

Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse

Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsfähigkeit durch staatlich induzierte Förderprogramme

Eine Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH (WI) und des Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI Essen)

für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Endbericht

25. April 2008

Projektteam:

Dr. Stefan Bringezu (Projektleitung)

Dr. Helmut Schütz

Karin Arnold

Katrin Bienge

Sylvia Borbonus

Dr. Manfred Fishedick

Justus von Geibler

Dr. Kora Kristof

Dr. Stephan Ramesohl

Michael Ritthoff

Heidrun Schlippe

Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie

Postfach 10 04 80, 42004 Wuppertal

Tel. 0202 2492 -131 (-138 Fax)

E-mail: stefan.bringezu@wupperinst.org

Dr. Manuel Frondel

Ronald Janßen-Timmen

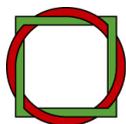
Colin Vance

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.

Hohenzollerstraße 1-3, 45309 Essen

Tel. 0201 8149-204 (-200 Fax)

E-mail: frondel@rwi-essen.de



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	5
ABSTRACT	10
1. AUSGANGSLAGE	13
2. ZIEL DES VORHABENS	13
3. ERGEBNISSE	15
3.1. Biomassenutzungspfade und ihre Potenziale	16
3.1.1. Weizen	16
3.1.2. Mais	19
3.1.3. Gerste	22
3.1.4. Rohstoffe zur Ethanolproduktion: Kartoffeln, Zuckerrüben, Zuckerrohr ...	23
3.1.5. Raps	24
3.1.6. Sonnenblumen	26
3.1.7. Öllein	27
3.1.8. Palmöl	27
3.1.9. Andere pflanzliche Öle (Soja, Kokos, Rhizinus)	29
3.1.10. Sonstige Pflanzen	30
3.1.11. Holz	31
3.1.12. Einflussgrößen für Nutzungskonkurrenzen	41
3.1.13. Zusammenfassung: Nutzungskonkurrenzen	53
3.2. Förderpolitisch relevante Segmente	60
3.2.1. Staatliche Fördermaßnahmen für Bioenergie	60
3.2.2. Förderung durch den Bund	60
3.2.3. Einordnung der Förderung für die relevanten Biomassenutzungspfade ..	65
3.2.4. Förderung durch die Länder	66
3.2.5. Förderung durch die EU	67
3.2.6. Kritische Beurteilung der Förderinstrumente in den NAWARO Segmenten	68
3.3. Marktsegmentale Mengenentwicklungen - BAU-Szenarien	77
3.3.1. Stärke für die stoffliche Nutzung	79
3.3.2. Zucker für die stoffliche Nutzung	81
3.3.3. Pflanzliche Öle für die stoffliche Nutzung – chemische Industrie	83
3.3.4. Pflanzliche Öle und Fette – Schmier- und Verfahrensstoffe	86
3.3.5. Pflanzenöle als Direktkraftstoff	87
3.3.6. Biodiesel	89
3.3.7. Bioethanol	92
3.3.8. BtL (Biomass-to-Liquid)	95
3.3.9. Beitrag der Biokraftstoffe zu EU- und nationalen Zielen	96
3.3.10. Biogas als Kraftstoff	97
3.3.11. Anbaubiomasse aus Landwirtschaft für elektrische Energie	99
3.3.12. Holz	105
3.3.13. Zusammenfassung: Mengengerüst für nachwachsende Rohstoffe	109
3.4. Globale Flächeninanspruchnahme und Importanteil	113

3.4.1. Status Quo und Trend: Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau.....	115
3.4.2. BAU-Szenario I: Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau	116
3.4.3. BAU-Szenarien I und II im Vergleich: Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau	118
3.4.4. Globale Flächeninanspruchnahme für Holz und Holzprodukte.....	119
3.4.5. Zusammenfassung: Globaler Flächenbedarf.....	121
3.5. Preisentwicklungen und Wettbewerbsfähigkeit	124
3.5.1. Öle und Fette: Das Beispiel Biodiesel	124
3.5.2. Getreide: Gerste, Roggen, Weizen, Mais	166
3.5.3. Holz	187
4. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	202
5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	218
DANKSAGUNG	227
6. LITERATUR	228
7. ANHANG	239
Anhang 1: Fördermaßnahmen des Bundes für energetische Nutzungen von Biomasse (Auswahl).....	239
Anhang 2: Fördermaßnahmen der Länder.....	244
Anhang 3: Fördermaßnahmen auf Europäischer Ebene	247
Anhang 4: Vergleichende Darstellung der Entwicklung von Mengen (in Tonnen), globalen Flächenerfordernissen (in Hektar) und Energie (in TJ) durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (außer Holz) in Deutschland 2004 bis 2006 und in den BAU Szenarien I und II 2010 und 2020.	249

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema der Nutzungskonkurrenz.....	14
Abbildung 2: Anbaufläche für Raps in Deutschland 2005 nach Verwendung.....	24
Abbildung 3: Entwicklung der Netto-Importe (Importmenge minus Exportmenge, in 1000 Tonnen) Deutschlands für pflanzliche Öle aus Palmfrüchten, 1991 bis 2004	28
Abbildung 4: Landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland 2004 bis 2030 - BAU I Szenario	43
Abbildung 5: Anbaufläche für energetische Nawaro in Deutschland 2030 –	44
Abbildung 6: Ertragsentwicklungen für landwirtschaftliche Rohstoffe bei Anbau in Deutschland 2006 bis 2020	51
Abbildung 7: Entwicklung des Biogaspotenzials in Deutschland bis 2030.....	53
Abbildung 8: Einstufung der Vergütung von Biogasanlagen nach IEL (2007)	70
Abbildung 9: Nawaro für den Verbrauch in Deutschland aus inländischer Produktion und Importen – BAU I.....	110
Abbildung 10: Globaler Flächenbedarf für den Verbrauch nachwachsender Rohstoffe in Deutschland – BAU I	116
Abbildung 11: Treibhausgaseinsparungen infolge des Einsatzes von Biodiesel	129
Abbildung 12: Treibhausgasvermeidungskosten für Biodiesel.	132
Abbildung 13: Treibhausgasvermeidungskosten unterschiedlicher Biokraftstoffe. .	133
Abbildung 14: Rapsölverbrauch und –produktion in der Welt, EU und Deutschland (Oil World 2007)	143
Abbildung 15: Rapsölverbrauch, –produktion und –preise (Oil World 2007)	145
Abbildung 16: Stilisierte Angebots- und Nachfragekurven.....	146
Abbildung 17: Weltmarktpreise für Rohöl und Ölsaaten in Tonnen Öläquivalenten (Oil World 2007).....	148
Abbildung 18: Konvergenz von Raps-, Palm- und Sojaölpreisen	149
Abbildung 19: Anzahl an Biogasanlagen in Deutschland (BMU 2007a).	167
Abbildung 20: Prozentuale Preisänderung von Tortillas relativ zum Vorjahresmonat (Banco de Mexico 2007).....	168
Abbildung 21: Reale Getreidepreise in US \$ von 1980 (Weltbank 2007).	168
Abbildung 22: Maisproduktion in den USA und Maisverbrauch für die US- Ethanolproduktion (Weltbank 2007).	170
Abbildung 23: Börsenpreise, weltweite Erzeugung und Verbrauch an Mais (USDA 2007, Weltbank 2007).	171
Abbildung 24: Prognose der Bioethanolproduktion und des dafür erforderlichen Maisbedarfs in den USA (OECD 2007).	173
Abbildung 25: Preisindex landwirtschaftlicher Güter, Januar 2000: 100 (Weltbank 2007a).	175
Abbildung 26: Bioethanolproduktion in der EU (BB 2007).	176
Abbildung 27: Verbrauch an Sägenebenprodukten 2002 und 2005 in Mio. Festmeter (Mantau 2007:10)	201

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht ausgewählter Nutzungskonkurrenz land- und forstwirtschaftlicher Rohstoffe.	17
Tabelle 2: Aufkommen und Verwendung von Holzrohstoffen 2004 in Deutschland .	34
Tabelle 3: Entwicklung der Holzrohstoffverwendung zwischen 2002 und 2005 in Deutschland [in Mio. Fm].....	37
Tabelle 4: Flächenentwicklung von 2003 bis 2006 und potenzielle Ertragssteigerungen im Zeitraum 2007 bis 2020 für landwirtschaftliche Rohstoffe bei Anbau in Deutschland.....	51
Tabelle 5: Vergütung nach dem EEG (2004) für Strom aus Anlagen, die 2005, 2010 und 2020 in Betrieb	62
Tabelle 6: Steuersätze für Reinbiokraftstoffe (in ct/l)	63
Tabelle 7: Quoten für die Beimischung von Biokraftstoffen	64
Tabelle 8: Art und Förderung der Rohstoffnutzung.....	66
Tabelle 9: Inländischer Verbrauch pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke in Deutschland	79
Tabelle 10: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke in Deutschland.....	80
Tabelle 11: Verwendung pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland - BAU I.....	80
Tabelle 12: Verwendung pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland - BAU II.....	81
Tabelle 13: Anteil aus inländischem Anbau an der Verwendung pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland.....	81
Tabelle 14: Inländischer Verbrauch von Zucker für stoffliche Zwecke in Deutschland	82
Tabelle 15: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von Zucker für stoffliche Zwecke in Deutschland	82
Tabelle 16: Verwendung von Zucker für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland - BAU I.....	83
Tabelle 17: Verwendung von Zucker für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch - BAU II	83
Tabelle 18: Anteil aus inländischem Anbau an der Verwendung von Zucker für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland.....	83
Tabelle 19: Inländischer Verbrauch von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland.....	84
Tabelle 20: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland	85
Tabelle 21: Verwendung von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland - BAU I.....	85
Tabelle 22: Verwendung von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland - BAU II.....	86
Tabelle 23: Inländischer Verbrauch von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland	86
Tabelle 24: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland.....	87

Tabelle 25: Verwendung von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland - BAU I	87
Tabelle 26: Verwendung von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland - BAU II	87
Tabelle 27: Inländischer Verbrauch von pflanzlichen Ölen als Kraftstoffe in Deutschland	88
Tabelle 28: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen als Kraftstoff in Deutschland	88
Tabelle 29: Verwendung von pflanzlichen Ölen als Kraftstoff in Deutschland - BAU I	89
Tabelle 30: Verwendung von pflanzlichen Ölen als Kraftstoff in Deutschland - BAU II	89
Tabelle 31: Inländischer Absatz von Biodiesel in Deutschland.....	91
Tabelle 32: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von Biodiesel in Deutschland.....	91
Tabelle 33: Absatz von Biodiesel in Deutschland - BAU I.....	91
Tabelle 34: Absatz von Biodiesel in Deutschland - BAU II.....	92
Tabelle 35: Inländischer Absatz von Bioethanol in Deutschland	93
Tabelle 36: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von Bioethanol in Deutschland.....	94
Tabelle 37: Absatz von Bioethanol in Deutschland - BAU I	94
Tabelle 38: Absatz von Bioethanol in Deutschland - BAU II	94
Tabelle 39: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von BtL. in Deutschland	95
Tabelle 40: Absatz von BtL in Deutschland - BAU I.....	96
Tabelle 41: Absatz von BtL. in Deutschland - BAU II.....	96
Tabelle 42: Anteile aller Biokraftstoffe nach BAU I und BAU II am Kraftstoffverbrauch in Deutschland 2010 und 2020 - Vergleich mit nationalen und EU-Zielen zum Quoteneinsatz von Biokraftstoffen (Bezug: Energiegehalt)	97
Tabelle 43: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von Biogas als Kraftstoff in Deutschland.....	98
Tabelle 44: Absatz von Biogas als Kraftstoff in Deutschland – BAU I	99
Tabelle 45: Absatz von Biogas als Kraftstoff in Deutschland – BAU II	99
Tabelle 46: Inländischer Einsatz von Anbaubiomasse zur Stromerzeugung in Deutschland	102
Tabelle 47: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Einsatz von pflanzlichen Ölen zur Stromerzeugung in Deutschland.....	103
Tabelle 48: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Einsatz von Energiepflanzen zur Stromerzeugung in Deutschland	103
Tabelle 49: Einsatz von pflanzlichen Ölen zur Stromerzeugung in Deutschland – BAU I	104
Tabelle 50: Einsatz von pflanzlichen Ölen zur Stromerzeugung in Deutschland – BAU II	104
Tabelle 51: Einsatz von Energiepflanzen zur Stromerzeugung in Deutschland – BAU I	104
Tabelle 52: Holzrohstoffverwendung Deutschland 2005 und Prognosen für 2010 und 2020 [in Mio. m ³].....	106
Tabelle 53: Globales Aufkommen von Produkten aus Nawaro für den Verbrauch in Deutschland – BAU I im Vergleich zu BAU II	111
Tabelle 54: Globaler Flächenbedarf für den Verbrauch nachwachsender Rohstoffe in Deutschland – BAU I im Vergleich zu BAU II	119

Tabelle 55: Globale Flächeninanspruchnahme Deutschlands für Nawaro – Zusammenfassung der wichtigsten Kennzahlen	123
Tabelle 56: Biodieselproduktion in der EU25 in 1 000 t	127
Tabelle 57: Stilisierte Fakten zu den Umweltwirkungen von Biodiesel	130
Tabelle 58: Biodiesel- und Flächenbedarf in der EU25 zur Erfüllung der EU-Ziele	135
Tabelle 59: Bioethanol- und Flächenbedarf in der EU25 zur Erfüllung der EU-Ziele	136
Tabelle 60: Flächenverbrauch infolge des künftigen Biodieselbedarfs in Deutschland	138
Tabelle 61: Rapsöl- und Biodieselproduktion und -absatz in Deutschland in	144
Tabelle 62: Steuervergünstigungen und geschätzte Steuerausfälle im Jahr 2005 .	152
Tabelle 63: Schätzung der ökonomischen Belastung infolge der Biodieselförderung	154
Tabelle 64: Ökonomische Belastungen bei Einhaltung der Bioethanolquoten	155
Tabelle 65: Schätzung der ökonomischen Belastungen im Jahr 2006	156
Tabelle 66: Getreideinterventionsbestände in Mio. t.....	177
Tabelle 67: Preise für Qualitätsweizen in €/t.....	179
Tabelle 68: Inputmengen bei Erfüllung der Mindestquote für Bioethanol	182
Tabelle 69: Inputmengen für Bioethanol bei Erfüllung der Durchschnittsquote	183
Tabelle 70: Preise für Körnermais in €/t.....	184
Tabelle 71: Strom aus erneuerbaren Energien in Mrd. kWh.....	188
Tabelle 72: Aufkommen und Verwendung von Industrierest- und Altholz 2004 in Mio. Festmeter	190
Tabelle 73: Holzrohstoffbilanz 2002 und 2005.....	191
Tabelle 74: Index der jährlichen Erzeugerpreise von Rohholz im Staatswald	194
Tabelle 75: Index der jährlichen Einfuhrpreise von Rohholz, Holzhalbwaren, Holz- und Zellstoff sowie Papier, Karton und Pappe.....	194
Tabelle 76: Index der jährlichen Erzeugerpreise	195
Tabelle 77: Nettoausfuhr von Industrierestholz in 1 000 t.....	197
Tabelle 78: Nettoausfuhr Deutschlands von Sägespänen und anderen Holzabfällen in 1 000 t.....	197
Tabelle 79: Nettoausfuhr Deutschlands von Plättchen oder Schnitzeln aus Nadelholz in 1 000 t.....	198
Tabelle 80: Verbrauch an Papier, Pappe, Altpapier, Zell- und Holzstoff in 1 000 t .	199

Vorbemerkung

Das Projekt wurde von Wuppertal Institut (WI) und dem Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) von Mai 2007 bis November 2007 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) durchgeführt.

Die in der Studie angegebenen BAU-Szenarien orientieren sich noch an den 2007 beschlossenen Meseberg-Zielen der Biokraftstoffquoten. Im April 2008 erfolgte die Verlautbarung des Umweltministeriums, die Biokraftstoffquote für Ethanol nicht über 5%-Volumen zu steigern. Eine Aktualisierung der Daten aufgrund dieser Änderung konnte aus Zeitgründen jedoch nur in der Kurzfassung der Studie durchgeführt werden. Eine Anpassung des vorliegenden Hauptberichts an die neuen Regelungen erfolgte nur in den Kapiteln „Abstract“ und „Schlussfolgerungen und Empfehlungen“. Die folgende Übersicht zeigt die wichtigsten Änderungen von Daten in der Studie aufgrund der neuen Quotenregelung für Bioethanol, die für beide BAU Szenarien gleich angelegt wurde.

	Aktualisierte Werte		Veränderungen gegen frühere Werte	
	2010	2020	2010	2020
BAU I				
Bioethanolabsatz in Mio. t	1,02	0,68	-31%	-64%
Bio-Kraftstoffquoten	8,75%	13,36%	-5%	-8%
Globale Brutto-Produktionsfläche für Nawaro in Mio. ha	5,38	8,80	-6%	-5%
BAU II				
Bioethanolabsatz in Mio. t	1,02	0,68	-52%	-79%
Bio-Kraftstoffquoten	9,89%	17,42%	-10%	-12%
Globale Brutto-Produktionsfläche für Nawaro in Mio. ha	6,02	9,68	-7%	-7%

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der Begrenzung der Bioethanolquote zwar ein Weg in die richtige Richtung eingeschlagen wurde, diese jedoch nicht ausreicht, um die vor allem durch die Biodieselnachfrage induzierten Probleme zu lösen, die im Bericht aufgezeigt werden.

Anmerkungen:

In der aktualisierten Version der BAU-Szenarien wurde folgende Änderung nach den Beschlüssen des BMU vom 4.4.2008 vorgenommen:

Es wurde ab 2009 von einer konstanten Beimischung von 5% nach Volumen Bioethanol zum Ottokraftstoff ausgegangen. Dies stellt eine Maximalabschätzung der Veränderung dar, weil somit der Bioethanolabsatz in Form von E85 nicht berücksichtigt wird.

Im Gegensatz zu den früheren BAU-Annahmen, wonach zunächst die inländischen Bioethanolproduktionskapazitäten den Inlandsabsatz bedienten und die Differenz zum Gesamtabsatz über Importe gedeckt wurde, wurde hier pauschal angenommen, dass der Inlandsabsatz jeweils zur Hälfte aus inländischer Produktion und aus Importen stammte. Das hieße, dass ein großer Anteil der inländischen Produktion in Deutschland, Kapazitätsauslastung vorausgesetzt, für den Export bestimmt wäre. Tatsächlich berichtet z.B. der deutsche Bioethanolproduzent Verbio-Gruppe, dass sie bereits aktuell überwiegend für Osteuropa produzieren, und dass der größte Teil des in Deutschland beigemischten Ethanols aus Brasilien stamme (Meldung auf www.mz-web.de vom 3.4.2008).

Abstract

Ziel des Vorhabens waren die Analyse und Bewertung der technisch nutzbaren Biomassepotenziale in Deutschland sowie des Einflusses der Förderung der Biomassenutzung im Energiebereich hinsichtlich der Nutzungskonkurrenz zwischen verschiedenen Verwendungen. Insbesondere ging es um die Frage, welche Wirkung die Fördermaßnahmen auf den Import von Biomasse sowie auf die Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der klassischen — Biomasse nutzenden — Industrien haben.

Die Studie wurde vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI) und dem Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) von Mai 2007 bis November 2007 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) erstellt.

Deutschland wird in Zukunft bei unveränderten Rahmenbedingungen (Business-As-Usual - BAU) zunehmend mit Nutzungskonkurrenzen durch verstärkte energetische und stoffliche Verwendung nachwachsender Rohstoffe konfrontiert werden. Dies betrifft sowohl die inländische landwirtschaftliche Nutzfläche als auch Anbauflächen im globalen Maßstab, die zukünftig verstärkt für die Versorgung im Inland mit Biomasse für Food und Non-food Zwecke in Anspruch genommen werden müssten. Vor allem der durch Agrokraftstoffe der ersten Generation, insbesondere für Biodiesel auf Soja- und Palmölbasis, stark steigende inländische Bedarf bei BAU wird nur über eine weitere Ausdehnung der globalen intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Fläche gedeckt werden können. Dies würde vor allem zu Lasten von natürlichen Ökosystemen wie tropischem Regenwald, Savannen und Grasländern geschehen. Die durch den Biodieselvebrauch verursachten Treibhausgasemissionen durch Landnutzungsänderungen würden potenzielle Minderungen von THG Emissionen durch den Einsatz von Biokraftstoffen gegenüber fossilen Kraftstoffen ins Gegenteil verkehren.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen der zunehmenden Nutzung von Biomasse für Non-food Zwecke wurde für die wichtigsten Bereiche Biodiesel, Getreide und Holz untersucht. Für Biodiesel aus Raps kann festgehalten werden, dass dieser auf absehbare Zeit keine kosteneffiziente Klimaschutzstrategie darstellen wird. Erstens, sind die Preise für Rapsöl, aber auch für andere Agrarrohstoffe wie Palmöl, durch die bisherigen und geplanten Fördermaßnahmen deutlich höher als es ohne eine derart starke Forcierung des Einsatzes von Biokraftstoffen der Fall gewesen wäre. Eine

zweite wichtige Konsequenz besteht darin, dass bei der Rapsölproduktion gleichzeitig Nebenprodukte wie etwa Glycerin anfallen. Dies erhöht das Angebot und trägt somit zu einer Verringerung der dafür am Markt erzielbaren Preise bei. Drittens entstehen wegen der mangelnden Wettbewerbsfähigkeit von Biotreibstoffen neben diesen mittelbaren Belastungen erhebliche unmittelbare Belastungen für die Steuerzahler (bislang infolge von Steuerbefreiungen) sowie für die Verbraucher (aktuell infolge der Quotenvorgaben).

Die jüngsten Anstiege der Preise für Getreide gehen auf vielfältige Ursachen zurück. Dabei dürften der Anstieg der weltweiten Nachfrage nach Getreide, singuläre Einbrüche bei der Erzeugung, insbesondere durch schlechte Ernten, aber nicht zuletzt auch das starke Wachstum der US-Bioethanolproduktion die bedeutendsten Preistreiber gewesen sein. Vor allem die durch die sehr ehrgeizigen Ziele der USA entstehende Konzentration auf die Maiserzeugung zur Ethanolherstellung dürfte künftig nicht nur die Maispreise treiben. Vielmehr droht dies auf Grund der Begrenztheit der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital zu einer verringerten Erzeugung aller anderen Agrarrohstoffe zu führen. Wie es sich bei Roggen bereits heute andeutet, kann es durch eine zukünftig zunehmende Bioethanolproduktion bei Einhaltung der Quote von 3,6 % zu ernsthaften Engpässen kommen.

Die jüngsten Preisanstiege für Industrierestholz wie etwa Hackschnitzel oder Sägespäne sind nicht allein auf deren subventionierte energetische Nutzung zurückzuführen, sondern auf die generell gewachsene Nachfrage im Inland wie auch im Ausland. Die Preisanstiege wären aber sicherlich moderater ausgefallen, wenn es eine zusätzliche Nachfrage infolge der subventionierten energetischen Verwendung dieser Holzreststoffe nicht gegeben hätte. Angesichts der Tatsache, dass Industriezweige wie die Papierindustrie derartige Stoffe auch ohne eine Subventionierung dazu verwenden, teure fossile Brennstoffe dadurch kostengünstig zu ersetzen, ist der Sinn einer finanziellen Förderung grundsätzlich in Frage zu stellen.

Um die klima- und ressourcenpolitischen Ziele der Bundesregierung nicht zu gefährden, bedarf es korrigierender Maßnahmen bei der Ausgestaltung politischer Zielsetzungen. Dies betrifft die Überprüfung des angestrebten, vorgeschriebenen und geförderten Einsatzes von Energiepflanzen und Biokraftstoffen. Die bislang geltenden Quoten des Biokraftstoffquotengesetzes sollten keinesfalls erhöht werden,

von dem 12-15%-Ziel in der weiterentwickelten Strategie zur Bioenergie des BMU sollte – auch im Hinblick auf die internationale Signalfunktion – Abstand genommen werden. Der Nawaro-Bonus des EEG sollte kritisch überprüft und die Energiepflanzenprämie abgeschafft werden. Vor allem der wachsende Anbau von Energiepflanzen, insbesondere für Biodiesel, trägt zu der globalen Ausweitung der Anbaufläche und der durch Rodung verursachten Biodiversitätsverluste und zusätzlichen THG Emissionen bei. Dagegen ist die energetische Nutzung organischer Abfälle und Nebenprodukte ökologisch generell sinnvoll und sollte weiterhin gefördert werden.

Im Bereich Holz sind Anstrengungen zur Aktivierung und Ausweitung der vorhandenen inländischen Rohstoffbasis erforderlich. Hinsichtlich der Mobilisierung von Waldrestholz sollten ökologische Nachteile und eine Beeinträchtigung der langfristigen Erträge ausgeschlossen werden. Da allerdings das inländische Potenzial für Waldrohholz unter den erforderlichen Nutzungsbeschränkungen begrenzt ist und zur Deckung des zukünftigen Bedarfes nicht ausreicht, ist bei anhaltenden Trends mit einer Erhöhung der Importe zu rechnen. Ein erhöhter Import von Holzrohstoffen ist allerdings kritisch zu sehen, da sich basierend auf den BAU Szenarien zeigt, dass Deutschlands globaler Flächenbedarf für den Konsum forstwirtschaftlicher Produkte über der inländisch verfügbare Waldfläche übersteigen wird und mit Holzimporten aus nicht nachhaltiger Produktion sowie illegalem Einschlag zu rechnen ist. Eine weitere Förderung der inländischen Nachfrage nach forstwirtschaftlichen Produkten sollte daher von einer Untersuchung der aktuellen globalen Auswirkungen abhängig gemacht werden und insbesondere effizientere Nutzungssysteme (einschließlich der Optionen der Kaskadennutzung mit mehrfacher stofflicher Nutzung) einbeziehen.

