



*for a living planet*<sup>®</sup>

## Regenwald für Biodiesel?

*Ökologische Auswirkungen der energetischen Nutzung  
von Palmöl*



Eine Studie des WWF Deutschland in Zusammenarbeit  
mit dem WWF Schweiz und WWF Niederlande

**Herausgeber:** WWF Deutschland, Frankfurt am Main  
**Stand:** April 2007  
**Autoren:** Guido Reinhardt, Nils Rettenmaier, Sven Gärtner, ifeu-Institut für  
Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Kap. 2 und 4)  
Andreas Pastowski, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt,  
Energie GmbH (Kap. 3)  
**Redaktion:** Georg Heidenreich, Freelancer, Bayreuth,  
Markus Radday, WWF Deutschland,  
Matthias Diemer, WWF Schweiz  
**Endredaktion:** Imke Lübbecke, WWF Deutschland  
**Layout:** Astrid Ernst, Text- und Bildgestaltung, Bremen

© 2007 WWF Deutschland, Frankfurt am Main  
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

# Inhalt

Zusammenfassung .....	4
1 Hintergrund und Ziel .....	6
2 Palmöl als Bioenergieträger .....	7
2.1 Palmöl: Anbau, Aufbereitung und Nutzung .....	7
2.2 Palmöl – ein Welthandelsprodukt .....	8
2.3 Nutzung als Bioenergieträger .....	11
2.3.1 Nutzung als Kraftstoff (mobil) .....	11
2.3.2 Nutzung als Brennstoff (stationär) .....	13
3 Zukünftige Palmöl-Nachfrage und Politik .....	14
3.1 Perspektiven des Palmöl-Marktes .....	14
3.2 EU-Politik zu Biokraftstoffen und Stand der Umsetzung .....	16
3.3 Politik zu Biokraftstoffen in den Niederlanden .....	17
3.4 Politik zu Biokraftstoffen (Bioenergie) in Deutschland .....	17
3.5 Politik zu Biokraftstoffen in der Schweiz .....	18
3.6 Politik zu Biokraftstoffen in den Palmöl-Erzeugerländern .....	19
3.7 Bedingungen des internationalen Handels mit Palmöl .....	20
3.8 Schlussfolgerungen .....	21
4 Umweltwirkungen der Palmöl-Produktion .....	22
4.1 Ölpalmenplantagen und tropische Naturwälder .....	22
4.1.1 Biologische Vielfalt und Wohlfahrtsleistungen .....	22
4.1.2 Entwaldung .....	23
4.1.3 Soziale Umweltwirkungen .....	25
4.1.4 Alternativen zur Entwaldung .....	25
4.2 Bioenergie-Palmöl: Energie- und Treibhausgasbilanzen .....	27
4.2.1 Vorgehensweise und betrachtete Vergleiche .....	27
4.2.2 Ölpalmen statt tropischem Naturwald .....	31
4.2.3 Ölpalmen auf tropischen Brachflächen .....	34
4.2.4 Ölpalmen anstelle anderer Plantagen .....	35
4.2.5 Aspekte der Flächenbelegung .....	37
4.2.6 Ergebnisübersicht für alle alternativen Flächenbelegungen .....	39
4.2.7 Vergleich von Palmöl-Biodiesel mit anderen Biokraftstoffen .....	40
4.3 Andere Umweltwirkungen der Palmöl-Produktion .....	42
4.4 Ökologische Optimierungspotenziale .....	43
4.5 Zukünftiger Flächenbedarf für den Palmölanbau.....	45
5 Ausblick .....	48
Literatur .....	51

## Zusammenfassung

Die Nutzung von Palmöl und Palmkernöl beschränkte sich lange Zeit auf den Nahrungsmittel- und Non-Food-Bereich. Die Herausforderungen des Klimaschutzes und der steigenden Energiepreise lassen jedoch erwarten, dass Palmöl zukünftig verstärkt als erneuerbarer Energieträger genutzt wird. Auf europäischer und bundesdeutscher Ebene wird die Produktion und Nutzung von Pflanzenölen als Energieträger durch entsprechende politische und rechtliche Rahmenbedingungen flankiert, wie das Erneuerbare Energiengesetz, die Beimischungspflicht von Biokraftstoffen und die europäische Biokraftstoffrichtlinie (2003/30/EG).

Palmöl kann, wie andere Pflanzenöle auch, als Kraftstoff (mobil) oder Brennstoff zur Strom- und Wärmeenergiegewinnung (stationär) genutzt werden.

Um als Kraftstoff für Dieselmotoren genutzt werden zu können, muss die Qualität des Palmöl-Biodiesels den Vorgaben der Norm DIN EN 14241 entsprechen. Diese stellen auch Anforderungen an die Kälteeigenschaften, die Palmöl aufgrund seines hohen Schmelzpunktes nicht erfüllt. Ein enormes Potenzial für die Nutzung von Palmöl als Biokraftstoff würde sich jedoch in Europa eröffnen, wenn die vorgeschriebenen Kälteeigenschaften der DIN EN 14241 durch entsprechende Änderung „aufgeweicht“ werden. Im stationären Bereich können Pflanzenöle je nach Größe der Kraftwerke entweder in Reinform oder als Beimischung verbrannt werden. So wurden im Jahr 2005 europaweit rund 1,5 Millionen Tonnen Palmöl in Kraftwerken verbrannt.

Auf die Hauptproduzenten Malaysia und Indonesien entfallen über 80 Prozent der weltweiten Palmölproduktion. Wesentlich geringere Mengen werden in Nigeria, Thailand und Kolumbien angebaut. Auf einer weltweiten produktiven Anbaufläche von 9 Millionen Hektar wird ein Gesamtertrag von 33 Millionen Tonnen erzielt. Damit rangiert Palmöl hinsichtlich der Produktionsmenge noch vor Sojaöl, Rapsöl und Sonnenblumenöl. Befürchtet wird, dass bei weiterhin steigender Nachfrage nach Palmöl wertvolle Tropenwälder in den Produktionsländern dem intensiven Anbau von Ölpalmen zum Opfer fallen.

Durch die Nutzung von Palmöl werden auf den ersten Blick fossile Energieträger eingespart, die CO<sub>2</sub>-Bilanz erscheint neutral. Doch ist die Bilanz der Palmölproduktion immer noch positiv, wenn die gesamte Produktionskette von der Biomasseproduktion über die Veredelung bis hin zur Nutzung betrachtet wird?

Um diese Frage zu beantworten, untersucht die Studie die möglichen Umweltwirkungen eines verstärkten Anbaus der Ölpalme zur Energieversorgung. Hierbei werden zunächst verschiedene Landnutzungsänderungen betrachtet und die entsprechenden Energie- und Treibhausgasbilanzen ermittelt.

Zur Bemessung der Umweltwirkungen durch die Produktion von Palmöl wurden sowohl Energie- als auch Klimagasbilanzen ermittelt. Zur Erstellung der Energiebilanz wurden die Lebenswege von konventionellem Diesel und Biodiesel gegenübergestellt. Dabei wurde zwischen mobiler (Kraftstoff für Fahrzeuge) und stationärer Nutzung (Brennstoff in Kraftwerken) unterschieden. Für beide Nutzungen wurde festgestellt, dass die Produktionskette von Palmöl-Biodiesel gegenüber konventionellem Diesel erhebliche Mengen an fossilen Energieträgern erfordert. Andererseits können für Nebenprodukte, die aus Palmkernöl gewonnen werden, wie z.B. Tenside und Glycerin, erhebliche Gutschriften erfolgen, die höher sind als der gesamte Energieaufwand für die Produktion von Palmöl-Biodiesel.

Bei der Ermittlung der Klimagasbilanz spielen die alternativen Flächenbelegungen eine entscheidende Rolle. Zur näheren Betrachtung wurden Szenarien für die Varianten Naturwald, Nutzung von Brachflächen und andere Plantagenutzungen wie Kokosnuss- oder Kautschukplantagen entwickelt. Für die Naturwald- und Bracheoption wurden zusätzlich die Auswirkungen verschiedener Abschreibungszeiten (25, 100, 500 Jahre Nutzung) berücksichtigt. Bei der Naturwaldoption wurde zwischen optimierter und typischer Bewirtschaftung von Palmölplantagen unterschieden.

Abschließend wurde festgestellt, dass die Nutzung von tropischen Brachen für den Ölpalmenanbau im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung die effektivste Option ist. Bei der Umwandlung anderer Plantagen in Ölpalmenplantagen sind die Ergebnisse nicht so eindeutig, sondern abhängig von der Vorfrucht. Kaum Unterschiede in den Energie- und Treibhausgasbilanzen gibt es beim Vergleich zwischen mobiler und stationärer Nutzung. Beträchtliche Energie- und Klimagaseinsparungen können erzielt werden, wenn nach „guter Praxis“ gewirtschaftet wird. Dies schließt die Gewinnung von Biogas aus den Ölmühlenabwässern, die Nutzung von Fasern und Kernschalen sowie nachhaltiges und optimiertes Anbauverfahren ein.

Im Vergleich zu der Erzeugung anderer Biokraftstoffe fällt die Energiebilanz für den Anbau von Ölpalmen positiv aus. Bei der Einsparung an Klimagasen ist jedoch lediglich der Ölpalmen-Anbau auf tropischen Brachen positiv zu bewerten. Werden Ölpalmen statt anderer Plantagenfrüchte zur Biokraftstoffgewinnung angebaut, verschlechtern sich die Bilanzen eindeutig.

Selbst bei positiven Energie- und Treibhausgasbilanzen sollten weitere Umweltfaktoren Eingang in eine gesamtökologische Bewertung finden. Hierzu gehören vor allem die im Zusammenhang mit der Palmölproduktion stehenden Luft- und Gewässerbelastungen sowie die mit der Rodung tropischer Primärwälder verbundene Vernichtung wertvoller Biodiversität.

Vor dem Hintergrund des Risikos der Palmölproduktion für Natur und Umwelt sowie eines stetig steigenden Bedarfs nach diesem Energieträger sind die tatsächlichen Beiträge des Einsatzes von Palmöl zur Reduktion

von Treibhausgasen zu ermitteln und gezielt auszuwerten. Insbesondere bei der Ausweitung der Anbauflächen sollte vor allem auf eine konsequente Nutzung von Brachflächen gesetzt werden. Um die Option in großem Maße vorhandene Brachflächen für die Produktion von Palmöl zu nutzen und deren Wirtschaftlichkeit zu ermitteln, besteht weiterhin dringlicher Forschungsbedarf.

Um eine nachhaltige Produktion und Nutzung von Palmöl zu gewährleisten, hat der Roundtable on Sustainable Palmoil (RSPO) Richtlinien verabschiedet, die die Erfüllung sozialer und ökologischer Mindestbedingungen vorschreiben. Bei allem Potenzial weisen freiwilligen Zertifizierungssysteme jedoch Grenzen auf.

Der WWF hält es langfristig für entscheidend, dass im Rahmen eines internationalen Multi-Stakeholderprozesses global anzuwendende Nachhaltigkeitsstandards für die Produktion und Nutzung von Bioenergie verabschiedet werden.

# 1 Hintergrund und Ziel

Das Thema Palmöl gerät seit Kurzem immer mehr in den Fokus der öffentlichen Diskussion. Hintergrund sind verschiedene Bestrebungen, Palmöl zunehmend als Bioenergieträger zu nutzen. Ein entsprechender Einsatz wird auch durch politische Rahmenbedingungen begünstigt wie eine Mineralölsteuerbefreiung auf Biokraftstoffe, durch das Erneuerbare Energiengesetz, mit Hilfe einer Beimischungspflicht für Biokraftstoffe oder der EU-Richtlinie zum Anteil von Biokraftstoffen am Gesamtkraftstoffverbrauch. Bei dieser Diskussion spielen neben technischen und ökonomischen Fragen insbesondere auch die enormen Zuwächse an Palmöl auf dem Weltmarkt in den letzten Jahren eine Rolle, für die oftmals tropische Naturwälder gerodet wurden.

Damit stellen sich insbesondere Fragen, welche Potenziale für den energetischen Einsatz von Palmöl existieren und wie sich ein zukünftig verstärkter Einsatz von Palmöl als Energieträger sowohl auf die Energie- und Klimagasbilanzen wie auch auf den Flächenverbrauch, insbesondere auf die tropischen Naturwälder auswirken mag.

Um diese Fragen zu beantworten, wurde das IFEU-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH vom WWF beauftragt, den entsprechenden Stand des Wissens zusammenzutragen und zu bewerten. Die vorliegende Untersuchung soll dabei den Schwerpunkt auf die ökologischen Auswirkungen legen, besonders hinsichtlich der Energie- und Klimagasbilanzen von Palmöl sowie dem zu erwartenden Flächenverbrauch. Ergänzt wird die Fragestellung um entsprechende technische, ökonomische und politische Aspekte. Zur Bearbeitung der politischen Aspekte wurde das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH in das Projekt eingebunden.

Der zeitliche Horizont dieser Studie umfasst die Entwicklungen, die im Rahmen des Ausbaus der Nutzung der Biokraftstoffe der ersten Generation zu erwarten sind, zu denen neben dem hier untersuchten Biodiesel aus Palmöl bzw. Rapsöl auch Ethanol aus Zuckerrohr für die Verwendung als Ottokraftstoff zählt. Effektivere und kostengünstigere Biokraftstoffe der zweiten Generation wie etwa synthetische Biokraftstoffe aus Holz (Biomass-to-Liquid, BTL) werden nach bisherigen Abschätzungen in einem Zeitraum ab 2020 bis 2030 zur Marktreife gelangen werden, andere technisch denkbare Alternativen wie Wasserstoffantrieb oder Brennstoffzellen eher nach 2030.

## 2 Palmöl als Bioenergieträger

Von Guido Reinhardt, Nils Rettenmaier und Sven Gärtner

Palmöl ist ein äußerst vielfältiges Produkt und wurde bislang überwiegend als Nahrungsmittel sowie als Rohstoff für technische Zwecke genutzt. Erst seit kurzer Zeit gibt es Bestrebungen, Palmöl auch als Bioenergieträger zu nutzen. Der Anbau der Ölpalmen, aus deren Früchten das Palmöl gewonnen wird, und die Aufbereitung des Palmöls sind für alle Nutzungen identisch.

### 2.1 Palmöl: Anbau, Aufbereitung und Nutzung

#### Ölpalmen-Anbau

Die Ölpalme (*Elaeis guineensis* Jacq.) stammt ursprünglich aus Westafrika (Golf von Guinea) und ist mit rund 3,5-4,0 t Öl pro ha weltweit eine der ertragreichsten Ölpflanzen. Sie gedeiht am besten auf tiefgründigen und gut drainierten Böden bei einer mittleren Jahrestemperatur von 24-28°C (möglichst geringe jährliche wie tägliche Schwankungen), einem mittleren Jahresniederschlag von 1500-3000 mm und einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 50-70%. Daher ist ihr Vorkommen im Wesentlichen auf die Zone des immergrünen tropischen Regenwaldes beiderseits des Äquators (10°S – 10°N) und auf Höhen bis 500 m NN beschränkt. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist die Ölpalme pantropisch verbreitet und wird seit Anfang des 20. Jahrhunderts großflächig und kommerziell in Plantagen angebaut (Rehm & Espig 1996 und Franke 1994).

#### Aufbereitung der Ölfrüchte

Die Ölpalme liefert als Hauptprodukt Ölfrüchte, die ganzjährig geerntet werden. Aus den zwetschengroßen Früchten erhält man zwei unterschiedliche Öle: aus dem Fruchtfleisch wird das Palmöl und aus den Samen das Palmkernöl gewonnen. Daneben verbleibt nach dem Abpressen des Palmkernöls ein proteinreicher Presskuchen (15-16% Roheiweiß), der als Tierfutter verwendet wird.

#### Palmöl-Nutzung

Die Eigenschaften der Pflanzenöle und damit ihre Nutzung werden durch die Kettenlänge der Fettsäuren, den Anteil der ungesättigten Fettsäuren sowie die Zahl und Stellung der Doppelbindungen bestimmt. Für praktische Zwecke unterscheidet man sieben Hauptgruppen.



Ölpalmenplantage in Malaysia. © IFEU



Ölfrüchte im Querschnitt. © IFEU

1 = Palmkern: Palmkernöl / Presskuchen  
2 = Fruchtfleisch: Palmöl  
3 = Fasern

Palmöl gehört – wie auch Olivenöl – aufgrund seines hohen Gehalts an Ölsäure (ca. 39 %) zur Ölsäuregruppe und wird zu 80 % als Nahrungsmittel verwendet (Salat- und Kochöl, Margarine). Die übrigen 20 % werden im Non-Food-Bereich eingesetzt (s. Tab. 1). Die energetische Nutzung spielte bislang statistisch keine nennenswerte Rolle.

Palmkernöl dagegen wird – wie auch Kokosöl – zur Laurinsäuregruppe (Laurinsäuregehalt ca. 43%) gerechnet und zeichnet sich durch seinen niedrigen Anteil an ungesättigten Fettsäuren (ca. 17%) aus. Zusammen mit dem hohen Schmelzpunkt sind diese Eigenschaften für den Einsatz des Palmkernöls in Dauerbackwaren verantwortlich. Der weitaus größere Teil wird wegen der kurzkettigen Fettsäuren (10-14 C-Atome) in der chemischen Industrie für Detergenzien benutzt (Rehm & Espig 1996).

**Tab. 1:** Verwendung von Palmöl und Palmkernöl

	Nahrungsmittel	Non-Food-Bereich
<b>Palmöl</b>	Speiseöl, Margarine, Tierfutter, Kaffeeweißer, Kartoffelchips	Kerzen, Seifen, Tinte, Polituren, Eisenverzinnung
<b>Palmkernöl</b>	Speiseöl, Koch- und Bratfett, Margarine, Süßwaren	Seifen, Salbengrundlage, Detergenzien, Kosmetikprodukte

Hallmann 2000

## 2.2 Palmöl – ein Welthandelsprodukt

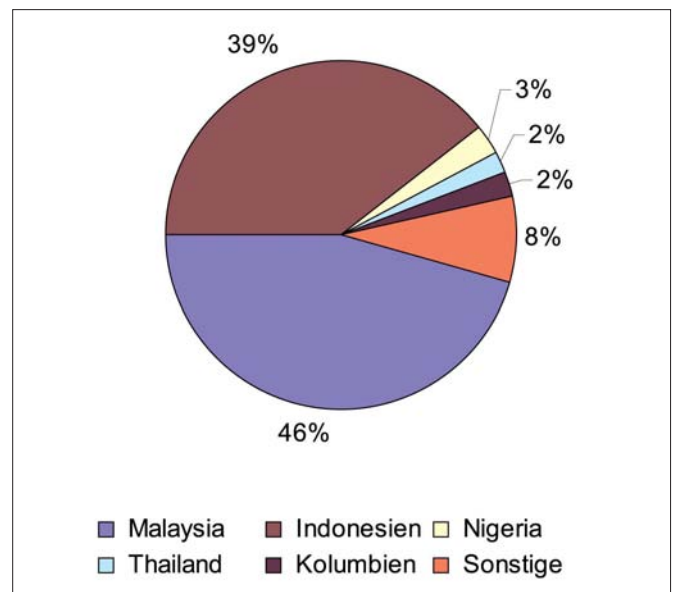
Die Hauptanbaugebiete der Ölpalme befinden sich in Südostasien (Malaysia, Indonesien, Thailand, Papua-Neuguinea), in Westafrika (Nigeria, Elfenbeinküste) sowie in verstärktem Maße in Süd- und Mittelamerika (Kolumbien, Ecuador, Brasilien) mit allerdings deutlich geringeren Anbauflächen (s. Tab. 2). Abb. 1 zeigt, dass 2004 rund vier Fünftel der weltweiten Palmöl-Produktion auf zwei Länder entfielen: Malaysia (46%) und Indonesien (39%). Mit großem Abstand folgen Nigeria (3%) sowie Thailand und Kolumbien (je 2%).

**Tab. 2:** Weltweite Anbauflächen und Produktionsmengen von Palmöldi

	Fläche [1.000 ha]	Ölproduktion [1.000 t]
Malaysia	3.466	13.976
Indonesien	3.320	12.100
Nigeria	367	790
Thailand	270	668
Kolumbien	157	632
Sonstige	1.012	2.485
<b>Gesamt</b>	<b>8.592</b>	<b>30.651</b>

ISTA Mielke 2004

**Abb. 1:** Weltweite Palmöl-Produktion 2004



ISTA Mielke 2004.



Die Ölpalme wird laut FAO weltweit auf rund 12 Mio. ha angebaut (FAOSTAT 2006), allerdings werden ca. 3 Mio. ha in Nigeria (rund 90 % der dortigen Anbaufläche) von (ISTA Mielke 2004) als nicht produktiv gewertet. Abzüglich dieser Flächen ergibt sich somit eine weltweite Anbaufläche von knapp 9 Mio. ha. Seit Mitte der 1970er Jahre hat sich die Ölpalmen-Fläche vervielfacht, was insbesondere auf den rasanten Anstieg in Malaysia und Indonesien zurückzuführen ist (s. Abb. 2).

Von allen Ölfrüchten weltweit belegen Sojabohnen mit knapp 90 Mio. ha mit Abstand die meisten Flächen, gefolgt von Raps (25 Mio. ha) und Sonnenblumen (20 Mio. ha). Die Ölpalmen-Fläche beträgt somit nur etwa 10 % der Soja-Fläche, liefert aber eine vergleichbare Weltproduktion. Der Grund hierfür liegt in den fast zehnfach höheren Hektarerträgen von durchschnittlich 3,57 t bei Palmöl gegenüber nur 0,38 t bei Sojaöl (s. Tab. 3).

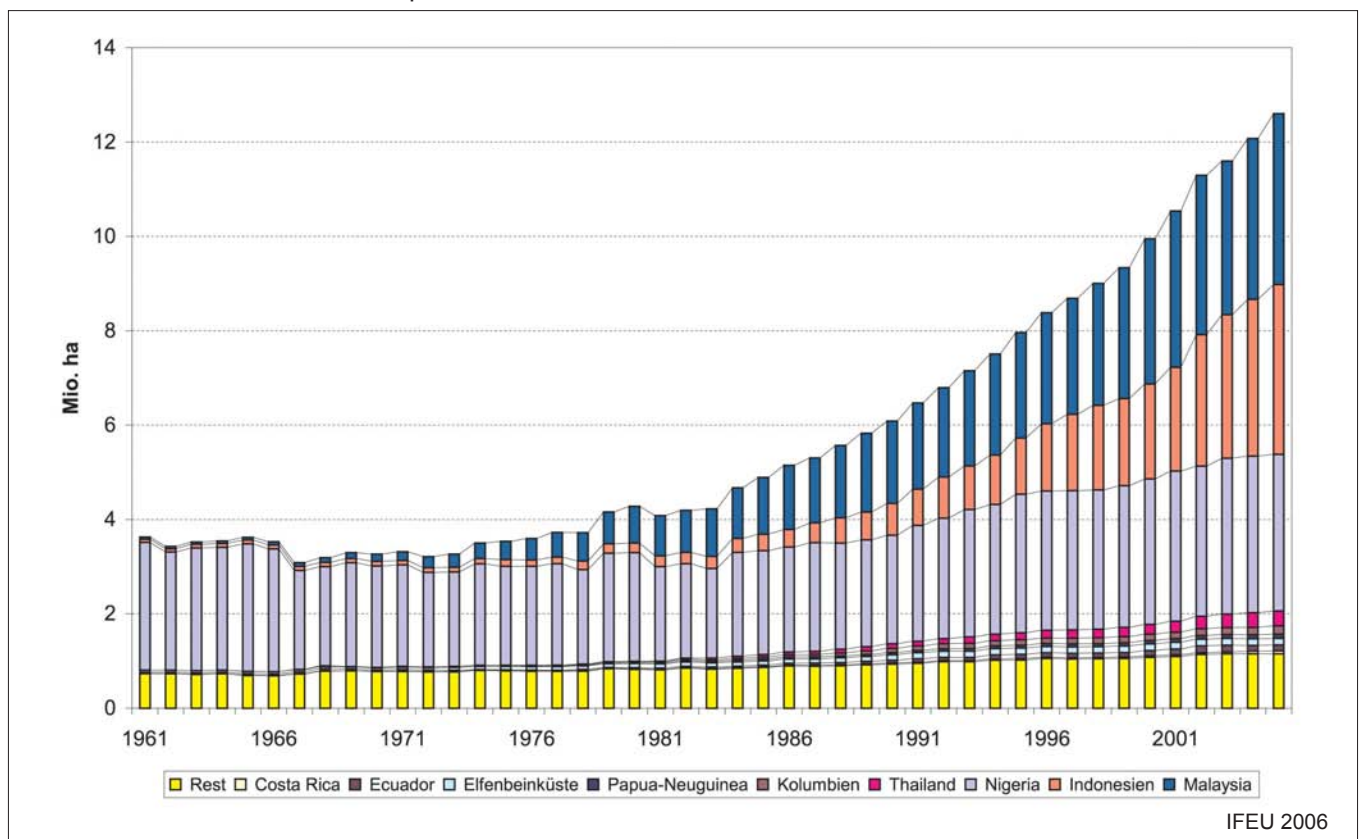
**Tab. 3:** Weltweit durchschnittliche Frucht- und Ölerträge der wichtigsten Ölfrüchte 1999/2000-2003/2004

	Früchte t/(ha*a)	Öl t/(ha*a)
Baumwollsaat <sup>1</sup>	1,10	0,12
Erdnuss <sup>1</sup>	1,42	0,22
Raps <sup>1</sup>	1,54	0,58
Sojabohne <sup>1</sup>	2,28	0,38
Sonnenblume <sup>1</sup>	1,17	0,44
Ölpalme <sup>2</sup>	17,84	3,57

<sup>1</sup>USDA 2006

<sup>2</sup>IFEU 2006 (auf Basis ISTA Mielke 2004)

**Abb. 2:** Weltweite Fläche unter Ölpalmen



IFEU 2006

FAOSTAT 2006

Mit einer Produktion von über 30 Mio. t jährlich zählt Palmöl zu den vier wichtigsten Pflanzenölen weltweit, welche zusammen für ca. 80 % der Weltproduktion stehen. Im Jahr 2004/05 machten Palmöl und Sojaöl jeweils rund ein Drittel (31 % bzw. 30 %) der Produktion aus. Dahinter folgten Rapsöl mit 14 % und Sonnenblumenöl mit 8 % der weltweiten Produktion (s. Abb. 3 und Tab. 4).

Die Produktion von Pflanzenölen nimmt weltweit eine bedeutende Rolle ein und hat innerhalb der letzten acht Jahre um fast 50 % auf rund 110 Mio. t im Jahr 2004/05 zugenommen. Für diesen Anstieg sind insbesondere Palmöl (+96 %) und Sojaöl (+47 %) verantwortlich. In den letzten zehn Jahren hat sich die Palmöl-Produktion in Malaysia nahezu verdoppelt, in Indonesien war sie 2004 sogar fast drei Mal so hoch wie 1995.

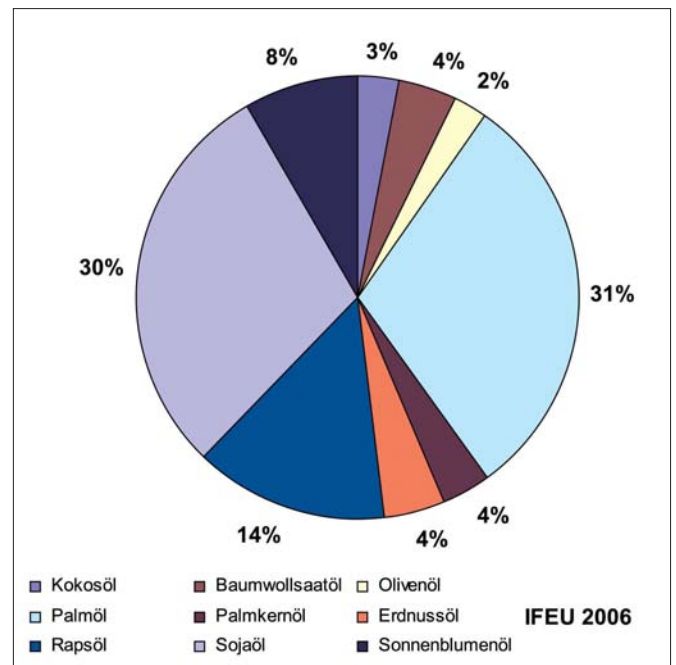
**Tab. 4:** Weltweite Produktion der wichtigsten Pflanzenöle

	<b>Weltweite Produktion 2004 [Mio. t]</b>
Palmöl	33,24
Sojaöl	32,43
Rapsöl	15,67
Sonnenblumenöl	9,18
Erdnussöl	4,91
Baumwollsaatöl	4,75
Palmkernöl	4,01
Kokosöl	3,26
Olivenöl	2,74
<b>Gesamt</b>	<b>110,19</b>

USDA 2006

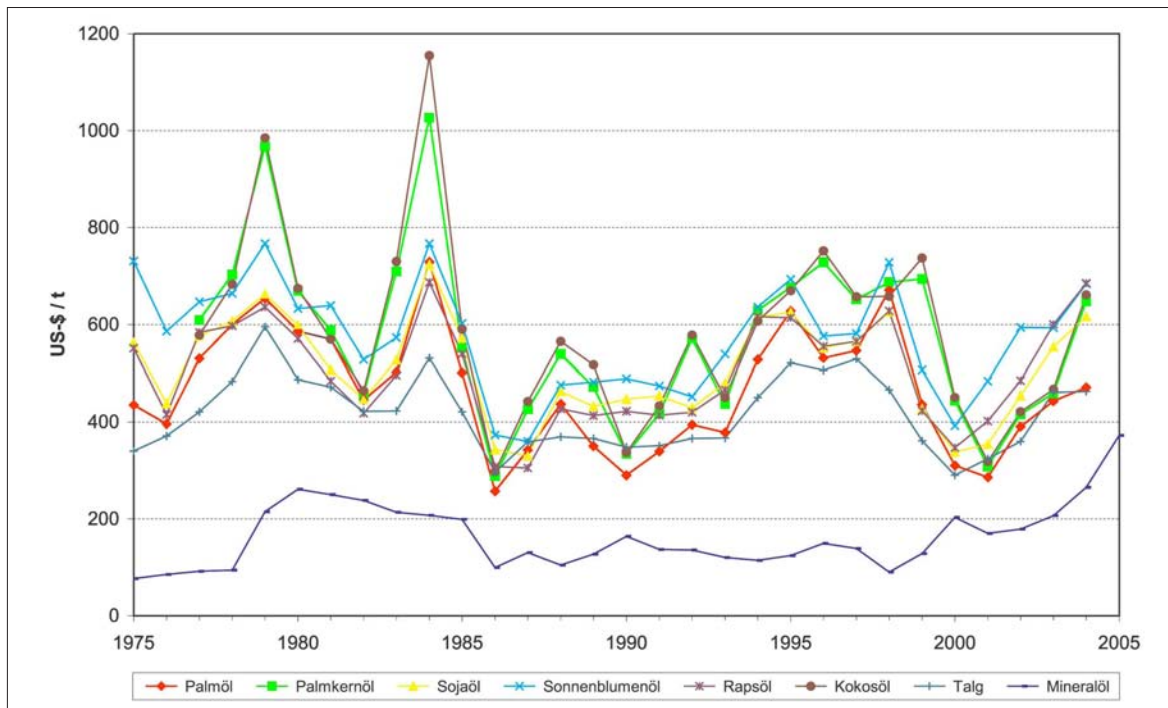
Die Preise der verschiedenen pflanzlichen Öle und Pflanzenölrrohstoffe haben Produktion und Welthandel in den zurückliegenden Jahrzehnten stark beeinflusst. Die relative Stabilität der Pflanzenölpreise in den 1950er und 60er Jahren führte zu einem kontinuierlichen Wachstum von Produktion und Welthandel. Nach einem sprunghaften Anstieg in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts und einer folgenden starken Fluktuation der Weltmarktpreise und deren Relationen zwischen den verschiedenen Pflanzenölen stieg die Unsicherheit der Ölf Fruchtproduzenten hinsichtlich der Preisentwicklung in den 80er und 90er erheblich (Franke 1994).

