollen einen Beitrag zur aktuellen Diskussion leisten, indem wir die Nachhaltigkeit der Agrotreibstoffproduktion mittels verschiedener Kriterien untersuchen. Die Arbeit soll eine Unterstützung zum besseren Verständnis der vielfältigen Folgen sein, welche die Agrotreibstoffproduktion mit sich bringt.

Fragen:

- Was weiss man über die Beurteilung von Agrotreibstoffen? Wie weit ist der Stand des Wissens heute?
- Nach welchen Kriterien sollte die Nachhaltigkeit von Agrotreibstoffen untersucht werden?
- Wie stehen die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit zueinander und gibt es Überschneidungen?
- Erfüllt die Agrotreibstoffproduktion die Kriterien der Nachhaltigkeit? Ist hier eine klare Aussage überhaupt möglich?

2.2. Methodik

Wie bereits erwähnt, haben wir unser Forschungsfeld auf Grund der vorhandenen Studien und dem Anteil an der Produktion auf Entwicklungsländer beschränkt und zur Veranschaulichung Fallbeispiele aus Brasilien und Malaysia/Indonesien hinzugezogen. Für unsere Arbeit haben wir eine deduktive Vorgehensweise gewählt und dabei versucht, auf Grund von ausgewählten Kriterien die Situation betreffend der Nachhaltigkeit der Produktion in Entwicklungsländern zu beurteilen. So stellt unsere Arbeit keine Fallstudie dar, sondern gibt einen Überblick über den Rahmen, in welchem sich die Produktion der Agrotreibstoffe vollzieht. Die Überprüfung der Kriterien muss in einem weiteren Schritt unter Berücksichtigung des konkreten lokalen oder regionalen Kontextes durchgeführt werden.

3. Literatur

3.1. Stand des Wissens

Die wissenschaftliche Basis reicht derzeit nicht aus, um genaue Aussagen über die Auswirkungen der Agrotreibstoffproduktion zu machen. Da es aber gerade zur jetzigen Zeit ein sehr aktuelles Thema ist, wird sehr viel geforscht und immer mehr zum Thema publiziert. Es wird zunehmend ersichtlich, dass die Agrotreibstoffe erster Generation (vgl. Kapitel 4.2. "Nachhaltigkeitskriterien") aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit gravierende Nachteile haben, und die Untersuchungen konzentrieren sich deshalb je länger je mehr auf Treibstoffe zweiter Generation. Hier, mit Blick in die Zukunft, ist es wichtig, dass man die Auswirkungen der verschiedenen Anbautechnologien, Produkte und Pflanzen im Vorhinein genau untersucht und

kennt (Von Braun, 2008), und nicht die negativen Konsequenzen im Nachhinein auf Grund von Fahrlässigkeit tragen muss.

3.2. Literatúrauswahl und -auswertung

Aufgrund der Anzahl der veröffentlichten Werke zum Forschungsgegenstand war die Auswahl der Literatur an Bedingungen geknüpft: Unter Berücksichtigung der Konzeption unserer Arbeit haben wir vor allem solche Quellen als brauchbar beurteilt, die das Problem der Agrotreibstoffe auf struktureller Ebene behandeln. Dementsprechend wurde versucht, Quellen zu finden, aus denen allgemeine Schlüsse ableitbar sind - insbesondere aus solchen, die einen regionalen Bezug enthalten -, um in der Lage zu sein, ein regionales Gesamtbild der Problematik zu zeichnen. Die klaren Positionen, die in manchen Quellen deutlich wurden, haben wir uns bewusst gemacht und versucht, sie in kritischer Weise zu verwenden. Es hat sich gezeigt, dass stark positionierte Literatur oft populärwissenschaftlich oder ideologisch motiviert war.

Da in unserer interdisziplinären Arbeit den Sichtweisen verschiedener Disziplinen Ausdruck verliehen werden soll, sind die Quellen und die darin verwendeten wissenschaftlichen Methoden voneinander verschieden und geben ein heterogenes Bild ab. Dabei zeichnen sich Unterschiede zwischen der naturwissenschaftlichen (ökologischen) und der sozialwissenschaftlichen (sozial-ökonomischen) Dimension unserer Arbeit ab. Das Hauptproblem beim naturwissenschaftlichen Teil war es, die Quellen zu finden, die auf unsere Problematik anwendbare verlässliche Ergebnisse liefern. Im sozial-ökonomischen Teil ging es darüber hinaus auch darum, einen Erklärungsansatz für die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Phänomene zu finden, die bei der Agrotreibstoffproduktion beobachtet werden, was ein interpretatives Vorgehen notwendig machte.

4. Theoretische Grundlagen

4.1. Definition von Agrotreibstoffen

Agrotreibstoffe im Allgemeinen sind Treibstoffe in Gas- oder flüssiger Form, welche aus Pflanzen oder pflanzlichen Resten hergestellt werden (Giampietro et al., 1997). Es wird unterschieden zwischen Agrotreibstoffen der ersten Generation (Treibstoffe, die aus pflanzlichen Ölen, Stärke und Zuckern produziert werden; zum grössten Teil Bioethanol und Biodie-

sel (Worldwatch Institute, 2007)) und zweiten Generation (Treibstoffe, die aus organischen Abfällen, wie Zellulose von Holz und Pflanzen, hergestellt werden). Agrotreibstoffe erster Generation können aus verschiedenen Pflanzen gewonnen werden, wie z.B. Mais, Getreide, Palmöl, Soja oder Reis (UN, 2007).

Da zurzeit die Agrotreibstoffe erster Generation den Grossteil des Produktionsvolumens ausmachen (Worldwatch Institute, 2007), haben wir uns in dieser Arbeit auf sie konzentriert. Die Agrotreibstoffe zweiter Generation werden nur zur Einbettung in der Einleitung und in der Synthese bzw. dem Ausblick erwähnt.

4.2. Nachhaltigkeitskriterien

In dieser Arbeit wird die Produktion von Agrotreibstoffen anhand der ausgewählten Literatur auf ihre Nachhaltigkeit überprüft. Doch was ist Nachhaltigkeit genau? Der Begriff der Nachhaltigkeit wird verschiedenartig konzipiert. Die Brundtland-Kommission der UNO hat in ihrem Bericht "Our Common Future" den Begriff so beschrieben: „Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“ (WCED, 1987, S. 43). Ausgehend von diesem Grundkonzept haben wir Nachhaltigkeit als drei ineinander greifende Themenkreise verstanden, wie in Abb. 1 dargestellt. Es werden also die ökologische, die ökonomische und die soziale Dimension unterschieden (IUCN, 2006).

Die in unserer Arbeit behandelten Themen können dabei oft nicht ausschliesslich einer Dimension zugeteilt werden, sondern müssen unter Berücksichtigung ihrer Schnittmengen analysiert werden. Die Dimensionen sind also miteinander verknüpft bzw. überschneiden sich. So spielen zum Beispiel der wirtschaftliche Punkt der Nutzung der Ressourcen, der ökologische Punkt der Ressourcenerhaltung und der soziale Punkt des Ressourcenzugangs eng zusammen. Die Zuteilung zu der jeweiligen Dimension erfolgt auf Grund des Schwerpunktes des Themas und es werden analytische Trennlinien gezogen.

Um die Produktion von Agrotreibstoffen in Entwicklungsländern auf ihre Nachhaltigkeit zu überprüfen, wurden in dieser Arbeit sieben Kriterien bestimmt, den drei Dimensionen zugeteilt und genauer analysiert (Abb. 1). Diese Kriterien haben wir in Anlehnung an die Ziele für eine nachhaltige Entwicklung im Brundtland-Bericht (WCED, 1987, zitiert in Di Giulio, 2004) formuliert. Wir haben uns auf diejenigen Ziele konzentriert, die in Bezug auf die Agrotreibstoffproduktion besonders kritisch erscheinen und von denen angenommen werden kann, dass sie als Referenzrahmen für eine Nachhaltigkeitsanalyse gelten können und zumindest teilweise Zustimmung und Anwendung finden. Auch wenn nicht alle Aspekte be-

trachtet werden können, unter denen die Agrotreibstoffproduktion analysierbar ist, sollen die von uns ausgewählten Kriterien einen zusammenfassenden Überblick über die wichtigsten Zusammenhänge geben.

Damit eine Entwicklung als nachhaltig bezeichnet werden kann, muss sie in allen drei Dimensionen den Bedürfnissen heutiger und zukünftiger Generationen entsprechen (vg. Definition der Nachhaltigkeit aus dem Brundtland-Bericht weiter oben). Zudem gehen wir davon aus, dass eine Dimension dann nachhaltig ist, wenn alle ihr zugehörigen Kriterien es sind, und deshalb wird in dieser Arbeit jedes Kriterium einzeln bewertet.

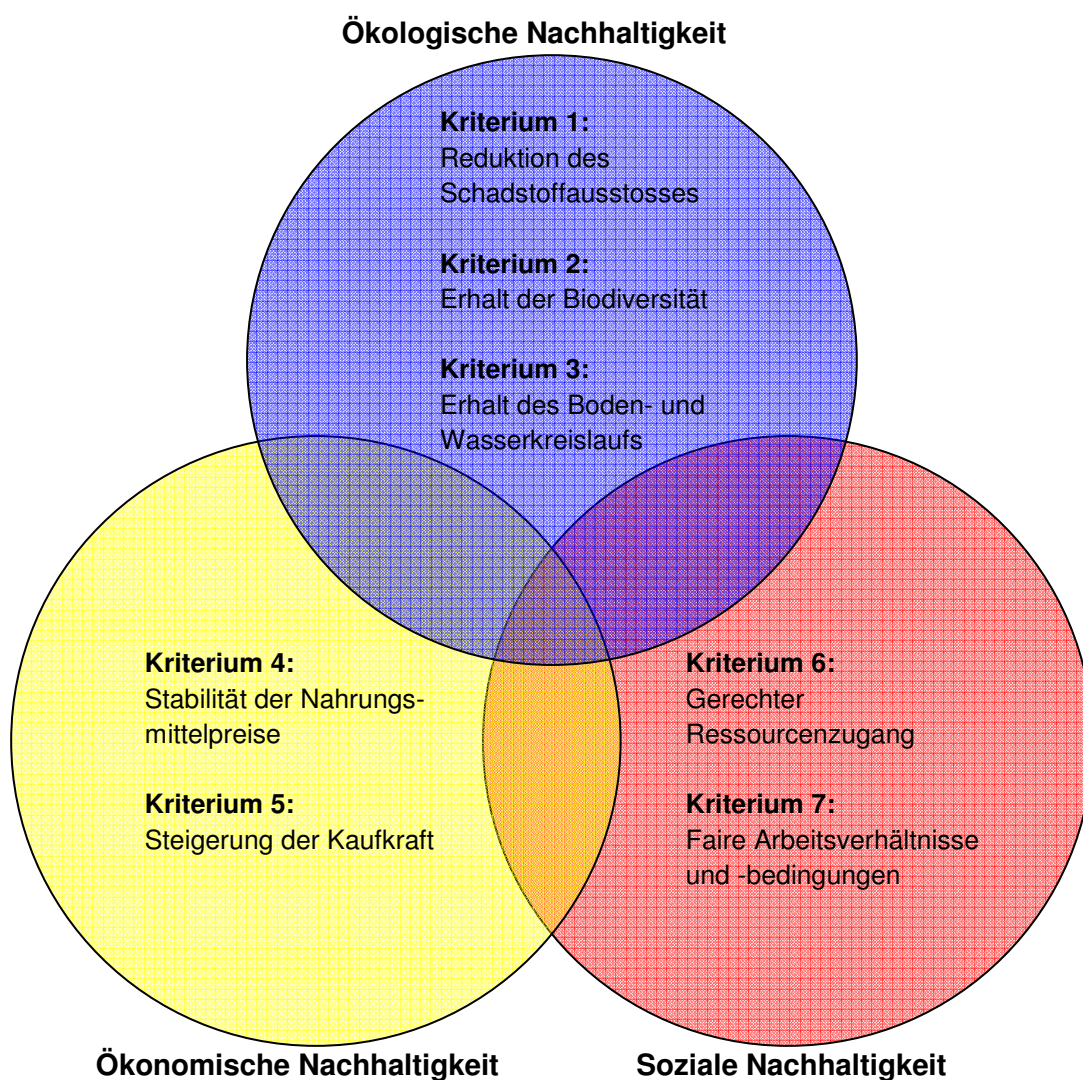


Abb. 1: Die sieben Kriterien der Nachhaltigkeitsanalyse

Die ökologische Dimension

- Kriterium 1: Die Emissionen toxischer und gefährlicher Stoffe sollen gesenkt, und dadurch sowohl die Verschmutzung von Wasser, Luft und Boden vermindert als auch die Erwärmung der Erdatmosphäre gestoppt werden. Dieses Kriterium wurde ausgewählt, da die Klimaerwärmung ein grosses Problem der heutigen Zeit ist (IPCC, 2007).
- Kriterium 2: Die Vielfalt des genetischen Materials muss bewahrt und somit die Artenvielfalt, d.h. die Biodiversität, erhalten bleiben. Weiter müssen aussterbende Arten geschützt werden. Dieses Kriterium wurde ausgewählt, da der Biodiversitätsverlust immer mehr an Brisanz gewinnt. Die Bedeutung der Biodiversität zeigt sich auch an der Wahl, 2010 zum Jahr der Biodiversität zu erklären (BAFU, 2010).
- Kriterium 3: Der Boden- und Wasserkreislauf muss erhalten und damit die Bodenfruchtbarkeit gesichert und der Degradation vorgebeugt werden. Um dies zu gewährleisten ist eine Bewirtschaftung mit genügend Regenerationszeit für den Boden notwendig. Dieses Kriterium wurde ausgewählt, da Bodendegradation und -erosion weltweit ein grosses Thema ist und immer grösser wird (Bai et al., 2008; Chen et al., 2002).

Die ökonomische Dimension

- Kriterium 4: Das Problem der Nahrungsmittelknappheit in Entwicklungsländern darf sich nicht weiter verschärfen. Um dies zu beurteilen, soll die Stabilität der Nahrungsmittelpreise untersucht werden. Wir haben dieses Kriterium ausgewählt, weil die Reduktion des Welthungers in den Millenniums-Zielen der Vereinten Nationen als eine der wichtigsten Aufgaben betrachtet wird (UN, 2002), die Zahl der unterernährten Menschen jedoch stabil bleibt und von der FAO (2009) für das Jahr 2009 auf über eine Milliarde (ca. ein Sechstel der Weltbevölkerung) geschätzt wurde.
- Kriterium 5: Die Agrotreibstoffproduktion soll zur Reduktion der Armut der am Produktionsprozess beteiligten Arbeiter beitragen. Wir haben dieses Kriterium ausgewählt, weil ein grosser Teil der Arbeiter in der Agrotreibstoffproduktion einer armen oder ärmeren gesellschaftlichen Schicht angehört (Worldwatch Institute, 2007) und die Reduktion der Armut ein weiteres Millenniumsziel der UN (2002) darstellt. Weil die Steigerung der Kaufkraft eine Möglichkeit zur Armutsreduktion ist (Adams, 2009), unter-

suchen wir, inwieweit diese Steigerung durch die Agrotreibstoffproduktion induziert werden kann.