1. Ausgangslage

Das EEG, das Marktanreizprogramm (MAP) und das Biokraftstoffquotengesetz fördern die verstärkte Nutzung von Biomasse in der Energieerzeugung. Durch diese Förderprogramme tritt die energetische Verwendung von Biomasse in Konkurrenz sowohl zueinander als auch zu den klassischen Verwendungen von Biomasse z.B. in der Oleochemie, der Nahrungsmittel- oder der Papier- und Holzverarbeitenden Industrie. Es ist davon auszugehen, dass diese Nutzungskonkurrenz zu einer Verknappung an Biomasse und zu steigenden Preisen führt, die sich auf die Wettbewerbsfähigkeit der klassischen Industrien auswirken wird. Weiterhin ist aufgrund der EEG- und MAP-Förderung von Bioenergie von einem steigenden Import preisgünstiger Biomasse für die energetische Verwendung auszugehen.

2. Ziel des Vorhabens

Das Projekt „Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse - Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsfähigkeit durch staatlich induzierte Förderprogramme“ wurde von Wuppertal Institut (WI) und dem Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) bearbeitet. Es wurde von Mai 2007 bis November 2007 im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) durchgeführt.

Ziel des Projektes ist die Analyse und Bewertung der technisch nutzbaren Biomassepotenziale in Deutschland sowie des Einflusses der Förderung der Biomassenutzung im Energiebereich hinsichtlich der Nutzungskonkurrenz zueinander, auf den Import von Biomasse sowie auf die Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der klassischen — Biomasse nutzenden — Industrien.

Betrachtet werden die relevanten Nutzungskonkurrenzen zwischen Rohstoffen und den daraus erzeugten Grundstoffen für die Verwendung als

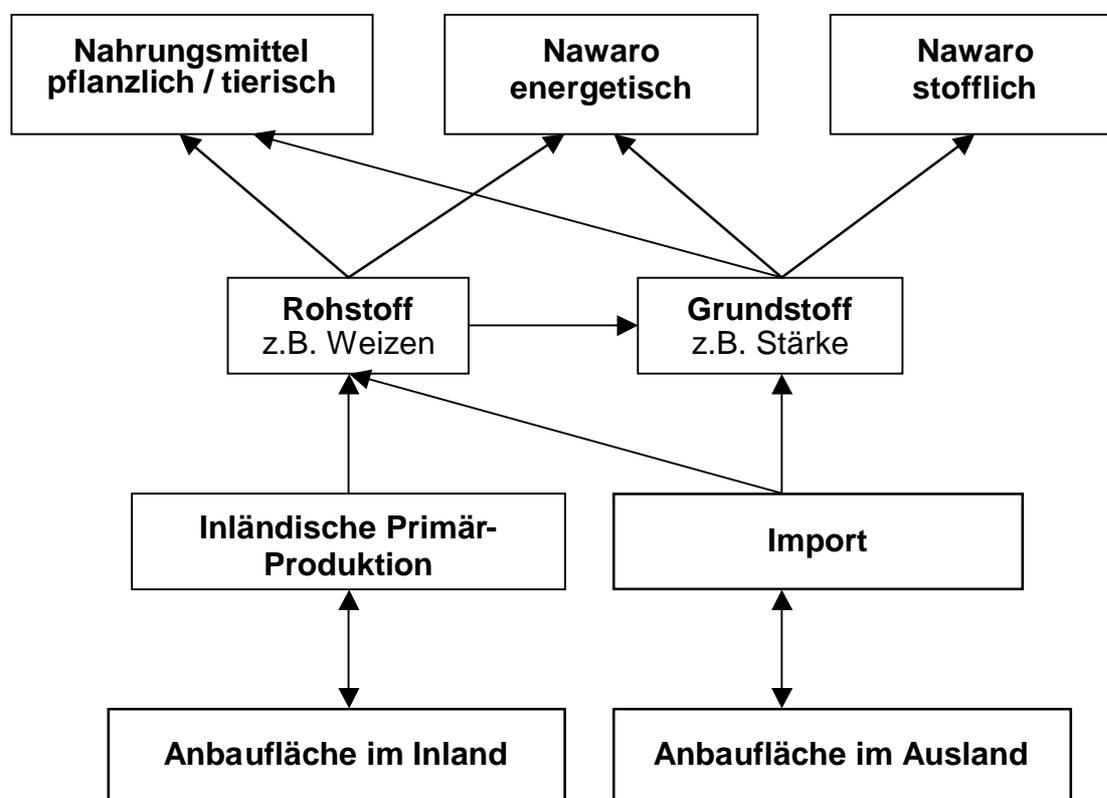
- Nahrungsmittel
- primär energetisch genutzte Nawaro
- primär stofflich genutzte Nawaro.

Eine Nutzungskonkurrenz ergibt sich vor allem bei land- und forstwirtschaftlich angebauten Rohstoffen, die für verschiedene Verarbeitungspfade genutzt werden können. So kann Weizen als Rohstoff für die Produktion von Mehl und daraus erzeugten Lebensmitteln dienen. Er dient jedoch auch als Kraftfutter. Zudem wird er eingesetzt zur Stärkeherstellung. Die Stärke kann wieder als Lebensmittelzusatz dienen oder für die Herstellung von Papier und Pappe. In den letzten Jahren wird auch die Vergärung der Stärke zur Bioethanolproduktion eingesetzt.

Daneben kann es auch zu einer Konkurrenz von energetischer und stofflicher Nutzung biotisch basierter Reststoffe oder Nebenprodukte kommen. Dies spielt beispielsweise eine Rolle bei Rest- und Schwachholz, das zunehmend energetisch eingesetzt wird und damit weniger für die Papier- und Zellstoffindustrie zur Verfügung steht.

Zu berücksichtigen ist, dass sowohl die Rohstoffproduktion als auch die Grundstoffherstellung sowohl im In- als auch im Ausland stattfinden kann.

Abbildung 1: Schema der Nutzungskonkurrenz.



Die Konkurrenz zwischen den verschiedenen Nutzungen kann zudem direkt oder indirekt wirken. Eine direkte Konkurrenz liegt vor, wenn Rohstoffe oder Grundstoffe für mehr als einen Nutzungspfad eingesetzt werden können; beispielsweise wenn Mais als Futtermittel dient oder zur Biogasproduktion angebaut wird oder als Grundstoff für die Stärkeherstellung in der chemischen Industrie dient.

Eine indirekte Konkurrenz liegt vor, wenn die verschiedenen Roh- oder Grundstoffe auf gleiche Flächenressourcen angewiesen sind. Das gilt für alle ackerbaulich produzierten Rohstoffe und daraus hergestellte Grundstoffe und generell all jene Rohstoffe, die das primäre Ziel einer land- oder forstwirtschaftlichen Flächenbewirtschaftung darstellen. Das bedeutet, dass auch die Produktion von Energiepflanzen, die zunächst nicht für Nahrungsmittelzwecke und nicht für industriell stoffliche Verwendungen angebaut werden, doch mit diesen Aktivitäten in Konkurrenz stehen, da sie gleichermaßen auf Anbauflächen zurück greifen. Die Flächenkonkurrenz kann sich dabei wiederum zum einen im Inland und zum anderen im Ausland auswirken und längerfristig zu einer Verschiebung der Flächennutzungstypen führen (z.B. einer Ausdehnung der globalen Ackerfläche zu Lasten von natürlichen Ökosystemen). Kurz- bis mittelfristig führt der verstärkte Zugriff auf nachwachsende Rohstoffe über die Flächenkonkurrenz zunächst zu steigenden Preisen aller vorwiegend ackerbaulich produzierten Rohstoffe und führt so auch zu einer Verschiebung der Kostenstruktur in den Industrien, die wesentlich von der Verarbeitung dieser Rohstoffe und davon abgeleiteter Grundstoffe abhängen.

3. Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse wurden von den beiden beteiligten Instituten maßgeblich wie folgt erarbeitet:

- Wuppertal Institut: Kapitel 3.1, 3.2, 3.3 und 3.4;
- RWI: Kapitel 3.5.

3.1. Biomassenutzungspfade und ihre Potenziale

Für die Analyse der direkten und indirekten Nutzungskonkurrenzen werden die wichtigsten Nutzungspfade von Biomasse für Nahrungsmittel (incl. Futtermittel), energetische und stoffliche Nutzung von Nawaros untersucht. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht und markiert die vom Projektteam getroffene Auswahl (grau unterlegt). Herausgearbeitet werden im Folgenden die direkten und indirekten Nutzungskonkurrenzen, die sich für die Industrien ergeben, die Nawaros stofflich verwenden (siehe rechte Spalte von Tabelle 1).

Als Grundlage dienen die verfügbaren Beschreibungen der relevanten Verfahrenstechnologien und davon abgeleitete übersicht hafte Darstellungen in aktuellen Publikationen und Projektberichten wie im Folgenden beschrieben.

Daraus ergeben sich die folgenden Schlussfolgerungen für die Auswahl bzw. Nichtberücksichtigung der in Tabelle 1 gelisteten Rohstoffe:

3.1.1. Weizen

Die stoffliche Nutzung von Weizen betrifft die Herstellung technischer Stärke zur Verwendung vor allem in der Papier- und Pappeindustrie und in der chemischen Industrie. In 2004 z.B. wurden aus ca. 467.000 Tonnen Weizen etwa 146.000 Tonnen Stärke in Deutschland hergestellt. Dies entsprach ca. 2,7% der gesamten Inlandsverwendung von Weizen. Zuzüglich einer Netto-Einfuhr von ca. 18.000 Tonnen ergibt sich eine Gesamtverwendung von Weizenstärke im Inland von ca. 164.000 Tonnen in 2004, etwa 13% mehr als im Inland selbst hergestellt wurde.

Nach Ergebnissen aus zwei BAU-Szenarien des Wuppertal Instituts et al. (2007), ausgehend von Einschätzungen der **Markpotenziale für Stärke aus nachwachsenden Rohstoffen in der Papier- und Pappeindustrie sowie der chemischen Industrie** (Meo Consulting Team et al. 2006), wird bis 2020 eine Steigerung der Stärkeproduktion aus Weizen auf ca. 273.000 Tonnen (BAU I) bis 286.000 Tonnen (BAU II) erwartet, d.h. eine Steigerung bis zu 40% gegenüber 2004. Der Weizenbedarf würde dann entsprechend auf ca. 873.000 Tonnen (BAU I) bzw. 916.000 Tonnen (BAU II) steigen. Dies entspräche ca. 5% der Inlandsverwendung in

2004, deren Verteilung nach Verwendungsarten sich dadurch nicht wesentlich ändern würde¹.

Tabelle 1: Übersicht ausgewählter Nutzungskonkurrenz land- und forstwirtschaftlicher Rohstoffe.

getroffene Auswahl						
Rohstoff	Verwendung					
	Nahrungsmittel		Nawaro energetisch		Nawaro stofflich	
	(Beispiele)		Kraftstoff	Wärme/Strom	Grundstoff	Einsatz in
Weizen	Brot/Teigwaren	Futtermittel	Ethanol	Direktverbrennung, BHKW	Stärke	Papier&Pappeherstellung, Chemische Industrie
Mais	Futtermittel	Gemüse	Ethanol, Biogas	Biogas/BHKW	Stärke	Papier&Pappeherstellung, Chemische Industrie
Gerste	Bier	Futtermittel	im Versuchsstadium: Ethanol, ev. Biogas	im Versuchsstadium: Wärme/Strom	potenziell, aber derzeit nicht verwendet: Stärke	Papier&Pappeherstellung, Chemische Industrie
Kartoffeln	Gemüse, Fertignahrung		Ethanol		Stärke	Papier&Pappeherstellung, Chemische Industrie
Zuckerrüben	Zucker, Teigwaren etc.		Ethanol		Stärke, Zucker	Chemische Industrie
Zuckerrohr	Zucker etc.		Ethanol		Zucker	Chemische Industrie
Raps	Rapsöl		Biodiesel, Direktkraftstoff	Direktverbrennung, BHKW	Schmier- u. Verfahrensstoffe	Chemisch-technische Industrie
Sonnenblumen	Sonnenblumenöl		Biodiesel, Direktkraftstoff	Direktverbrennung, BHKW	Schmier- u. Verfahrensstoffe	Chemisch-technische Industrie
Palmöl	Palmöl		Biodiesel, Direktkraftstoff	Direktverbrennung, BHKW	Seifen, Glycerin, Tenside	Chemische Industrie (Oleochemie)
Soja, Kokos, Rhizinus, Lein	versch. Öle	Futtermittel	Biodiesel, Direktkraftstoff	Direktverbrennung, BHKW	Seifen, Glycerin, Tenside	Chemische Industrie (Oleochemie)
Flachs u. Hanf					Fasern, Schwertextilien, Dämmstoffe	Automobilbau etc.
Arzneipflanzen					Arzneimittel	Pharmazeutische Industrie
Färbepflanzen					Farbstoffe	Chemische Industrie
Energiepflanzen grün			Biogas	Ganzpflanzenfermentation, Biogas BHKW		
Energiepflanzen holzig			BtL, SNG	Vergasung/SNG, BHKW	potenz. f. Zellstoff nutzbar	(Papier&Pappeherstellung)
Industrieholz, Waldrestholz			BtL, SNG	Pelletierung, Direktverbrennung, Vergasung/SNG, BHKW	Zellstoff	Papier&Pappeherstellung
Stammholz			BtL, SNG	Pelletierung, Direktverbrennung, Vergasung/SNG, BHKW	Schnittholz	Holzindustrie, Bau- und Möbelindustrie

Quelle: WI, sbr/sr, eigene Darstellung

In einem Szenario welches die Potenziale für einen Einsatz von Biopolymeren in vier aussichtsreichen Anwendungsbereichen² unter günstigen Rahmenbedingungen

¹ Bislang wurde Weizen vorwiegend als Futter (z.B. zu 50% der gesamten Inlandsverwendung in 2004) und als Nahrungsmittel (z.B. zu 40% der gesamten Inlandsverwendung in 2004) verwendet. Dies entspricht dem bis 2004 üblichen Muster der Inlandsverwendung.

einschätzt, wird die stoffliche Nutzung von Weizenstärke aus deutschem Anbau zur **Herstellung von Biopolymeren** auf bis zu 1,9 Millionen Tonnen in 2020 eingeschätzt (Meo Consulting Team et al. 2007). Dies würde einen Weizenbedarf von ca. 6 Millionen Tonnen hervorrufen, entsprechend ca. 35% der Inlandsverwendung in 2004, und wäre damit ein signifikanter Beitrag zur Verschärfung direkter Nutzungskonkurrenzen.

In 2005 wurde erstmals Weizen für die **Bioethanolproduktion** in Deutschland verwendet. Ausgehend von Angaben der Südzucker Bioethanol GmbH wurden für ihr Werk in Zeitz ca. 481.000 Tonnen Weizen genutzt, also etwa soviel wie üblicherweise für die Herstellung technischer Stärke verwendet wird. Das Jahr 2005 markiert jedoch nur den Beginn der Bioethanolproduktion in Deutschland. Nach Angaben der Südzucker AG sollen bis 2010 zur Erreichung des 5,75% EU-Zieles (bzw. des anteiligen Beitrags von Bioethanol) ca. 5 Millionen Tonnen Getreide für ca. 1,8 Mio. m³ Bioethanol benötigt werden (beides nur durch Produktion im Inland). Diese Produktionsmenge von 1,8 Mio. m³ Bioethanol entspricht den dann in 2010 vorhandenen Kapazitäten in Deutschland, von denen aktuell (Stand Januar 2007 nach IWR - Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien) bereits 0,58 Mio. m³ in Betrieb und 1,11 Mio. m³ im Bau sind. Würden diese 5 Millionen Tonnen Getreide alleine aus Weizen bestehen, so entspräche dies etwa 29% des gegenwärtigen Inlandsaufkommens, und käme damit einer signifikanten Veränderung des gegenwärtigen Nutzungsmusters gleich.

Weizen und andere Getreidesorten können zudem über den Weg der **Direktverbrennung** energetisch genutzt werden. Dabei kommt vor allem Kleinf Feuerungsanlagen zur Wärmebereitstellung eine Bedeutung zu. Getreide wird bislang jedoch nach der 1. BImSchV nicht als Regelbrennstoff anerkannt. Die Auslegung, ob Getreide ein strohähnlicher Brennstoff ist oder nicht, ist Sache der Länder und wird unterschiedlich gehandhabt.

Der Einsatz von Getreide und anderen Biobrennstoffen in Kleinf Feuerungsanlagen (<1 MWth) ist allerdings neben rechtlichen auch mit technischen Hemmnissen verbunden. Diese betreffen vor allem die entstehenden Abgasemissionen (Staub, Stickoxide, CO). In einem gemeinsamen Projekt des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Fachagentur

² Diese sind: Verpackungen - Lebensmittelindustrie, Mulchfolien & Pflanztöpfe – Garten- & Landschaftsbau, Dauerhafte Produkte – Konsumgüter-Industrie, und Interieur – Automobilindustrie.

Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) zur verstärkten Nutzung biogener Brennstoffe ist der Nachweis für die Genehmigungsfähigkeit von Kleinf Feuerungsanlagen mit Biobrennstoffen außer Holz erbracht worden. Es sind Neuentwicklung zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit angestoßen worden, die im Vergleich der Schadstoffpotenziale bei der Verbrennung von Getreide und Strohpellets zeigen, dass ein Betrieb mit Getreide nicht zu einer höheren Umweltbelastung als beim Betrieb mit dem Regelbrennstoff Strohpellets führt.

Getreideheizungen, besonders auch in Kombination mit anderen alternativen Brennstoffen, bieten vorwiegend für landwirtschaftliche Betriebe bei niedrigen Getreidepreisen eine gute Perspektive. Zukünftig könnte noch ein wesentlich breiterer Bereich erschlossen werden. Konkrete Zahlen und Abschätzungen über das zukünftige Potenzial liegen allerdings nicht vor.

Fazit:

Die stoffliche Verwendung von Weizen wird zunehmend mit direkten energetischen Nutzungskonkurrenzen, vor allem zur Wärme- und Bioethanolproduktion, konfrontiert werden. Sollten zudem die sehr hohen Potenziale zur Verwendung von Weizenstärke für Biopolymere tatsächlich erreicht werden, so würden sich die direkten Nutzungskonkurrenzen erheblich verschärfen. Stoffliche und energetische Nutzung zusammen könnten dann in 2020 den größten Anteil von annähernd zwei Dritteln der gegenwärtigen Inlandsverwendung von Weizen beanspruchen, und damit das heutige Nutzungsmuster auf den Kopf stellen. Bei gleich bleibendem Bedarf an Weizen für Futter und Nahrung, und nicht proportional wachsenden Anbauflächen bzw. Hektarerträgen, würde die gesamte Versorgung in diesem Extremfall stark von Importen abhängig werden.

3.1.2. Mais

Beim Mais muss grundsätzlich zwischen zwei bzw. zukünftig drei Arten unterschieden werden:

- Körnermais (und die Variante Corn-Cob-Mix), der ähnlich wie anderes Getreide verwendet wird,
- Silomais, der ausschließlich verfüttert wird, und
- Energiemais, der derzeit mit Silomais identisch ist, in Zukunft jedoch als spezieller Energiemais weiter gezüchtet wird, mit dem Ziel gegenüber

herkömmlichem Silomais um bis zu 20% höhere Biomasse-Erträge zu erzielen (Gömann et al. 2006). Energiemais wird in Statistiken zu Nawaros unter der Kategorie Energiepflanzen (Energiegetreide, -gräser und -mais) geführt und nimmt etwa 83% der Flächenbelegung für Energiepflanzen ein (FNR 2006a und pers. Mitteilung der FNR 2007).

Für direkte Nutzungskonkurrenzen mit stofflicher Komponente spielt grundsätzlich nur der Körnermais eine Rolle. Herkömmlich wird Körnermais überwiegend als Futtermittel (z.B. zu 63% in 2004) verwendet, daneben auch als Nahrungsmittel (z.B. zu 22% in 2004). Die stoffliche Verwendung zur Herstellung technischer Stärke nahm z.B. in 2004 ca. 11% der gesamten Inlandsverwendung ein. Zuzüglich einer Netto-Einfuhr von ca. 38.000 Tonnen ergibt sich eine Gesamtverwendung von Maisstärke im Inland von ca. 222.000 Tonnen in 2004, etwa 20% mehr als im Inland selbst hergestellt wurde.

Nach einer ersten Einschätzung der zukünftigen Potenziale für Mais zur Verwendung für technische Stärke, ausgehend von Einschätzungen der **Marktpotenziale für Stärke aus nachwachsenden Rohstoffen in der Papier- und Pappeindustrie sowie der chemischen Industrie** (Meo Consulting Team et al. 2006), könnte diese bis 2020 um ca. 40% über der Verwendung in 2004 liegen (Wuppertal Institut et al. 2008). Der Maisbedarf würde dann entsprechend auf ca. 1,08 Millionen Tonnen (BAU I) bzw. 1,14 Millionen Tonnen (BAU II) steigen. Dies entspräche ca. 22% der Inlandsverwendung in 2004 und würde bei gleichem absolutem Niveau einer Verdopplung des Anteils von Mais für technische Stärke gegenüber 2004 entsprechen.

Im Gegensatz zur Weizenstärke ist derzeit aus den zuvor genannten Gründen nicht zu erkennen, dass sich das Verwendungsmuster für Maisstärke zukünftig deutlich verändern könnte. Es ist nicht zu erwarten, dass Maisstärke zukünftig einen wesentlichen Beitrag zur **Herstellung von Biopolymeren** in den stark wachsenden Marktsegmenten spielen kann (siehe oben unter „Weizen“). Die Gründe hierfür sind, dass die Anbaupotenziale für Körnermais in Deutschland regional begrenzt sind, und Stärke aus in Deutschland angebaute Weizen konkurrenzfähiger ist, sogar auf dem Weltmarkt (Müssig und Carus 2007).

Indirekte Nutzungskonkurrenzen werden dagegen in Zukunft eine zunehmend wichtige Rolle spielen. In den vergangenen Jahren nahmen die Anbauflächen für

Silomais und Energiepflanzen stark zu, die Anbaufläche für Silomais von 2000 auf 2006 um 182.000 Hektar bzw. um 16%, die Anbaufläche für Energiepflanzen (die zu ca. 83% ebenfalls aus Silomais bestehen) stieg von 27.000 Hektar in 2004 um mehr als das Zehnfache auf 295.000 Hektar in 2006 an. Einer Einschätzung der FAL und der Universität Bonn zufolge könnte die Anbaufläche für Energiemais bis 2010 sogar auf deutlich über 1 Million Hektar anwachsen (Gömann et al. 2006). Das entspräche etwa 10% des Ackerlandes in Deutschland. Dagegen sind die Anbauflächen für Körnermais und Corn-Cob-Mix in Deutschland seit 2003 rückläufig (von 464.000 Hektar in 2003 auf 407.000 Hektar in 2006).

Der Hauptgrund für diese Entwicklung ist die zunehmende Attraktivität des Anbaus von Energiemais zur Verstromung über Biogas in Blockheizkraftwerken, gefördert durch das EEG und insbesondere dessen Novellierung im Jahr 2004.

Die wichtigste Änderung in der EEG Novelle gegenüber der EEG Fassung aus dem Jahr 2000 ist die Einführung des Bonus für die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo-Bonus) in § 8 Absatz 2 des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG). Aber auch der Kraftwärmebonus (KWK-Bonus) für die sinnvolle Nutzung von Wärme und der Innovationsbonus haben Impulse für den Ausbau der Biogasnutzung gegeben. Sowohl die Anzahl an Biogasanlagen, als auch insbesondere die installierte elektrische Leistung sind seit diesem Zeitpunkt sprunghaft angestiegen, so dass in 2006 in Deutschland 3.500 Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 1.100 MW_{el} in Betrieb sind. Gleichzeitig sind in der Branche um 10.000 Arbeitsplätze angesiedelt [Fachverband Biogas 2007]. Auch die teils schlechten Ernten der letzten Jahre haben das Wachstum im Biogasanlagenbau und –betrieb nicht wesentlich gebremst; es ist zukünftig mit einem weiter wachsenden Markt zu rechnen.

Derzeit wird (neben Gülle) vor allem Mais als Biogassubstrat genutzt, aber auch Ganzpflanzensilage und Getreide kommen zum Einsatz. Pflanzenbauliche und prozesstechnische Versuche zeigen, dass das Einsatzspektrum in Zukunft um andere Pflanzen wie etwa die Sorghumhirsen Sudangras und Zuckerhirse oder Topinambur erweitert werden kann.

Fazit:

Vor allem indirekte Nutzungskonkurrenzen auf energetischer Ebene könnten die zukünftige stoffliche Verwendung von Körnermais weiter einschränken, sofern die sich abzeichnende Ausdehnung der Anbauflächen für Energiepflanzen, gefördert

durch das EEG, verstärkt auf Kosten der Anbaufläche von Körnermais für die stoffliche Verwendung zur Herstellung technischer Stärke gehen sollte.