**Abb. 3:** Weltproduktion der wichtigsten Pflanzenöle 2004



USDA 2006

**Abb. 4:** Jahresdurchschnittspreise verschiedener Pflanzenöle am nordwesteuropäischen Markt



Quellen: ISTA Mielke 2004 und Mineralöl MWV 2006

Besonders betroffen davon waren die Produzenten von Kokos-, Palm- und Olivenöl, da sie auf kurzfristige Schwankungen nur wenig reagieren können (s. Abb. 4). Auffallend sind insbesondere die Kokosöl-Peaks 1979 und 1984, welche auf El Niño-Ereignisse in den Jahren 1977/78 bzw. 1982/83 und die damit verbundenen, dürrebedingten Missernten in Südostasien (Philippinen, Indonesien) zurückzuführen sind (MPI 2006).

Abb. 4 zeigt die Preise verschiedener Pflanzenöle im Zeitraum 1975-2005. Im ersten Halbjahr 2006 kostete (RBD) Palmöl ca. 450 US-\$/t, Sojaöl ca. 550 US-\$/t und Rapsöl ca. 750 US-\$/t. Zwischen dem ebenfalls aufgetragenen Mineralölpreis und den Pflanzenölpreisen besteht kein direkter Zusammenhang. Allerdings wurden für Ethanol aus Zuckerrohr und dem Rohölpreis Hinweise auf eine Verbindung festgestellt, was zukünftig auch Auswirkungen auf die Preisentwicklung und damit die Gewinnspanne anderer Biokraftstoffe haben könnte (OECD 2006).

## 2.3 Nutzung als Bioenergieträger

Palmöl lässt sich wie andere Pflanzenöle auch als Kraftstoff für Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen oder stationär als Brennstoff für Kraftwerke, Heizwerke und (Block-)Heizkraftwerke nutzen.

### 2.3.1 Nutzung als Kraftstoff (mobil)

Reine Pflanzenöle sind konventionellem mineralischem Dieselkraftstoff zwar recht ähnlich, unterscheiden sich aber in einigen wesentlichen Kenngrößen (z. B. Viskosität) von diesem (s. Tab. 5). Deshalb sind sie im Regelfall nicht als Reinkraftstoff für herkömmliche Dieselmotoren geeignet. Um sie dennoch nutzbar zu machen, gibt es zwei Möglichkeiten: entweder werden die Dieselmotoren für den Einsatz von reinen Pflanzenölen umgerüstet oder die reinen Pflanzenöle werden chemisch so umgewandelt, dass sie in ihren Eigenschaften dem mineralischen Dieselkraftstoff sehr ähnlich sind. Zwei chemische Prozesse stehen dafür zur Verfügung:

**Tab. 5:** Eigenschaften verschiedener Pflanzenöle und Biokraftstoffe

	Dichte (15 °C) [kg/dm <sup>3</sup> ]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/L]	Viskosität (20 °C) [mm <sup>2</sup> /s]	Cetan- zahl	Flamm- punkt [°C]	Kraftstoffäqui- valenz [L]
Diesel <sup>1</sup>	0,84	42,7	35,9	5,0	50	80	1,00
Rapsöl <sup>1</sup>	0,92	37,6	34,6	72,3	40	317	0,96
RME <sup>1</sup>	0,88	37,1	32,6	7,5	56	120	0,91
Palmöl <sup>1</sup>	0,92	37,0	34,0	29,4*	42	267	0,95
PME <sup>2</sup>	0,88	-	-	4,4**	58	182	-

\* Viskosität bei 50 °C

\*\*Viskosität bei 40 °C

<sup>1</sup> FNR 2005

<sup>2</sup> Cheng et al. 2005

**Umesterung:** Durch Umesterung von Pflanzenöl mit Methanol entsteht als Reaktionsprodukt (Pflanzenöl-)Fettsäuremethylester (FAME), der dem Dieselmotorkraftstoff in wesentlichen Eigenschaften ähnlich ist und allgemein als Biodiesel bezeichnet wird. Bei diesem Vorgang werden Pflanzenöle mit Methanol und Natronlauge (Katalysator), welche nach der Umsetzung mit Phosphorsäure neutralisiert wird, umgesetzt. Bei der Umesterung fällt Glycerin an.

**Hydrierung:** Beim VEBA-Verfahren wird das Pflanzenöl dem Rohöl vor der Aufarbeitung zu Dieselmotorkraftstoff zu einem Anteil von etwa 10 % beigemischt. Anschließend wird das Pflanzenöl durch Hydrierungsprozesse dem Dieselmotorkraftstoff weitgehend angeglichen. Das neu entwickelte NExBTL-Verfahren (Neste Oil 2006) beruht ebenfalls auf einer Hydrierung von reinen Pflanzenölen oder Tierfett.

### **Pflanzenölkraftstoff**

Für den Einsatz von reinem Pflanzenöl als Kraftstoff ist es erforderlich, die Verbrennungstechnik des Dieselmotors an die typischen Eigenschaften des Pflanzenöls anzupassen (hohe Viskosität sowie verändertes Zünd- und Verbrennungsverhalten). Speziell für Pflanzenöl entwickelte Motorsystemen, wie beispielsweise der Elsbett-Motor, wurden in den vergangenen zwei Jahrzehnten erfolgreich in Pkws, Lkws und Traktoren erprobt.

Neben den speziell für einen Pflanzenölkraftstoff konstruierten Dieselmotoren ist auch eine Umrüstung von Seriidieselmotoren und deren Peripherie auf Pflanzenölbetrieb möglich (u.a. durch Modifikationen des Brennraums, der Einspritzdüsen und der Einspritzelektronik). Derartige Möglichkeiten setzen sich im Vergleich zu Spezialmotoren auch verstärkt durch.

Mangelnde Kraftstoffqualität war oft die Hauptursache für Störungen. Seit Anfang Juli 2006 liegt mit der DIN V 51605 eine rechtsverbindliche Norm für die Produktion und Vermarktung von Rapsöl als Kraftstoff vor.

Der Einsatz von reinem Palmöl als Kraftstoff dagegen ist in Europa aufgrund seines hohen Schmelzpunktes (36-40 °C) mit großem Aufwand verbunden. So müssen Kraftstofftank, Leitungen und -filter ständig beheizt und Spezialpumpen eingesetzt werden. Einzelne Umrüster, wie beispielsweise die rapidOil AG aus München, arbeiten derzeit an entsprechenden technischen Lösungen und rechnen mit einer Marktreife in 3-6 Monaten (Rapidoil AG 2006).

Neben der Verwendung als Reinkraftstoff kann Palmöl in wärmeren Gefilden auch zu bestimmten Anteilen dem Dieselmotorkraftstoff beigemischt werden. In Malaysia und Thailand gibt es Bestrebungen, einen Mischkraftstoff aus 5 % raffiniertem Palmöl und 95 % Dieselmotorkraftstoff auf den inländischen Markt zu bringen (siehe unten).

### **Biodiesel (FAME)**

„Biodiesel“ ist der Oberbegriff für alle Arten von Fettsäuremethylestern (Fatty Acid Methyl Ester, FAME) aus unterschiedlichen Rohstoffen, die als Kraftstoff eingesetzt werden. Dabei handelt es sich um umgeesterte Pflanzenöle, die den Eigenschaften von mineralischem Dieselmotorkraftstoff angepasst wurden und deshalb in herkömmlichen Dieselmotoren verbrannt werden können. In Deutschland darf dieser Begriff nur für Kraftstoffe verwendet werden, die der 2003 eingeführten Norm DIN EN 14214 entsprechen.

In dieser Norm wird kein direkter Bezug auf die Art der Rohstoffe gegeben, aus denen der entsprechende Fettsäuremethylester herzustellen ist. Grenzwerte für einige Parameter (z.B. Oxidationsstabilität, Iodzahl, Anteil von mehrfach ungesättigten Fettsäuren, Koksrückstand) schränken die mögliche Rohstoffpalette jedoch indirekt ein.

Als Reinkraftstoff darf Biodiesel (FAME) aufgrund seiner lösungsmittelähnlichen Eigenschaften (eingeschränkte Materialverträglichkeit) ausschließlich in dafür freigegebenen bzw. nachgerüsteten Fahrzeugtypen eingesetzt werden. Einige Fahrzeughersteller (z.B. VW, Audi, Skoda, Seat und BMW) haben eine Freigabe jedoch nur für Rapsölmethylester (RME) erteilt.

Neben der Verwendung als Reinkraftstoff darf DIN EN 14214-konformer Biodiesel auch dem Mineralöldiesel ohne besondere Kennzeichnung bis zu einem Volumenanteil von 5 % beigemischt werden (DIN EN 590). Dafür ist keine gesonderte Freigabe oder Nachrüstung seitens der Fahrzeughersteller erforderlich.

### **Biodiesel aus Palmöl (PME)**

In Deutschland bildet vor allem Rapsöl die Rohstoffbasis für Biodiesel. Rapsöl eignet sich besonders gut für die Herstellung von Biodiesel, da bereits ohne Additive ein CFPP-Wert (Cold Filter Plug Point, Grenzwert der Filtrierbarkeit unter Laborbedingungen) von -10 bis -12° C und ebenso Oxidationsstabilitäten von 9 h und höher zustande kommen. Zu beachten ist weiterhin, dass die Mehrzahl der Additive derzeit nur für die Anwendung bei RME geprüft ist.

Biodiesel, der aus Ausgangsstoffen mit einem hohen Anteil von gesättigten Fettsäuren (z.B. aus Palmöl oder tierischen Fetten) hergestellt ist, hat dagegen schlechte Kälteeigenschaften. Wiederholt sind Fälle bekannt geworden, bei denen Filterverstopfungen durch Palmölmethylestermischungen verursacht wurden und zu Ärger bei Anwendern und an Tankstellen geführt haben. Es ist derzeit aus chemisch-physikalischen Gründen nicht zu erwarten, dass Methylester mit sehr niedrigem CFPP-Wert – beispielsweise Palmölmethylester (PME) oder Mischungen, die wesentliche Anteile an PME enthalten – durch Additive eine DIN EN 14214-konforme Wintertauglichkeit erreichen (AGQM 2006).

Auf europäischer Ebene gibt es derzeit Bestrebungen, die Dieselmotornorm DIN EN 590 dahingehend zu ändern, dass der beigemischte Biodiesel die in der Biodieselnorm DIN EN 14214 geforderten Kälteeigenschaften (CFPP-Wert) nicht erfüllen muss. Ein solcher Mischkraftstoff könnte (aufgrund des maximal 5 %-igen Biodieselanteils) dann durch geeignete Additive wintertauglich gemacht werden. Diese Maßnahme würde den europäischen Biodieselmotormarkt für PME öffnen.

In welchem Umfang PME bereits jetzt im Speditionsgewerbe (hoher Kostendruck) eingesetzt wird, ist aufgrund fehlender Statistiken nicht bekannt. Die Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. (AGQM) weist jedoch ausdrücklich darauf hin, dass Schäden (Ausfall von Komponenten im Kraftstoffversorgungssystem oder bei der Abgasnachbehandlung) durch unzureichende Kraftstoffqualität nicht durch Herstellergarantien abgedeckt sind.

Trotz momentan noch bestehender technischer und rechtlicher Unabwägbarkeiten sind derzeit erste größere Investitionen bzw. Planungen in Europa im Gange: Im niederländischen Zwijndrecht plant ein Jointventure aus Golden Hope Plantations Bhd und Godiver Handelsgesellschaft mbH eine 30.000 t-Biodieselanlage und in Nordengland wird Biofuels Co. Plc demnächst eine 250.000 t-Anlage in Betrieb nehmen, die Biodiesel u. a. aus Palmöl produzieren soll (F.O. Licht 2006).

### 2.3.2 Nutzung als Brennstoff (stationär)

Grundsätzlich können Fettsäuremethylester (FAME) als Brennstoff in den gleichen Brennern wie Heizöl eingesetzt werden. Bei der stationären Nutzung in Kraftwerken, Heizwerken und (Block-)Heizkraftwerken kommt aber in der Regel reines Pflanzenöl zum Einsatz.

Beispielsweise kann Pflanzenöl in modernen Anlagen für Heizöl (extra leicht) mit Ölvorwärmung und „heiße Brennkammer“ in Beimischungen von 10 bis 20 % zum leichten Heizöl zum Einsatz kommen (insbesondere Kleinf Feuerungsanlagen). Schwerölbrenner mit Rotations- und Druckzerstäuber und Ölvorwärmung (50-60 C) sind dagegen für den Betrieb mit reinem Pflanzenöl ohne Heizölbeimischung grundsätzlich geeignet (insbesondere Großfeuerungsanlagen). Darüber hinaus ist auch ein Einsatz in pflanzenöлтаuglichen Brennertypen problemlos möglich (Hartmann & Kaltschmitt 2002).

In einem thermischen Kraftwerk wird durch die Verbrennung von Pflanzenöl Wasserdampf erzeugt, dessen thermische Energie in einer Turbine zunächst in mechanische Energie umgewandelt wird. Diese wiederum treibt einen Generator an, der sie in elektrische Energie (Strom) umwandelt.

Reines Palmöl kann insbesondere in Anlagen eingesetzt werden, die ansonsten schweres Heizöl verbrennen. Aufgrund seines hohen Schmelzpunktes (siehe oben) ist mit dem Einsatz von Palmöl ein gewisser Zusatzaufwand (Beheizung) verbunden, für den aber in der Regel genügend Prozesswärme zur Verfügung steht.

In Europa wurden im Jahr 2005 ca. 1-1,5 Mio. t Palmöl in Kraftwerken eingesetzt, bei 3,5 Mio. t Palmöl-Gesamtimport. Rund ein Drittel davon wurde von der niederländischen Biox B.V. geliefert (Kerkwijk 2006). Biox wird ab 2007 von IOI Group Bhd und Golden Hope Plantations Bhd (beide Malaysia) beliefert und will in den Niederlanden vier weitere Kraftwerke auf Palmölbasis bauen. Allein dort wurden 2005 geschätzte 400.000 t Palmöl verstromt (F.O. Licht 2006).

### 3 Zukünftige Palmöl-Nachfrage und Politik

Von *Andreas Pastowski*

Nimmt man energetische und nicht-energetische Nutzung zusammen, rechnet die Welternährungsorganisation wenigstens mit einer weiteren Verdoppelung der Palmölproduktion gegenüber 1999/2001 bis zum Jahr 2030 (FAO 2006b).

Für die Zukunft sind für das Ausmaß der weltweiten Produktion und Nutzung von Palmöl vor allem die folgenden Faktoren relevant:

- Die Entwicklung von Bevölkerung, Pro-Kopf-Einkommen und Konsumgewohnheiten, die das globale Nachfragevolumen insgesamt sowie die Nachfrage nach einzelnen Produkten im energetischen wie nicht-energetischen Bereich bestimmen.
- Der Rohölpreis, der für das Ausmaß der energetischen Nutzung von Pflanzenölen bedeutsam ist.
- Die politischen Rahmenbedingungen des Anbaus, Exportes und der Verwendung von Ölpflanzen sowie der daraus hergestellten Produkte insbesondere für die energetische Nutzung in den Sektoren Verkehr und Energie.

#### **Potenzielle weltweite Anbaufläche**

Genaue Prognosen über die weitere Entwicklung des energetischen Palmölmarktes sind aufgrund der besonders im Agrarsektor ausgeprägten Preisschwankungen und der unklaren Tendenz der Rohölmärkte nicht quantifizierbar. Darüber hinaus ist der Palmölmarkt von den Subventionen wie Steuererleichterungen in den Hauptimportländern wie der EU abhängig, solange es keine globale Anrechnung der Kohlenstoffemissionen durchgängig auf alle Energieträger gibt. In Daten zu fassen sind also nur die Politikvorgaben zur Förderung erneuerbarer Energien, wobei auch hier entscheidende Größen wie etwa der Anteil von Raps-Biodiesel oder Palmöl-Biodiesel sowie Ethanol am angestrebten Biokraftstoffanteil des Kraftstoffgesamtverbrauchs nicht im Einzelnen vorgegeben werden. Eine weitere quantifizierbare wenn auch wenig verlässliche Größe stellen die globalen oder länderspezifischen Aussagen über zu erwartende Verbrauchsmengen aufgrund von demographischen bzw. wirtschaftlichen Entwicklungen in Form von Fortschreibungen dar.

#### **3.1 Perspektiven des Palmöl-Marktes**

Die weltweite Nachfrage nach Pflanzenölen hing in der Vergangenheit primär von dessen Verwendung in der Produktion von Nahrungsmitteln und Kosmetika ab. Palmöl steht bei vielen Nutzungen in einem intensiven Substitutionswettbewerb mit anderen Pflanzenölen, bei denen die Produktionsmengen innerhalb deutlich kürzerer Fristen variiert werden können, wodurch sich Mengen- und Preisschwankungen bei diesen im Rahmen der Substitutionsmöglichkeiten auch auf Palmöl übertragen. Eine solche Marktsituation ist geprägt von starken Schwankungen der Umsätze und der Erträge der in der Agrarproduktion tätigen Unternehmen sowie der Zahl der von diesen angebotenen Arbeitsplätzen.

In den Hauptanbauländern der meisten Ölpflanzen bestehen im Unterschied zur EU kaum Subventionen zum Ausgleich der Schwankungen im Agrarbereich. Vor diesem Hintergrund bietet die Erschließung zusätzlicher Absatzmärkte erhebliche Potenziale zur Verstärkung des Angebotes und der Preise von Ölpflanzen, der damit erzielten Umsätze und Exporterlöse sowie der Zahl der damit in Zusammenhang stehenden Arbeitsplätze. Dies gilt verstärkt für den Eintritt in die Energiemärkte, da diese zukünftig durch starke Nachfragesteigerungen und ein zunehmendes strukturelles Unterangebot an bezahlbaren fossilen Brennstoffen geprägt sein werden.

Besonders sichtbar geworden ist die Vorteilhaftigkeit der Diversifikation der Absatzmärkte durch die Etablierung eines Marktes für Bioenergie bereits beim Anbau von Zuckerrohr und der kombinierten Erzeugung der daraus gewonnenen Produkte Zucker und Ethanol in Brasilien. Die zunehmende energetische Verwendung von Rapsöl in der Europäischen Union könnte eine Erklärung dafür sein, warum die Schwankungsbreite der Jahresdurchschnittspreise bei Pflanzenölen seit Mitte der achtziger Jahre rückläufig ist und die Breite des Kanals der Preise für die verschiedenen Pflanzenöle ebenfalls abnimmt. Die wirtschaftlichen Vorteile des Anbaus von Ölpflanzen für die kombinierte Produktion von Pflanzenölen für traditionelle und energetische Verwendungen sind also ein starker wirtschaftlicher Anreiz, den Anbau von Ölpflanzen auch zulasten anderer Nutzpflanzen auszuweiten, die diesen Vorteil nicht aufweisen.

Sowohl die Entwicklung des Rohölpreises wie auch die der Nachfrage nach Pflanzenölen wird zukünftig durch das globale Bevölkerungswachstum und die Zunahme der Pro-Kopf-Einkommen in vielen Regionen der Welt bestimmt. Hiervon betroffen sind nicht zuletzt die heutigen Hauptanbauländer von Ölpalmen. Beide Faktoren machen eine deutliche Zunahme der Nachfrage nach Palmöl für traditionelle und energetische Nutzungen wahrscheinlich. Insbesondere in den gegenwärtigen Hauptanbauländern könnte sich hieraus eine stärkere Ausschöpfung der Produktionsmöglichkeiten durch die inländische Nachfrage ergeben, die womöglich die zukünftigen Exportmöglichkeiten begrenzt.

Bei Ethanol wurde eine Bindung an die Preisentwicklung beim mineralischen Rohöl festgestellt. Findet eine ähnliche Tendenz auch bei Palmöl statt, wäre nicht-subventioniertes Palmöl in absehbarer Zeit kaum noch marktfähig, da die höheren Gewinne von den noch stärker steigenden agrarischen Herstellungskosten auf Rohölpreisbasis aufgezehrt würden (OECD 2006). Bereits heute schätzen malaysische Analysten trotz des derzeit hohen Rohölpreises von über 60 \$ pro Barrel die Gewinngrenze als erreicht an: mehr als 430 \$ darf eine Tonne Rohpalmöl nicht kosten um bei vergleichsweise stärker steigenden und auf Rohölpreisbasis kalkulierten Produktionskosten noch profitabel zu sein, während im Juli 2006 bereits ein Preis von 426 \$ erreicht war (Star Publications 2006).

Eine wissenschaftlich begründbare untere Gewinngrenze für Pflanzenöl im Vergleich zu fossilem Kraftstoff, d.h. ab welchem Rohöl-Barrelpreis das Palmöl profitabel ist, erscheint schwer festlegbar. Wenn der Rohölpreis steigt, dann steigen eben auch die Kosten u. a. für Düngemittel, so dass auch die Produktionskosten von Palmöl davon betroffen sind. Andererseits kann mit dem nicht-energetischen Palmkernöl mehr Erlöst werden, denn das zu ersetzende fossile Tensid verteuert sich ebenfalls, d.h. es ergeben sich gegenläufige und rückgekoppelte Effekte.

Erschwerend für die Berechnung kommt hinzu, dass bei steigenden Rohölpreisen auch alternative fossile Petrochemikalien im mobilen Sektor attraktiver erscheinen, d.h. kein Umstieg auf Biodiesel zwingend notwendig erscheint. Im stationären Bereich der Brennstoffe schließlich kann auch über Kohle oder Uran substituiert werden (Reinhardt 2006).

Palmöl ist wegen seiner Flächenproduktivität und der durch die energetische Nutzung weiter erhöhten Diversifikation der Absatzmärkte ein aus Sicht der Anbauländer wirtschaftlich attraktives Agrarprodukt. Die heutige Produktion hat sich durch eine Reihe von Gründen weitgehend auf Indonesien und Malaysia konzentriert, was jedoch nicht das Vorhandensein von noch größeren Potenzialen in anderen äquatorialen Regionen ausschließt. Für die Importländer bietet Palmöl die Möglichkeit, die Grenzen der eigenen Produktionspotenziale zu überwinden und teilweise kostengünstigeres und mit weniger Subventionen erzeugtes Palmöl zwecks Erfüllung der Zielsetzungen zum Einsatz biogener Kraftstoffe zu verwenden. Erzeugerländer können dagegen durch die lokale Biodieselproduktion Rohöl substituieren und damit Einsparungen in der Zahlungsbilanz erzielen.

Schließlich handelt es sich im gegenwärtigen Stadium bei den Importländern des Palmöls für energetische Nutzungen um artifizielle Märkte, die Palmöl hauptsächlich deshalb einführen, weil der daraus hergestellte Biodiesel aus Gründen des Klimaschutzes und des Wunsches zur Erhöhung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger steuerlich begünstigt ist. Das Ausmaß der steuerlichen Begünstigung wie auch andere Politikansätze für den erhöhten Einsatz biogener Energieträger sind aber in der Diskussion. Die in Deutschland zum 01. Januar 2007 beschlossene Einführung von Beimischungsverpflichtungen steigert die Nachfrage nach Biokraftstoffen und damit nach Pflanzenölen noch mehr als Steuerbegünstigungen, da diese unabhängig von den Kosten erfolgen muss und Kostensteigerungen weniger spürbar über die großen Mengen der Treibstoffgemische weiter gegeben werden können. Die Politik spielt also gegenwärtig für die Nachfrage nach Palmöl für energetische Zwecke die Hauptrolle.

Auf längere Sicht ist daher mit einer erheblichen Ausweitung der energetischen Palmölnutzung auszugehen: die Welternährungsorganisation FAO prognostiziert für den Nicht-Lebensmittelbereich ein jährliches Wachstum von 3,2 % gegenüber lediglich 1,5% für den Lebensmittelbereich, bezogen auf den Gesamtprognosezeitraum bis 2050. Der gesamte Palmölverbrauch wird im Jahr 2030 voraussichtlich 54,2 Mio. t Ölgehaltäquivalent betragen im Vergleich zu 25,6 Mio. t im Jahr 2001 (FAO 2006b).

### 3.2 EU-Politik zu Biokraftstoffen und Stand der Umsetzung

Das Grünbuch „Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply“ (CEC 2000) betont die Bedeutung alternativer Kraftstoffe für die Versorgungssicherheit, den möglichen Beitrag zur Minderung der Emissionen von Treibhausgasen und die brachliegenden Biomasse-Potenziale. Der Bericht zum Grünbuch schätzt, dass mittels geeigneter Rahmenbedingungen bis 2020 ein Anteil alternativer Kraftstoffe als Ersatz für Benzin und Diesel von 20 % erreichbar ist (CEC 2002).

Im Gefolge des Grünbuches entstanden im Juni 2001 zwei Vorschläge zu Richtlinien, die zum einen die Mitgliedstaaten auf bestimmte Mengenziele beim Absatz von Biokraftstoffen im Zeitraum 2005 – 2010 verpflichten sollen. Zum anderen sollten sie ihnen die Gelegenheit geben, den bislang engen Rahmen für eine steuerliche Förderung von Biokraftstoffen zu erweitern (CEC 2001a, 2001b, 2001c). Ziel der „Richtlinie vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ (CEC 2003a) ist die Zunahme des Einsatzes als Ersatz für Otto- und Dieselmotoren im Verkehrssektor in den Mitgliedstaaten. Die Mitgliedstaaten sollen sicherstellen, dass ein Mindestanteil an Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen auf ihren Märkten in Verkehr gebracht wird und legen hierfür Richtwerte fest. Als Bezugswerte für diese Richtwerte gelten, gemessen am Energieinhalt, jeweils ein Anteil von 2 % (5,75 %) aller Otto- und Dieselmotoren für den Verkehrssektor, die auf ihren Märkten bis zum 31. Dezember 2005 (2010) in Verkehr gebracht werden. Diese EU-Richtlinie setzt zugleich den Rahmen für die nachfolgend betrachteten nationalen Politiken in den Niederlanden und Deutschland. Auch für die Schweiz haben EU-Politiken teilweise orientierenden Charakter.

Im Weißbuch „Energy for the Future: Renewable Sources of Energy“ (CEC 1997) wurde bereits die Notwendigkeit zum Ausbau des Anteils von Biokraftstoffen erwähnt und auf die ohne Fördermaßnahmen mangelnde preisliche Konkurrenzfähigkeit hingewiesen. Die ersten Vorschläge der Kommission zur Einführung von Steuervorteilen in den EU-Mitgliedstaaten datieren aus dieser Zeit. Die „Richtlinie vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen

und elektrischem Strom“ (CEC 2003b) ermöglicht den Mitgliedstaaten die Steuerbefreiung bei Kraftstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen und Erzeugnissen aus Biomasse. Dies reicht bis hin zur vollständigen Befreiung von solchen Abgaben.

Drei EU-Mitgliedsländer (Österreich, Slowenien, Tschechien) haben sich für 2005 hinsichtlich des Marktanteils von Biokraftstoffen höhere Ziele gesetzt, die Mehrzahl der Mitgliedstaaten ist aber mit ihren Zielen deutlich unter den von der EU vorgesehenen 2 Prozent geblieben. Dies mag daran liegen, dass die Marktanteile von Biokraftstoffen im Jahr 2003 überwiegend weit unterhalb von 2 Prozent und teilweise bei 0 Prozent lagen. Entsprechend ambitioniert ist die EU-Vorgabe eines Anteils von Biokraftstoffen in Höhe von 5,75 Prozent für 2010.

Auch wenn zu berücksichtigen ist, dass die Vorgabe teilweise durch die Produktion und Beimischung von Ethanol erfüllt werden kann und nicht alle Länder gleichermaßen zur Zielerreichung beitragen müssen, so wird doch ein deutlicher Mehrbedarf erkennbar, der die Frage aufwirft, wie dieser gedeckt werden soll. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Erreichung der EU-Zielsetzung teilweise durch importierte Pflanzenöle angestrebt werden dürfte. Die bislang niedrigen Marktanteile verweisen darauf, dass es in den entsprechenden Mitgliedstaaten keine oder nur geringe Produktionskapazitäten und Infrastrukturen für die Produktion von Biodiesel auf Basis von Pflanzenölen oder solche für Ethanol gegeben hat. Da der Aufbau entsprechender Produktionskapazitäten Zeit in Anspruch nimmt, besteht die Neigung auf importierte Biokraftstoffe auszuweichen. Biodiesel aus Rapsöl hat bisher einen Marktanteil von etwa 85 - 90 % am EU-Biodieselvebrauch; es wird vom europäischen Ölmühlenverband FEDIOL mit Verdrängungseffekten zugunsten eines etwa 20 %-igen Marktanteils für Palmöl-Biodiesel gerechnet. Neben den unzureichenden Raffineriekapazitäten ist auch ein steigender Rapsölpreis aufgrund des heftigen Wettbewerbs mit der Verwendung von Rapsöl als Nahrungsmittel für den steigenden Importbedarf ausschlaggebend (Krishna & Mudeva 2005).