Die soziale Dimension

- Kriterium 6: Ein gerechter Zugang zur Ressource Boden muss gewährleistet sein, da der Produktionsfaktor Boden materielle Grundlage lokaler Bevölkerungen in Entwicklungsländern und gleichzeitig Bedingung für die Erreichung sozialer Entwicklung und Sicherheit ist (WBGU, 1994). Dies schliesst die Respektierung vorhandener Landrechte mit ein. Dieses Kriterium wurde ausgewählt, da die Konkurrenz um Boden und die Nutzungskonflikte grosse Probleme darstellen und die Agrotreibstoffproduktion als neue Landnutzungsform ein wesentlicher Konkurrent ist. Durch Konkurrenz und Konflikte wird ein gerechter Zugang zu Boden gefährdet (UNCED, 1992).
- Kriterium 7: Arbeitsverhältnisse sollen auf einer gleichwertigen Stellung des Arbeiters gegenüber seinem Arbeitgeber beruhen, sodass eine Ausbeutung der in der Agrotreibstoffproduktion Beschäftigten ausgeschlossen ist. Mindeststandards bei den Arbeitsbedingungen hinsichtlich körperlicher und psychischer Gesichtspunkte müssen eingehalten werden. Dieses Kriterium wurde ausgewählt, da Gesundheit ein Sozialrecht des Menschen ist (UN, 1966), in vielen Teilen der Erde, vor allem auch im Landwirtschaftssektor, aber nicht geachtet wird (ILO, 2006).

5. Ergebnisse

5.1. Ökologische Nachhaltigkeit

In diesem Kapitel wird anhand von drei Kriterien die ökologische Nachhaltigkeit der Biotreibstoffproduktion überprüft. Untersucht wird, ob eine Reduktion des Schadstoffausstosses, der Erhalt der Biodiversität und der Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs erreicht bzw. gewährleistet werden können. Die verschiedenen Aspekte dieser drei Kriterien interagieren sehr stark miteinander, treten aber auch in Wechselwirkung mit der sozialen und der ökonomischen Dimension. Nebst der Nachhaltigkeitsüberprüfung wird versucht, eine Verflechtung der verschiedenen Kriterien darzustellen.

5.1.1. Kriterium 1: Reduktion des Schadstoffausstosses

Die Produktion von Treibstoffen und ihr Verbrauch verursachen etwa ein Viertel aller Treibhausgas-Emissionen³ weltweit. Der Ausstoss von Treibhausgasen trägt erheblich zum aktuellen Klimawandel und der globalen Erwärmung bei (IPCC, 2007). Ziel dieses Kapitels ist es aufzuzeigen, ob durch einen Ersatz von fossilen Treibstoffen durch Agrotreibstoffe erster Generation eine Schadstoffausstossverminderung erzielt werden kann.

Die Schadstoffverminderung ist heute in Zeiten der Klimaerwärmung einer der wichtigsten Gründe, warum Agrotreibstoffe vermehrt produziert werden (Fargione et al., 2008) und sich darum eine Untersuchung lohnt.

Wenn man die Emissionen von Agrotreibstoffen im Vergleich zu fossilen Treibstoffen untersucht, ist es wichtig, dass man nicht nur die Emissionen beim Verbrauch betrachtet, sondern vor allem auch diejenigen in Betracht zieht, die bei der Produktion entstehen (Worldwatch Institute, 2007). Der Anbau der Pflanzen für Agrotreibstoffe erster Generation führt meistens zu Neuerschliessungen oder Umnutzungen bestehender Landwirtschaftsflächen (Fargione et al., 2008). Die daraus resultierende Landnutzungsänderung sowie die Parameter während dem Anbau (zusammengefasst unter *Crop Management*) sind diejenigen Prozesse, die am meisten Treibhausgase verursachen (FAO, 2008), wobei man sich vor Augen halten muss, dass je nach Region, Klima und Pflanze die Emissionen aufgrund von Technologien und Anbaumethoden stark variieren können (FAO, 2008). Das Kriterium 1 wird im Folgenden unter diesen zwei Aspekten analysiert.

Emissionen durch Landnutzungsänderung

Um Pflanzen für Agrotreibstoffe anzubauen, werden meistens bestehende Nahrungsmittelfelder umgewandelt und dann für die Agrotreibstoffproduktion gebraucht. Um trotzdem weiterhin Lebensmittel anzubauen, um die Nahrungsgrundlage der lokalen Bevölkerung zu gewährleisten (vgl. Kapitel 5.2.1. "Stabilität der Nahrungsmittelpreise"), werden neue Felder auf Kosten von Regenwäldern, Savannen oder Grasland bestellt (Fargione et al., 2008). Eine zweite Möglichkeit ist, die Pflanzen für die Agrotreibstoffe direkt auf den ehemaligen Regenwald-, Savannen- oder Graslandböden anzupflanzen. Beim Umwandeln dieser Gebiete zu Pflanzenanbau Feldern wird als Folge von Abbrennen und mikrobieller Zersetzung von organischem Kohlenstoff, der in grossen Mengen in Pflanzen und Erde gespeichert ist, sehr viel

³ Zu den direkten Treibhausgasen gehören laut UNFCCC (2008) Kohlenstoffdioxid CO₂, Methan CH₄, Lachgas N₂O, teilhalogenierte und perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe H-FKW/HFCs, Fluorchlorkohlenwasserstoffe FCKW, und Schwefelhexafluorid SF₆.

CO₂ frei (Righelato & Spracklen, 2007). Dabei entsteht ein so genanntes *carbon debt*, da der Prozess 17 bis 420 Mal (je nach Pflanze) mehr CO₂ verursacht als durch den Verbrauch von Agrotreibstoffen als Ersatz für fossile Treibstoffe eingespart würden (Fargione et al., 2008). Unter dem *carbon debt* verstehen Fargione et al. (2008), wie viel überschüssiges Kohlendioxid in die Atmosphäre entlassen wird im Vergleich zu fossilen Treibstoffen.

Über einen längeren Zeitraum ist es möglich, dass die Agrotreibstoffe das *carbon debt* wieder gut machen, wenn ihre Produktion und Verbrennung weniger Treibhausgasemissionen verursachen als die der fossilen Treibstoffe (von der Förderung bis hin zum Verbrauch), die sie ersetzen. Die Produktion der Agrotreibstoffe verursacht mehr CO₂ als die Förderung und Verarbeitung der fossilen Treibstoffe. Folglich haben die Agrotreibstoffe zu Beginn der Anwendung viel höhere Treibhauswirkungen als die substituierten fossilen Treibstoffe. Fargione et al. (2008) analysieren sechs Fälle, um zu zeigen, wie viele Jahre nötig sind, um das *carbon debt* zurückzuzahlen. Ihre Resultate zeigen, dass insgesamt die *carbon debts* sehr gross sind. Je nach angebaute Pflanze und vorheriger Nutzung der Anbaufläche können ganz unterschiedliche Resultate entstehen (siehe Abb. 2). Der Zeitraum, bis es zurückbezahlt ist, variiert von 17 (Zuckerrohrethanol in ehemaligem Steppengebiet) bis 423 (Palmbiodiesel auf einstigem Regenwaldgebiet) Jahren. Wenn z.B. in Brasilien Tropischer Regenwald für Sojadiesel umgenutzt wird, entsteht ein *carbon debt* das 319 Jahre braucht, bis es zurückbezahlt sein wird (Fargione et al., 2008). Das heisst, die Umnutzung würde sich erst ab einer Dauer von 319 Jahren lohnen.

Fargione et al. (2008) schlussfolgern, dass das Nettoergebnis einer Agrotreibstoffproduktion – die auf einer Fläche mit Landnutzungsänderung (z.B. auf ehemaligen Regenwaldböden), unabhängig von der Pflanzenart und vorherigem Ökosystem, angebaut wird – im Vergleich zu den fossilen Treibstoffen auf Grund der Zerstörung von grossen Kohlenstoffspeichern (wie Regenwald) stark negativ ausfällt und zu erhöhten CO₂ Emissionen führt.

Agrotreibstoffe – eine nachhaltige Alternative?

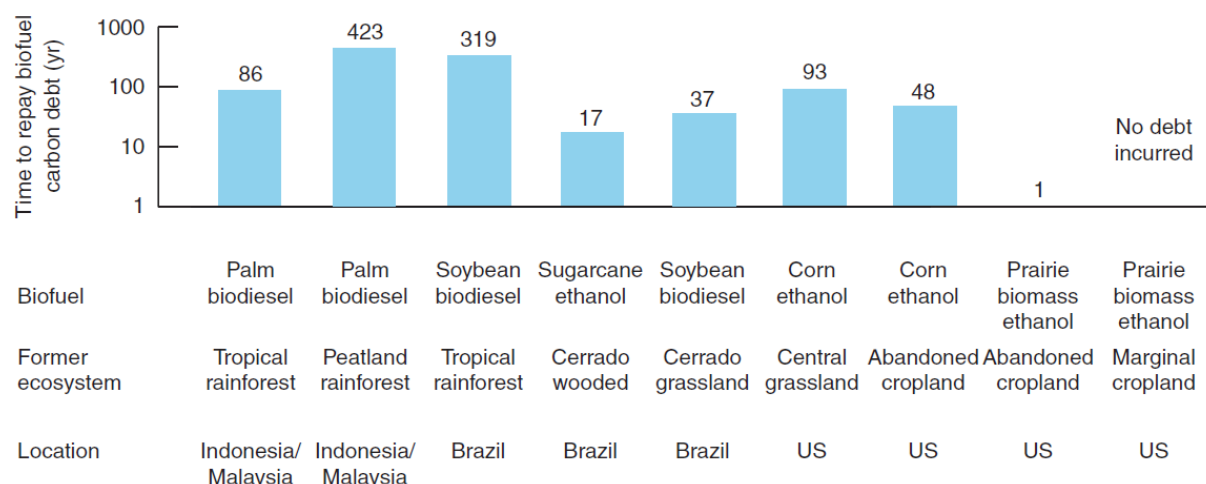


Abb. 2: Benötigte Zeit, das *carbon debt* zurückzuzahlen (Fargione et al., 2008, S. 1236)

Emissionen durch *Crop Management*

Die Parameter, die zum Anbau an sich gehören – Dünger, Treibstoff für gebrauchte Maschinen, Bodenbearbeitung und intensiviert Bewässerung – spielen eine sehr wichtige Rolle betreffend Emissionen (Worldwatch Institute, 2007; Searchinger et al., 2008).

Dünger spielt hier die grösste Rolle, da bei seiner Verwendung oft sehr viele Gase (wie Stickstoff und Lachgas) entstehen. Diese lösen sich in Wasser oder gelangen direkt in die Atmosphäre (Worldwatch Institute, 2007) und zeigen folglich dort ihre schädlichen Einflüsse (vgl. Kapitel 5.1.3. "Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs"). Pflanzen, die Stickstoffdünger brauchen, wie z.B. Mais, können Stickstoffoxid emittieren, welches das stratosphärische Ozon zerstören kann (Crutzen et al., 2007). Es ist sehr wichtig, die Notwendigkeiten von Düngereinsatz zu prüfen, da hier grosse Einsparungen in Sachen Emissionen gemacht werden können. Aber auch etwa der riesige Verbrauch von Maschinentreibstoff stösst viel CO₂ und NO_x aus, was wiederum ozonzerstörend wirkt und so niedrig wie möglich gehalten werden sollte (Worldwatch Institute, 2007) (vgl. Kapitel 5.1.3. "Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs").

Bei der Ernte der Pflanzen entstehen nicht viele signifikante Emissionen. Wenn jedoch überschüssige Blätter oder anderes Material verbrannt wird, z.B. beim Zuckerrohranbau, entstehen durch die Verbrennung giftige Gase wie CO₂, CO, CH₄ und N₂O, woraus sich über dem Erntegebiet Wolken bilden können, die sich auch auf andere Regionen ausdehnen können und dort die giftigen Stoffe ausregnen, wie dies beispielsweise in Brasilien sehr oft und gut erkennbar der Fall ist. Dadurch können Pflanzen zerstört und die Biodiversität verringert werden (Worldwatch Institute, 2007) (vgl. Kapitel 5.1.2. "Erhalt der Biodiversität").

Fazit Kriterium 1

Aufgrund der verwendeten Studien kann gesagt werden, dass ein Wechsel von fossilen Treibstoffen zu Agrotreibstoffen erster Generation in keiner Weise in einer Emissionsreduktion resultiert. Der grösste Teil der Emissionen der Agrotreibstoffe resultiert aus dem Anbau, und nicht aus dem Verbrauch der Treibstoffe. Für die Emissionsmenge während dem Anbau viel wichtiger als die Pflanzenart ist der Fakt, dass die Situation schlimmer ist, wenn die Ursprungsvegetation dafür abgeholzt werden muss, denn die grossen Emissionen entstehen durch den Landnutzungswechsel. Um aber die Nahrungssicherheit der lokalen Bevölkerung nicht zu gefährden, muss, falls Agrotreibstoffe auf einem Nahrungsmittelfeld angebaut werden, dafür Ersatz gefunden werden, was viele Emissionen verursacht, und zurzeit ist dies das grösste Problem. Wichtiger als eine Pflanzenart zu suchen, die weniger Emissionen verursacht, ist es, den Konflikt zwischen Nahrungsmittel- und Agrotreibstoffproduktion & -anbau zu lösen (vgl. Kapitel 5.2.1. "Stabilität der Nahrungsmittelpreise").

Der Gebrauch bzw. die Produktion von Agrotreibstoffen erster Generation lohnt sich zum jetzigen Zeitpunkt bezüglich Schadstoffreduktion nicht und ist deshalb, auf Grund der Definition von Nachhaltigkeit, als nicht nachhaltig einzustufen.

5.1.2. Kriterium 2: Erhalt der Biodiversität

Der Erhalt der Biodiversität ist das zweite Kriterium, mit welchem wir die ökologische Nachhaltigkeit von Agrotreibstoffen überprüfen wollen. Das Bundesamt für Statistik (BFS, 2009) nennt im Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung (MONET) ebenfalls die Biodiversität als ein Kriterium. Auch auf globaler Ebene wurde der Erhalt der Biodiversität, am UNO Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung im Jahr 2002, als Ziel genannt (UN, 2002). Die aktuelle Bedeutung der Biodiversität wird deutlich, wenn man bedenkt, dass 2010 von der Generalversammlung der UNO zum Internationalen Jahr der Biodiversität erklärt wurde (BAFU, 2010).

Die Produktion von Agrotreibstoffen kann nach Firbank (2008) in vier Skalen eingeteilt werden. Die flächenmässig kleinste Skala ist das Feld, die zweite die Landschaftsskala, die dritte die regionale und die vierte die globale Skala. Da der Fokus dieser Arbeit auf die lokale Nachhaltigkeit der Agrotreibstoffproduktion gesetzt wurde, und es nötig ist, globale Faktoren für das Erklären der regionalen Skala heranzuziehen, überschreitet bereits die regionale Skala den Rahmen dieser Arbeit. Deshalb wird in dieser Arbeit nicht näher auf die zwei letzten Skalen eingegangen. Sie sollten nur erwähnt werden, um ihre Wichtigkeit bei einer räumlich grösseren Betrachtungsweise nicht zu vergessen.

Änderungen in der Feldskala

Änderungen in der Feldskala beinhalten die Verwendung einer neuen Feldfruchtart, das Verwenden einer neuen Subspezies derselben Art oder eine neue Nutzung der bereits vorhandenen Art. Positive Auswirkungen haben solche Änderungen, wenn ein artenarmes, intensiv genutztes Feld in ein weniger stark genutztes Feld mit mehr Nischen für Tierarten umgewandelt wird. Auf die Arterhaltung in der Feldskala wirkt auch die Nutzung einheimischer Pflanzen positiv (Groom et al., 2007). Dadurch, dass einheimische Pflanzen auf ihre natürliche Umwelt bereits eingestellt und ihre Nischen festgelegt sind, haben sie keine Veranlassung, andere Pflanzenarten zu verdrängen, um deren Platz einzunehmen.