Hinzu kommt die starke direkte Konkurrenz für Maisstärke durch Weizenstärke, die eine verstärkte stoffliche Nutzung von Körnermais aus deutschem Anbau nach Experteneinschätzung praktisch ausschließt. Hier könnten zukünftig möglicherweise Importe aus z.B. Frankreich einen größeren Beitrag leisten, wo Körnermais unter günstigeren Standortbedingungen angebaut wird als in Deutschland.

Dies dürfte auch den Einsatz von Körnermais als Futtermittel und für Nahrungszwecke betreffen, so dass sich mögliche Preiseffekte und eine Verschiebung Richtung Importe durch die Verknappung von dafür verfügbarem Körnermais bzw. über die limitierte Flächenverfügbarkeit ergeben könnten.

3.1.3. Gerste

Bis heute ist die Verwendung von Gerste als Nawaro vernachlässigbar gering. Gerste wurde und wird vielmehr überwiegend als Futter verwendet (z.B. zu 69% der Inlandsverwendung in 2004), für Braumalz (dgl. zu 23%) und in geringeren Mengen auch als Nahrungsmittel (ca. 2%). In 2005 wurde Gerste bzw. Gerste im Mischfruchtanbau als Nawaro auf gerade mal rund 400 Hektar Versuchsfläche angebaut (Quelle: FNR online). Dagegen nimmt der Anbau von Gerste auf Ackerland für die zuvor genannten Verwendungsarten (Futter, Braumalz, Nahrungsmittel) ca. 1,95 Millionen Hektar ein.

Seit 2005 und noch bis 2008 läuft ein Projekt des BMELV, betreut von der FNR, zu neuen Energiepflanzen-Arten, Anbausystemen und Standorteignungen im Hinblick auf die Biomasseproduktion zur Strom-, Kraftstoff- und Wärmeerzeugung. In insgesamt sechs Anbauregionen-Typen werden insgesamt fünf Standardfruchtfolgen getestet, darunter Sommergerste (Korn sowie Ganzpflanze) alleine und im Mischanbau bzw. Fruchtfolgenanbau.

Fazit:

Eine zukünftige Verwendung von Gerste für stoffliche Zwecke ist nicht absehbar, die zukünftige energetische Nutzung von Gerste bleibt zunächst offen und hängt unter anderem von den Ergebnissen des bis 2008 laufenden BMELV/FNR Vorhabens ab. Der aktuelle Trend geht wohl zunehmend zum bevorzugten Energiepflanzenanbau (bedingt durch das EEG – siehe auch Gesamtfazit zu Flächenverfügbarkeit). In 2006

fürhte nach Angaben des Deutschen Bauernverbandes eine weithin schlechte Ernte von Sommergerste zu einer verminderten Verfügbarkeit von Braugerste.

3.1.4. Rohstoffe zur Ethanolproduktion: Kartoffeln, Zuckerrüben, Zuckerrohr

Stärke- und Zuckerpflanzen wie Kartoffeln und Zuckerrüben können energetisch vor allem über den Weg der Bioethanolproduktion genutzt werden. In Deutschland findet für diesen Nutzungspfad jedoch vor allem Weizen als kostengünstigerer Rohstoff Anwendung (siehe Ausführungen zu Weizen).

Insgesamt ist der Bioethanolmarkt in Deutschland im Vergleich zum Biodieselmkt eher schwach ausgebildet. Während im Jahr 2006 rund 144.600 t Ethanol hergestellt wurden, sind im gleichen Zeitraum etwa 1.548.000 t Biodiesel erzeugt worden.

Einer der Gründe dafür ist in der in Deutschland stärker wachsenden Dieselnachfrage zu sehen. Da die Anteile von Raffinerieerzeugnissen sich nicht beliebig verschieben lassen, besteht mit steigendem Dieselbedarf eine höhere Nachfrage nach Substituten, als es für Benzin der Fall ist. Perspektivisch ist also anzunehmen, dass sich die Produktion von alternativen Kraftstoffen auch weiterhin stärker an Dieselsubstituten orientieren wird.

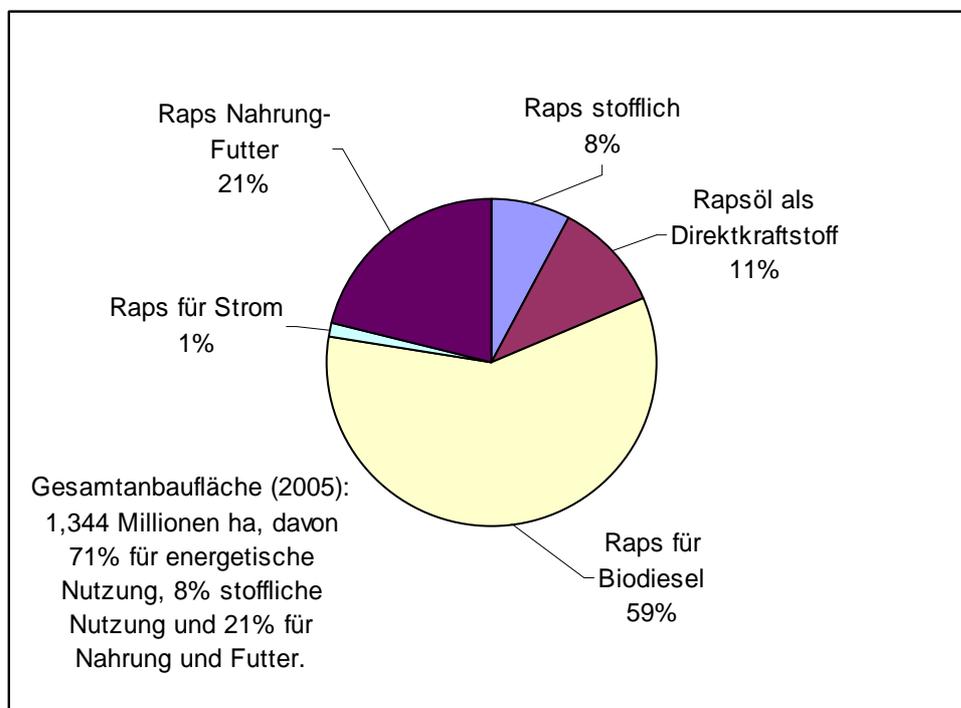
Hinzu kommt, dass sich Bioethanol weitaus kostengünstiger (etwa um den Faktor drei) in Brasilien erzeugen und importieren lässt, als es mit heimischen Rohstoffen im Inland der Fall ist. Das ist zum einen auf den besser geeigneten Einsatzstoff Zuckerrohr, zum anderen auf eine effizientere Prozessführung zurückzuführen. Ein Import des Rohstoffs Zuckerrohr und die Verarbeitung zu Kraftstoff in Deutschland wird auch zukünftig nicht erwartet, da der Transport des fertigen Produkts Ethanol aufgrund der weit höheren Energiedichte sowohl energetisch wie auch ökonomisch sinnvoller ist. Vielmehr wird erwartet, dass ab 2020, eventuell bereits ab 2010, verstärkt Bioethanol aus Zuckerrohr direkt importiert wird, vorausgesetzt die Handelsbarrieren werden abgebaut.

Aus diesem Grund werden die Rohstoffe Kartoffeln sowie Zuckerrüben und Zuckerrohr im Rahmen des Projekts nicht betrachtet, da sie für die energetische Nutzung und Konkurrenzbeziehungen innerhalb von Deutschland zu vernachlässigen sind.

3.1.5. Raps

Rapsöl wird in Deutschland zunehmend vor allem für energetische Zwecke verwendet, überwiegend zur Produktion von Biodiesel, daneben aber auch zunehmend als Direktkraftstoff von Rapsöl für Traktoren und im Transportgewerbe, sowie zur Erzeugung von Strom in Blockheizkraftwerken (BHKW). Rapsöl kommt bislang praktisch nur aus inländischem Anbau, der Selbstversorgungsgrad liegt über 100%. Die jeweiligen Anteile aller Nutzungsarten bezogen auf die Anbaufläche in Deutschland 2005 zeigt Abbildung 2.

Abbildung 2: Anbaufläche für Raps in Deutschland 2005 nach Verwendung



Quellen: Destatis, FNR, Wuppertal Institut et al. (2008)

Neben der energetischen Nutzung findet Rapsöl in Deutschland zunehmende **stoffliche Verwendung als Rohstoff für die chemische Industrie** (Polymere und Polymerhilfsstoffe, Wasch- und Reinigungsmittel, Tenside, Lacke und Farben) sowie zur **Herstellung von pflanzlichen Schmier- und Verfahrensstoffen** (Schmieröle und -fette, Hydrauliköle, Multifunktionsöle, Getriebeöle, Motorenöle, Sägekettenhaft- und Sägegatteröle, Formtrennmittel, Kühlschmierstoffe). Ausgehend von ca. 166.500 Tonnen Rapsöleinsatz aus deutschem Anbau für diese Segmente in 2005, könnten die Potenziale in 2020 bei ca. 251.000 Tonnen liegen (Wuppertal Institut et al. 2008).

Demgegenüber gerät die Verwendung von Rapsöl für Nahrungszwecke ins Hintertreffen. Zunehmend weniger Anbaufläche steht bei gleichzeitiger Ausdehnung der Gesamtanbaufläche im Inland für die Produktion von Rapsöl für **Nahrung und Futter** zur Verfügung. Von 2004 auf 2005 sank die Rapsanbaufläche für Nahrung und Futter um ca. 140.000 Hektar bzw. um ein Drittel, ihr Anteil an der gesamten Rapsanbaufläche sank dadurch von ca. 33% auf 21% ab. Bis 2020 könnte, dem jetzigen Trend folgend, sich die Anbaufläche in Deutschland von Raps für Nahrung und Futter im ungünstigsten Fall um weitere 140.000 Hektar vermindern und dann nur noch 8% des Gesamtanbaus von Raps ausmachen (Wuppertal Institut et al. 2008).

In BAU-Szenarien wurden zwar Wachstumspotenziale für die stoffliche Verwendung von Rapsöl erkannt, die **energetische Verwendung** wird jedoch unter Business-as-usual Bedingungen auch in Zukunft deutlich dominieren. In einem konservativ-realistischen BAU-Szenario (BAU I) wird z.B. erwartet, dass bis 2020 die Rapsanbaufläche in Deutschland auf maximal 1,8 Millionen Hektar ansteigt (um ca. ein Drittel gegenüber 2005), und der Anteil für energetische Nutzung bei 85% liegt (in 2005 ca. 71%), darunter 78% für Biodiesel und Rapsöl als Direktkraftstoff und 7% für Rapsöl zur Verstromung in BHKW.

Fazit:

Rapsöl aus deutschem Anbau wird unter den gegebenen Rahmenbedingungen auch zukünftig überwiegend energetisch genutzt werden, die Entwicklungspotenziale der stofflichen Nutzungen bleiben dahinter deutlich zurück. Es ist zu erwarten, dass diese direkten Nutzungskonkurrenzen sich verstärkt auf die Kosten von Raps zur Nahrungsmittelproduktion auswirken werden. Zudem muss ab 2010 bereits mit verschärften indirekten Nutzungskonkurrenzen gerechnet werden, da dann aller Voraussicht nach die Anbauflächen für Raps in Deutschland infolge Fruchtfolgeeinschränkungen nicht mehr weiter ausgedehnt werden können³. Um die bereits vorhandenen hohen Produktionskapazitäten in Deutschland für Biodiesel weiterhin auslasten zu können, muss dann verstärkt auf Importe von Rohstoffen

³ Nach Einschätzung von Landwirtschaftsexperten kann die Anbaufläche für Raps in Deutschland aufgrund von Fruchtfolgegrenzen nur maximal bis auf 1,6 bis 1,8 Millionen Hektar ausgeweitet werden (BMBF 2006, UFOP 2006a). Die von UFOP (2007 online) nach Befragung für 2007 in Aussicht gestellte Rapsanbaufläche von ca. 1,5 Millionen Hektar würde dann bereits nahe an der unteren Anbaugrenze liegen. Wir gehen demzufolge in dieser Studie davon aus, dass die untere Anbaugrenze von ca. 1,6 Millionen Hektar bereits in 2010 erreicht bzw. überschritten sein wird, und dass die obere Anbaugrenze von ca. 1,8 Millionen Hektar in 2020 erreicht sein wird.

zurückgegriffen werden. Diese Entwicklung zeichnet sich in der Tat ab⁴. Bereits in 2006 stammten Schätzungen zufolge 20% der Rohstoffbasis der deutschen Biodieselproduktion aus Palmöl und Soja⁵. Deutscher Biodiesel in hochwertiger EN-Qualität aus 50% Raps und 50% Sojaöl wurde z.B. im April 2007 mit 67 bis 69 Cent/l in Rotterdam gehandelt, im Mittel um ca. 10 Cent/l teurer als US B99⁶. Daneben drängen aktuell bereits verstärkt Direktimporte von Biodiesel auf den deutschen und europäischen Markt: Einer aktuellen Mitteilung des BBK zufolge kommt der Anteil an Biodiesel für die Beimischung – theoretisch 1,5 Millionen Tonnen bei einer geltenden Beimischungsquote von 4,4% nach Energiegehalt zu Diesel – heute schon zu 90% aus Übersee, B99 als exportsubventionierter Biodiesel mit 1% Dieselanteil aus den USA bestimmt laut BBK schon heute die deutsche Beimischung⁷. Auch diese Entwicklung wird sich unter den gegebenen Rahmenbedingungen verstärken.

3.1.6. Sonnenblumen

Sonnenblumenöl hat in Deutschland eine eingeschränkte Bedeutung als stofflicher Nawaro, im Verwendungsmuster ähnlich wie Rapsöl, jedoch in deutlich geringeren Mengen. In 2005 wurden ca. 47.000 Tonnen Sonnenblumenöl in der chemischen Industrie eingesetzt, davon stammten jedoch nur ca. 10.000 Tonnen aus deutschem Anbau. Die Entwicklungspotenziale werden unter BAU-Bedingungen relativ gering eingeschätzt, mit ca. 65.000 Tonnen stoffliche Nutzung in 2020, davon ca. 15.000 Tonnen aus Anbau im Inland. Die Potenziale für den Anbau von Sonnenblumen in Deutschland werden als gering eingeschätzt, es findet in Deutschland keine Züchtung und nur sehr eingeschränkter Versuchsanbau statt (pers. Mitteilung UFOP

⁴ Zum Beispiel fördert der Bundesverband Biogene und Regenerative Kraft- und Treibstoffe e.V. (BBK) im Rahmen seiner Auslandsaktivitäten die Organisation von Technologieexporten aus Deutschland nach Brasilien und zertifizierte Sojaölimporte in umgekehrter Richtung. Oder, ein Joint-venture Vertrag mit der Ukraine sieht die Organisation von Technologieexporten aus Deutschland nach Ukraine und zertifizierte Sonnenblumen- und Rapsöl-Importe für BBK-Biodieselanlagenbetreiber in Deutschland vor. Erste größere Landflächenbewirtschaftungen von BBK-Großlandwirten werden in der Ukraine vorbereitet.

<http://www.biokraftstoffe.org/download/PM%20zum%20Jahresanfang%202007.pdf>

⁵ Renewables Energy Access, Jane Burgermeister, Contributing Writer (2007): German Biodiesel Industry Peaks, Trouble Ahead.

⁶ Bundesverband Biogene und Regenerative Kraft- und Treibstoffe e.V.: BBK Biokraftstoff-Experteninfo vom April 2007. Berlin/Erkner 10.4.2007

⁷ Bundesverband Biogene und Regenerative Kraft- und Treibstoffe e.V. (BBK): Aktueller Status Quo September 2007: Lagebericht der deutschen Biodiesel- und Pflanzenölbranche, der Eiweißfuttermittelwirtschaft & des nachgelagerten Transportsektors. Berlin/Erkner 14.9.2007.

– Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. / DBV – Deutscher Bauernverband 2007).

Die zukünftigen Potenziale der stofflichen Nutzung von Sonnenblumenöl sind somit eher als gering zu bewerten. Entsprechend der insgesamt geringen Mengen an Sonnenblumenkulturen spielt auch die energetische Verwendung in Deutschland kaum eine Rolle. In Südeuropäischen Ländern mit trockenerem und wärmerem Klima spielen Sonnenblumen als Öllieferanten eine größere, Raps dafür eine kleinere Rolle.

Fazit:

Aufgrund der niedrigen Potenziale spielen direkte Nutzungskonkurrenzen für Sonnenblumenöl keine wichtige Rolle. Indirekte Nutzungskonkurrenzen sind zu erwarten infolge der starken Ausdehnung der Anbauflächen für energetische Nawaro. Die Anbauflächen für Körnersonnenblumen in Deutschland sind bereits marginal (z.B. 32.000 Hektar in 2006). Signifikante Steigerungen der stofflichen oder energetischen Nutzungen von Sonnenblumenöl müssten wohl auf Flächenbelegungen im Ausland beruhen.

3.1.7. Öllein

Für Öllein gilt grundsätzlich das gleiche wie für Sonnenblumen. In 2005 wurden ca. 37.000 Tonnen Leinöl in der chemischen Industrie eingesetzt, davon stammten jedoch lediglich ca. 1.200 Tonnen aus deutschem Anbau. Die Entwicklungspotenziale werden unter BAU-Bedingungen relativ gering eingeschätzt, mit ca. 51.000 Tonnen stoffliche Nutzung in 2020, davon ca. 1.600 Tonnen aus Anbau im Inland.

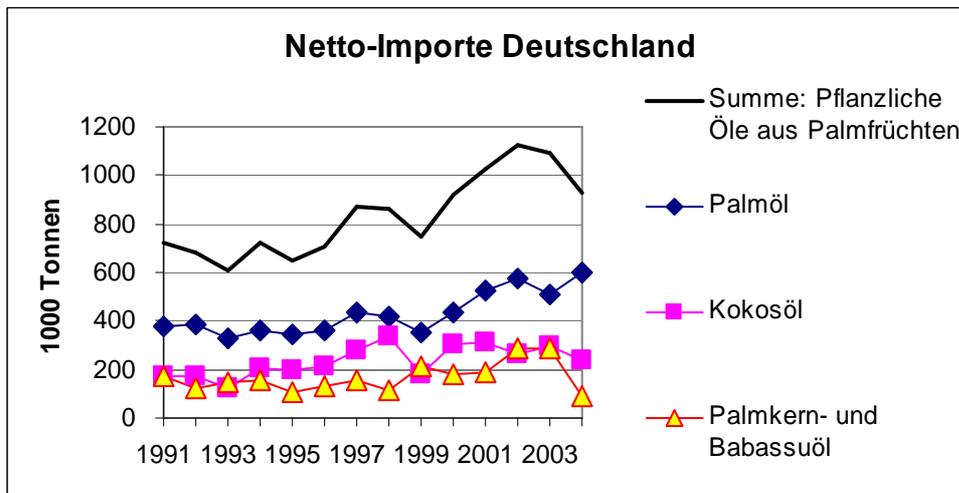
3.1.8. Palmöl

Palmöl wird seit vielen Jahren als Rohstoff in der **chemischen Industrie** und **Lebensmittelindustrie** eingesetzt. Palmöl wird als Rohstoff bei der Herstellung von Margarine, Süßigkeiten und Fertiggerichten, von Waschmitteln, Seife und Kerzen, Kosmetika, sowie für technische Fette verwendet.

Gemeinsam mit Kokosöl sowie Palmkern- und Babassuöl bildet Palmöl die Gruppe von pflanzlichen Ölen aus Palmfrüchten die in Deutschland in großen Mengen importiert werden. In 2004 betragen die Netto-Importe (Importmengen minus

Exportmengen) von pflanzlichen Ölen aus Palmfrüchten insgesamt 0,93 Millionen Tonnen, darunter zwei Drittel Palmöl, ein Viertel Kokosöl und 10% Palmkern- und Babassuöl. Die inländische Verwendung aller dieser Öle steigt tendenziell an, insbesondere für Palmöl. Dies verdeutlicht Abbildung 3.

Abbildung 3: Entwicklung der Netto-Importe (Importmenge minus Exportmenge, in 1000 Tonnen) Deutschlands für pflanzliche Öle aus Palmfrüchten, 1991 bis 2004



Quelle: Eurostat Comext Außenhandelsstatistik 2005 (DVD)

Erst seit 2006 jedoch wird Palmöl in Deutschland auch zur Stromerzeugung in BHKW eingesetzt, da die Förderung durch das EEG in Anspruch genommen wird. Nach neuesten Erkenntnissen muss damit gerechnet werden, dass in 2006 bereits schätzungsweise 67.000 Tonnen Palmöl für BHKW verbraucht wurden. In 2007 wurden nach Angaben vom IE Leipzig bereits 331.000 Tonnen Palmöl in BHKW eingesetzt (Institut für Energetik und Umwelt 2007b).

Für den Zeitraum bis 2020 werden im BAU I Szenario (Wuppertal Institut et al. 2008) die doppelten Mengen an Palmöl zur Verstromung erwartet, die bereits für 2007 erwartet werden, das sind ca. 665.000 Tonnen in 2010 und 2020.

Für den Zeitraum bis 2030 werden im BAU II Szenario (Wuppertal Institut et al. 2008) die folgenden Mengen an Palmöl zur Verstromung erwartet: 690.000 Tonnen in 2010, sowie 948.000 Tonnen in 2020.

Darüber hinaus ist zu erwarten, dass zukünftig verstärkt **Biodiesel aus Palmöl** als Kraftstoff im Verkehrssektor auf den deutschen Markt kommen wird. Aktuell wird bereits über Biodieselimporte aus USA berichtet, die wiederum zum Großteil auf der Basis von Palmöl aus Südostasien produziert wurden. Gegenwärtig werden in Südostasien Produktionskapazitäten für Biodiesel aus Palmöl ausgebaut, auch unter dem erklärten Ziel von Exporten nach USA und Europa. Eine ähnliche Entwicklung zeichnet sich für einige afrikanische Länder ab. Auch in Brasilien und Argentinien werden Produktionskapazitäten für Biodiesel mit Exportorientierung ausgebaut, hier deutet sich jedoch eher an, dass **Soja** als hauptsächlich Rohstoffquelle verwendet werden wird.

Fazit:

Die Umsetzung der geplanten Ausweitung des Einsatzes von Palmöl in BHKW kann derzeit nicht konkret eingeschätzt werden, und hängt vor allem von laufenden Überlegungen zu politischen Regelungen im Rahmen internationaler Abkommen und eines novellierten EEG ab. Gegenüber einheimischem Rapsöl stellt Palmöl eine direkte Konkurrenz dar, die in den BAU Szenarien sogar deutlich dominieren würde (z.B. 948.000 Tonnen Palmöl in 2020 zur Verstromung in BHKW gegenüber ca. 213.000 Tonnen Rapsöl in BAU II).

Inwiefern sich durch die zunehmende Produktion von Biodiesel aus Palmöl Nutzungskonkurrenzen zur klassischen stofflichen Verwendung von Palmöl in der chemischen Industrie ergeben, bleibt zu untersuchen. Gegenwärtig beruht der Zuwachs eher auf der Ausweitung von Anbauflächen. Diese werden unter ökologischen Gesichtspunkten kritisch verfolgt, weil hierdurch natürliche Ökosysteme in großem Ausmaß gefährdet sind, und die Klimawirkung von Biodiesel aus Palmöl unter Anrechnung der Landnutzungsänderungen gegenüber herkömmlichem Diesel sogar negativ ausfallen kann (Wuppertal Institut et al. 2008).

3.1.9. Andere pflanzliche Öle (Soja, Kokos, Rhizinus)

Wie zuvor im Kontext der Biodieselproduktion aus Palmöl erwähnt, wird erwartet, dass zukünftig insbesondere Brasilien und Argentinien, auch auf den Export orientiert, große Mengen Biodiesel aus **Soja** herstellen werden. Bereits heute stellt Biodiesel aus Soja einen signifikanten Beitrag zum Biodieselabsatz in Deutschland (siehe 3.1.5). Bei Soja sind insbesondere Konkurrenzeffekte im Futter- bzw. Nahrungsmittelbereich zu erwarten. Wie beim Palmöl beruht der Anbau von Soja in

tropischen Ländern, vor allem in Brasilien, bereits heute zum Großteil auf der großflächigen Vernichtung natürlicher Ökosysteme (Morton et al. 2006), und auch die Klimawirkung von Biodiesel aus Sojaöl könnte unter Anrechnung der Landnutzungsänderungen gegenüber herkömmlichem Diesel sogar negativ ausfallen (Wuppertal Institut et al. 2008).

Wegen seiner fettähnlichen Konsistenz wird das weiße bis schwach gelbliche **Kokosöl** auch als Kokosfett oder Kokosbutter bezeichnet. Das überwiegend gesättigte Kokosöl ist reich an Capryl-, Laurin- und Myristinsäuren. Es wird für die Margarine- und Süßwarenherstellung (z. B. Waffelfüllungen) sowie als Milchprodukt-Substitut in der Lebensmittelindustrie verwendet und eignet sich zum Kochen, Braten und Backen. Kokosöl wird auch aufgrund seiner haut pflegenden Eigenschaften zur Herstellung von Kosmetika verwendet, beispielsweise als Körperöl oder als Bestandteil in Seifen, Shampoos, Sonnenschutzmitteln und Cremes. Wegen des Gehalts an Laurinsäure wird Kokosöl gerne zu Shampoo, Rasierseife, Seife und anderen Detergentien verarbeitet. Es wird auch zur Herstellung von Kerzen verwendet.