Im Rahmen des Clean Development Mechanism (CDM) spielt Palmöl bislang als alternativer Energieträger keine Rolle und die Zahl der mit der Palmölproduktion verbundenen CDM-Projekte ist noch klein, obwohl mit diesen die Klimagas-Bilanz verbessert



werden kann. Dies liegt offenbar an den generellen methodischen Schwierigkeiten der Implementation von CDM-Projekten im Verkehrssektor, die im Falle alternativer Kraftstoffe ebenfalls wirksam sind. Zudem können CDM-Projekte mit Palmöl als alternativem Energieträger nur in potenziellen Gastländern des CDM umgesetzt werden, was die Länder der EU ausschließt.

### 3.3 Politik zu Biokraftstoffen in den Niederlanden

In den Niederlanden sind im März 2006 die programmatischen Ziele eines Anteils von mindestens 2 (5,75) Prozent biogener Treibstoffe am kombinierten Absatz von Benzin und Diesel bis zum Jahr 2007 (2010) festgelegt worden (VROM 2006). Dies entspricht mit Ausnahme des späteren Zieljahres 2007 exakt der EU-Vorgabe. Hierbei soll ein Mindestmaß an Nachhaltigkeit der Biokraftstoffe gesichert werden indem solche, deren Erzeugung etwa mit großflächigen Entwaldungen einhergeht, von der Verwendung ausgeschlossen werden sollen. Hierzu will die niederländische Regierung auf EU-Ebene ein entsprechendes Zertifizierungssystem initiieren.

In den Niederlanden ist zugleich angekündigt worden, dass zur Erreichung des bis 2007 vorgesehenen Anteils von Biokraftstoffen in Höhe von zwei Prozent noch im Laufe des Jahres 2006 steuerliche Anreize eingeführt werden sollen. Überdies will die niederländische Regierung im Zeitraum 2006-2010 zur Förderung von innovativen Projekten im Bereich alternative Kraftstoffe 60 Mio. Euro bereit stellen, um die Marktpotenziale weitgehend auszuschöpfen und die CO<sub>2</sub>-Minderung zu maximieren (VROM 2006). Somit wird die EU-Vorgabe fast exakt nachvollzogen aber zugleich versucht, negativen Folgewirkungen des Importes von biogenen Energieträgern vorzubeugen und hierfür EU-weite Rahmenbedingungen zu schaffen. Es bleibt abzuwarten, ob die Einführung eines EU-weiten Zertifizierungssystems auf Initiative der niederländischen Regierung gelingt und damit ein wirksamer Beitrag zum Schutz der Regenwälder geleistet werden kann. Aufgrund der geografischen Lage der Niederlande mit den großen Seehäfen und Raffineriestandorten kann davon ausgegangen werden, dass importiertes Palmöl wegen der günstigen logistischen Voraussetzungen vor allem dort in den EU-Markt gebracht wird.

### 3.4 Politik zu Biokraftstoffen (Bioenergie) in Deutschland

Ende 2004 beschloss die deutsche Bundesregierung eine Treibstoffstrategie als Teil ihres ersten Fortschrittsberichtes zur Strategie der Nachhaltigkeit (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2004). Ausgehend von einem Anteil der Biotreibstoffe in Höhe von rund 1,2 Prozent in 2003 werden ausdrücklich die von der EU gesetzten Ziele als nationale Zielsetzungen bekräftigt. Bis 2020 wird erwartet, dass Biodiesel und Bioethanol vor allem als Beimischungen zu konventionellen Kraftstoffen eine wesentliche Rolle bei der Erreichung der Zielsetzungen spielen werden. Allerdings werden Restriktionen durch inländische Flächenknappheit und die Konkurrenz anderer Verwendungsformen mit einem höheren Beitrag zum Klimaschutz gesehen. Daher wird von 5 Prozent als einem plausiblen kombinierten Anteil von biogenen Kraftstoffen bei Diesel und Benzin ausgegangen (Arnold et al. 2005).

Von der EU-Richtlinie zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom (CEC 2003b) hat die Bundesrepublik Deutschland für Biokraftstoffe Gebrauch gemacht und hierfür am 18.02.2004 von der Kommission die Bestätigung erhalten. In Deutschland war ursprünglich beabsichtigt, Biokraftstoffe bis 2009 von der Erhebung der Mineralölsteuer auszunehmen. Aufgrund der Haushaltslage, der zunehmenden Nachfrage nach Biokraftstoffen und auch im Hinblick auf die ambitionierten Zielsetzungen der EU und die bereits eingetretenen und für die Zukunft zu erwartenden Steuerausfälle ist die Steuerfreiheit für Biokraftstoffe abgeschafft worden.

Im Juli 2006 wurden vom Deutschen Bundestag die folgenden Änderungen beschlossen: Reiner Biodiesel wird ab August 2006 mit neun Cent pro Liter besteuert. Ab 2008 steigt die Steuer jährlich um sechs Cent bis auf 45 Cent pro Liter in 2012. Reines Pflanzenöl bleibt dagegen noch bis Ende 2007 steuerfrei und wird ab 2008 mit zehn Cent pro Liter besteuert. Auch für Pflanzenöl steigen die Steuersätze jährlich bis auf 45 Cent pro Liter ab 2012 und nähern sich damit dem vollen Steuersatz bis auf 2,04 Cent pro Liter. In der Landwirtschaft und in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen eingesetzte reine Biokraftstoffe bleiben dagegen steuerfrei.

Weil die Steuer weder nach der Art des Rohstoffes noch nach dessen Herkunft differenziert erhoben wird, wirkt sie auf alle Pflanzenöle gleichermaßen. Da die Kosten von Biodiesel je nach dem verwendeten Pflanzenöl stark variieren und die Besteuerung die gegenüber Kraftstoffen auf Mineralölbasis vorhandenen Preisvorteile weitgehend aufzehrt, muss für die Biodieselproduktion zukünftig mit einem vermehrten Ausweichen auf preiswertere importierte Pflanzenöle gerechnet werden.

Für die weitere Entwicklung hängt viel von der seitens der Bundesregierung angekündigten Beimischungsverpflichtung ab. Das Finanzministerium hat für Biodiesel eine Quote für die Beimischung in Höhe von 4,4 Prozent energetisch bzw. 5 Prozent nach Volumen ab dem 1. Januar 2007 vorgeschlagen. Dies entspricht rund 1,5 Mio. Tonnen Biodiesel und etwa der Hälfte der Produktionskapazität deutscher Biodieselhersteller.

Das Biokraftstoffquotengesetz schafft zugleich die Ermächtigung dafür, per noch in 2007 zu erlassender Rechtsverordnung zu regeln, nach welchen ökologischen Kriterien importierte Pflanzenöle, von der Beimischung ausgeschlossen werden können. Hierzu zählen Kriterien hinsichtlich der Grundsätze nachhaltiger Bewirtschaftung, Anforderungen an den Schutz natürlicher Lebensräume sowie solche bezüglich der CO<sub>2</sub>-Minderung.

Ein weiteres Förderungspotenzial in Deutschland, das für Palmöl eine nicht abschließend geklärte Bedeutung hat, ist die Förderung der Einspeisung von in Kraft-Wärme-Kopplung aus Biomasse produziertem Strom. Bei Anlagen bis zu 50 kW<sub>el</sub> wird davon ausgegangen, dass Rapsöl auch zukünftig der wichtigste Energieträger sein wird (IE et al. 2005, S. 57). Bei wachsenden Marktanteilen von Anlagen im Leistungsbereich über 500 kW<sub>el</sub> dürfte ein stärkeres Interesse an der Nutzung von Sojaöl und Palmöl bestehen und es wird erwartet, dass sich zukünftig die Marktanteile entsprechend zugunsten dieser Pflanzenöle verschieben. Allerdings lehnen es einige Netzbetreiber ab, für Strom, der in stationären BHKW mit Pflanzenöl ausländischer Herkunft erzeugt wurde, den so genannten NawaRo-Bonus für die Verstromung nachwachsender Rohstoffe von 0,06 bzw. 0,04 €/kWh zu gewähren. Hintergrund ist, dass das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) nicht eindeutig definiert, ob Pflanzenöle

zu den nachwachsenden Rohstoffen zählen. Bis zur endgültigen Klärung dieser juristischen Frage und wegen der Bedeutung des NawaRo-Bonus für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs, ist der Einsatz der importierten Pflanzenöle in solchen Anlagen gegenwärtig mit Unsicherheiten behaftet (IE et al. 2005, S. 59).

Deutschland bietet mit seinen Häfen an der Nord- und Ostsee gute logistische Voraussetzungen für den Einsatz importierter Pflanzenöle. Aktuelle Vorhaben zum Ausbau der Kapazitäten zur Veresterung von Pflanzenölen sehen u.a. Standorte wie Emden oder Rostock sowie eine technische Auslegung vor, die hinsichtlich des Einsatzes verschiedener Pflanzenöle technisch flexibel ist. Die Reduzierung der steuerlichen Förderung wird die Suche nach kostengünstigeren Pflanzenölen zur Produktion von Biodiesel als dem bislang überwiegend verwendeten Rapsöl verstärken. Die Beimischungsverpflichtung wird überdies die großen Mineralölkonzerne mit ihren zentralen Einkaufsabteilungen stärker als Akteure einschalten, was ebenfalls auf eine zukünftig systematischere Ausschöpfung von Kostenvorteilen und damit höhere Importanteile schließen lässt.

### 3.5 Politik zu Biokraftstoffen in der Schweiz

Als Nicht-EU-Land muss sich die Schweiz gegenüber den EU-Zielsetzungen nicht positionieren. In der Schweiz besteht bislang nur die qualitative Zielsetzung, alternative Kraftstoffe zukünftig vermehrt einzusetzen. Zudem gibt es Pilotprojekte, mit denen die Praktikabilität alternativer Kraftstoffe in Flottenversuchen getestet wird. Im Rahmen eines laufenden Gesetzgebungsverfahrens zur Steuerbefreiung umweltfreundlicher Kraftstoffe wird erwartet, dass die Zielsetzungen und die Strategie der Schweiz bezüglich des zukünftigen Einsatzes alternativer Kraftstoffe konkretisiert werden. Gegenwärtig ist unklar, wie dabei mit importierten Pflanzenölen verfahren werden soll (BUWAL 2006).

In der Schweiz ist mit einer aktuell angestrebten Gesetzesänderung die steuerliche Förderung umweltschonender Kraftstoffe geplant. Der Bundesrat hat hierzu am 3. Mai 2006 die Botschaft zur Änderung des Mineralölsteuergesetzes verabschiedet (EFD 2006). Danach sollen vorbehaltlich der noch ausstehenden Entscheidung durch die Bundesversammlung im Herbst oder Winter des Jahres voraussichtlich ab Mitte 2007 umweltschonende Treibstoffe mittels steuerlicher Anreize gefördert werden, um damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß

im Straßenverkehr zu senken. Die daraus zu erwartenden Steuermindereinnahmen sollen durch eine entsprechend höhere Besteuerung konventioneller Kraftstoffe vollständig kompensiert werden. Der Gesetzentwurf sieht eine Steuerbefreiung für „Treibstoffe aus erneuerbaren Rohstoffen“ vor d.h. solche, die aus Biomasse oder anderen erneuerbaren Energieträgern hergestellt werden. Was im Einzelnen als Treibstoff aus erneuerbaren Rohstoffen gilt, soll unter Berücksichtigung des Beitrags zum Umweltschutz vom Bundesrat definiert werden. Dieser kann Mindestanforderungen bezüglich des Nachweises der ökologischen Gesamtbilanz stellen (Entwurf Änderung Mineralölsteuergesetz 2006). Letztere könnten je nach Ausgestaltung zu einem Auschlusskriterium für bestimmte Pflanzenöle werden.

Trotz des Fehlens einer offiziellen Zielsetzung zum Einsatz biogener Kraftstoffe würde die Schweiz bei Annahme der Gesetzesänderung durch die Bundesversammlung bezüglich der Förderung von Biokraftstoffen eine Spitzenstellung einnehmen. Die vollständige Befreiung von Biokraftstoffen von der Mineralölsteuer und die Kompensation der Mindereinnahmen durch die Anhebung der Steuersätze bei den Mineralölprodukten könnte ein sehr starker finanzieller Anreiz für die Verwendung biogener Energieträger im Verkehr sein. Die gälte vor allem für die Verwendung reinen Biodiesels oder von Pflanzenölen, während sich im Falle der Beimischung von Biodiesel die steuerlichen Effekte konstruktionsbedingt ausgleichen, was in der Mineralölwirtschaft allein unter steuerlichen Gesichtspunkten eine indifferente Haltung gegenüber der Beimischung begründen könnte.

Beim Einsatz von importierten Pflanzenölen wie Palmöl für die Produktion von Biodiesel ist die Wirtschaftlichkeit in der Schweiz durch höhere Transportkosten belastet, da eine überwiegende Versorgung des näheren Hinterlandes eines Seehafens wie in den Niederlanden oder Deutschland nicht möglich ist und damit längere und teilweise alpine Überlandtransporte anfallen. Insofern ist ungewiss, ob die höheren Transportkosten von den niedrigeren Produktpreisen überkompensiert werden können und in der Schweiz tatsächlich mit zunehmenden Importen von Palmöl für energetische Zwecke zu rechnen ist.

### 3.6 Politik zu Biokraftstoffen in den Palmöl-Erzeugerländern

Malaysia treibt die inländische Einführung eines Palmöl-Mischkraftstoffs aus 5 % raffiniertem Palmöl und 95 % Diesel voran (MPIC 2006). Parallel dazu soll an drei Standorten noch in diesem Jahr mit der Produktion von 180.000 t Palmöl-Biodiesel (PME) begonnen werden, der nur für den Export u. a. nach Europa bestimmt ist. Insgesamt ist eine Kapazität von ca. 1 Mio. t PME geplant (F.O. Licht 2006).

Indonesien will im Jahr 2010 bereits 1,3 Mrd. \$ aus dem Exporterlös von Biokraftstoffen erzielen und hierfür 11 Raffinerien einrichten oder ausbauen. Seit Mai 2006 kann auch Diesel innerhalb Indonesiens bis zu 10 % an biogenem Treibstoff enthalten. Gemeinsam mit Malaysia hat Indonesien beschlossen, 40% der Palmölausfuhren den Biotreibstoffen vorzubehalten. Hierfür sollen 3 Mio. ha Anbaufläche zusätzlich für die Palmölproduktion erschlossen werden. In Malaysia soll bis 2020 die Palmölproduktion von 11,8 auf 18,8 Mio. t gesteigert werden, was die bewirtschaftete Fläche von derzeit 3,5 Mio. ha auf 5,1 Mio. ha erweitern würde (Thukral 2006b und Star Publications 2006).

Neben ökologischen Problemen die eine massive Flächenausdehnung mit sich bringen wird (vgl. Kapitel 5), erscheint es angesichts der Korruption und Rechtsunsicherheit in Indonesien auch sehr fraglich, ob sich genügend Investoren bereit finden werden, die die benötigten 22 Milliarden US-\$ für den Ausbau der Raffineriekapazität zur Verfügung stellen werden (Kleine-Brockhoff 2006).

Darüber hinaus öffnet gerade in Indonesien die Korruption auch die Tür für die ungeordnete oder illegale Umwandlung des Naturwaldes. Aufgrund der politischen Reform nach dem Sturz des Suharto-Regimes 1998 ist im Wege der Dezentralisierung mehr Macht an die Provinzregierungen abgegeben worden. Diese sind nun wiederum auf lokaler Ebene für korrupte Praktiken bei der Vergabe von Nutzungskonzession bei als „degradiertem Naturwald“ eingestuft Flächen anfällig. Schutz bei unzulässigen Entscheidungen der nationalen oder lokalen Behörden kann oftmals auch die Justiz in Indonesien nicht bieten- (Kleine-Brockhoff 2006).

### 3.7 Bedingungen des internationalen Handels mit Palmöl

Die Erfüllung der EU-Zielsetzungen zur Verwendung von alternativen Kraftstoffen in den Mitgliedstaaten lassen sich gegenwärtig nicht allein mittels innerhalb dieser Staaten verfügbarer Rohstoffe umsetzen. Auch für die Zukunft ist die Erfüllung der Ziele allein auf Basis der in den Mitgliedstaaten möglichen Produktionsmengen ungewiss. So wurden etwa im Zeitraum 2002/2003 1,18 Mio. t Rapssamen nach Deutschland importiert. Hiervon kamen 68 % aus Frankreich und weitere 16 % aus der Tschechischen Republik. Im gleichen Zeitraum wurden 740.000 t in die Benelux-Länder sowie nach Großbritannien und Mexiko exportiert (Thrän et al. 2004, S. 83).

Wieweit ein hohes Maß an Eigenversorgung mit alternativen Kraftstoffen zukünftig durch die gerade erst anlaufende Aufbereitung von Restbiomasse und Abfällen für energetische Nutzungen gelingen kann ist gegenwärtig unklar. Die überwiegende Verwendung von Ölsaaten zur Produktion von Biodiesel in der EU hat bereits zu einem deutlichen Anstieg der Preise vor allem von Rapsöl geführt. Da prinzipiell alle pflanzlichen Öle direkt oder nach der Weiterverarbeitung zu Biodiesel als Energieträger genutzt werden können, wird durch den Preisanstieg beim Rapsöl ein Anreiz zum Zugriff auf andere pflanzliche Öle und auf importierte Pflanzenöle oder daraus erzeugten Biodiesel gesetzt. Die energetische Nutzung von Biomasse regt also sowohl den Handel mit entsprechenden Rohstoffen als auch den mit den daraus gewonnenen Energieträgern an. Diese Entwicklung hat sich bereits viel deutlicher im Falle von Ethanol gezeigt, bei dem ein Transport von Rohprodukten nicht in Betracht kommt und das mittlerweile in erheblichem und wachsendem Umfang international gehandelt wird.

Für Pflanzenöle relevante Handelsbeschränkungen können sich zunächst technisch ergeben, wenn die zur Produktion biogener Kraftstoffe genutzten Rohprodukte zu voluminös oder verderblich sind, um über größere Entfernungen transportiert zu werden. Im Falle der Verwendung von Palmöl für energetische Zwecke kann sowohl das unverarbeitete Rohprodukt Palmöl als auch der daraus hergestellte Biodiesel international gehandelt werden, da auch das Rohprodukt hinreichend haltbar ist und sich der Transportaufwand nur unwesentlich unterscheidet.

Gegenwärtig lassen sich bei Pflanzenölen zwei parallel verlaufende Trends ausmachen, die die von den EU-Mitgliedstaaten importierten Mengen an Palmöl beeinflussen können:

In den Exportländern von Pflanzenölen werden Umesterungsanlagen zur Weiterverarbeitung geplant. Hiermit kann die Wertschöpfungskette in den Anbauländern verlängert werden, womit dort der wirtschaftliche Nutzen erhöht wird. Exportiert wird dann der Biodiesel, soweit dieser nicht dort verwendet wird, und es werden entsprechend höhere Exporterlöse erzielt. Malaysia hat allerdings bereits ein Moratorium für die Lizenzierung von Palmöl-Umesterungsanlagen angekündigt, solange nicht geklärt ist, dass die energetische Verwendung von Palmöl keine Einschränkungen für die Nutzung als Nahrungsmittel nach sich zieht. (Thukral 2006).

In den EU-Mitgliedstaaten werden vereinzelt hafennahe Umesterungsanlagen projektiert, mittels derer importierte Pflanzenöle zu Biodiesel verarbeitet werden können. Dabei werden die Anlagen so ausgelegt, dass sämtliche Pflanzenöle verwendbar sind. Parallel dazu werden teilweise langfristige Lieferverträge mit den Produzenten in den Anbauländern geschlossen, um hinsichtlich Preis und Menge einen verlässlichen Bezug des Rohstoffes abzusichern.

Seitens der EU wird hierzu eine zweigleisige und letztlich nicht widerspruchsfreie Strategie verfolgt. Einerseits will die EU bei der weiteren Entwicklung im Handel mit Pflanzenölen den Interessen der heimischen Erzeuger und ihrer Handelspartner Rechnung tragen. Andererseits soll die „Biodiesel-Norm“ Norm EN 14214 dergestalt geändert werden, dass ein breiteres Spektrum von Pflanzenölen für die Herstellung von Biodiesel genutzt werden kann. (CEC 2006a).

Der internationale Handel mit Palmöl zur Herstellung von biogenen Kraftstoffen unterliegt den allgemeinen WTO-Regularien zum Handel mit Agrarprodukten. Eine gesonderte Behandlung von Agrarprodukten, die ausschließlich für die Herstellung von Energieträgern genutzt werden sollen, wäre nur schwer kontrollierbar, da über die Verwendung erst im Importland entschieden wird. Anders verhält es sich bei Palmöl, das bereits im Anbauland zu Biodiesel weiter verarbeitet wurde, da in diesem Fall nur eine energetische Nutzung in Frage kommt. Allerdings ist hierbei unklar, ob nach der

Umwandlung in Biodiesel die Rückverfolgung zum Ausgangsmaterial möglich ist und ob nicht die tatsächliche Herkunft verschleiert werden kann.

Die EU legt im Rahmen des TARIC (Integrierter Zolltarif der Europäischen Gemeinschaften) einheitliche Zollsätze fest. Gegenüber den Hauptanbauländern von Ölpalmen Malaysia und Indonesien werden auf Importe von rohem Palmöl für den technischen und industriellen Gebrauch außer der Produktion von Lebensmitteln für den menschlichen Verzehr aktuell keine Einfuhrzölle erhoben (CEC 2006b). Da Biokraftstoffe gegenwärtig zolltariflich nicht gesondert erfasst werden, lassen sich die Anteile der Ethanol-, Ölsaaten- und Pflanzenölimporte, die im Verkehrssektor verwendet wurden, nicht bestimmen. Die EU-Kommission will die Vor- und Nachteile und rechtlichen Folgen eines eigenen handelsrechtlichen Nomenklaturcodes für Biokraftstoffe prüfen (CEC 2006a).

### 3.8 Schlussfolgerungen

Die maßgeblich von der EU voran getriebene Politik eines forcierten Einsatzes von Biokraftstoffen stellt die Mitgliedstaaten bei der Umsetzung vor teilweise große Herausforderungen. Angesichts beschränkter Produktionskapazitäten und niedrigerer Kosten für importierte Pflanzenöle als Grundstoff für die Produktion von Biodiesel bzw. zur stationären Nutzung als Brennstoff wächst die Neigung, verstärkt auf importierte Pflanzenöle auszuweichen. Seitens der EU wird dies durch den Verzicht auf die Erhebung von Importzöllen auf Palmöl für den technischen und industriellen Gebrauch außerhalb der Nahrungsmittelindustrie aus den Hauptanbauländern Malaysia und Indonesien unterstützt.

Während viele Mitgliedstaaten noch damit beschäftigt sind, im nationalen Rahmen die Voraussetzungen für die Umsetzung der EU-Zielsetzungen zur Verwendung von Biokraftstoffen zu schaffen, ist das Thema importierter Pflanzenöle und damit potenziell verbundener ökologischer Nebenwirkungen dort bislang überwiegend nicht angekommen. In der Schweiz ist die Situation einerseits ungünstiger, da bislang offenbar keine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Thema Biokraftstoffe stattgefunden hat und eine diesbezügliche Strategiebildung offenbar noch aussteht. Andererseits gibt es dort eine intensive Auseinandersetzung mit Palmöl als Rohstoff der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie, die bis zur Vergabe von Standards für Palmöllieferanten

durch den Migros-Konzern reicht. In den Niederlanden werden die steuerlichen Fördermöglichkeiten geprüft und wird zugleich der weitreichendste Vorschlag zu einer EU-weiten Etablierung von Standards für importierte Pflanzenöle hinsichtlich deren ökologischer Auswirkungen gemacht.

Die deutsche Politik strebt die Erfüllung der EU-Zielsetzungen an. Gegenwärtig wird hierzu ein Wechsel von der steuerlichen Begünstigung des Einsatzes von Biokraftstoffen zu einer obligatorischen Beimischung zu mineralischen Kraftstoffen vollzogen. Dabei soll per noch in 2007 zu erlassender Rechtsverordnung solche Biomasse ausgeschlossen werden, deren Erzeugung nicht den Grundsätzen nachhaltiger Bewirtschaftung entspricht oder die Anforderungen an den Schutz natürlicher Lebensräume nicht erfüllt.

Diese Situation in den europäischen Importländern trifft sich mit den ehrgeizigen wirtschaftlichen Entwicklungszielen der Anbauländer von Ölpalmen sowie den Bestrebungen zur Liberalisierung des Handels mit Agrargütern im Rahmen der WTO, die den Schwerpunkt auf ökonomische Effizienzgewinne legen und ökologische Anforderungen an die Produktion von Agrargütern vorwiegend als neuartige Form nicht-tarifärer Handelsschranken wahrnehmen.

## 4 Umweltwirkungen der Palmöl-Produktion

Von *Guido Reinhardt, Nils Rettenmaier und Sven Gärtner*

Die Produktion und Nutzung von Palmöl als Energieträger hat mannigfaltige Auswirkungen auf die Umwelt, die im Folgenden anhand dieser Aspekte beschrieben werden:

- Konsequenzen der Entwaldung, insbesondere Verlust von Biodiversität und Wohlfahrtsleistungen der für Ölpalmenplantagen gerodeten Naturwälder sowie mögliche Alternativen zur Naturwaldrodung.
- Vergleich der gesamten Produktions- und Nutzungskette von Palmöl-Biodiesel mit der von konventionellem Dieselmotorkraftstoff bzw. der entsprechenden Lebenswege von reinem Palmöl zur Strom- und/oder Wärmergewinnung im Vergleich zur konventionellen Energiebereitstellung aus fossilen Energieträgern. Betrachtet werden beispielhaft Energie- und Treibhausgasbilanzen auf der Basis dieser so genannten Lebenswegvergleiche.
- Sonstige Umweltwirkungen, die in direktem Bezug zur Gewinnung und Verarbeitung von Palmöl stehen.
- Optimierungspotenziale, in denen die wesentlichen Bereiche der ökologischen Optimierungsmöglichkeiten im Überblick aufgeführt sind.
- Zukünftiger Flächenbedarf durch Palmölanbau für energetische und nicht-energetische Zwecke in den Haupterzeugerländern Südostasiens.

### 4.1 Ölpalmenplantagen und tropische Naturwälder

Wie in Kapitel 2.1 bereits erwähnt, gedeiht die Ölpalme ausschließlich in den Innertropen, die von Natur aus größtenteils bewaldet wären. Diese tropischen Naturwälder weisen eine enorme biologische Vielfalt auf und tragen durch ökologische Serviceleistungen zur Wohlfahrt des Menschen bei.

#### 4.1.1 Biologische Vielfalt und Wohlfahrtsleistungen

##### Biologische Vielfalt (Biodiversität)

Biodiversität (biologische Vielfalt) bedeutet die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft und umfasst neben der Vielfalt zwischen den Arten (Artenvielfalt) auch die Vielfalt innerhalb der Arten (genetische Vielfalt) und die Lebensraumviel-

falt (Vielfalt der Ökosysteme) (UNCED 1992). Die Artenvielfalt ist dabei nur ein Teil der Biodiversität, wird aber aufgrund ihrer leichteren Wahrnehmbarkeit meist als Synonym für die gesamte biologische Vielfalt angesehen.

Derzeit sind etwa 1,5 Mio. Tier- und Pflanzenarten weltweit erfasst und beschrieben. Konservative Schätzungen gehen davon aus, dass die reale Artenzahl zwischen drei und zehn Millionen liegt. Andere Berechnungen beziffern die Gesamtzahl aller Arten sogar auf 30 bis 50 Millionen. Die tropischen Feuchtwälder sind die artenreichsten Ökosysteme der Erde. Man nimmt an, dass von allen existierenden Arten 50-75 %, nach anderen Schätzungen bis zu 90 % in den tropischen Feuchtwäldern heimisch sind (Radday 2006). Bekanntermaßen reduziert sich insbesondere durch Aktivitäten des Menschen die Artenvielfalt Tag für Tag: der Artenschwund tropischer Wälder schreitet mit einer in der Menschheitsgeschichte nie da gewesenen Dynamik voran. Die Schätzungen der Ausrottungsrate bewegen sich mittlerweile zwischen 25-150 Arten pro Tag (Wilson 1995 und Deutscher Bundestag 1990). Dies ist umso bedeutsamer, da ein Verlust der Artenvielfalt irreversibel ist – anders als bei anderen Umweltschäden, die teilweise wieder rückgängig gemacht werden können.

Die Artenvielfalt wiederum gilt als eine der Grundvoraussetzungen für die Stabilität der Ökosysteme, da artenreichere Lebensgemeinschaften durch ihre zahlreichen Wechselbeziehungen und vielfältigen Rückkopplungen in der Regel stabiler gegenüber äußeren Einflüssen (Störungen) sind. Je höher die Artenzahl und die Zahl der Wechselwirkungen untereinander ist, desto wirkungsvoller können Schwankungen ausgeglichen werden.

Eine hohe genetische Vielfalt ist jedoch nicht minder wichtig, da sie für die Anpassung der Arten an sich verändernde Umweltbedingungen und damit die weitere Evolution von entscheidender Bedeutung ist. Aus der Verwertungsperspektive ist die Artenvielfalt der Tropenwälder für die Züchtung von Nutztieren und -pflanzen von unschätzbarem Wert, ebenso für die Entwicklung von Medikamenten. Nach (Myers 1996) betrug der Verkaufswert pharmazeutischer Produkte aus Tropenwaldpflanzen 1985 in den Industrieländern 43 Mrd. US-\$. Bisher ist weniger als 1 % der tropischen Regenwaldpflanzen nach pharmazeutischen Qualitäten untersucht worden. Man vermutet, dass über 1.400 Arten Krebs hemmende Eigenschaften haben

(Collins 1990). Auch hier besteht die Gefahr, dass diese Potenziale bei zunehmender Tropenwaldrodung unwiederbringlich verloren gehen, denn ausgerottete Arten können nicht „zurückgeholt“ werden.