Die Risiken negativer Auswirkungen sind in dieser Skala jedoch ebenfalls vielseitig. So kann die Nutzung genveränderter Organismen zur Verdrängung derselben natürlichen Art oder das Aussetzen invasiver Arten zur Verdrängung einheimischer Arten führen. Die großflächige Nutzung derselben genetischen Art kann zu genetischer Verarmung innerhalb dieser Population oder gar zum Verlust anderer genetischer Varietäten führen. Zu einer Verminderung der Biodiversität führt auch die Nutzung von Pflanzen, welche mit viel Pestiziden und Düngemitteln behandelt werden müssen, wie beispielsweise der Mais (Groom et al., 2007). Die Pestizide und Düngemittel können sowohl auf die Bodenfauna wie auch auf Tiere und andere Pflanzen der Oberfläche toxisch wirken (vgl. Kapitel 5.1.3. "Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs"). Ebenfalls negative Auswirkungen auf die Biodiversität hat die uneingeschränkte Verwendung von einjährigen Pflanzen. Sie erlauben es der Flora und Fauna nicht, sich für mehrere Jahre entwickeln zu können und genügend stabile Populationen zu bilden, um dem radikalen Einschnitt in ihren Lebensraum durch eine Ernte standhalten zu können (Tscharntke, 1995).

Änderungen in der Landschaftsskala

In dieser Skala kommt es auf das Management des Anbaus der Rohstoffe für Agrotreibstoffe an, ob daraus Vor- oder Nachteile für die Erhaltung der Biodiversität erwachsen. Negative Konsequenzen für die Biodiversität ergeben sich dann, wenn qualitativ hochwertige Habitate ersetzt werden, wie dies beispielsweise bei der flächendeckenden Einführung der Ölpalme in Indonesien und Malaysia geschieht. Regenwald als artenreiches Habitat wird dort abgeholzt und durch Felder mit Ölpalmlantagen ersetzt (Koh et al., 2008). Dies führt zu einem drastischen Artenverlust, unter anderem zu einem Verlust der Orang-Utans, welche sich in den Ölpalmlantagen nicht mehr orientieren können und dort verenden.

Positive Konsequenzen für die Biodiversität ergeben sich, wenn Landschaften nicht durch weite Monokulturen geprägt werden. Dies ist dann der Fall, wenn beim Anbau der Rohstoffe für Agrotreibstoffe in der Landschaftsskala darauf geachtet wird, dass möglichst viele verschieden genutzte Parzellen entstehen. Die Diversität der Arten wird dadurch erhöht, dass für die verschiedenen Organismen Strukturen entstehen, welche ihnen die Verbreitung vereinfachen. Sie dienen den Organismen als Korridore zu anderen Parzellen oder als Schutz bei der Ernte. Solche Strukturen können Baumreihen, Hecken oder Teiche zwischen den Feldern sein (Firbank, 2008).

Fazit Kriterium 2

Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass Agrotreibstoffe in der Feld- und Landschaftsskala sowohl Vorteile als auch Nachteile für den Erhalt der Biodiversität bringen können. Ob die Biodiversität nachhaltig beeinflusst wird, ist abhängig von der Art der Änderungen in der Landnutzung und ihrem Management (Firbank, 2008).

Dem Verlust der Biodiversität kann entgegengehalten werden, wenn bei der Produktion von Agrotreibstoffen gewisse Bedingungen eingehalten werden. Dies ist dann der Fall, wenn Monokulturen vermieden werden und dafür die Parzellen verschieden genutzt werden und wenn zwischen diesen Parzellen Korridore entstehen, welche den Tieren bei der Ernte, beim Brüten oder Durchqueren der Parzellen Schutz bieten. Positiv zu Buche schlägt es auch, wenn nur einheimische Pflanzen genutzt werden. Doch selbst, wenn diese Bedingungen eingehalten werden, ist der Erhalt der Biodiversität insgesamt nicht optimal. Agrotreibstoffe der ersten Generation sind meist keine mehrjährigen Pflanzen und verhindern somit den Aufbau stabiler Populationen der dort lebenden Flora und Fauna; auch werden sie oft in Monokulturen angebaut. Die Ölpalme ist zwar mehrjährig, wodurch sie eine Ausnahme darstellt, trotzdem ist sie keine Option für einen biodiversitätsfreundlichen Anbau, da zu viele negative Auswirkungen mit ihr einhergehen.

In dem Stil, in welchem Agrotreibstoffe erster Generation momentan produziert werden, ist der Erhalt der Biodiversität nicht nachhaltig. Weder wird die genetische Vielfalt gefördert, da meist nur eine Art, die momentan resistenteste gegen Insekten, Pathogene und aktuelles Klima, angepflanzt wird, noch wird bei der Produktion von Agrotreibstoffen auf den Erhalt der Artenvielfalt geachtet.

5.1.3. Kriterium 3: Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs

Je nach Anbauart und Eigenschaften eines Bodens, der für die Agrotreibstoffproduktion verwendet wird, sind die Auswirkungen ganz unterschiedlich. Ziel dieses Kapitels ist es, aufzuzeigen, wie ein Boden und dadurch der Wasserkreislauf durch den Anbau von Rohstoffen (z.B. Mais, Getreide, Soja) für die Agrotreibstoffproduktion beeinflusst wird. Ein gesunder Boden regelt die natürlichen Kreisläufe des Wassers, der Luft, der organischen und mineralischen Stoffe und ist die Grundlage der Nahrungsmittelproduktion. Deshalb ist es wichtig, den Boden zu erhalten (BAFU, 2007). Weiter ist ein intakter Boden- und Wasserkreislauf (als Folge einer nachhaltigen Bewirtschaftung des Bodens) für die Verhinderung von Degradation und Erosion notwendig (UNESCAP, 2000).

Die Produktion von Agrotreibstoffen benötigt sehr grosse Flächen. Allein um den schweizerischen Treibstoffbedarf zu decken, müssten je nach Ertrag 60% der Schweiz als Anbaufläche dienen (Dredge & Gutzwiller, 2005). Da aus diesem Grund für die Agrotreibstoffproduktion in vielen Ländern grosse Flächen von Regenwald abgeholzt werden, wird den Böden der Regenwälder ein eigenes Unterkapitel gewidmet.

Die Böden der Regenwälder

Die meisten Böden der Regenwälder zeichnen sich durch Nährstoffarmut aus, und nur dank des äusserst effizienten Nährstoffkreislaufes haben die Regenwälder eine üppige Vegetation. Dafür gibt es zwei Gründe: Zum einen befindet sich die gesamte Wurzelmasse im obersten halben Meter des Bodens, weil die Humusschicht nicht tiefgründig ist. So wird verhindert, dass das nährstoffreiche Regenwasser abfliessen kann. Zum anderen ist die Symbiose zwischen den Pflanzenwurzeln und den Bodenpilzen dafür verantwortlich, Mineral- und Nährstoffe aus dem Boden zu filtrieren, zu speichern und den Pflanzen zuzuführen. Im Gegenzug profitieren die Pilze von der Photosynthese der Bäume (Deutschle, 2009).

Durch Rodung des Waldes fallen die schützende Vegetationsschicht und der Bodenzusammenhalt durch die Wurzeln weg, und somit treffen Niederschläge und Sonneneinstrahlung ungehindert auf den Boden. Starke Regenfälle bewirken einen Anstieg des Oberflächenabflusses und der Bodenerosion, wobei die Symbiose zwischen den Wurzeln und den Bodenpilzen aufgelöst wird. Der fehlende Boden-Wurzelzusammenhalt führt dazu, dass ein vermehrter Abtransport von Nährstoffen und von Tonpartikeln stattfindet. Tone besitzen eine grosse Wasserspeicherkapazität, und ohne diese geht ein grosser Teil der Speicherkapazität des Bodens verloren. Zwar können aufgrund der vorhandenen Nährstoffe der übrig gebliebenen Asche von der Brandrodung zeitnah hohe ackerwirtschaftliche Erträge erzielt werden,

aber die Bodenfruchtbarkeit hält höchstens ein bis zwei Ernten an und sinkt danach dramatisch ab, bis der Boden irreversibel geschädigt und somit nicht mehr nutzbar ist. Bei Abholzung des Waldes fließen alle Nährstoffe mit dem Regenwasser ab und der Boden ist nicht mehr ertragreich (Töttger, 2008; Deutsche, 2009).

Der Wasserhaushalt eines tropischen Regenwaldes

Der Wasserhaushalt eines tropischen Regenwaldes wird durch zwei Wasserkreisläufe reguliert: Im kleinen Wasserkreislauf werden durch die starke Sonneneinstrahlung in der Nähe des Äquators grosse Mengen Wasser verdunstet, welche aufsteigen, zu Wolken kondensieren und wieder ausregnen. So „besorgt“ sich der Regenwald etwa 75% seines Niederschlages selbst. Der grosse Wasserkreislauf beginnt über den Meeren, wo Wasserdampf aufsteigt, mit den Passatwinden über die Kontinente verfrachtet wird und wieder abregnet. Dies macht zirka 25% des gesamten Niederschlages aus. Da die gleiche Menge Wasser mit den Flüssen wieder ins Meer transportiert wird, ist das System im Gleichgewicht (Deutsche 2009).

Die Abholzung des Waldes hat eine Erhöhung der Albedo⁴ und somit theoretisch eine Senkung der Temperatur zur Folge, da der Wald meist eine dunklere Oberfläche darstellt als bewirtschaftetes Land. Die Beeinflussung der Wasserkreisläufe hat allerdings viel grössere Auswirkungen auf die Temperatur als die Albedo. Durch die ständige Umwälzung der Wassermengen wird viel Energie verbraucht, was auf das lokale Klima kühlend wirkt. Durch Landnutzungsänderungen fällt dieser Effekt weg, da vor allem in der Trockenzeit die Vegetation fehlt, der Boden eher austrocknet und der Niederschlag einfach abfließt. Durch die fehlende Wasserspeicherung der Bäume wird die Evapotranspiration⁵ stark vermindert und die Temperaturen steigen. Auch lassen bewirtschaftete Böden weit mehr Strahlung durch als ein Regenwald (Schultz, 2005). Durch die direkte Sonneneinstrahlung sinkt die Wasserinfiltrationsrate des Bodens, die Bodenfeuchte nimmt ab und der Grundwasserspiegel sinkt (Töttger, 2008). Dadurch ist es möglich, dass die Wurzeln der angebauten Pflanzen diesen nicht mehr erreichen. Die Auswirkungen auf den lokalen Niederschlag sind nicht klar erforscht. Sicher jedoch ist, dass der kleine Wasserkreislauf zusammenbricht, wenn zu wenig grosse zusammenhängende Flächen Regenwald bestehen bleiben. Wie gross diese Flächen sein müssen, ist allerdings umstritten (DIPF, 2009).

⁴ Der von einer Oberfläche reflektierte Anteil der einfallenden kurzwelligen Strahlung (Leser, 2005).

⁵ Unter Evapotranspiration versteht man die gesamte Verdunstung der vegetationsbedeckten Erdoberfläche (Leser, 2005)

Die tropischen Gewitter reichen in der innertropischen Konvergenzzone bis an die Tropopause, so dass die Luftmassen auseinanderströmen und Feuchte und Energie in höhere Breiten transportiert werden. Durch Abholzung wird die Evapotranspirationsrate stark verändert und somit auch die Konvektion der Luftmassen beeinflusst. Die Auswirkungen auf den globalen Wasserhaushalt sind nicht klar abschätzbar (DIPF, 2009).

Ebenfalls noch nicht restlos geklärt sind die Auswirkungen auf die globale Mitteltemperatur. Die Tropen erwärmen sich zwar, aber aufgrund der geschwächten Evapotranspiration wird, wie schon erwähnt, auch weniger Wasserdampf in höhere Breiten transportiert. Auf der gesamten Erde wird daher der Treibhauseffekt schwächer, die Meeresoberflächentemperaturen sinken und es wird dadurch noch weniger Wasser verdunsten. Es ist möglich, dass dieser Effekt global der dominierende ist. Die globale Erwärmung aufgrund der Freisetzung des Kohlendioxids aus der Biomasse der tropischen Regenwälder kann er jedoch nicht aufwiegen (vgl. Kapitel 5.1.1. "Reduktion des Schadstoffausstosses") (DIPF, 2009).

Mögliche Auswirkungen auf den Boden- und Wasserhaushalt durch Anbau von Agrotreibstoffen

Ob auf einem Boden durch eine Landnutzungsänderung Pflanzen für den Nahrungsmittelverbrauch oder für die Agrotreibstoffproduktion angebaut werden, mag auf den ersten Blick weder für die Qualität des Bodens noch für den Wasserhaushalt relevant erscheinen. Eine falsche Bewirtschaftung führt auch beim Anbauen von Nahrungsmitteln zu Bodenunfruchtbarkeit und Störung des Gleichgewichts.

Die Unterschiede liegen auch nicht in den Pflanzen selbst, sondern hängen ab von der Art der Änderung in der Landnutzung und ihrem Management (vgl. Kapitel 5.1.2. "Erhalt der Biodiversität" 5.1.1. und "Reduktion des Schadstoffausstosses"). Da die Agrotreibstoffproduktion, wie oben schon erwähnt, sehr grosse Flächen benötigt, wird auf riesigen Flächen angebaut, welche monokulturell und ohne abwechselnde Fruchtfolge bewirtschaftet werden. Somit werden immer die gleichen für die jeweilige Pflanze wichtigen Nährstoffe dem Boden entzogen. Durch Düngung wird diese Nährstoffarmut zum Teil wieder korrigiert. Der Nährstoffeintrag in Grund- und Oberflächengewässer ist dabei aber nicht unerheblich und kann sowohl das Land rundherum schädigen wie auch die Trinkwasserqualität beeinträchtigen (Winkovitsch, 2010).

Im Boden stellt sich bei zu häufiger Bepflanzung mit der Zeit immer eine Nährstoffarmut ein, da dem Boden keine Zeit gelassen wird, sich zu regenerieren und ihm auch die Kapazitäten fehlen, Nährstoffe und Wasser zu binden, wie im Kapitel zu den tropischen Böden beschrie-

ben. Dadurch verliert der Boden seine Fruchtbarkeit und es kann zur Degradation kommen (WBGU, 1994). In den gemässigten Zonen sind die Böden weniger empfindlich, aber auch da führt eine immer falsche Bewirtschaftung zum Auslaugen der Böden (Püttmer, 2003).

Die riesigen Felder werden mit entsprechend grossen und vor allem schweren Landmaschinen bearbeitet, was zu Bodenverdichtung führt. Die Wasseraufnahmekapazität wird stark vermindert, weil das Porenvolumen abnimmt. Dadurch kann der Boden den Niederschlag nicht mehr aufnehmen, die Felder können verschlammten und die Sauerstoffdurchlüftung ist nicht mehr gewährleistet. Dies wiederum verstärkt die Gefahr der Erosion des nährstoffreichen Oberbodens, dessen Humusanteil unabdingbar ist für die Nutzbarkeit des Bodens (BAFU, 2007).

Intensive Bewässerung, was häufig notwendig ist, um überhaupt anbauen zu können, ist vielfach zu natriumreich und darum versalzen die Böden. Hohe Salzkonzentrationen führen zu verminderter Wasserleitfähigkeit und in Reaktion mit anderen Stoffen bis zu einem alkalischen pH-Wert 11 (Scheffer & Schachtschabel, 2002).