In Rahmen der Suche nach alternativen Energieträgern gegenüber dem Erdöl und anderen fossilen Energieträgern wird neben anderen Pflanzenölen auch das **Kokosöl** auf seine Eignung untersucht. Wie jedes Pflanzenöl lässt sich auch Kokosöl in einem chemischen Prozess umestern und zumindest als Beimischung zu Dieselmotorkraftstoff (1 %) verwenden. Besonders auf den Philippinen wird Biodiesel aus Kokosöl in Form von Kokosnuss-Methylester bereits in großem Maße produziert (nach: Wikipedia online).

Der Anbau von **Rhizinus** u.a. zur Biodieselproduktion wird z.B. in Brasilien selektiv gefördert mit dem Ziel, die regionale Wirtschaft und kleine Unternehmen zu fördern. Dies ist ohne Belang für den Untersuchungsrahmen dieser Studie.

3.1.10. Sonstige Pflanzen

Die folgenden Pflanzen werden im Rahmen der Studie nicht betrachtet, da sie entweder nur stofflich oder energetisch genutzt werden, also keine direkten Konkurrenzen zu erwarten sind. Indirekte Konkurrenzen um die verfügbare Anbaufläche sind aber zu berücksichtigen.

Die **Naturfasern Flachs und Hanf** werden heute und in Zukunft ausschließlich für stoffliche Verwendungen genutzt, vor allem für den Einsatz von Naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) im Automobilbau, bei Nutzfahrzeugen, Konsumgütern und Möbeln (Müssig und Carus 2007). Auch **Arzneipflanzen** werden, wie **Färberpflanzen**, per se rein stofflich genutzt.

Dagegen werden **grüne Energiepflanzen**, gegenwärtig Energiegetreide-, -gräser- und -mais, zukünftig auch spezielle Mischkulturen in neuen Anbauverfahren, vor allem energetisch zur Erzeugung von Biogas genutzt. Auch **holzartige Energiepflanzen** aus Kurzumtriebsplantagen, also schnell wachsenden Hölzern wie Pappel und Weide werden vor allem zur Energiegewinnung eingesetzt.

Fazit:

Die allgemeine Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Deutschland verzeichnet stark zunehmende Flächenbelegungen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe. 2006 wurden bereits 1,6 Millionen Hektar Ackerland hierfür belegt, ca. 13% des gesamten Ackerlandes, darunter der größte Anteil (mehr als 80%) für energetische Nawaro. Der größte Teil der gesamten Nawaro-Fläche entfällt auf Raps (70%), es folgen Energiepflanzen (19%) und Stärkepflanzen (8%). Es wird erwartet, dass die weitere Entwicklung vor allem eine Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus zur Folge hat, u.a. auf Kosten der Anbaufläche für Getreide, die einer Einschätzung der FAL und der Universität Bonn zufolge unter den Rahmenbedingungen des novellierten EEG⁸ bereits bis 2010 um ca. 12% gegenüber der Referenzsituation (Luxemburger Beschlüsse) vermindert werden könnte⁹ (Gömann et al. 2006). Dann wären auch erhebliche indirekte Nutzungskonkurrenzen um Anbaufläche zu erwarten, die zur *Verschärfung der Gesamtsituation* beitragen würden¹⁰.

3.1.11. Holz

Zur Darstellung der Nutzungspfade und Trends von Holz wird zunächst ein Überblick über das Rohholzaufkommen und die Rohholzverwendung gegeben. Die

⁸ Hierbei wird ein Erzeugerpreis von 23 Euro pro Tonne Energiemais angelegt.

⁹ Wobei die weniger wettbewerbsfähigen Getreidearten wie Gerste und Hafer überproportional eingeschränkt würden.

¹⁰ Die Studie der FAL und der Universität Bonn (Gömann et al. 2006) geht davon aus, dass bis 2010 der Mais (Körner-, Silo- und Energiemais) mit ca. 2,7 Millionen Hektar den Weizen (in 2006 noch ca. 3,1 Millionen Hektar) als Leitkultur in Deutschland abgelöst hat.

Holznutzung wird anschließend differenziert nach den Sortimenten (a) Stammholz und (b) weitere Sortimente (z.B. Industrieholz, Restholz) sowie wichtige Trends der Holzverwendung dargestellt. Abschließend werden die Nutzungskonkurrenzen diskutiert.

Überblick über Rohholzaufkommen und -verwendung

Der gesamte Holzvorrat in deutschen Wäldern wird basierend auf der zweiten Bundeswaldinventur auf ca. 3,5 Milliarden m³ für 2004 geschätzt (BfH/DESTATIS 2006). Der Rohholzeinschlag lag nach der amtlichen Holzeinschlagsstatistik im Forstwirtschaftsjahr 2004 bei 54,5 Mio. Fm (BMELV 2007). Allerdings bestehen Unterschiede zwischen der offiziellen Holzeinschlagsstatistik und dem tatsächlichen Rohholzaufkommen in Deutschland. Nach Erhebungen des Zentrums für Holzwirtschaft Hamburg lag das tatsächliche Rohholzaufkommen im Jahr 2004 in Deutschland höher, und zwar bei etwa 64,8 Mio. Fm (Mantau/Sörgel 2006a).

Das verwendete Rohholz kann je nach Qualität (Holzart, Stärke, Güte) und Verwendungsart eingeteilt werden. Es wird unterschieden in Stamm- und Industrieholz:

- Stammholz umfasst Stammholz, Schwellen und Stangen und ist i.d.R. für höherwertige Verwendungen in der Säge-, Furnier- und Sperrholzindustrie geeignet. Es wird bezogen auf den Mitteldurchmesser in verschiedene Klassen eingeteilt (L0 bis L6). Ab einer Stärke von 40 cm (L4) wird es als Starkholz bezeichnet. Geringere Durchmesser werden als Mittel- und/oder Schwachholz bezeichnet.
- Industrieholz ist Rohholz, das wegen geringerer Qualität (Grobastigkeit, Krümmungen, Verfärbungen, Fäulnis) oder ungünstiger Dimensionen in der Holzwerkstoffindustrie und Zellstoff- und Holzschliffindustrie mechanisch oder chemisch aufgeschlossen werden soll.

Bei der Produktion und Verarbeitung von Rohholz fallen weitere Sortimente wie Restholz als Waldrestholz, Industrierestholz und Sägenebenprodukt an. Waldrestholz ist zum einen das geschlagene, auf Grund derzeitiger ökonomischer Restriktionen nicht genutzte Waldholz sowie Reisholz oder Nadeln und Laub. Industrierestholz fällt in allen Branchen an, in denen Holz be- und verarbeitet wird.

Sägenebenprodukte entstehen als Nebenprodukt der Sägeindustrie. Diese Holzsortimente können ebenso wie Altpapier und Altholz einer erneuten Nutzung oder der Wärme- und Energienutzung zugeführt werden.

Mantau/Sörgel (2006) haben eine Holzrohstoffbilanz¹¹ für das Jahr 2004 berechnet, in der das Rohholzaufkommen der Verwendung der verschiedenen Holzrohstoffe gegenübergestellt wird (Tabelle 2).

Im Jahr 2004 betrug das **Holzrohstoffaufkommen** nach Mantau / Sörgel (2006a) insgesamt 91,4 Mio. Fm. Das Aufkommen umfasst das Inlandsaufkommen, nicht erfassten Einschlag sowie Im- und Exporte der jeweiligen Rohstoffsportimente. Den größten Anteil hatte das Stammholz mit 33,6 Mio. Fm. Weiter wurden 25,1 Mio. Fm Industrie(rest)holz, 11,8 Mio. Fm Sägenebenprodukte, 7,1 Mio. Fm Waldrestholz sowie Rinde und Landschaftspflegeholz genutzt (siehe Tabelle 2). Das Altholzaufkommen betrug 11,0 Mio. Fm (Mantau / Sörgel 2006a). Ein weiterer wichtiger Rohstoff ist Altpapier, der allerdings nicht in der Bilanz für Rohholz aufgeführt ist. Nach Dieter (2007) betrug im Jahr 2004 das Inlandsaufkommen an Altpapier fast 41,5 Mio. m³ Rohholzäquivalente.

Tabelle 2 stellt auch die stoffliche und energetische **Verwendung** der verschiedenen Holzrohstoffe dar. Im Jahr 2004 wurden die Holzrohstoffe mit 70% überwiegend stofflich zur Produktion von Halbwaren (Schnittholz, Furnier, Platten, Zell- und Holzstoff) genutzt. Hier hat die Sägeindustrie den größten Anteil mit 36%. Weitere Industrien sind die Holzwerkstoffindustrie mit 21% und die Papier- und Zellstoffindustrie mit 10%. Der Anteil der energetischen Holzrohstoffnutzung betrug 30% (Mantau / Sörgel 2006a).

Verwendung von Stammholz

Das **Stammholz** hat mit 33,6 Mio. Fm den größten Anteil am Rohholzaufkommen. Es wird in der ersten Verarbeitungsstufe stofflich genutzt. Hauptsächlich wird es in der Sägeindustrie zu Holzhalbwaren (Schnittholz) verarbeitet. Ein geringer Anteil von

¹¹ In der Holzrohstoffbilanz werden alle Aufkommens- und Verwendungsformen von Holz**roh**stoffen gegenübergestellt (inkl. Altholz, Industrierestholz, Landschaftspflegematerial, energetische Verwendung). Demgegenüber gibt es Holzbilanzen, in denen Einschlag, Lagerbestandsveränderung und Außenhandel mit Holz**waren** gegenübergestellt werden, so dass sich der Verbrauch als rechnerische Restgröße ergibt. Die Erfassung von Holz**roh**stoffen erfordert einen großen Umfang von Datenerhebungen, da diese nicht in der offiziellen Statistik erfasst werden (siehe Mantau/Sörgel 2006c).

0,3 Mio. Fm wird in der Sperrholz- und Furnierindustrie genutzt (Mantau / Sörgel 2006a; siehe Tabelle 2).

Die hergestellten Halbwaren werden im Weiteren zu Holzfertigwaren verarbeitet, hauptsächlich für den Baubereich (u.a. Innenausbau, Konstruktion, inkl. Naturdämmstoffe), für die Möbelfertigung und für Verpackungsmaterialien (u.a. Kisten und Paletten). Eine umfassende Analyse der Holzverwendung für Holzfertigwaren erweist sich jedoch als schwierig, da hier eine Vielfalt an Gütern besteht und ein intersektoraler Gütertausch der Holzhalbwaren stattfindet. Mantau/Bilitewski (2005) haben in einer methodischen Studie die Bedingungen eines „Stoffstrom-Modell-Holz“ für den Kreislauf von Holzprodukten untersucht und für das Jahr 2002 beispielhaft die Verknüpfung von Holzaufkommen, Holzhalbwarenproduktion, Produktion von Holzfertigwaren, sowie Einfuhr, Ausfuhr, Entsorgung inkl. Abfallstatistik für Altholz erarbeitet. Sie stellen u.a fest, dass über die Hälfte der Halbwaren im Bausektor verarbeitet wird. In der Möbelfertigung werden weitere 31% genutzt. Für Verpackungsmaterialien werden 16% verarbeitet sowie 3% für sonstige Holzwaren (Mantau/Bilitewski 2005).

Tabelle 2: Aufkommen und Verwendung von Holzrohstoffen 2004 in Deutschland

Holzrohstoffsortimente in Mio. Fm	Σ Aufkommen*	Stoffliche Verwendung				Energetische Verwendung		
		HuZ	HWS	SÄG	SsV	>1MW	<1MW	HBR
Stammholz	33,6	-	-	33,3	0,3	-	-	-
Industrieholz	21,0	5,2	10,0	0,1	0,2	0,2	-	5,4
Wald-Restholz/Schwachholz	7,1	-	-	-	-	0,5	1,2	5,4
Sägenebenprodukte	11,8	3,3	5,9	0,2	0,3	1,3	0,4	0,4
Rinde	2,4	-	-	-	1,6	0,5	0,3	-
Sonst. Ind.-Restholz	4,1	-	0,9	-	0,1	2,8	0,4	-
Altholz	11,0	-	2,6	-	0,3	5,8	1,2	1,2
Landschaftspflegeholz	0,3	-	-	-	-	0,2	0,1	
Summe	91,4	8,5	19,4	33,6	2,7	11,3	3,6	12,3

Quelle: Mantau/ Sörgel 2006a

HuZ = Holzstoff und Zellstoff; HWS = Holzwerkstoffe; SÄG = Sägeindustrie; SsV = Sonstige stoffliche Verwendung; > 1 MW = Anlagen größer 1 MW; < 1 MW = Anlagen kleiner 1 MW; HBR = Hausbrand.

*) Das Aufkommen umfasst den Einschlag, nicht erfassten Einschlag sowie Im- und Exporte der jeweiligen Rohstoffsortimente.

Die hergestellten Halbwaren werden im Weiteren zu Holzfertigwaren verarbeitet, hauptsächlich für den Baubereich (u.a. Innenausbau, Konstruktion, inkl. Naturdämmstoffe), für die Möbelfertigung und für Verpackungsmaterialien (u.a. Kisten und Paletten). Eine umfassende Analyse der Holzverwendung für Holzfertigwaren erweist sich jedoch als schwierig, da hier eine Vielfalt an Gütern besteht und ein intersektoraler Güteraustausch der Holzhalbwaren stattfindet. Mantau/Bilitewski (2005) haben in einer methodischen Studie die Bedingungen eines „Stoffstrom-Modell-Holz“ für den Kreislauf von Holzprodukten untersucht und für das Jahr 2002 beispielhaft die Verknüpfung von Holzaufkommen, Holzhalbwarenproduktion, Produktion von Holzfertigwaren, sowie Einfuhr, Ausfuhr, Entsorgung inkl. Abfallstatistik für Altholz erarbeitet. Sie stellen u.a fest, dass über die Hälfte der Halbwaren im Bausektor verarbeitet wird. In der Möbelfertigung werden weitere 31% genutzt. Für Verpackungsmaterialien werden 16% verarbeitet sowie 3% für sonstige Holzwaren (Mantau/Bilitewski 2005).

Verwendung weiterer Sortimente

Die weiteren Sortimente (insgesamt 57,7 Mio. Fm) werden überwiegend sowohl stofflich als auch energetisch genutzt. Nur der mengenmäßig relativ kleine Anteil an Wald-Restholz, Schwachholz und Landschaftspflegeholz (7,4 Mio. Fm) wird nur energetisch genutzt.

Stofflich werden insbesondere Industrieholz und Sägenebenprodukte genutzt. Mit 15,9 Mio. Fm werden sie überwiegend in der Holzwerkstoffindustrie (insbesondere als Span- und Faserplatten oder als Holz-Polymer-Werkstoff) verarbeitet. Ein weiteres wichtiges stoffliches Verwendungsfeld für Industrieholz und Sägenebenprodukte (8,5 Mio. Fm) ist die Verarbeitung zu Zellulose in chemischen Verfahren oder Holzstoff durch die mechanische Zerlegung der Holzfasern.¹²

¹² Die Zellulose wird in der Papier- und Zellstoffindustrie oder Chemieindustrie eingesetzt. Der Zellstoffverbrauch Deutschlands lag 2004 bei 4,8 Mio. t (VDP 2005). Davon wurden 1,1 Mio. t Zellstoff in Deutschland produziert. Dafür betrug der Rohholzbedarf der deutschen Zellstoffhersteller 2,6 Mio. t atro (Waldholz 1,4 Mio. t atro und Sägenebenprodukte 1,2 Mio. t atro) (Meo Consulting Team et al. 2006). Weitere 4,3 Mio. t Zellstoff wurden importiert. Der Holzstoffverbrauch in Deutschland lag im Jahr 2004 bei 1,5 bis 1,6 Mio. t, von denen 1,4 Mio. t in Deutschland hergestellt wurden (Meo Consulting Team et al. 2006 und VDP 2005). Hauptrohstoff für die Papier- und Zellstoffindustrie ist Altpapier. So wurden 13 Mio. t Altpapier im Jahr 2004 zur Papierherstellung verwendet (VDP 2007). Der deutsche Bedarf an Chemiezellulose liegt bei 320.000 t und wird zu 100% über Importe gedeckt (Meo Consulting Team et al. 2006).

Eine stoffliche Verwendung von Industrie- und Restholz im Baubereich sind **Naturdämmstoffe**, die neben Holzresten auch Altpapier bzw. aus anderen pflanzlichen Fasern hergestellt werden. Naturdämmstoffe tragen mit einem Volumen von 1,3 Mio. m³ pro Jahr zu fünf Prozent zum gesamten deutschen Dämmstoff-Markt bei. Zellulose-Dämmstoffe tragen 32 % und Holz-Dämmstoffe 48 % Anteil an Naturdämmstoffen in Deutschland 2004. Die restlichen 20 Prozent entfallen auf andere Naturmaterialien wie Flachs- und Hanf-Dämmstoffe (FNR 2006c).

Bis auf Stammholz werden alle weiteren Holzrohstoffe auch **energetisch genutzt**. Insgesamt entspricht dies einer Menge von 27,2 Mio. Fm. Waldrest-/Schwachholz und Landschaftspflegematerial werden ausschließlich energetisch genutzt (siehe Tabelle 2). Für das Jahr 2005 geben Mantau et al. (2007) an, dass Holzrohstoffe zu ca. 38% zur Strom- und Wärmeerzeugung, 12% innerbetrieblich und 51% von privaten Haushalten genutzt wurden. Den energetischen Holzverbrauch der privaten Haushalte im Jahr 2005 bezifferte Mantau auf 20,7 Mio. m³ pro Jahr, davon sind 14,2 Mio. m³ Waldscheitholz. Der Verbrauch von Holzpellets entspreche in den privaten Haushalten umgerechnet lediglich 0,25 Mio. m³ Rohholz (Mantau in Holz-Zentralblatt 2007). Bei der energetischen Nutzung von Holz überwiegt die **thermische Nutzung**. Ein großer Anteil der thermisch genutzten Holzbrennstoffe stammt aus Holzabfällen (Industrie), die als Nebenprodukte des Produktionsprozesses anfallen. Davon wird jeweils die Hälfte am Markt gehandelt (für stoffliche oder energetische Nutzung) oder innerbetrieblich verwendet (Meo Consulting Team et al. 2006).

Holz wird auch zur Erzeugung **elektrischer Energie** verwendet. Bezogen auf die durch das EEG geförderte Biomassekraft- und Heizkraftwerke¹³ wurden im Jahr 2006 ca. 4,0 bis 4,7 Mio. t atro Holz eingesetzt. Schätzungen zufolge werden hier anteilig 65-75% Altholz, ca. 10% Waldrestholz und Landschaftspflegeholz und 20-25% Industrierestholz und Sägenebenprodukte energetisch genutzt (Institut für Energetik und Umwelt 2007b).

¹³ Der Monitoringbericht zum EEG betrachtet ausschließlich die durch das EEG geförderten Kraft- bzw. Heizkraftwerke. Nicht betrachtet werden Holzverstromungsanlagen mit einer elektrischen Leistung >20 MWel, Anlagen, in den die Biomasse im Mix mit sonstigen Brennstoffen eingesetzt wird, Anlagen, die nur dem Eigenbedarf des Betreibers dienen sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben (vgl. Institut für Energetik und Umwelt 2007b oder Kapitel 3.2).

Trends der Holzverwendung

Insgesamt entwickelt sich der Rohholzbedarf aktuell sehr dynamisch durch erhöhte und neue Investitionen in der Holzwirtschaft sowie die steigende Nachfrage nach Energieholz (Ochs/Duschl/Seintsch 2007).

Tabelle 3 verdeutlicht die insgesamt zunehmende Holzrohstoffverwendung zwischen den Jahren 2002 und 2005 mit einem Zuwachs von 23,4 Mio. Fm. Zwar stieg die stoffliche Nutzung mit 13,4 Mio. Fm stärker an als die energetische Nutzung mit 10,1 Mio. Fm. Allerdings verschieben sich die relativen Anteile zugunsten der energetischen Nutzung. Im Jahr 2005 betrug der Anteil der energetischen Verwendung 37% (2002: 30%) und der Anteil stofflicher Nutzung sank dementsprechend auf 63 % (2002: 70%) (Mantau et al. 2007, Mantau 2007). Die steigende Nachfrage nach Energieholz hatte Verschiebungen in den unteren Marktsegmenten zur Folge (Ochs/Duschl/Seintsch 2007).

Tabelle 3: Entwicklung der Holzrohstoffverwendung zwischen 2002 und 2005 in Deutschland [in Mio. Fm]

	Aufkommen nach Sortimenten			Holzrohstoffverbrauch nach Verwendung			
	2002	2005	Zu- wachs	2002	2005	Zu- wachs	
Stammholz	30,3	62,4	14,9	30,3	37,2	6,9	Sägeindustrie
Industrieholz	17,2			17,2	20,5	3,3	Holzwerkstoffe
Waldrestholz	7,6	9,9	2,3	6,4	9,8	3,4	Holzschliff / Zellstoff
Sägenebenprodukte	10,4	13,0	2,6	2,9	2,7	-0,2	Sonstige stoffliche Verwendung
Rinde	2,2	2,6	0,4	9,8	15,5	5,7	Energetisch > 1 MW
Sonst. Ind.-Restholz	4,1	4,1	-	3,4	3,6	0,2	Energetisch < 1 MW
Altholz	10,0	11,0	1,0	12,3	20,7	4,2	Hausbrand
Landschafts- pflegeholz	0,6	2,8	2,2		-4,2		Hausbrand nicht bilanziert
Gesamt	82,4	105,8	23,4	82,4	105,8	23,4	Gesamt

Quelle: Mantau 2007

Die größten Zuwächse in der stofflichen Rohholzverwendung sind in der Sägeindustrie zu beobachten. In der Holzwerkstoff und Holzschliff- /Zellstoffindustrie sind etwa gleiche Zuwachsmengen zu verzeichnen (siehe Tabelle 3). Nach Angaben des Meo Consulting Team sind die Haupteinflussfaktoren auf die zukünftige

Entwicklung der Zell- bzw. Holzstoffnutzung neben den Energiekosten hauptsächlich der Papierverbrauch in Abhängigkeit von der konjunkturellen Entwicklung. Technologisch sind in diesem Bereich keine signifikanten Entwicklungen zu erwarten, da die Verfahren für Holz- und Zellstoffherstellung, Altpapieraufbereitung und Papierherstellung etabliert sind (Meo Consulting Team et al. 2006).

Die energetische Nutzung hat vor allem in Heiz(kraft)werken mit einer Leistung von mehr als 1 MW und in den privaten Haushalten zugenommen. Haupteinflussfaktoren für die energetische Holznutzung sind nach Angaben des Meo Consulting Team (2006) der Heizwert des Brennstoffs, Preise fossiler Energieträger, Vergütungssätze nach EEG, Anlagengröße, (regionale) Brennstoffverfügbarkeit und -qualität, Energie- und Personalkosten, Anlagenförderung, benutzerfreundliche Kleinfeuerungsanlagen, Höhe der Investitionskosten, Struktur des Waldbesitzes, Ernteaufwand, Logistik, ha-Produktivität und die Menge der industriell verarbeiteten Rohholzmenge.

Unter Berücksichtigung der Konkurrenzsituation ergibt sich bzgl. der Marktentwicklung der thermischen Nutzung von Holz ein begrenztes mittelfristiges Entwicklungspotenzial. Der Netto-Import von Holzpellets wird sich auf einem niedrigen Niveau erhöhen. Bei Holzpellets besteht eine internationale Konkurrenz zu Grenzregionen aus osteuropäischen Ländern trotz der hohen Transportkosten. Laut Bundesanstalt für Außenwirtschaft (BFAI) ist in den letzten drei Jahren (2003 - 2006) ein sprunghafter Anstieg von Holzpelletieranlagen großer russischer Waldgebiete verzeichnet worden (von 10 auf 50). Diese produzieren in erster Linie Export orientiert (Lichter 2006). Insgesamt ergeben sich aber keine hohen Potenzialsteigerungen für Holz in der thermischen Nutzung (Meo Consulting Team et al. 2006).

Die Mengenangaben für energetisch genutztes Altholz schwanken zwischen 3,7 Mio. t atro (Mantau/Sörgel 2006a) und ca. 6 Mio. t (Meo Consulting Team et al. 2006). Nach Schätzungen von Meo Consulting Team et al. (2006) wird zudem die Verstromung von Schwachholz (Waldhackschnitzel) bis 2020 ansteigen, allerdings auf sehr viel niedrigerem Niveau (ca. 0,6 Mio. t). Mantau (2005) stellt allerdings dar, dass der ungenutzte Zuwachs weit überschätzt und kein großes zusätzliches Potenzial in den Wäldern vorhanden sei. Somit ergibt sich ein begrenztes Entwicklungspotenzial für den Bereich der elektrischen Holznutzung.

Es wird allgemein davon ausgegangen, dass Holz in näherer Zukunft, d.h. bis 2015, keinen signifikanten Beitrag zur Produktion von **Kraftstoffen** wie Bioethanol, BtL oder SNG (Synthetic Natural Gas) leisten wird. Die entsprechenden Technologien (enzymatischer Aufschluss von Lignin zur Ethanolproduktion, Vergasung) stehen derzeit nicht in großtechnischem Maßstab zur Verfügung. In weiterer Zukunft könnte sich dies ändern. Langfristig können möglicherweise größere Potenziale durch die Nutzbarmachung von Holzrohstoffen für Biokraftstoffe erschlossen werden und sich durch indirekte Wirkungen auf Energiepflanzenanbau und Nahrungsmittelproduktion auswirken.

