

# **Kriterien zur Bewertung des Pflanzenanbaus zur Gewinnung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern unter ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten**

Kurzgutachten im Auftrag des  
Bundesministeriums für wirtschaftliche  
Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)

Darmstadt/Freiburg, Februar 2005

- überarbeitete Version -

erstellt von

Uwe R. Fritsche  
Katja Hünecke  
Kirsten Wiegmann

**Öko-Institut e.V.**  
Geschäftsstelle Freiburg  
Postfach 6226  
D-79038 Freiburg  
Tel.: 0761-4 52 95-0

Büro Darmstadt  
Rheinstr. 95  
D-64295 Darmstadt  
Tel.: 06151-8191-0

Büro Berlin  
Novalisstraße 10  
D-10115 Berlin  
Tel.: 030-28 04 86 80

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Bioenergie und Biokraftstoffe</b> .....	<b>4</b>
2.1 Der Beitrag der Biomasse zur Energiebereitstellung.....	4
2.2 Die Bedeutung von Biokraftstoffen.....	6
2.3 Biokraftstoffe und Flächenbedarf.....	9
2.4 Biokraftstoffe und Klimaziele in Industrieländern.....	9
<b>3 Beurteilung des Exports von Biokraftstoffen aus Energiepflanzen in Entwicklungsländern</b> .....	<b>11</b>
3.1 Potenziale zum Energiepflanzenanbau in EL.....	11
3.2 Technologien zur Bereitstellung von Biokraftstoffen in EL.....	12
3.2.1 Anbauformen und –arten für Biomasse in EL.....	12
3.2.2 Bereitstellungstechnologien für Biokraftstoffe in EL.....	13
3.3 Erste Beurteilung der Biokraftstoffbereitstellung in EL.....	14
<b>4 Mögliches Konfliktpotenzial beim Energiepflanzen- anbau für Biokraftstoffexporte aus EL</b> .....	<b>17</b>
4.1 Flächenansprüche.....	17
4.2 Eigentumsverhältnisse.....	18
4.3 Umwelt und Gesundheit.....	18
4.4 Naturschutz.....	18
4.5 Ökonomische Entwicklung – endogen vs. global.....	19

<b>5</b>	<b>Erste Kriteriensammlung zur nachhaltigen Bereitstellung von Biokraftstoffen in EL .....</b>	<b>20</b>
5.1	Umwelt-„Leitplanken“ .....	20
5.2	Soziale Kriterien .....	21
5.3	Ökonomische Kriterien .....	21
<b>6</b>	<b>Wissens- und Forschungslücken.....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>28</b>

<b>ANHANG .....</b>	<b>A-1</b>
<b>1 Das Beispiel Brasilien.....</b>	<b>A-1</b>
1.1 Soja in Brasilien .....	A-1
1.1.1 Hintergrunddaten.....	A-1
1.1.2 Produktion von Soja .....	A-1
1.2 Flächennutzung in Brasilien.....	A-2
1.3 Infrastruktur .....	A-4
1.4 Wirtschaft und Handel .....	A-4
1.5 Folgekosten des Sojaanbaus.....	A-6
1.6 Soja aus ökologischem Anbau als Alternative?.....	A-7
1.7 Bioethanol in Brasilien.....	A-7
1.8 Energiesituation in Brasilien .....	A-9
<b>2 Beispiel Indonesien: Palmöl .....</b>	<b>A-11</b>
2.1 Hintergrunddaten .....	A-11
2.2 Produktion.....	A-11
2.3 Flächennutzung .....	A-12
2.4 Wirtschaft und Handel .....	A-13
2.5 Umwelt- und Sozialfragen .....	A-14
2.6 Energiebedarf in Indonesien .....	A-15

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Primärenergiebedarf und Regenerative sowie Biomasse in Weltregionen im Jahr 2000.....	4
Tabelle 2	Globale Biomassepotenziale nach Arten und Regionen.....	11
Tabelle 3	WBGU-Potenziale zum Energiepflanzenanbau nach Kontinenten .....	12
Tabelle 4	Landnutzung in Brasilien im Jahr 2000.....	A-3
Tabelle 5	Landverteilung in Prozent von der nutzbaren Fläche .....	A-3
Tabelle 6	Daten zu Ex- und Importen von Sojabohnen in Brasilien .....	A-5
Tabelle 7	Wirtschaftsdaten Brasilien.....	A-5
Tabelle 8	Energieangebot und Energieverbrauch in Brasilien (Stand: 2000).....	A-10
Tabelle 9	Landnutzung in Indonesien im Jahr 2000.....	A-13
Tabelle 10	Palmöl: Import-Export-Daten.....	A-13
Tabelle 11	Palmkernöl: Import-Export-Daten.....	A-13
Tabelle 12	Wirtschaftsdaten Indonesien (Stand 2002).....	A-14
Tabelle 13	Energieangebot und Energieverbrauch in Indonesien (Stand: 2000).....	A-16

## Abbildungsverzeichnis

Bild 1	Künftige Entwicklung der energetischen Biomassennutzung in Deutschland im Szenario NACHHALTIG.....	5
Bild 2	Bruttoerträge für Biokraftstoffe aus Energiepflanzen in Deutschland .....	7
Bild 3	Strategisches Konzept für Kraftstoffe und Antriebe von VW .....	8
Bild 4	Entwicklung der Sojaproduktion zwischen 1990 und 2003 .....	A-2
Bild 5	Zuckerrohrproduktion in Brasilien, 1990-2003 .....	A-8
Bild 6	Ethanol-Produktion in Brasilien zwischen 1997 und 2001 .....	A-9
Bild 7	Palmölproduktion in Indonesien zwischen 1990 und 2003 .....	A-12



## Vorbemerkung

Das BMZ beauftragte das Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.) mit der Erstellung eines Kurzgutachtens, das einen Überblick zu folgenden Aspekten geben soll:

- Beurteilung des gezielten Anbaus von Pflanzen zur Gewinnung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern (EL) unter ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten;
- Identifizierung und Bewertung des möglichen Konfliktpotenzials eines solchen Pflanzenanbaus (vor dem Hintergrund beabsichtigter deutlicher Steigerungen des o.g. Anbaus in EL);
- Formulierung von Kriterien für die Gewährleistung eines nachhaltigen Pflanzenanbaus zur Gewinnung von Biokraftstoffen in EL;
- Identifizierung von Wissen- und Forschungslücken.

Die Bearbeitung erfolgte durch eine Auswertung bereits vorliegender Studien und anderer Informationen, die im Öko-Institut verfügbar sind.

Die vorliegende Endfassung beschreibt die Ergebnisse der im Rahmen des Kurzgutachtens durchgeführten Arbeiten.

Offene Punkte, die im Rahmen des Kurzgutachtens nur andiskutiert werden konnten, sind in Kapitel 6 dargelegt.

Der *Anhang* gibt eine kurze Zusammenfassung von Daten und Entwicklungstendenzen für Soja, Zucker und Bioethanol in Brasilien und Palmöl in Indonesien.

Die vorliegende Arbeit ist als Anstoß zu weiteren Diskussionen zu verstehen und möglichst auch als Anregung zur Vertiefung der aufgeworfenen Fragen in Folgearbeiten.

Dem BMZ ist für die Förderung der Kurzstudie sowie für Hinweise und Anregungen während der Bearbeitung zu danken. Die Verantwortung für den Inhalt der Kurzstudie liegt jedoch allein bei den Verfassern.

Die vorliegende Version wurde im Rahmen der englischen Übersetzungsarbeiten gegenüber der Erstversion vom Dezember 2004 leicht überarbeitet und aktualisiert.

Darmstadt, Februar 2005

Die AutorInnen

## 1 Einleitung

Die künftige Rolle von *Bioenergie* im Rahmen eines nachhaltigen Energiesystems wird sowohl national wie auch global zunehmend stärker betont (vgl. renewables2004; WBGU 2003). Neben bislang überwiegend genutzten Biomasse-*Reststoffen*<sup>1</sup> sind dabei auch speziell angebaute *Energiepflanzen* eine künftige Nutzungsoption.

Aufgrund der stofflichen Eigenschaften biogener *Reststoffe* wird deren Nutzung vorwiegend in regionalen Nutzungsketten stattfinden, eine Weiterverarbeitung als überregional oder international handelbare Energieträger dagegen die Ausnahme bleiben<sup>2</sup>.

Der gezielte *Anbau* von Energiepflanzen als nachwachsende Rohstoffe für die Chemie- und Faserindustrie oder auch als biogene Energieträger bzw. Biokraftstoffe ist demgegenüber deutlich teurer als die Nutzung biogener Reststoffe und wird durch die *Flächenkonkurrenz* zu Nahrungs- und Futtermittelanbau geprägt. Energiepflanzen könnten als Rohstoffe, Energieträger oder Kraftstoffe die Importe von z.B. Rohöl oder Erdgas in Industrie- und Entwicklungsländern zumindest teilweise ersetzen. Soweit sie als Rohstoffe *nichtenergetisch* genutzt werden, steht ihr Energiegehalt (Heizwert) am Ende der stofflichen Nutzung i.d.R. für die energetische Verwertung zur Verfügung (Nutzungskaskade).

Für *Industrieländer* (IL) gibt es erste Arbeiten, die sich mit der Nachhaltigkeit von Bioenergie-Strategien auseinandersetzen und dabei die mögliche Rolle von Biokraftstoffen untersuchen (vgl. ÖKO 2004; EEA 2003). Dabei zeigt sich, dass aufgrund der Entwicklungen in der Abfall- und Forstwirtschaft mittelfristig eine beachtliche Menge an biogenen Reststoffen nachhaltig nutzbar sein wird, und die absehbaren Trends in der Landwirtschaft neben nutzbaren Reststoffen wie Stroh und Gülle auch eine „Freisetzung“ bisher für Nahrungs- und Futtermittelanbau genutzter Flächen in erheblichem Ausmaß nach sich ziehen. Auf diesen Flächen wäre der Anbau von Energiepflanzen – auch unter Berücksichtigung von Naturschutzziele – in durchaus großen Mengen möglich.

Orientierende Arbeiten zum Potenzial von Energiepflanzen in *Entwicklungsländern* (EL) zeigen eine Größenordnung, die etwa der Summe des heutigen Kraftstoffbedarfs von EU-25 und den USA insgesamt entspricht.

---

<sup>1</sup> Dies sind Nebenprodukte der stofflichen Nutzung (z.B. Rest- und Schwachholz, Ernterückstände, Reststoffe aus Tierhaltung und Lebensmittelverarbeitung), die jedoch beachtliche Potenziale aufweisen können. Soweit die Entwicklung von BtL-Kraftstoffen (siehe Fußnote 2) sowie Bioethanol-Erzeugung aus Hemizellulose (insb. Stroh) mittelfristig zu marktreifen und wettbewerbsfähigen Technologien führt, könnten zumindest Teile dieser Reststoffe auch für Exporte von Biokraftstoffen zur Verfügung stehen.

<sup>2</sup> Die relativ niedrigen Energiedichten von Reststoffen wie Restholz und –stroh oder Gülle erlauben derzeit nur wirtschaftliche Transportentfernungen bis ca. 100 km und es stehen ausgereifte Technologien zur Verfügung, die diese lokal/regional anfallenden Reststoffe dezentral nutzen können. Es sind allerdings Konversionsverfahren für Reststoffe zu flüssigen Bioenergieträgern in der Entwicklung (*Biomass-to-Liquids* = *BtL*, vgl. Kapitel 2), die diese Restriktion überwinden könnten. Für die BtL-Erzeugung sind aus Kostengründen gerade biogene Reststoffe geeignet. Eine schon heute verfügbare Ausnahme mit gewissem – zumindest in Europa – internationalem Potenzial sind Pellets aus Reststoffen der Holzverarbeitung (z.B. Sägespäne), deren Menge jedoch eher gering ist.



Inwieweit diese Potenziale für *nachhaltige* Biokraftstoffexporte aus EL genutzt werden könnten, ist daher *keine akademische Frage*, sondern bei steigenden Preisen für fossile Kraftstoffe und tendenziell fallenden Erlösen für Nahrungs- und Futtermittelexporte<sup>3</sup> auch für die Entwicklungszusammenarbeit von Interesse.

Dabei ist stets zu beachten, dass die Bedingungen für den Anbau von Bioenergie in EL *sehr heterogen* sind – sie werden u.a. geprägt durch naturräumliche Faktoren, Bevölkerungsdichte und –dynamik, verfügbare Infrastrukturen und Kapital sowie logistische Restriktionen. Es kann daher nicht von „den“ EL gesprochen werden, sondern es muss eine *differenzierte Betrachtung* und ggf. Gruppierung erfolgen.

Bei der Differenzierung ist zu berücksichtigen, dass die Frage der Nutzung endogener Biomassepotenziale für den *Eigenbedarf* anstelle des Exports von verarbeiteten Biokraftstoffen nur länder- bzw. regionsspezifisch beantwortet werden kann.

*Generell* gilt, dass bei endogener Nutzung ein geringerer Logistikanpruch besteht und auch für substituierte Erdöl(produkt)importe weniger Logistikkosten anfallen. Bei dezentraler Verarbeitung und Nutzung ist zudem die Verwertung von *Koppelprodukten* aus der Biomasseaufbereitung i.d.R. leichter möglich, soweit die Standorte dies erlauben. Dagegen spricht, dass die Verarbeitung in exportorientierten *zentralen* Anlagen aufgrund der *economics of scale* oft eine bessere Ausnutzung und geringere Kosten – allerdings auch geringere Beschäftigung – bringt.

Der potenzielle Exportwert von Biokraftstoffen muss zudem gegen den Wert substituierter Importe abgewogen werden, wobei die Zahlungsbilanz des jeweiligen Landes, seine Attraktivität für (Auslandsdirekt-)Investitionen in exportorientierte Biokraftstoffbereitstellung und die Verfügbarkeit von Kapital für regional orientierte, dezentrale Alternativen beachtet werden muss.

Eine ausführliche Würdigung dieser Zusammenhänge kann im Rahmen der vorliegenden Kurzstudie nicht erfolgen. Im Vorgriff auf entsprechende, noch zu leistende Arbeiten (vgl. Kapitel 6), wurden im Anhang zu dieser Kurzstudie zwei Beispielländer orientierend einem Grob-screening unterworfen.

---

<sup>3</sup> Zu berücksichtigen ist bei Abschätzungen der künftigen Attraktivität des Energiepflanzenanbaus, dass sowohl der globale Bedarf an Nahrungs- und Futtermitteln einerseits und die Bereitstellung entsprechender Mengen von großen Unsicherheiten geprägt werden. Alleine die Entwicklung der Erträge und Erntelogistik in Ländern wie Russland und China sowie die dortigen Ernährungsgewohnheiten beeinflussen den Weltmarkt und damit die potenziellen Erlöse des Nahrungs- und Futtermittelanbaus in erheblichem Umfang. Die jüngsten Entwicklungen der Preise für Rohöl, Kokskohle und Stahl zeigen dies – wenngleich aufgrund anderer Ursachen – sehr deutlich.

## 2 Bioenergie und Biokraftstoffe

Bevor auf die mögliche Rolle von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern eingegangen wird, gibt dieses Kapitel eine kurze Übersicht zur Rolle der Bioenergie in der Energieversorgung und diskutiert den Stand der Biokraftstoffbereitstellung.

Ergänzend wird kurz auf den Flächenaspekt und die Rolle von Biokraftstoffen in Industrieländern eingegangen.

### 2.1 Der Beitrag der Biomasse zur Energiebereitstellung

Alle Formen der Biomasse decken heute zusammen mehr als 10% des Weltenergiebedarfs und stellen derzeit mit über 45 EJ etwa 90% des globalen Gesamtbeitrags *aller* regenerativen Energien bereit (IEA 2003).

Während die Rolle der Bioenergie in den industrialisierten Ländern (IL) tendenziell rückläufig ist<sup>4</sup>, stellt Biomasse eine wichtige Energiequelle vor allem in Entwicklungsländern (EL) dar<sup>5</sup>, wie die folgende Tabelle zeigt.