Monokulturen führen dazu, dass sich Schädlinge besser vermehren können, da sie sich nicht dauernd neu anpassen müssen. Darum kommen neben Dünger auch vermehrt Pestizide zum Einsatz, welche häufig eine grosse Belastung für den Boden sind, da sie viele Schadstoffe wie zum Beispiel Cadmium enthalten. Cadmium kann auch über die Atemwege aufgenommen werden und wirkt bereits in sehr geringen Konzentrationen toxisch für den Menschen (Wörgetter, 2008).

Fazit Kriterium 3

Auf den Böden ehemaliger Regenwälder ist eine nachhaltige Bewirtschaftung nicht möglich, da durch die Rodung der Nährstoffkreislauf unterbrochen wird, die Humusschicht wegerodiert und so die Böden nach wenigen Ernten irreversibel zerstört sind. Um die Bodenfruchtbarkeit zu bewahren, ist der Erhalt einer intakten Humusschicht von entscheidender Bedeutung, denn so können Böden in nicht-ariden Klimazonen unter Beachtung vieler Faktoren langfristig bewirtschaftet werden. Der wichtigste Punkt dabei ist sicher, dass die Böden in wechselnder Fruchtfolge bebaut werden (vgl. Kapitel 5.1.2. "Erhalt der Biodiversität"). Dies verhindert das Ausbreiten von Schädlingen und Krankheitserregern, die Nährstoffverarmung und Erosion (FiBL, 2008). Agrotreibstoffe werden jedoch vielfach über Jahre monokulturell angebaut. Dafür werden nur wenige spezialisierte Maschinen gebraucht, der Kostenaufwand für Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmittel ist geringer und es bringt kurzfristig wirtschaftlich höhere Erträge ein als bei der Bewirtschaftung mit Fruchtfolge. Ausserdem ist die Ver-

marktung einfacher, weil stets grosse Mengen vorhanden sind (Reusser, 2007). Dadurch wird der Boden häufig übernutzt, da man auf möglichst kleinem Raum möglichst viel anbauen und einen möglichst grossen Ertrag erzielen will. Dies liegt unter anderem daran, dass die Agrotreibstoffproduktion in Bodenkonzurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion steht (vgl. Kapitel 5.2.1. "Stabilität der Nahrungsmittelpreise").

Aufgrund des oben bereits Erwähnten wäre die nachhaltige Produktion von Agrotreibstoffen bezüglich des Erhalts der Bodenfruchtbarkeit und des Wasserkreislaufes möglich, wird aber aus wirtschaftlichen Gründen selten praktiziert.

5.2. Ökonomische Nachhaltigkeit

„The development of new bioenergy industries could provide clean energy services to millions of people who currently lack them, while generating income and creating jobs in poorer areas of the world. But rapid growth in first-generation liquid biofuels production will raise agricultural commodity prices and could have negative economic and social effects, particularly on the poor who spend a large share of their income on food” (UN, 2007, S. 4).

Wie aus diesem Zitat aus einem UN-Report (2007) deutlich wird, beinhaltet die Produktion von Agrotreibstoffen Chancen und Risiken: auf der einen Seite die Aussicht auf ‚grüne‘ Energie, auf der anderen Seite eine Gefahr für die Nahrungsversorgung und Armutsbekämpfung. In diesem Kapitel soll beleuchtet werden, wie sich die Agrotreibstoffproduktion in Entwicklungsländern ökonomisch auswirkt. Insbesondere geht es um die Fragen, wie Agrotreibstoffproduktion und Nahrungsmittelpreise zusammenhängen und welches Potential das Wachstum der Agrotreibstoffproduktion zur Steigerung der Kaufkraft in diesen Ländern mit sich bringt.

Die mit der Agrotreibstoffproduktion zusammenhängenden Prozesse sollen dabei auf einer strukturellen Ebene betrachtet werden, indem der Fokus auf den (makro-)ökonomischen Kategorien „Preise“ und „Kaufkraft“ liegt. In Kapitel 5.3. („Soziale Nachhaltigkeit“) hingegen stehen gesellschaftliche Phänomene auf lokaler Ebene im Vordergrund, die jenseits ökonomischer Erklärungen aus einer anthropologischen Perspektive dargestellt werden sollen, wie zum Beispiel Arbeitsbedingungen oder Landrechte. In der Gesamtschau sollen sich die beiden analytisch getrennten Kapitel ergänzen.

Die Beurteilung der ökonomischen Nachhaltigkeit der Agrotreibstoffproduktion darf nicht auf einen lokalen Kontext beschränkt bleiben, sondern muss globale Zusammenhänge ebenso

mit einbeziehen. Abb. 3 stellt das Wachstum der Getreideimporte für die Landwirtschaft durch Entwicklungsländer dar und illustriert im Sinne eines Belegs die globalen Verflechtungen im Bereich der Landwirtschaft. Die Agrotreibstoffproduktion ist in den Kontext einer globalisierten Wirtschaft, wie sie von zahlreichen Autoren (z.B. Kreuzmann, 2006; Dollfus, 1997; Scholz, 2004) skizziert wird, eingebettet. Ihre Nachhaltigkeit ist folglich nicht nur an *interne* Faktoren in den Entwicklungsländern gebunden, sondern wird wesentlich durch Entscheidungen *externer* Akteure, namentlich aus Industrieländern, beeinflusst.

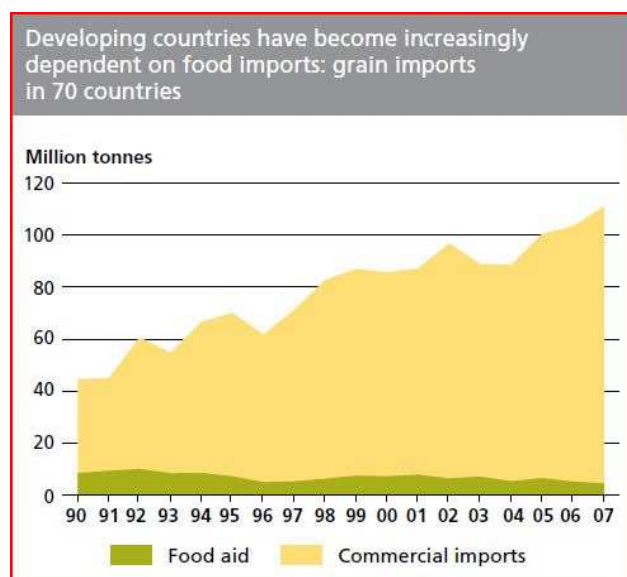


Abb. 3: Getreideimporte der Entwicklungsländer (FAO, 2009, S. 22)

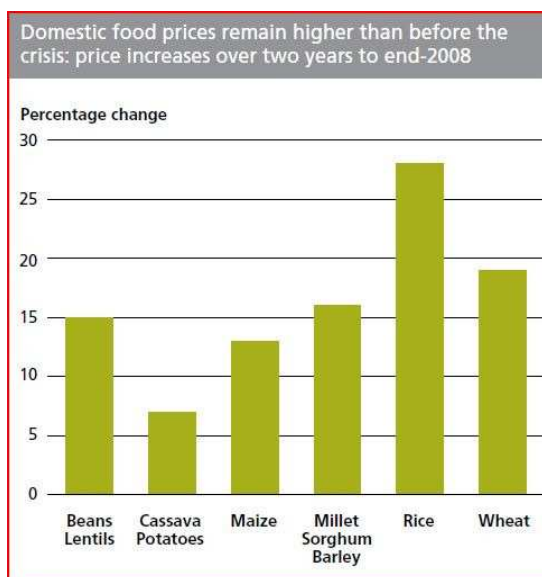


Abb. 4: Veränderung der Preise von Rohstoffen für die Nahrungsmittelproduktion (FAO, 2009, S. 15)

5.2.1. Kriterium 4: Stabilität der Nahrungsmittelpreise

Eine Frage, anhand derer die Nachhaltigkeit von Agrotreibstoffen bewertet werden kann, ist, inwieweit diese die Preise für aus landwirtschaftlichen Rohstoffen hergestellte Lebensmittel beeinflussen. Wie im Report „State of Food Insecurity in the World“ der FAO (2009) dargestellt wird, hat sich der Hunger in den Entwicklungsländern während der Nahrungsmittelkrise zwischen 2006 und 2008 sprunghaft vergrößert. Wesentlicher Grund dafür war die Verteuerung von Grundnahrungsmitteln, wie z.B. des Mais, der auch als Rohstoff für die Agrotreibstoffproduktion in Frage kommt (vgl. Abb. 4). Diese Verteuerung führte zu Aufständen in den Entwicklungsländern und wurde daraufhin zu einem politischen Problem, das internationale Organisationen zu Hilfsmassnahmen veranlasste (Sheeran, 2008).

Korrelation von Agrotreibstoffproduktion und Nahrungsmittelpreisen

Aus Abb. 5 ist ein direkter Zusammenhang zwischen Agrotreibstoffproduktion und Nahrungsmittelpreisen erkennbar: Wie in einem FAO-Bericht (FAO, 2008) statistisch berechnet wurde, steigen die Preise landwirtschaftlicher Güter (und in der Folge die Preise der daraus produzierten Lebensmittel) bei einer 30-prozentigen Ausweitung der Nutzung dieser Güter für die Agrotreibstoffproduktion (obere Graphik). Demgegenüber fallen die Preise, wenn die Nutzung um 15 Prozent zurückgeht (untere Graphik). Dies betrifft insbesondere die Preise für Zucker und Mais.

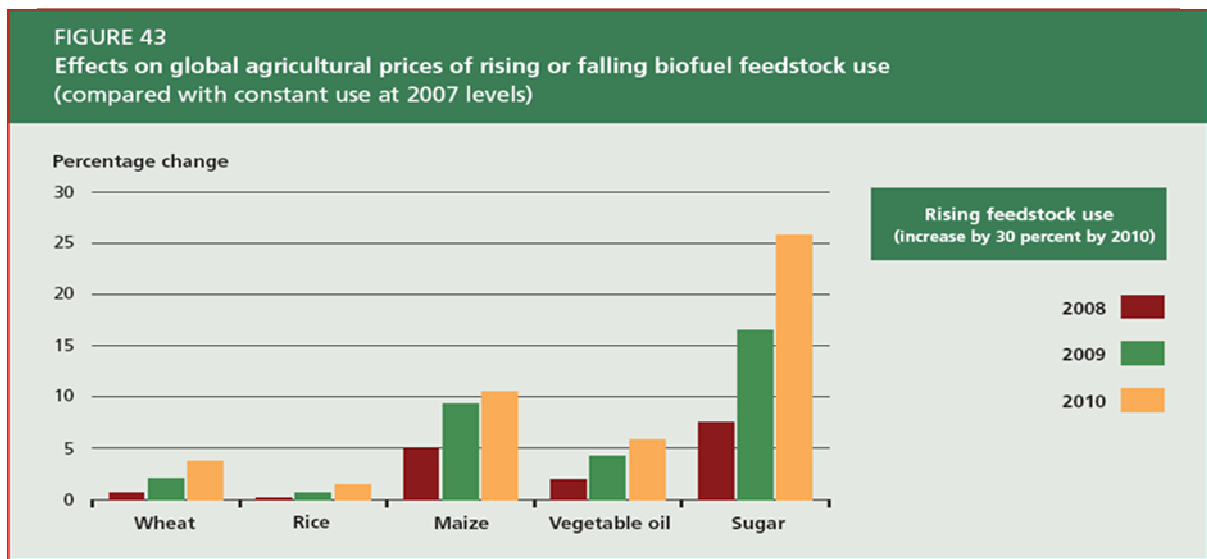
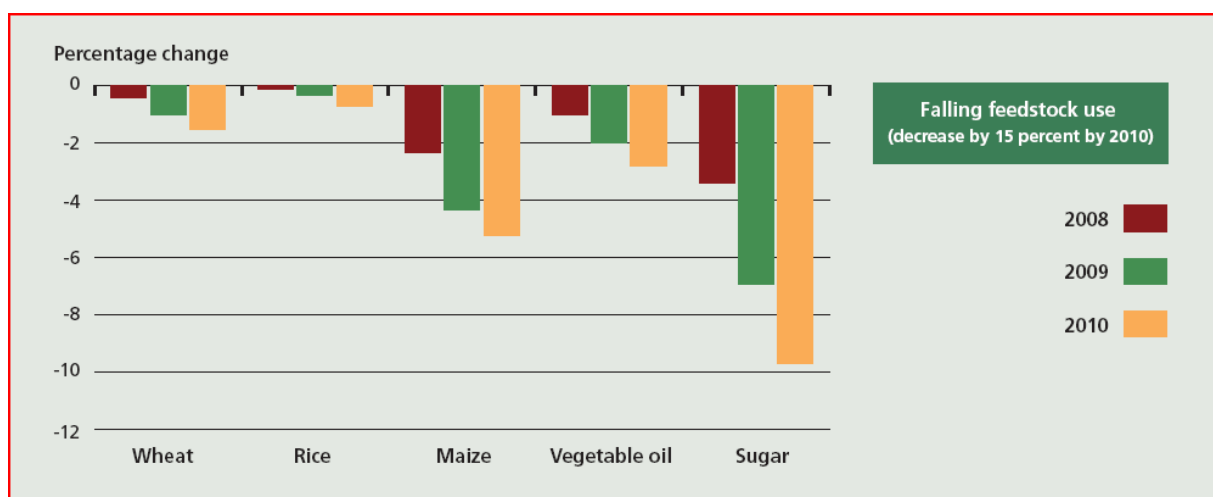


Abb. 5: Auswirkungen auf Preise landwirtschaftlicher Güter bei steigender Nutzung (oben) oder abnehmender Nutzung (unten) dieser Güter für die Agrotreibstoffproduktion (FAO, 2008, S. 112).



Wie Blas (2007) darlegt, sind Haushalte in Entwicklungsländern besonders anfällig für derartige Schwankungen. Er demonstriert dies exemplarisch am Beispiel Mexikos: einem Anstieg

der US-amerikanischen Nachfrage nach Mais zur Ausweitung der Agrotreibstoffproduktion folgte ein drastischer Preisanstieg von Mais. In der Folge wurde die Herstellung des Grundnahrungsmittels Tortilla für die mexikanische Lokalbevölkerung unerschwinglich, was zu Aufständen auf der Strasse führte.

In diesem Fall konkurrierte also die Nachfrage nach Agrotreibstoffen mit der Nachfrage nach Nahrungsmitteln, und zwar auf demselben (Welt-)Markt für Mais. Daraus wird deutlich, dass die Ursache für die Verteuerung extern generiert werden kann – in Form der Erhöhung der Agrotreibstoffproduktion. Gleichzeitig zeigen sich die im ersten Paragraphen des Kapitels beschriebenen Verflechtungen verschiedener Volkswirtschaften, die in bestimmten Fällen Veränderungen der Preise von Nahrungsmitteln erklären. Inwieweit sich Preise durch globale Prozesse verändern, ist aber auch eine Frage der politischen Institutionen, die auf Handel und Preise steuernd einwirken, wie zum Beispiel die World Trade Organization, WTO.

Weitere Veränderungen der Landwirtschaft in Entwicklungsländern zeigen sich anhand von Landnutzungsänderungen: für die Herstellung von Agrotreibstoffen werden bereits bestehende Anbaufelder für Nahrungsmittel umgenutzt, indem entweder andere Pflanzen für die Treibstoffnutzung angebaut werden oder die bestehende Pflanzenart anstatt zur Nahrungproduktion explizit zur Treibstoffproduktion verwendet wird, z.B. Mais (Biello, 2008; vgl. Kapitel 5.1. "Ökologische Nachhaltigkeit").