Die Vielfalt der Ökosysteme trägt u. a. auch direkt zur menschlichen Wohlfahrt bei, da Ökosysteme (gemeinhin als gratis erachtete) Leistungen erbringen, ohne die menschliches Leben nicht denkbar wäre und die bei Wegfallen der Ökosysteme auf andere Weise erbracht werden müssten.

### **Wohlfahrtsleistungen**

Ökosystemfunktionen, also die Funktionen, die ein Ökosystem durch seine komplexe Struktur für sich und seine Umwelt erfüllt, werden auch als ökologische Serviceleistungen bezeichnet. Dies deutet an, dass diese Funktionen als wertvoll für den Menschen und eine intakte Umwelt angesehen werden. Diese Leistungen sind sehr vielfältig. Dazu zählen die Regulation des Gashaushalts der Erde, die Steuerung des Klimas, die Produktion von Biomasse, die Regulation des Wasserhaushalts und die Versorgung mit Wasser, die Bodenbildung und die Erosionskontrolle sowie die Aufrechterhaltung von Nährstoffkreisläufen. Mit Hilfe der Gegenüberstellung technischer Ersatzleistungen schätzten (Costanza et al. 1997) den monetären Wert der (allgemein als gratis erachteten) weltweiten Ökosystemleistungen auf 26,6 Billionen US-\$, d.h. fast das Doppelte des globalen Wirtschaftsprodukts und damit weit jenseits aller vom Menschen geschaffenen Werte. Tropische Wälder erfüllen eine Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen auf globaler (z. B. Gashaushalt der Erde), regionaler (z. B. Steuerung des Klimas) und lokaler (z. B. Erosionskontrolle) Ebene, deren Wegfall drastische Konsequenzen hätte. Auch hierbei ist davon auszugehen, dass einmal zerstörte Ökosysteme und deren Funktionen nicht wiederhergestellt werden können.

### **4.1.2 Entwaldung**

Ein Drittel der Landfläche der Erde ist mit Wald bedeckt, das entspricht etwa 3,9 Mrd. ha. Tropische Wälder umfassen ca. 6 % der weltweiten Landfläche. Von der ursprünglichen Waldfläche vor etwa 10000 Jahren existiert heute nur noch die Hälfte. Jedes Jahr verschwinden im Durchschnitt mindestens 14 bis 16 Mio. ha Wald. Das entspricht etwa der Hälfte der Fläche Deutschlands. 60 % der weltweiten Waldfläche finden sich in den sieben Ländern: Brasilien, Kanada, China, Indonesien, Russland, USA und Demokratische Republik Kongo (WWF 2005a). Die größten noch in-

takten tropischen Wälder gibt es im Amazonas-Becken (Brasilien), im Kongo-Becken (Demokratische Republik Kongo) und im indo-malayischen Raum (Indonesien, Malaysia, Papua-Neuguinea).

Seit 1850 ist mehr Wald gerodet worden als im Laufe der gesamten Menschheitsgeschichte. In dieser Zeitspanne hat sich aber auch die Zahl der Menschen von 1,3 Mrd. auf 6 Mrd. mehr als vervierfacht. Mit steigender Bevölkerungszahl und steigendem Konsum an Holzprodukten wächst der Druck auf den Wald und gleichzeitig verringert sich die Waldfläche pro Kopf der Bevölkerung. Während 1960 noch 1,2 ha pro Kopf zur Verfügung standen, waren es 1995 nur noch die Hälfte und für 2025 wird mit 0,4 ha Wald pro Kopf gerechnet (Gardner-Outlaw & Engelman 1999).

Die Ursachen für die fortschreitende Zerstörung der Tropenwälder sind vielschichtig. Die tropischen Wälder finden sich, wie andere natürliche Ressourcen, im Spannungsfeld allgemeiner struktureller Probleme in den Ländern des Südens. Hierzu zählen Bevölkerungswachstum, Armut, Landlosigkeit, weltwirtschaftliche Rahmenbedingungen und institutionelle Defizite.

Die langfristig orientierte Waldnutzung kann in den meisten Ländern, insbesondere in vielen Entwicklungsländern, nicht mit anderen Landnutzungsformen konkurrieren. Schuld an dieser paradoxen Situation sind mehrere Verzerrungen in den Rahmenbedingungen, aber auch Defizite in der Waldwirtschaft selbst. Die zu erwartenden Zukunftswerte des Waldes (z. B. als genetische Ressource für Produkte) und die gegenwärtigen Wohlfahrtsleistungen werden in der Waldwertrechnung nicht erfasst (Radday 2006).

Der Wert bemisst sich an dem Wert des Holzvorrats, aus dem sich die zukünftige Wertschöpfung in Form von Löhnen und Einkommen darstellt. In diesem standardisierten Verfahren schlägt Waldrodung nur positiv zu Buche und wird mit wirtschaftlicher Entwicklung gleichgesetzt. Verschärft wird dieser Effekt durch so genannte „perverse Anreize“ (perverse incentives), das sind Verzerrungen in Form von Steuervorteilen oder Subventionen für Landnutzungsformen, welche den nachhaltigen Schutz und die Entwicklung des Waldes beeinträchtigen. Im brasilianischen Amazonasgebiet sind solche fehlsteuernden Anreize lange Zeit zugunsten der Rinderwirtschaft gewährt worden. Der größte Teil der Waldzerstörung geht dort auf diese Anreize zurück.

Auch für das Hauptproduktionsgebiet von Palmöl, das in den Ländern Malaysia und Indonesien liegt, lassen sich solche Zusammenhänge aus der Historie der Plantagen- und Waldwirtschaft herleiten. Besonders in Indonesien gibt es einen klaren Zusammenhang zwischen Landnutzungsausweisungen für landwirtschaftliche oder forstliche Großprojekte und der großflächigen Umwandlung von Tropenwald. Durch ein kombiniertes Versagen von Regierung, Planungs- und Kontrollbehörden läuft diese Entwicklung bis heute ungebremst weiter. Jüngstes Beispiel ist das sogenannte „Mega-Ölpalmenprojekt“, das eine Waldumwandlung in Höhe von 1,8 Mio. ha an der Grenze von Kalimantan (Borneo) zu den benachbarten malaysischen Bundesstaaten Sarawak und Sabah vorsah. Nach Protesten von Umweltverbänden wurde die Planung für dieses Projekt inzwischen redimensioniert (Radday 2006). Schätzungen der Weltbank, die das Ende der Tiefland-Regenwälder auf Sumatra bis spätestens 2005 voraussagten, haben sich inzwischen bereits weitgehend bestätigt (Holmes 2002). Ähnliche Schätzungen des WWF prognostizieren das Ende der Tieflandregenwälder auf Kalimantan (Borneo) bis 2012, sollte die Entwaldung wie bisher voranschreiten (WWF 2005c).

Die oben dargestellten Zusammenhänge zeigen, dass die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen in den tropischen Erzeugerländern für bioenergetische Rohstoffe eine Entwicklung einleiten können, die den Druck auf die Naturwälder erheblich erhöhen kann und die Intention zum Walderhalt faktisch aushebelt. Ein Waldumwandlungsprozess zugunsten agro-industrieller Großprojekte kann die Folge sein. Dies soll im Folgenden näher am Beispiel eines Haupterzeugerlandes für Palmöl, Indonesien, erläutert werden:

Waldumwandlung umfasst sowohl die eigentliche Rodung als auch den kontinuierlichen Prozess abnehmender Waldfunktionen mit den Zwischenphasen der Walddegradierung und der Waldfragmentierung, die noch vor der eigentlichen Entwaldung liegen. (Kessler et al. 2001).

Provinzregierungen in Indonesien bestimmen die Umwidmung von Waldland größtenteils über ihre Fünfjahrespläne für die Landnutzung. Das Ministerium genehmigt diese Anfragen unter der Voraussetzung des Nachweises der Degradierung der Wälder. Nach Jahrzehnten massiven Holzeinschlags und Waldbränden sind degradierte Wälder in Indonesien weithin verfügbar geworden. Regierungsvertreter bestätigen selbst, dass Holzfirmen über 60 % des Waldes in einem

heruntergewirtschafteten Zustand hinterlassen – ein Vorgehen, das Methode hat. In Folge der Umwandlungswalddefizite üben viele Unternehmen Druck auf die nationale und verstärkt auch auf die Provinzregierungen aus, permanentes Waldland zur Umwandlung in Plantagenflächen freizugeben, weil:

- in den besser entwickelten westlichen Inseln, die näher an den Märkten sind, nicht mehr genug Umwandlungswald verfügbar ist; und
- die Umwandlung von Naturwald es ermöglicht, große Mengen Holz entweder zur Schnittholzproduktion oder zur Belieferung der Zellstoffindustrie zu ernten und somit neues Kapital für Folgeinvestitionen zu gewinnen.

Dieser Druck hat sich oft als wirksam erwiesen. Bis 1999 sind in ganz Indonesien 750.000 ha Waldgebiet, das zuvor nicht als Umwandlungswald klassifiziert war, in Ölpalmenplantagen umgewandelt worden. 75 % dieser Flächen liegen auf Sumatra und 20 % auf Kalimantan (WWF 2002).

Zudem wird der indonesische Palmölsektor von Firmengruppen dominiert, die auch im Holzeinschlag und in der zellstoff- und papierherstellenden Industrie tätig sind. So ist es wahrscheinlich, dass, nachdem eine der Holzeinschlagfirmen Einschlagsrechte genutzt hat, eine Plantagenfirma aus der selben Firmengruppe eine Umwandlungserlaubnis für den degradierten Wirtschaftswald beantragt, anstatt auf die Regeneration des Waldes zu warten. Bereits sechs bis acht Jahre nach der Umwandlung kann eine neue Ölpalmen-Plantage Gewinne abwerfen. Dagegen würde es fünf bis sechs Jahrzehnte dauern, bis die Holzeinschlagfirma den regenerierten Wald erneut nutzen könnte (WWF 1998).

### **Brände**

Ein mittelbarer Effekt der Rodungen sind Waldbrände, die als Endergebnis eine Waldflächenvernichtung weitaus größeren Ausmaßes nach sich ziehen können als legal und illegal praktizierte Rodungen. Für Plantagenfirmen ist Brandrodung billiger und schneller als jede andere Rodungsmethode. Bis in die jüngste Zeit war daher das „kontrollierte Abbrennen“ zur Urbarmachung der Flächen bei den Plantagenfirmen in Indonesien weit verbreitet. Dazu gehört die Beseitigung von Windbrüchen, das systematische Abholzen der Vegetation und das Abbrennen trockener Pflanzenteile. Bei Trockenheit und Wind aber können solche „kontrollierte“ Feuer schnell außer Kontrolle geraten. In den durch Holzeinschlag aufgelichteten Wirtschaftswäldern können sie sich besonders schnell ausbreiten, da die



Sonneneinstrahlung hier die Bodenstreu besonders stark austrocknet. Rasch entstehende Lauffeuer stellen auch eine Gefahr für bestehende Plantagen sowie für die Häuser der Arbeiter dar.

Im Allgemeinen aber haben Plantagenfirmen ein klares Interesse daran, dass Wälder „zufällig“ abbrennen. Sogar als die Brände Ende 1997 völlig außer Kontrolle gerieten und verschiedene Verbote zum Einsatz von Feuer durch die indonesischen Behörden verhängt wurden, konnten durch Satelliten noch immer Feuer-Hot-Spots in den als künftige Palmöl-Plantagen ausgewiesenen Flächen beobachtet werden. Es wird geschätzt, dass während der El-Nino Saison 1997/98 allein in der indonesischen Provinz Ost-Kalimantan auf Borneo etwa 5,2 Millionen ha Land von Bränden beschädigt wurden (Siegert 2004).

#### 4.1.3 Soziale Umweltwirkungen

Die zunehmende Plantagenwirtschaft in tropischen Gebieten führt laut PROFOREST neben unmittelbaren Umweltschäden auch zur Zerstörung der ökonomischen, sozialen und kulturellen Lebensgrundlagen vor allem indigener Bevölkerungsgruppen. Die traditionelle vielfältige Waldnutzung wird durch die Palmöl-Monokulturen verdrängt und die betroffene Bevölkerung aus ihren angestammten Siedlungsgebieten vertrieben oder ins soziale Abseits gedrängt. Ebenso beschädigt wird das kulturelle und spirituelle Leben der indigenen Völker, das durch Entschädigungszahlungen alleine nicht wiedergutmacht werden kann.

Regelmäßig kommt es zu Konflikten aufgrund von traditionellen bzw. staatlich verbrieften Landrechten, die lokale Gemeinschaften aufgrund ihrer wenig formalisierten Ansprüche benachteiligen. Auch sind diese bereits bisher häufig marginalisierten Gruppen eher die Verlierer von zusätzlichen Einkommens- und Jobmöglichkeiten, da zugewanderte Arbeiter oft erfahrener im Palmölanbau sind und deswegen den Einheimischen vorgezogen werden.

Während Palmölbauern, die auf eigene Rechnung oder auf Vertragsbasis als sog. „Smallholder“-Zulieferer für die Plantagenfirmen wirtschaften, aufgrund der sicheren Absatzmöglichkeiten scheinbar von der Bindung an größere Plantagen profitieren, sind diese Bäuerinnen und Bauern tatsächlich dem Preisdiktat der großen Plantagenfirmen unterworfen.

Auf größeren Plantagen hingegen kam es beim Versuch, auf international festgelegte Rechte wie die Bildung von Gewerkschaften oder die Einhaltung von Arbeitsschutzstandards auf den Plantagen hinzuwirken, nach NGO-Angaben zur Verletzung von Konventionen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO), was von den Plantagenbetreibern allerdings verneint wird (PROFOREST 2003).

#### 4.1.4 Alternativen zur Entwaldung

Neben der vorstehend diskutierten zerstörerischen Rodung von tropischen Naturwäldern gibt es jedoch weitere Möglichkeiten, Flächen für eine Etablierung von Ölpalmenplantagen bereitzustellen. Zum einen könnten Brach- oder Ödlandflächen, auf denen früher tropische Naturwälder standen und die heute in den Tropen in großem Umfang vorhanden sind, für die Neuanlage von Ölpalmenplantagen genutzt werden. Zum anderen können bestehende Plantagen umgewidmet werden, wie das beispielsweise in den vergangenen Jahren insbesondere in Malaysia zu verzeichnen war. Dort wurden bereits in großem Maß Kautschuk-, Kakao- und Kokosnussplantagen in Ölpalmenplantagen umgewandelt.

##### Bepflanzung von tropischem Brachland

Nach wiederholten Bränden oder der Rodung tropischer Naturwälder und eventueller kurzfristiger Nutzung als Ackerland entwickeln sich viele Flächen zu einer Art Brach- oder Ödland, das in vielen Fällen von Alang-Alang-Gras (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) überwuchert wird. Dieses Gras unterbindet eine natürliche Entwicklung der Fläche hin zu einem Sekundärwald und ist daher als besonders problematisch anzusehen.

Einer Studie von (Otsamo 2001) zufolge gibt es allein in Indonesien zwischen 8,6 Mio. ha und 64,5 Mio. ha Alang-Alang-Grasland, wobei die Obergrenze sehr hoch gegriffen scheint. In derselben Studie ist eine weitere Quelle zitiert, die 20 Mio. ha tropisches Brachland aufführt. Auch (Holmes 2002) rechnet mit mehreren Mio. ha entsprechender Flächen, (Dros 2003) mit etwa 10 Mio. ha.

Diese degradierten Flächen stellen ein enormes Nutzungspotenzial dar und könnten den Druck auf Naturwälder beträchtlich reduzieren. Inwieweit sich die Gesamtheit aller Flächen oder nur ein Teil davon zum Ölpalmenanbau eignet, geht aus diesen Quellen nicht hervor.

### Umwidmung anderer Plantagen

In Malaysia, wo mittlerweile 11 % der Landesfläche aus Ölpalmenplantagen besteht, hat sich die Ölpalmenanbaufläche in den letzten 15 Jahren verdoppelt. Entgegen diesem Trend (1990-2000: +1,4 Mio. ha) nahm die gesamte Plantagenfläche im gleichen Zeitraum aber nur um 0,5 Mio. ha zu (Yusof & Chan 2004). Zwei Drittel des Anstiegs sind somit auf die Umwidmung anderer Plantagen (Kautschuk, Kakao und Kokosnuss) zurückzuführen (s. Tab. 6).

**Tab. 6:** Veränderung der gesamten Plantagenfläche in Malaysia 1990-2000 [1.000 ha]

Jahr	Ölpalme	Kautschuk	Kakao	Kokosnuss	Gesamt
1990	1.984	1.823	0.416	0.315	4.538
2000	3.377	1.430	0.078	0.108	4.993

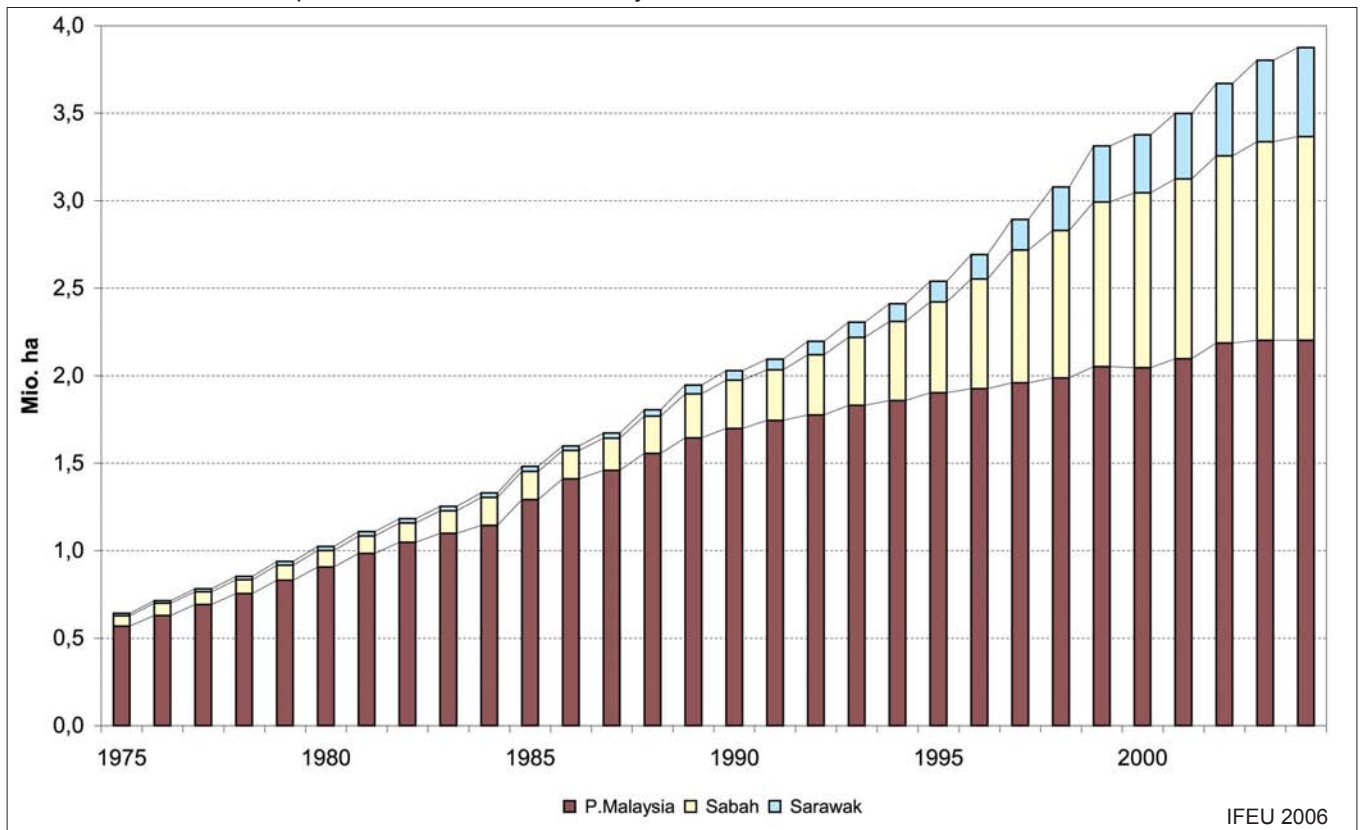
Yusof & Chan 2004

Die Ausdehnung auf Kosten des Naturwaldes erfolgte in Malaysia insbesondere in Sabah und Sarawak (s. Abb. 5). In Sabah betrug die Umwandlungsrate in Ölpalmenplantagen zwischen 1985 und 2003 mehr als

54.000 ha pro Jahr (Department of Statistics Malaysia). Wenn man annimmt, wie es von verschiedenen Autoren vorgeschlagen wurde, dass mindestens 60 % dieser Gebiete bewaldet waren, dann würde der Waldverlust in Sabah jährlich mindestens 32.000 ha betragen. Die anderen 40 % bestanden aus Buschland, Kautschuk-, Kakao- oder Kokosnussplantagen, die zu Gunsten der profitableren Palmölproduktion weichen mussten. Für Sarawak liegen uns keine entsprechenden Daten vor.

Die vorhergehenden Betrachtungen machen deutlich, dass es Alternativen zur Naturwaldrodung bei der Neuanlage von Ölpalmenplantagen gibt. Die Umwandlung von bestehenden Plantagen muss allerdings vor dem Hintergrund möglicher ökologischer Auswirkungen dieser Nutzungsänderung geprüft werden, während es bei der Brachennutzungsoption weiteren Forschungsbedarf zur ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit gibt (s. Kap. 4.2.6).

**Abb. 5:** Zunahme der Ölpalmen-Anbaufläche in Malaysia von 1975-2004.



## 4.2 Bioenergie-Palmöl: Energie- und Treibhausgasbilanzen

Die energetische Nutzung von Palmöl gilt gemeinhin als umweltfreundlich, denn sie ist auf den ersten Blick CO<sub>2</sub>-neutral und spart fossile Rohstoffe ein, da sie fossile Energieträger ersetzt. In Teilbereichen mag das auch zutreffen, so z. B. bei der direkten Verbrennung von Palmöl, wo nur exakt die Menge an CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, die zuvor beim Anbau der Ölpalme der Atmosphäre entzogen wurde.

Betrachtet man aber den gesamten Lebensweg von Palmöl als Energieträger, von der Produktion der Biomasse über die Weiterverarbeitung bis hin zur energetischen Nutzung, so sind die genannten Vorteile nicht unbedingt systemimmanent: So werden beispielsweise für die Produktion von Düngemitteln oder Pflanzenschutzmitteln wie auch für die Plantagenbewirtschaftung zum Teil erhebliche Mengen an fossilen Energieträgern verwendet. Zudem ist der Einsatz fossiler Energieträger mit klimarelevanten Emissionen verbunden, womit nach Einbezug des gesamten Lebenswegs auch die CO<sub>2</sub>-Bilanz nicht von vorne herein neutral ist. Hinzu kommt, dass CO<sub>2</sub> nur ein Klimagas unter mehreren ist und somit zu fragen ist, ob nicht durch das Auftreten anderer klimarelevanter Stoffe selbst eine positive CO<sub>2</sub>-Bilanz möglicherweise relativiert oder gar überkompensiert wird. Dies könnte beispielsweise der Fall sein, wenn die Emissionen aus den Abwässern der Palmölverarbeitung übermäßig viel Methan freisetzen oder durch die Rodung von tropischen Wäldern zur Urbarmachung von Land für Ölpalmenplantagen übermäßig viel Kohlenstoff in Form von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre gelangt.

Kurzum: die ökologischen Vor- und Nachteile von Palmöl als Energieträger können nicht auf Anhieb aufgelistet und bewertet werden, sondern müssen sehr sorgfältig und unter Einbeziehung des gesamten Systems ermittelt werden. Dies kann mit Hilfe von Ökobilanzen sachgerecht durchgeführt werden.

### 4.2.1. Vorgehensweise und betrachtete Vergleiche

#### Betrachtete Vergleiche

Wie bereits in Kapitel 2.3 beschrieben, kann Palmöl auf unterschiedlichem Weg energetisch genutzt werden, nämlich in mobilen wie auch in stationären Anwendungen. Für Europa maßgeblich sind folgende Hauptnutzungen:

- Palmöl-Biodiesel, also umgeestertes Palmöl, als Biokraftstoff in dieseltauglichen Fahrzeugen. Hier wird konventioneller Dieselmotorkraftstoff ersetzt.
- Reines Palmöl in stationären Anlagen zur Strom-, Wärme- oder Strom- und Wärmeproduktion. Hierbei werden jeweils unterschiedliche Energieträger ersetzt (Erdgas, Heizöl, etc.) je nachdem, welche Energieträger zur konventionellen Strom- oder Wärmeproduktion eingesetzt werden.

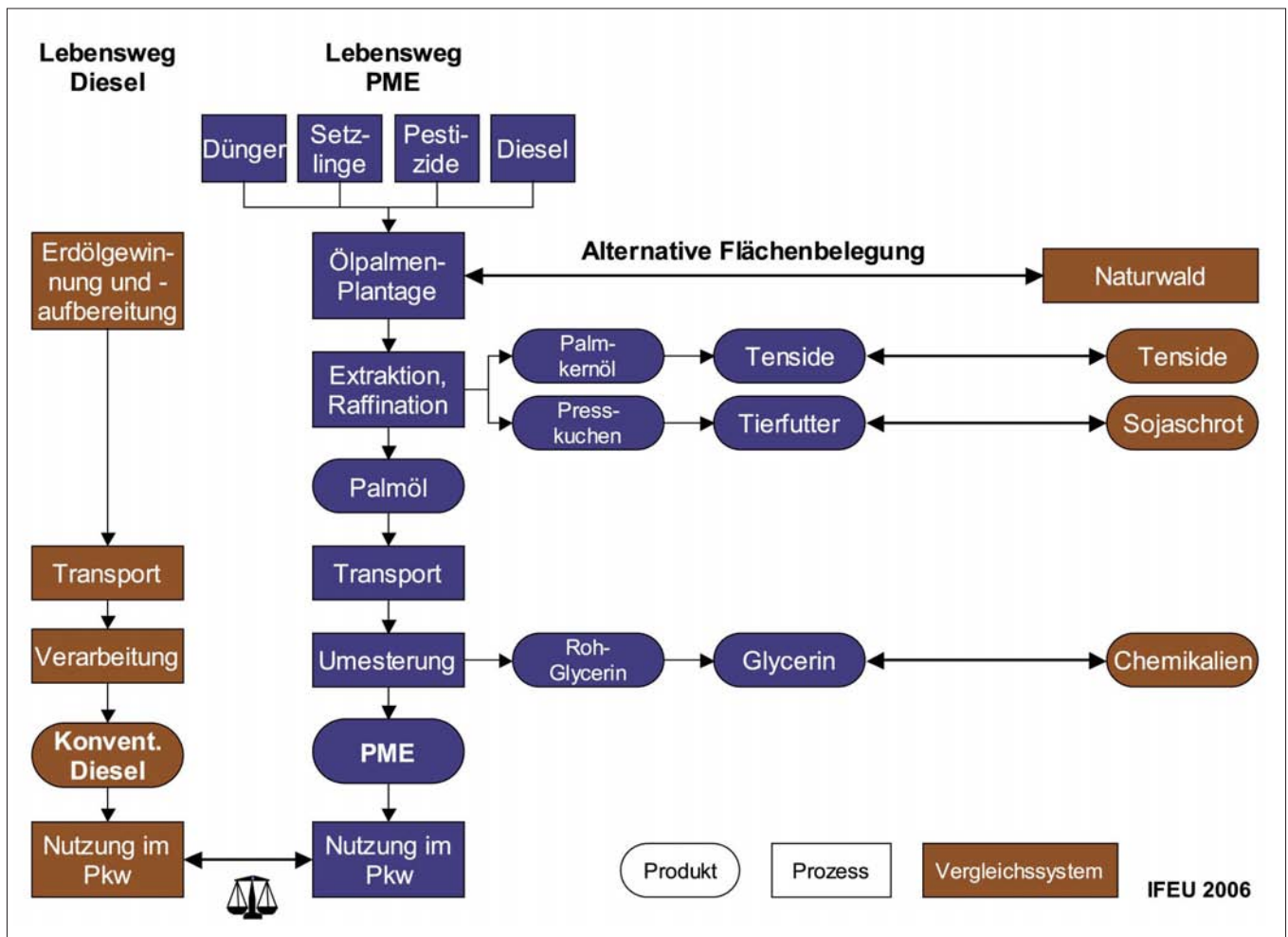
Wie bereits oben kurz angeführt, werden sowohl das Palmöl wie auch die jeweiligen konventionellen Energieträger, die durch Palmöl substituiert werden, über ihre gesamten Lebenswege bilanziert.

## Mobile Nutzung

Abb. 6 zeigt hierfür beispielhaft den Lebenswegvergleich zwischen konventionellem Dieseldieselkraftstoff und Palmöl-Biodiesel (PME). Grundsätzlich werden dabei auch alle Betriebsmittel und Nebenprodukte berücksichtigt. Letztere werden dem Palmöl in der Bilanz als Gutschriften über so genannte Äquivalenzprozessbilanzierungen angerechnet. Im Fall des Palmöl-Biodiesels sind das drei Nebenprodukte: Das aus den Samen der Ölpalme gewonnene Nebenprodukt Palmkernöl wird

zu Tensiden weiterverarbeitet, welche erdölbasierte Tenside ersetzen. Der nach dem Abpressen der Samen verbleibende Presskuchen wird als Tierfutter verwendet und substituiert herkömmlich produzierte Futtermittel wie z.B. Sojaschrot. Darüber hinaus fallen bei der Umesterung des Palmöls zu PME große Mengen Glycerin an, welches (nach entsprechender Aufarbeitung) Chemikalien mit äquivalentem Nutzen z. B. in der Pharma- und Kosmetikindustrie ersetzt.

**Abb. 6:** Lebenswegvergleich von konventionellem Diesel und Palmöl-Biodiesel (PME), die beide in einem Dieselfahrzeug eingesetzt werden.