*Tabelle 1 Primärenergiebedarf und Regenerative sowie Biomasse in Weltregionen im Jahr 2000*

Angaben in EJ/a	gesamte Primärenergie	Regenerative gesamt	davon Biomasse	Anteil Biomasse an Primärenergie
Afrika	21,5	10,8	10,5	49%
Lateinamerika	18,8	5,3	3,3	18%
Asien	48,2	16,1	15,0	31%
China	48,4	10,0	9,0	19%
Naher Osten	16,3	0,1	0,0	0%
GUS + MOE	43,7	1,7	0,6	1%
OECD	223,3	12,7	6,8	3%
<b>Welt</b>	<b>420,3</b>	<b>56,7</b>	<b>45,2</b>	<b>11%</b>

Quelle: gerundete Angaben aus CIP (2004), basierend auf IEA (2003), eigene Berechnungen

Die überwiegende Menge der heutigen Bioenergienutzung stammt aus *Reststoffen* bzw. der teilweise nicht nachhaltigen Nutzung von Waldholz bzw. Büschen.

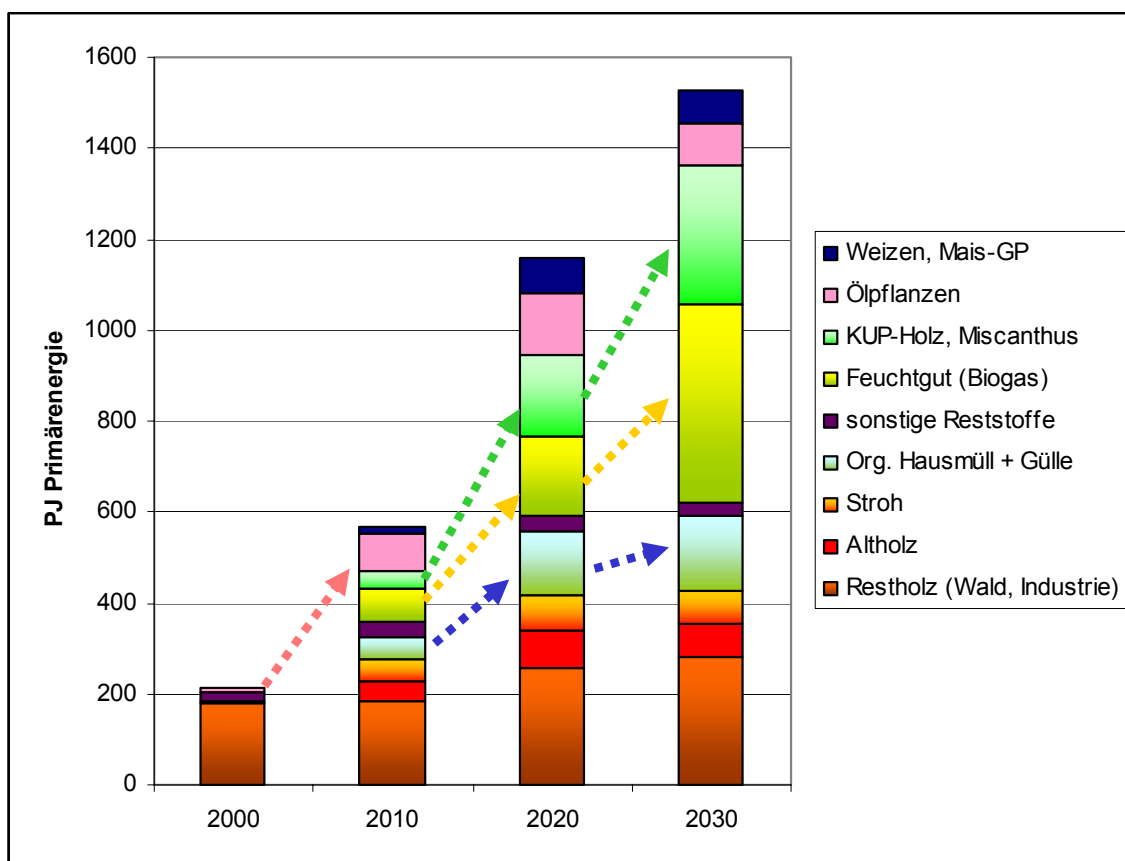
<sup>4</sup> Ausnahmen von diesem Trend finden sich z.B. in Dänemark, Finnland, Österreich und Schweden. Auch in Deutschland werden mittelfristig erheblich höhere Bioenergieanteile erwartet (ÖKO 2004).

<sup>5</sup> In EL werden durchschnittlich 35% der Energie aus Biomasse gewonnen, in manchen Ländern Afrikas sogar bis zu 90%. Rund 2,4 Mrd. Menschen hängen zur Energieversorgung ausschließlich von traditioneller Biomassenutzung ab. Dort steht heute insbesondere die „traditionelle“ Bioenergienutzung (Brennholz, Dung) zum Kochen im Vordergrund (vgl. Karekezi 2004).

Aufgrund der Stoffeigenschaften und Nutzungstechnologien gehen die meisten Studien zur Bioenergie davon aus, dass in den nächsten 10-20 Jahren Biomasse-Reststoffe ganz überwiegend im Bereich der *stationären* Nutzung zur Strom- bzw. Wärmebereitstellung eingesetzt werden, da sie dort die günstigsten Verwertungsmöglichkeiten besitzen (ÖKO 2004).

Für die Industrieländer werden zusätzlich „neue“ Formen der Bioenergie besondere Bedeutung erhalten, da nur sie nachhaltige und – bei gegebenen Flächen – quantitativ relevante Potenziale zur stärkeren Nutzung aufweisen.

Bild 1 Künftige Entwicklung der energetischen Biomassenutzung in Deutschland im Szenario NACHHALTIG



Quelle: ÖKO (2004); GP = Ganzpflanze, KUP = Kurzumtriebsplantage

Deutlich sichtbar ist hier, dass neben den „klassischen“ Bioenergieträgern Restholz sowie Reststroh vor allem Biogas aus organischen Reststoffen und Gülle und die „neuen“ Bioenergieträger *Biogas aus Feuchtgut* sowie *mehrwährige Energiepflanzen* (Kurzumtriebsholz, Miscanthus) erhebliche Zunahmen aufweisen.

Demgegenüber spielen die Ölpflanzen (für Biodiesel) bzw. die Ganzpflanzennutzung von Weizen und Mais (für Bioethanol bzw. Biogas) nur eine relativ geringe Rolle.

Der Hintergrund dieser unterschiedlichen Bedeutung der Bioenergieträger liegt in der angenommenen Verwendung:

- Die Netto-Flächenerträge – also unter Einrechnung der gesamten Lebenswege (inkl. Dünger usw.) - und die Naturschutzaspekte von Feuchtgutlinien und KUP-Holz sind *erheblich günstiger* als die von z.B. Raps oder Mais-Ganzpflanzen. Auf den nur beschränkt zur Verfügung stehenden Anbauflächen sollten daher vorrangig die „nachhaltigsten“ Bioenergieträger zum Einsatz kommen.
- Bei der Verwendung sind die Restbiomassen i.d.R. ökologisch und ökonomisch günstiger im stationären Bereich (Strom- und Wärmebereitstellung) einsetzbar, erst nach 2010 könnte auch Reststroh über Hemizellulose-Aufschluss zu Bioethanol und Restholz über BtL-Routen effizient als Biokraftstoff verwendet werden.

Bei den Anbaubiomassen wird dementsprechend Biogas aus *Feuchtgutlinien* primär in dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt, während KUP-Holz vorrangig über BtL als Biokraftstoff dient.

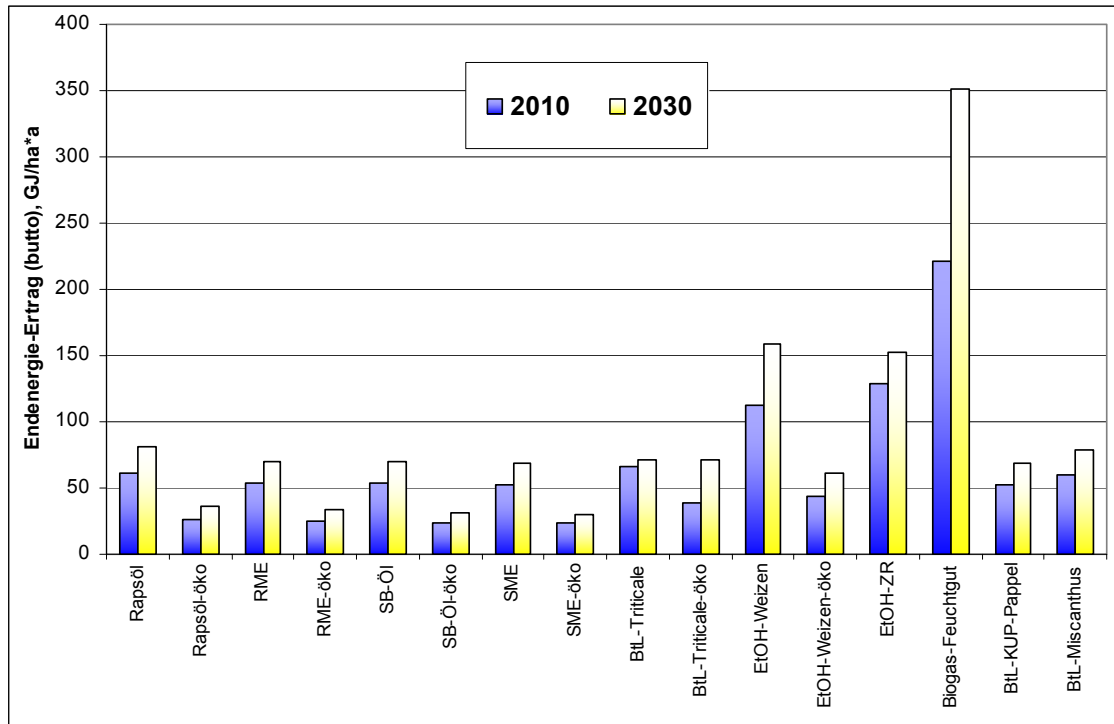
## 2.2 Die Bedeutung von Biokraftstoffen

*Biokraftstoffe* stellen weltweit bislang nur eine Nische dar – wie bei der Bioethanolnutzung in Brasilien sind meist Beimischungen zu konventionellen Kraftstoffen üblich (Frankreich, USA) bzw. die Nutzung von Pflanzenölen als „Biodiesel“ (Deutschland). Biogas wird nur in wenigen Ausnahmefällen lokal als Kraftstoff eingesetzt.

Bislang wird für den Bereich *mobiler* Nutzung vorwiegend der Einsatz von Biokraftstoffen in Diesel- und Ottomotoren vorgesehen, wobei als biogene Energieträger hier vor allem Pflanzenöle (Raps, Sonnenblume...) bzw. Pflanzenölmethylester (PME) sowie Bioethanol (aus dem Anbau von Zuckerrohr bzw. Zuckerrüben sowie teilweise Mais und Weizen) Verwendung finden.

Die Erträge dieser Energiepflanzen sind unter Einrechnung der Umwandlungsketten bis zur Kraftstoffbereitstellung recht unterschiedlich, wie das folgende Bild zeigt.

Bild 2 Bruttoerträge für Biokraftstoffe aus Energiepflanzen in Deutschland



Quelle: eigene Berechnungen nach ÖKO (2004); RME = Rapsölmethylester; öko = aus ökologischem Anbau; SME = Sonnenblumenölmethylester; KUP = Kurzumtriebsplantage; BtL = Biomass-to-Liquid;

Diese Gegenüberstellung<sup>6</sup> zeigt, dass Bioöl und „Biodiesel“ aus Raps bzw. Sonnenblumen gegenüber Bioethanol aus Zuckerrüben und Weizen<sup>7</sup> ungünstiger liegt, jedoch BioEtOH aus Triticale vergleichbare Bruttoerträge aufweist.

Höhere Erträge versprechen synthetische Kraftstoffe (Biomass-to-Liquids = BtL) aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) oder Energiegräsern (z.B. Miscanthus)<sup>8</sup> haben ähnliche Bruttoerträge, am *günstigsten* ist aber Biogas aus sog. *Feuchtgutlinien*, die sogar weitgehend *ohne* Kunstdünger und Pestizide auskommen .

<sup>6</sup> Die Gegenüberstellung bezieht sich auf Bruttoerträge der Umwandlungskette, d.h. Aufwendungen für z.B. Kunstdünger und Hilfsenergie sind *nicht* abgezogen und Gutschriften für Nebenprodukte wie Strom oder Futtermittel *nicht* eingerechnet. Für eine Darstellung der Nettobilanzen siehe ÖKO (2004).

<sup>7</sup> Der Anbau von Weizen (oder auch Triticale) zur Bioethanolherstellung böte zwar eine relativ günstige Brutto-Energiebilanz, jedoch sind die Kosten des Anbaus relativ hoch und die alternativ erzielbaren Erlöse beim Anbau von Weizen als Nahrungsmittel auf dem Weltmarkt in absehbarer Zeit wohl höher. Daher stellt Weizen aus heutiger Sicht keine für Biokraftstoffe sinnvolle Basis dar.

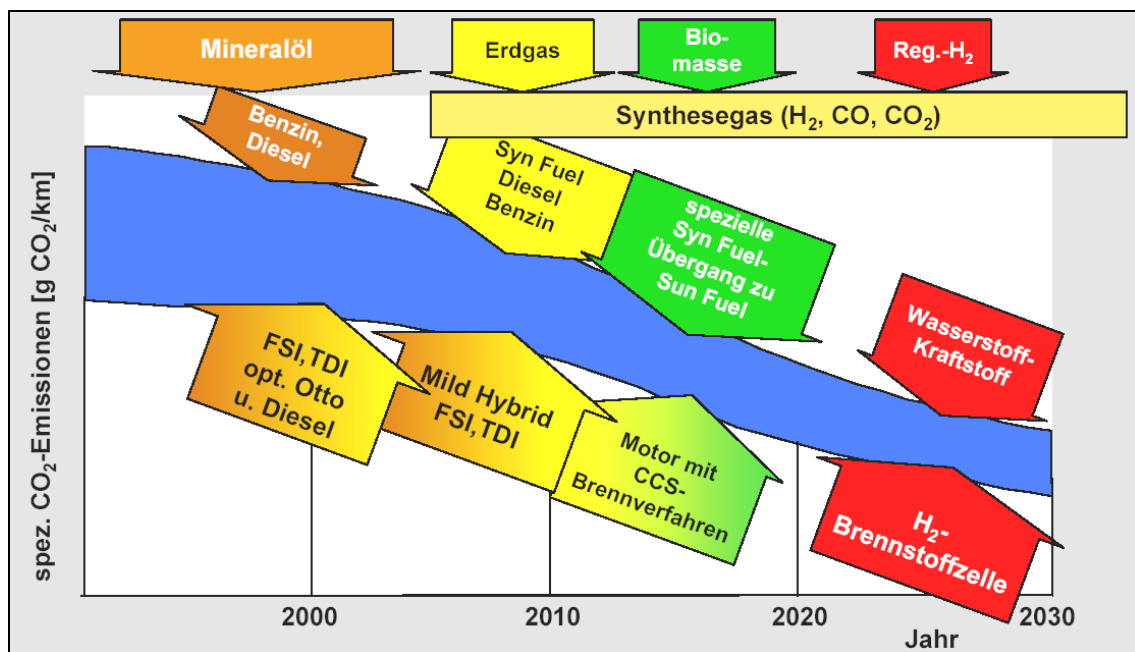
<sup>8</sup> BtL können auch aus biogenen Reststoffen (Waldrest-/Schwachholz, Stroh etc.) hergestellt werden, jedoch ist deren Einsatz im stationären Bereich (insb. Kraft-Wärme-Kopplung) derzeit ökonomisch und ökologisch günstiger (vgl. ÖKO 2004).