Fazit:

Geht man von einer relativ stabilen Waldflächen- und -strukturentwicklung sowie einer Bewirtschaftung nach den gesetzlichen Vorgaben aus, sind kurzfristige **indirekte Flächenkonkurrenzen** zwischen energetischer Nutzung von Waldholz und Energiepflanzen unwahrscheinlich. Allerdings können mittel- bis langfristig alternative Waldbewirtschaftungsformen (z.B. Niederwald statt Hochwald) oder der Anbau von Dendromasse auf landwirtschaftlichen Flächen (z.B. in Kurzumtriebsplantagen) zu einem veränderten Angebot von energetisch und stofflich nutzbarem Holz führen. Bzgl. der **direkten Nutzungskonkurrenz** zwischen stofflichen und energetischen Holzverwendungen ergibt sich ein differenziertes Bild für die verschiedenen Sortimente.

Stammholz mit höherer Qualität und Dimension wird in Deutschland in erster Linie in der Säge- und Furnierholzindustrie verwendet. Da eine unmittelbare energetische Nutzung auch langfristig nicht zu erwarten ist, entstehen keine direkten Nutzungskonkurrenzen zu Schnitt- und Furnierholz. Allerdings bestehen positive Rückkopplungseffekte: Durch eine stärkere stoffliche Nutzung von Stammholz können sich höhere Mengen an Schwach- und Restholz als Kuppel- bzw. Nebenprodukt der Forstwirtschaft und der industriellen Holzverarbeitung ergeben, die stofflich oder energetisch verwendet werden können.

Hinsichtlich **Schwachholz und Waldrestholz** bestanden im Jahr 2004 zwar keine Nutzungskonkurrenzen, da diese Sortimente ausschließlich energetisch genutzt wurden. Allerdings sind diese Rohstoffe auch stofflich (z.B. in der Werkstoffindustrie) einsetzbar, so dass Nutzungskonkurrenzen entstehen.

Die energetische Nutzung von **Industrieholz und Sägenebenprodukten** steht in direkter Nutzungskonkurrenz zur stofflichen Verwendung der Papier-, Faser- und Holzwerkstoffindustrie, da derzeit schon ähnliche Rohstoffsortimente verwendet werden. Das zunehmend energetisch genutzte Holz kann somit zum Beispiel als Rohstoff in der Papier- und Faserindustrie fehlen bzw. verknappt werden. Zudem bestehen auch Nutzungskonkurrenzen hinsichtlich der Verwendung von Alt- bzw. Gebrauchtholz zwischen stofflichem Einsatz (Recycling oder Holzwerkstoffindustrie) und energetischem Einsatz (insbesondere in kleinen Biomasseheizkraftwerken). Allerdings wird durch eine wiederholte stoffliche Nutzung die Rohstoffkonkurrenz entschärft, wie zum Beispiel durch den Einsatz von Altpapier: nach Dieter (2007) betrug im Jahr 2004 das Inlandsaufkommen an Altpapier fast 41,5 Mio. m³ Rohholzäquivalente.

Wie stark die direkte Nutzungskonkurrenz zu anderen Sektoren ist, hängt im Wesentlichen von den Rohholzpreisen sowie der Kostenstruktur und Substitutionsmöglichkeiten der betrachteten Industrie ab, aber auch von der Förderung der energetischen Holznutzung. Zusätzlich spielt auch die zeitliche Reaktionsfähigkeit der einzelnen Branchen eine wichtige Rolle. Behrendt et al. (2007) benennen beobachtbare Reaktionen auf die Angebotsverknappung, dazu gehören eine Erhöhung der Holzimporte, eine Verlagerung von Produktionskapazitäten oder der Versuch, zusätzliche Holzreserven zu mobilisieren (Kurzumtriebsplantagen, bislang nicht genutztes Holz). Weitere Möglichkeiten sind zum Beispiel die Erhöhung der Effizienz in der Rohstoffnutzung (z.B. durch Erhöhung der Recyclingrate), die Entwicklung von neuen Kaskadennutzungssystemen oder Substitution des Rohstoffes (z. B. durch Einsatz nicht nachwachsender Rohstoffe wie Beton oder Metall im Bausektor).

Unter Berücksichtigung des Standes der technologischen Entwicklung wird der Beitrag von Lignozellulose zur Gewinnung von **Biokraftstoffen** mittelfristig als gering eingestuft. Somit sind mittelfristig hinsichtlich der Nutzung als Kraftstoff keine Wechselwirkungen zu erwarten, langfristig können jedoch möglicherweise größere Potenziale durch die Nutzbarmachung von Holzrohstoffen für Biokraftstoffe erschlossen werden und sich durch indirekte Wirkungen auf Energiepflanzenanbau und Nahrungsmittelproduktion auswirken.

3.1.12. Einflussgrößen für Nutzungskonkurrenzen

Wichtige Einflussgrößen für Nutzungskonkurrenzen wurden bereits zuvor bei der Darstellung der einzelnen Rohstoffe erwähnt. Allgemein sind zu nennen:

- a) Annahmen zur Flächenverfügbarkeit (z.B. eine von Experten eingeschätzte Obergrenze für den Rapsanbau in Deutschland von maximal 1,8 Millionen Hektar);
- b) Abschlagsfaktoren für die Erfüllung von Naturschutzanforderungen;
- c) Belegte Annahmen für Bevölkerungsentwicklung, Nahrungsmittelbedarf und –versorgung;
- d) Projektionen der Ertragssteigerungen für landwirtschaftliche Nutzpflanzen.

a) Annahmen zur Flächenverfügbarkeit

Anbaugrenze für Raps im Inland

Nach Einschätzung von Landwirtschaftsexperten kann die Anbaufläche für Raps in Deutschland aufgrund von Fruchtfolgegrenzen (maximal 33% Anteil Raps an der Fruchtfolge) nur maximal bis auf 1,6 bis 1,8 Millionen Hektar ausgeweitet werden (BMBF 2006, UFOP 2006a)¹⁴. Die von UFOP (2007 online) nach Befragung für 2007 in Aussicht gestellte Rapsanbaufläche von ca. 1,5 Millionen Hektar würde dann bereits nahe an der unteren Anbaugrenze liegen. Jeglicher Mehrbedarf an Rapsöl oder anderen Pflanzenölen für energetische, stoffliche oder Ernährungszwecke der über die Anbaugrenzen im Inland hinausgeht, muss folglich zunehmend durch Importe gedeckt werden. Dies betrifft die Nawarosegmente:

¹⁴ Es bleibt jedoch offen, ob sich diese „Anbaugrenze“ nicht noch nach oben verschieben ließe (so wie dies in der Vergangenheit schon der Fall war). Der Raps ist eine deckungsbeitragsstarke Frucht, deshalb wird von Seiten der Landwirte versucht seinen Fruchtfolgeanteil von bisher meist 25% (d.h. alle vier Jahre auf demselben Feld) zu erhöhen. Gleichzeitig versucht die Züchtung die Anbauwürdigkeit auch auf Standorte auszuweiten, die nicht traditionell zu den Rapsanbaugebieten zählen (also eher rauere Klimaten). Aus diesen Gründen ist mit einer Ausdehnung der Anbaufläche vor allem in den traditionellen Anbaugebieten über das phyto-sanitär sinnvolle Maß zu rechnen. Problematisch sind bei einer häufigen Rapsfolge, vor allem bei dreijähriger Wiederkehr, die speziellen Schädlinge und Krankheiten des Rapses, die sich dann einstellen, wie Tengelrüßler, Kohlschotenrüßler, Kohlschotenmücke sowie Rapskrebs, Wurzelhals und Stengelfäule. In Folge dessen ist die Notwendigkeit des chemischen Pflanzenschutzes deutlich erhöht. Zudem begünstigt ein hoher Rapsanteil in der Fruchtfolge (z.B. 33%) auch das gehäufte Auftreten anderer Fruchtschädlinge z.B. der Rübennematoden. Wie weit über das von traditionellen Fruchtfolgen bestimmte Maß hinaus der Anbau ausgedehnt werden wird, lässt sich so ohne weiteres nicht prognostizieren, denn es handelt sich um eine souveräne Entscheidung des selbständigen Landwirts. Da allerdings bei der Verwendung als Nawaros und Anbau auf Stilllegungsflächen bereits vor der Aussaat Verarbeitungsverträge abgeschlossen sein müssen, könnte man hier am schnellsten Auskunft über die Anbauplanung bekommen.

- Öle und Fette für die stoffliche Nutzung
- Pflanzenöl als Kraftstoff
- Biodiesel
- Pflanzenöle für die Verstromung

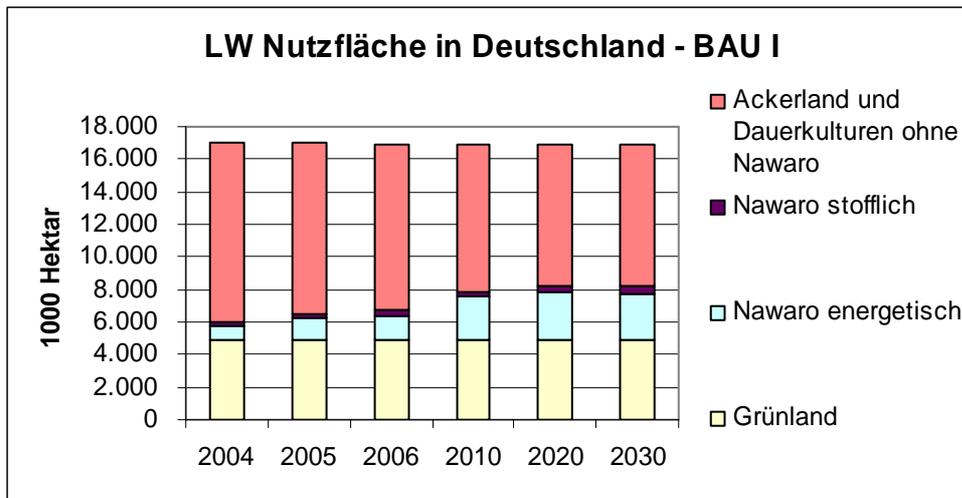
Indirekt sind auch die Anbauflächen im Inland für Nahrungs- und Futtermittel betroffen, die zu den stofflich-energetischen in direkter Nutzungskonkurrenz stehen.

Nawaroanbau im Inland – BAU-Szenarien

Zwischen 2001 und 2006 hat sich die landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland insgesamt nur wenig verändert (minus 0,5%). In den vom Wuppertal Institut et al. (2008) entwickelten BAU Szenarien wird davon ausgegangen, dass die für 2006 berichtete LW-Nutzfläche von ca. 16,95 Millionen Hektar über den gesamten betrachteten Zeitraum bis 2030 zur Verfügung stehen wird (Abbildung 4). Es wird ebenda weiter unter BAU Bedingungen davon ausgegangen, dass auch Grünland bis 2030 auf dem Stand von 2006 (ca. 4,9 Millionen Hektar) verfügbar sein wird (unabhängig von seiner Nutzung).

Somit würde auch Land für Ackerbau und Dauerkulturen über den gesamten Zeitraum bis 2030 insgesamt in gleichem Umfang genutzt werden können.

Was sich aber infolge der in den BAU-Szenarien prognostizierten Entwicklungen ändern wird, ist das Ausmaß des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf Ackerland und Dauerkulturen. Diese machten in 2006 insgesamt 1,83 Millionen Hektar oder ca. 15% des Ackerlandes aus. Unter BAU I Bedingungen würden nachwachsende Rohstoffe bis 2030 im Inland insgesamt 3,3 Millionen Hektar oder ca. 27% des Ackerlandes belegen. Die treibende Kraft hinter dieser Entwicklung wäre der Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung, der in 2030 etwa 81% der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe beanspruchen würde.

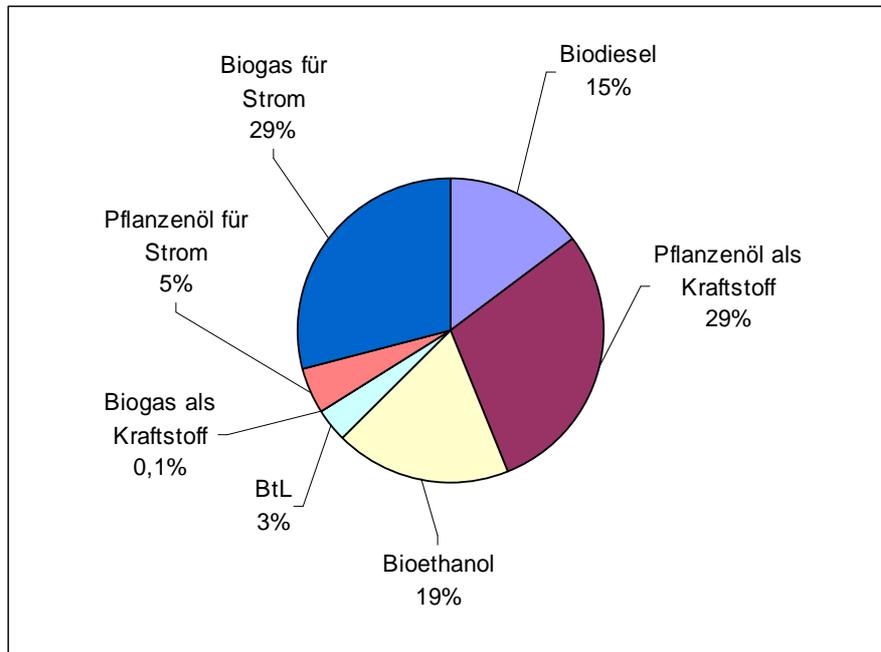
Abbildung 4: Landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland 2004 bis 2030 - BAU I Szenario

Quellen: Destatis, Wuppertal Institut et al. 2008

Unter den energetischen Nawaro würden nach BAU I Bedingungen in 2030 die schon jetzt verfügbaren Biokraftstoffe Biodiesel, Pflanzenöl und Bioethanol mit insgesamt ca. 63% den größten Anteil der inländischen Fläche für energetische Nawaro beanspruchen (Abbildung 5). Daneben würde Biogas zur Stromerzeugung fast ein Drittel der Fläche für energetische Nawaro einnehmen. BtL, Biogas als Kraftstoff und Pflanzenöl zur Stromerzeugung würden dagegen keine wesentlichen Flächenerfordernisse im Inland haben.

Unter BAU II Bedingungen würden nachwachsende Rohstoffe bis 2030 insgesamt 3,7 Millionen Hektar (3,3 Millionen Hektar in BAU I) oder ca. 31% des Ackerlandes in Deutschland belegen (27% in BAU I). Auch in BAU II wäre der Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung die treibende Kraft hinter dieser Entwicklung, und würde in 2030 ca. 88% der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe beanspruchen.

**Abbildung 5: Anbaufläche für energetische Nawaro in Deutschland 2030 –
BAU I Szenario**



Quellen: Destatis, Wuppertal Institut et al. (2008)

Weitere Flächenpotenziale zum Anbau von Nawaro im Inland

Im Rahmen eines F+E-Vorhabens für das UBA (Wuppertal Institut et al. 2008) wurde untersucht, welche Flächenpotenziale für den Nawaroanbau in Deutschland außer auf landwirtschaftlich genutzten Flächen genutzt werden könnten.

Flächen für den vermehrten Anbau von Nawaro müssen entweder aus

- Umnutzungen von bislang für Nahrungs- und Futtermitteln genutzten Flächen ggf. in Verbindung mit Nutzungsintensivierung (Erhöhung der Hektarerträge),
- Rodung von Wald, oder
- Inkulturnahme von bislang stillgelegten Landwirtschaftsflächen oder sonstigen ungenutzten Flächen (z. B. Siedlungsbrachen).

stammen.

Nach dem Bundeswaldgesetz scheidet die Rodung von Wald in Deutschland derzeit in der Gesamtbilanz aus, denn jeder gerodete Wald muss wieder aufgeforstet werden. Für die Ausweitung der Biomassegewinnung bleibt also nur die Umnutzung innerhalb der bereits landwirtschaftlich genutzten Flächen zulasten der Nahrungs- und Futtermittelproduktion, die Inkulturnahme derzeit stillgelegter landwirtschaftlicher

Flächen oder die Nutzung von Flächen, die bislang weder land- noch forstwirtschaftlich genutzt wurden. Die Nutzung von Flächen, die bislang weder land- noch forstwirtschaftlich genutzt wurden ist Gegenstand der folgenden Betrachtung.

Für 2004 ergibt sich laut Statistik insgesamt ca. 5.624 km² Siedlungsbrachen und andere minder genutzte Flächen¹⁵. Dies entspricht einem Anteil von 12,3% der Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Inwieweit diese Siedlungsbrachen überhaupt für die Breitstellung von Biomasse zur Verfügung stehen, hängt zunächst von den städtebaulichen Rahmenbedingungen ab. Maßgeblich ist insbesondere, ob eine baldige Wiederbebauung dieser Flächen zu erwarten ist oder ob mittel- oder sogar langfristig keine realistische Chance besteht, diese Fläche wieder einer neuen baulichen Nutzung zuzuführen.

Ob sich die vorhandenen Brachen für den Anbau von Nawaro eignen, hängt zunächst von ihrer Größe und ihrer Lage ab. Meist sprechen die Kleinteiligkeit dieser Flächen und/oder ihre verstreute oder ungünstige Lage zumindest gegen eine konventionelle landwirtschaftliche Nutzung als Acker, Mähwiese oder Weide.

Denkbar sind allenfalls

- (klein-)gärtnerische Nutzungen, z. B. von aufgelassenen Wohngrundstücken durch die Anwohner, Gärtnereien oder Baumschulen,
- gelegentliches Mähen und Verwertung des Gras- und Heckenschnitts, sofern dies (z. B. bei Verkehrsbegleitflächen oder bei der Zwischennutzung als Grünfläche) nicht ohnehin geschieht,
- extensive Beweidung z. B. durch Schafe oder Ziegen, sowie
- Aufforstung (gezielt oder im Rahmen der natürlichen Sukzession) und spätere Verwertung von Holz.

Weder aus städtebaulicher noch aus Umweltsicht spricht im Prinzip etwas gegen eine vorübergehende Nutzung derartiger Flächen als Biomasselieferant. Eine

¹⁵ Gleichzeitig zum Wachstum der SuV-Flächen wachsen auch in den bisherigen Siedlungen die ungenutzten Flächen, da immer mehr Industrie- und Gewerbeflächen, Flächen der Bahn oder der Post, Kasernengelände und andere militärische Liegenschaften (z. B. Flugplätze) sowie zunehmend auch Flächen mit Wohngebäuden nicht mehr genutzt werden und brach fallen. Mit der verhaltenen Nachfrage nach Wohnraum und gewerblichen Flächen in Stagnations- und Schrumpungsregionen wächst auch die Fläche der neuen Wohn- und Gewerbegebiete, die zwar mit Infrastruktur erschlossen sind, aber nur teilweise oder gar nicht genutzt werden.

intensive agrarische Nutzung dieser Flächen erscheint jedoch nur eingeschränkt wirtschaftlich sinnvoll und machbar.

Unter der Annahme, dass Siedlungsbrachen und andere minder genutzte Flächen in 2020 wie in 2004 einem Flächenanteil von 12,3% der SuV-Flächen entsprechen, läge ihr Umfang in 2020 bei ca. 6.200 km². Bezogen auf die im Inland in 2020 für Nawaro erforderliche Anbaufläche läge damit das Flächenpotenzial von Siedlungsbrachen und anderen minder genutzten Flächen bei 17% in BAU I bzw. 16% in BAU II.

Somit ergibt sich ausgehend von rein quantitativen Betrachtungen zum Flächenausmaß kein signifikant entlastendes Flächenpotenzial für den potenziellen Anbau von Nawaro auf Siedlungsbrachen und anderen minder genutzten Flächen. Denn deren Potenzial läge real – unter Berücksichtigung der Eignung für den Anbau von Biomasse im Vergleich zu den hochproduktiven Flächen für den Nawaroanbau – mit Sicherheit deutlich niedriger als der reine Flächenumfang.

Hier wird zugleich deutlich, dass künftig nicht noch mehr fruchtbare Ackerflächen zersiedelt werden sollten, zumal denaturierte Flächen nur schwer wieder effizient bewirtschaftet werden können.

b) Naturschutzanforderungen

Nach Einschätzung von Naturschutzbund Deutschland e.V. liegt die unter umweltverträglichen Rahmenbedingungen für Energiepflanzenanbau nutzbare Fläche in Deutschland bei geschätzten 2 bis 2,5 Millionen Hektar (NABU 2007). Dieser Wert, so NABU, kann unter den Bedingungen einer massiven Effizienzsteigerung und eines Ausbaus der erneuerbaren Energien insgesamt als untere Grenze des Biomassebeitrags angesehen werden, die bei starken umwelt- und naturschutzbedingten Restriktionen möglich ist.

Die in den BAU-Szenarien ermittelten Nawaroanbauflächen von 3,3 (BAU I) und 3,7 (BAU II) Millionen Hektar liegen für die jeweils oberen Werte um etwa die Hälfte über der vom NABU eingeschätzten unteren Grenze des Biomasseanbaus unter hohen Naturschutzanforderungen.

Weiterhin fordert der NABU (2007), den Anbau großflächiger Monokulturen (z.B. Mais und Raps) zu vermeiden, und stattdessen Mischkulturen sowie mehrjährige

Kulturen anzubauen, die mehr Artenvielfalt ermöglichen¹⁶. Aus Sicht der Biodiversität sei ein vielfältiges Mosaik an verschiedenen Nutzungsmustern mit unterschiedlichen vertikalen Strukturen wichtig. Für die Bewertung möglicher Beeinträchtigungen des Energiepflanzenanbaus für Natur und Landschaft hält der NABU ein begleitendes Biodiversitätsmonitoring für erforderlich. Ferner sollten Natura 2000-Gebiete vor schleichenden Nutzungsänderungen besonders geschützt werden, indem der Anbau nachwachsender Rohstoffe an die Durchführung einer Strategischen Umweltprüfung gekoppelt wird.

Wie zuvor gezeigt, bedeutet die BAU-Entwicklung verstärkten Anbau von Energiepflanzen im Inland, der überwiegend Anbau von Raps für Kraftstoffe und Getreide für Bioethanol darstellt (zusammen ca. 68% der Fläche in 2030), und damit zumindest konfliktträchtige Entwicklungen im Hinblick auf die zuvor genannten Naturschutzanforderungen mit sich bringen würde. Der Anbau von Energiepflanzen zur Biogaserzeugung für Strom/Wärme nimmt einen weiteren relevanten Anteil an der inländischen Anbaufläche für Nawaro in 2030 (29%) ein. Dieser findet bislang überwiegend (zu ca. 80%) auf Basis von Energiemais statt (FNR 2006), eine unter Naturschutzaspekten ebenfalls konfliktträchtige Entwicklung. Hier gibt es jedoch Alternativen, vor allem die Produktion von Biogas aus Abfall- und Reststoffen (z.B. Gülle) oder die potenzielle Nutzung von landwirtschaftlichen Erntenebenprodukten wie Stroh. Diese sind auch Bestandteile von Energieszenarien und wirken sich positiv im Hinblick auf die Einsparung fossiler Energie und die Minderung von Treibhausgasen aus¹⁷.

¹⁶ Hierzu gehören z.B. Mischungen wie Sommergerste/Leindotter oder Sudangras/Sonnenblume bzw. Dauerkulturen wie Topinambur oder Chinaschilf (NABU 2007).

¹⁷ Diese Vorgehensweise entspricht den üblichen Konventionen der Produktökobilanzierung. Dabei ist die Definition von Haupt- und Nebenprodukten sowie Abfällen/Rückständen entscheidend. Besteht wie bei der Ölsaaterzeugung ein ökonomisches Interesse sowohl an der Produktion von Pflanzenöl als auch an den dabei anfallenden Pressrückständen (zur Viehfütterung), so wird der Flächenbedarf bei mehreren Hauptprodukten gemäß den Gewichtsanteilen aufgeteilt (z.B. Ölsaaten werden auf die daraus hergestellten Öle und Ölkuchen aufgeteilt).

c) Annahmen zu Bevölkerungsentwicklung, Nahrungsmittelbedarf und -versorgung

Bevölkerungsentwicklung

Das Statistische Bundesamt hat in 2006 (Destatis 2006) die Ergebnisse seiner Bevölkerungsvorausberechnung bis 2050 vorgelegt. Diese umfassen insgesamt sechs Varianten mit jeweils zwei unterschiedlichen Annahmen zur Entwicklung des Wanderungssaldos, sowie drei Modellrechnungen. Die Varianten und Modellrechnungen unterscheiden zudem die Entwicklungen der Geburtenhäufigkeit und der Lebenserwartung.

Die von Destatis als mittlere Bevölkerungsentwicklung eingeschätzte Variante ergibt für 2020 bei einem Wanderungssaldo (W1) von 100.000 (Untergrenze) eine Gesamtbevölkerung von 80,057 Millionen, bei einem Wanderungssaldo (W2) von 200.000 (Obergrenze) eine Gesamtbevölkerung von 81,328 Millionen. Dies entspräche 97,1% bzw. 98,7% der Bevölkerung im Basisjahr 2005 (82,438 Millionen). Bis 2030 wird analog ein Bevölkerungsrückgang auf 93,6% (W1) von 2005 bzw. auf 96,7% (W2) von 2005 berechnet.