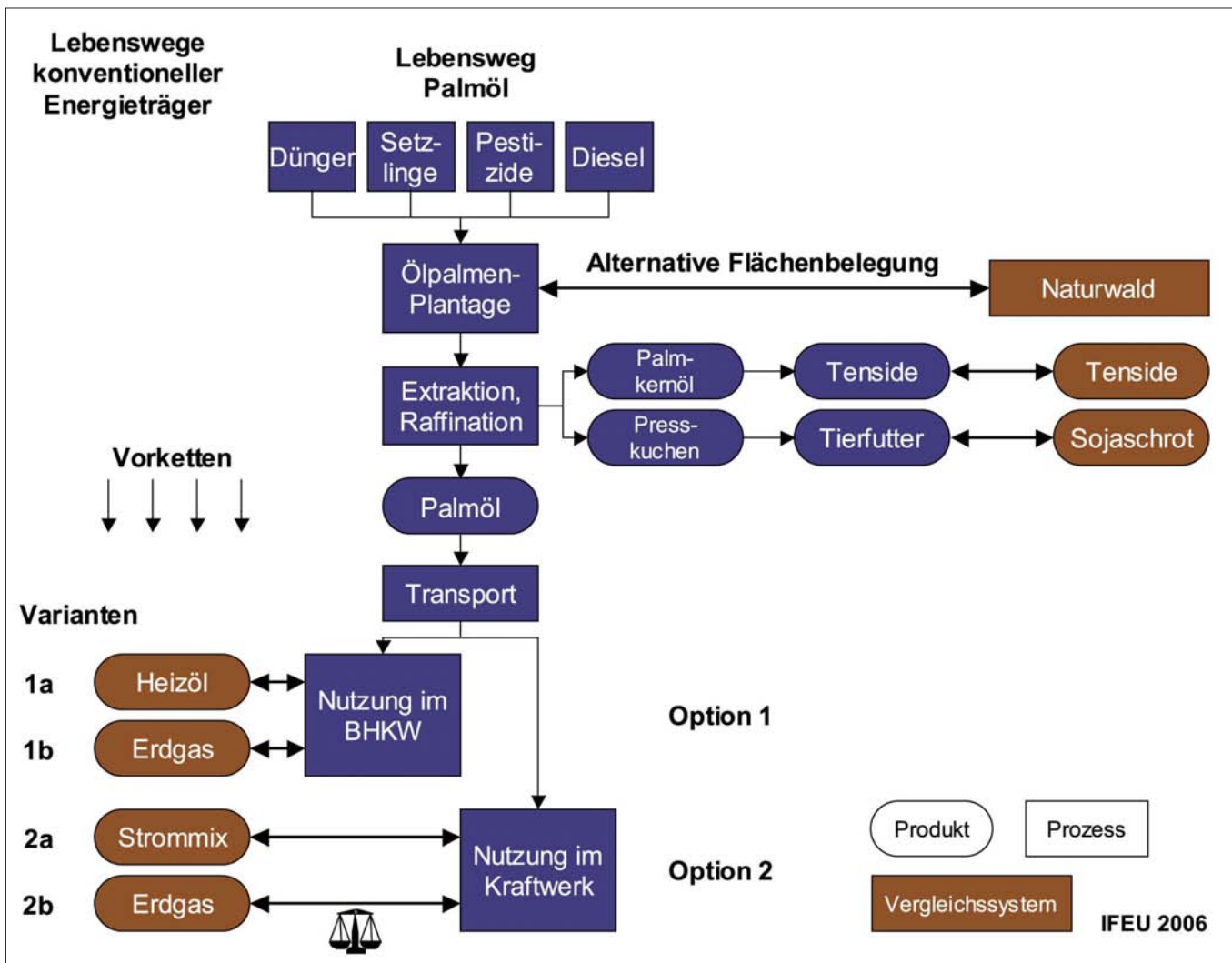


## Stationäre Nutzung

Wird Palmöl als Brennstoff in stationären Anlagen genutzt, ergibt sich eine Reihe an Varianten, die zum einen davon abhängen, ob Strom und Wärme oder nur Strom oder Wärme produziert wird und zum zweiten davon, welcher fossile Energieträger jeweils substituiert wird. Denn die Bereitstellung von konventionellem Strom und Wärme kann bekanntermaßen auf unterschiedlicher Weise erfolgen. Folgende Varianten werden hier unterschieden (s. Abb. 7):

- 1 Blockheizkraftwerk (BHKW): Palmöl wird in einem BHKW zur kombinierten Strom- und Dampfproduktion genutzt.
  - 1a: Es wird Heizöl substituiert (HEL-BHKW)
  - 1b: Es wird Erdgas substituiert (EG-BHKW)
- 2 Kraftwerk: Palmöl wird in einem Kraftwerk zur reinen Stromproduktion eingesetzt.
  - 2a: Es wird Strom aus dem öffentlichen Netz substituiert (Strommix)
  - 2b: Es wird Erdgas substituiert (EG-Kraftwerk)

**Abb. 7:** Schematische Lebenswegvergleiche von konventionellen Energieträgern und Palmöl, die als Brennstoffe in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) oder einem Kraftwerk eingesetzt werden.

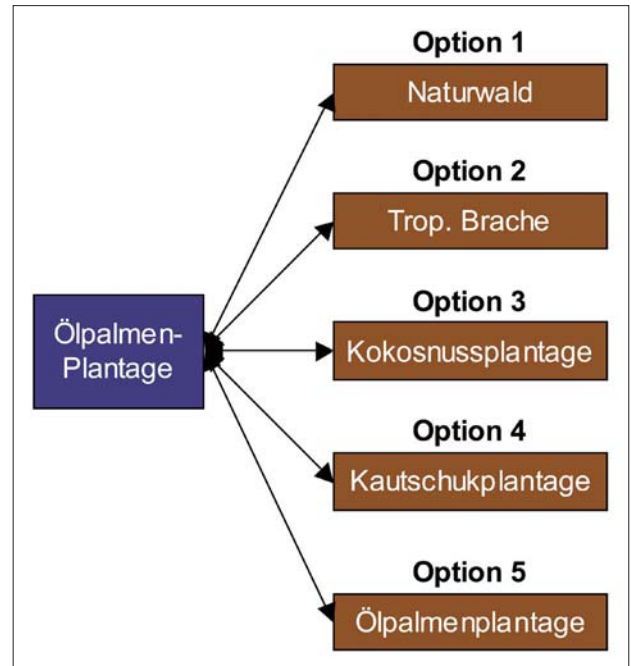


### Alternative Flächenbelegungen

Neben der in Abb. 6 und Abb. 7 dargestellten alternativen Flächenbelegung (Naturwald) gibt es eine Reihe weiterer Optionen (s. Abb. 8). Wie in Kapitel 4.1.3 bereits erwähnt, können Ölpalmenplantagen auch auf tropischen Brachflächen (Option 2) oder anstelle anderer Plantagen errichtet werden. Stellvertretend wurden drei Optionen ausgewählt: Kokosnuss-, Kautschuk- und Ölpalmenplantage (Optionen 3-5). Bei letzterer findet eine Nutzungsänderung statt, indem das Palmöl, welches bislang für Nahrungszwecke genutzt wurde, dann für energetische Zwecke (mobile und stationäre Nutzung) verwendet wird.

Die Optionen werden der Reihe nach vorgestellt, Details dazu (insbesondere für die Umwidmung anderer Plantagen) finden sich in den jeweiligen Kapiteln.

Abb. 8: Alternative Flächenbelegungen



IFEU 2006

### Analysierte Umweltwirkungen

Zur Ermittlung der ökologischen Vor- und Nachteile von energetisch genutztem Palmöl (Kraftstoff bzw. Brennstoff) wurden die Umweltwirkungen Energieeinsparung und Treibhauseffekt analysiert (s. Tab. 7).

Die hier dargestellten Ergebnisse entstammen der IFEU-internen Datenbank (IFEU 2006) und sind – wie beschrieben – in Anlehnung an die Ökobilanznorm (DIN 14040-43) über ihre gesamten Lebenswege bilanziert. Weitere Details zu Systemgrenzen, Randbedingungen und Vorgehensweisen sind in (Borken et al. 1999 sowie Reinhardt et al. 1999) dokumentiert.

Tab. 7: Bilanzierte Umweltwirkungen

Umweltwirkung	Beschreibung
Energieeinsparung	In dieser Untersuchung wird die so genannte Ressourcenschonung für die nicht erneuerbaren Energieträger bilanziert, das sind die fossilen Brennstoffe Erdöl, Erdgas und Kohle sowie Uranerz. Im Folgenden werden die Ergebnisse der einfacheren Formulierung wegen mit „Energieeinsparung“ bezeichnet.
Treibhauseffekt	Erwärmung der Atmosphäre in Folge der vom Menschen verursachten Freisetzung von klimawirksamen Gasen. Das wichtigste Treibhausgas ist Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), das bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern entsteht. Ferner werden die Emissionen von Methan (CH <sub>4</sub> ) und Lachgas (N <sub>2</sub> O) erfasst und gewichtet in Kohlendioxid-Äquivalente (CO <sub>2</sub> -Äquivalente) umgerechnet (Faktor 23 für CH <sub>4</sub> bzw. 296 für N <sub>2</sub> O).

IFEU 2006

## 4.2.2 Ölpalmen statt tropischem Naturwald

Im folgenden Abschnitt werden die Energie- und Treibhausgasbilanzen von Palmöl-Biodiesel (mobile Nutzung, s. Abb. 6) und reinem Palmöl (stationäre Nutzung, s. Abb. 7) berechnet für den Fall, dass Ölpalmen anstelle von tropischen Naturwäldern angebaut werden. Da Naturwald eine höhere Kohlenstoffspeicherkapazität als eine Ölpalmenplantage hat, geht der Kohlenstoffverlust als Umweltlast in die Berechnungen ein. Nach (IPCC 1996) speichert tropischer Naturwald in Asien etwa 138 t Kohlenstoff (C) pro ha, während eine vollständig etablierte Ölpalmenplantage lediglich 30 - 50 t C pro ha enthält (IFEU 2006). Auf Basis dieser Zahlen gehen wir von einem C-Verlust von 100 t pro ha aus (entspricht einem CO<sub>2</sub>-Verlust von 365 t pro ha), wenn ein Primärwald in eine Ölpalmenplantage umgewandelt wird. Diese 365 t CO<sub>2</sub> sind im Sinne einer Ökobilanz der Ölpalmenplantage und gegebenenfalls auch der Nachnutzung anzulasten.

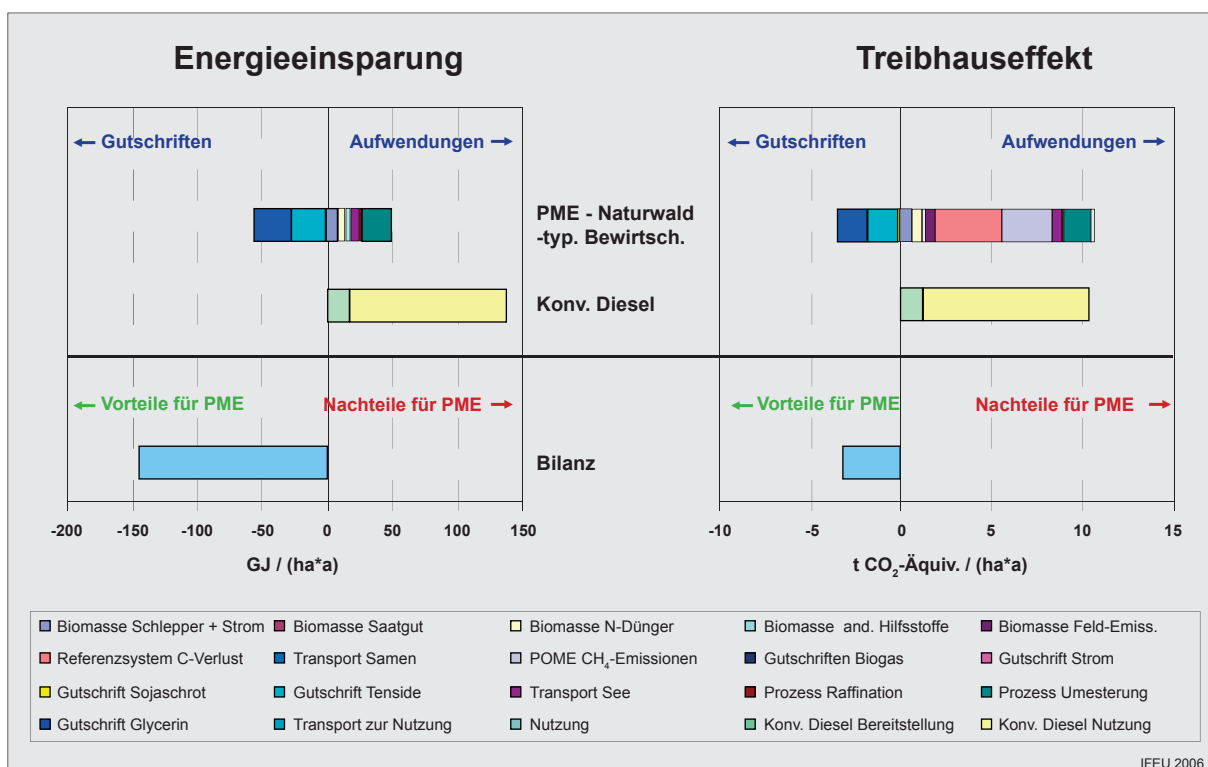
### Mobile Nutzung

Für den in Abb. 6 dargestellten Lebenswegvergleich von Palmöl-Biodiesel gegenüber konventionellem Dieselmotorkraftstoff zeigt Abb. 9 die Ergebnisse für die

Energie- und Klimagasbilanzen. Es wird deutlich, dass entlang des Lebenswegs von PME von der Produktion der Biomasse über die Konversion bis hin zur energetischen Nutzung zum Teil erhebliche Mengen an fossilen Energieträgern verwendet werden. Andererseits fallen beträchtliche Gutschriften insbesondere für das als Tensid verwendete Palmkernöl und das entstehende Glycerin an. Bei der Energiebilanz sind die Gutschriften sogar größer als der gesamte Energieaufwand zur Produktion von Palmöl-Biodiesel. Dies ist bei den Klimagasbilanzen nicht der Fall, da hier deutliche Mengen an klimawirksamen Methan bei der Lagerung der Ölmühlen-Abwasser (Palm Oil Mill Effluent, POME) entstehen und zudem nicht unbedeutende Mengen an Kohlenstoff in Form von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre abgegeben werden, wenn Naturwald zu Plantagen umgewandelt wird.

Der letztgenannte Punkt stellt in den Bilanzen die größte Unsicherheit da, wohingegen die anderen Größen als recht belastbar angesehen werden können. Aus diesem Grund wird dieser Punkt in Kapitel 4.2.5 gesondert diskutiert.

**Abb. 9:** Energieeinsparung und Treibhauseffekt für den Lebenswegvergleich Palmöl-Biodiesel gegenüber konventionellem Diesel.



Lesebeispiele: Die Aufwendungen zur Produktion von Palmöl-Biodiesel (PME) betragen etwa 50 GJ, die gutgeschriebenen Gutschriften etwa 60 GJ und insgesamt spart man mit Palmöl-Biodiesel jährlich pro ha etwa 150 GJ Energie gegenüber konventionellem Diesel ein.

Wenn tropischer Naturwald für eine Ölpalmenplantage abgeholzt wird, ergeben sich in der Gesamtbilanz „Palmöl-Biodiesel gegenüber konventionellem Dieseldieselmotorkraftstoff“ bei der Einsparung fossiler Energieträger eindeutig Vorteile für Palmöl-Biodiesel. Das gleiche gilt an sich auch für die Treibhausgase. Allerdings sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass bei den hier dargestellten Ergebnissen der Kohlenstoffverlust beim Umwandeln von Primärwald in eine Ölpalmenplantage auf 100 Jahre angerechnet wurde. Bei kürzeren Abschreibezeiten können die Ergebnisse sogar in den negativen Bereich ausschlagen (siehe Diskussion in Kap. 4.2.5).

### Szenarien

Die in Abb. 9 dargestellten Ergebnisse gelten für eine durchschnittliche Produktion von Palmöl wie sie also weltweit im Durchschnitt typisch ist. Demgegenüber gibt es in einigen Bereichen Optimierungspotenziale, angefangen bei einer optimierten Plantagenbewirtschaftung über eine bessere Ausnutzung der Nebenprodukte bis hin zur Nutzung des Biogases bei der POME-Lagerung. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen auf die Ergebnisse darzulegen, werden zwei Bewirtschaftungsszenarien unterschieden, eine „typische Bewirtschaftung“ sowie eine „gute Bewirtschaftung“:

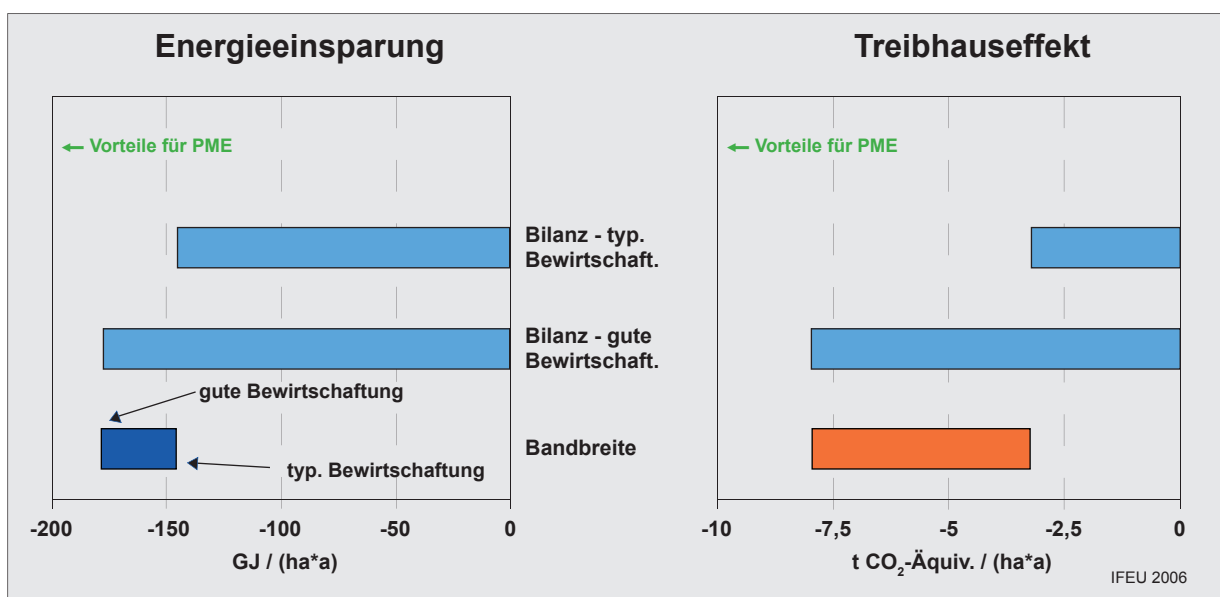
- „Typische Bewirtschaftung“:  
Palmölertrag 3,5 t pro ha und Jahr. Von den in der

Palmölmühle anfallenden Reststoffen (Fasern und Kernschalen) wird im mühleninternen Heizkraftwerk nur die Menge zur Strom- und Dampferzeugung genutzt, die zur Bereitstellung der gesamten Prozessenergie benötigt wird. Der Rest wird nicht genutzt und auf die Plantagen zurückgebracht. Das bei der Abwasser-Behandlung entstehende Biogas (65 % Methan) entweicht ungenutzt in die Atmosphäre.

- Im Fall einer „guten Bewirtschaftung“ wird der Überschuss an Reststoffen entweder direkt vor Ort oder in einem zentralen Biomassekraftwerk zur Stromerzeugung genutzt, wofür eine Stromgutschrift erteilt wird. Darüber hinaus wird das Biogas aus der anaeroben POME-Behandlung aufgefangen und zur Energiegewinnung genutzt. Diese Energie wird in Form von Erdgas gutgeschrieben. Der Palmölertrag erhöht sich aufgrund des besseren Managements auf 4,0 t pro ha und Jahr.

Bei Naturwaldnutzung ergibt sich eine Klimagasinsparung von 3 bis 8 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro ha sowie eine Energieeinsparung von ungefähr 150 GJ pro ha und Jahr (s. Abb. 10). Es wird außerdem deutlich, dass durch die aufgeführten Maßnahmen einer „guten Bewirtschaftung“ bedeutsame Verbesserungen erzielt werden können: Es lässt sich die 2,5-fache Menge an Treibhausgasen einsparen gegenüber der bisher üblichen Palmölproduktion. An fossiler Energie lässt sich eine etwa 20 % höhere Energieeinsparung erzielen.

**Abb. 10:** Vergleich von typischer und guter Bewirtschaftung. Der unterste Balken zeigt die Bandbreite der Ergebnisse.





## Stationäre Nutzung

Abb. 11 zeigt die Ergebnisse für die vier Varianten der stationären Nutzung von Palmöl im Vergleich zu den jeweiligen konventionellen Brennstoffen. Es wird deutlich, dass die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanzen analog zu denen der Nutzung von Palmöl als Palmöl-Biodiesel ausfallen: Es werden über die gesamten Lebenswegvergleiche hinweg definitiv fossile Energieträger und Klimagase eingespart.

Mit einer Energieeinsparung von 140-195 GJ pro ha und Jahr (gesamte Bandbreite) liegt die stationäre Nutzung im gleichen Bereich wie die mobile Nutzung. Das gilt ebenso für die Ergebnisse bei den Treibhausgasen. Die meisten Klimagase werden bei Variante 1a (Palmöl ersetzt Heizöl in einem BHKW) eingespart. Das hängt insbesondere damit zusammen, dass die konventio-

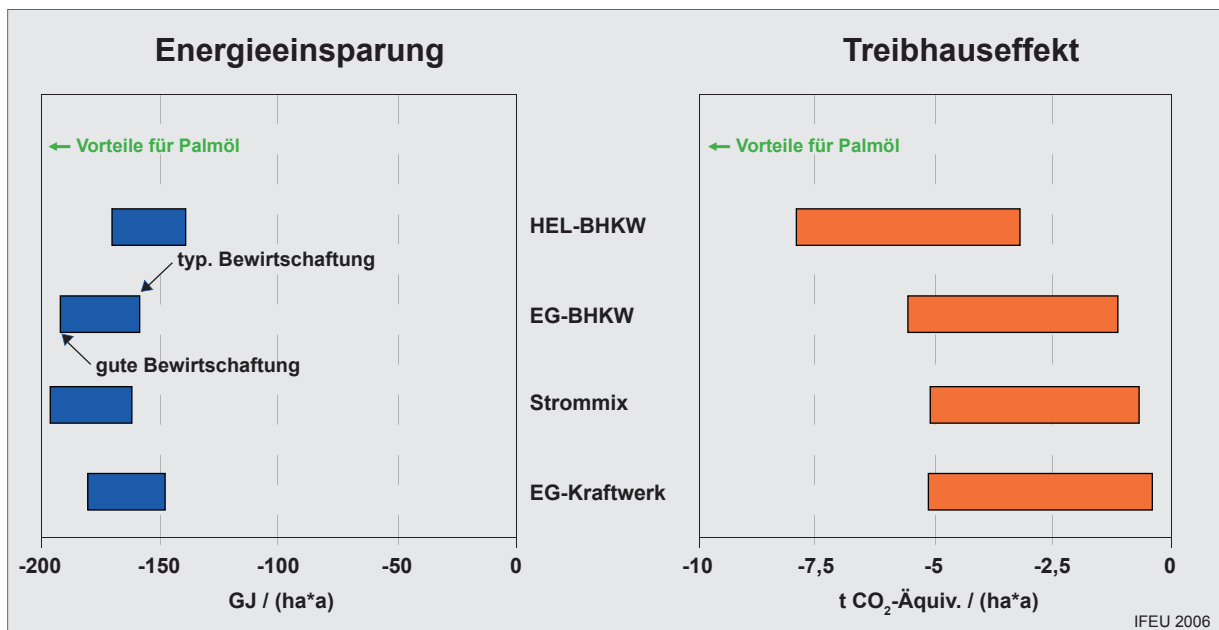
nellen Energieträger einen jeweils unterschiedlichen Energieaufwand zu deren Bereitstellung und – darüber hinaus – unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Energieinhalt aufweisen.

Auch hier sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass bei den hier dargestellten Ergebnissen der Kohlenstoffverlust beim Umwandeln von Primärwald in eine Ölpalmenplantage auf 100 Jahre angerechnet wurde. Bei kürzeren Abschreibezeiten würden die Ergebnisse im negativen Bereich liegen (siehe Kap. 4.2.5).

## Ölpalmenplantage

**Hinweis:** Die hier grafisch aufgeführten und diskutierten Ergebnisse gelten für den in Abb. 7 dargestellten Lebenswegvergleich, d. h. für den Vergleich der Palmölproduktion anstelle von Naturwald.

**Abb. 11:** Ergebnisse für die vollständigen Lebenswegvergleiche von stationär genutztem reinem Palmöl gegenüber konventioneller Energiebereitstellung für die vier betrachteten Nutzungsvarianten für das Szenario „Palmöl anstelle Naturwald“



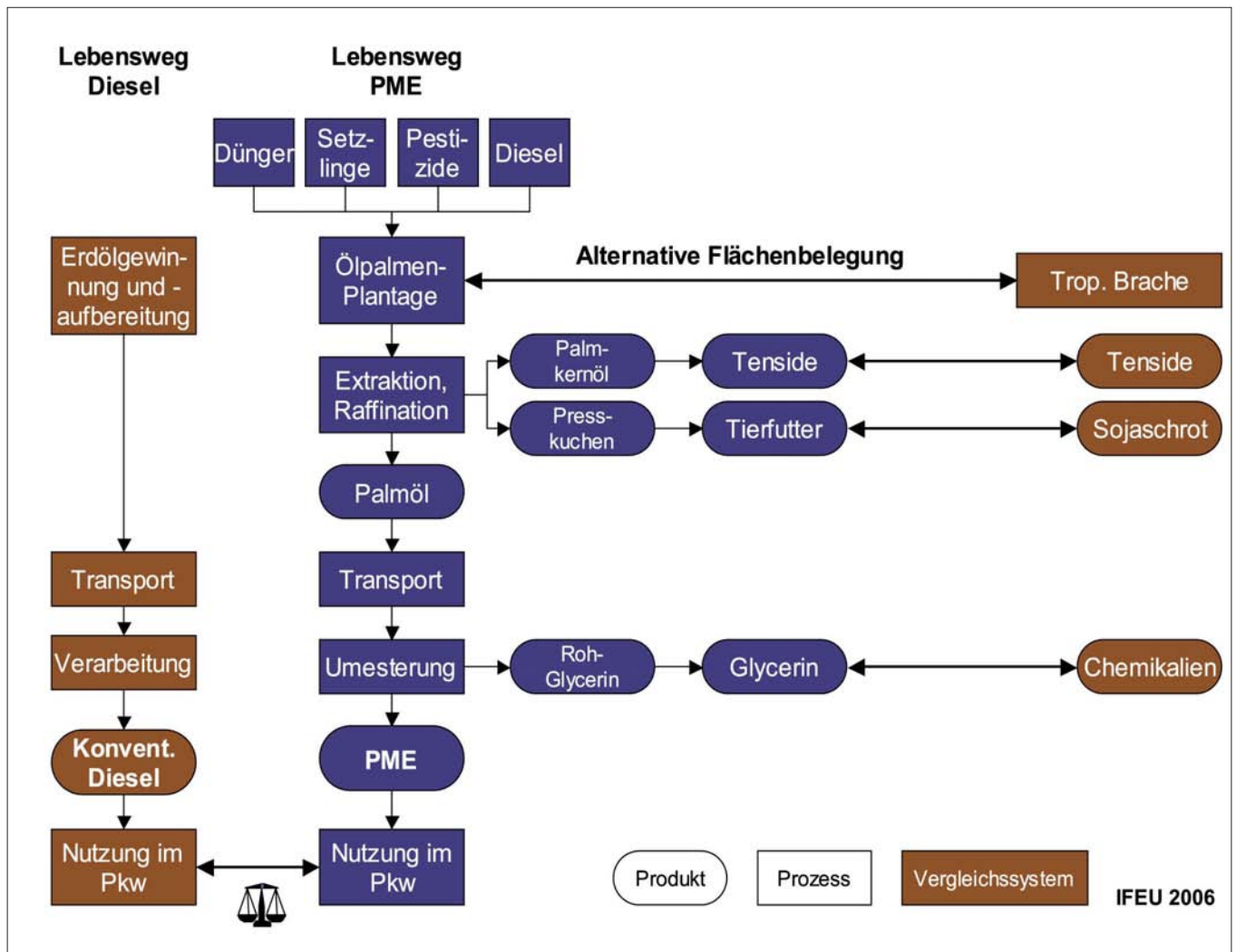
### 4.2.3. Ölpalmen auf tropischen Brachflächen

Wie in Kap 4.1.3 bereits erwähnt, stellen Brachflächen in den Tropen, auf denen früher tropische Naturwälder standen, ein enormes Flächenpotenzial für Ölpalmen dar. Durch die Anpflanzung von Ölpalmen werden pro ha 30-50 t Kohlenstoff (C) gebunden, was als Guthschrift in die Bilanzen einfließt (IFEU 2006). Dabei wurde angenommen, dass eine devastierte Fläche ohne

nennenswerten Kohlenstoffgehalt (ansonsten würde sie vermutlich landwirtschaftlich genutzt werden) mit Ölpalmen bepflanzt wird.

Abb. 12 zeigt exemplarisch den Lebenswegvergleich von konventionellem Diesel und Palmöl-Biodiesel (PME) mit tropischer Brache als alternative Flächenbelegung.

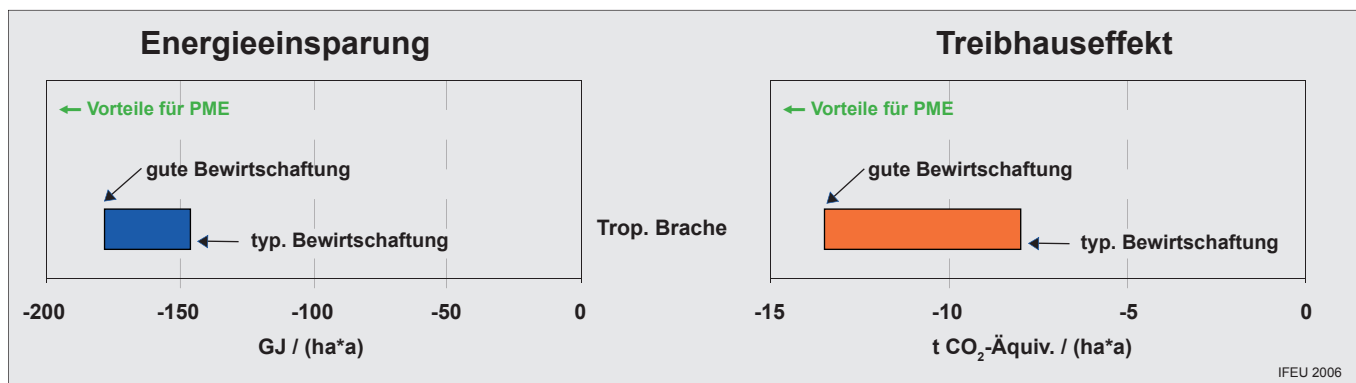
**Abb. 12:** Lebenswegvergleich von konventionellem Diesel und Palmöl-Biodiesel (PME), die beide in einem Dieselfahrzeug eingesetzt werden.