Deutlich sichtbar ist, dass bei ökologischem Anbau die erzielbaren Erträge um mehr als die Hälfte sinken<sup>9</sup>.

Um hohe Erträge für Biokraftstoffe aus Energiepflanzen zu erzielen, sind somit neben Pflanzenölen und PME längerfristig die BtL interessant, zumal diese als mehrjährige Kulturen auch Beiträge zum Naturschutz leisten können und insgesamt als ökologisch vorteilhaft eingeschätzt werden<sup>10</sup>.

Aus diesen Erkenntnissen heraus setzen auch verschiedene Automobilhersteller auf synthetische Biokraftstoffe als „Übergangsstrategie“ bis zur Realisierung eines regenerativen Wasserstoff-(H<sub>2</sub>)-Systems (vgl. folgendes Bild).

Bild 3 Strategisches Konzept für Kraftstoffe und Antriebe von VW



Quelle: Steiger (2003)

<sup>9</sup> Dabei wurden die aus dem Nahrungsmittelanbau bekannten Erträge unterstellt. Es ist zu erwarten, dass beim reinen Energiepflanzenanbau mit ökologischen Betriebsformen die beim konventionellen Anbau absehbaren Ertragssteigerungen zumindest auf guten Standorten ebenfalls realisiert werden können.

<sup>10</sup> Dies gilt vor allem für KUP, die mit Pappeln und Weiden heimische Arten anbieten und zum Erosionsschutz beitragen können. Bei KUP sind in OECD-Staaten keine nennenswerten Umweltprobleme zu sehen (vgl. IEA 2002). Aus ökologischer Sicht sind mehrjährige Kulturen gegenüber Einjährigen vorteilhaft, weil sie i.d.R. weniger Düngemittel, Pestizide und Bodenbearbeitung erfordern (vgl. WBGU 2003).

Diese Strategie reflektiert die aktuelle Diskussion im Verkehrsbereich, nach der neuen Antriebskonzepten für Pkw wie die Brennstoffzelle erst nach dem Jahr 2020 nennenswerte Anteile zugerechnet werden und Erdgas sowie Biokraftstoffe als „Brücke“ in eine künftige, regenerative Wasserstoffwirtschaft gesehen werden<sup>11</sup>.

Für die mittelfristige BtL-Strategie spricht, dass sie keine neue Infrastruktur zur Kraftstoffdistribution erfordert und mit konventionellen Pkw- sowie Lkw-Antrieben kompatibel ist. Ein offenes Problem ist der Entwicklungsstand der BtL-Bereitstellung, da es bislang erst wenige Pilotanlagen gibt.

## 2.3 Biokraftstoffe und Flächenbedarf

Aufgrund der beim Energiepflanzenanbau erzielbaren Erträge sind die resultierenden *Flächenbedarfe* bei nennenswerten Verbrauchsanteilen von Biokraftstoffen immens:

Allein zur Erreichung des EU-Ziels von 5,75% Biokraftstoffanteil bis 2010 (vgl. EU 2003) würden je nach Bedarfsentwicklung und Kraftstoffroute 10-15% der heutigen landwirtschaftlichen Nutzfläche in der EU erforderlich sein (Jensen 2003).

Für Deutschland wurde der nachhaltig bis 2030 bereitstellbare Anteil von Biokraftstoffen mit rund 15% des heutigen Treibstoffbedarfs der Personenkraftwagen ermittelt<sup>12</sup>. Dies wären gut 10% des *gesamten* Kraftstoffbedarfs im Jahr 2030, wenn effizientere Fahrzeuge eingesetzt würden. Dies entspricht einer Anbaufläche von knapp 4 Mio. ha.

Für die EU wurden entsprechende Untersuchungen zum nachhaltig nutzbaren Bioenergiepotenzial unter Beachtung von Naturschutzfragen begonnen, Ergebnisse werden Ende 2004 erwartet (vgl. EEA 2003).

Aus den bisher vorliegenden Erkenntnissen ergibt sich damit, dass in den nächsten 10-20 Jahren die Potenziale zur nachhaltigen Bereitstellung von Biokraftstoffen in der EU und – bei vorsichtiger Übertragung – auch in den USA und Japan bei ca. 10% des heutigen Verbrauchs liegen.

## 2.4 Biokraftstoffe und Klimaziele in Industrieländern

Um die aus Klimasicht notwendigen Reduktionen von Treibhausgasemissionen in OECD-Ländern um zumindest mittelfristig 20-40% zu realisieren, reichen die endogenen Biokraftstoffpotenziale somit nicht aus, um bei leicht steigendem Bedarf proportionale Reduktionsziele für die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors zu erlauben.

---

<sup>11</sup> Vgl. dazu näher DLR/IFEU/WI (2004); EUCAR/CONCAWE/JRC (2004); NRC (2004); ÖKO (2003a); WI (2003)

<sup>12</sup> Hierbei wurden Naturschutzansprüche einbezogen und die Entwicklung der Bereitstellungstechnologien bis 2030 eingerechnet. Weiterhin wurden 30% ökologischer Anbau bei den Nahrungsmitteln angesetzt, womit sich eine beachtliche Flächenrestriktion ergibt (vgl. ÖKO 2004).

Neben verstärkten Anstrengungen zur Erhöhung der Energieeffizienz von Fahrzeugen, der erhöhten Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln sowie Steigerungen beim Schienen- und Schiffstransport wären somit Importe von Biokraftstoffen eine durchaus interessante weitere Option zum Klima- und Ressourcenschutz in OECD-Ländern.

Ob und unter welchen Bedingungen der Anbau von Energiepflanzen in EL mit dem Ziel des Exports von Biokraftstoffen einen möglichen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Exportländer leisten kann, wird in den folgenden Kapiteln analysiert.



### 3 Beurteilung des Exports von Biokraftstoffen aus Energiepflanzen in Entwicklungsländern

Bislang gibt es nur sehr wenige Untersuchungen zum Anbau von Energiepflanzen in *Entwicklungsländern* für den Export von Biokraftstoffen. Die wenigen Arbeiten gehen zudem meist nur auf wirtschaftliche Fragen und Potenziale ein.

Vollständig fehlen bislang Analysen zum Potenzial aquatischer Biomassen (z.B. Algen, Seetang, Wasserhyazinthen) sowie *integrierte* Untersuchungen zwischen Lebensmittelbedarf und potenziellen Anbauflächen (vgl. Kapitel 4).

#### 3.1 Potenziale zum Energiepflanzenanbau in EL

Vorliegende Studien zum Biomassepotenzial differenzieren oft nicht zwischen einzelnen Bioenergieträgern und gehen nur ansatzweise auf Anbaupotenziale für Energiepflanzen ein, da hier im Kontext von EL massive Flächennutzungskonflikte gesehen werden (vgl. Kapitel 4.1). Ebenso fehlt eine Differenzierung der Potenziale hinsichtlich der Nutzungsform.

Die folgende Tabelle gibt eine kurze Zusammenstellung der verfügbaren Daten zu Bioenergiepotenzialen nach Weltregionen.

Tabelle 2 Globale Biomassepotenziale nach Arten und Regionen

Potenzial (EJ/a)	Nord-amerika	Latein-amerika, Karibik	Asien	Afrika	Europa	GUS + Naher Osten	Summe
- Holz	12,8	5,9	7,7	5,4	4	5,8	41,6
- Halmgut	2,2	1,7	9,9	0,9	1,6	0,9	17,2
- Dung	0,8	1,8	2,7	1,2	0,7	0,4	7,6
<b>Summe biogene Reststoffe</b>	<b>15,8</b>	<b>9,4</b>	<b>20,3</b>	<b>7,5</b>	<b>6,3</b>	<b>7,1</b>	<b>66,4</b>
<b>Energiepflanzen</b>	<b>4,1</b>	<b>12,1</b>	<b>1,1</b>	<b>13,9</b>	<b>2,6</b>	<b>3,6</b>	<b>37,4</b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>19,9</b>	<b>21,5</b>	<b>21,4</b>	<b>21,4</b>	<b>8,9</b>	<b>10,7</b>	<b>103,8</b>
Anteil Energiepflanzen	21%	56%	5%	65%	29%	34%	36%

Quelle: eigene Darstellung nach IE (2003); angegeben sind technische Potenziale *ohne* ökologische Restriktionen.

Energiepflanzen haben demnach *global* ein technisches Potenzial von rund 37 EJ, wobei der relativ geringe Beitrag für Asien aus heutiger Sicht fragwürdig erscheint.

In WBGU (2003) wurde eine eigene Abschätzung des potenziellen Energieangebots von Energiepflanzen unter Berücksichtigung von „ökologischen Leitplanken“ (vgl. Kapitel 5.1) vorgelegt, die eine etwa andere regionale Verteilung und insgesamt ein leicht höheres Potenzial unterstellt:

Tabelle 3 WBGU-Potenziale zum Energiepflanzenanbau nach Kontinenten

Region	Potenzielle Fläche		WBGU-Leitplanke		
	[Mio.ha]	[%]	[Mio.ha]	[%]	[EJ/a]
Europa	22	4,5	22	4,5	2,5
Asien + Australien	37	0,7	26	0,5	3
Afrika	111	3,8	111	3,8	12,7
Lateinamerika	323	16	165	8	18,8
Nordamerika	101	5,9	67	3,6	7,7
<b>Welt</b>	<b>595</b>	<b>4,6</b>	<b>391</b>	<b>3</b>	<b>44,7</b>

Quelle: WBGU (2003)

Die nach WBGU potenziell bereitstellbare Energiemenge aus Energiepflanzen von rd. 45 EJ/a entspricht grob der *gesamten heutigen* energetischen Biomassenutzung, die meist auf Biomasse-Reststoffen beruht<sup>13</sup>.

Die Potenziale zum Energiepflanzenanbau in *allen EL* können auf ca.  $\frac{2}{3}$  des Gesamtpotenzials geschätzt werden, also rund 30 EJ/a – dies entspräche der *Gesamtsumme* des Kraftstoffbedarfs von EU-25 und den USA im Jahr 2000.

### 3.2 Technologien zur Bereitstellung von Biokraftstoffen in EL

Die Bereitstellung von Biokraftstoffen in EL kann *grundsätzlich über die gleichen* Anbauvarianten und Verarbeitungsketten erfolgen wie in Industrieländern (IL), jedoch sind unterschiedliche Anbauformen und Energiepflanzenarten zu berücksichtigen sowie der Entwicklungsstand technischer Infrastrukturen für Energie und Transport.

Weiterhin ist die technologische Basis und deren „weiche“ Infrastruktur<sup>14</sup> in EL typischerweise deutlich schlechter entwickelt als in IL.

Im Rahmen der vorliegenden Kurzstudie konnte keine detaillierte Würdigung dieser Aspekte erfolgen, daher wird nur summarisch auf die Bereitstellungsoptionen für Biokraftstoffe in EL eingegangen.

#### 3.2.1 Anbauformen und –arten für Biomasse in EL

Die in IL üblichen Formen der hochtechnisierten industrialisierten Landwirtschaft sind als Anbauformen zunehmend auch in EL zu finden und dienen insbesondere zur Bereitstellung von *cash crops* für den Export (Mais, Soja, Weizen, Zucker).

<sup>13</sup> Die vom WBGU verwendeten spezifischen Erträge erscheinen angesichts der absehbar möglichen Energiebereitstellung je ha bei „nur-Energie“-Anbau sehr konservativ. Mittelfristig sind – bei Einhaltung ökologischer Schranken – bei Feuchtgutlinien Nettoerträge von 450 GJ/ha\*a möglich, und dies ohne Dünger und Pestizide. Kurzumtriebsplantagen liefern derzeit ca. 150 GJ/ha\*a. Die genannten global nachhaltigen Potenziale des Bioenergieanbaus könnten somit bei vorsichtiger Schätzung mindestens verdoppelt werden.

<sup>14</sup> Hierunter sind insbesondere Humankapital, Organisationen für Wissensgenerierung (F&E) und Wissensvermittlung (Schulen, Universitäten etc.) sowie finanzielle und rechtliche Rahmenbedingungen zu verstehen.

Daneben existieren verschiedenste Formen der traditionellen Landbewirtschaftung, die in Klein- oder Familienbetrieben bzw. genossenschaftlich oder auf Dorf- bzw. Stammesebene organisiert sind und für lokale Bedarfe und Märkte produzieren. Hier sind auch integrierte Formen mit Tierhaltung (z.B. Schweine, Geflügel) sowie vereinzelt Kombinationen mit Forst- und Fischwirtschaft zu finden.

Erst in geringem Umfang, aber mit starken Wachstumsraten und hochgradig exportorientiert werden in EL verschiedene Formen des biologischen, ökologischen oder integrierten Landbaus (allg. *organic farming*) mit Zertifizierung betrieben, wobei allerdings auch extensive traditionelle Landwirtschaft ohne Zertifizierung in vielen Fällen den Anforderungen des Ökolandbaus entspricht.

Mit Blick auf die hier interessierenden Optionen für den Anbau von Energiepflanzen *für Exporte* kann auf die Erfahrungen mit cash crops zurückgegriffen werden, nach denen in EL der Anbau von Energiepflanzen überwiegend mit hochtechnisierten, industrialisierten Bewirtschaftungsformen auf vergleichsweise großen Anbauflächen erfolgen wird, um die Bereitstellungskosten möglichst gering zu halten und die logistische Verknüpfung zu Transporten und Weiterverarbeitung zu erleichtern. Nach dieser Logik würden *Hochertragsorten* mit entsprechenden Anforderungen an Bewässerung, Düngung und Pestizideinsatz auf vergleichsweise guten Böden verwendet.

Als Arten kommen neben den heute schon üblichen Zuckerrohr- und Ölpflanzen bei „neuen“ Verarbeitungsrouten (BtL) auch verschiedenste C<sub>4</sub>-Gräser wie Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen für Bambus, Eukalyptus u.ä. in Frage, die jedoch einen vergleichsweise hohen Wasserbedarf aufweisen. Theoretisch könnten über die Biogasbereitstellung auch „Feuchtgutlinien“ mit mehrfacher Ernte von unreifen Pflanzen als Input für BtL bzw. GtL genutzt werden, hier steht die Entwicklung aber noch am Anfang und die Bedarfe an Wasser sind je nach Anbauvariante beachtlich.

### 3.2.2 Bereitstellungstechnologien für Biokraftstoffe in EL

Mit Blick auf die in den meisten EL nur eingeschränkt verfügbaren Hochtechnologien und deren Infrastrukturanprüchen kommen mittelfristig vorwiegend solche Bereitstellungsrouten für Biokraftstoffe in Frage, die auf *vorhandenen* landwirtschaftlichen Verfahrenslinien aufbauen und *möglichst wenig* Verarbeitungsschritte erfordern.

Damit wären *Bioethanol* bzw. entsprechende Folgeprodukte wie das Antiklopfmittel ETBE von (anhydriertem) BioEtOH mit konventionellem Benzin und Diesel sowie Pflanzenöle und PME (*Biodiesel*) die wahrscheinlichen Biokraftstoffe, die EL in absehbarer Zeit zum Export anbieten könnten.

*Längerfristig* stehen bei entsprechendem Technologietransfer aber auch die in IL in Entwicklung befindlichen BtL-Routen für EL zur Verfügung und könnten damit die potenzielle biogene Rohstoffbasis für Biokraftstoffe deutlich ausweiten<sup>15</sup>.

### 3.3 Erste Beurteilung der Biokraftstoffbereitstellung in EL

Für EL ist die endogene „heimische“, oft lokale/regionale Nutzung von Bioenergie i.d.R. *volkswirtschaftlich* günstiger als Exporte, da mit der direkten inländischen Nutzung teure Importe von Erdöl/Erdgas vermieden und regionale Wertschöpfungsketten aufgebaut werden können<sup>16</sup>.

Zudem ist „moderne“ Biomassenutzung ein wichtiger Beitrag zur ländlichen Entwicklung insbesondere unter dem Aspekt „Zugang zu Energie“ (Karekezi 2004; Fritsche 2004).