Wenn beispielsweise Mais an Stelle von Soja angebaut wird, sinkt die Sojaproduktion und es steigen (durch Knappheit) die Sojapreise, wodurch Bauern wiederum mehr Regenwald abholzen, um mehr Soja anzupflanzen (Searchinger et al., 2008; vgl. Kapitel 5.1. "Ökologische Nachhaltigkeit"). Der Internationale Währungsfonds bestätigt dies mit einer Studie und bemerkt, dass der Trend verstärkt werden kann durch schlechte Ernten, Tierseuchen und demographische Veränderungen, wobei der Einfluss solcher Extremereignisse in armen Gesellschaften besonders gross ist (IMF, 2007). Die weiteren Auswirkungen des Landnutzungswechsels, namentlich Bodendegradation, Wasserkreislauf (vgl. Kapitel 5.1.3. "Erhalt des Boden- und Wasserkreislaufs") und Emissionen (vgl. Kapitel 5.1.1. "Reduktion des Schadstoffausstosses"), können aus der daraus resultierenden Bodenunfruchtbarkeit und Landverknappung erneut die Lebensmittelpreise in die Höhe treiben.

Veränderungen agrarwirtschaftlicher Strukturen

Auch durch einen landwirtschaftlichen Strukturwandel sind Menschen in Entwicklungsländern von „globalisierten“ Preisschwankungen betroffen, denn die landwirtschaftliche Subsistenzwirtschaft, d.h. die landwirtschaftliche Produktion für die eigenen Bedürfnisse, ver-

schwindet mehr und mehr (Adams, 2009). Dieser Prozess kann durch die Agrotreibstoffproduktion beschleunigt werden, wenn Landwirten entweder das Land, welches sie ihr Eigentum nennen, streitig gemacht wird (vgl. Kapitel 5.3. "Soziale Nachhaltigkeit"), oder wenn diese ihre Arbeitskraft in den Dienst eines Unternehmens aus der Agrotreibstoffbranche stellen, z.B. als Feldarbeiter zum Anbau der für die Produktion notwendigen Rohstoffe. Damit kann sich die Familie nicht mehr – oder nur noch in geringerem Masse – durch die eigene Landwirtschaft ernähren und Lebensmittel des täglichen Bedarfs müssen eingekauft werden.

Wie Reusser (2007) darlegt, wird die Wirtschaftsstruktur eines traditionellen familiären Bauernbetriebes aufgelöst, wenn Familienmitglieder auf Grossfarmen ausländischer Konzerne arbeiten und den eigenen Hof vernachlässigen. Dieser Wandel wird begünstigt, wenn Konzerne der Agrotreibstoffindustrie den Kleinbauern Land zu (für die Bauern) attraktiven Preisen abkaufen und diese indirekt dazu bringen, ihre Arbeitskraft zur Verfügung zu stellen, weil der „Broterwerb“ auf dem eigenen Hof nicht mehr möglich ist. Wenn Landwirten das Anbieten der Arbeitskraft rentabler erscheint als die Aufrechterhaltung des eigenen Hofes, steigt in der Folge die Abhängigkeit von ausländischen Arbeitgebern und der Grad der Selbstversorgung sinkt. Dabei entsteht zunächst ein monetäres Einkommen für die (ehemaligen) Landwirte; nicht gewährleistet ist jedoch, dass dieses Geld zum Kauf einer ausreichenden Menge von Lebensmitteln ausreicht, insbesondere wenn die Preise für Nahrungsmittel exponentiell ansteigen, etwa während einer Nahrungsmittelkrise (FAO, 2008; Nitsch & Giersdorf, 2006).

Fazit Kriterium 4

“The future of biofuels and the role they will play for agriculture and food security remain uncertain. There are many concerns and challenges to be overcome if biofuels are to contribute positively to an improved environment as well as to agricultural and rural development.” (Jacques Diouf, in: FAO, 2008, S. viii)

Die Agrotreibstoffproduktion birgt die Gefahr, das Problem der Nahrungsmittelknappheit in Entwicklungsländern weiter zu verschärfen; ihr Beitrag zur „landwirtschaftlichen und ländlichen Entwicklung“ ist, wie Jacques Diouf⁶ im obigen Zitat ausführt, damit „ungewiss“. Indem eine Erhöhung der Produktion die Preise landwirtschaftlicher Güter und damit indirekt die Preise für Nahrungsmittel beeinflusst, kann es zu erheblichem Schaden für die lokale Bevöl-

⁶ Direktor der Food and Agriculture Organization (FAO) der Vereinten Nationen.

kerung kommen. Damit erfüllt die Agrotreibstoffproduktion die von uns gestellten Nachhaltigkeitsbedingungen nicht.

Darüber hinaus belasten weitere Entwicklungen die Zukunftsfähigkeit der Agrotreibstoffe erster Generation: Die Klimaerwärmung beispielsweise könnte zu zusätzlichen Nutzungskonflikten führen, etwa durch Wüstenbildung (Desertifikation), die zum Austrocknen von Böden führt und sie damit unfruchtbar macht; dadurch stiege in der Folge der Druck auf die Landwirtschaftsflächen (IPCC, 2007). Ein grundlegendes ökonomisches Problem der Produktion von Agrotreibstoffen besteht also in einem Konflikt um die Nutzung des Bodens, bei dem der Nachfrage nach Energieträgern die Nachfrage nach Nahrungsmitteln gegenübersteht.

5.2.2. Kriterium 5: Steigerung der Kaufkraft

Beim zweiten Kriterium der ökonomischen Nachhaltigkeitsanalyse geht es um die Entwicklung der Kaufkraft der im Agrotreibstoffsektor Beschäftigten. Zahlreiche Quellen legen das ökonomische Potenzial für Entwicklungsländer dar, welches die Agrotreibstoffproduktion beinhaltet (z.B. UN, 2007; Worldwatch Institute, 2007). Es besteht also Grund zur Annahme, dass dieses Potenzial eine Chance für die Beschäftigten darstellt, ein höheres Einkommen zu erzielen, womit – unter gewissen Bedingungen – eine höhere Kaufkraft einhergehen würde, was wiederum als Zeichen für den Rückgang der Armut betrachtet werden könnte.

Doch diese Studien schliessen mögliche negative gesellschaftliche und wirtschaftliche Folgen nicht aus. Dementsprechend gibt es eine grosse Anzahl kritischer Quellen, die positive ökonomische Effekte für die Beschäftigten bezweifeln und die allgemeine Frage aufwerfen, ob die Bezahlung der Arbeiter auf einem Niveau liegt, das zur Bestreitung des Lebensunterhalts ausreicht (siehe v.a. die Veröffentlichungen von Hilfs- und Menschenrechtsorganisationen, z.B. FIAN, 2008; Food First, 2009). Ein Hauptpunkt der Kritik in Bezug auf das Kriterium „Kaufkraft“ bezieht sich dabei auf die ungleiche Verteilung der Profite aus der Agrotreibstoffproduktion; ein Zitat des Worldwatch Institute (2007) zur brasilianischen Agrotreibstoffproduktion aus Zuckerrohr illustriert dies exemplarisch: „the disparity between wealthy plantation owners and laborers remains striking“ (S.125).

„Wachstum“ und „Entwicklung“

Ein Bereich der Agrotreibstoffproduktion, in dem deren Wachstum besonders deutlich wird, ist die Ethanolproduktion (Abb. 6). In Brasilien beispielsweise waren 1999 insgesamt eine Million Menschen in diesem Sektor beschäftigt (Reusser, 2007). Das Land bestreitet mittler-

weile ca. 40% der weltweiten Bioethanol-Produktion (Worldwatch Institute, 2007). Diese Daten sind ein Anzeichen ökonomischer Entwicklung – beinhaltet dieses *Wachstum* an sich jedoch einen Beitrag zur Steigerung der Kaufkraft? Welche Form der *Entwicklung* ist nötig, damit alle am Produktionsprozess Beteiligten profitieren?

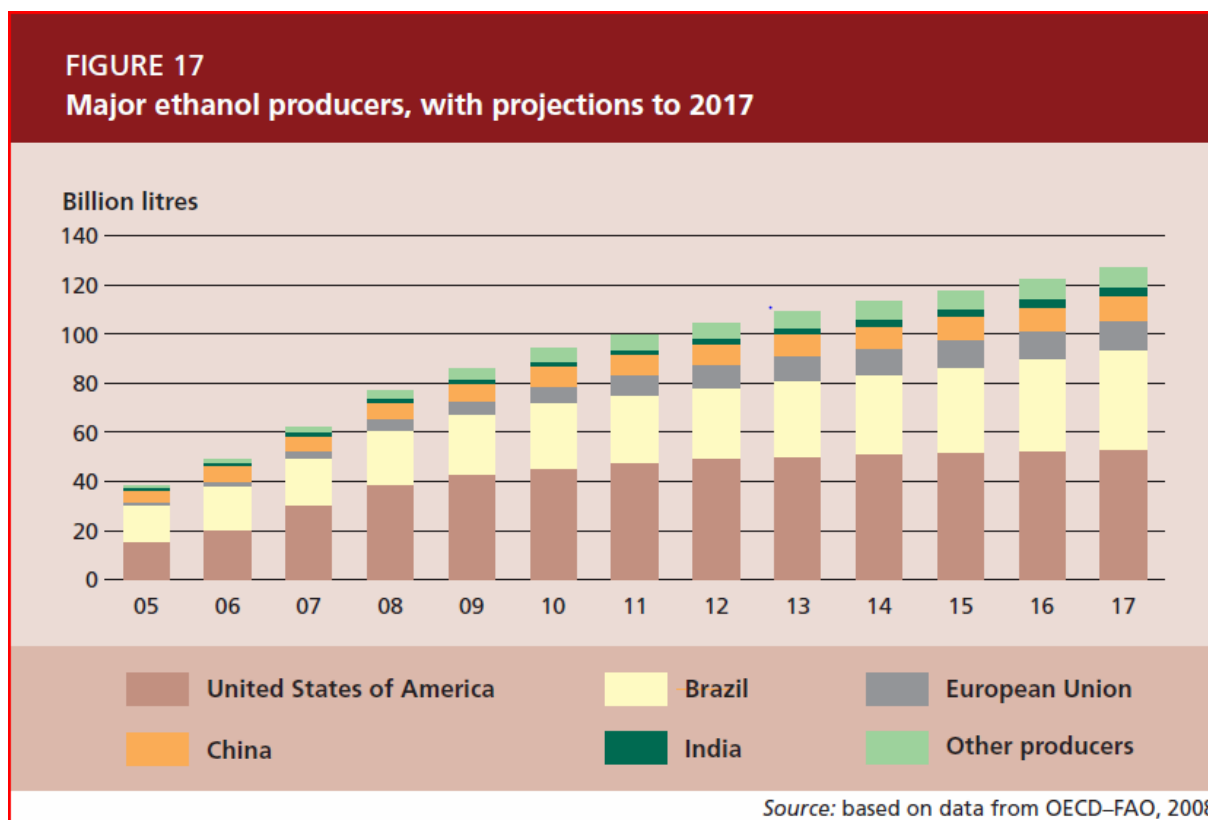


Abb. 6: Hauptethanolproduzenten (FAO, 2008, S. 47)

Das Verständnis von Entwicklung als eines fortlaufenden und ‚ansteigenden‘ Prozesses (in Form einer Wachstums-Kurve) widerspricht anerkannten Interpretationen des Begriffes der Nachhaltigkeit, wie Lélé (1991) anmerkt. Auch Speth (2004) kritisiert die Betonung des ‚Wachstums‘ für ökonomische Entwicklung und vermutet dahinter den Glauben an ein Allheilmittel. Die Autoren des Brundtland-Reports machten deshalb bereits Ende der achtziger Jahre die *Qualität* des Wachstums zum entscheidenden Kriterium und konstatieren: „...growth by itself is not enough“ (WCED, 1987, S. 44). Wachstum kann also prinzipiell der nachhaltigen Entwicklung abträglich sein; deshalb muss empirisch anhand von Datenmaterial untersucht werden, inwieweit sich die Entwicklung des Agrotreibstoffsektors auf die Kaufkraft der am Produktionsprozess Beteiligten auswirkt.

Löhne und Kaufkraft

Bei der Betrachtung der Kaufkraftentwicklung gilt es zu beachten, dass nicht das Lohnniveau der Beschäftigten, sondern die Kaufkraft, die hinter den Löhnen steht, evaluiert werden muss. Ein Beispiel soll dies veranschaulichen: wenn Löhne um 10 % ansteigen, Produkte des täglichen Bedarfs sich im Vergleichszeitraum jedoch um 15 % verteuern – etwa infolge einer Inflation – wäre die Bilanz für den Lohnempfänger negativ, denn er kann sich mit seinem Lohn weniger leisten als vorher.

Um nun die Entwicklung der Kaufkraft in Zusammenhang mit der Agrotreibstoffproduktion zu beurteilen, werden also empirische Erhebungen benötigt. Bei der Literaturrecherche ergab sich jedoch das (schwerwiegende) Problem, dass exaktes Datenmaterial zur Entwicklung der Kaufkraft, im direkten Zusammenhang mit der Agrotreibstoffproduktion, nicht in solchem Umfang und von solcher Art vorhanden war, dass daraus fundierte Schlussfolgerungen gezogen werden könnten. So wäre es beispielsweise nicht zulässig, aus einer Reduktion des Mindestlohnes im Nordosten Brasiliens auf eine Reduktion des Lohnes in der weltweiten (oder auch nur brasilianischen) Agrotreibstoffproduktion zu schliessen. Die für diese Arbeit gesichteten Reports und Studien zeichnen sich zusammenfassend durch zwei wesentliche Nachteile aus:

1. Umfassende empirische Daten fehlen. Ökonomische „Chancen“/„Potenziale“ oder aber „Gefahren“/„Risiken“ der Agrotreibstoffproduktion werden schematisch aufgezeigt, ohne statistisch oder empirisch genauer erklärt zu werden. Sind Daten vorhanden, weisen sie oftmals keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Agrotreibstoffproduktion und Kaufkraft auf (z.B. UN, 2007; FAO, 2008).
2. Die Erhebungen beziehen sich auf ein spezifisches politisches und soziales Setting (z.B. Nitsch & Giersdorf, 2006; Pistonesi et al., 2008). Sie haben damit einen partikularen Charakter und können nicht verallgemeinert werden.

Fazit Kriterium 5

Eine Bewertung des Kriteriums der Kaufkraft ist auf Grundlage des gesichteten Materials nicht möglich. Entweder wäre eine weitere, umfangreichere Recherche erforderlich oder aber es müssen zukünftige Erhebungen und empirische Studien abgewartet werden. Somit kann auf einer ökonomischen (Makro-)Ebene keine gut begründete Aussage hinsichtlich der Nachhaltigkeit von Agrotreibstoffen gemacht werden; im folgenden Kapitel 5.3. („Soziale Nachhaltigkeit“) werden jedoch Betrachtungen sozialer Zusammenhänge – auf einer Mikro-Ebene – vorgenommen, die auch für ökonomische Fragen von Belang sein können.