Für den Fall, dass tropisches Brachland mit Ölpalmen bepflanzt wird, ist das Ergebnis der Energiebilanz identisch mit dem der Naturwald-Option (s. Abb. 10 bzw. Abb. 11). Bei den Treibhausgasen dagegen weist die Brache-Option mit jährlich 8-13,5 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro ha ein deutlich besseres Ergebnis auf, da durch die Brachland-Bepflanzung zusätzlich Kohlenstoff gebunden wird, der als Gutschrift in die Bilanz eingeht. Trotz der vereinfachten Annahmen hinsichtlich des Kohlenstoffgehalts der Brachflächen ist das Ergebnis als

qualitativ stabil anzusehen. Allerdings ist der finanzielle Aufwand für die Plantagenerrichtung bei einer solchen Brachfläche um ein Vielfaches höher als bei einer ehemaligen Naturwaldfläche, so dass ohne entsprechende Anreize davon auszugehen ist, dass weiterhin Naturwald eingeschlagen wird, wenn zukünftig aufgrund steigender Nachfrage vermehrt Palmöl produziert wird.

**Abb. 13:** Ergebnis des Lebenswegvergleichs von Palmöl-Biodiesel (PME) gegenüber Dieseldieselkraftstoff bei Bepflanzung von tropischen Brachflächen.



#### 4.2.4 Ölpalmen anstelle anderer Plantagen

Neben der Rodung von Naturwald und der Bepflanzung von tropischen Brachflächen werden auch Plantagen anderer Nutzpflanzen (Kautschuk, Kokosnuss etc.) in Ölpalmenplantagen umgewandelt. Dadurch werden allerdings die bisher erhaltenen Welthandelsprodukte wie Naturkautschuk oder Kokosöl auf diesen Flächen nicht mehr produziert und müssen demnach durch alternative Produkte wie synthetischen Kautschuk ersetzt werden. Nach den Grundregeln von Ökobilanzen ist das derart zu berücksichtigen, dass die jeweils entsprechenden konventionellen Produkte entsprechend ihrem äquivalenten Nutzen in der Bilanz berücksichtigt werden. In diesem Fall wird der entgangene Nutzen also dem Palmöl gegen gerechnet. Abb. 14 listet schematisch die hier betrachteten Optionen samt den entsprechenden Gutschriften auf. Neben Naturwald und Brache (s. oben) werden folgende drei alternative Landbelegungen als Alternative zur Ölpalmenplantage betrachtet:

- Kokosnuss: eine Kokosnussplantage kommt als Alternative für eine Ölpalmenplantage in Betracht. Das zur Tensid-Herstellung verwendete Kokosöl wird durch ein synthetisches Tensid auf Erdölbasis ersetzt. Der üblicherweise als Tierfutter verwendete Kokos-Presskuchen wird durch Sojaschrot ersetzt.
- Kautschuk: eine Kautschukplantage kommt als Alternative für eine Ölpalmenplantage in Betracht. Der Naturkautschuk wird durch synthetischen Kautschuk (BunaS) auf Erdölbasis substituiert.
- Speiseöl: Nutzung des Palmöls einer bestehenden Ölpalmenplantage als Bioenergieträger statt als Nahrungsmittel. Das weniger produzierte Speiseöl muss in diesem Fall durch ein anderes Speiseöl wie Raps- oder Sonnenblumenöl ersetzt werden. Dadurch werden zusätzliche Flächen beansprucht.

**Abb. 14:** Schematischer Lebenswegvergleich von konventionellem Diesel und Palmöl-Biodiesel (PME), die beide in einem Diesel-Fahrzeug eingesetzt werden.

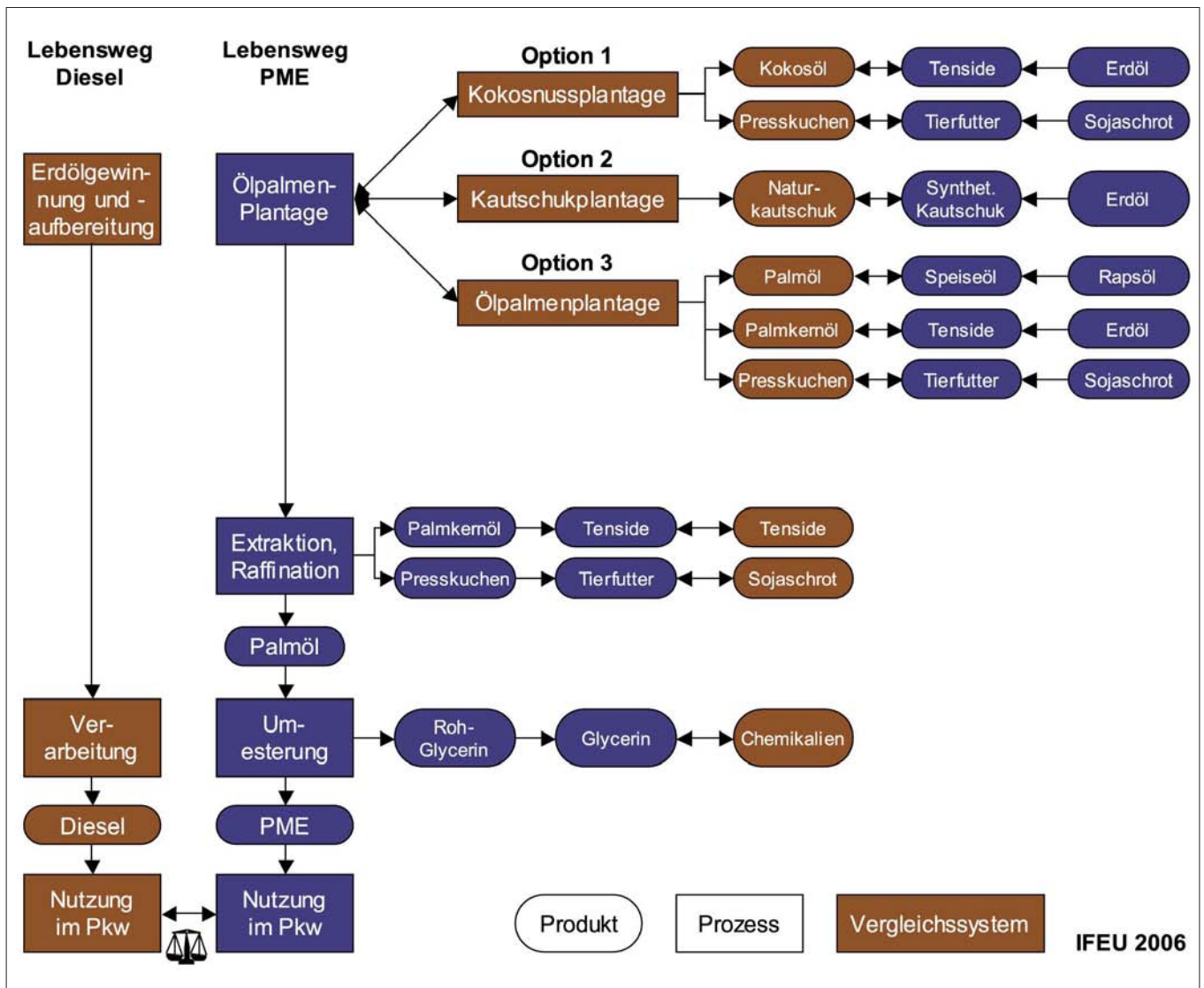
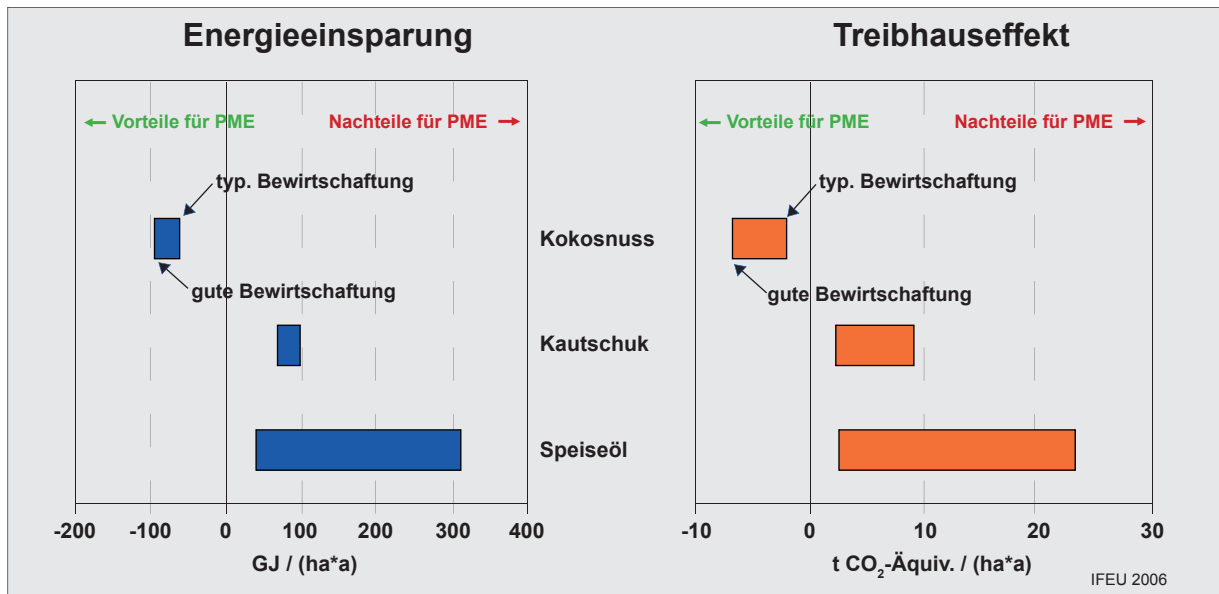


Abb. 15 zeigt die Ergebnisse für diese Szenarien: Werden Ölpalmen anstelle anderer Plantagenfrüchte angebaut, so fallen die Ergebnisse deutlich schlechter aus als bei der Umwandlung von Naturwald, bei Kautschuk bzw. Speiseöl dreht sich das für Palmöl positive Ergebnis sogar in das Gegenteil um. Das heißt: energetisch genutztes Palmöl, das anstelle von Kautschuk produziert wird führt unter dem Strich – trotz der Substitution von Dieselkraftstoff durch Palmöl-Biodiesel – zu einem Mehraufwand an fossiler Energie und Mehremissionen

an Klimagasen. Das hängt u. a. damit zusammen, dass die Produktion von synthetischem Kautschuk wesentlich energieaufwändiger ist als die von Dieselkraftstoff.

Für die anderen Möglichkeiten der Flächenbelegung, wie sie in Abb. 14 diskutiert wurden, verhalten sich die Ergebnisse für die stationäre Nutzung von Palmöl „analog versetzt“ zu denen von Palmöl-Biodiesel (s. Abb. 15), weshalb hier auf eine Darstellung verzichtet wurde.

**Abb. 15:** Ergebnisse für den Lebenswegvergleich von Palmöl-Biodiesel (PME) gegenüber Dieselkraftstoff für die drei betrachteten alternativen Flächenbelegungen



#### 4.2.5 Aspekte der Flächenbelegung

##### Anrechnungszeitraum

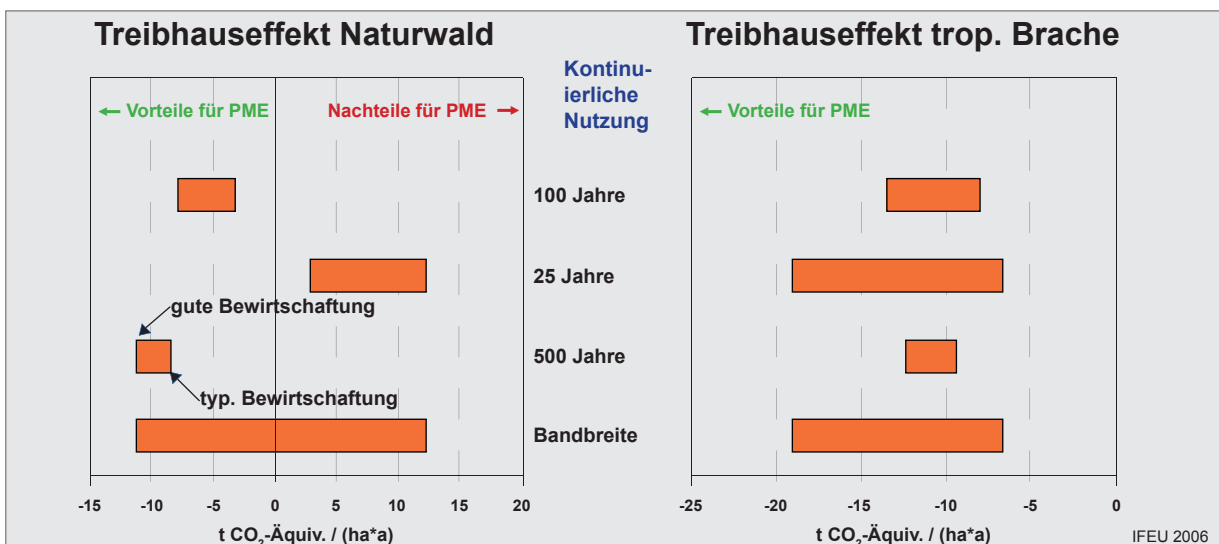
In den bisher dargestellten Ergebnissen wurde die vom IPCC vorgeschlagene Abschreibung über 100 Jahre angesetzt und für den Zeitraum danach eine kontinuierliche Plantagenutzung angenommen. Mit diesem Ansatz ergibt sich für Naturwald ein Ergebnis in Höhe von jährlich etwa 3-8 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro ha an Klimagasemparung (s. Abb. 10) für die Bandbreite „typische und gute Bewirtschaftung“. Für Brachland liegt sie entsprechend bei 8-13,5 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro ha und Jahr (s. Abb. 13).

Würde man nur 25 Jahre ansetzen, was in etwa einem Produktionszyklus einer Ölpalmenplantage entspricht, so würde die Gesamtbilanz für Naturwald einen Vor-

zeichenwechsel aufweisen, d. h. über die gesamte Plantagenperiode von 25 Jahren hätte man Jahr für Jahr unter dem Strich eine zusätzliche Klimagasbelastung von etwa 12 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten bei typischer Bewirtschaftung, wenn Palmöl-Biodiesel produziert wird und dafür Naturwald hat weichen müssen. Im Falle der Bepflanzung von Brachland führt eine kürzere Anrechnungszeit zu einer Verbesserung der Bilanz: es ließen sich jährlich 7-19 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro ha einsparen (s. Abb. 16).

Bei einer Streckung der Abschreibungszeit auf 500 Jahre (20 Plantagenperioden) erhöhen sich die jährlichen Treibhausgasemparungen für Naturwald auf ca. 8-11 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro ha, für Brachland dagegen verringert sich der Wert auf etwa 9-12 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro ha und Jahr (s. Abb. 16).

**Abb. 16:** Auswirkungen verschiedener Abschreibungszeiten von (100, 25 bzw. 500 Jahre) auf die Treibhausgasemparung für die Naturwald- bzw. Bracheoption unter der Annahme einer kontinuierlichen Nutzung.



## Nachfolgenutzung

Neben dem Anrechnungszeitraum spielt die Art der Nachfolgenutzung eine entscheidende Rolle. Folgende drei Szenarien sind denkbar:

- Kontinuierliche Plantagennutzung (s. oben). Die Plantage wird nachhaltig und dauerhaft bewirtschaftet.
- Ein- bis mehrmalige Plantagennutzung mit anschließender Devastierung der Fläche, da die Plantage nicht nachhaltig bewirtschaftet wurde.
- Ein- bis mehrmalige Plantagennutzung mit anschließender Entwicklung zum Sekundärwald.

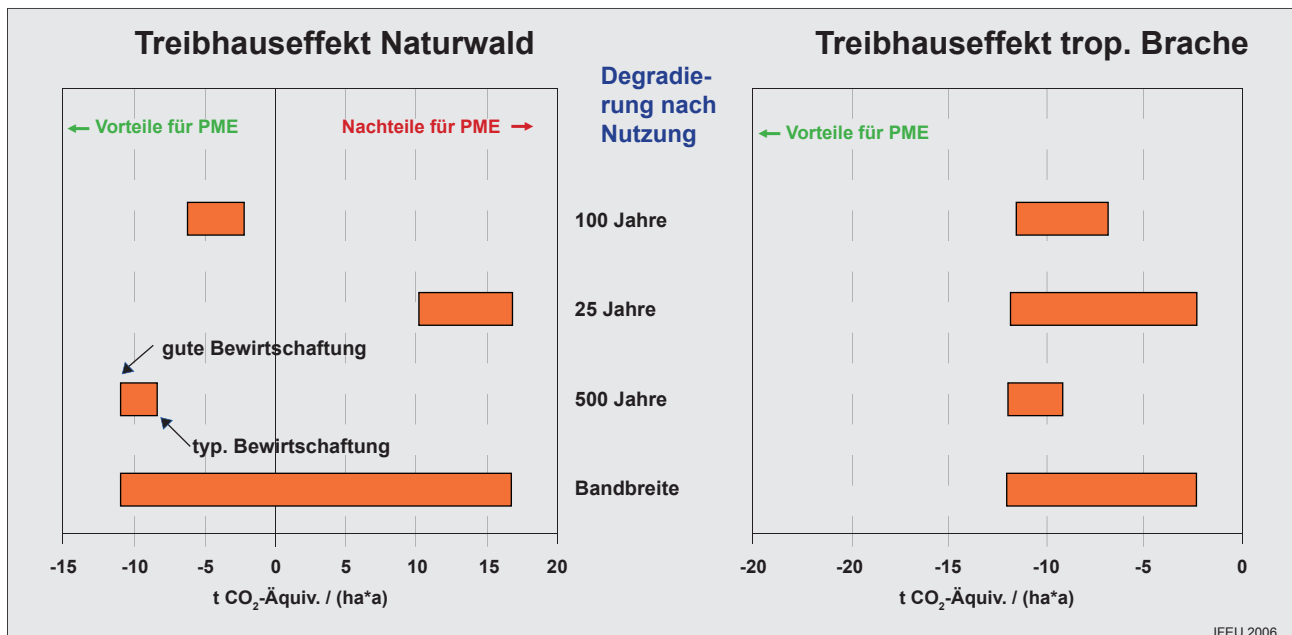
Eine nachhaltige, langfristige Bewirtschaftung von Ölpalmenplantagen ist ohne Zweifel möglich. Insbesondere in den Ländern Südostasiens gehen wir aufgrund des hohen Bevölkerungsdrucks davon aus, dass einmal gerodete Flächen längerfristig genutzt werden. Aus diesem Grund haben wir unseren Basisszenarien einen Anrechnungszeitraum von 100 Jahren zugrunde gelegt, darüber hinaus aber auch Zeiträume von 25 sowie 500 Jahren berücksichtigt. Aufgrund von leid-

vollen Erfahrungen aus anderen tropischen Ländern ist aber auch eine Devastierung der Plantagenfläche nach einer kurz- bis mittelfristigen Nutzungsphase ein durchaus realistisches Szenario. Abb. 17 zeigt, dass sich die Ergebnisse gegenüber der kontinuierlichen, langfristigen Nutzung (s. Abb. 16) deutlich verschlechtern.

Eine Entwicklung zu einem Sekundärwald nach einmaliger Nutzung halten wir für eine durchschnittliche Betrachtung als eher unwahrscheinlich, weswegen wir hierfür keine Ergebnisse aufgeführt haben.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, wie sensitiv die Gesamtergebnisse von diesen beiden Effekten abhängen: zum einen von der eigentlichen Größe des CO<sub>2</sub>-Verlustes bzw. der CO<sub>2</sub>-Senke selbst und zum zweiten vom Ansatz, wie diese Größe in der Bilanz berücksichtigt werden muss. Dies hängt davon ab, wie die Flächen im Einzelnen zukünftig genutzt werden, was in vielen Fällen niemand voraussagen kann.

**Abb. 17:** Auswirkungen verschiedener Abschreibungszeiten (100, 25 bzw. 500 Jahre) auf die Treibhausgaseinsparung für die Naturwald- bzw. Bracheoption unter der Annahme, dass die Flächen nach 100, 25 bzw. 500 Jahren degradieren.



#### 4.2.6 Ergebnisübersicht für alle alternativen Flächenbelegungen

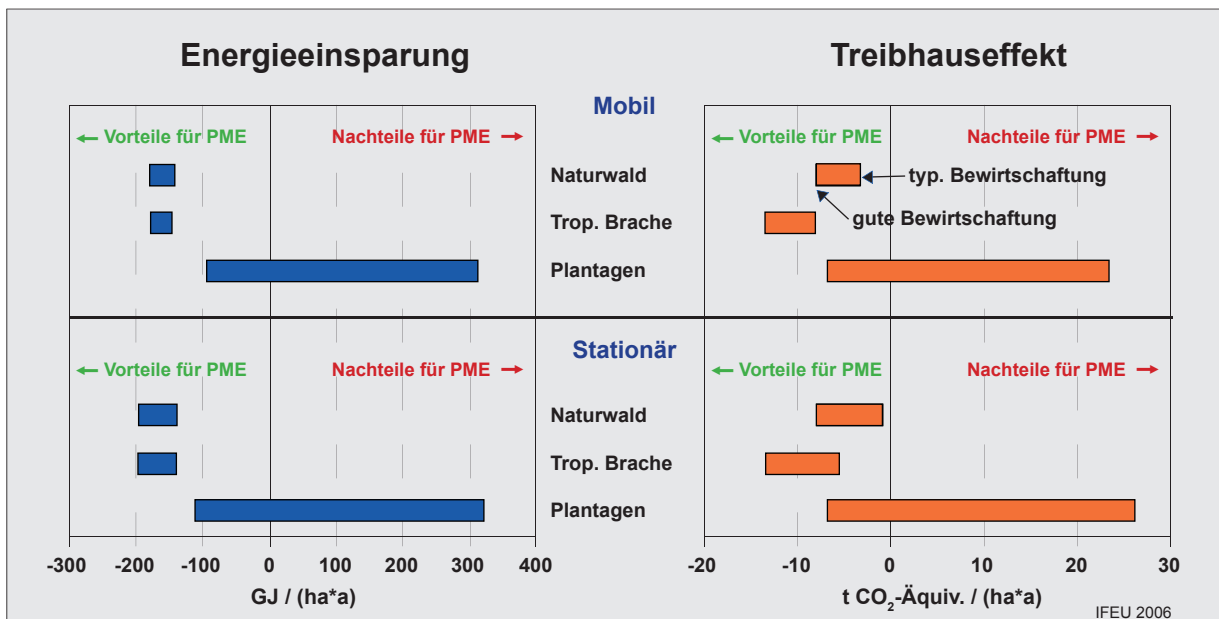
In Abb. 18 sind die Ergebnisse zunächst sowohl für die mobile wie auch für die stationäre Nutzung von Palmöl dargestellt: jeweils über die gesamten Lebenswegvergleiche hinweg, also im Vergleich zum jeweils konventionellen Energieträger und unterschieden danach, ob die Palmöl-Plantagen anstelle Naturwaldes, tropischer Brachflächen oder anstelle anderer Nutzpflanzenplantagen angebaut werden (vgl. mit den entsprechenden Szenarien in Kap. 4.2.2. bis 4.2.4.)

Als Hauptergebnisse können festgehalten werden:

- Werden Ölpalmen auf tropischen Brachen oder anstelle tropischen Naturwaldes angebaut, so werden – über die vollständigen Lebenswegvergleiche „energetische Nutzung von Palmöl gegenüber konventioneller Energiebereitstellung“ hinweg betrachtet – eindeutig fossile Energieträger in einer Größenordnung von 150 GJ pro ha und Jahr eingespart.
- Bei den Treibhausgasen finden sich für die beiden aufgeführten Optionen „Naturwald“ und „Tropenbrache“ analoge Ergebnisse – also Vorteile für die energetische Nutzung von Palmöl – allerdings mit zwei Unterschieden gegenüber den Energiebilanzen:  
**Erstens:** Die Ergebnisse sind für den Fall einer Ölpalmenplantage auf tropischer Brache günstiger als für den Fall einer Ölpalmenplantage auf ehemaligen Naturwaldflächen, da hierdurch Kohlenstoff gebunden statt freigesetzt wird.  
**Zweitens:** Bei den in Abb. 18 dargestellten Ergebnissen wurde eine Abschreibzeit des gebundenen bzw. freigesetzten Kohlenstoffs auf 100 Jahre zugrunde gelegt. Diese Abschreibzeit hat beim Szenario „tropische Brache“ im Vergleich zum „Naturwald“ einen nur geringfügigen Einfluss. Während bei „tropischer Brache“ in allen Fällen der Abschreibemöglichkeiten CO<sub>2</sub> eingespart wird, ist das beim Naturwald nicht der Fall: je kürzer die Abschreibzeit, desto schlechter das Ergebnis, wobei bei Anrechnungszeiten von bis zu 25 Jahren, d.h. nur einer Plantagenperiode, sogar Mehrmissionen auftreten (siehe Kap. 4.2.5).
- Damit kann festgehalten werden, dass im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung ein Anbau von Ölpalmen auf tropischen Brachen deutlich effektiver ist als die Rodung von Naturwald.

- Treten demgegenüber Ölpalmenplantagen an die Stelle anderer Plantagen (Kautschuk, Kokosnuss bzw. Speiseöl), so zeigen die Ergebnisse – auch hier über die gesamten Lebenswegvergleiche hinweg – ein uneinheitliches Bild: es können Vorteile, aber auch Nachteile auftreten. Selbst wenn mit Palmöl ein nachwachsender Energieträger fossile Energieträger ersetzt, können unter dem Strich ein Mehrverbrauch an fossiler Energie und Mehrmissionen an Klimagasen auftreten. Das hängt damit zusammen, dass beispielsweise Naturkautschuk eine bessere Energie- und Klimagasbilanz aufweist als die auf der gleichen Fläche angebaute Ölpalme, selbst wenn das Palmöl energetisch genutzt wird.
- Im Vergleich der stationären zur mobilen Nutzung von Palmöl zeigt sich, dass es kaum signifikante Unterschiede bei den Energie- und Treibhausgasbilanzen gibt.
- Ein beträchtliches Optimierungspotenzial zeigt sich im Bereich der Palmölproduktion und -verarbeitung: Gegenüber der derzeit weltweit „typischen“ Palmöl-Bereitstellung lassen sich signifikante Energieeinsparungen und in noch beträchtlicherem Umfang Klimagaseinsparungen erzielen, wenn zukünftig nach „guter Praxis“ produziert würde. Die größten Einsparpotenziale lassen sich erzielen durch Auffangen und energetische Nutzung des bei der anaeroben Vergärung entstehenden Biogases aus den Abwässern der Palmölmühlen, vollständige Nutzung der Fasern und Kernschalen sowie optimiertes Plantagenmanagement (und dadurch verbundenen höheren Erträgen). Diese Optimierungsmöglichkeiten sind unabhängig davon, ob das Palmöl energetisch oder im Nahrungsmittelsektor eingesetzt wird. Die für die energetische Nutzung von Palmöl dargestellten Bilanzen zeigen mit über 15 % bei der Energieeinsparung und über 60 % an Klimagaseinsparung über die vollständigen Lebenswege hinweg jedoch das durchaus beträchtliche Einsparpotenzial.

**Abb. 18:** Ergebnisse für die vollständigen Lebenswegvergleiche von energetisch genutztem Palmöl gegenüber konventioneller Energiebereitstellung für die mobile Nutzung (Palmöl-Biodiesel, PME) und stationäre (reines Palmöl) unterschieden nach der alternativen Flächenbelegung für die Ölpalmenplantage.