Erste Potenzialschätzungen kommen unter Beachtung ökologischer Restriktionen zu Biokraftstoffmengen aus Energiepflanzenanbau in EL, die insgesamt in der Größenordnung des heutigen *Gesamtkraftstoffverbrauchs* von EU-25 und den USA liegen.

Bei den mittelfristig absehbaren Erlösen für (unsubventionierte) Bioenergieträger auf den Energiemärkten von EU- und OECD-Ländern, die vor allem durch die Ölpreisentwicklung und nationale Besteuerung gekennzeichnet sind, ist der Export von Bioenergieträgern aus Biomasse-Reststoffen generell und aus Energiepflanzen für die Mehrzahl von EL aus heutiger Sicht wenig attraktiv<sup>17</sup>.

Dennoch gibt es einige EL, die günstige Voraussetzungen für den Anbau von Energiepflanzen aufweisen und für die daher ein nachfolgender Export von Biokraftstoffen wirtschaftlich interessant sein kann<sup>18</sup>.

Die vorliegende Kurzstudie beleuchtet diese Option im Anhang kurz am Beispiel Brasiliens und Indonesiens<sup>19</sup>.

---

<sup>15</sup> Neben BtL sind auch blends mit Gas-to-Liquids (GtL) als Biokraftstoffe denkbar, wenn z.B. aufbereitetes Biogas genutzt wird. Hier erscheinen aber *kurzfristig* die Aufbereitungskosten prohibitiv hoch. Mittelfristig könnten biogene GtL – vor allem aus Biogas, das aus Feuchtgutlinien gewonnen wird – eine große Rolle spielen.

<sup>16</sup> Dies zeigt z.B. das Beispiel Bioethanol aus Zuckerrohr in Brasilien sehr deutlich (vgl. Anhang).

<sup>17</sup> Ausnahmen sind jedoch auch hier möglich – sollte z.B. die EU den Import von Biokraftstoffen zur Erfüllung der EU-weiten Biokraftstoffquote zulassen und entsprechende Steuerbefreiungen erlauben, könnte die Wertschöpfung für Exportländer interessant werden. Das Beispiel Palmöl zeigt zudem, dass bei entsprechendem Erlös auch der internationale Handel mit biogenen Rohstoffen für Entwicklungsländer attraktiv sein kann (WWF 1998).

<sup>18</sup> Vgl. für die Bioethanolerzeugung in Brasilien z.B. FIAN (2002).

<sup>19</sup> Als Beispiele wurden Länder gewählt, in denen heute bereits Ansätze zur gezielten Biomasseproduktion zur stofflichen bzw. energetischen Nutzung bestehen.

Aus diesen „Schlaglichtern“ können folgende erste generalisierende Schlüsse für die Bewertung von Biokraftstoffexporten aus Entwicklungsländern gezogen werden:

- Für Biokraftstoffexporte aus EL kommen kurz- und mittelfristig vor allem Bioethanol, Pflanzenöle und PME in Frage.
- Bei Bioethanol auf Zuckerrohrbasis ist die Bereitstellung in Hybridanlagen wahrscheinlich, die den Output zwischen BioEtOH und Zucker variieren können und eher zentralisierte Produktion erfordern.
- Für Pflanzenöle und PME kann ein breiteres Artenspektrum beim Anbau genutzt und eine dezentralere Produktion und Weiterverarbeitung im Herkunftsland erfolgen, womit die (rohstoffliche) Nutzung von Nebenprodukten erleichtert wird. Die Veresterung der Pflanzenöle zu PME kann dagegen zentraler (ggf. nahe dem Umschlagplatz für Exporte) geschehen.
- Auch für Pflanzenöle und PME gibt es eine direkte Konkurrenz der „rohstofflichen“ Nutzung als Chemiegrundstoff insbesondere im Bereich Detergentien und Schmierstoffe.
- Pflanzenöl- und PME-Exporte könnten in einer größeren Zahl von EL möglich sein als bei BioEtOH, da hier die Rohstoffbasis breiter und die Infrastrukturanforderungen geringer sind.
- Die Bioethanolbereitstellung erscheint unter dem Blickwinkel „direkte Beschäftigungswirkung“ weniger attraktiv als die Pflanzenöl- und PME-Bereitstellung.
- Biokraftstoffexporte werden absehbar nur dann wirtschaftlich für EL attraktiv, wenn nicht nur ökonomisch günstige Anbaupotenziale bestehen, sondern auch adäquate Infrastrukturen für Weiterverarbeitung und Transport bereitstehen.
- Langfristig könnten BtL-Routen auch in EL zur Anwendung kommen und so die biogene Stoffbasis für Kraftstoffexporte deutlich ausweiten. Hier muss allerdings die heimische Nutzung biogener Reststoffe im stationären Bereich als wahrscheinlich konkurrenzfähiger angesehen werden.

Mit Blick auf die Flächenkonkurrenz (vgl. Kapitel 4.1) und die mit Eigentumsverhältnissen an Boden verknüpften sozialen Fragen (vgl. Kapitel 4.2) kann zudem gefolgert werden, dass die Biokraftstoffbereitstellung in EL ohne *massive regulierende* Eingriffe ähnlichen Konflikten unterliegen wird wie heute der Anbau von *cash crops*.

Der WBGU schlussfolgert in seinem globalen Energiewende-Gutachten, angesichts der Flächenprobleme nur eingeschränkt auf Biokraftstoffe zu setzen und die derzeitige Förderung zu reduzieren (WBGU 2003). Dies bezieht sich allerdings *nicht explizit* auf EL.

Es erscheint aus heutiger Sicht sinnvoll, Biokraftstoffexporte aus EL generell *nur dann* als Möglichkeit zu verfolgen, wenn

- die Nahrungsmittelsicherheit in den potenziellen Exportstaaten weitestgehend gegeben ist *und*
- die Biokraftstoffbereitstellung zu insgesamt günstigeren Bilanzen aus Sicht der Nachhaltigkeit führen als die alternative Landnutzung, wobei neben Umwelt- und Naturschutzfragen auch wirtschaftliche und soziale Aspekte zu beachten sind.

Gerade für die zweite o.g. Bedingung sind bislang keine ausreichenden Analysen für EL durchgeführt worden und es fehlt an operationalisierten und quantifizierten Konzepten zur Beurteilung der „Nachhaltigkeit“ in EL.

Im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit sollten daher entsprechende Untersuchungen *unter aktiver Einbeziehung von EL* initiiert und durchgeführt werden.

Die hier entwickelten Kriterien (vgl. Kap. 5) sollten dabei in einem *offenen Prozess* mit den Akteuren aus EL diskutiert, vertieft und ggf. angepasst oder auch ergänzt werden.

## 4 Mögliches Konfliktpotenzial beim Energiepflanzenanbau für Biokraftstoffexporte aus EL

Der Anbau von Energiepflanzen in Entwicklungsländern führt analog zum Anbau von Pflanzen für andere Nutzungen zu einer Reihe von potenziellen und realen Konflikten, die im Folgenden skizziert werden.

### 4.1 Flächenansprüche

Der zentrale potenzielle Konfliktbereich beim Energiepflanzenanbau in EL ist der Flächenanspruch, der je nach Anbauvariante, Boden- und Klimaverhältnissen sowie Ernte- und Verarbeitungstechniken variiert.

Biomasse wird schon heute insbesondere in Trockengebieten wie dem Sahel oder in den Steppen Asiens knapp, da dort mehr entnommen wird als nachwächst. In Asien werden jährlich gut 2 EJ aus nichtnachhaltiger Holznutzung gewonnen, etwa 20% der dort aus Biomasse genutzten Energie. Auch in Afrika und Lateinamerika liegt der nicht nachhaltig gewonnene Bioenergieanteil bei 30% bzw. 10% (WBGU 2003). Wird die schon heute stattfindende nichtnachhaltige Biomassennutzung auf dauerhaft umweltverträgliche Formen umgestellt, so steigen die Flächenansprüche entsprechend und reduzieren so den Spielraum für zusätzliche Bioenergiegewinnung.

Mengenmäßig wesentlich bedeutender sind jedoch die Entwicklungen der Flächenkonkurrenzen für andere Nutzungen:

Anders als in den Industrieländern, in denen die Nahrungsmittelsicherheit gegeben und aufgrund der Bevölkerungsentwicklung und erwartbaren Öffnung der Agrarmärkte sowie Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft mittel- und langfristig ein *Rückgang* der landwirtschaftlich genutzten Flächen zu erwarten ist, ist für die EL aufgrund des Bevölkerungswachstums, des sich ändernden Nahrungsmittelverzehrs und der steigenden Exportoptionen für Nahrungs- und Futtermittel sowie der Degradation von heute genutzten Anbauflächen und sich tendenziell verschärfenden Restriktionen bei der Bewässerung von einem *steigenden* Bedarf an landwirtschaftlicher Nutzfläche auszugehen.

Gleichzeitig wird der Bedarf an Holzprodukten (Bauholz, Zellstoff zur Papierherstellung usw.) sowohl weltweit wie in EL parallel zur wirtschaftlichen Entwicklung weiter ansteigen und auch der Bedarf an Siedlungs- und Verkehrsflächen in EL zunehmen.

Aufgrund der unterschiedlichen lokalen Bedingungen ist eine detaillierte Betrachtung einzelner Länder unumgänglich, um Nutzungskonflikte zu ermitteln bzw. zu vermeiden<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Je nach Landesgröße ist dabei auch eine regionale Differenzierung nötig (siehe Beispiel Brasilien im Anhang).

## 4.2 Eigentumsverhältnisse

Neben der quantitativen Inanspruchnahme von Flächen sind die Fragen der Eigentumsverhältnisse beim Grundbesitz für den künftigen Energiepflanzenanbau wichtig. Wird eine „industrialisierte“ Form des Energiepflanzenanbaus angenommen (vgl. Kapitel 3.2.1), so werden die dazu nötigen Flächen aller Voraussicht nach von größeren nationalen oder transnationalen Konzernen bzw. Großgrundbesitzern in EL kontrolliert.

Demgegenüber stehen die Ansprüche eines demokratisch geregelten Zugangs zu Land und die Umsetzung des Menschenrechtes auf ausreichend Nahrung. Je nach sozialer Situation und historischer Entwicklung können die eher großflächigen Ansprüche des industrialisierten Energiepflanzenanbaus mit Ansprüchen einer diversifizierten Landwirtschaft, die von Familienbetrieben und Kooperativen getragen wird und auf Nahrungsmittelbereitstellung und Einkommen für die lokale Bevölkerung zielt, in Konflikt geraten.

## 4.3 Umwelt und Gesundheit

Neben den über die Fläche vermittelten Konflikten gibt es beim konventionellen Energiepflanzenanbau auch direkte Konflikte insbesondere im Bereich Umwelt und Gesundheit, die durch die Art des Pflanzenanbaus bedingt sind.

Neben möglichen Verlusten der Biodiversität sind dies vor allem die bei industriellen Anbauweisen auftretenden Belastungen von Grund- und Oberflächenwasser durch Agrochemikalien (Düngemittel, Pestizide) sowie die Verfügbarkeit von Wasser<sup>21</sup>. Agrochemikalien sind auch die primäre Ursache für mögliche Gesundheitsgefahren der in der Landwirtschaft Beschäftigten.

Beim Anbau insbesondere von Zuckerrohr können beim Abbrennen der Felder zudem gesundheitsschädliche Wirkungen durch Luftschadstoffe auftreten.

## 4.4 Naturschutz

Beim Energiepflanzenanbau sind je nach Anbauform und Ernteverfahren auch Konflikte mit dem Naturschutz möglich, die sich auf Bodenverdichtung und Degradation, Erosion sowie Verlust der biologischen Vielfalt durch Monokulturen beziehen.

Diese Konflikte können jedoch durch extensivere Anbauformen<sup>22</sup>, Variation der eingesetzten Arten und Fruchtfolgen, kleinräumige Strukturierung des Anbaus und (Teil)Integration in z.B. forstliche Nutzung minimiert werden.

---

<sup>21</sup> Der Zugang zu (Trink-)Wasser wird für einige Regionen als eines der zentralen Umweltprobleme der kommenden Jahre und Jahrzehnte angesehen, vgl. WBGU (1997).

<sup>22</sup> Hier ist jedoch eine negative Rückkopplung zum Flächenbedarf gegeben.



## 4.5 Ökonomische Entwicklung – endogen vs. global

Ein weiteres Konfliktfeld liegt in der anzunehmenden Ausrichtung des Energiepflanzenanbaus in EL auf den *Export* der Produkte.

Dies widerspricht der zunehmend insbesondere von NGO in EL geforderten Agrarwirtschaft, die primär auf nationale Bedürfnisse zur Ernährungssicherung und die Entwicklung interner Märkte setzt.

Je nach dem, welcher Bioenergieträger in welchem Zentralisierungsgrad der Herstellungsvorkette potenziell exportiert würde, ergeben sich zudem unterschiedliche Verteilungen der Erlöse zwischen lokal/regionalen und national/international Tätigen bzw. zwischen subnationalen Gliederungen und den Nationalstaaten.

Entscheidend für die Bilanz ist hier, ob Biomasse in eher dezentralen Nutzungsketten bereitgestellt und eingesetzt wird (wie bei der lokal/regionalen Nutzung) oder in eher zentralen Systemen (Bioethanol/Zucker-Hybridfabriken, große Bio-„Raffinerien“ für PME oder BtL).

Bei zentralisierter Nutzung können zwar *einzelwirtschaftlich* leicht günstigere Werte erzielt werden, jedoch ist die Beschäftigungswirkung geringer. Zudem ist die Wertschöpfung im ländlichen Raum nur dann über die reine „Rohstoffbeschaffung“ hinaus möglich, wenn dort auch ein nennenswerter Teil der Verarbeitung stattfindet.

Dies erscheint zumindest derzeit bezogen auf die exportorientierte Kraftstoffbereitstellung fraglich.

## 5 Erste Kriteriensammlung zur nachhaltigen Bereitstellung von Biokraftstoffen in EL

Die wissenschaftliche Literatur der letzten Jahre bietet eine Fülle von Kriterien zu „Nachhaltigkeit“ im Energiesektor<sup>23</sup>, wobei allerdings erst jüngst Arbeiten zum Thema „nachhaltige energetische Biomassenutzung“ vorgelegt wurden<sup>24</sup>.

Keine dieser Arbeiten beschäftigt sich *explizit* mit der Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen in *Entwicklungsländern*, sodass für die vorliegende Kurzstudie eine Übertragung wesentlicher Ergebnisse aus übergeordneten Studien zur Nachhaltigkeit von Energiesystemen und insbesondere Bioenergie herangezogen wurden, um einen ersten Kriterienkatalog zu entwickeln.

Als *absolutes Mindestkriterium* für „Nachhaltigkeit in EL-Exportländern“ muss ein generelles Verschlechterungsverbot gelten<sup>25</sup>. Zudem ist die Prozessorientierung bei der Entwicklung von Kriterien und die notwendige Beteiligung der relevanten Akteure an dieser Entwicklung zentrales Gebot.

### 5.1 Umwelt-„Leitplanken“

Weitgehende Übereinstimmung verschiedenster Forschungsgruppen und Studien findet sich im Konzept der „Leitplanken“ für die *Umweltdimension* der Nachhaltigkeit, die sich i.d.R. auf Luftschadstoffe, Klimaschutz und Flächenfragen sowie z.T. auf nichterneuerbare Ressourcen und Erhaltung der Biodiversität beziehen.

Als wesentliche umweltbezogene Kriterien für *Biokraftstoffe aus EL* sollten verwendet werden:

- Nichtumwandlung und Ausschluss von Zerstörung natürlicher Ökosysteme z.B. durch Rodung von (Primär)Wäldern zum Anbau von Energiepflanzen;
- Vorhaltung von mindestens 10% der Landfläche für Naturschutz unter Beachtung von Biotopvernetzung und Korridorkonzepten;
- Erhaltung eines Minimums an Arten- und genetischer Vielfalt sowie struktureller Diversität innerhalb der Flächen zum Energiepflanzenanbau in Plantagen;
- ausreichende Nährstoffrückführung in Wald- und Ackerböden;
- Vermeidung kritischer Belastungen durch Düngung und Pestizideinsatz;
- Vermeidung kritischer Belastungen durch Luftschadstoffe;

---

<sup>23</sup> Vgl. z.B. DLR/IFEU/WI (2004), Enquete (2002), ITAS (2003) sowie mit Blick auf globale Energiefragen ÖKO (2003c) und WBGU (2003).