Zumindest mittelfristig bis 2020 ist somit kein signifikanter Rückgang der Bevölkerung zu erwarten, und damit auch nicht eine deutliche Verminderung des absoluten Bedarfs an Nahrungsmitteln, die der Dynamik der Inanspruchnahme von Fläche für den Anbau von Nahrungsmitteln entgegenwirken könnte.

Mit dem Rückgang der Bevölkerung verbunden ist eine Abnahme der Anzahl von Kindern sowie gegenläufig eine Zunahme älterer Menschen, die zudem noch länger leben. Inwiefern diese Entwicklungstendenzen zu einer Veränderung des spezifischen und absoluten Verbrauchs führen könnten, kann im Rahmen dieser Studie nicht weiter untersucht werden. Hier ergibt sich weiterer F+E-Bedarf.

Im Rahmen einer Studie für das Umweltbundesamt, haben Wuppertal Institut et al. (2008) untersucht, wie sich eine Verminderung des Konsums tierisch basierter Ernährung auf den globalen Flächenbedarf Deutschlands auswirken würde.

Nahrungsmittelbedarf bei reduziertem Konsum tierisch basierter Ernährung

Die aufgrund der GAP Reform erwartete Verminderung der tierischen Produktion in Deutschland wird Agrar-Modellrechnungen der FAL, Braunschweig (Küpker et al.

2006), sowie der Universität Bonn (Britz et al. 2006) zufolge nicht zu einer Freisetzung landwirtschaftlicher Nutzfläche in Deutschland führen. Zudem würde eine nur auf das Inland begrenzte Verminderung der Tierproduktion nichts an der global für den Konsum benötigten Fläche ändern. Daher wäre die Verminderung des Konsums tierisch basierter Ernährung erforderlich, sollten die Flächenerfordernisse für diesen Bereich vermindert werden.

Exkurs: Produktvergleich: spezifischer Flächenbedarf

Die folgende Zusammenstellung verdeutlicht das spezifische Ausmaß von Flächenkonkurrenz. Biokraftstoffe der ersten Generation benötigen mehr als 3mal soviel Fläche pro Volumeneinheit wie Kuhmilch. Tierisch basierte Nahrungsmittel benötigen pro kg ein Vielfaches der Fläche von nicht verarbeiteten pflanzlichen Produkten, und immer noch deutlich mehr als 1 kg Brot.

	Flächen- bedarf in m ²
1 Liter Biodiesel aus Raps	7,10
1 Liter Bioethanol aus Getreide	6,02
1 Liter Kuhmilch	1,99
1 kg Rindfleisch	15,28
1 kg Schweinefleisch	8,23
1 kg Hühnerfleisch	4,49
1 kg Eier	3,89
1 kg Kartoffeln	0,31
1 kg Äpfel	0,36
1 kg Gemüse - Freiland	0,36
1 kg Futter- u. Industriegetreide	1,73
1 kg Raps und Rübsen	2,66
1 kg Grünfütter	1,18
1 kg Brot	1,98

Quelle: eigene Zusammenstellung nach Daten des BMELV und des Wuppertal Institut

Wenn ein effektives Programm zur Veränderung der Konsumgewohnheiten umgesetzt würde, könnte dies bei einer Verringerung tierisch basierter Ernährung um ca. 40% (nach Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung) dazu führen, dass netto Fläche in der Größenordnung von 4,7 bis 5,3 Millionen ha bzw. 16 bis 21% des globalen Flächenbedarfs Deutschlands in 2030 frei gesetzt würde (Wuppertal Institut et al. 2008), Der globale Flächenbedarf könnte dann um ca. 500 m² pro Kopf oder ca. 20% reduziert werden.

Wenngleich eine solche doch recht gravierende Änderung des Konsums den Druck auf die Ausdehnung der weltweiten Ackerflächen deutlich reduzieren würde, so würde sie dennoch nicht ausreichen, diese zu verhindern, solange die laufenden Trends und derzeit geltenden Ziele wie die Biokraftstoffquoten unvermindert weiter verfolgt werden.

Nahrungsmittelversorgung – zunehmend aus dem Ausland?

Nach den BAU-Szenarien des Wuppertal-Instituts et al. (2007) wird die Anbaufläche für Nahrung im Inland von 2005 bis 2020 um etwas mehr als das Doppelte ansteigen. Das entspricht einem Anstieg von ca. 8% pro Jahr. Bei einem von Experten erwarteten Anstieg der Hektarproduktivitäten im Bereich von etwa 1 bis 1,5% p.a. (siehe folgenden Abschnitt d), wird deutlich, dass diese Steigerung auf Kosten der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln auf inländischen Flächen erfolgen würde.

Bei gleich bleibenden Konsummustern und nur wenig abnehmender Bevölkerung wäre eine verstärkte Verlagerung der Nahrungsmittelversorgung Deutschlands auf ausländische Anbauflächen die logische Konsequenz. Infolge der globalen Ausdehnung der Anbauflächen vor allem für energetische Nahrung, sind aber auch hier verstärkte Nutzungskonkurrenzen zu erwarten, die sich bereits heute im Hinblick auf steigende Nahrungsmittelpreise und zunehmende Inanspruchnahme von natürlichen Ökosystemen in tropischen Ländern zeigen.

d) Dynamik der Hektarproduktivitäten

Ein besonders kritischer Faktor ist die Entwicklung der Hektarproduktivitäten. Im Rahmen eines laufenden Vorhabens für das Umweltbundesamt hat das Wuppertal Institut zu diesem Thema eine Expertenbefragung durchgeführt. Die Ergebnisse aus dieser Befragung werden im Folgenden den aktuellen Trends der Flächennutzungsentwicklung für landwirtschaftliche Rohstoffe gegenübergestellt (Tabelle 4).

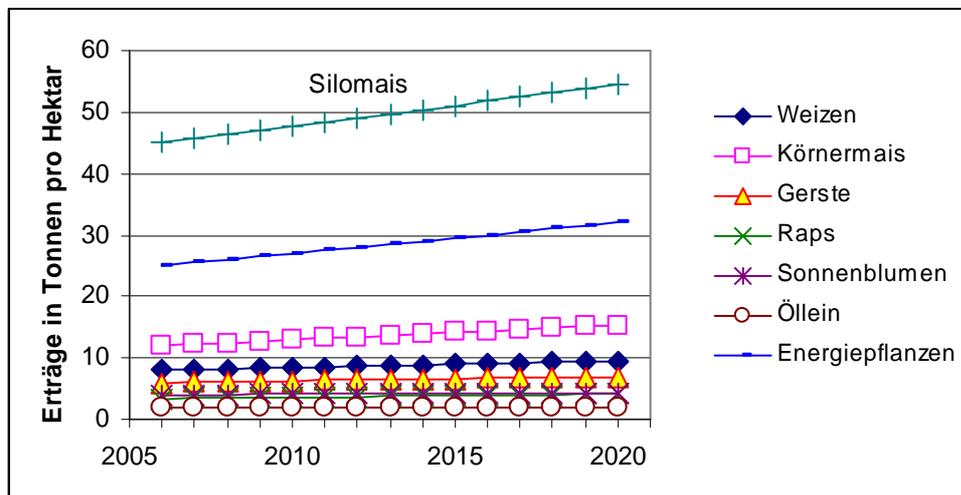
Tabelle 4: Flächenentwicklung von 2003 bis 2006 und potenzielle Ertragssteigerungen im Zeitraum 2007 bis 2020 für landwirtschaftliche Rohstoffe bei Anbau in Deutschland

	Flächenentwicklung von 2003 auf 2006	Potenzielle Ertragssteigerungen im Zeitraum 2007 bis 2020	
	in % p.a.	in % p.a.	
	abgeleitet aus statistischen Daten (BMELV)	basierend auf Experten- einschätzung	Quelle für Experten- einschätzung
Weizen	1,8%	1,3%	FAL
Körnermais	-4,1%	2,0%	FAL
Gerste	-0,7%	1,1%	FAL
Raps	4,2%	1% - 2%	UFOP
Sonnenblumen	-4,5%	0,5%	UFOP
Öllein	-14,8%	0 - 0,2%	UFOP
Silomais	4,6%	1,5%	FAL
Energiepflanzen	Anbau erst seit 2004	1% - 3%	FAL/UFOP

FAL: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Expertenbefragung durch das Wuppertal Institut in 2007)
 UFOP: Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (Expertenbefragung durch das Wuppertal Institut in 2007)

Quellen: Landwirtschaftsstatistik des BMELV; Wuppertal Institut et al. 2008.

Abbildung 6: Ertragsentwicklungen für landwirtschaftliche Rohstoffe bei Anbau in Deutschland 2006 bis 2020



Quellen: Landwirtschaftsstatistik des BMELV; Wuppertal Institut et al. 2008.

Es können drei Haupttrends für wichtige Feldfrüchte unterschieden werden:

- die Flächenbelegung nimmt ab und dies würde bei fortgesetztem Trend nicht durch die Steigerung der Hektarproduktivität kompensiert. Dann würden die Produktionsmengen sinken: Körnermais, Sonnenblumen und Öllein;

- die Flächenbelegung nimmt ab und dies würde bei fortgesetztem Trend durch die Steigerung der Hektarproduktivität kompensiert bzw. überkompensiert. Dann würden die Produktionsmengen konstant bleiben bzw. steigen: Gerste;
- die Flächenbelegung nimmt zu und dies würde bei fortgesetztem Trend durch die Steigerung der Hektarproduktivität verstärkt. Dann würden die Produktionsmengen weiter steigen: Weizen, Raps, Silomais. Bei Raps sind hier jedoch Obergrenzen für den Anbau zu berücksichtigen, die zwischen 1,6 und 1,8 Millionen Hektar liegen, so dass bei einem Anbau auf voraussichtlich 1,5 Millionen Hektar in 2007 nur noch wenig Ausbaupotenzial gegeben ist.

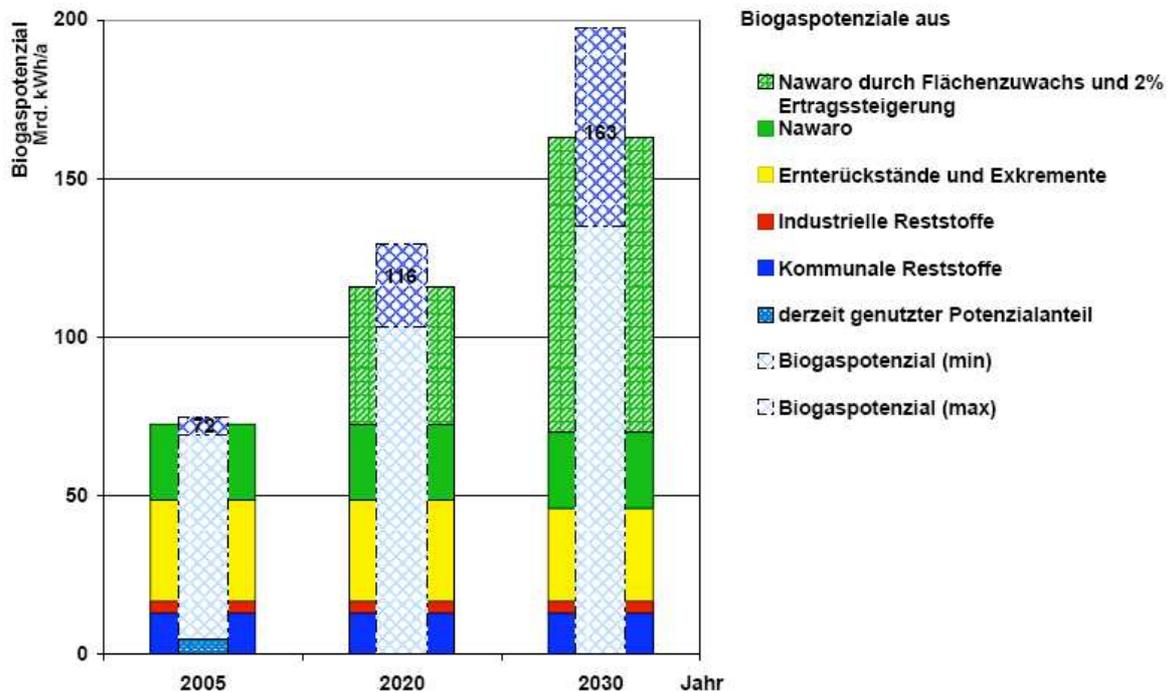
Dieser Vergleich spiegelt die gegenwärtige Entwicklung beim Anbau landwirtschaftlicher Rohstoffe in Deutschland wider. Es werden hohe Ertragsteigerungen bei den Rohstoffen erzielt, die sowohl für die stoffliche und energetische Nutzung als auch für Nahrungsmittel benötigt werden.

Im Bereich der Biogasproduktion ist die erwartete Ertragssteigerung der eingesetzten Energiepflanzen vor dem Hintergrund stagnierender Reststoffpotenziale wesentlich für die zukünftigen hohen Potenziale (siehe Abbildung 7).

Der ausgewiesene Unterschied von minimaler und maximaler Methanproduktion besteht hier in der Variation der Ernteertragssteigerung zwischen 1 und 3 % pro Jahr, während für den Mittelwert eine jährliche Ernteertragssteigerung von 2 %/a vorausgesetzt wurde. Dieser Wert ist in den vergangenen Dekaden im Durchschnitt erzielt worden. Nach Aussagen von Saatgutzüchtern ist in den kommenden Jahren eine erhebliche Steigerung der Erträge von Energiepflanzen zu erreichen¹⁸. Dieser wird dadurch ermöglicht, dass im Unterscheid zu Nahrungsmittelpflanzen vor allem auf Biomasse-Quantität gezüchtet werden kann [KWS, persönliche Mitteilung 2006].

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Hektarerträge insgesamt nicht so schnell steigen wie die Nachfrage nach Biomasse basierten Produkten, so dass insgesamt ein Anreiz zu verstärkten Importen und einer Ausdehnung der Ackerfläche gegeben ist.

¹⁸ Nach einer eigenen Expertenbefragung kann bei Energiepflanzen im Zeitraum bis 2030 von einer durchschnittlichen jährlichen Ertragssteigerung von 1% bis 3% ausgegangen werden (Wuppertal Institut et al. 2008).

Abbildung 7: Entwicklung des Biogaspotenzials in Deutschland bis 2030¹⁹

Quelle: Ramesohl et al, 2006.

3.1.13. Zusammenfassung: Nutzungskonkurrenzen

Für die im Einzelnen zuvor untersuchten Nawaro-Segmente ergeben sich die folgenden wesentlichen Erkenntnisse zu Nutzungskonkurrenzen:

Weizen: Die stoffliche Verwendung wird zunehmend mit direkten energetischen Nutzungskonkurrenzen, vor allem zur Wärme- und Bioethanolproduktion, konfrontiert werden. Sollten zudem die sehr hohen Potenziale zur Verwendung von Weizenstärke für Biopolymere tatsächlich erreicht werden, so würden sich die direkten Nutzungskonkurrenzen erheblich verschärfen. Bei gleich bleibendem Bedarf an Weizen für Futter und Nahrung, und nicht proportional wachsenden Anbauflächen bzw. Hektarerträgen, würde die gesamte Versorgung in diesem Extremfall stark von Importen abhängig werden.

¹⁹ Die Annahmen, die Abbildung 7 zugrunde liegen entsprechen nicht den Annahmen zur Entwicklung der Flächennutzungen im Inland nach den in dieser Studie vorgestellten BAU-Szenarien nach Wuppertal Institut et al. 2008 (siehe Kapitel 3.3). Dies ist auch nicht beabsichtigt, da der Zeitpunkt zu dem beide Studien erstellt wurden unterschiedliche Einschätzungen bedingte. Vielmehr soll an dieser Stelle die Rolle von potenziellen, zukünftigen Ertragsteigerungen heraus gestellt werden. In diesem Punkt stimmen beide Studien in ihrer grundsätzlichen Einschätzung gut überein.

Mais: Vor allem indirekte Nutzungskonkurrenzen auf energetischer Ebene könnten die zukünftige stoffliche Verwendung von Körnermais weiter einschränken, sofern die sich abzeichnende Ausdehnung der Anbauflächen für Energiepflanzen, gefördert durch das EEG, verstärkt auf Kosten der Anbaufläche von Körnermais für die stoffliche Verwendung zur Herstellung technischer Stärke gehen sollte. Dies dürfte auch den Einsatz von Körnermais als Futtermittel und für Nahrungszwecke betreffen, so dass sich mögliche Preiseffekte und eine Verschiebung Richtung Importe durch die Verknappung von dafür verfügbarem Körnermais bzw. über die limitierte Flächenverfügbarkeit ergeben könnten.

Gerste: Eine zukünftige Verwendung von Gerste für stoffliche Zwecke ist nicht absehbar, die zukünftige energetische Nutzung von Gerste bleibt zunächst offen und hängt unter anderem von den Ergebnissen des bis 2008 laufenden BMELV/FNR Vorhabens zum Energiepflanzenanbau ab.

Rohstoffe für Bioethanol: Perspektivisch ist anzunehmen, dass sich die Produktion von alternativen Kraftstoffen auch weiterhin stärker an Dieselsubstituten orientieren wird. Bioethanol lässt sich weitaus kostengünstiger (etwa um den Faktor drei) in Brasilien erzeugen und importieren, als es mit heimischen Rohstoffen im Inland der Fall ist. Es ist zu erwarten, dass ab 2020, eventuell bereits ab 2010, verstärkt Bioethanol aus Zuckerrohr direkt importiert wird, vorausgesetzt die Handelsbarrieren werden abgebaut. Die Rohstoffe Kartoffeln sowie Zuckerrüben und Zuckerrohr sind für die energetische Nutzung und Konkurrenzbeziehungen innerhalb von Deutschland zu vernachlässigen.

Raps: Rapsöl aus deutschem Anbau wird unter den gegebenen Rahmenbedingungen auch zukünftig überwiegend energetisch genutzt werden, die Entwicklungspotenziale der stofflichen Nutzungen bleiben dahinter deutlich zurück. Es ist zu erwarten, dass diese direkten Nutzungskonkurrenzen sich verstärkt auf die Kosten von Raps zur Nahrungsmittelproduktion auswirken werden. Zudem muss ab 2010 bereits mit verschärften indirekten Nutzungskonkurrenzen gerechnet werden, da dann aller Voraussicht nach die Anbauflächen für Raps in Deutschland infolge Fruchtfolgeeinschränkungen nicht mehr weiter ausgedehnt werden können. Um die bereits vorhandenen hohen Produktionskapazitäten in Deutschland für Biodiesel weiterhin auslasten zu können, muss dann verstärkt auf Importe von Rohstoffen zurückgegriffen werden, aller Voraussicht nach in erster Linie auf Palmöl und Sojaöl.

Palmöl: Die Umsetzung der geplanten Ausweitung des Einsatzes von Palmöl in BHKW kann derzeit nicht konkret eingeschätzt werden, und hängt vor allem von laufenden Überlegungen zu politischen Regelungen im Rahmen internationaler Abkommen und eines novellierten EEG ab. Gegenüber einheimischem Rapsöl stellt Palmöl eine direkte Konkurrenz dar, die in den BAU Szenarien sogar deutlich dominieren würde. Inwiefern sich durch die zunehmende Produktion von Biodiesel aus Palmöl Nutzungskonkurrenzen zur klassischen stofflichen Verwendung von Palmöl in der chemischen Industrie ergeben, bleibt zu untersuchen. Gegenwärtig beruht der Zuwachs eher auf der Ausweitung von Anbauflächen. Diese werden unter ökologischen Gesichtspunkten kritisch verfolgt, weil hierdurch natürliche Ökosysteme in großem Ausmaß gefährdet sind, und die Klimawirkung von Biodiesel aus Palmöl unter Anrechnung der Landnutzungsänderungen gegenüber herkömmlichem Diesel sogar negativ ausfallen kann (Wuppertal Institut et al. 2008).

Soja: Wie zuvor im Kontext der Biodieselproduktion aus Palmöl erwähnt, wird erwartet, dass zukünftig insbesondere Brasilien und Argentinien, auch auf den Export orientiert, große Mengen Biodiesel aus Soja herstellen werden. Bereits heute stellt Biodiesel aus Soja einen signifikanten Beitrag zum Biodieselabsatz in Deutschland. Bei Soja sind insbesondere Konkurrenzeffekte im Futter- bzw. Nahrungsmittelbereich zu erwarten. Wie beim Palmöl beruht der Anbau von Soja in tropischen Ländern, vor allem in Brasilien, bereits heute zum Großteil auf der großflächigen Vernichtung natürlicher Ökosysteme, und auch die Klimawirkung von Biodiesel aus Sojaöl könnte unter Anrechnung der Landnutzungsänderungen gegenüber herkömmlichem Diesel sogar negativ ausfallen (Wuppertal Institut et al. 2008).

Die allgemeine Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Deutschland verzeichnet stark zunehmende Flächenbelegungen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe. In 2006 wurden bereits 1,6 Millionen Hektar Ackerland hierfür belegt, ca. 13% des gesamten Ackerlandes, darunter der größte Anteil (mehr als 80%) für energetische Nawaro. Der größte Teil der gesamten Nawaro-Fläche entfällt auf Raps (70%), es folgen Energiepflanzen (19%) und Stärkepflanzen (8%). Es wird erwartet, dass die weitere Entwicklung vor allem eine Ausdehnung des Energiemaisanbaus auf bis zu 1,7 Millionen Hektar zur Folge hat, u.a. auf Kosten der Anbaufläche für Getreide²⁰, die einer Einschätzung der FAL und der Universität Bonn zufolge unter

²⁰ Eine Gesamteinschätzung der Entwicklung der Anbauflächen für Nawaro bis 2010 wird in Gömann et al. (2007) nicht gegeben.

den Rahmenbedingungen des novellierten EEG bereits bis 2010 um ca. 12% gegenüber der Referenzsituation (Luxemburger Beschlüsse) vermindert werden könnte, und dann nur noch etwa 5,9 Millionen Hektar umfassen würde (Gömann et al. 2006). Mit der Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus wären auch erhebliche indirekte Nutzungskonkurrenzen um Anbaufläche zu erwarten, die zur *Verschärfung der Gesamtsituation* beitragen würden.

Holz: Geht man von einer relativ stabilen Waldflächen- und -strukturentwicklung sowie einer Bewirtschaftung nach den gesetzlichen Vorgaben aus, sind kurzfristige indirekte Flächenkonkurrenzen zwischen energetischer Nutzung von Waldholz und Energiepflanzen innerhalb Deutschlands unwahrscheinlich. Allerdings können mittel- bis langfristig alternative Waldbewirtschaftungsformen (z.B. Niederwald statt Hochwald) oder der Anbau von Dendromasse auf landwirtschaftlichen Flächen (z.B. in Kurzumtriebsplantagen) zu einem veränderten Angebot von energetisch und stofflich nutzbarem Holz führen. Bzgl. der direkten Nutzungskonkurrenz zwischen stofflichen und energetischen Holzverwendungen ergibt sich ein differenziertes Bild für die verschiedenen Sortimenten. Die wiederholte stoffliche Nutzung ermöglicht die Entschärfung der Rohstoffkonkurrenz, wie dies zum Beispiel durch die Sammlung und den Einsatz von Altpapier schon geschieht. Unter Berücksichtigung des Standes der technologischen Entwicklung wird der Beitrag von Lignozellulose zur Gewinnung von Biokraftstoffen mittelfristig als gering eingestuft. Langfristig können jedoch möglicherweise größere Potenziale durch die Nutzbarmachung von Holzrohstoffen für Biokraftstoffe erschlossen werden und sich durch indirekte Wirkungen auf Energiepflanzenanbau und Nahrungsmittelproduktion auswirken.