Ein mögliches auf die ökonomische Dimension von Nachhaltigkeit bezogenes Bewertungsschema könnte folgendermassen aussehen: bei einer positiven wirtschaftlichen Entwicklung der Agrotreibstoffproduktion sollte gewährleistet sein, dass die am Produktionsprozess beteiligten Arbeiter an den Profiten teilhaben, indem sich ihr (kaufkraftbereinigtes) Lohnniveau erhöht. In gegensätzlicher Sichtweise bliebe die Idee der Nachhaltigkeit unberücksichtigt, wenn das wirtschaftliche Resultat nur einer Minderheit – etwa denjenigen, die die Produktionsmittel (Kapital, Maschinen, Boden etc.) besitzen – zugute käme: ‚Wachstum‘ würde dann zur insignifikanten statistischen Grösse.

Weiterhin erforderte eine aussagekräftige Analyse der Kaufkraft-Entwicklung die Interpretation länder- oder regionsspezifischer Ergebnisse in repräsentativem Umfang. Die spezifischen Analysen müssten miteinander verglichen und gegeneinander abgewogen werden, denn selbst in einem einzigen Land kann es grosse regionale Unterschiede geben, wie Moreira (2006) für Brasilien zeigt.

5.3. Soziale Nachhaltigkeit

“It’s a crime against humanity to convert agricultural productive soil into soil (...) which will be burned into biofuels.” (Jean Ziegler, in: Lederer, 2008, S. 1)

Folgendes Kapitel untersucht, inwiefern die Auswirkungen der Agrotreibstoffproduktion auf die lokale Bevölkerung in Anbaugebieten sozial nachhaltig sind. Um die soziale Nachhaltigkeit zu beurteilen, müssen die wichtigsten Kriterien festgelegt werden. Aus der Idee der Nachhaltigkeit im Verständnis der Vereinten Nationen ergeben sich verschiedene Faktoren, um soziale Nachhaltigkeit zu beurteilen. Neben Zielen wie der Verminderung des Hungers und der Armut (vgl. Kapitel 5.2. "Ökonomische Nachhaltigkeit“) gibt es weitere wichtige Bedingungen, die für eine soziale Nachhaltigkeit erfüllt sein müssen. Es sind dies ein gerechter Zugang zu natürlichen Ressourcen sowie menschenwürdige Arbeitsverhältnisse und -bedingungen (Di Giulio, 2004). Diese beiden Kriterien liegen der nachstehenden Analyse zu Grunde. Um diese sozialen Kriterien zu überprüfen, ziehen wir Fallbeispiele bei. Durch empirische Studien sollen die Begebenheiten in Anbauregionen dargestellt werden, die es dann ermöglichen, die Nachhaltigkeitskriterien, d.h. einen gerechten Zugang zu Ressourcen und menschenwürdige Arbeitsverhältnisse und -bedingungen, in einem generelleren Sinne zu beurteilen.

Die Studien und Berichte behandeln vor allem Gebiete in Südamerika. Im Zusammenhang mit der Konkurrenz um Boden wird die Verteilung von Landbesitz in Brasilien anhand von Beispielen deutlich, die Respektierung der Bodenrechte wird in Berichten über Begebenheiten

ten in Paraguay und Kolumbien ersichtlich. Zu den Arbeitsverhältnissen liessen sich empirische Studien über Anbauregionen in Brasilien und Kolumbien finden.

5.3.1. Kriterium 6: Gerechter Ressourcenzugang

Zugang zu Ressourcen im Sinne von Nahrungssicherheit wurde im vorigen Kapitel besprochen (vgl. Kapitel 5.2.1. "Stabilität der Nahrungsmittelpreise"). Hier liegt der Fokus nun auf dem Einfluss der Agrotreibstoffproduktion auf den Zugang zu der Ressource Boden und Land als Wohn- und Landwirtschaftsfläche. Die Zugänglichkeit von Wohn- und Landwirtschaftsfläche ist für die soziale Dimension der Nachhaltigkeit relevant, weil anzunehmen ist, dass die Lebensgrundlage der lokalen Bevölkerung in Anbaugebieten davon abhängt. Wenn der Zugang zu Ressourcen eingeschränkt ist, wird die lokale Bevölkerung abhängig von externen Akteuren (vgl. Kapitel 5.2.1. „Stabilität der Nahrungsmittelpreise“). Zwei Aspekte sind bei gerechtem Ressourcenzugang wichtig: die Verteilung des Besitzes und die Respektierung der Bodenrechte.

Verteilung des Landbesitzes

“As the Brazilian Landless Workers’ Movement argues, the current model of production for bio-energy is sustained by the same elements that have always been the cause of the oppression of our peoples — the appropriation of land, concentration of ownership and the exploitation of the labour force.” (Ziegler, 2007, S.12 f.)

Für den Anbau von Pflanzen für die Treibstoffproduktion werden beachtliche Flächen Land benötigt (vgl. Kapitel 5.1. "Ökologische Nachhaltigkeit"). In manchen Ländern kann der Anbau von Pflanzen für Agrotreibstoffe zur Entwicklung eines neuen Markts führen. Ausländische Investoren dominieren den neuen Markt, weil sie über das nötige Kapital verfügen und weil sich ihr Absatzmarkt in ihren Heimatländern, den Industrieländern, befindet. Die einheimische Bevölkerung verfügt über zu wenig finanzielle Mittel, um in diesen Markt einzusteigen. Für den neuen Markt werden Landflächen, die von der lokalen Bevölkerung bewirtschaftet werden, auch für die Agrotreibstoffproduktion interessant. Pachtpreise von Anbauflächen steigen, womit ärmere Familien nicht mehr in der Lage sind, ihr Land durch Kaufen oder Mieten zu sichern. Einheimische Bevölkerungsgruppen sind besonders gefährdet, wenn

die Regierung ihnen den Landbesitz nicht garantiert und sie sich auf Gewohnheitsrecht berufen müssen (FAO, 2008).

Als Paradebeispiel für ungleiche Landverteilung ist Brasilien zu nennen. Drei Prozent Grossgrundbesitzer Brasiliens besitzen 50 Prozent des fruchtbaren Landes. 20'000 Betriebe verfügen über 2'000 Hektar Land, während 2.5 Millionen Bauern von weniger als zehn Hektar leben. Die Landlosenbewegung MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra) in Brasilien ist die grösste soziale Bewegung Lateinamerikas und sie unterstützt die Herbeiführung gerechterer Besitzverhältnisse durch eine Landreform. Grundstücke, die als unfruchtbar angesehen werden und ungenutzt sind, werden deshalb für die Landreform reserviert und besetzt (Hees et al., 2007).

Die Argotreibstoffproduktion tritt in Konflikt mit MST, da sie die Voraussetzung für eine Landreform erschwert. Der Konflikt entsteht dadurch, dass die Argotreibstoffproduktion, die oft auf Monokulturen beruht, den Prozess der Konzentration der Nutzflächen fördert. Dies bedeutet, dass das Modell des Grossgrundbesitzes in Brasilien verstärkt wird. Die Landlosenbewegung setzt sich genau für das Gegenteil ein, für die stärkere Verteilung von Land und gegen den Grossgrundbesitz. Dank MST und der Landreform sollen möglichst viele Bauern ein Grundstück besitzen, und nicht Einzelne ein möglichst grosses Grundstück wie bisher.

Als weiterer Nebeneffekt der Agrotreibstoffproduktion steigen die Landpreise und ausländische Investoren erwerben Land, ohne dabei die Raumplanungsgesetze zu beachten. All diese Prozesse zwingen Bauernfamilien dazu, auf Zuckerrohrplantagen zu arbeiten, anstatt Nahrungsmittel anzubauen und bremsen so die Agrarreform (FOEI, 2008).

Respektierung der Landrechte

„Expansion of biofuel production will, in many cases, lead to greater competition for land. For smallholder farmers, women farmers and/or pastoralists, who may have weak land-tenure rights, this could lead to displacement.“ (FAO, 2008, S.83)

Von internationalen Organisationen wie der FAO wurden zahlreiche Fälle von Missachtung der Landrechte von Bäuerinnen, Bauern und Hirten durch Agrotreibstoffhersteller dokumentiert. Vor allem Südamerika ist interessant für die Agroindustrie: „Der Anbau von Ölpalmen als agroindustrielles Megaprojekt wird in verschiedenen Gebieten Kolumbiens stark vorangetrieben. Boden und Klima sind ideal und versprechen hohe Renditen. Eines dieser Gebiete ist die Provinz Chocó im Nordwesten des Landes“ (Hees et al., 2007, S.150). In besagtem Gebiet wurden Missachtungen der Landrechte dokumentiert. Die belgische Organisation

„Human Rights Everywhere“ (HREV) (Ziegler, 2007) erstellte eine Studie über den Palmöl-anbau in Chocó, Kolumbien. Sie deckten Fälle auf, bei denen Kleinbauern durch Agrokonzerne enteignet wurden, wobei diese offenen Vertreibungen ohne Landersatz von den Behörden geduldet wurden. Es handelte sich um indigene Völker afrikanischer Abstammung, die von ihrem Land vertrieben wurden, nachdem Ölpalm-Firmen das Gebiet besetzt hatten. Die nicht-staatliche Organisation FIAN (2008) dokumentiert weitere Fälle von Vertreibungen in Südamerika: In Paraguay, wo sich die mit Soja bepflanzte Fläche wegen der Agrotreibstoffproduktion seit 1990 verdoppelt hat, drängen Agrokonzerne Bauern dazu, ihr Land zu verkaufen. In den Regionen Itapua, Alta Parana und Canideyu besitzen viele indigene Gemeinschaften keine offiziellen Besitzbescheinigungen und werden vertrieben. Die Häuser und Tiere der Tetagua Guarani und der Maria Antonia wurden 2004 von der Firma AGROPECO verbrannt, da sie im Rahmen der Agrarreform auf Boden lebten, die AGROPECO gekauft hatte. Zwischen 1990 und 2004 fielen in Paraguay schätzungsweise 350 weitere ähnliche Fälle vor. In Argentinien wurden einheimische Familien und Bauern in den Provinzen Córdoba, Santiago del Estero, Salta, Mendoza, Misiones and Jujuy von ihrem Land vertrieben, bedroht von Soja-Anbaukonzernen, paramilitärischen Gruppen und der Staatspolizei (Ziegler, 2007).

Fazit Kriterium 6

Agrotreibstoffe werden häufig in Entwicklungsländern angebaut, einerseits weil dort die geeigneten Pflanzen wachsen, andererseits weil billiger produziert und Boden erworben werden kann. Die Investoren und Grossgrundbesitzer haben ihren Nutzen, doch die Kleinbauern finden oft keinen Zugang zu diesem Markt. Denn oft sind es die Erträge industriell bewirtschafteter Monokulturen, die professionell vermarktet werden (Hees et al., 2007). Die Kleinbauern jedoch produzieren kleine Mengen, großteils zum Eigengebrauch und besitzen keine Industriemaschinen. Insgesamt besteht Grund zur Folgerung, dass die Produktion von Agrotreibstoffen nicht zu sozialer Gerechtigkeit beiträgt, weil sie den gerechten Zugang zu Nutzland für die lokale Bevölkerung erschwert, Bemühungen um gerechtere Verteilungen von Böden hintertreibt und die Konzentration des Bodenbesitzes in den Händen Weniger fordert.

5.3.2. Kriterium 7: Faire Arbeitsverhältnisse und -bedingungen

“Camila Moreno, an expert in agrarian development at the Rural University of Rio de Janeiro, has warned that the growth of the ethanol industry is breathing life into a modern-day version of the sugar plantation slave-labour past” (Ziegler, 2007, S.13).

Soweit ein Zitat aus dem UNO-Sonderbericht von Jean Ziegler. Was mit diesem Zitat gemeint ist, wird in Fallbeispielen illustriert. Mit Blick auf die soziale Nachhaltigkeit werden die Fallbeispiele aufzeigen, inwieweit ein angemessener Lebensstandard und faire Arbeitsbedingungen der in der Agrotreibstoffproduktion Beschäftigten in Anbauregionen gegeben ist. Unter einem angemessenen Lebensstandard und fairen Arbeitsbedingungen wird die Gewährleistung von Gesundheit, Zugänglichkeit von genügend Nahrung, Wasser, Bekleidung, Unterkunft und Energie sowie eine angemessene Entlohnung verstanden.

Gesundheit der in der Agrotreibstoffproduktion tätigen Arbeiter

Eine Reihe von NGOs führte mit Delegierten des Netzwerks der Kleinbauern Westafrikas (ROPPA) und der Kolumbianischen Menschenrechtsorganisation und weiteren unabhängigen Experten eine Studie über die Auswirkungen der Agrotreibstoffproduktion auf die lokale Bevölkerung in Brasilien durch. In der Provinz Mato Grosso do Sul in der Stadt Dourados untersuchten sie die Auswirkungen der Expansion der Zuckerrohrproduktion auf die Guarani Kaiowa Bevölkerung. Es wurden die Arbeitsbedingungen der einheimischen Arbeiter als Zuckerrohrschneider überprüft. Die Arbeitsbedingungen stehen direkt oder indirekt in Verbindung zu den staatlichen Massnahmen, die die Produktion von Agrotreibstoffen fördern (FOEI, 2008).

Die Gesundheit der auf den Zuckerrohrplantagen in Grosso do Sur in Brasilien arbeitenden Menschen wird durch chemische, physikalische, biologische und operationale Faktoren beeinträchtigt (FIAN, 2008):

- Chemische Faktoren: Die Arbeiter sind Pestiziden, Herbiziden und Kunstdünger ausgesetzt. Ausserdem entsteht eine Luftverschmutzung durch vor der Zuckerrohrernte abgebrannte Felder (vgl. Kapitel 5.1.1. "Reduktion des Schadstoffausstosses").
- Physikalische Faktoren: Übermässige Hitze durch die Schutzkleidung verursacht Stress, auch die extreme Feuchtigkeit und die Sonneneinwirkung sind schädlich.
- Biologische Einwirkungen: Bakterien, Funghi, Viren und giftige Tiere gefährden die Arbeiter.

- Operationale Faktoren: Die Körperhaltung, die Kraft, die aufgewendet werden muss, und die repetitiven Bewegungen verursachen gesundheitliche Probleme.

Unterkunft, Verpflegung und Entlohnung

„Die Zuckerrohrarbeiter leben unter menschenunwürdigen Bedingungen. Die Behausungen, in welchen sie übernachten und die Verpflegung während der Arbeitsperiode sind erbärmlich.“ (Hees et al., 2007, S.155)

Die im Folgenden aufgeführten Arbeitsbedingungen sind besonders typisch für Plantagen für die Treibstoffproduktion, weil sie hier grossflächig, industriell und nicht von einzelnen lokalen Familien betrieben werden. In der Zuckerrohrindustrie steht in verschiedenen Bereichen manuelle Arbeit an, von welchen die Ernte mit 60% des Arbeitsaufwands am arbeitsintensivsten ist. Im Gebiet Riberão Preto in Brasilien ernten die Arbeiter durchschnittlich 12 Tonnen Zuckerrohr pro Tag, zwei Mal so viel wie in den 1980er Jahren. Die Arbeit hat sich seitdem kaum verändert. Der Lohn fällt je nach Produktivität höher oder tiefer aus, was zu Überanstrengung führt. Individuelle oder Gruppenziele in der Produktion, gekoppelt an die Lohnauszahlungen, verursachen Konflikte unter den Arbeitern. Psychischer Druck und Stress können die Folge sein. Die Arbeiter leben von der Familie getrennt in Unterkünften, die vom Arbeitgeber zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren verunmöglichen die langen Arbeitszeiten ein Pendeln zwischen Wohnort und Arbeitsplatz (FOEI, 2008).