<sup>24</sup> Siehe dazu ÖKO (2004) sowie speziell zu Naturschutzfragen TUB (2004) und IFEU/IUS (2004).

<sup>25</sup> z.B. keine Umwandlung von Nahrungsmittelflächen in Anbauflächen für Energiepflanzen, keine nachteiligen Konzentrationsprozesse in der Tierhaltung.

- Vermeidung von Belastungen bzw. zu hoher Entnahme von Wasser in kritischen Regionen;
- Vermeidung von Bodenbelastungen (Düngung, Pestizideinsatz) und Vermeidung von Bodenerosion (insb. Auswaschungen/Abtrag bei Starkregen).

## 5.2 Soziale Kriterien

Generell ist die systematische Entwicklung von sozialen Kriterien in der Nachhaltigkeitsdiskussion *noch defizitär*.

Die Vielzahl von möglichen sozialen Konflikten im Bereich Energiepflanzenanbau (vgl. Kapitel 4) erlaubt es im Rahmen dieser Kurzstudie nicht, einen ausführlichen Kriterienkatalog zu entwickeln, zumal dies aus Sicht der Verfasser ohnehin nur mit Blick auf ein bestimmtes Land und *unter Einbeziehung der wesentlichen Akteure* sinnvoll wäre.

Wie im Bereich Umwelt sollen aber einige wesentliche Kriterien genannt werden, die aus unserer Sicht *mindestens* zu berücksichtigen sind:

- Vorrang für die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung, Ernährungssicherheit für die Bevölkerung im Exportland;
- Vermeidung von Erkrankungen durch Energiepflanzenanbau;
- Vermeidung von Vertreibung bzw. Integration von Landlosen in den Energiepflanzenanbau bzw. die lokale Weiterverarbeitung;
- Sicherung bzw. Ausbau von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum;
- Beteiligung der lokalen Bevölkerung an der Wertschöpfung;
- Teilhabe der lokalen Bevölkerung an den Entscheidungsprozessen.

## 5.3 Ökonomische Kriterien

Der WBGU hat eine ganze Reihe von Kriterien und „Leitplanken“ auch für die wirtschaftlichen Fragen entwickelt, auf die hier generell verwiesen wird (WBGU 2003).

Mit Blick auf den Energiepflanzenanbau in EL sind dabei folgende Kriterien aus unserer Sicht vorrangig:

- Zugang zu moderner Energie für alle Menschen und Deckung des individuellen Mindestbedarfs an moderner Energie;
- Abwägung der möglichen Exporterlöse gegenüber den potenziellen Verlusten endogener Wertschöpfung;
- Beitrag der möglichen Exporterlöse zur Wirtschafts- und Sozialentwicklung des exportierenden Landes;
- Kosten für den Auf- bzw. Ausbau von Infrastrukturen und Logistik für den Energiepflanzenanbau.

## 6 Wissens- und Forschungslücken

Die vorliegende Kurzstudie fasst den Wissensstand zu Biokraftstoffen in EL zusammen, wobei sich zeigte, dass bislang eine systematische Untersuchung der *integrierten* Effekte (Wechselwirkung zwischen Land- und Forstwirtschaft und Energiepflanzenanbau, Exporterlöse vs. endogene Entwicklung, Umwelteffekte des Anbaus in EL) fehlt.

Der hier vorgeschlagene und zur Diskussion gestellte erste Kriterienkatalog bedarf weiterer wissenschaftlicher Unterfütterung durch konkrete Messgrößen (Indikatoren) und der Gewichtung durch (auch lokale) *Share- und Stakeholder*. Hier sind mindestens länderscharfe Differenzierungen erforderlich.

Wissenslücken gibt es generell bei der Frage, ob und unter welchen Bedingungen ein Energiepflanzenanbau in ökologischer und Naturschutzsicht in EL verträglicher als die heutige agroindustrielle Produktion von *cash crops* sein kann.

Hier gilt insbesondere, dass vorliegende Erfahrungen aus dem Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln *nicht direkt* auf den Energiepflanzenanbau übertragbar sind:

Während bei heute üblichen Nahrungs- und Futtermitteln

- die Optimierung von Anbau, Bestandspflege und Ernte auf Qualitätseigenschaften wie Stärke- oder Ölgehalt hin erfolgt,
- biologische Wettbewerber durch den Einsatz von Pestiziden gehemmt und
- die Stickstoffbilanz durch (meist) Mineraldüngergabe verbessert wird,

*kann* beim Energiepflanzenanbau

- eine Optimierung hin auf den *Gesamtertrag* erfolgen
- und – je nach Nutzungsvariante – eine breite Palette von Arten, Sorten und Fruchtfolgen eingesetzt werden.

Dies gilt vor allem für Mischanbausysteme, Agroforestry-Ansätze und sog. Feuchtgutlinien sowie z.T. bei Mehrjährigen wie Miscanthus und KUP.

Hier gibt es einen großen Forschungsbedarf, der extensive Anbauvarianten mit hohen Erträgen, Bodenschutz und Biodiversität koppelt und so eine nachhaltige Bioenergiebereitstellung auch in EL erlauben könnte<sup>26</sup>.

Zudem ist die Bewertung der Nachhaltigkeit des Energiepflanzenanbaus nur im Rahmen eines *partizipativen Ansatzes* mit Akteuren aus Partnerländern sinnvoll. Hierzu gibt es in Deutschland erste Erfahrungen am Beispiel „Sojaanbau in Brasilien“, auf die zurückgegriffen werden kann als Basis für die Frage „Bioenergiestrategien in EL“<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup> Zu entsprechenden Beispielen, die allerdings nicht auf Kraftstoffexporte abstellen, vgl. TAB (2002).

<sup>27</sup> vgl. dazu näher Bickel (2002); Hees (2001); Lanje (2004); Osorio-Peters (2003); Peisker (2001).

Die folgenden offenen Fragen sollten im Kontext eines solchen partizipativen Prozesses mit Blick auf die jeweiligen nationalen bzw. regionalen Bedingungen in potenziellen Anbauländern beantwortet werden:

- Sehen die lokalen und nationalen Stakeholder die Möglichkeit, Nachhaltigkeit zumindest qualitativ zu bewerten, sind sie zu einem entsprechenden Prozess bereit und stehen dazu ausreichend Ressourcen zur Verfügung?
- Bietet die Weiterverarbeitung zu Biokraftstoffen eine Chance zur regionalen bzw. industriellen Entwicklung, und können Biokraftstoff-Exporte einen sinnvollen Beitrag zur Wirtschafts- und Sozialentwicklung in den Ländern leisten?
- Bieten sich lokal und regional Chancen zur Einkommensverbesserung durch Umorientierung der Produktion?

Die in den letzten Jahren durchgeführten bzw. laufenden Studien und Arbeiten zur integrierten Analyse der Nachhaltigkeit energetischer Biomassenutzung in Industrieländern sollten im Hinblick auf die spezifischen Bedingungen in EL angepasst und durch *Kooperationen mit lokalem Wissen und Partnern ergänzt* werden.

Hier sollten insbesondere Anbauvarianten und Fruchtfolgen untersucht werden, die

- weitgehend geschlossene Stoffströme zulassen (wie Feuchtgutlinien),
- den besonderen Klima- und Bodenbedingungen in vielen EL (Trockenperioden, Starkregen, humusarme Böden) angepasst sind bzw.
- einen Beitrag zur Erosionsbekämpfung und Eindämmung der Wüstenbildung versprechen (Beispiel Daimler-Chrysler-Biodiesel-Projekt mit *Jatropha* in Indien<sup>28</sup>).

Entsprechende Beispielprojekte dazu könnten etwa in Brasilien<sup>29</sup>, desertifikationsgefährdeten Gegenden Afrikas oder Südostasiens initiiert werden.

Eine Kooperation mit den verschiedenen Forschungseinrichtungen zum Landbau in EL sowie in Deutschland erscheint hier sinnvoll, ebenso sollten (deutsche) Unternehmen aus der – stark wachsenden - Bioenergiebranche beteiligt werden.

Erst auf der Grundlage solcher Beispielprojekte mit entsprechender Evaluierung erscheint es möglich, belastbare Aussagen zur „Nachhaltigkeit von Biokraftstoffexporten aus Entwicklungsländern“ zu gewinnen.

---

<sup>28</sup> Dieses von DaimlerChrysler geförderte Projekt startete in 2003 und beruht auf Vorarbeiten der GTZ (vgl. GTZ 1986) und Arbeiten der Universität Hohenheim (Sauerborn 2000).

<sup>29</sup> In Brasilien besteht nach Informationen der Verfasser ebenfalls ein hohes Interesse, neben Bioethanol nun auch andere (heimische) Energiepflanzen in nachhaltige Nutzungskonzepte zu integrieren. Hier böten sich Ansatzpunkte für ein bilaterales Vorhaben, die auf die genannten Erfahrungen aus dem „Stoffstrom-Soja“-Projekt aufbauen könnten (vgl. Fußnote 27).

## 7 Literatur

- An, Hok 2002: „Neues Indonesien in altem Gewand -Von IWF und Weltbank geduldet herrschen in Indonesien Korruption und feudalistische Strukturen“; in: *Indonesien-Information*, Nr. 3
- Bickel, Ulrike 2002: „Sojaboom in Brasilien – eine unendliche Geschichte? Konflikte und Alternativen.“ Beitrag anlässlich der Tagung der Evangelischen Akademie Loccum vom 6. bis 8. November 2002 „Soja – so nein!? Handlungsperspektiven für einen nachhaltigen Sojahandel“; Loccum
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz Ernährung und Landwirtschaft) 2001: *Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten*, Münster
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) 2003: *Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht 2003 der Bundesregierung*, Bonn
- CIP 2004: Conference Issue Paper, Document prepared for the International Conference for Renewable Energies, Eschborn ([www.renewables2004.de](http://www.renewables2004.de))
- DLR (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt)/IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung)/ WI (Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH) 2004: „Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland“; J. Nitsch u.a. (unter Mitarbeit von Karl Scheurlen, IUS Potsdam), Forschungsvorhaben i.A. des BMU, FKZ 90141803, Stuttgart/Heidelberg/Wuppertal
- EEA (European Environment Agency) 2003: “A framework for evaluating the environmental impact of biofuel use”; Jane Feehan/ Jan-Erik Petersen, presented at the OECD Workshop on Biomass and Agriculture, Paris
- EU (2003): Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport; Official Journal 17.5.2003 L 123/42, Brüssel
- EUCAR (European Council for Automotive R&D)/CONCAWE (Oil Companies' European Association for Environment, Health and Safety in Refining and Distribution)/JRC (Joint Research Centre of the EU Commission) 2004: *Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context; Final Report*; Brüssel
- FIAN (FoodFirst Information & Action Network) 2002: “Ökonomische, soziale und ökologische Auswirkungen einer beschleunigten Öffnung des europäischen Zuckermarktes auf Brasilien“; Studie im Auftrag der GTZ im Rahmen des Sektorvorhabens „Agrarhandel: Stärkung der LDC's bei der Integration in die Weltwirtschaft“, Heidelberg
- Fritsche, Uwe R. 2004: *Bioenergie: Nachwuchs für Deutschland und die Welt*, in: *Entwicklung und Ländlicher Raum* 12/2004
- Goldemberg, José 2003: „The Case for Energy Renewables.“ Background Paper zur Internationalen Konferenz für Erneuerbare Energien, Bonn ([www.renewables2004.de](http://www.renewables2004.de))

- GTZ (Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit GmbH) 1986: „Die Purgiernuss (*Jatropha curcas* L.): Mehrzweckpflanze als Kraftstoffquelle für die Zukunft“; GTZ-Schriftenreihe Nr. 209, TZ-Verlagsgesellschaft, Roßdorf
- Hauser, Eberhard 2002: „Agrarhandel: Stärkung der LDC's bei der Integration in die Weltwirtschaft“; Arbeitspapier der GTZ Abt. 45, Eschborn
- Hees, Wolfgang 2001: „Nach Land-los auch bald Saat-los – aber nicht ratlos.“ Beitrag im Rahmen des Soja-Projektes der Evangelischen Akademie Loccum „Agenda 21 – Stoffstromorientierter Diskurs zur Futtermittelproblematik“; Loccum
- IE (Institut für Energetik und Umwelt) 2003: „Energiegewinnung aus Biomasse“; M. Kaltschmitt u.a., Gutachten für den WBGU; Berlin/Heidelberg
- IEA (International Energy Agency) 2002: Sustainable Production of Woody Biomass for Energy. A Position Paper Prepared by IEA Bioenergy; ExcO 2002:03; Paris
- IEA (International Energy Agency) 2003 a: Renewable Energies 2003; Paris
- IEA (International Energy Agency) 2003 b: Energy Statistics of NON-OECD Countries 2000-2001, Paris
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung)/IUS (IUS Weisser & Ness GmbH) 2004: „Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien“; Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz, Heidelberg/Potsdam
- Jensen, Peder 2003: Scenario Analysis of Consequence of Renewable Energy Policies for Land Area Requirements for Biomass Production; European Commission - DG JRC/IPTS, Ispra
- Karekezi, Stephen u.a. 2004: „Traditional Biomass Energy: Improving its Use and Moving to Modern Energy Use:“ Background Paper zur Internationalen Konferenz für Erneuerbare Energien, Bonn ([www.renewables2004.de](http://www.renewables2004.de))
- Klute, Marianne 2002: „Zur Lage des Waldes in Indonesien“; in: *Indonesien-Information*, Nr. 2
- Lanje, Kerstin 2004: „Perspektiven für einen nachhaltigen Stoffstrom Soja zwischen Brasilien und Deutschland; Eine handlungsorientierte Evaluierung des Projekts Agenda 21 für eine nachhaltige Gestaltung des Ernährungsbereichs. Stoffstromorientierter Diskurs zur Futtermittelproblematik“; Ev. Akademie Loccum
- Ludwig, Celso/Pinheiro, Edmilson/Gomes de Moraes 2002: “Existenzsicherung und Marktchancen versus Umweltbelastungen und soziale Probleme: Der Sojaexport aus brasilianischer Sicht”. Beitrag im Rahmen der Tagung der Evangelischen Akademie Loccum vom 6. bis 8. November 2002 „Soja so nein!? – Handlungsperspektiven für einen nachhaltigen Sojahandel?; Loccum
- Mboeik, Tia; Huber, Martin 2002: Die Lage der Kinder in Indonesien; in: *Indonesien-Information*, Nr. 1
- Mieles, Christian 2001: „Entspricht der Sojaanbau dem Prinzip der Nachhaltigkeit?“ Beitrag zur Zukunftskonferenz zur nachhaltigen Gestaltung des Sojahandels mit Brasilien vom 21. bis 23. Mai 2001, Loccum
- NRC (National Research Council) 2004: „The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers, and R&D Needs“; prepared for US-DOE, Washington DC

- ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2003a: „Rechtliche, politische und infrastrukturelle Rahmenbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff beim Betrieb von Kraftfahrzeugen“; C. Hochfeld u.a., Endbericht i.A. der Adam Opel AG für die Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie (VES); Berlin/Darmstadt
- ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2003b: „Ex- und Importe von Lebens- und Futtermitteln: Bedeutung für die Nachhaltigkeit der Ernährung und der energetischen Nutzung von Biomasse in Deutschland“; Arbeitspapier zum internen Workshop am 15.10.2003 in Frankfurt; Darmstadt/Berlin/Freiburg
- ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2003c: „Changing Course: A Contribution to A Global Energy Strategy (GES)“; U. Fritsche/F. Matthes, gefördert von der Heinrich-Böll-Stiftung; Berlin/Darmstadt (siehe [www.oeko.de/service/ges/](http://www.oeko.de/service/ges/))
- ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2004: „Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse“; Uwe R. Fritsche u.a., Öko-Institut (Projektleitung) in Kooperation mit FhI-UMSICHT (Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen), IE (Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig), IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg), IZES (Institut für ZukunftsEnergieSysteme, Saarbrücken), TU Braunschweig (Institut für Geoökologie/Abt. Umweltsystemanalyse), TU München (Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues); Endbericht zum Verbundforschungsvorhaben, gefördert vom BMU, Darmstadt usw. (Bezug als PDF unter [www.oeko.de/service/bio](http://www.oeko.de/service/bio))
- Ökoforum 2004: „Ernährungswende - Strategien für sozial-ökologische Transformationen im gesellschaftlichen Handlungsfeld Umwelt-Ernährung-Gesundheit“; Öko-Institut (Projektleitung) in Kooperation mit ISOE (Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt), IÖW (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin) und Katalyse (Katalyse Institut für Umweltforschung, Köln); laufendes Verbundforschungsprojekt von ÖKOFORUM, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (siehe [www.ernaehrungswende.de](http://www.ernaehrungswende.de))
- Osorio-Peters, Suhita 2003: „Stoffstromanalyse Soja – Mengen, Akteure, Probleme und (politische) Ansätze für eine nachhaltige Entwicklung.“ CEIFA ambiente, Heidelberg
- Pamungkas, Dr. Sri Bintang 1995: „Zehn Probleme unserer Wirtschaft“; in: *Indonesien-Information*, Nr. 3
- Peisker, Manfred 2001: „Die Sojabohne und ihre Verarbeitungsprodukte in der Ernährung; Beitrag im Rahmen des Soja-Projektes der Evangelischen Akademie Loccum: Agenda 21 – Stoffstromorientierter Diskurs zur Futtermittelproblematik“; Loccum
- Sauerborn, J. u.a. 2000: Nutzung von Ölpflanzen als Energieträger; Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenproduktion und Agrarökologie der Tropen
- Steiger, Wolfgang 2003: „Die Antriebs- und Kraftstoffstrategie der Volkswagen AG“; Beitrag zur Tagung - Energie und Antriebe für die Mobilität der Zukunft-; Evangelische Akademie Loccum; 6.-8.11.2003



- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) 2002: „Bioenergeträger und Entwicklungsländer“; Bericht für den Dt. Bundestag, Drucksache 14/9953, Berlin
- Touché, Vera-Anna 1998: „Die Umweltpolitik der ASEAN vor dem Hintergrund der fortschreitenden Umweltzerstörung“; in: Schucher, G. (Hrsg.): Asien zwischen Ökonomie und Ökologie. Wirtschaftswunder ohne Grenzen; Mitteilungen des Instituts für Asienkunde Hamburg 259.
- TUB (Technische Universität Berlin) 2004: „Integration naturschutzfachlicher Ziele in Szenarien und Modelle zur energetischen Nutzung von Biomasse“; Kurzgutachten zum Umfang der Flächenrestriktionen der energetischen Biomassenutzung durch Naturschutz; J. Köppel/W. Peters/C. Schultze, im Auftrag des BMU; Berlin
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) 2003: „Welt im Wandel: Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser“; Berlin
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) 2003: „Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit“; Berlin
- WI (Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH) 2003: „Bedeutung von Erdgas als neuer Kraftstoff im Kontext einer nachhaltigen Energieversorgung“; S. Ramesohl u.a.; Wuppertal
- WWF (World-Wide Fund for Nature) 1998: „Brandrodung für Margarine. Waldbrände in Indonesien und Palmöl-Produkte in Deutschland: Zusammenhänge, Ursachen und Konsequenzen“; WWF Deutschland in Zusammenarbeit mit WWF-Indonesien; Frankfurt

Weitere Quellen:

<http://www.brasilianische-botschaft.de>

<http://www.worldbank.org>

<http://umwelt.org/robin-wood/german/magazin/artikel/200103.html>

<http://www.gtz.de>

<http://www.faostat.fao.org>

## 8 Abkürzungsverzeichnis

BioEtOH	Bioethanol
BtL	biomass-to-liquid
CIP	Conference Issue Paper (für die renewables2004)
CONCAWE	The Oil Companies' European Association for Environment, Health and Safety in Refining and Distribution
DLR	Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt ( <a href="http://www.dlr.de">www.dlr.de</a> )
EEA	European Environment Agency ( <a href="http://www.eea.eu.int">www.eea.eu.int</a> )
EJ	ExaJoule = 1000 PetaJoule (PJ) = 1 Mio. TeraJoule (TJ) = 1 Mrd. GigaJoule (GJ)
EL	Entwicklungsländer
ETBE	Ethyl-Tertiär-Butylether
EU-25	EU nach Erweiterung vom 1.Mai 2004
EUCAR	European Council for Automotive R&D
FIAN	FoodFirst Information & Action Network
GES	Global Energy Strategy
GP	Ganzpflanze
GtL	Gas-to-Liquids
GTZ	Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit GmbH
GUS	Gemeinschaft unabhängiger Staaten (Ex-UdSSR)
IE	Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig ( <a href="http://www.ie-leipzig.de">www.ie-leipzig.de</a> )
IEA	International Energy Agency ( <a href="http://www.iea.org">www.iea.org</a> )
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung ( <a href="http://www.ifeu.de">www.ifeu.de</a> )
IL	Industrielländer
JRC	Joint Research Centre of the EU Commission
KUP	Kurzumtriebsplantage
MOE	Mittel- und Ost-Europa
MTBE	Methyl-Tertiär-Butylether
NRC	National Research Council (der USA)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development ( <a href="http://www.oecd.org">www.oecd.org</a> )

öko	ökologischer Anbau
ÖKO	Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V. ( <a href="http://www.oeko.de">www.oeko.de</a> )
PME	Planzenölmethylester
RME	Rapsölmethylester
SRU	Rat von Sachverständigen für Umweltfragen ( <a href="http://www.umweltrat.de">www.umweltrat.de</a> )
TAB	Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
TUB	Technische Universität Berlin
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WI	Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
WWF	World-Wide Fund for Nature



## ANHANG

Um eine Bewertung der Pflanzenanbaumöglichkeiten vorzunehmen, wurden als Beispielländer Brasilien mit dem Sojaanbau und Indonesien mit dem Anbau von Palmölpflanzen gewählt.

Die Palmölpflanze ist die ertragreichste unter den tropischen Ölpflanzen und nach Sojaöl das meistgehandeltste Produkt. Die Sojapflanze erlebte in den letzten Jahren durch ihren hohen Eiweißgehalt als Futtermittel einen immensen Boom und wird auch durch ihren Ölgehalt geschätzt.

### 1 Das Beispiel Brasilien

#### 1.1 Soja in Brasilien

##### 1.1.1 Hintergrunddaten

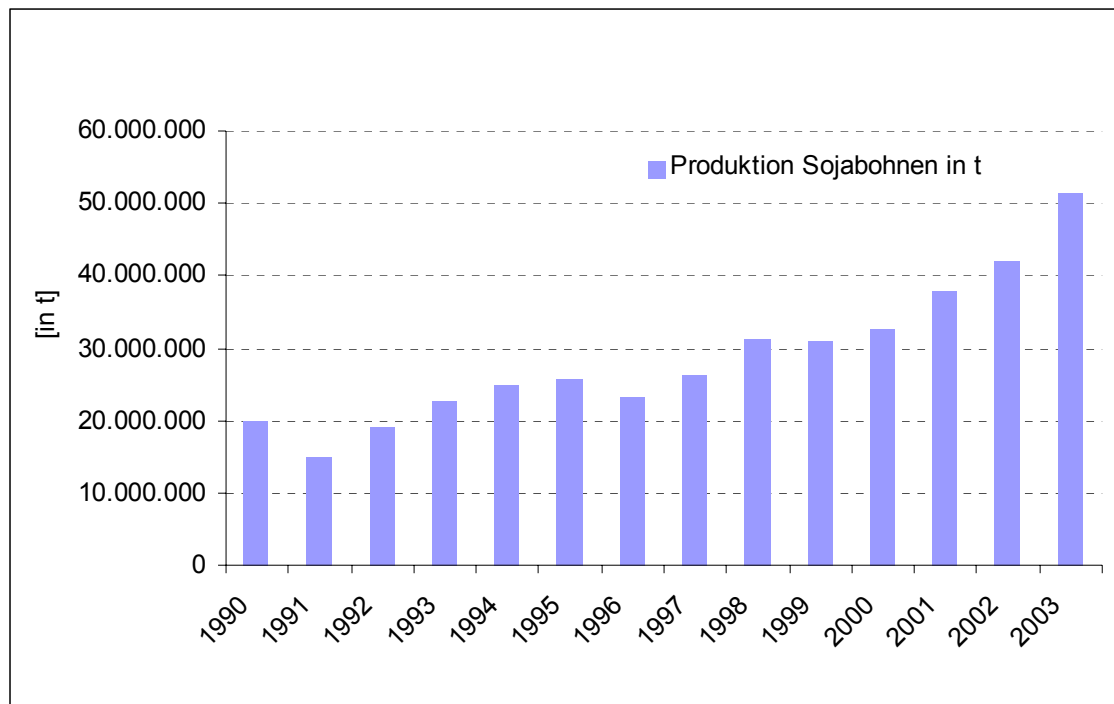
Soja (*Glycine max*) ist ein hervorragender Eiweiß- und Öllieferant. Sie wurde bereits vor 5000 Jahren in China in der menschlichen Ernährung eingesetzt. Die Sojabohne hat einen Ölgehalt von 18 Prozent und macht damit die Hälfte der gesamten Ölsaatproduktion in der Welt aus (vgl. Peiskers 2001). Dabei spielt sie nicht nur in der Küche und als Futtermittel in der Tierhaltung eine Rolle, sondern wird zukünftig auch in der Energiewirtschaft als Biodiesel eine stärkere Verwendung erfahren (Peters 2003). Brasilien hat sich in den vergangenen 20 Jahren zum zweitwichtigsten Sojaproduzenten entwickelt.

In den 60-iger Jahren begann in Brasilien der Sojaanbau. In den 70-iger Jahren führte die parallel zur Ölkrise ausgebrochene Eiweißknappheit zum explosiven Anstieg der Sojapreise. Dieser Boom vor allem im Süden Brasiliens führte dazu, dass viele Kleinbauern und ihre Familien verdrängt wurden. Im Zuge dessen verließen ca. 2,5 Mio. Menschen in dieser Zeit die ländlichen Gebiete. Großbetriebe übernahmen die Flächen für die Sojaproduktion. In den 80-iger Jahren verschob sich der Sojaanbau über den Mittelwesten in Richtung Norden. Auch hier wurden die Kleinbauern durch die hohen Investitionskosten beim Sojaanbau von der Produktion ausgeschlossen (vgl. Mieles 2001).

##### 1.1.2 Produktion von Soja

Heute werden in Brasilien ca. 51 Mio. t Soja geerntet. Die Entwicklung zeigt, dass die Produktion seit 1990 um ca. 150 Prozent angestiegen ist (FAO 2004).

Bild 4 Entwicklung der Sojaproduktion zwischen 1990 und 2003



Quelle: FAO (2004)

Die Produktionspreise für eine Tonne Sojabohnen lagen im Jahr 2000 bei 76 €. Seit der Einführung des Reals 1994 stiegen die Produktionspreise um 43 Prozent.

Die Sojapreise auf dem Weltmarkt sind seit 20 Jahren relativ stabil geblieben. Ein Unsicherheitsfaktor für den internationalen Handel stellt z.B. der Rückgang der Fleischnachfrage in Deutschland dar. Damit werden weniger Sojamenen für Futtermittel benötigt.

## 1.2 Flächennutzung in Brasilien

Für die Landwirtschaft steht eine Fläche von ca. 260 Mio. ha zur Verfügung. Davon werden 25% für den Anbau von Kulturpflanzen genutzt. Betrachtet man hingegen die Größe der Weidefläche, die einen Anteil von 75% an der landwirtschaftlichen Fläche, erscheint die Sojaanbaufläche relativ gering. Nach Aussagen der staatliche Agrarforschungsanstalt EMBRAPA sind weitere 100 Mio. ha Landfläche für den Sojaanbau erschließbar (vgl. Bickel 2002).

Tabelle 4 Landnutzung in Brasilien im Jahr 2000

Landnutzung als:	Fläche [Mio. ha]
Landfläche	845,6
Landwirtschaftliche Fläche	261,4
Fläche für "arable and permanent crops"	65,2
Fläche für "permanent crops"	7,6
Weidefläche	196,2
Anteil "permanent crops" an LW-Fläche	2,9%
Anteil "arable and permanent crops" an LW-Fläche	24,9%
Anteil Weidefläche an Landfläche	75,1%

Quelle: eigene Berechnungen nach FAO (2004)

Jedoch zeigt ein Blick auf die Landverteilung ein Bild der sozialen Ungerechtigkeit, denn Brasilien hat die zweit ungleichste Landverteilung der Welt.

Tabelle 5 Landverteilung in Prozent von der nutzbaren Fläche

50,5 % der Eigentümer besitzen unter 10 ha	2,4%
39,1 % der Eigentümer besitzen 10 - 100 ha	17,3%
9,5 % der Eigentümer besitzen 100 - 1.000 ha	34,5%
0,9 % der Eigentümer besitzen 1000 - 10.000 ha	28,4%
0,05 % der Eigentümer besitzen über 10.000 ha	17,1%

Quelle: Franziskaner Mission (2004)

Den Großteil der Fläche teilt sich ein Minimum an Betrieben. Der Großgrundbesitz führte u.a. auch zur Mechanisierung der Landwirtschaft, was wiederum mit sinkendem Arbeitskräftebedarf einherging. Dies forcierte eine extreme Landflucht und damit die Schaffung von Elendsvierteln in den großen Städten (Pinhero 2002).

Der Kleinbauer ist als gesellschaftlicher Akteur verpönt, obwohl eigentlich er dazu beiträgt, dass sowohl die Lebensqualität der ländlichen wie auch städtischen Bevölkerung steigt (Ludwig 2003). 17 Prozent der Bevölkerung sind unterernährt und leiden an Hunger (BMVEL 2003).

Ein weiteres Problem, dass sich mit der Sojaproduktion und deren Landnutzung verbindet, sind Landkonflikte. Durch die Ausweitung der Produktion werden auch Natur- und Indianerreservate bebaut. Dadurch müssen Landlose umgesiedelt bzw. von ihrem Land vertrieben werden. Die Ungleichheit der Landverteilung führte und führt zu gewalttätigen Auseinandersetzungen im ländlichen Raum.

In Brasilien leben nach Angaben der Landlosenbewegung MST 4,8 Mio. landlose Familien mit über 24 Mio. Personen. Seit Mitte der 1980-iger Jahre sind ca. 1.200 Menschen ermordet worden. Die Täter sind überwiegend so genannte pistoleiros (Revolvermänner) und ihre Hintermänner (latifunistas/Großgrundbesitzer).

Im Zuge der von der brasilianischen Regierung angestrebten Agrarreform sollen die Menschen umgesiedelt werden. Vor allem Frauen sind von der Landvertreibung betroffen. Sie haben sich in den Reservaten von der Ölextraktion, Kokosnüssen und Kunsthandwerk ernährt. Damit verlieren sie nicht nur ihren ihrem angestammten Lebensraum sondern auch ihre Einkommensquellen (vgl. Hees 2001).

Ein fortdauerndes Problem, auf das die Landpastoral CPT aufmerksam macht, ist der Einsatz von Sklavenarbeit auf manchen großen Farmen. Im Jahr 2001 wurden 5.559 Fälle dokumentiert. Die wirkliche Zahl ist jedoch nicht bekannt. Sklavenarbeit ist gekennzeichnet durch: Rodung von Primärvegetation für zukünftige Nutzung, unmenschliche Arbeitszeiten, schlechte Unterbringung im Feld unter Plastikplanen, keine sanitären Einrichtungen, schlechte Ernährung und Wasserversorgung, fehlender Arbeitsschutz, keine Sozialversicherung, Verschuldung durch Inrechnungstellen jeglicher Ausgaben inklusive dem Arbeitsmaterial sowie bewaffnete Bewachung (Bickel 2002).