Als wichtige Einflussgrößen für Nutzungskonkurrenzen wurden die im Folgenden aufgeführten Faktoren (a bis d) und ihre jeweiligen Ausprägungen ermittelt. Die Angaben zu Einschätzungen der Entwicklung der globalen Flächennutzung für Nawaro bis 2020 unter BAU Bedingungen beziehen sich auf Ergebnisse die in Kapitel 3.4 näher dargestellt werden.

a) *Annahmen zur Flächenverfügbarkeit*

- hierzu zählt eine von Experten auf Grund von Fruchtfolgegrenzen eingeschätzte Obergrenze für den Rapsanbau in Deutschland von maximal 1,8 Millionen Hektar, von der die aktuelle Flächennutzung mit ca. 1,5 Mio. ha nicht mehr weit entfernt ist;

- weiterhin ist das Ausmaß des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf Ackerland und Dauerkulturen in Deutschland im Verhältnis zur gesamten agrarischen Flächennutzung zu nennen, das in 2006 bereits bei 15% der Ackerfläche lag. Unter BAU I Bedingungen bis 2030 werden bei Fortdauer laufender Trends und Rahmenbedingungen insgesamt 3,3 Millionen Hektar oder ca. 27% des Ackerlandes in Deutschland belegt. Die treibende Kraft hinter dieser Entwicklung wäre der Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung, der in 2030 etwa 81% der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe beanspruchen würde. Unter BAU II Bedingungen würden nachwachsende Rohstoffe bis 2030 insgesamt 3,7 Millionen Hektar oder ca. 31% des Ackerlandes in Deutschland belegen;
- zudem ist auf Grund der gegebenen Flächennutzungsmustern im Inland kein signifikantes Potenzial für den Anbau von Nawaro auf Siedlungsbrachen und anderen minder genutzten Flächen gegeben;
- und auch die noch nicht für den Anbau von Nawaro genutzten Stilllegungsflächen, die in 2005 mit ca. 0,8 Mio. ha etwa 4,7% der LW-Nutzfläche ausmachten, stellen angesichts einer nach BAU eingeschätzten globalen Flächenbeanspruchung für Nawaro in 2030 von ca. 12 Millionen ha kein nennenswertes zusätzliches Potenzial dar.

b) Abschlagsfaktoren für die Erfüllung von Naturschutzanforderungen

Die BAU-Entwicklung bedeutet einen verstärkten Anbau von Energiepflanzen im Inland, und damit zumindest konfliktträchtige Entwicklungen im Hinblick auf die von Naturschutzverbänden genannten Naturschutzanforderungen. Dies betrifft zum einen den Anbau von Raps und Getreide für Biokraftstoffe. Zum anderen nimmt der Anbau von Energiepflanzen zur Biogaserzeugung für Strom/Wärme einen weiteren relevanten Anteil an der inländischen Anbaufläche für Nawaro ein. Dieser findet bislang überwiegend (zu ca. 80%) auf Basis von Energiemais statt, eine unter Naturschutzaspekten ebenfalls konfliktträchtige Entwicklung. Hier gibt es jedoch Alternativen, vor allem die Produktion von Biogas aus Abfall- und Reststoffen (z.B. Gülle) oder die potenzielle Nutzung von landwirtschaftlichen Erntenebenprodukten wie Stroh. Diese wirken sich zudem positiv im Hinblick auf die Einsparung fossiler Energie und die Minderung von Treibhausgasen aus.

c) Belegte Annahmen für Bevölkerungsentwicklung, Nahrungsmittelbedarf und –versorgung;

Zumindest mittelfristig bis 2020 ist kein signifikanter Rückgang der Bevölkerung zu erwarten, und damit auch nicht eine deutliche Verminderung des absoluten Bedarfs an Nahrungsmitteln, die der Dynamik der Inanspruchnahme von Fläche für den Anbau von Nawaro entgegenwirken könnte.

Im Rahmen einer Studie für das Umweltbundesamt, haben Wuppertal Institut et al. (2008) untersucht, wie sich eine Verminderung des Konsums tierisch basierter Ernährung auf den globalen Flächenbedarf Deutschlands auswirken würde. Wenn ein effektives Programm zur Veränderung der Konsumgewohnheiten umgesetzt würde, könnte dies bei einer Verringerung tierisch basierter Ernährung um ca. 40% (nach Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung) dazu führen, dass netto Fläche in der Größenordnung von 4,7 bis 5,3 Millionen ha bzw. 16 bis 21% des globalen Flächenbedarfs Deutschlands in 2030 frei gesetzt würde (Wuppertal Institut et al. 2008), Der globale Flächenbedarf könnte dann um ca. 500 m² pro Kopf oder ca. 20% reduziert werden. Wenngleich eine solche doch recht gravierende Änderung des Konsums den Druck auf die Ausdehnung der weltweiten Ackerflächen deutlich reduzieren würde, so würde sie dennoch nicht ausreichen, diese zu verhindern, solange die laufenden Trends und derzeit geltenden Ziele wie die Biokraftstoffquoten unvermindert weiter verfolgt werden.

Nach den BAU-Szenarien des Wuppertal-Instituts et al. (2007) wird die Anbaufläche für Nawaro im Inland von 2005 bis 2020 um etwas mehr als das Doppelte ansteigen. Das entspricht einem Anstieg von ca. 8% pro Jahr. Bei einem von Experten erwarteten Anstieg der Hektarproduktivitäten im Bereich von etwa 1 bis 1,5% p.a. wird deutlich, dass diese Steigerung auf Kosten der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln auf inländischen Flächen erfolgen würde. Bei gleich bleibenden Konsummustern und nur wenig abnehmender Bevölkerung wäre eine verstärkte Verlagerung der Nahrungsmittelversorgung Deutschlands auf ausländische Anbauflächen die logische Konsequenz. Infolge der globalen Ausdehnung der Anbauflächen vor allem für energetische Nawaro, sind aber auch hier verstärkte Nutzungskonkurrenzen zu erwarten, die sich bereits heute im Hinblick auf steigende

Nahrungsmittelpreise und zunehmende Inanspruchnahme von natürlichen Ökosystemen in tropischen Ländern zeigen.

d) Projektionen der Ertragssteigerungen für landwirtschaftliche Nutzpflanzen.

Es können für wichtige Hauptfrüchte drei Haupttrends unterschieden werden:

- die Flächenbelegung nimmt ab und dies würde bei fortgesetztem Trend nicht durch die Steigerung der Hektarproduktivität kompensiert. Dann würden die Produktionsmengen sinken: Körnermais, Sonnenblumen und Öllein;
- die Flächenbelegung nimmt ab und dies würde bei fortgesetztem Trend durch die Steigerung der Hektarproduktivität kompensiert bzw. überkompensiert. Dann würden die Produktionsmengen konstant bleiben bzw. steigen: Gerste;
- die Flächenbelegung nimmt zu und dies würde bei fortgesetztem Trend durch die Steigerung der Hektarproduktivität verstärkt. Dann würden die Produktionsmengen weiter steigen: Weizen, Raps, Silomais. Bei Raps sind hier jedoch Obergrenzen für den Anbau zu berücksichtigen, die zwischen 1,6 und 1,8 Millionen Hektar liegen, so dass bei einem Anbau auf voraussichtlich 1,5 Millionen Hektar in 2007 nur noch wenig Ausbaupotenzial gegeben ist.

Dieser Vergleich spiegelt die gegenwärtige Entwicklung beim Anbau landwirtschaftlicher Rohstoffe in Deutschland wider. Es werden hohe Ertragsteigerungen bei den Rohstoffen erzielt, die sowohl für die stoffliche und energetische Nutzung als auch für Nahrungsmittel benötigt werden. Im Bereich der Biogasproduktion ist die erwartete Ertragssteigerung der eingesetzten Energiepflanzen vor dem Hintergrund stagnierender Reststoffpotenziale wesentlich für die zukünftigen hohen Potenziale.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Hektarerträge insgesamt nicht so schnell steigen wie die Nachfrage nach Biomasse basierten Produkten, so dass insgesamt ein Anreiz zur verstärkten Importen und einer Ausdehnung der Ackerfläche gegeben ist.

3.2. Förderpolitisch relevante Segmente

3.2.1. Staatliche Fördermaßnahmen für Bioenergie

Die Förderlandschaft in Deutschland ist in Bezug auf Bioenergien stark segmentiert. Die Förderung umfasst Forschungs- und Entwicklungsausgaben, Finanzhilfen in Form von Investitionskostenzuschüssen oder Darlehen, Steuerminderungen und Preisregelungen. Förderpolitisch relevante Segmente sind vor allem die energetisch genutzten Nawaros, die zur Strom- und Wärmeherzeugung oder als Kraftstoff eingesetzt werden.

Die zur Verfügung stehenden staatlichen ökonomischen Fördermaßnahmen lassen sich aufteilen in öffentliche Ausgaben, Steuerminderungen und marktrelevante staatliche Regelungen. Unter die öffentlichen Ausgaben fallen Forschungs- und Entwicklungsausgaben und andere Ausgaben des Bundes, der Länder und der EU in Form von Finanzhilfen. Die Steuerminderungen umfassen Ertragsteuern und Energiesteuern und die staatlichen Regelungen treten z.B. in Form von Preisregelungen und Regelungen bezüglich des Wettbewerbs und des Emissionshandels auf.

3.2.2. Förderung durch den Bund

Im diesem Projektkontext werden die drei zentralen Fördermaßnahmen auf Bundesebene näher betrachtet: das EEG (Gesetz für den Vorrang der Nutzung von Erneuerbaren Energieträgern zur Stromerzeugung), das Biokraftstoffquotengesetz und das Marktanreizprogramm zur Förderung regenerativer Wärmeherzeugung (MAP).

Andere Finanzhilfen umfassen die ERP-Programme (wie das ERP Umwelt- und Energiesparprogramm und das ERP Innovationsprogramm), die verschiedenen KfW-Programme der KfW-Förderbank und der KfW-Mittelstandsbank, sowie das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz, das Zuschüsse für KWK-Anlagen gewährt. In den Bereich der Forschung und Entwicklung fallen Programme zur Förderung von Demonstrationsvorhaben des BMU, des BMVEL und des BMWi. Diese werden im Rahmen dieses Projekts nicht genauer untersucht.

(a) Förderung der Biomassenutzung in EEG und Biomasseverordnung

Die EEG- Förderung erfolgt durch festgelegte Einspeisevergütungen für EE-Strom und ist damit den staatlichen Preisregelungen zuzuordnen. Geregelt wird der vorrangige Anschluss von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien und aus Grubengas im Bundesgebiet (einschließlich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone) an die Netze für die allgemeine Versorgung mit Elektrizität, sowie die vorrangige Abnahme und Vergütung dieses Stroms durch die Netzbetreiber und den bundesweiten Ausgleich des abgenommenen und vergüteten Stroms. Generell werden Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien und aus Grubengas gefördert. Antrag berechtigt sind die Betreiber von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien.

Seit der Novellierung des EEG im August 2004 hat die Stromerzeugung aus Biomasse zusätzliche Anreize, so genannte Boni, erhalten. Das gilt insbesondere für den Einsatz von Biomassen, innovativer Technologien und der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Es wird erwartet, dass die Stromerzeugung aus Biomasse damit weiterhin zunimmt. Dieser Trend ist seit 2004 deutlich zu beobachten gewesen²¹.

Für die Studie relevante geförderte Technologien sind Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse, BHKW auf Basis flüssiger Bioenergieträger und Biogasanlagen.

Für Strom aus Biomasse erhalten die Erzeuger eine Mindestvergütung von 9,5 Cent pro Kilowattstunde, abhängig von der Größe der Anlage. Kleine Anlagen (von 150 bis 500 Kilowatt) erhalten seit der Novellierung des EEG 11,5 Cent. Anlagen ab einer Größe von 20 MW_{el} werden nicht mehr gefördert.

Die Vergütung ist für einen Zeitraum von 20 Jahren festgeschrieben, nimmt aber pro Jahr um 1,5 Cent ab. Beispielhaft sind einige Anlagen und deren Vergütung in Tabelle 5 aufgeführt.

Zusätzlich ist die Vergütung für den Einsatz von Nawaros (Nawaro-Bonus) eingeführt worden, die ebenfalls nach Anlagengröße gestaffelt ist. Bis 500 kW_{el} werden heute 6 Cent pro Kilowatt gezahlt, darüber hinaus 4 Cent (bis 5 MW_{el}). Der Nawaro-Bonus wird gezahlt, wenn Strom ausschließlich aus Pflanzen und Pflanzenbestandteilen, die in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben oder

²¹ FVB (2007)

im Rahmen der Landschaftspflege anfallen, gewonnen wird. Kommt Holz zum Einsatz, beträgt der Nawaro-Bonus 2,5 Cent pro Kilowatt.

Tabelle 5: Vergütung nach dem EEG (2004) für Strom aus Anlagen, die 2005, 2010 und 2020 in Betrieb

Anlagen	Vergütungssätze für 2005 neu in Betrieb gegangene Anlagen (Cent/kWh)	Vergütungssätze für 2010 neu in Betrieb gegangene Anlagen (Cent/kWh)	Vergütungssätze für 2020 neu in Betrieb gegangene Anlagen (Cent/kWh)
Biogas (400 kW, NawaRo, 70% KWK)	17,74	16,99	15,64
Biogas (4 MW, Bioabfall, nur Strom)	8,95	8,30	7,13
Altholz (bis 4,5 MW, mit A III und A IV)	8,93	3,56	3,06

Quelle: Energieversorgung für Deutschland: Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006 (Seite 33).

Als weitere Boni sind der KWK-Bonus sowie der Innovations-Bonus zu nennen. Bei Nutzung der anfallenden Abwärme (KWK Betrieb) erhöht sich die Mindestvergütung für den erzeugten Strom um 2 Ct/kWh, soweit es sich um Strom im Sinne des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes handelt. Für den Einsatz innovativer Technologien (z.B. Brennstoffzellen, Organic-Rankine-Cycle-(ORC)-Prozesse und die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität) werden noch einmal zwei Cent, der so genannte Innovations-Bonus, ausgezahlt. Die Boni gelten kumulativ und unterliegen nicht der Degression.

Die Biomasseverordnung (BiomasseV) regelt für den Anwendungsbereich des Erneuerbare-Energien-Gesetz, welche Stoffe als Biomasse anerkannt werden. Dazu gehört im Sinne der Verordnung neben Pflanzen und Pflanzenbestandteilen (Feldanbau sowie Holz) auch Altholz, bestehend aus Gebrauchtholz oder Industrierestholz, das als Abfall anfällt, sowie Material aus der Landschafts- und Gewässerpflege. Auch Sekundär-Energieträger (z.B. aus Pflanzen und Altholz erzeugtes Gas, Pflanzenmethylester, etc.) werden als Biomasse anerkannt.

Ebenfalls geregelt sind die förderfähigen technischen Verfahren zur Stromerzeugung aus Biomasse und einzuhaltende Umweltauflagen. Zulässige Verfahren sind Feuerungsanlagen in Kombination mit Dampfturbinen-, Dampfmotor-, Stirlingmotor- und Gasturbinenprozessen, einschließlich ORC-Prozessen. Daneben können auch

Verbrennungsmotoranlagen und Brennstoffzellenanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt werden.

(b) Biokraftstoffquotengesetz

Für die Neuregelung des Biokraftstoffmarktes sind zwei Gesetze von Bedeutung, die in ihrer steuerungspolitischen Wirkung miteinander gekoppelt sind. Das Energiesteuergesetz vom 15.7.2006 betrifft vor allem den Markt für reine Biokraftstoffe, indem deren Besteuerung geregelt wird. Reine Biokraftstoffe sind bis dato faktisch von der Steuer befreit gewesen. Die maßgeblichen Steuersätze für Biodiesel und Pflanzenöl sind in Tabelle 6 aufgetragen.

Tabelle 6: Steuersätze für Reinbiokraftstoffe (in ct/l)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Biodiesel	7,1	13,4	19,7	26,0	32,3	44,9
Pflanzenöl	0,0	8,15	16,55	24,95	32,3	44,9

Für Biodiesel startete die Steuerbelastung im August 2006; reines Pflanzenöl wird erst ab 2008 besteuert. Die Besteuerung der anderen Biokraftstoffe ist derzeit noch ungeklärt; die Kraftstoffe der zweiten Generation, BTL und Ethanol in Form von E85 sollen bis 2015 Steuer befreit bleiben. Weiterhin werden in der Landwirtschaft eingesetzte Reinbiokraftstoffe nicht besteuert werden.

Demgegenüber enthält das Biokraftstoffquotengesetz Regelungen zur Mindestbeimischung von Biokraftstoffen zu Benzin und Diesel. Es steuert somit den Wettbewerb und fällt damit unter die marktrelevanten staatlichen Regelungen. Das Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote ist am 26. 10. 2006 vom Bundestag durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromrechtlicher Vorschriften (kurz: Biokraftstoffquotengesetz) verabschiedet worden (BioKraftQuG, BT-Drs 16/2709).

Grundsätzlich ist für die Beimischung zwischen den Mindestquoten (auch: Unterquoten) und der Gesamtquote zu unterscheiden. Die Gesamtquote muss vom Inverkehrbringer (der Mineralölwirtschaft) ab 2009 zusätzlich zu den obligatorischen Mindestquoten für Benzin und Diesel erfüllt werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Quoten für die Beimischung von Biokraftstoffen²²

Jahr	Gesamt-Quote [%]	Diesel-Quote [%]	Benzin-Quote [%]
2007	-	4,40	1,20
2008	-	Unterquote gilt auch für Folgejahre	2,00
2009	6,25		2,800
2010	6,75		3,60
2011	7,00		Unterquote gilt auch für Folgejahre
2012	7,25		
2013	7,50		
2014	7,75		
2015	8,00		

Gegenüber den ersten Entwürfen wurde die Gesamtquote nochmals erhöht und die Erfüllung der Bioethanolquote auf die Jahre 2008 und 2009 anteilig verschoben. Das Gesetz führte zum 1. Januar 2007 eine Quote für die Mindestbeimischung von Biokraftstoffen zu Benzin und Diesel ein. Der Biokraftstoffanteil im Diesel soll ab 2007 mindestens 4,4 % betragen, bei Benzin in 2007 1,2 % mit einer jährlichen Erhöhung um weitere 0,8 % auf mindestens 3,6 % in 2010. Außerdem wird eine Gesamtquote festgelegt, die 2009 mindestens 6,25 % und ab 2010 mindestens 6,75 % beträgt. Für die Jahre 2011 bis 2015 gibt es eine linear um 0,25 % ansteigende Gesamtquotenpflicht. Bei Nichterfüllung der Mindestbeimischungsmengen werden Sanktionen von 60ct/l Biodiesel bzw. 90 ct/l für Bioethanol fällig.

(c) Marktanreizprogramm (MAP) zur Förderung regenerativer Wärmeenergie

Das Marktanreizprogramm (MAP) fördert schwerpunktmäßig die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung. Die Förderung durch das Marktanreizprogramm erfolgt durch Investitionskostenzuschüsse und Darlehen, also durch staatliche Finanzhilfen. Über die beschleunigte Markteinführung sollen implizit die Kosten der Nutzung erneuerbarer Energien gesenkt werden. Quantitative Ziele, wie sie bsp. im EEG formuliert wurden, existieren beim MAP nicht. Das Programm ist Ende 1999 im Zusammenhang mit der ökologischen Steuerreform begonnen

²² UFOP (2007)

worden. Seitdem sind die Richtlinien, welche Techniken in welchem Umfang gefördert werden, acht mal angepasst worden, zuletzt am 12.6.2006. Umfang und Höhe der Förderung aus dem Marktanreizprogramm wurden zum 1. Januar 2007 nochmals neu geregelt. Neben Biomassekesseln, Biomasse- und Geothermie-Heizkraftwerken und Nahwärmenetzen können auch Solarkollektoren durch Zuschüsse und zinsgünstige Darlehen gefördert werden.²³

Antrags berechtigt sind Privatpersonen, freiberuflich Tätige, kleine und mittlere private gewerbliche Unternehmen sowie Kommunen, kommunale Betriebe, Zweckverbände, sonstige Körperschaften des öffentlichen Rechts und eingetragene Vereine. Land- und Forstwirte sind Antrag berechtigt, sofern sie die Einkünfte aus dem Betrieb der geförderten Anlage gemäß § 15 EstG versteuern.

Vorhaben, die im Rahmen dieser Studie relevant sind, können auf zwei Arten innerhalb des MAP gefördert werden:

In Form von zinsgünstigen Darlehen und Teilschulderlassen werden große Anlagen mit automatischer Beschickung zur Verfeuerung fester Biomasse mit einer installierten Nennwärmeleistung ab 100 kW gefördert.

Die Antragstellung erfolgt über die Hausbanken bzw. die KfW (KfW-Programm Erneuerbare Energien). Die Programmrichtlinie des Marktanreizprogramms sieht vor, dass mit dem Vorhaben nicht vor Antragstellung begonnen werden darf. Der Vorhabensbeginn wird mit dem Abschluss eines Lieferungs- und Leistungsvertrages definiert.

Durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) können Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse und Biomasseanlagen in Schulen mit Investitionszuschüssen gefördert werden.

3.2.3. Einordnung der Förderung für die relevanten Biomassennutzungspfade

Die Folgende Tabelle 8 stellt die Nutzungspfade der für das Projekt ausgewählten Rohstoffe und die wichtigsten Förderinstrumente des Bundes zusammenfassend dar.

²³ DIW (2007), S.55

Tabelle 8: Art und Förderung der Rohstoffnutzung

Art der Nutzung	Ausgewählte Rohstoffe	Marktrelevante Förderinstrumente des Bundes (Auswahl)
Förderung von Kraftstoffen aus Biomasse	<i>Biodiesel/ Direktkraftstoff</i> aus z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Raps • Sonnenblumen • Soja, Kokos, Rizinus, Lein <i>Ethanol</i> aus z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Weizen • Roggen <i>gegeb. Biogas</i> aus z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Mais 	Das Biokraftstoffquotengesetz führt eine Quote für die Mindestbeimischung von Biokraftstoffen zu Benzin und Diesel ein.
Produktion von Wärme und Strom aus Biomasse	Strom-/Wärmeerzeugung <ul style="list-style-type: none"> • aus Rapsöl oder Palmöl im BHKW • durch Direktverbrennung von Sonnenblumenöl • aus Soja-, Kokos-, Rizinus-, Leinöl • aus Stamm-, Industrie- und Waldrestholz • aus Weizen²⁴ • aus Gerste (im Versuchsstadium) • Verstromung von Biogas aus Mais im BHKW 	Mit dem Erneuerbare Energien Gesetz und dem Marktanreizprogramm wird die energetische Nutzung von Biomasse in Form von festgelegten Mindestvergütungen und Zuschüssen gefördert.
Stoffliche Nutzung von Biomasse	<i>Schmierstoffe</i> in der chemisch-technischen Industrie aus <ul style="list-style-type: none"> • Raps und • Sonnenblumen 	Das BMELV unterstützt mit der Richtlinie „Einsatz von biologisch schnell abbaubaren Schmierstoffen und Hydraulikflüssigkeiten auf Basis nachwachsender Rohstoffe“²⁵ die Erstausrüstung und Umrüstung von Maschinen und Anlagen in Form eines Zuschusses. ²⁶
	<i>Dämmstoffe</i> aus <ul style="list-style-type: none"> • Flachs • Hanf • Getreidegranulat 	Richtlinie „Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“

3.2.4. Förderung durch die Länder

Die landesspezifischen Fördermaßnahmen mit Bezug auf die Nutzung von Biomasse zur Wärme- oder Stromerzeugung bilden eine wichtige Ergänzung der genannten Maßnahmen auf Bundesebene. Die exemplarische Darstellung der Landesförderung

²⁴ für die Stromerzeugung ist Weizen nicht relevant; bei der Wärmeerzeugung besteht ein rechtliches Hemmnis: Weizen ist nicht als Regelbrennstoff anerkannt

²⁵ veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 211 vom 10.11.2006 im Rahmen des Markteinführungsprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“

²⁶ Ein Pauschalbetrag kompensiert die Mehrkosten, die bei der Erstausrüstung aber auch bei der Umrüstung von Maschinen auf biogene Öle und Fette entstehen.

im Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse anhand einzelner Fördermaßnahmen befindet sich in Anhang 2. Bei den dargestellten Maßnahmen handelt es sich um eine Auswahl, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit hat.

Für die Attraktivität der Programme ist insbesondere relevant, ob die Landesprogramme mit dem MAP kumulierbar sind.²⁷ Bei den dargestellten Programmen für Biomasse oder Bioenergie ist dies in den meisten Fällen möglich, soweit eine festgelegte Förderhöchstgrenze nicht überschritten wird. Bei dem Förderprogramm „Heizen und Wärmenetze mit regenerativen Energien“ aus Baden-Württemberg besteht ein ausdrückliches Kumulierungsverbot.

3.2.5. Förderung durch die EU

Die exemplarische Darstellung der EU-Förderung im Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse anhand einzelner Fördermaßnahmen befindet sich in Anhang 3. Für die energetische Nutzung von Biomasse sind verschiedene EU-Politikbereiche relevant.

Im Bereich Regionalpolitik ist für die energetische Nutzung von Biomasse besonders der Strukturfonds EFRE interessant. Er steht hauptsächlich für die Förderung von produktiven Investitionen zur Schaffung oder Sicherung von Arbeitsplätzen, für Infrastrukturen oder lokale Entwicklungsinitiativen und Unterstützung der Tätigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen zur Verfügung, ermöglicht aber auch umfangreiche Investitionen in Verbindung mit Energieeffizienz und erneuerbaren Energien.

Das Programm Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) sieht Direktzahlungen an die Erzeuger von Energiepflanzen vor und die Europäische Zentralbank leistet Finanzierungsbeiträge und Darlehensvergaben für Einrichtungen und Unternehmen des öffentlichen und des privaten Sektors.

Im Bereich Energie existiert das Programm „Intelligente Energie – Europa“ (EIE), das juristischen Personen des öffentlichen oder privaten Rechts offen steht. Es umfasst Programmteile, die die Verbesserung der Energieeffizienz, die Förderung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung und die Herstellung von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien betreffen.

²⁷ ZSW (2006), S.93

3.2.6. Kritische Beurteilung der Förderinstrumente in den NAWARO Segmenten

Im Verlauf des Projekts wird systematisch untersucht, wie die jeweilige Förderung für die ausgewählten technisch relevanten Biomassenutzungspfade (siehe Tabelle 1) ausgestaltet ist. Im Folgenden sollen rückblickend das EEG, das Biokraftstoffquotengesetz sowie das Marktanzreizprogramm (MAP) basierend auf bestehenden Evaluierungsberichten hinsichtlich ihrer Wirkung auf energiepflanzen- und holzbasierte Rohstoffe bewertet werden.

Die Bewertung stützt sich im Wesentlichen auf die bestehende Evaluierungsberichte „Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanzreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005“ (ZWS, 2006) und dem Endbericht des „Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse“ (Institut für Energetik und Umwelt, 2007). Dabei werden insbesondere die tatsächlichen Förder- und Investitionsvolumina von Biomasseanlagen sowie die Anzahl der geförderten Anlagen bzw. die Markteffekte der Anreizstrukturen betrachtet.