Im Bericht der Organisation „Human Rights Everywhere“ über die Region Chocó in Kolumbien, auf den Hees et al. (2007) eingehen, werden die Arbeitsbedingungen auf den Palmölplantagen für die Herstellung von Agrotreibstoffen beschrieben: Der Lohn ist so gering, dass es kaum für die Ernährung der Familie reicht; ausserdem gibt es weder bezahlten Urlaub noch eine Rentenversicherung. Wenn die Arbeiter sich zu organisieren versuchen, werden sie in der Regel entlassen (Hees et al., 2007).

Neben der Bezahlung, die zur Bestreitung eines menschenwürdigen Lebens unzureichend ist, kommen ungenügende Freizeiten, schlecht ausgestattete Behausungen und hohe körperliche Belastungen. So liegt die Lebenserwartung der Zuckerrohrarbeiter, die schon als Kinder in die Felder gingen, bei 30 Jahren (FIAN, 2008). Dementsprechend bezeichnet das Worldwatch Institute (2007) die brasilianische Agrotreibstoffproduktion aus Zuckerrohr als „ugly history of exploiting temporary workers...“ (S.125).

Fazit Kriterium 7

Die Berichte dieser unabhängigen Organisationen decken Verstösse gegen die Menschenrechte auf. Die Agrotreibstoffproduktion bringt menschenunwürdige Arbeitsverhältnisse und -bedingungen mit sich. Angemessene Lebensbedingungen der Beschäftigten, insbesondere die Bewahrung der Gesundheit der Arbeiter, sind nicht gewährleistet. Solange die Produktion von Agrotreibstoffen solche Konsequenzen für die lokale Bevölkerung hat, ist sie gemäss unserer Definition von Nachhaltigkeit als sozial nicht nachhaltig einzustufen.

6. Synthese

Nachdem in den vorherigen Kapiteln die Frage, ob die Produktion von Agrotreibstoffen der ersten Generation in Entwicklungsländern nachhaltig ist, auf einzelne Kriterien geprüft wurde, wird in dieser Synthese versucht, die Ergebnisse daraus zusammenzufassen und eine allgemeine Schlussfolgerung zu ziehen.

Unter dem ökologischen Aspekt wurde zuerst untersucht, ob Agrotreibstoffe (als Ersatz für fossilen Treibstoff) mit einem geringeren Schadstoffausstoss als die fossilen Brennstoffe einher gehen. Aus den Ergebnissen der Untersuchung konnte abgeleitet werden, dass die Produktion und der Gebrauch von Agrotreibstoffen zum jetzigen Zeitpunkt auf keinen Fall nachhaltig ist. Zu diesem Fazit kommt es nicht, weil die falsche Pflanzenart zum Anbau benutzt wird, sondern weil das *crop management* nicht angemessen betrieben wird und eine zurzeit nötige Landnutzungsänderung zu sehr vielen Emissionen führt. Ein ähnliches Resultat ergab auch die Untersuchung des Einflusses der Produktion von Agrotreibstoffen auf die Boden- und Wasserqualität und auf die Biodiversität. Nicht die Pflanzenart, sondern das *crop management* trägt in erster Linie zu ökologischen Vorteilen bei oder verhindert diese. Anders als bei der Untersuchung zum Schadstoffausstoss gibt es bei der Bodenqualität und der Biodiversität die Chance, dass diese erhalten bleiben, wenn beim Anbauen bestimmte Regeln eingehalten werden. So sollten Monokulturen, der Einsatz von Pestiziden, Herbiziden und Düngern weitgehend vermieden werden und möglichst in wechselnder Fruchtfolge angebaut werden. Dies verhindert das Ausbreiten von Schädlingen. Zum Erhalt der Biodiversität trägt auch die Verwendung einheimischer Pflanzen bei.

Der Anbau von Agrotreibstoffen auf den Böden ehemaliger Regenwälder ist nie nachhaltig. Bei der Brandrodung geht die Biodiversität weitgehend verloren und nach einigen Jahren der Bewirtschaftung ist der Humusgehalt des Bodens so gering und nährstoffarm, dass weitere ertragreiche Ernten nicht mehr möglich sind und der Boden irreversibel zerstört ist.

Ökologisch gesehen wäre es bezüglich des Erhaltes des Bodens möglich, diesen nachhaltig zu bewirtschaften. Jedoch wird dies aus verschiedenen, z.B. finanziellen, Gründen selten gemacht. Das Erhalten der Biodiversität wäre hingegen bei der richtigen Bewirtschaftung nur bedingt möglich. Neben der Bewirtschaftung spielt nämlich auch die Pflanzenart, welche für die Agrotreibstoffproduktion ausgesucht wird, eine wichtige Rolle. Vor allem einheimische und mehrjährige Pflanzen sollten verwendet werden. Die Folgen für den globalen Wasserkreislauf sind noch nicht klar abschätzbar. Im Ganzen gesehen ist die Produktion von Agrotreibstoffen aus dem ökologischen Blickwinkel derzeit nicht nachhaltig.

Aus ökonomischer Sicht betrachtet ist der Beitrag, den die Agrotreibstoffproduktion zur nachhaltigen Entwicklung in den Produktionsländern leistet, ungewiss und kann nicht verallgemeinernd beurteilt werden. Darüber hinaus ist die Fakten- und Datenlage noch zu unsicher, um eindeutige Zusammenhänge zwischen Agrotreibstoffproduktion und Kaufkraftsteigerung der verschiedenen an der Produktion beteiligten sozialen Gruppen zweifelsfrei herstellen zu können.

Klarer stellt sich die Beziehung zwischen Treibstoffproduktion und dem Anbau von Rohstoffen für die Nahrungsmittelproduktion dar: Hier besteht die Gefahr, dass die Agrotreibstoffproduktion Schaden anrichtet, indem durch sie (direkt oder indirekt) die Nahrungssicherheit in Entwicklungsländern weiter verschärft wird. Diese Gefahr erscheint unter Berücksichtigung anderer Probleme wie dem Klimawandel oder dem Anstieg der Weltbevölkerung, deren Folgen einen weiteren Druck auf die Landwirtschaftsflächen ausüben könnten, umso bedeutender. Zusammenfassend beurteilen wir aus ökonomischer Perspektive die Agrotreibstoffproduktion derzeit aufgrund ihrer möglichen Auswirkungen als eher nicht nachhaltig.

Bezogen auf die soziale Dimension der Nachhaltigkeit ist die Produktion von Agrotreibstoffen ebenfalls nicht nachhaltig. Die momentane Produktionsform führt weder zu sozialer Gerechtigkeit noch zu gerechtem Zugang zu Ressourcen. Oftmals können Investoren und Grossgrundbesitzer grosse Vorteile aus der Produktion ziehen, indem Kleinbauern vertrieben werden. Diesen Kleinbauern steht in der Folge noch weniger fruchtbares Land zur Verfügung. Um diesen Disparitäten entgegen wirken zu können, müssen die bestehenden Gesetze zu Landrechten und fairem Handel befolgt werden und die nicht den westlichen Vorstellungen entsprechenden (nicht verschriftlichten) Bodenrechte anerkannt werden.

Des Weiteren wird die Nahrungssicherheit für die Lokalbevölkerung nicht gewährleistet. Durch den flächenmässig grossen Anbau von Pflanzen für die Treibstoffproduktion muss sich die Nahrungsmittelproduktion mit kleineren Anbauflächen zufriedengeben, was in einem markanten Preisanstieg der Lebensmittel resultiert. Dadurch kann sich eine Vielzahl armer Haushalte keine Nahrung leisten. Auch müssen die Arbeiter in der Agrotreibstoffin-

dustrie oft unter menschenunwürdigen Arbeitsverhältnissen und -bedingungen arbeiten. So wird zum Beispiel die Gesundheit der Arbeiter auf Zuckerrohrplantagen unter anderem durch chemische und physikalische Faktoren beeinträchtigt. Weiter leiden die Arbeiter oft unter schlechten Behausungen, der körperlichen Belastung und dem niedrigen, für menschenwürdiges Leben unzureichenden, Lohn.

Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass die Produktion von Agrotreibstoffen der ersten Generation in Entwicklungsländern weder im ökologischen, ökonomischen, noch im sozialen Bereich als nachhaltig bezeichnet werden kann. Allerdings muss bei dieser Bewertung beachtet werden, dass das Thema der Agrotreibstoffe sich selbst auf einer kleinskaligen lokalen Ebene als sehr komplex erwiesen hat und die globale Ebene nur selten betrachtet wurde. Bessere Chancen, den Kriterien der Nachhaltigkeit zu entsprechen, ergeben sich, so bleibt zu hoffen, bei den Agrotreibstoffen der zweiten Generation. Die Treibstoffe zweiter Generation werden vermutlich für die Energieversorgung in der Zukunft sehr wichtig werden (Romaniko, 2008), da zum einen mehr geeignete Rohstoffe vorhanden sind und deshalb eine größere Vielfalt beim Anbau möglich ist, und da zum anderen auch biogene Abfälle verwendet werden können. Des Weiteren ist der Energieertrag pro Fläche höher als bei der ersten Generation (Worldwatch Institute, 2007).

Dennoch ist die Agrotreibstoffproduktion unserer Meinung nach aus einer ethischen Perspektive angesichts des persistenten Welthungers schlussendlich äußerst schwierig zu rechtfertigen. Dabei stehen sich, wie Nitsch & Giersdorf (2006) darlegen, Energie- und Nahrungsbedarf in dialektischer Weise gegenüber und stellen ein globales ethisches Problem dar, welches sich insbesondere in den Nachfragerländern in Europa und Nordamerika stellt. Tilman et al. (2006, zitiert in Biello, 2008, S. 1) folgern dementsprechend: „We are converting their food into our fuel“. Die ethische Frage, die auch nach einer Analyse unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten offen bleibt, lautet also: Ist Energie in der Gestalt von Nahrungsmitteln nicht einfach zu *wertvoll*?

7. Referenzen

Adams, W. M. (2009): *Green development. Environment and sustainability in a developing world*. London: Routledge.

BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2007): *Bodenschutz Schweiz – Ein Leitbild*.
www.bafu.admin.ch/boden
Zugriff am 08.04.2010.

BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2010): *Biodiversität ist Leben*.
www.biodiversitaet2010.ch/
Zugriff am 29.07.2010.

Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L., Schaepman, M. E. (2008): *Global Assessment of Land Degradation and Improvement. Identification by remote sensing*. GLADA Report 5.
www.fao.org/nr/lada/dmdocuments/GLADA_international.pdf
Zugriff am 23.04.2010.

BFS (Bundesamt für Statistik) (2009): *Nachhaltige Entwicklung – Indikatoren*.
www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/21/02/dashboard/02.html
Zugriff am 30.4.2009.

Biello, D. (2008): Biofuels Are Bad for Feeding People and Combating Climate Change. In: *Scientific American*, Online Version.
www.sciam.com/article.cfm?id=biofuels-bad-for-people-and-climate
Zugriff am 26.02.2009.

Blas, J. (2007): UN food chief urges rethink on biofuels. In: *Financial Times*, 18.08.2007.

Chen, J., Tan, M., Gong, Z. (2002): Soil degradation: a global problem endangering sustainable development. In: *Journal of Geographical Sciences*, 12, 2, 243-252.

Crutzen, P. J., Moiser, A. R., Smith, K. A., Winiwarer, W. (2007): N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. In: *ACPD (Atmos. Chem. Phys. Discuss.)*, 7, 11191.

DIPF (Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung) (2009): Deforestation (Tropen)
[http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Deforestation_\(Tropen\)](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Deforestation_(Tropen))
Zugriff am 21.05.2010

DIPF (Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung) (2009): Landnutzung
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Landnutzung>
Zugriff am 21.05.2010

Deuschle, T. (2009): *Informationen Ökosystem*.
<http://www.faszination-regenwald.de/info-center/oekosystem>
Zugriff am 09.04.2010.

Di Giulio, A. (2004): *Die Idee der Nachhaltigkeit im Verständnis der Vereinten Nationen – Anspruch, Bedeutung und Schwierigkeiten*. Münster: Lit Verlag.

Dollfus, O. (1997): *La mondialisation*. Paris: Presse de Sciences Po.

Dredge, M., Gutzwiller, S. (2005): *Nachhaltige Biotreibstoffe aus Energiepflanzen-Biomasse und Flächen in Konkurrenz*. Diplomarbeit.

http://www.biomasseenergie.ch/Portals/0/1_de/03_Wie_nutzen/Pdf/biotreibstoffe-studiefhbb.pdf

Zugriff am 15.04.2009.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2008): *The State of Food and Agriculture – Biofuels: Prospects, Risks and Opportunities*.

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100e/i0100e.pdf>

Zugriff am 23.04.2010.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2009): *The State of Food Insecurity in the World. Economic crises – impacts and lessons learned*.

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0876e/i0876e.pdf>

Zugriff am 15.04.2010.

Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., Hawthorne, P. (2008): Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. In: *Science*, 319, 1235.

FIAN (Fighting Hunger with Human Rights) (2008): *Agrofuels in Brazil. Fact-Finding Mission report on the impacts of agrofuels expansion on the enjoyment of social rights of rural workers, indigenous peoples and peasants in Brazil*.

www.fian.org/resources/documents/others/right-to-food-in-brazil-summary/pdf

Zugriff am 14.04.2009.

FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) (2008): *Bodenuntersuchungen im Biobetrieb. Merkblatt des Forschungsinstitutes für biologischen Landbau*.

<https://www.fibl-shop.org/shop/pdf/mb-1311-bodenuntersuchungen.pdf>

Zugriff am 07.05.2009.

Firbank, L. G. (2008): Assessing the Ecological Impacts of Bioenergy Projects. In: *Bioenergy Research*, 1, 12-19.

FOEI (Friends of the Earth International) (2008): *Fuelling destruction in Latin America. The real price of the drive for agrofuels*.

www.foei.org/en/publications/pdfs/biofuels-fuelling-destruction-latinamerica

Zugriff am 14.04.2009.

Food First (2009): *Agrofuels in the Americas*.

http://www.foodfirst.org/files/pdf/Agrofuels_in_the_Americas.pdf

Zugriff am 23.04.2010.

Giampietro, M., Ulgiati, S., Pimentel, D. (1997): Feasibility of large-scale biofuel production. Does an enlargement of scale change the picture? In: *BioScience*, 47(9), 587-600.

Groom, M. J., Gray, E. M., Townsend, P. A. (2007): Biofuels and Biodiversity: Principles for Creating Better Policies for Biofuel Production. In: *Conservation Biology*, 22, 3.

Hees, W., Müller, O., Schüth, M. (Hrsg.) (2007): *Volle Tanks – leere Teller. Der Preis für Agrotreibstoffe: Hunger, Vertreibung, Umweltzerstörung*. Freiburg im Breisgau: Lambertus.

ILO (International Labour Organization) (2006): *Working Conditions in Agriculture*.

www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/sectors/agri/wkingcond.htm

Zugriff am 24.04.2010.

IMF (International Monetary Fund) (2007): *Biofuels demand pushes up food prices*.
www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2007/RES1017A.htm
Zugriff am 05.05.2009.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Genf: Oxford University Press.

IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2006): *The future of sustainability – Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century*.
http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustainability.pdf
Zugriff am 08.06.2010.

Koh, L. P., Wilcove, D. S. (2008): Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? In: *Conservation Letters*, 1, 60-64.

Kreuzmann, H. (2006): Neue Drei-Welten-Lehren in der Entwicklungsforschung, in: *Geographische Rundschau*, 58, 10, 4-13.

Lederer, E. M. (2008): Production of biofuels 'is a crime'. In: *The Independent*, 27.10.2008.
www.independent.co.uk/environment/green-living/production-of-biofuels-is-a-crime-398066.html
Zugriff am 23.04.2010.