### **1.3 Infrastruktur**

In Südbrasilien hat sich die Infrastruktur gut an den Sojaboom angepasst. Schon in den 60er Jahren fanden Umstrukturierungsprozesse statt. Für die neuen Sojaanbaugebiete im Mittelwesten und im Norden Brasiliens gestaltet sich die Situation anders. Die Anbaugebiete sind bisher nur über Straßen mit Exporthäfen im brasilianischen Osten verbunden. Daher setzt die Regierung auf den Bau von Wasser- und Landstraßen um die hohen Transportkosten zu senken (Lanje 2004).

### **1.4 Wirtschaft und Handel**

Trotz allem arbeitet Brasilien tatkräftig daran, den USA die Rolle als Spitzenproduzent streitig zu machen. Derzeit exportiert Brasilien ca. 11 Mio. t Sojabohnen im Wert von ca. 2 Mio. €.



Tabelle 6 Daten zu Ex- und Importen von Sojabohnen in Brasilien

Importmenge (in Mio. t)	794,5
Importwert (in Mio. €)	113,1
Exportmenge (in Mio. t)	11.333,0
Exportwert (in Mio. €)	1.822,1

Quelle: FAO (2004)

Weltweit steigt die Nachfrage nach Soja und Sojaprodukten. Die Zahlen beweisen die Bedeutung des Sojaanbaus für Brasilien als Devisenquelle („cash crops“).

Der Sektor Landwirtschaft bedeutet für ca. 13 Mio. Menschen einen Arbeitsplatz. Das entspricht einem Anteil von 17% im Verhältnis zur Gesamtbeschäftigtenzahl. Davon sind 20% Frauen und 27% Männer (Weltbank 2004). Jedoch gerade der Sojaanbau benötigt wenig Arbeitskräfte. Vor allem in den großbäuerlichen Betrieben bewirtschaftet eine Arbeitskraft 67 ha. In der bäuerlichen Landwirtschaft wird eine Arbeitskraft auf einer Fläche von ca. 7,8 ha eingesetzt (Ludwig 2002).

Tabelle 7 Wirtschaftsdaten Brasilien

BIP	1.100 Mrd. €
BIP pro Kopf	6.500 €
BIP-Wachstum 2002 (real)	1,50%
Inflationsrate 2000:	7%
Export (2002):	USD 60,4 Mrd.
Import (2002):	USD 47,2 Mrd.
Handelsbilanzsaldo (2002):	USD 13,2 Mrd.
Anteil Landwirtschaft am BIP	7,40%

Quelle: Brasilianische Botschaft (2004)

Trotz der anscheinend wirtschaftlich erfolgreichen Sojaproduktion gibt es neben den Landkonflikten weitere Nebeneffekte sowohl in sozialer wie auch in ökologischer Hinsicht, die mit dem intensiven Sojaanbau verbunden sind.

## 1.5 Folgekosten des Sojaanbaus

Die Expansion der Sojaflächen bewirkt negative soziale und ökologische Folgen. Durch die Rodung von Urwaldgebieten nimmt die Artenvielfalt der einheimischen Flora und Fauna rapide ab. So ist beispielsweise die Gebiet „Cerrado“ in Zentralbrasilien – eine Buschsavanne – unmittelbar betroffen. Durch die Rodung entfallen die Waldflächen als Wasserspeicher, was zu Erosionsprozessen führt, die wiederum die Anpflanzungen der Bauern in den tief erliegenden Gebieten gefährdet. Durch mangelnde finanzielle und personelle Mittel sowie Korruption an effizienten Kontrollen wird unter Missachtung aller Vorschriften abgeholzt.

Der ebenso beträchtliche Einsatz von chemischen Düngemitteln<sup>30</sup> führt zur Vergiftung der natürlichen Wasservorkommen. Ebenfalls werden dadurch die Anpflanzungen der Bauern (Reis, Maniok, Bohnen) geschädigt, was wiederum Auswirkungen auf die Grundernährung der Bevölkerung hat. 42 Mio. Menschen hungern und aufgrund des steigenden Bevölkerungswachstums (jährlich 1,3 Prozent) ist eine steigende Grundnahrungsmittelproduktion vonnöten (Bickel 2002).

Weiterhin sterben jährlich 220.000 Menschen durch Pestizidvergiftungen. Einerseits werden die Pestizide direkt eingenommen, da die Düngerbehältnisse als Wasserkanister benutzt werden, andererseits belastet der Dünger die Menschen durch die Luft, die Gewässer oder als Rückstände auf ihren Pflanzen. Nach Angaben der Agrarforschungsanstalt EMBRAPA entfallen rund 20 Prozent der Soja-Produktionskosten pro Hektar auf Pestizide (Bickel 2002). Die Müllberge leerer Düngerverpackungen sind ein weiteres Problem in Brasilien. Die vorgeschriebene dreifache Wäsche und die Rückgabe funktioniert nicht bzw. wird nicht befolgt (vgl. Bickel 2002).

Durch den massiven Pestizideinsatz befallen zunehmend Schädlinge die Pflanzen, die resistent gegen die chemischen Einsatzmittel sind. Sie befallen auch die Nachbarfelder. Vor allem die der Sojabohne verwandten Bohnen sind betroffen, was wiederum zu Ertragseinbußen bei den Bauern führt.

Der Anbau von gentechnisch verändertem Saatgut ist per Gesetz vorerst bis 2005 erlaubt. Damit hat nach jahrelangem Rechtsstreit die GVO-Fraktion den Sieg davon getragen. Vor allem der Süden Brasiliens plädiert für die Nutzung von gv-Saatgut ([www.transgen.de](http://www.transgen.de)). Problematisch ist, dass Firmen wie Monsanto den Verkauf ihres Saatgutes nutzen, um Abhängigkeiten per Vertragsunterzeichnung zu schaffen. Praktisch ist, dass der Bauer gleich das Saatgut und die Pestizide im Gesamtpaket erwirbt und mit seiner Ernte keinen Nachbau betreiben darf, sondern jährlich immer wieder neu einkaufen muss.

Die brasilianischen Kleinbauern wehren sich gegen solche Praktiken, in dem sie Tauschringe für Saatgut erproben, einen Informationsaustausch für bäuerliche Landwirtschaft schaffen und sich genossenschaftlich organisieren. Der Austausch gentechnikfreien Saatgutes steht an oberster Stelle der Prioritätenlisten.

---

<sup>30</sup> 6,5 Mio. t Düngemittel im Jahr 2000 (Quelle: FAO 2004)

In Anbetracht weiterer Proteste und einem möglichen Einfuhrverbot gentechnisch veränderten Sojas in Europa haben die Saatgutinitiativen gute Chancen ihre Produkte weiter am Markt zu etablieren (Hees 2001).

## 1.6 Soja aus ökologischem Anbau als Alternative?

Mit weniger als 1% Markt- und Flächenanteil ist der Ökolandbau in Brasilien vergleichsweise unbedeutend. Der größte Ökosoja-Produzent erntet etwa 22.000 t Ökosoja. Vor allem kleine Familien im Süden des Landes bauen Öko-Soja an und haben gute Erfahrungen damit gemacht. Vor allem die Auswirkungen auf die anderen Kulturpflanzen und die damit verbundene Sicherung der Grundnahrungsmittel ist sehr positiv.

Problematisch ist jedoch die Übertragung auf großflächige Gebiete. Technisch möglich aber aufgrund von Informationsdefiziten der Landwirte und den komplexen Anforderungen schwierig. Ökosoja hin oder her: Es bleibt zu bedenken, dass auch für Ökosoja Flächen geopfert werden, die ab einer bestimmten Größe Großgrundbesitzern gehören.

Mit der Beschränkung auf wenige Kulturpflanzen gehen Verluste der Artenvielfalt einher und auch auf Ökoplantagen können billige Arbeitskräfte ausgebeutet werden. Fazit: Für eine Ökologisierung der Landwirtschaft auch im Hinblick auf energetische Nutzung der Pflanzen müssen soziale Strukturen ebenso angepasst werden wie die technische Umstellung.

## 1.7 Bioethanol in Brasilien

Brasilien produziert jährlich ca. 14 Mrd. l Ethanol aus Zuckerrohr (Karekezi 2004). In Brasilien existiert ein Alkohol-Programm, das im Jahr 1975 aufgebaut wurde, um die eigenen Ölimporte zu senken und stattdessen Ethanol aus Zuckerrohr zu gewinnen und als Kraftstoff verwenden zu können. Dieses Programm hat ökologischen, ökonomischen und sozialen Nutzen.

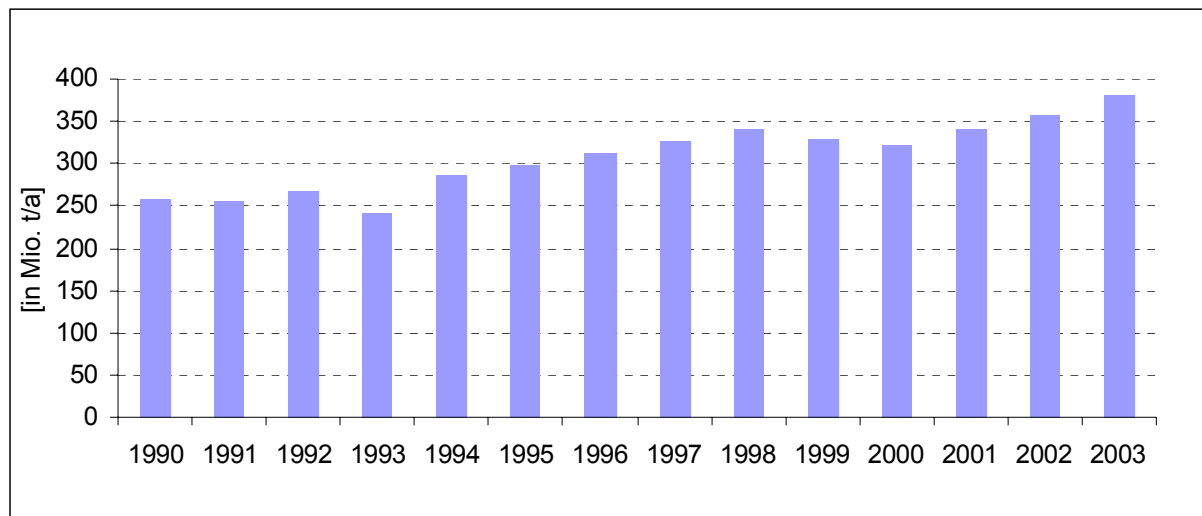
Das Ethanol wird als Oktanbooster und als sauerstoffangereicherter Zusatzstoff zu Benzin in Pkw eingesetzt oder in speziell dafür ausgerichteten Ethanolmotoren. Die Mischung liegt ca. bei 20 zu 26 Prozent unhydratisiertem Ethanol („Gasohol“).

Seit 1999 kontrolliert die brasilianische Regierung nicht mehr die Preise. Seither wird hydratisiertes Ethanol zu 60-70 Prozent des Preises von Gasohol an den Tankstellen verkauft. Ursache hierfür sind die gesunkenen Produktionskosten. Die Preise für Alkohol sind damit in Brasilien wettbewerbsfähig. Nach Goldemberg (2003) sind mit der Ethanolherstellung rund 0,5 Mio. direkte und rund 1,4 Mio. indirekte Arbeitsplätze im Land verbunden. Damit leistet Ethanol einen signifikanten Beitrag zur Entwicklung des Landes. Ein weiterer positiver Effekt ist, dass vor allem in großen Städten die Luftverschmutzung reduziert wird (vgl. Karekezi 2004).

Durch die Ethanolproduktion ist die Zuckerrohrindustrie sehr daran interessiert, ihre landwirtschaftlichen Anbaupraktiken im Hinblick auf Ertragssteigerungen zu verbessern. Steigende Skalenerträge stehen effizienteren Pflanzen gegenüber (vgl. Karekezi 2004).

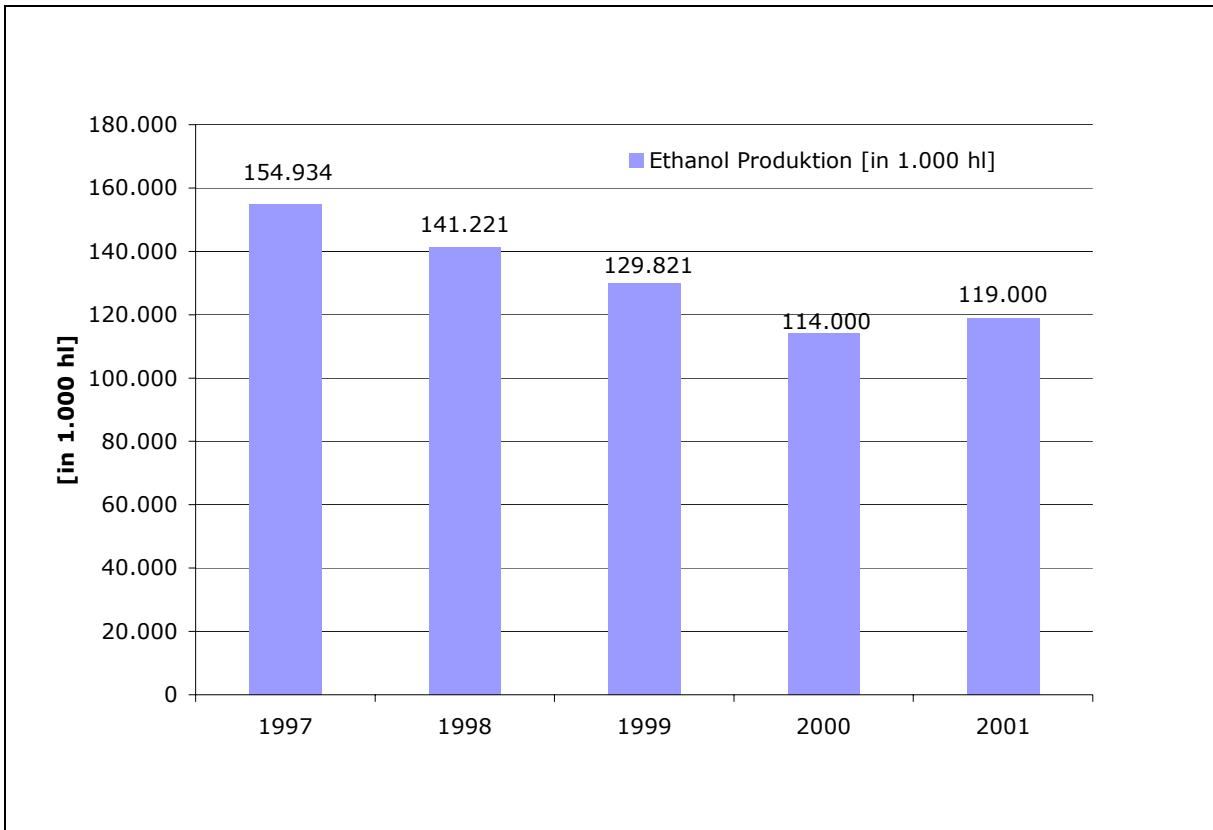
Der gegenwärtige internationale Ethanolhandel wird durch verschiedene Handelsproblematiken behindert. Ein Anstieg des Handels würde jedoch die Entwicklung der Biokraftstoffindustrie wesentlich verbessern (vgl. Karekezi 2004).