Bei der Bandbreite des Naturwaldszenarios ist unterschieden zwischen weltweit typischer und guter Bewirtschaftungspraxis der Palmölproduktion und -verarbeitung

#### 4.2.7 Vergleich von Palmöl-Biodiesel mit anderen Biokraftstoffen

Der Lebenswegvergleich für Palmöl-Biodiesel gegenüber anderen Biokraftstoffen aus Anbaubiomasse, insbesondere Bioethanol (EtOH) als Ottokraftstoff-Ersatz und ETBE (Ethyltertiärbutylether) als Antiklopfmittel sowie verschiedene Biodiesel und reines Rapsöl zeigt folgende Ergebnisse (s. Abb. 19):

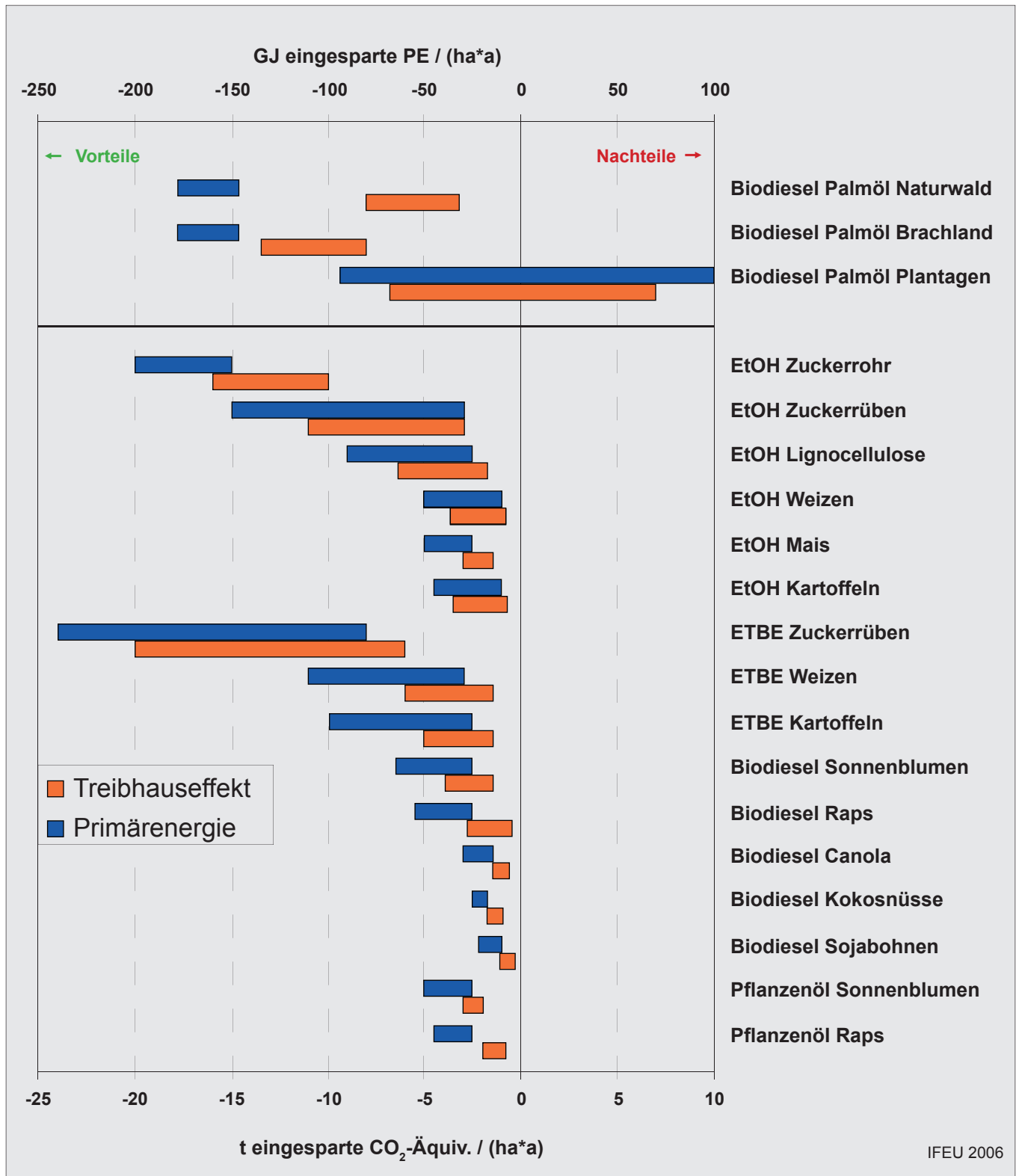
- Wenn die Ölpalme anstelle Naturwaldes oder tropischen Brachlandes angebaut wird, weisen Palmöl-Biodiesel und Ethanol aus Zuckerrohr neben ETBE aus der Zuckerrübe die mit Abstand besten Energiebilanzen auf, d. h. pro ha können mit diesen Biokraftstoffen am meisten fossile Energieträger eingespart werden.
- Bei der Einsparung an Klimagasen fallen die Ergebnisse für Palmöl-Biodiesel nicht so eindeutig aus: Lediglich der Ölpalmenanbau auf tropischen Brachen zeigt Ergebniswerte, die ähnlich hoch wie bei Ethanol aus Zuckerrohr oder ETBE aus Zuckerrüben und damit günstiger als bei der Mehrheit der aufgeführten Biokraftstoffe liegen. Für den Fall der heute typischen Produktionsweise zur Herstellung von Palmöl anstelle tropischen Naturwaldes zeigt sich nur noch eine Klimagaseinsparung in ähnlicher Höhe wie bei den Kraftstoffen aus der in den gemäßigten Breiten angebauten Zuckerrübe und ungünstiger als das in den sub-

tropischen Regionen angebaute Zuckerrohr. Und dies gilt auch nur für den Fall, dass Palmöl anstelle Naturwaldes angebaut wird und dabei der bei der Umwandlung von Primärwald auftretende Kohlenstoffverlust über 100 Jahre hinweg abgeschrieben wird (s. ausführliche Diskussion in Kap. 4.2.5)

- Zumindest beim Einsparen von Klimagasen gibt es bereits eine Reihe an Alternativen zu Palmöl, die den gleichen Nutzen haben, dafür aber nicht notwendigerweise Flächen tropischer Naturwälder beanspruchen.
- Wird Palmöl anstelle anderer Plantagen angebaut, verschlechtern sich die Ergebnisse deutlich: Dabei gilt zunächst weiterhin das bereits zur Abb. 18 formulierte Ergebnis: Nämlich, dass Palmöl-Biodiesel über die gesamten Lebenswegvergleiche sogar negative Bilanzen, also einen Mehrverbrauch an Energie und zusätzliche Klimagasemissionen, aufweisen kann. Im Vergleich zu den anderen Biokraftstoffen zeigt sich überdies, dass die Klimagaseinsparungen bei typischer Bewirtschaftung – selbst in dem für Palmöl günstigen Fall der Kokosnussplantage als Alternative – bereits durch eine Vielzahl anderer Biokraftstoffe erzielt oder übertroffen werden.
- Auch hier zeigen sich die durchaus lohnenswerten Optimierungspotenziale im Bereich der Palmölproduktion und -verarbeitung (s. Abb. 10).



**Abb. 19:** Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanzen verschiedener Biokraftstoffe im Vergleich zu ihren fossilen Kraftstoffpendants in jährlich eingesparter Primärenergie (in GJ) und Klimagasen (in t CO<sub>2</sub>-Äquivalente) pro ha angebaute Biomasse



IFEU 2006

### 4.3 Andere Umweltwirkungen der Palmöl-Produktion

Neben den bereits angeführten ökologischen Wirkungsbereichen Energieverbrauch, Treibhauseffekt und Naturraum gibt es noch eine Reihe weiterer ökologisch relevanter Bereiche, die mit der Produktion von Palmöl in Verbindung gebracht werden. Diese werden hier kurz skizziert ohne auf einzelne Zahlen einzugehen, da hierfür die Zahlengrundlage fehlt.



Typisches Erscheinungsbild einer Ölmühle zur Verarbeitung von Ölpalmenfrüchten. © IFEU

#### Emissionen in die Atmosphäre

Es verbleiben nach der Verarbeitung der Palmölfrüchte zu Palmöl in der Palmölmühle einige Reststoffe. Dazu zählen die leeren Fruchtbündel (Empty Fruit Bunches, EFB) mit etwa 22 Gewichts-%, die Fasern mit 14 %, die Kernschalen mit 7 % und das Abwasser. Ein Teil dieser Reststoffe, vornehmlich Fasern und Kernschalen, wird mühlenintern zur Energiegewinnung verbrannt. Dabei entstehen die verbrennungstypischen Schadstoffe – allen voran Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und Partikel. Da in der Regel keine besonders aufwändigen Rauchgasrückhaltesysteme installiert sind, sind diese Schadgasemissionen in die Atmosphäre nicht unerheblich und treten durch den tagtäglichen Betrieb über das gesamte Jahr hinweg auch permanent auf.

Bei einigen Ölmühlen werden auch die leeren Fruchtbündel in Öfen auf dem Mühlengelände verbrannt und die verbleibende Asche auf die umliegenden Plantagen als Düngemittel zurückgeführt, da eine direkte Rückführung und Verteilung zu kostenintensiv bzw. aufwändig ist. Diese Verbrennung ist besonders Umwelt belastend, denn die Fruchtbündel sind durch den Sterilisationsprozess noch relativ nass, so dass der Verbrennungsprozess nur sehr unvollständig stattfinden

kann – was immer der Fall ist, wenn Feuchtmaterial verbrannt wird – und dadurch besonders hohe Schadstoffkonzentrationen auftreten. Auch hier sind keine besonderen Rauchgasreinigungsanlagen installiert. Diese Art der „Entsorgung“ der Fruchtbündel ist in Ländern wie Malaysia zwar bei Neuanlagen mittlerweile untersagt, aber weltweit immer noch weit verbreitet. Auch in Malaysia betrifft es noch schätzungsweise 10 % aller Anlagen.

#### Emissionen in die Hydrosphäre

Das Abwasser der Palmölmühlen wird auf dem Mühlengelände einer anaeroben Behandlung unterzogen. Diese erfolgt bei Anlagen, die um eine (wenigstens halbwegs) nachhaltige Palmölproduktion bemüht sind, überwiegend in offenen Teichen, wobei Biogas – bestehend vorwiegend aus dem klimarelevanten Methan – in die Atmosphäre entweicht (s. Kap. 4.2.2). Das anaerob behandelte Abwasser wird heute teilweise in den umliegenden Plantagen durch Grabenkanalsysteme verteilt, oftmals aber einfach in einen Vorfluter geleitet, da eine Landanwendung mit hohen Ausbringungskosten verbunden ist. Damit werden trotz der Behandlung aber immer noch bedeutsame Mengen an Nährstoffen in die Flüsse eingeleitet, die dort belastend auf das Ökosystem einwirken. Lediglich der gelegentlich aus den Teichen abgesaugte Schlamm wird als Dünger in den Plantagen verwendet.

Darüber hinaus erfolgt nicht in allen Anlagenkonzepten weltweit eine entsprechende Behandlung des Ölmühlenabwassers. Dort, wo das Abwasser ungeklärt oder nur unzureichend behandelt in die Flüsse gelangt, sind die Belastungen für das aquatische Ökosystem besonders hoch.



Zwischenlagerung des bei der Palmölgewinnung anfallenden Abwassers in einem Abkühlbecken. © IFEU



Reststoffe der Palmölgewinnung, zum Teil zur Energiegewinnung genutzt. © IFEU

#### 4.4 Ökologische Optimierungspotenziale

Wie bereits in den vorstehenden Kapiteln angeführt, entstehen bei der Palmölgewinnung eine Reihe an Reststoffen, die bisher nur unzureichend genutzt bzw. für die Umwelt sogar belastend „entsorgt“ werden. Das sind insbesondere die Fasern und Kernschalen sowie die leeren Fruchtbündel. Hier sind besonders hohe und effektive Optimierungspotenziale vorhanden.

Bisher wird etwa die Hälfte der Fasern und Kernschalen mühlenintern zur Energiegewinnung verbrannt, wodurch der gesamte Mühlenprozess energieautark betrieben werden kann. Die andere Hälfte wird – quasi als Notlösung – in der Regel zur Befestigung der Fahrwege in den Plantagen verwendet, da ein Zurückführen als Düngemittel nicht effizient ist und eine Verbrennung mit Energiegewinnung oftmals nicht möglich ist, da ein Export überschüssiger Energie aufgrund des in der Regel fehlenden Anschlusses an das öffentliche Stromnetz nicht in Frage kommt (Ma et al. 1994).

Hier sollten demnach also alle Anstrengungen unternommen werden, die verbleibenden Fasern und Kernschalen zukünftig flächendeckend und vollständig energetisch zu nutzen, beispielsweise durch Anschluss der Palmölmühle an ein Stromnetz oder durch Ausverkauf der Rohstoffe und energetische Nutzung an anderer Stelle, wie dies vereinzelt bereits in Malaysia praktiziert wird.

Die in großen Mengen anfallenden leeren Fruchtstände stellen die Ölmühlen vor große logistische Probleme. Bei einem Teil der Ölmühlen werden sie mit den leeren

#### Naturraumbeanspruchung

Bei der Refinement des rohen Palm- bzw. Palmkernöls fallen pro Tonne Öl ca. 9 kg verbrauchte Bleicherde an, die bislang deponiert werden. Allein in Malaysia mussten 2003 mehr als 120.000 t entsorgt werden, wofür entsprechendes Deponievolumen und damit Naturraum beansprucht wird.

Lkws wieder zurück auf die Plantagen gefahren und dort – im Idealfall – als Mulch zwischen den Palmenreihen verteilt. Da diese Arbeit äußerst mühsam und eine gleichmäßige Verteilung fast unmöglich ist, werden sie teilweise aber auch nur abgekippt und bestenfalls grob verteilt, so dass ihre bodenverbessernde und düngende Wirkung nicht optimal ausgenutzt wird. Zudem werden teilweise die leeren Fruchtbündel auch heute noch in Öfen auf dem Mühlengelände verbrannt und lediglich die Asche als Dünger in den umliegenden Plantagen aufgebracht.

Optimierungsmöglichkeiten gibt es mehrere: Zum einen können die Fruchtbündel mit hierfür geeigneten Technologien nicht nur verbrannt, sondern zur Energiegewinnung genutzt werden. Dies ist sogar aus ökonomischer Sicht sinnvoller als das Mulchen (N et al. 2003). Da die Ölmühlen bereits heute energieautark durch Verbrennen der Schalen und Fasern arbeiten, müsste hierfür die Ölmühlen an das Stromnetz angebunden werden. Alternativ käme auch eine betriebsinterne Nutzung der Energie infrage, verbunden mit einem Ausverkauf der vollständigen Fracht an Fasern und Kernschalen. Oder die Fruchtbündel könnten zusammen mit dem Überschuss an Fasern und Kernschalen in einem zentralen Biomassekraftwerk zur Energiegewinnung verbrannt werden (Ma et al. 1994). Hierfür müssten die sperrigen Fruchtbündel jedoch zerkleinert bzw. pelletiert und ihr hoher Feuchtegehalt (65 %) reduziert werden.

Zum anderen gibt es Bestrebungen, die Fruchtbündel stofflich zu nutzen. Aufgrund ihres Gehalts an Lignozellulose von 30 % könnten sie bei der Herstellung von MDF-Platten (mitteldichte Faserplatten) rund 30 % des knapper werdenden Rohstoffs Kautschukbaumholz ersetzen (Ridzuan et al. 2002 und Ropandi et al. 2005). Ebenso kann aus den leeren Fruchtbündeln Zellstoff für die Papierherstellung oder Kompostsubstrat (siehe unten) gewonnen werden.

Kurzum: es gibt eine Reihe an Optionen, die Fruchtbündel effizient zu nutzen, wodurch zum einen die bisher auftretenden Umweltbelastungen vermieden werden und andererseits sogar Umweltvorteile wie das Einsparen von Energie und Klimagasen entstehen, so dass alle Anstrengungen unternommen werden sollten, diese Potenziale zukünftig vollständig zu erschließen.

In Kapitel 4.2.2 bzw. 4.3 wurden die Zusammenhänge um die Biogasemissionen aus den Abwässern der Palmölmühen auf die Energiebilanzen und Gesamtklimagasemissionen wie auch die weiteren ökologischen Auswirkungen durch das Abwasser dargestellt.

Die derzeit praktizierte anaerobe Behandlung erfolgt überwiegend in offenen Teichen, wobei pro Tonne Palmöl etwa 60-70 m<sup>3</sup> Biogas mit einem Gehalt an klimarelevantem Methan von 65 % in die Atmosphäre entweichen. Somit besteht hier ein überaus erhebliches Verbesserungspotenzial: Das im Biogas enthaltene Methan sollte in geschlossenen Biogasanlagen aufgefangen und zur Energiegewinnung genutzt werden. Dadurch würde zum einen das Entweichen des äußerst

klimawirksamen Methans – etwa 23 mal klimawirksamer als CO<sub>2</sub> – und zusätzlich fossile Energie eingespart und damit ein Freisetzen an fossilem CO<sub>2</sub> bei der Nutzung der fossilen Energieträger verhindert werden. Ein Nebeneffekt wäre zudem, dass der Flächenbedarf der Palmölmühen dadurch etwas reduziert würde, da die herkömmlichen Teichsysteme nicht mehr benötigt würden. Das verbleibende Substrat nach der Biogasgewinnung kann mit etablierten Technologien auf den umliegenden Plantagen ausgebracht werden und dort seine Düngewirkung entfalten.

Um die im Abwasser der Ölmühen enthaltenen Nährstoffe optimal zu nutzen, schlägt die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig ein System vor, bei dem die anaerob vorbehandelten Abwasser zusammen mit zerkleinerten Fruchtbündeln kompostiert wird. Damit könnten alle Nährstoffe in einem Produkt vereint und als organischer Dünger in den Plantagen verwendet werden (Schuchardt et al. 2005).

In Kapitel 4.3 wurde ausführlich auf die zum Teil außerordentlich hohe Belastung der Atmosphäre mit Luftschadstoffen wie Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und Partikel durch das Verbrennen der Fasern, Schalen und Fruchtbündel eingegangen.

Die derzeit praktizierte Verbrennung der Fasern und Schalen bzw. der leeren Fruchtbündel sollte mit Schadstoffrückhaltesystemen entsprechend dem Stand der Technik (Staubzyklon, Rauchgaswäsche etc.) nachgerüstet bzw. Neuanlagen nur noch mit entsprechender Technologie genehmigt werden.



Leerer Fruchtstand nach Entfernen der Einzelfrüchte, teilweise als Mulch in den Plantagen genutzt. © IFEU



Frischer Fruchtstand bestehend aus zahlreichen Einzelfrüchten. © IFEU

Ein weiterer Schwerpunkt betrifft die Plantagenwirtschaft, die weltweit nicht durchgängig unter guter fachlicher Praxis durchgeführt wird, was sich schon an den zum Teil deutlich unterschiedlichen Hektarerträgen ablesen lässt (s. Kap. 2.2).

Im Bereich der Plantagenwirtschaft gibt es noch einige Optimierungspotenziale, auf die hier thematisch nur der Vollständigkeit halber eingegangen werden kann. Der hier sicherlich wichtigste Schwerpunkt ist eine bedarfs- und sachgerechte Ausbringung von Düngemitteln, gegebenenfalls unter logistischem Einbeziehen der Reststoffe aus dem Palmölmühlenbetrieb, wodurch in der Regel negative Umweltauswirkungen verringert und gleichzeitig die Erträge erhöht werden. Auch kann, wie in einigen Plantagen schon umgesetzt, die Bekämpfung von Nagetieren, insbesondere Ratten, durch Eulen statt durch das Ausbringen von Rodentiziden erfolgen. Ein weiterer Schwerpunkt betrifft die Artenvielfalt bzw. Biodiversität, die in als Monokultur gehaltenen Ölpalmenplantagen auf ein Minimum reduziert ist. Auch hier gibt es eine Reihe an effizienten Optimierungsmöglichkeiten.

An sich gibt es noch weitere Optimierungsmöglichkeiten wie beispielsweise ein Verfahren zum Recycling der bei der Raffination des Palmöls verbrauchten Bleicherde (s. Kap. 4.3). Dieses besteht aus zwei Schritten, wobei die verbrauchte Bleicherde zunächst durch Lösemittelextraktion entölt und anschließend durch eine Wärmebehandlung aufbereitet wird (Cheah & Siew 2004). Auf diese Möglichkeiten der Optimierung soll aber hier nicht näher eingegangen werden.

## 4.5 Zukünftiger Flächenbedarf für den Palmölanbau

Um einen Überblick über den Weltmarkt für Biodiesel und davon abgeleitet über den Flächenbedarf bis zur Einführung der zweiten Generation von Biokraftstoffen bis etwa 2020 oder 2030 zu erhalten, müsste die Entwicklung des Rohölpreises sowie politischer Vorgaben der EU und anderer Hauptverbraucherländer abschätzbar sein. Die Ziele der EU sind jedoch nur bis zum Jahr 2010 festgelegt, und die Entwicklung des Rohölpreises ist nicht annähernd verlässlich anzugeben.

Für den Bereich der EU besagt die „Richtlinie vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ (CEC 2003a), dass die Mitgliedstaaten sicherstellen sollen, dass ein Mindestanteil an Biokraftstoffen auf ihren Märkten in Verkehr gebracht wird. Hierfür ist ein Richtwert von 5,75 % für das Jahr 2010 angegeben. Der Wert bezieht sich auf die energetische Gesamtheit aller Kraftstoffe. Damit ist den Mitgliedstaaten freigestellt, welche Anteile an Diesel- bzw. Ottokraftstoff sie im Einzelnen ersetzen wollen. Auch ist ihnen freigestellt, mit welchem bzw. welchen Biokraftstoffen dieses Ziel erreicht wird. Aufgrund ihrer Verfügbarkeit werden hierfür jedoch vornehmlich die Biokraftstoffe der ersten Generation, also Biodiesel, Bioethanol und Bio-ETBE aus diversen Rohstoffen, infrage kommen, da Biokraftstoffe der zweiten Generation wie BTL bis 2010 noch nicht in nennenswertem Umfang zur Verfügung stehen werden.

Grundsätzlich kommen auch reines Palmöl bzw. Palmöl-Biodiesel (PME) für das Erreichen dieser Ziele infrage. Wie in Kap. 2.3.1 dargelegt, kann Palmöl-Biodiesel zurzeit weder als Rein- noch als Mischkraftstoff die momentan gültigen Normen erfüllen. Ein gewaltiges Potenzial könnte jedoch entstehen, wenn die Beimischung von Palmöl-Biodiesel durch die angestrebte Änderung der Dieselmotorkraftstoffnorm (DIN EN 590) nicht mehr an den Kälteeigenschaften des PME scheitern würde.

Es stellt sich die Frage, wie sich eine Etablierung von Palmöl-Biodiesel auf dem europäischen Markt auswirken würde. Schwerpunkt der Betrachtungen ist hierbei, ob genügend Palmöl auf dem Weltmarkt zur Verfügung steht oder dies zukünftig zusätzlich angebaut werden müsste und auf welchen Flächen.

Die FAO rechnet für Palmöl mit einem Anstieg der Produktion von 25,6 Mio. t Ölgehaltäquivalent im Jahr 1999/2001 auf 54,2 Mio. t im Jahr 2030. Hierbei erscheint der FAO ein Anstieg im technisch-industriellen Bereich von 3,2 % pro Jahr aufgrund weiter steigender Bioenergienachfrage als wahrscheinlich, während für den Nahrungsmittelbereich mit lediglich 1,5 % jährlichem Zuwachs gerechnet wird. Auch die Welternährungsorganisation sieht damit eine mögliche Gefährdung der Wälder in den Erzeugerregionen verbunden (FAO 2006b).

Für die Haupterzeugerländer in Südostasien rechnen Fortschreibungen auf Grundlage hoher jährlicher Zuwachsraten von 5 - 12 % bei bisheriger Bewirtschaftungsform mit einem Anstieg der genutzten Fläche von bisher 3,5 auf 5,1 Mio. ha im Jahr 2020 in Malaysia, während für Indonesien wird sogar mit einem Zuwachs von derzeit 5 auf 16,5 Mio. ha gerechnet wird. Bei Einführung guter Bewirtschaftung (rationale Landnutzung, Umwandlungsverbot für Naturwald, bessere Anbaumethoden) lauten die Prognosen 4,3 Mio. ha (Malaysia) bzw. 9,0 Mio. ha (Indonesien). Selbst eine günstige Bewirtschaftung würde also wenigstens 3 bis 4 Mio. ha mehr Land für den Palmölanbau in Indonesien erfordern.

Staatliche Stellen gehen gar von einem Flächenbedarf von 30 Mio. ha für die Palmölgewinnung aus, Provinzregierungen in Indonesien stellen in Folge der Dezentralisierung Nutzungslizenzen von 20-22 Mio. ha in Aussicht. Es stehen auf Grundlage grober Schätzungen jedoch höchstens 10 Mio. ha Brache zur Verfügung (Dros 2003). Bereits kurzfristig sollen bis 2010 in Indonesien 3 Mio. ha Land für die Palmölproduktion bereitgestellt und 11 Raffinerien errichtet werden (vgl. Kap. 3.6.). Da aus ökonomischer Sicht die Neuanlage auf gerodetem Naturwald günstiger ist als die Bewirtschaftung auf Bracheflächen, kommen hier entsprechende Interessen der Holz- und Plantagenindustrie in das Blickfeld. Aufgrund der politischen

Realitäten in den Haupterzeugerländern Malaysia und vor allem in Indonesien ist damit zu rechnen, dass auch entgegen der Bindung an internationale Übereinkünfte wie dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD) tropischer Regenwald zum Ölpalmenanbau gerodet wird, falls keine wirksamen Regulierungsmechanismen zum Zuge kommen.

Darüber hinaus verspricht von den möglichen Optionen (Naturwaldrodung, Brachenutzung, Plantagenumwidmung) die Brachenutzung die größten Einsparpotenziale von fossiler Energie sowie Treibhausgasen.

Aufgrund der unbestimmten längerfristigen Ausrichtung von Subventionen und Beimischungsverpflichtungen in der EU über das Jahr 2010 hinaus können für Europa nur Schätzungen bis 2010 gegeben werden. Derzeit werden nach Angaben des europäischen Biodieselvebandes EBB nur 1,4% anstelle der bereits für 2005 angestrebten 2,0% Marktanteil am Gesamtkraftstoffverbrauch durch Biokraftstoffe abgedeckt, hiervon ca. 80% Biodiesel und 20% Ethanol für Ottomotoren. Den größten Teil des Biodiesels wiederum stellt mit etwa 90 % Marktanteil Biodiesel vorwiegend aus europäischer Rapsproduktion, d.h. im Jahr 2005 etwa 3 Mio. Tonnen Raps-Biodiesel (RME). Beim Gesamtdieselvebrauch nimmt Biodiesel einen Marktanteil von 1,5% ein (EBB 2006a, EBB 2006b und UFOP 2006).

Während Deutschland von der hierfür verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche in der Lage wäre, die Vorgaben von 5,75 % Biokraftstoffanteil bei entsprechender Förderung aus eigener Biomasse- bzw. Rapsproduktion zu erfüllen, bleibt EU-weit eine Rohstoffversorgungslücke. Diese könnte mittel- oder langfristig mit Ethanol- oder BTL-Kraftstoffe aus europäischer Produktion gedeckt werden, wobei insbesondere für die letztgenannten die technologischen Voraussetzungen jedoch nicht gegeben sind (UFOP 2006). Der Import von Palmöl stellt nach Angaben der Ölpflanzenanbau- und Verarbeitungsverbände UFOP bzw. FEDIOL eine Alternative mit einem möglichen Anteil am Biodieselmekmarkt von bis zu 20 % im Jahr 2010 gegenüber etwa 10 % im Jahr 2005 dar (UFOP 2006 und Krishna & Mudeva 2006).

(FEDIOL 2006) rechnet für das Jahr 2010 bei einem dann angenommenen Biokraftstoffanteil von 5,75 %

mit einem EU-Biodieserverbrauch von 12 Mio. Tonnen, für den mindestens 5,8 Mio. t europäisches Rapsöl und bis zu 2,5 Mio. t importiertes Palmöl - entsprechend 20% des Biodieserverbrauchs - einzusetzen wären. Andere Rohstoffquellen für Biodiesel stellen Sojaöl (ca. 2,4 Mio. t) und andere Pflanzen- und Tieröle dar. Bei einem mittleren Hektarertrag von 3,25 Tonnen pro ha und Jahr für indonesisches Palmöl (Dros 2003) ergibt dies einen Flächenbedarf in dem besonders von Naturwaldrodung betroffenen Erzeugerland Indonesien von etwa 770000 ha für den europäischen Biodieselmärkte. Hinzu kommt der unbekannte Bedarf für die stationäre Nutzung.

Im Vorigen wurde der von Verbänden der Energiepflanzenwirtschaft prognostizierte zukünftige Verbrauch bzw. Importbedarf an Palmöl dargestellt und darauf basierend der Flächenbedarf dargestellt. Demgegenüber gibt die Berechnung des IFEU-Instituts in Tab. 8 eine Übersicht, wie viel Fläche nötig wäre, um jeweils 1 % des Dieseldiesels bzw. 1 % des Gesamtdiesels in der EU-25 bzw. in Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden auf der Grundlage des heutigen Verbrauchs in 2005 durch Palmöl-Biodiesel abzudecken. Hierbei wird ersichtlich, dass es sich mit einem Flächenbedarf von beispielsweise über 1 Mio. ha für die EU-25 für 1 % Kraftstoffersatz durch Palmöl-Biodiesel um eine durchaus signifikante Größenordnung handelt. Jedes Prozent ersetzten Dieseldiesels in Deutschland entspricht 1 % der derzeitigen weltweiten Palmölproduktion auf einer Fläche von 8,6 Mio. ha. Jedes ersetzte Prozent des Dieseldiesel-Verbrauchs der EU-25 entspricht sogar 8 %. Für jedes Prozent ersetzten Gesamtdiesels lauten die entsprechenden Zahlen 2 % bzw. 12 %. Hinzu kommt, dass Länder wie Malaysia oder Thailand ebenfalls politische Ziele formuliert haben, Biokraftstoff – und hier speziell Palmöl – einzusetzen (s. Kap. 3.6).

**Tab. 8:** Flächenbedarf zur Deckung pro 1 % des jeweiligen Kraftstoffverbrauchs in ha

	Flächenbedarf zur Deckung pro 1 %	
	Dieseldiesel	Gesamtdiesel
Deutschland <sup>1</sup>	102.000	189.000
Schweiz <sup>2</sup>	6.000	18.000
Niederlande <sup>3</sup>	19.000	34.000
EU-25	711.000	1.035.000

IFEU 2006 auf der Basis von

<sup>1</sup>MWV 2005;

<sup>2</sup>Erdöl-Vereinigung 2005;

<sup>3</sup>VNPI 2006

Im Vergleich zur Substitution von Kraftstoff durch Palmöl fallen die Ergebnisse zur Substitution von Strom noch ausgeprägter aus (s. Tab. 9): Um jeweils 1 % des europäischen Strombedarfs abzudecken, ist in etwa jeweils die doppelte Fläche an Ölpalmenplantagen notwendig, als zur Substitution von 1 % des Kraftstoffmarktes, d.h. etwa 2 Mio. ha.

**Tab. 9:** Flächenbedarf zur Deckung pro 1 % des jeweiligen Stromverbrauchs in ha

	Flächenbedarf zur Deckung pro 1 %
	Stromverbrauch
Deutschland	365.000
Schweiz	42.000
Niederlande	59.000
EU-25	1.927.000

IFEU 2006 auf Basis von Europäische Kommission 2003

## 5 Ausblick

Anhand der vorliegenden Studie wird deutlich, dass die Nachfrage und damit die Produktion von Palmöl einem starken Wachstum unterliegen. Prognosen der FAO gehen von einer Verdoppelung der globalen Nachfrage zwischen 2000 und 2030 aus (FAO 2006b). Die energetische Nutzung von Palmöl führt zu einer wesentlichen Erhöhung der Nachfrage nach Palmöl.