Lélé, S. (1991): Sustainable Development: A Critical Review. In: *World Development*, 6, 607-621.

Leser, H. (2005): *Wörterbuch Allgemeine Geographie*. Berlin: Deutscher Taschenbuchverlag.

Moreira, J. (2006): *Bioenergy and agriculture, promises and challenges: Brazil's experience with bioenergy*. Vision 2020, Focus 14, Brief 8 of 12. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

Nitsch, M., Giersdorf, J. (2006): *Biokraftstoffe zwischen Euphorie und Skepsis – am Beispiel Brasilien*. Beitrag zum Jahressbuch *Ökologie 2007*. München: Beck.

Pistonesi, H., Nadal, G., Bravo, V., Bouille, D. (2008): *The contribution of Agrofuels to the Sustainability of Development in Latin America and the Caribbean. Elements for Formulation Policy*.
www.eclac.cl/publicaciones/xml/7/34977/lcw219i.pdf
Zugriff am 16.04.2010.

Püttmer, S. (2003). *Entfernung von Schwermetallen aus kontaminierten Böden und anschließende Aufarbeitung der anfallenden Extraktionslösungen*. Dissertation am Anorganisch-chemischen Institut der Technischen Universität München.
<http://mediatum2.ub.tum.de/doc/601308/601308.pdf>
Zugriff am 12.04.2009.

Reusser, J. (2007): *Welches Potential hat Ethanol als Biotreibstoff zur Reduktion von Armut? - Untersuchung der sozialen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der Produktion von Ethanol aus Zuckerrohr mit Fokus Brasilien*.
www.afee.ethz.ch/research/publikationen/DiplArbeiten/reusser_pdf.pdf
Zugriff am 07.05.2009.

Righelato, R., Spracklen, D. V. (2007): Carbon Mitigation by Biofuels or by Saving and Restoring Forests? In: *Science*, 317, 902.

Romanko, R. (2008): *Biokraftstoffe als Ersatz fossiler Energieträger - Eine umwelt- und ressourcenökonomische Analyse*. Magisterarbeit. München: Grin Verlag.

Scheffer, F., Schachtschabel, P. (2008): *Lehrbuch der Bodenkunde*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Schmidt, R. (2008): *Cartoon Biokraftstoff*.
www.karikatur-cartoon.de/klima/biokraftstoff.htm
Zugriff am 29.05.2009.

Scholz, F. (2004): *Geographische Entwicklungsforschung. Methoden und Theorien*. Berlin, Stuttgart: Bornträger.

Schultz, J. (2005): *Die Ökozonen der Erde*. Stuttgart: Ullmer.

Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., Yu, T. (2008): Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change. In: *Science*, 319, 1238.

Sheeran, J. (2008): Un désastre alimentaire guette 14 millions de personnes. In : *Le Monde*, 24.07.2008.

Speth, J. G. (2004): *Red Sky at Morning: America and the Crisis of the Global Environment*. New Haven: Yale University Press.

Tilman, D., Lehman, C.L., Bristow, C. E. (1998): Diversity-stability relationships: statistical inevitability or ecological consequence? In: *The American Naturalist*, 151, 277-282.

Tilman, D., Hill, J., Lehman, C. (2006): Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass. In: *Science*, 314, 1598.

Töttger M. (2008): *Nutzungswandel im Regenwald Ghanas- Rahmenbedingungen und Folgen*. München: Grin Verlag.

Tscharntke, T. (1995): Naturschutz in der Agrarlandschaft (Nature conservation in the agricultural landscape). In: *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, 10,21-30.

UN (United Nations) (1966): *Internationaler Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (UN-Sozialpakt)*, Art. 12.
<http://www.admin.ch/ch/d/sr/i1/0.103.1.de.pdf>
Zugriff am 23.04.2010.

UN (United Nations) (2002): *Millennium Development Goals*.
www.un.org/millenniumgoals/envIRON.shtml
Zugriff am 30.04.2009.

UN (United Nations) (2007): *Sustainable Bioenergy. A Report for Decision Makers*.
<http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>
Zugriff am 24.04.2010.

UNCED (United Nations Conference on Environment and Development) (1992): Agenda 21. Rio de Janeiro. 03.-14.06.1992.
http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf
Zugriff am 08.06.2010.

UNDP (United Nations Development Program) (2009): *Human Development Report 2009 – Overcoming barriers: Human mobility and development*. New York: Palgrave Macmillan.
http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2009_EN_Complete.pdf
Zugriff am 29.05.2010.

UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) (2000): *Soil degradation*.
<http://www.unescap.org/stat/envstat/stwes-04.pdf>
Zugriff am 23.04.2010.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2008): *Kyoto Protocol Reference Manual – On accounting of Emissions and assigned Amount*. Bonn: UNFCCC.

Von Braun, J. (2008): *Biofuels, International Food Prices, and the Poor. Testimony to the United States Senate*. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI)

WBGU (Wissenschaftl. Beirat der Bundesregierung ‚Globale Umweltveränderungen‘) (1994): *Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994*. Bonn: Economica.

WCED (World Commission on Environment and Development) (1987): *Our Common Future*. Oxford: University Press.

Winkowitsch, C. (2010): Wie nachhaltig ist unsere Bodenbewirtschaftung im Weinbau?
www.agrarnet.info/netautor/napro4/wrapper/media.php?id...
Zugriff am 21.05.2010

Wörgetter, M. (2008): *Energie und Rohstoffe aus der Landwirtschaft – Chancen und Grenzen*.
www.blt.bmlfuw.gv.at
Zugriff am 15.04.2009.

Worldwatch Institute (2007): *Biofuels for Transport – global potential and Implications for Sustainable Energy and Agriculture*. London: Earthscan.

Ziegler, J. (2007): *The Right to Food. Report to the General Assembly of the United Nations*.
www.righttofood.org/new/PDF/A62289.pdf
Zugriff am 20.04.2009.

Schriftenreihe 'Studentische Arbeiten an der IKAÖ'

Hrsg: Ruth Kaufmann-Hayoz

In dieser Schriftenreihe publiziert die Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ) der Universität Bern in loser Folge studentische Projektberichte sowie weitere Arbeiten von Studierenden, die für eine breitere Öffentlichkeit von Interesse sind:

- Nr. 1
ISBN: 3-906456-01-3
Gentechnologie - Recht - Gesellschaft. Gentechnologie an Pflanzen und Tieren (1993) (*vergriffen*)
- Nr. 2
ISBN: 3-906456-02-1
Das 1950er Syndrom. Der Weg in die Verschwendungsgesellschaft (1994) (*vergriffen*)
- Nr. 3
ISBN: 3-906456-03-X
Ausgewählte Verkehrsaspekte in der Gemeinde Köniz (1994) (*vergriffen*)
- Nr. 4
ISBN: 3-906456-04-8
Anforderungen an ein Ökomarketing (1995)
- Nr. 5
ISBN: 3-906456-05-6
Wege zu einer effizienteren Energienutzung. Aktuelle Situation und mögliche Perspektiven für die Gemeindeverwaltung Köniz (1995)
- Nr. 6
ISBN: 3-906456-06-4
Berner Entwurf zu einem Gentechnik-Gesetz. Mit Kommentar (1995) (*vergriffen*)
- Nr. 7
ISBN: 3-906456-07-2
Die Patentierung von Lebewesen im Hinblick auf die Würde der Kreatur (1995) (*vergriffen*)
- Nr. 8
ISBN: 3-906456-09-9
Trennwirkung von Hauptverkehrsstrassen (1996)
- Nr. 9
ISBN 3-906456-10-2
Ökologischer Ausgleich und Landschaftsentwicklung - Müntschemier und Grossaffoltern (1997)
- Nr. 10
ISBN 3-906456-15-3
Fischrückgang in den schweizerischen Fließgewässern (1997)
- Nr. 11
ISBN 3-906456-16-1
Umweltverantwortliches Alltagshandeln beim Global Action Plan: die Bedeutung sozialer Netze (1998)
- Nr. 12
ISBN 3-906456-18-8
Gentechnologisch veränderte Sojabohne: Reflexion der Diskussion und des Bewilligungsverfahrens (1998) (*vergriffen*)
- Nr. 13
ISBN 3-906456-19-6
Die Naturschutzorganisationen im bernischen Seeland (1999)
- Nr. 14
ISBN 3-906456-17-X
Energiesparen im Spital: Pilotprojekt für einen bewussteren Umgang mit Energie am Arbeitsplatz (1999)
- Nr. 15
ISBN 3-906456-20-X
Unser Abfall – der entwertete Rohstoff der kommenden Generation (2000)
- Nr. 16
ISBN 3-906456-21-8
Der Wolf – Wildtier oder wildes Tier? Eine Deutungsmusteranalyse in der Schweizer Bevölkerung (2000) (*vergriffen*)

- Nr. 17
ISBN 3-906456-23-4
Gemeinwerk und gemeinschaftliches Arbeiten im
Landschaftsschutz (2000)
- Nr. 18
ISBN 3-906456-22-6
Menschliches Versagen im Kontext individuellen
umweltverantwortlichen Handelns (2000)
- Nr. 19
ISBN 3-906456-25-0
Nonylphenol in der Schweiz. Eine Abschätzung der
Belastungssituation und der ökologischen Wirkungen (2000)
- Nr. 20
ISBN 3-906456-26-9
Der Verkehrsversuch Spiez: eine Nachuntersuchung (2001)
- Nr. 21
ISBN 3-906456-29-3
Einstellungen, Handlungserfahrung und Kooperation im
Umweltbereich (2001)
- Nr. 22
ISBN 3-906456-30-7
Warum der Bach kam: Ursachendiskurs nach dem Unwetter-
Ereignis in Sachseln 1997 (2001)
- Nr. 23
ISBN 3-906456-31-5
„Stehenbleiben kommt nicht in Frage“. Potenziale der
Gemeinde Eggiwil: Wahrnehmung und Bewertung durch
Bevölkerung und Behörden (2001)
- Nr. 24
ISBN 3-906456-32-3
Wer rettet die Belpau? Zur Wahrnehmung und Akzeptanz eines
Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojektes (2001)
- Nr. 25
ISBN 3-906456-33-1
Frauennetzwerke und Landschaftsentwicklung. Soziale
Restriktionen und Optionen der Mitwirkung von
Frauennetzwerken an nachhaltiger Landschaftsentwicklung
(2002)
- Nr. 26
ISBN 3-906456-34-X
Obstgarten Leuzigen – Chancen und Risiken bei der
Realisierung und Bewirtschaftung (2002)
- Nr. 27
ISBN 3-906456-35-8
Aktive Gestaltungsformen eines zukünftigen
Landschaftsmanagements. Eine Befragung in den Gemeinden
Erlach und Ligerz (2002)
- Nr. 28
ISBN 3-906456-36-6
Durchsetzungsmechanismen im Umweltvölkerrecht. Wahl und
Gestaltungsverhalten im Hinblick auf unterschiedliche
Vertragsziele (2003)
- Nr. 29
ISBN 3-906456-37-4
Die Wirkung eines ökologischen Pilotprojektes im Bereich
Wasserkraft auf die Nachfrage nach "Grünem Strom".
Gegenüberstellung der Gemeinden Aarberg und Büren a.A. -
eine Untersuchung in Fallbeispielen (2003)
<http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/>
- Nr. 30
ISBN 3-906456-387-2
Quartierleiste Lyss – Potentiale, Chancen, Probleme (2003)
- Nr. 31
ISBN 3-906456-39-0
Mitnehmende bei Carlos (2003)
- Nr. 32
ISBN 3-906456-40-4
Partizipation in Lokalen Agenda 21-Prozessen. Die Teilnahme
von MigrantInnen (2004)

- Nr. 33
ISBN 3-906456-41-2
Titanic II. Pilot- und Demonstrationsobjekt im Bereich energieeffizienten Bauens (2004)
<http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/>
- Nr. 34
ISBN 3-906456-42-0
Lebensqualität im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung in der Stadt Langenthal (2004)
- Nr. 35
ISBN 3-906456-43-9
Die Diffusion von Elektro-Scooters. Untersuchung des Vertriebs von Elektro-Scooters im Raum Bern (2004)
<http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/>
- Nr. 36
ISBN 3-906456-44-7
Ozonticker. Evaluation und Neukonzeption einer Kampagne zur Reduktion von Ozon in der Stadt Bern (2004) (*erscheint nicht*)
- Nr. 37
ISBN 3-906456-45-5
Diffusionsschwierigkeiten von E-Bikes. Eine Studie über die Ursachen des Nicht-Kaufs (2005)
<http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/>
- Nr. 38
ISBN 3-906456-46-3
Titanic II. Bedingungen für ein erfolgreiches Pilot- und Demonstrationsobjekt (2005)
- Nr. 39
ISBN 3-906456-47-1
Alp-Träume. Wengener Alpkorporationen zwischen Alpwirtschaft, Tourismus und Naturschutz (2005)
- Nr. 40
ISBN 3-906456-48-X
Die Umgestaltung der Inselgärten nach dem Konzept *Healing Garden* (2005) (*vergriffen*)
- Nr. 41
ISBN 3-906456-49-8
Nachhaltige Landschaftsentwicklung und Tourismus. Tourismusanbieter im Prozess einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung in den Gemeinden Erlach und Tschugg (2005) (*vergriffen*)
- Nr. 42
ISBN 3-906456-50-1
Teilbericht der Wirkungsanalyse Zentrumsgestaltung Köniz (2005)
<http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/>
- Nr. 43
ISBN 3-906456-51-X
Charakterisierung der KäuferInnen von gasbetriebenen Fahrzeugen (2005)
- Nr. 44
ISBN 3-906456-52-8
Reblandchaft Bielersee. Nachhaltige Landschaftsentwicklung aus der Sicht der ansässigen Bevölkerung (2005)
- Nr. 45
ISBN 3-906456-55-2
Lern- und Erlebnispfad durch die Moorlandschaft. Ein interdisziplinärer Konzeptvorschlag als innovativer Beitrag an die Besucherlenkung Habkern-Lombachalp (Berner-Oberland) (2006)
- Nr. 46
ISBN 3-906456-56-0
ISBN 978-3-906456-56-0
Institutionelle Steuerung einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung. Die Untersuchung zweier Rebgrüterzusammenlegungen am linken Bielerseeufer (2006)
- Nr. 47
ISBN 3-906456-56-0
ISBN 978-3-906456-56-0
Die Wirkung der New-Ride-Promotionskampagnen. Eine vergleichende Studie zur Förderung von E-Bikes in vier Gemeinden (2006)

- Nr. 48
ISBN 978-3-906456-60-7
Schlüsselfaktoren energierelevanter Entscheidungen privater Bauherren. Überprüfung eines sozialpsychologischen Handlungsmodells (2009)
- Nr. 49
ISBN 978-3-906456-62-1
Gesellschaftliche Ansprüche an Naherholungsgebiete. Ergebnisse empirischer Studien zum Verhalten und zu den Erwartungen von Naherholungssuchenden in Schweizer Agglomerationen (2010)

Die Arbeiten können zum Preis von SFr. 10.- (+ Porto) bei der IKAÖ bezogen werden.

Universität Bern

Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ)

Schanzeneckstr. 1, Postfach 8573, CH-3001 Bern

Telefon +41 (0)31 631 39 57/51

Telefax +41 (0)31 631 87 33

E-Mail ikaoe@ikaoe.unibe.ch / Web www.ikaoe.unibe.ch

ISBN 978-3-906456-63-8