Bild 5 Zuckerrohrproduktion in Brasilien, 1990-2003



Quelle: FAO

Bild 6 Ethanol-Produktion in Brasilien zwischen 1997 und 2001



Quelle: Karekezi (2004)

## 1.8 Energiesituation in Brasilien

Die Energieproduktion in Brasilien für das Jahr 2000 ist in Tabelle 8 dargestellt. Bei der Förderung der fossilen Energieträger wird ca. zehnmal so viel Erdöl gefördert wie Kohle. Erdöl ist auch der Hauptenergieträger in Brasiliens Energiesystem. Erdöl wird weiterhin zu einem Anteil von ca. 25% importiert. Die Ölexporte hingegen fallen kaum ins Gewicht.

Es fällt ebenfalls auf das wenig Energie exportiert wird, wobei die Kapazitäten vorhanden wären - betrachtet man den Stand des derzeitigen Verbrauchs mit der Summe des Angebotes.

Biomasse ist mit über 1.700 PJ ein wesentlicher Energieträger, dessen Potenzial noch nicht ausgeschöpft ist.

Tabelle 8 Energieangebot und Energieverbrauch in Brasilien (Stand: 2000)

Energieangebot und - Verbrauch	Kohle	Öl	Gas	Biomasse	Strom
	[1.000 t]		[PJ]		[GWh]
Energieproduktion	14.688	144.414	412,8	1.743	349.153
Import	14.846	33.872	84	0,2	44.200
Exporte	0	-6.938	0	-5	-7
<b>Summe Verbrauch</b>	6.233	79.136	298	1.561	319.363
<b>Summe Angebot</b>	29.534	171.348	497	1.738	393.346
<i>Differenz Angebot/Verbrauch</i>	23.301	92.212	199	177,5	73.983

Quelle: IEA (2003 b)

Brasilien könnte somit – eine sozialverträgliche Landnutzungspolitik vorausgesetzt – in eine nachhaltige Bioenergiebereitstellung mit Blick auf Exporte einsteigen, wobei allerdings zumindest mittelfristig *Anbauvarianten zum Zuckerrohr* zu verfolgen wären, um die Umwelt- und Naturschutzaspekte positiv zu gestalten und auch die regionale Wertschöpfung und Teilhabe der (lokalen) Bevölkerung zu verbessern.

## 2 Beispiel Indonesien: Palmöl

### 2.1 Hintergrunddaten

Die äquatoriale Inselkette ist mit ca. 2 Millionen km<sup>2</sup> Landfläche flächenmäßig der größte Staat Südostasiens und mit ca. 220 Millionen Einwohnern (2003) die viertgrößte Nation der Welt. Indonesien besteht nun aus 33 Provinzen. Die Landfläche Indonesiens verteilt sich auf 13.677 Inseln, wobei weniger als 1000 Inseln besiedelt sind (vgl. Fischer Weltalmanach 2000). Die Bevölkerungsverteilung in diesen besiedelten Gebieten variiert stark. Die Bevölkerungsdichte reicht von unter einem Einwohner/km<sup>2</sup> (in Teilen Kalimantanens und West-Papua) bis zu ca. 2000 Einwohner/km<sup>2</sup> in fruchtbaren Reisangebieten Zentraljavas. Urbane Zentren (u.a. Jakarta) erreichen Werte von über 9.000 Einwohner/km<sup>2</sup>.

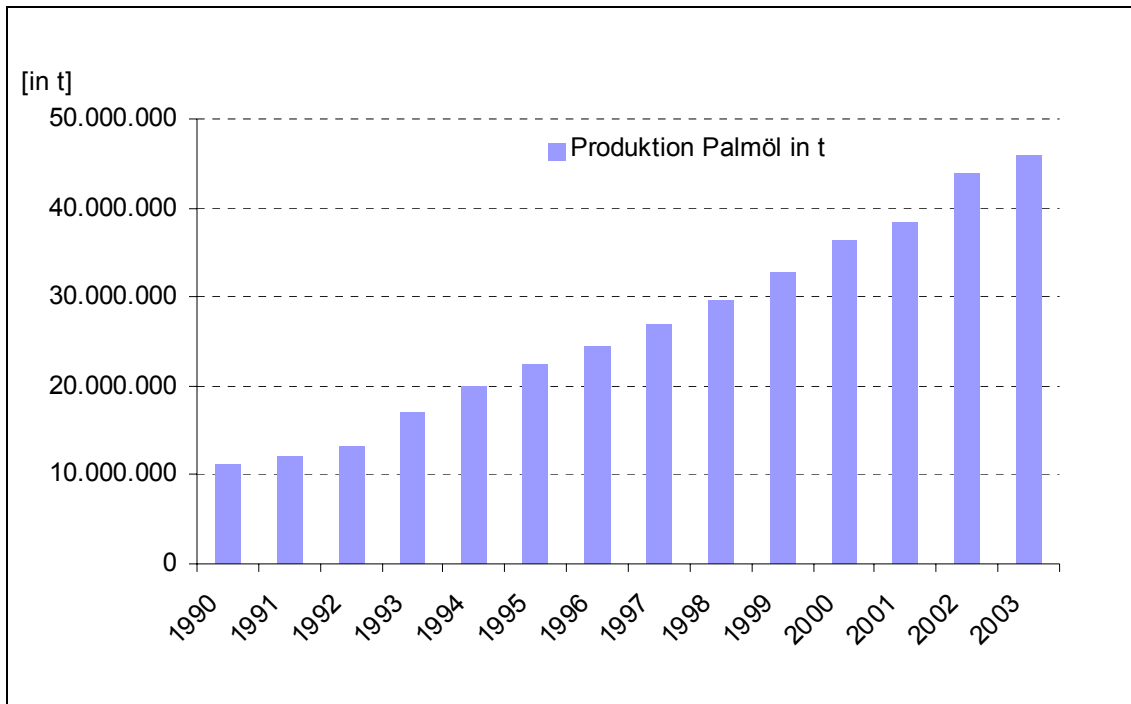
Es herrscht ein gesamt nationales Missverhältnis der Bevölkerungsverteilung. Java, aber auch Madura, ist stark überbevölkert. Ca. 60 Prozent der indonesischen Bevölkerung leben dort auf weniger als 7 Prozent der Landfläche. Insgesamt ist die Verteilung relativ proportional: ca. die Hälfte der Bevölkerung lebt auf dem Land und die andere Hälfte in der Stadt (Weltbank 2004). Die Landwirtschaft ist ein wichtiger Arbeitgeber, denn mit 48 Prozent arbeitet beinahe die Hälfte der Werktätigen in diesem Sektor. Die Arbeitslosenquote liegt bei 6 Prozent. Allerdings ist festzustellen, dass ca. 30 Prozent der Bevölkerung in absoluter Armut leben und besonders Kinder, die jünger als 5 Jahre sind, sind von Unterernährung betroffen.

Die Palmölpflanze (*Elaeis guineensis*) stammt aus Äquatorialafrika und wächst ausschließlich im tropischen Tiefland. Investitionen in die Plantagenwirtschaft amortisieren sich in kurzer Zeit. Nach 3 Jahren kann die erste Ernte eingebracht werden. Nach wenigen weiteren Jahren ist die Gewinnzone erreicht. Auf dem Weltmarkt werden drei unterschiedliche Produkte gehandelt: Palmrohöl, Palmkernöl, Palmkernschrot.

### 2.2 Produktion

Heute werden in Indonesien ca. 46 Mio. t Ölpalmenfrucht geerntet. Die Entwicklung zeigt, dass die Produktion seit 1990 um ca. 300 Prozent angestiegen ist.

Bild 7 Palmölproduktion in Indonesien zwischen 1990 und 2003



Quelle: FAO (2004)

Die Produktionspreise für eine Tonne Palmöl lagen im Jahr 2000 bei 200 € und für eine Tonne Palmkerne bei 78 €.

### 2.3 Flächennutzung

Für die Landwirtschaft steht eine Fläche von ca. 44 Mio. ha zur Verfügung. Für den Anbau von Kulturpflanzen werden 33 Mio. ha genutzt. Im Gegensatz zu Ländern wie Brasilien, die große Weideflächenanteile haben, bezieht sich die Flächennutzung mehr auf den Pflanzenanbau. Davon wurden 3 Mio. ha für den Palmölpflanzenanbau genutzt. Bis 2020 sind von der Palmölindustrie weitere 20 Mio. ha. Fläche zur Nutzung beantragt ([www.umwelt.org](http://www.umwelt.org)).



Tabelle 9 Landnutzung in Indonesien im Jahr 2000

Landnutzung als:	Fläche [1.000 ha]
Landfläche	181.157
Landwirtschaftliche Fläche	44.777
Fläche für "arable and permanent crops"	33.600
Fläche für "permanent crops"	13.100
Weidefläche	11.177
Anteil "permanent crops" an LW-Fläche	7%
Anteil "arable and permanent crops" an LW-Fläche	19%
Anteil Weidefläche an LW-Fläche	6%

Quelle: FAO (2004)

Auch das Land ist zum Nachteil der Kleinbauern verteilt. Daher fordern die Bauern ein Gesetz zur Agrarreform, das nicht Geschäftsleute und Investoren bevorzugt. Allerdings blockieren Großgrundbesitzer diese Vorhaben ([www.umwelt.org](http://www.umwelt.org)).

## 2.4 Wirtschaft und Handel

Indonesien deckt zusammen mit Malaysia 90 Prozent des Palmölbedarfs. Sie exportieren derzeit ca. 4 Mio. t Palmöl und 0,5 Mio. t Palmkernöl (Gesamtwert 1,1 Mrd. €).

Tabelle 10 Palmöl: Import-Export-Daten

Importmenge (in t)	3.707
Importwert (in 1.000 €)	762
Exportmenge (in t)	4.044.267
Exportwert (in 1.000 €)	905.485

Quelle: FAO (2004)

Tabelle 11 Palmkernöl: Import-Export-Daten

Importmenge (in t)	3.581
Importwert (in 1.000 €)	2.002
Exportmenge (in t)	569.563
Exportwert (in 1.000 €)	199.139

Quelle: FAO (2004)

Tabelle 12    *Wirtschaftsdaten Indonesien (Stand 2002)*

BIP (in Mrd. €)	144
BIP pro Kopf	788 €
BIP-Wachstum (2002. Reale Veränderung):	3,7%
Anteil Landwirtschaft am BIP	17,5%

Quelle: Weltbank, GTZ (2004)

## 2.5 Umwelt- und Sozialfragen

Asien selbst gehört zu den ökologisch am stärksten gefährdeten Regionen der Welt. In den letzten drei Jahrzehnten hat Asien 50% seiner Waldflächen und 50% seines Fischreichtums verloren. Indonesien hat durch landwirtschaftliche Nutzung ca. 25% seiner (Wald)-Böden geschädigt. Durch Bodenerosion wird fruchtbarer Oberboden abgetragen. Da zwischen Abholzung und Wiederbepflanzung oft mehrere Jahre vergehen, können die Erosionskräfte ungehindert angreifen (vgl. Touche 1998).

Durch Abholzung sind bereits 70% des einstigen Urwaldes zerstört. Unmittelbare Folgen sind Erdbeben, Verschlammung von Flüssen und Überflutungen, was wiederum die oben genannte Abtragung des Oberbodens zur Folge hat (vgl. Klute 2002).

Ein weiteres Problem sind die von Großgrundbesitzern durchgeführten Brandrodungen, die in zum Teil unkontrollierte Flächenbrände ausarten und damit eine Gefahr für Gesundheit und Leben von Mensch, Tier und Pflanze darstellen. Die Großbrände treten seit Jahrzehnten regelmäßig auf, ein Ende ist nicht absehbar (vgl. Touche 1998).

Die Umweltkatastrophen führen dazu, dass das Land nicht mehr in der Lage ist, seinen Nahrungsmittelbedarf vor allem an Reis selbst zu decken und daher zu Nahrungsmittelimporten gezwungen ist.

Weitere Probleme für Indonesien: Durch steigendes Bevölkerungswachstum wird weitere Verarmung forciert, vor allem die Landbevölkerung ist davon betroffen. Die ungerechte Landverteilung und damit die Verknappung des Bodens bedingt wiederum steigende Arbeitslosigkeit, die Landflucht nach sich zieht. Eine seit 1960 existierendes Landwirtschaftsgesetz, welches das Problem der Landnutzung und Landrechte regeln soll, wird real nicht angewandt. Das Recht des Stärkeren spaltet die Gesellschaft weiter und verstärkt die Kluft der sozialen Unterschiede (vgl. Pamungkas 1995).

Mangelnde Infrastruktur ist ebenfalls ein lähmender Faktor für die Entwicklung Indonesiens, da die Investitionsfreudigkeit in- und ausländischer Investoren nachlässt, vor allem im industriellen Sektor. Im Gegensatz dazu wird in gut erschlossenen Gebieten wie z.B. auf der Insel Java viel investiert, was dazu führt, dass landwirtschaftliche Flächen der Industrie weichen müssen. Wieder gehen Flächen für den Anbau von Nahrungsmitteln verloren (vgl. Pamungkas 1995).

Die Korruption im Land und der Missbrauch von Kompetenzen lähmt die wirtschaftliche Entwicklung und zieht einzig hohe Kosten nach sich (vgl. An 2002).

Die wirtschaftliche Lage in Indonesien hat auch Auswirkungen auf die Kinder: Nach Angaben von UNICEF sind ein Viertel aller Kinder unterernährt, 30% gehen nicht zur Schule, da die Eltern sich das Schulgeld nicht leisten können, wobei nach Schätzungen von UNICEF ca. wiederum die Hälfte dieser schulpflichtigen Kinder arbeiten gehen muss (vgl. Mboeik 2002).

## 2.6 Energiebedarf in Indonesien

Die Säulen der indonesischen Energieproduktion bestehen aus Öl, Gas und Biomasse. Kohle wird ebenfalls abgebaut, geht jedoch zu fast zwei Drittel in den Export. Auch bei Erdgas sind die Verhältnisse ähnlich - mehr als die Hälfte der Gasproduktion wird ins Ausland verkauft. Allein die gewonnene Energie aus Biomasse wird beinahe vollständig dem eigenen Verbrauch zugeführt.

Aufgrund der sozialen Situation und den Landnutzungskonflikten erscheint fraglich, ob eine – durchaus mögliche - Ausweitung des Energieangebotes im Biomassebereich primär als Exportgut anstelle einer lokal/regionalen Nutzung in modernen Anwendungen sinnvoll ist.

Bei einem Pro-Kopf-Verbrauch von nur 382 kWh (Stand 1998, Quelle: IEA 2002 b) ist davon auszugehen, dass der Zugang zu Energie nicht für jeden vorhanden ist und damit die Ausweitung des Netzzugangs bzw. dezentraler Bereitstellung moderner Energiedienstleistungen eine wesentliche Voraussetzung für die Anhebung des Lebensstandards bedeutet. Hier böte sich ein breites Einsatzfeld für moderne Biomassebereitstellung und -nutzung.

Inwieweit die ländliche Entwicklung indirekt durch nationale (Steuer)Einkommen aus Exporterlösen für Biokraftstoffe finanziert werden könnte, muss hier offen bleiben.

Tabelle 13 Energieangebot und Energieverbrauch in Indonesien (Stand: 2000)<sup>31</sup>

Energieangebot und - Verbrauch	Kohle	Öl	Gas	Biomasse	Strom
	[1.000 t]		[PJ]		[GWh]
Energieproduktion	76.636	117.340	2.848	1.989	92.638
Import	0	22.962	0	0	0
Exporte	-55.418	-40.193	-1.477	-4,4	0
<b>Summe Verbrauch</b>	9.331	43.919	424	1.981	79.164
<b>Summe Angebot</b>	21.218	100.109	1.371	1.984	92.638
<i>Differenz Angebot/Verbrauch</i>	<i>11.887</i>	<i>56.190</i>	<i>948</i>	<i>3</i>	<i>13.474</i>

Quelle: IEA (2003 b)

<sup>31</sup> Verteilungsverluste und Verluste Bestandsänderungen sind in der Tabelle nicht erfasst, sodass davon auszugehen ist, dass die Differenz zwischen Angebot und Verbrauch unter Berücksichtigung der Verluste etwas geringer ausfallen würde als angegeben. Diese Veränderungen sind jedoch marginal und daher nicht einflussgebend.