Die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanzen zur stationären und mobilen Nutzung von Palmöl zeigen, dass Palmöl im Vergleich mit anderen pflanzlichen Ölen vor allem dann enorme Mengen fossile Energie und Treibhausgase einsparen kann, wenn die Plantagen auf entwaldeten Brachflächen angelegt werden. Die gängige Praxis zur Erschließung zusätzlicher Anbauflächen ist jedoch nicht die Nutzung von Brachflächen, sondern insbesondere in Indonesien die Anlage von Palmölplantagen auf eigens gerodeten Naturwaldflächen. Der erhöhte Druck auf die Palmölmärkte durch das rasante Wachstum der Nachfrage nach Palmöl lässt deshalb befürchten, dass weitere Naturwaldflächen von der Umwandlung in Ölpalmenplantagen bedroht sind, und zwar nicht ausschließlich in Indonesien, sondern ebenfalls in Sabah, Sarawak (Malaysia), in Papua - Neuguinea, in Kolumbien und Ecuador sowie längerfristig auch in Zentral- und Westafrika. Die Neuanlage und der Betrieb von Plantagen gehen nicht nur mit einem dramatischen Verlust an Biodiversität einher, sondern zusätzlich meist auch mit großen sozialen Problemen, wie z.B. schlechten Arbeitsbedingungen auf den Plantagen sowie Landrechtskonflikten mit der ansässigen Bevölkerung (Colchester, et. al. 2006)

### Umweltbewertung und Naturschutz

Bei einer umfassenden ökologischen Bewertung sind neben dem Einsparen von fossilen Energieträgern und Emissionen von Klimagasen auch andere Auswirkungen auf Umwelt und Natur zu berücksichtigen. Dazu gehören die im Zusammenhang mit der Palmölproduktion stehenden Luft- und Gewässerbelastungen genauso wie Auswirkungen auf die Vielfalt von Arten und Lebensräumen. Auch positive Energie- und Treibhausgasbilanzen rechtfertigen keine Zerstörung wertvoller Ökosysteme für den Anbau pflanzlicher Energieträger. Denn während es eine Reihe anderer Möglichkeiten gibt, Energie zu sparen und Klimaschutz zu betreiben, ist der im Zuge der Vernichtung tropischer Wälder entstehende Artenverlust irreversibel.

Die Energie- und Klimagasbilanzen können als Vergleichsgrundlage für die Eignung unterschiedlicher Energieträger dienen oder auch um Ausschlusskriterien für einzelne schädliche oder ineffiziente Praktiken zu identifizieren. Und sie können auch weitergehenden umwelt- und naturschutzpolitischen Entscheidungen dienen, z.B. um Optimierungsmaßnahmen einzufordern. Hierfür sind jedoch wissenschaftlich abgesicherte Analysen nötig. In der vorliegenden Studie konnten diesbezüglich nicht alle Aspekte im Detail betrachtet werden.

So haben beispielsweise kürzlich publizierte Studien gezeigt, dass die (Brand-)Rodung von Moorbäldern exorbitante Mengen von CO<sub>2</sub> freisetzt (Reijnders & Huijbregts 2006). Da viele der tropischen Tieflandwälder, die für den Anbau von Ölpalmen geeignet sind, sind auf Torfböden situiert sind, relativiert sich die dargestellte günstige Treibhausgasbilanz der Ölpalmenplantage und könnte bei Berücksichtigung der Emissionen durch die Torfzersetzung sogar negativ ausfallen. Auch die Abschreibungszeiträume für die Kohlendioxidfreisetzung spielen eine erhebliche Rolle für die Ergebnisse der Studie: Was diese betrifft, konnte diese Studie zeigen, dass die Treibhausgasbilanz bei einer anteiligen Anrechnung der Kohlenstoffdifferenz über die wirtschaftliche Nutzungsphase einer Ölpalmenplantage von 25 Jahre deutlich negativ wird. Erst bei sehr langen Nutzungszeiträumen wendet sich die Bilanz, bezogen auf das Szenario Umwandlung von Naturwäldern zum Guten. In diesem Zusammenhang ist damit aber auch über Nachfolgenutzungen der in Anspruch genommenen Flächen zu diskutieren.

Damit ergeben sich aus den vorliegenden Energie- und Klimagasbilanzen drei Handlungsstränge: Es ist ein Forschungsbedarf zur Präzisierung bestimmter Teilbereiche der Bilanzen aufgedeckt worden, zu denen die Kohlenstoffbilanzen der Moorböden, der über- und unterirdischen Kohlenstoffvorräte und die Vor- und Nachfolgenutzungen der Palmölplantagenflächen gehören. Zum Zweiten sind eindeutige Handlungsempfehlungen für eine zukünftige Optimierung der Palmölproduktion zur Reduktion der klimarelevanten Gase abgeleitet worden die Palmölproduktion in den bestehenden Plantagen und bei der Verarbeitung zu optimieren. Drittens ist zu prüfen, ob der Anbau von Ölpalmen auf Brachflächen praxistauglich ist, da auf diesen Flächen die Klimagasbilanz rechnerisch am besten abschneidet.



## **Zertifizierung von Palmöl: Möglichkeiten und Grenzen**

Der WWF hat gemeinsam mit Unternehmen des Palmölsektors, Lebensmittelkonzernen, Banken sowie Vertretern der Zivilgesellschaft den Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) ins Leben gerufen, der mittlerweile mehr als 160 ordentliche Mitglieder umfasst. Durch die Mitglieder des RSPO sind rund 40% der globalen Palmölproduktion abgedeckt, zudem sind die wichtigsten Käufer und Verarbeiter von Palmöl im RSPO vertreten. Auch ausserhalb des Palmölsektors wird der RSPO als maßgeblicher globaler Akteur in Sachen nachhaltige Palmölproduktion betrachtet.

Hintergrund und Zielsetzung des RSPO sind die nachhaltige Produktion von Palmöl sowie dessen Förderung und Verwendung. In einem ersten Schritt, wurden unter Beteiligung aller Akteure die Prinzipien und Kriterien des RSPO entwickelt und 2005 verabschiedet. Diese Richtlinien schreiben vor, dass sowohl ökologische und soziale Mindestbedingungen erfüllt werden müssen.

Die Neuanlage von Ölpalmenplantagen erfordert u. a. eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) sowie eine sozio-ökonomische Verträglichkeitsprüfung (social impact assessment). Zudem ist die Rodung von Naturwäldern mit hoher ökologischer oder kultureller Bedeutung (high conservation value – HCV) untersagt. Die Ausscheidung der HCV erfolgt im Rahmen einer partizipativen Landnutzungsplanung, die Teil der UVP sein kann. Die Richtlinien des RSPO werden von einer Reihe von Umwelt- und Entwicklungsorganisationen u. a. dem WWF, Oxfam und Sawit Watch getragen. Sie sollten eine Mindestanforderung sowohl für die konventionelle als auch die energetische Nutzung von Palmöl darstellen. Allerdings enthalten die Richtlinien des RSPO keine Anforderungen was die Bilanzierung von Treibhausgasen angeht, jedoch wird als allgemeines Ziel die Vermeidung von Treibhausgasemissionen vorgegeben, wie z.B. Methanemissionen in Abwasserteichen.

Die vorliegende Studie macht deutlich, dass eine Optimierung der Palmölerzeugung erheblichen Einfluss auf die Emission von Treibhausgasen hat und große Einsparpotenziale vorhanden sind. Einige dieser Optimierungen sind, wie bereits erwähnt, zum Teil durch die Richtlinien des RSPO abgedeckt. Andere bedürfen einer Abwägung zwischen dem Ziel Treibhausgas-

emissionen zu reduzieren und den Vorzügen bisheriger Praxis, um sicherzustellen, dass keine unerwünschten Nebeneffekte (z.B. „leakage“) eintreten. Wenn z. B. leere Fruchtbündel nicht mehr als Dünger in Plantagen ausgebracht werden, sondern primär der Stromgewinnung dienen, könnte dies einen größeren Bedarf an mineralischem Dünger verursachen.

## **Auswirkungen der energetischen Nutzung von Palmöl auf die Nahrungsmittelnutzung**

Sowohl die Energie- und Treibhausgasbilanzen als auch die Richtlinien des RSPO beziehen einen weiteren möglichen Nebeneffekt der energetischen Nutzung von Palmöl, die erhöhte finanzielle Belastung von Haushalten in Entwicklungsländern, die auf Palmöl als Lebensmittel angewiesen sind, nicht in Betracht. Die sich abzeichnende steigende Nachfrage nach Palmöl hat bereits zu einer Erhöhung der Weltmarktpreise geführt. Diese Preissteigerungen und auch die absehbare Konkurrenz zwischen konventioneller und energetischer Nutzung werden schlussendlich an die Endkonsumenten weitergegeben. Dies trifft dann insbesondere Konsumenten aus Entwicklungsländern mit geringem Einkommen, die zudem oftmals nicht auf andere Produkte ausweichen können.

## **Optimierungspotenziale: vor allem Brachflächennutzung**

Um die steigende globale Nachfrage nach Palmöl für die konventionelle und energetische Nutzung zu decken, stehen prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Einerseits kann die durchschnittliche Produktivität der Ölpalmen erhöht werden. Diesbezüglich besteht insbesondere in Indonesien ein großes Potenzial (Dros 2005). Die zweite Möglichkeit besteht in der Ausweitung der bestehenden Anbauflächen. Hierfür sollten die verbleibenden tropischen Tieflandwälder möglichst umfassend ausgeschlossen werden. Vielmehr sollten prioritär bereits gerodete, ungenutzte Brachflächen wie z. B. so genannte *alang-alang*-Flächen in Ölpalmenplantagen umgewandelt werden. Erste Schätzungen zeigen, dass potentiell genügend Brachland vorhanden ist, um den größten Teil des zukünftigen Palmölbedarfs abzudecken. Eine Bewertung der vorhandenen Brachflächen hinsichtlich der ökologischen und sozialen Bedeutung sowie des Potenziales als Produktionsflächen für Palmölplantagen zu dienen, stellt allerdings eine der wichtigsten Voraussetzungen für die zukünftige Nutzung dieser Flächen als Palmölproduktionsflächen dar.

## **Forschungsbedarf und Wissenslücken**

Die Prognosen verschiedener Institutionen machen deutlich, dass Palmöl sowohl in der Nahrungsmittelproduktion als auch für die Bioenergie zukünftig eine wichtige Bedeutung haben wird. (Kap. 2 und 4.5). Die Erschließung neuer Flächen für den Anbau von Palmöl stellt daher eine aus Umwelt- und Naturschutzsicht bedeutende Aufgabe dar. Die Nutzbarkeit von Brachflächen für die Palmölproduktion zu erforschen und die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit dieser Flächenoption zu ermitteln, bietet zukünftigen Forschungsbedarf.

Um die Palmöl für energetische Zwecke nachhaltig zu nutzen, ist die Entwicklung und Verankerung international gültiger Nachhaltigkeitsstandards für die Bioenergie voranzutreiben, in denen neben den Treibhausgasbilanzen auch die Landnutzungsänderungen erfasst werden sollten. Ein europäischer sowie international anerkannter Nachhaltigkeitsstandard für die Bioenergie sollte die bestehenden freiwilligen Systeme wie den RSPO einbeziehen und nutzen. Das Zertifizierungssystem des RSPO ist daraufhin zu überprüfen, inwieweit weitere Kriterien im Hinblick auf die steigende Bedeutung der energetischen Nutzung notwendig sind, wie z. B. die Erstellung von Treibhausgasbilanzen. Es bedarf der Erforschung wie eine praktikable und kostengünstige Einführung und Erstellung von Treibhausgasbilanzen für die energetische Nutzung von Palmöl möglich und umsetzbar ist.

Am Beispiel der Palmölproduktion und – Nutzung wird deutlich, dass eine Debatte über die internationale Verankerung von Nachhaltigkeitsstandards für die Produktion und Nutzung von Biomasse - unabhängig davon ob das Palmöl für die energetische Nutzung oder für Nahrungsmittelzwecke gebraucht wird - sinnvoll ist. Die Produktströme lassen sich nicht entsprechend der Nutzung trennen, so dass auch im Hinblick auf andere potenzielle Energieträger, die ebenfalls als Nahrungsmittel verarbeitet werden, ein übergreifender Ansatz für die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstandards notwendig erscheint.

## Literatur

- AGQM 2006, Haupt, J. & Bockey, D.: Fahrzeuge erfolgreich mit Biodiesel betreiben. Anforderungen an FAME aus der Sicht der Produktqualität. Berlin, 2006
- Arnold et al. 2005: Arnold, K., Ramesohl, St., Fische-dick, M., Merten, F.: Synopsis of German and Eu-ropean Experience and State of the Art of Biofuels for Transport. Study Comissioned by the German GTZ. Wuppertal Institute, Wuppertal, 2005
- Borken et al. 1999: Borken, J., Patyk, A. & Reinhardt, G. A.: Basisdaten für ökologische Bilanzierungen. Einsatz von Nutzfahrzeugen in Transport, Land-wirtschaft und Bergbau. Vieweg, Braunschweig/ Wiesbaden, 1999.
- BMZ 2004: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung: Fortschritts-bericht zur deutschen bilateralen Entwicklungszu-sammenarbeit im Waldsektor. Bonn, 2004.
- BUWAL 2006: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Persönliche Mitteilung zum Stand al-ternativer Kraftstoffe in der Schweiz, Bern, 2006.
- Burger & Von Kruedener 2001: Der Wald weltweit – ein Zustandsbericht. In: Landeszentrale für Po-litische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.): Der deutsche Wald. Der Bürger im Staat 51(1) 73-80.
- BWE 2006: Bundesverband WindEnergie e.V.: Neue Energie 03/2006. Osnabrück, 2006.
- CEC 1997: Commission of the European Communities: White Paper for a Community Strategy and Action Plan: Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. COM(97) 599 final. Brussels, 1997.
- CEC 2000: Commission of the European Communities: Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply. COM(2000) 769 final. Brussels, 2000.
- CEC 2001a: Commission of the European Communi-ties: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on alternative fuels for road transportati-on and on a set of measures to promote the use of biofuels. COM (2001) 547. Brussels, 2001.
- CEC 2001b: Commission of the European Communi-ties: Proposal for a Council directive amending Directive 92/81/EEC with regard to the possibi-ility of applying a reduced rate of excise duty on certain mineral oils containing biofuels and on biofuels. 2001/0266 (CNS). Brussels, 2001.
- CEC 2001c: Commission of the European Communi-ties: Proposal for a directive of the European Par-liament and of the Council on the promotion of the use of biofuels for transport. 2001/0265 (COD). Brussels, 2001.
- CEC 2002: Commission of the European Communi-ties: Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: Final report on the Green Paper ‘Towards a European strategy for the security of energy supply’. COM(2002) 321 final. Brussels, 2002.
- CEC 2003a: Commission of the European Communi-ties: DIRECTIVE 2003/30/EC of The European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Official Journal of the European Union L 123/42, Luxembourg 17.05.2003.
- CEC 2003b: Commission of the European Commu-nities: Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemein-schaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom Amtsblatt der Europäischen Union DE L 283/51. Luxemburg, 2003.
- CEC 2006a: Commission of the European Communi-ties: An EU Strategy for Biofuels. COM(2006) 34 final. Brussels, 2006.
- CEC 2006b: Steuern und Zollunion: TARIC-Abfrage 2006. [http://europa.eu.int/comm/taxation\\_cus-toms/dds/cgi-bin/tarchap?Lang=EN](http://europa.eu.int/comm/taxation_cus-toms/dds/cgi-bin/tarchap?Lang=EN)
- Cheah & Siew 2004: Cheah, K.Y. & Siew, W.L.: Re-generation of spent bleaching clay. MPOB Infor-mation Series No. 230. Kuala Lumpur (Malaysia), 2004.
- Cheng et al. 2005: Cheng, S.F., Choo, Y.M., Yung, C.L. Ma, A.N, & Yusof, B.: Palm biodiesel: Gearing towards Malaysian biodiesel standards. Palm Oil Developments 42: 28-34.
- Colchester, M. et al. 2006: Promised land: Palm oil and land acquisition in Indonesia – Implications for local communities and indigenous peoples (2006) Hrsgb. Forest Peoples Programme & Sawit Watch
- Collins 1990: Collins, M. (Hrsg.): Die letzten Regen-wälder. RV Reise- und Verkehrsverlag, Gütersloh, 1990.
- Connemann 2006: Connemann, J. (Oelmühle Hamburg AG): Mündl. Mitteilung, 06.03.2006.
- Costanza et al. 1997: Costanza, R., d’Arge, R., de Groot, R., Farber, St., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, Sh., O’Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. & van den Belt, M.: The value of the world’s ecosystem services and natural capital. Nature 387: 253-260.

- Department of Statistics Malaysia: Department of Statistics Malaysia (Hrsg.): Yearbook of Statistics, Sabah. Diverse Jahrgänge. Putrajaya (Malaysia), 1985-2003.
- Deutscher Bundestag 1990: Deutscher Bundestag (Hrsg.): Schutz der tropischen Wälder. Eine internationale Schwerpunktaufgabe. Bericht der Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“. Bonn, 1990.
- DIN 14040-43: Deutsches Institut für Normung (DIN) (Hrsg.): DIN EN ISO 14040 bis 14043. Deutsche Normen. Beuth, Berlin, 1997-2000.
- Dros, J.M. 2003: Accomodating Growth. Two scenarios for oil palm production growth. AIDEnvironment: 2003
- EBB 2006a: EU biodiesel production growth hits record high in 2005. Press Release. Brüssel, 2006
- EBB 2006b: European Biodiesel Board: EBB comments to the commission consultation on the revision of the EU biofuels directive. Brüssel, 2006
- EFD 2006: Eidgenössisches Finanzdepartement: Steuerliche Förderung von umweltschonenden Treibstoffen EFD Medienmitteilung vom 3. Mai 2006. Bern, 2006.
- Entwurf Änderung Mineralölsteuergesetz 2006: Entwurf zur Änderung des Mineralölsteuergesetzes (MinöStG) der Schweiz, 2006.
- Erdöl-Vereinigung 2005: Jahresbericht 2004. Zürich, 2005.
- Europäische Kommission 2003: Europäische Kommission, Generaldirektion Energie und Verkehr: European energy and transport – Trends to 2030. Brüssel, 2003.
- FAO (Hrsg.) 2006a: Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147. Rom, 2006.
- FAO 2006b: World Agriculture: towards 2030/2050. Rom, 2006
- FAOSTAT 2006: FAO Statistical Databases: <http://faostat.fao.org/>
- FNR 2005: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Basisdaten Biokraftstoffe (Stand: August 2005). Gülzow, 2005.
- F.O. Licht GmbH 2006: World Ethanol & Biofuels Report 4(11).
- Fediol 2006: 2010 Vegetable Oils: Supply-Demand Projections. Brüssel, 2006
- Franke, G. 1994: Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Band 3: Spezieller Pflanzenbau – Genussmittel liefernde Pflanzen, Kautschuk liefernde Pflanzen, Gummi liefernde Pflanzen, Öl und Fett liefernde Pflanzen, Knollenpflanzen, Zucker liefernde Pflanzen. Ulmer, Stuttgart 1994.
- Gardner-Outlaw, T. & Engelman, R. 1999: Forest Futures: Population, Consumption and Wood Resources. Washington D.C., 1999.
- Hallmann, C. 2000: Stoffstromanalyse der Produktlinie Palmöl. Eine Untersuchung für den indonesischen Raum. Unveröff. Diplomarbeit, TU Braunschweig, 2000.
- Hartmann, H. & Kaltschmitt, M. (Hrsg.) 2002: Biomasse als erneuerbarer Energieträger. Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 3. Landwirtschaftsverlag, Münster, 2002.
- Hirsinger, F. 1999: Status paper „Oil palm“. Draft copy of a report submitted for publication by the German Federal Environmental Agency (UBA). Berlin, 1999.
- Holmes, D.A. 2002: Indonesia - Where have all the forests gone? Environment and Social Development East Asia and Pacific Region Discussion Paper. Washington D.C., 2002.
- IE et al. 2005: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH; Fichtner GmbH & Co. KG; Stefan Klinski; Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft: Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse: 1. Zwischenbericht. Leipzig, Stuttgart, Jena, Berlin, 2005.
- IEA 2004: World Energy Outlook 2004
- IFEU 2006: Eigene Abschätzungen bzw. Berechnungen.
- IPCC 1996: Intergovernmental Panel on Climate Change: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Genf, 1996.
- ISTA Mielke GmbH 2004: Oil World Annual 2004. Hamburg, 2004.
- Kaltschmitt, M. & Reinhardt, G. A. (Hrsg.) 1997: Nachwachsende Energieträger. Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1997.
- Kerkwijk, E. (Biox B.V.) 2006: Dow Jones Newswires-Interview, 10.04.2006: Palm Oil May Face Barriers in Europe. <http://asia.news.yahoo.com/060410/5/2it9g.html>

- Kessler et al. 2001: Kessler, J., Wakker, E., Richert, W. & Dros, J. M.: RETRAC – Resource Trade Cycle analysis. Application to Tropical Forest Conversion. AIDEnvironment. Amsterdam, 2001.
- Kleine-Brockhoff, M 2006: Die Ölstaaten Indonesien und Malaysia planen Megaplantagen für nachwachsende Rohstoffe. Stuttgarter Nachrichten Online 04.08.2006
- Krishna, B., Mudeva, A. 2005: Analysis - Palm Oil Seen Playing Role in EU Biofuel. www.planetark.com, 01.11.2005
- Lasco, R. D. 2002: Forest carbon budgets in Southeast Asia following harvesting and land cover change. Science in China (Series C), Vol. 45 Supp, October 2002.
- Ma et al. 1994: Ma, A.N., Choo, Y.M. & Yusof, B.: Renewable Energy from the Palm Oil Industry. *Elaeis* 6(2): 138-146
- MPI 2006: Max-Planck-Institut für Meteorologie: Das El Niño - Southern Oscillation (ENSO) Phänomen. <http://www.mpimet.mpg.de/presse/faqs/das-el-nino-southern-oscillation-enso-phaenomen.html>
- MPIC 2006: Ministry of plantation industries and commodities Malaysia: The national biofuel policy. Kuala Lumpur (Malaysia), 2006.
- MPOB 2006a: Malaysian Palm Oil Board: Biofuel from Palmoil. <http://www.mpob.gov.my/html/issue/issue08.htm>
- MPOB 2006b: Malaysian Oil Palm Board: Malaysian oil palm statistics 2004 – Planted area and yield 2004. [http://econ.mpob.gov.my/economy/annual/stat2004/Area\\_1.htm](http://econ.mpob.gov.my/economy/annual/stat2004/Area_1.htm)
- MWV 2005: Mineralölwirtschaftsverband e.V.: Mineralöl-Zahlen 2004. Hamburg, 2005.
- MWV 2006: Mineralölwirtschaftsverband e.V.: Rohölpreisentwicklung (OPEC-Korb) 1960-2005. <http://www.mwv.de/jRohoelpreisentwicklung.html>
- MYERS 1996: Myers, N.: The world's forests: problems and potentials. *Environmental Conservation* 23(2):156–168.
- N et al. 2003: N, R.M., Zulkifli, A.R. & Nasri, A.B.: Empty Fruit Bunches Evaluation: Mulch in Plantation vs. Fuel for Electricity Generation. *Oil Palm Industry Economic Journal* 3(2): 15-20.
- Neste Oil 2006: Refine – Neste Oil Quarterly Magazine 01/2006. <http://www.nesteoil.com/default.asp?path=1,41,540,2384,4576,5410>
- OECD 2006: Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels. Paris, 2006
- Otsamo, A. 2001: Forest plantations on Imperata grasslands in Indonesia – Establishment, silviculture and utilization potential. Dissertation Universität Helsinki, 2001.
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2004: Die Kraftstoffstrategie. In: Fortschrittsbericht 2004 Perspektiven für Deutschland, S. 170-196. Bonn, 2004.
- PROFOREST 2003: Palm oil, forests and sustainability. Discussion paper for the Round Table on Sustainable Oil Palm. Oxford, 2003
- Radday, M. (WWF Deutschland) 2006: Persönl. Mitteilung
- Rapidoil AG 2006: Persönliche Mitteilung zum Stand der Lkw-Umrüstung auf reines Palmöl. München, 2006.
- Rehm, S. & Espig, G. 1996: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. Anbau, wirtschaftliche Bedeutung, Verwertung. Ulmer, Stuttgart, 1996.
- Reinhardt et al. 1999: Reinhardt, G.A., Borken, J., Patyk, A., Vogt, R. & Zemanek, G.: Ressourcen- und Emissionsbilanzen: Rapsöl und RME im Vergleich zu Dieselkraftstoff. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Bewertung des Einsatzes von Rapsöl/RME im Vergleich zu Dieselkraftstoff. UBA-Texte 97/99, Berlin, 1999.
- Reinhardt, G. (IFEU) 2006: Persönl. Mitteilung
- Ridzuan et al. 2002: Ridzuan, R., Shaler, S. & Mohd, A.J.: Properties of medium density fibreboard from palm empty fruit bunch fibre. *Journal of Oil Palm Research* 14(2): 34-40.
- Ropandi et al. 2005: Ropandi, M., Astimar, A.A., Anis, M., Kamarudin, J. & Choo, Y.M.: Mass coloured medium density fibreboard from admixture of empty fruit bunches and rubberwood fibres: enhanced the board appearance. MPOB Information Series No. 288. Kuala Lumpur (Malaysia), 2004.
- RSPO 2006: RSPO Principles and Criteria for Sustainable Palm Oil Production. 2006
- Schuchardt et al. 2005: Schuchardt, F., Wulfert, K. & Darnoko, D.: Neues Verfahren zur kombinierten Behandlung von Abfällen (EFB) und Abwasser (POME) aus Palmölmühlen – technische, ökonomische und ökologische Aspekte. *Landbauforschung Völkenrode* 55(1): 47-60.
- Siegert, F. 2006: Brennende Regenwälder, *Spektrum der Wissenschaft*, Feb. 2004
- Star Publications 2006: Mixed Reaction to Malaysian, Indonesian Biodiesel Plans. www.planetark.com, 25.07.2006

- Thrän et al. 2004: Thrän, D., Zeddies, J., Thoroe, C. et al.: Nachhaltige Biomassennutzungsstrategien im europäischen Kontext. IE, Leipzig, 2004.
- Thukral, N. 2006a: Interview – Malaysia Weighs Palm Oil Share for Food, Energy. [www.planetark.com](http://www.planetark.com), 2006
- Thukral, N. 2006b: Malaysia-Indonesia Set Palm for Fuel, Market Soars. [www.planetark.com](http://www.planetark.com), 2006
- UFOP 2006: Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.: Current situation and prospects for biodiesel and vegetable oils as fuels: From niche products to market players. Berlin: 2006
- UNCED 1992: United Nations Conference on Environment and Development: UN Convention on Biological Diversity (CBD). Rio de Janeiro, 1992.
- UNFCCC 2006: <http://cdm.unfccc.int/>
- USDA 2006: United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service: Oilseeds – World Markets and Trade. Circular Series FOP 2 – 06 (February 06) <http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2006/06-02/toc.htm>
- VNPI 2006: Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie: Statistische gegevens – Achtergrondinformatie. Den Haag, 2006. [http://www.vnpi.nl/documenten/343.binnenl.aflev.mtr.br.stfn\\_1950-2004.xls](http://www.vnpi.nl/documenten/343.binnenl.aflev.mtr.br.stfn_1950-2004.xls)
- VROM 2006: Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment: 5.75% biofuels in the Netherlands in 2010, Press Release as of March 2006, <http://international.vrom.nl/pagina.html?id=9869>
- Wilson, E. O. 1995: Der Wert der Vielfalt - Die Bedrohung des Artenreichtums und das Überleben des Menschen. Zürich, 1995.
- WWF Deutschland (Hrsg.) 1998: Brandrodung für Margarine – Waldbrände in Indonesien und Palmöl-Produkte in Deutschland: Zusammenhänge, Ursachen und Konsequenzen. Frankfurt, 1998.
- WWF Deutschland (Hrsg.) 2002: Kahlschlag zum Frühstück – Palmöl-Produkte und die Zerstörung indonesischer Wälder: Zusammenhänge, Ursachen und Konsequenzen. Frankfurt, 2002.
- WWF Deutschland (Hrsg.) 2005a: Hintergrundinformation – Daten und Fakten Wald. Frankfurt, 2005. [http://www.wwf.de/imperia/md/content/pdf/waelder/HG\\_Wald.pdf](http://www.wwf.de/imperia/md/content/pdf/waelder/HG_Wald.pdf)
- WWF Deutschland (Hrsg.) 2005b: „Heiße Ware“ Tropenholz. Illegale Holznutzung und Holzimporte aus Südostasien nach Deutschland: Eine Analyse der EU-Außenhandelsdaten. Frankfurt, 2005.
- WWF Deutschland (Hrsg.) 2005c: Borneo - Schatzinsel in Gefahr - Bericht zum Zustand der Wälder Borneos und der dort lebenden Arten. Frankfurt, 2005
- WWF Indonesien 2006: Realising Sustainable Oil Palm Development in Indonesia. Jakarta, 2006
- WRI 2005: World Resources Institute (Hrsg.): Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington D.C., 2005.
- Yusof, B. & Chan, K.W. 2002: The oil palm and its sustainability. *Journal of Oil Palm Research* 16(1): 1-10
- Yusoff, S. & Hansen, S.B. 2005: Feasibility study of performing an life cycle assessment on crude palm oil production in Malaysia. *Int J LCA* 2005 (OnlineFirst): 1-9





Der WWF Deutschland ist Teil des World Wide Fund For Nature (WWF) - einer der größten unabhängigen Naturschutzorganisationen der Welt. Das globale Netzwerk des WWF ist in mehr als 100 Ländern aktiv. Weltweit unterstützen uns über fünf Millionen Förderer.

Der WWF will der weltweiten Naturzerstörung Einhalt gebieten und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Harmonie leben. Deshalb müssen wir gemeinsam

- die biologische Vielfalt der Erde bewahren,
- erneuerbare Ressourcen naturverträglich nutzen und
- die Umweltverschmutzung verringern und verschwenderischen Konsum eindämmen.

#### **WWF Deutschland**

Rebstöcker Straße 55  
D-60326 Frankfurt a. M.

Tel.: 069 / 7 91 44 - 0  
Fax: 069 / 61 72 21  
E-Mail: [info@wwf.de](mailto:info@wwf.de)

#### **WWF Deutschland WWF Vertretung Berlin**

Hackescher Markt  
Große Präsidentenstraße 10  
D-10178 Berlin

Tel.: 030 / 308742-0  
Fax: 030 / 308742-50  
E-Mail: [berlin@wwf.de](mailto:berlin@wwf.de)