Erneuerbare Energien Gesetz

Wie die durch das EEG gegebenen Anreize wirken und weitere Fragestellungen im Zusammenhang mit dem novellierten EEG waren Gegenstand des Forschungsvorhabens "Monitoring zur Wirkung des novellierten EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse", das von einer Arbeitsgemeinschaft unter Federführung des Instituts für Energetik und Umwelt bearbeitet wurde.

Biogas

Zum Ende des Jahres 2006 sind in Deutschland etwa 3.300 Biogasanlagen in Betrieb gewesen, die zusammen eine installierte Leistung von rund 1.000 MW_{el} erbringen. Die Stromerzeugung aus Biogasanlagen im vergangenen Jahr 2006 hat zwischen 5,4 und 7,5 TWh/a betragen. Seit dem Vorjahr sind damit ca. 610 Anlagen und knapp 350 MW_{el} zugebaut worden. Im Zeitraum vor 2005 und damit vor der EEG Novellierung, die den Nawaro-Bonus für Biogasanlagen ermöglicht hat, ist der Zubau

an Anlagen in Anzahl und Leistung deutlich geringer gewesen, so dass sich die Anreizwirkung des EEG auf die Biogaserzeugung bestätigt hat.

Für das kommende Jahr 2007 wird allerdings von einer etwas gebremsten Zuwachsrate von etwa 500-600 Anlagen und 250-300 MW_{el} ausgegangen²⁸. Die durchschnittliche Leistung der Gesamtheit der Biogasanlagen hat sich durch den Zubau der letzten Jahre von 60 kW_{el} auf 290 kW_{el} deutlich erhöht.

Für die Vergütung des aus Biogas erzeugten Stroms können bei gegebenen Voraussetzungen sämtliche Boni (Nawaro-, KWK- und Technologiebonus) des EEG bezogen werden. Abbildung 8 zeigt die Einstufung der gezahlten Vergütung für die bestehenden Biogasanlagen. In 60 % der Fälle wird der Nawaro-Bonus bezogen. Seit der Einführung dieser Vergütung hat eine Umschichtung der eingesetzten Substrate zugunsten des Nawaro-Einsatzes stattgefunden. Dabei greifen die Anlagenbetreiber zu gleichen Teilen auf den vermehrten Anbau von Biogassubstraten wie auf den Zukauf von Energiepflanzen zurück. Im Gegenzug werden in landwirtschaftlichen Biogasanlagen weniger Reststoffe aus industriellen Prozessen eingesetzt. Diese kommen zunehmend in Vergärungsanlagen zum Einsatz, die auf diese Substrate spezialisiert sind.²⁹

Die Flächeninanspruchnahme für Biogassubstrate für 2005 ist auf 220-250.000 ha abgeschätzt worden. Durch den Zuwachs der Branche hat sich der Flächenbedarf in 2006 auf rund 400-500.000 ha annähernd verdoppelt. Etwa ein Zehntel der benötigten Substrate sind dabei auf Stilllegungsflächen erzeugt worden (2005: 28.700 ha; 2006: 49.000 ha). Trotz der Nachfrage der Biogasanlagen nach Mais ist der Höchststand des Maisanbaus von 1.290.000 ha aus dem Jahr 1997 noch nicht wieder erreicht.³⁰

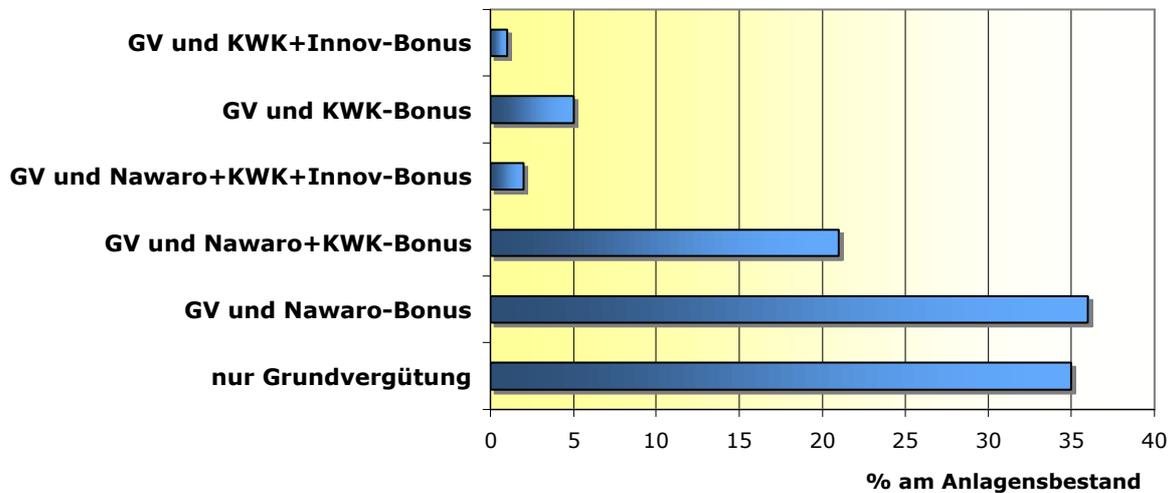
Im Vergleich zum Jahr 2005 sind die Marktpreise für Nawaros in 2006 gestiegen. Als Gründe dafür werden sowohl die gesteigerte Nachfrage nach Biogassubstraten, als auch die schlechte Ernte des Jahre 2006 genannt.³¹

²⁸ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 53f

²⁹ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 66

³⁰ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 87ff

³¹ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 142

Abbildung 8: Einstufung der Vergütung von Biogasanlagen nach IEL (2007)³²

Pflanzenöl-BHKW

Flüssige Bioenergieträger werden in Form von pflanzlichen Ölen im stationären Bereich ausschließlich zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme in BHKW eingesetzt. Vor der Novellierung des EEG sind im Jahr 2003 in Deutschland rund 160 Anlagen in Betrieb gewesen, die bei einer installierten Leistung von 12 MW_{el} rund 76 GWh/a bereitgestellt haben. Bis zum Jahr 2006 hat sich der Bestand um mehr als den Faktor 10 auf 1.800 Anlagen erhöht. Bei einer gleichzeitigen Steigerung der Leistung ist die produzierte Strommenge in 2006 um das rund 20fache auf 1.500 GWh/a angewachsen. Unter der Annahme, dass die Rohstoffpreise als stark relevante Einflussgröße konstant bleiben, kann mittelfristig von einem jährlichen Kapazitätszubau von etwa 100 MW_{el} ausgegangen werden.³³ Da Pflanzenöle aber am globalen Markt gehandelt werden, unterliegen die Preise starken Schwankungen, die zum großen Teil durch Spekulationen beeinflusst werden (siehe auch Abbildung 17). In diesem Kontext ist der Preisanstieg der Jahre 2006 und 2007 noch nicht ungewöhnlich.

Der starke Zubau an Anlagen hat sich positiv auf die Akteure der Branche ausgewirkt: während es 2003 deutschlandweit nur etwa zehn Hersteller von

³² Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 63

³³ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 73

Pflanzenöl-BHKW gab, sind derzeit schon rund 80 Akteure als Hersteller und Umrüster aktiv.³⁴

Insbesondere in der mittleren Leistungsklasse von 100-1.000 kW_{el}, die sich als regionaler Absatzstruktur durchgesetzt hat, wird zunehmend importiertes Palmöl eingesetzt. Als Grund hierfür sind die niedrigeren Rohstoffkosten zu sehen, da diese die Kostenstruktur im Pflanzenöl-BHKW mit 60-80 % entscheidend beeinflussen.

Auch mit der Vergütung nach EEG (inklusive Nawaro- und KWK-Bonus) sind diese Anlagen nur bedingt wirtschaftlich zu betreiben. Ob allerdings der Nawaro-Bonus für importiertes Palmöl weiterhin gezahlt wird, ist sehr fraglich. Zum mindesten soll durch ein Zertifizierungssystem der Nachweis erbracht werden, dass der Rohstoff unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erzeugt worden ist.³⁵

Der Flächenbedarf für Pflanzenöl, das in Deutschland zur Stromerzeugung eingesetzt wird, lässt sich mit rund 48.000 ha inländischer Fläche (Rapsanbau) sowie etwa 106.000 ha für den Palmölanbau in Malaysia und Indonesien abschätzen. In Deutschland werden mittlerweile rund 77 % des gesamten Rapses für den Non-Food Bereich verwendet.³⁶

Biogene Festbrennstoffe (Holz)

Laut dem Monitoring zur Wirkung des EEG hat sich die gesamte installierte elektrische Leistung der Anlagen zur Verstromung biogener Festbrennstoffe in den Jahren 2000 bis 2006 in Deutschland von etwa 200 MW_{el} auf etwa 920 MW_{el} erhöht und damit mehr als vervierfacht. Insbesondere in den Jahren 2004 bis 2006 war mit der Inbetriebnahme von über 60 Biomasse(heiz)kraftwerken mit einer installierten Leistung von gesamt etwa 420 MW_{el} ein bedeutender Anlagenzuwachs zu beobachten. Die Autoren des Berichts stellen diese dynamische Entwicklung bei der Nutzung fester Biomasse zur Stromerzeugung der letzten Jahre im Wesentlichen als Folge der Wirkungen des EEG dar.³⁷

Für 2006 kann ausgehend von den derzeit 160 in Betrieb befindlichen Biomasseanlagen mit einer Gesamtkapazität von 920 MW_{el} die Menge an

³⁴ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 77

³⁵ PM BMU (2007)

³⁶ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S. 81- 85

³⁷ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S.132

eingesetzter Biomasse zu 4,0-4,7 Mio. t_{atro} abgeschätzt werden.³⁸ In den Stromerzeugungsanlagen, in denen biogene Feststoffe verfeuert werden, kommen bislang nahezu ausschließlich holzartige Biomassen zum Einsatz. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Waldrestholz, Industrierestholz einschließlich Sägenebenprodukte, Althölzer aller Altholzkategorien (A I bis A IV) und Hölzer aus der Landschaftspflege.³⁹

Der **NawaRo-Bonus**, der beim ausschließlichen Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen gewährt wird, führte zu einem vermehrten Einsatz von Waldrestholz und holzartigem Grünschnitt in Biomasse(heiz)kraftwerken. Der Anteil von „NawaRo“ an dem gesamten Brennstoffeinsatz in Biomasseverstromungsanlagen erhöhte sich von etwa 6 % in 2004 auf geschätzt 9 % im Jahr 2006.⁴⁰ NawaRo Bonus geförderte Biomasseanlagen sind überwiegend dem kleinen und mittleren Leistungsbereich zuzuordnen.⁴¹

Die Wirkung des **KWK-Bonus** auf die Wirtschaftlichkeit bei Heizkraftwerken für feste Biomasse ist deutlich geringer als bei Biogas- und Pflanzenölanlagen. Dennoch kann der KWK-Bonus bei günstigen Randbedingungen bezüglich Wärmebedarfsstruktur und -verteilung einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb ermöglichen und Anreize für eine verstärkte Wärmeauskopplung schaffen.⁴²

Der **Technologie-Bonus** bewirkte überwiegend Impulse für den verstärkten Einsatz der ORC-Technik. So hat sich im Zeitraum Anfang 2005 bis Ende 2006 die Anzahl der mit Biomasse befeuerten Heizkraftwerke mit ORC-Prozess nahezu verdreifacht.⁴³

Biokraftstoffquotengesetz

Im Folgenden wird auf die Auswirkungen des Biokraftstoffquotengesetzes eingegangen. Zeitgleich mit der Einführung einer Beimischungsquote für Biokraftstoffe ist in 2006 auch das Energiesteuergesetz geändert worden. Diese hebt das Mineralölsteuergesetz auf und führt zu einer veränderten Steuerregelung für

³⁸ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S.36

³⁹ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S.37

⁴⁰ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S.38f.

⁴¹ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S.40

⁴² Institut für Energetik und Umwelt (2007), S.134

⁴³ Institut für Energetik und Umwelt (2007), S.135

Biokraftstoffe. Beide Gesetze bzw. Gesetzesänderungen werden von verschiedenen Seiten stark unterschiedlich aufgenommen und beurteilt:

Die deutsche Biodiesel- und Pflanzenölbranche kritisiert die Neuregelung, da sie negative Auswirkungen auf die zumeist kleinen und mittelständischen Unternehmen sehen.

Von der Bundesregierung wird erwartet, dass insbesondere die Beimischungspflicht positive gesamtwirtschaftliche Effekte hat, vor allem unter Berücksichtigung der entlastenden Wirkung des Subventionsabbaus für Biokraftstoffe⁴⁴.

Von Seiten der Kritiker wird argumentiert, dass aufgrund der Teilbesteuerung (siehe Tabelle 6) die Preisdifferenz zu fossilem Kraftstoff in angrenzenden Ländern (z.B. Polen oder Niederlande, 0,99 € ct/Diesel) so gering geworden ist, dass kaum noch Absatz für den Rein-Biodieselmärkte gegeben ist. Stattdessen finde wieder in verstärktem Maße ein Tanktourismus von Speditionskunden statt, die zuvor B-100 in Deutschland bezogen haben.

Nach Angaben des AG QM⁴⁵ und der UFOP⁴⁶ ist der Absatz von reinem Biodiesel an deutschen Tankstellen von 2005 auf 2006 um 8,5 % zurückgegangen (520 T t auf 476 T t). Dies ist allerdings nicht ausschließlich auf die Besteuerung, sondern laut einer Erklärung der Bundesregierung auch auf die zunehmende Modernisierung des PKW Bestandes zurückzuführen, die einen Betrieb mit reinem Biodiesel aus motor-technischen Gründen verhindert.

Der Bundesverband „Biogene und Regenerative Kraft- und Treibstoffe e.V.“ klagt über den Rückgang des Absatzes von reinem Biodiesel (B-100). Bis zum Ende des letzten Jahres 2006 sei der Absatz von reinem Biodiesel über Altverträge und durch die Transportbranche noch zu ca. 60 % gesichert gewesen. Zum Anfang des Jahres 2007 begannen die Altverträge auszulaufen, eine Erneuerung fand nicht statt. Infolgedessen seien die ersten Biodieselanlagen im Februar 2007 stillgelegt worden; im März sei bereits ein Drittel aller Anlagen außer Betrieb gewesen. Demgegenüber wird von der Bundesregierung argumentiert, dass eine vollständige Evaluierung der Effekte aufgrund des erst kurzen Zeitraums seit Änderung der Gesetze noch

⁴⁴ Deutscher Bundestag (2007)

⁴⁵ Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel; www.agqm-biodiesel.de

⁴⁶ Union zur Förderung von Oel – und Proteinpflanzen; www.ufop.de

aussteht, so dass hierzu zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Aussagen getroffen werden können.

Zur Erfüllung einer Beimischungsquote von 4,4 % (auf Energiebasis) werden im Jahr 2007 insgesamt rund 1,5 Mio. t Biodiesel benötigt⁴⁷. Dem gegenüber steht eine inländische Produktionskapazität von rund 5 Mio. t. Trotz geltender Normen zur Qualitätssicherung von Pflanzenöl und Biodiesel, die eine Produktion auf Basis von Rapsöl begünstigen, wird aber von Verbänden der Branche befürchtet, dass von den Mineralölunternehmen zur Erfüllung der Beimischungsquote verstärkt auf Importe von billigerem Palmöl oder Sojaöl zurückgegriffen wird. Wenn dieser Fall einträte, ginge die Förderung von Biokraftstoffen in der Tat an den kleinen und mittelständischen Unternehmen in Deutschland vorbei.

Marktanreizprogramm

Das Marktanreizprogramm als zentrales Instrument der Bundesregierung zur Förderung der Wärmeabgabe aus erneuerbaren Energien wurde im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005 evaluiert (ZSW u.a., 2006). Die Studie bescheinigt dem Marktanreizprogramm, der Marktentwicklung von Biomasseanlagen entscheidende Impulse zu geben. Der Markt für Biomassekessel bis zu einer Leistung von 100 kW ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gewachsen. Insbesondere bei den Pelletkesseln konnte mit 75% Wachstum von 2004 auf 2005 ein hoher Anstieg beobachtet werden. Auch die technische Entwicklung der Feuerungsanlagen wurde weiter vorangetrieben, und es traten vor allem beim Schadstoffausstoß Verbesserungen ein. Letztere sind auch auf die Vorgaben des MAP zurückzuführen.

Zur Bewertung der Förderung von Holzheizungen durch das MAP sollte zwischen kleinen Anlagen unter 100 kW Nennwärmeleistung und großen Anlagen über 100 kW Nennwärmeleistung unterschieden werden. Kleine Anlagen werden im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) durch Investitionskostenzuschüsse gefördert, für größere Anlagen werden zinsgünstige Darlehen gewährt und teilweise auch ein Teil der Schulden erlassen.⁴⁸

⁴⁷ UFOP (2007)

⁴⁸ Monitoring MAP, S.50

Weiterhin ist zwischen Heizwerken und Heizkraftwerken zu unterscheiden. Heizwerke haben typischerweise eine Größe von 150kW bis 5 MW und verfeuern neben den auch für Kleinfeuerungsanlagen unter 100 kW Nennwärmeleistung verwendeten Scheitholz, Pellets oder Hackschnitzeln auch unbehandeltes Holz, Althölzer und Holzstaub. Heizkraftwerke funktionieren nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Sie haben in der Regel eine Größe von 1 MW oder mehr.⁴⁹

Laut den evaluierten Daten, die im Folgenden dargestellt werden, sind die zinsgünstigen Darlehen weniger stark förderwirksam als die Zuschüsse in Form der Teilschulderlassung. Eine weitere positive Wirkung auf Investitionen in thermische Biomasseanlagen geht von den stetig steigenden Ölpreisen in den letzten Jahren aus⁵⁰

Kleine Anlagen

In Deutschland wurden im Jahr 2004 rund 15.000 Holzfeuerungen errichtet, die aus Mitteln des MAP gefördert wurden, im Jahr 2005 waren es knapp 26.000. Bezogen auf den gesamten Heizkesselabsatz in diesen Jahren macht dies einen Marktanteil von 2% für 2004 und 3,9% für 2005 aus.⁵¹

Das Fördervolumen für 2004 in Betrieb genommene kleine Biomassekessel betrug 20,7 Mio Euro und verdoppelte sich im Folgejahr fast auf € 40,8 Mio. Über beide Jahre betrachtet entfielen jeweils etwa 45 % der Förderung auf Pellet- und handbeschickte Kessel, die restlichen 10 % auf Holzhackschnitzelkessel.⁵²

Mit der Förderung wurden Investitionen von insgesamt € 559,3 Mio. ausgelöst (€ 199 Mio. in 2004, € 360 Mio. in 2005). Über beide Jahre betrachtet betrug die Förderquote damit im Durchschnitt 11 %. Sie stieg leicht von 10,4 % auf 11,3 %, verursacht durch den gestiegenen Anteil insbesondere von hand beschickten Anlagen.⁵³

⁴⁹ Kompetenzatlas Biomasse Hessen, S.10ff.

⁵⁰ ZWS et al. (2006), S.120

⁵¹ ZWS et al. (2006), S.50

⁵² ZWS et al. (2006), S.82

⁵³ ZWS et al. (2006), S.83

Große Anlagen

Die gesamte thermische Leistung aller Heizwerke, die in den Jahren 2004 und 2005 vergünstigte Darlehen der Kreditbank für Wiederaufbau (KfW) erhielten, beläuft sich auf 242 MW.⁵⁴ Dabei ist der Anteil von Heizwerken mit einem Leistungsbereich >1000 kW an der gesamten installierten Leistung der geförderten großen Heizwerke von 14,4% im Jahr 2004 auf 25,1% im Jahr 2005 angestiegen.⁵⁵

669 große Anlagen zur Verbrennung von Biomasse mit einer Gesamtnennwärmeleistung von 310 MW erhielten 2004/ 2005 eine Förderung. Davon sind 632 Anlagen oder 242 MW_{th} reine Heizwerke, wobei nur 2,5 % der Holzkessel eine thermische Leistung von mehr als 1 MW aufweisen. Die restlichen 68 MW_{th} (22 % der Gesamtleistung) entfallen auf lediglich 37 Holzheizkraftwerke. Deutlich mehr als ein Drittel der Gesamtwärmeleistung wird trotz der niedrigen Stückzahl in Anlagen größer als 1 MW_{th} dargestellt.⁵⁶

Diese 669 Anlagen wurden mit € 114,2 Mio in Form von ausgezahlten Darlehen gefördert. Damit deckten die vergebenen Darlehen im Durchschnitt über alle Anlagen 79 % der jeweiligen Investition ab. Bezogen auf das gesamte ausgelöste Investitionsvolumen wurden 64 % über diese Darlehen finanziert.

Die Teilschulderlasse summieren sich über den Betrachtungszeitraum auf insgesamt € 19,0 Mio. Sie decken im Durchschnitt über alle Anlagen 23,0 % der Investition ab. Der Anteil des gesamten Volumens der gewährten Teilschulderlässe bezogen auf das Volumen der gesamten ausgelösten Investitionen im Betrachtungszeitraum beträgt 9,5 %.⁵⁷

Insgesamt zeigt sich für die größeren Anlagen, dass sich die Zuschüsse in Form der Teilschulderlassung stärker förderwirksam auswirken als die zinsgünstigen Darlehen. Eine weitere positive Wirkung auf Investitionen in thermische Biomasseanlagen geht auch von den stetig steigenden Ölpreisen in den letzten Jahren aus.⁵⁸

⁵⁴ ZWS et al. (2006), S. 98

⁵⁵ ZWS et al. (2006), S.100, Tabelle 12

⁵⁶ ZWS et al. (2006), S.120

⁵⁷ ZWS et al. (2006), S.100

⁵⁸ ZWS et al. (2006), S.120

Heizkraftwerke

In den Jahren 2004 und 2005 wurden insgesamt 37 Holzheizkraftwerke über das Marktanreizprogramm gefördert. Dies ist mit knapp 6% zwar nur ein Bruchteil der Anzahl der Holzheizwerke insgesamt, doch trugen diese Heizkraftwerke in bedeutendem Ausmaß zum Investitionsvolumen bei. Trotz der geringen Anzahl wurde mit 61,5 Mio Euro mehr als die Hälfte des Marktvolumens der Heizwerke (€ 118 Mio.) umgesetzt.

Die thermische Leistung der über das MAP geförderten Holzheizkraftwerke lag insgesamt bei 68 MW, wobei 2004 nur 2 MW in Betrieb gingen. Die Leistungsbandbreite der 37 geförderten Biomasse-KWK-Anlagen erstreckt sich von 9 kWel bis 1.500 kWel.⁵⁹ Bei 25 der 37 KWK-Anlagen handelt es sich um Heizkraftwerke der Leistungsklasse 100 bis 500 kW Nennleistung. Sie haben im Zeitraum 2004 bis 2005 durchschnittlich 280 kW elektrische und 1.032,6 kW thermische Energie erzeugt.

3.3. Marktsegmentale Mengenentwicklungen - BAU-Szenarien

In einem laufenden Projekt für das Umweltbundesamt (UBA) "Optionen einer nachhaltigen Flächennutzung und Ressourcenschutzstrategien unter besonderer Berücksichtigung der nachhaltigen Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen" wurden Business-As-Usual(BAU)-Szenarien zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland erarbeitet (Wuppertal Institut et al. 2008). Das Projekt (Laufzeit bis 12/07) wird vom WI federführend bearbeitet. Dabei wird zum einen eine eher konservativ realistische Einschätzung der weiteren Entwicklung vorgenommen (BAU I) und zum anderen eine bezogen auf den jeweiligen Nawaro eher optimistische Entwicklung angenommen (BAU II), um die zu erwartende Spannweite abzudecken. Als Zeithorizont dient eine Orientierung bis 2010 und 2020, je nach Belastbarkeit der Trends auch bis 2030.

Im vorliegenden Projekt erfolgte eine Fokussierung und Vertiefung der BAU-Szenarien als Grundlage für die Bewertung von Verknappungstendenzen, die ohne Veränderung der politischen Rahmenbedingungen zu erwarten sind. Weiterhin wurde das Nawaro-Segment „Stärke für die stoffliche Nutzung“ aufgrund aktueller Daten

⁵⁹ ZWS et al. (2006), S.100f.

differenzierter als zuvor bearbeitet. Darüber hinaus wurden die energetischen Nawaro-Segmente an die dynamischen aktuellen Entwicklungen angepasst. Dies betraf in erster Linie die Biokraftstoffe, deren Entwicklung an die in den „Meseberger Beschlüssen“ der Bundesregierung⁶⁰ formulierten Ziele von 20% Volumenanteil bzw. 17% Anteil nach Energieinhalt bis 2020 angepasst wurde. Außerdem wurden die Einsatzmengen von pflanzlichen Ölen zur Erzeugung von Strom/Wärme in BHKW an die dynamischen aktuellen Entwicklungen angepasst (siehe auch 3.1.8).

Das Nawaro-Segment „Holz“ wurde in dieser Ausführung erstmals für die vorliegende Studie erarbeitet.

Die zukünftig unter BAU-Bedingungen zu erwartenden Marktpotenziale werden für die wichtigsten Nawaro-Segmente auf der Basis publizierter Expertisen und eigener fachlicher Einschätzung hochgerechnet. Die für eine Bewertung der direkten und indirekten Konkurrenzwirkungen potenziell relevanten Hauptnutzungstypen sind nach aktuellem Kenntnisstand für die stoffliche Nutzung Zucker und Stärke, Fette und Öle, Faserpflanzen, Holz, sowie Arzneipflanzen. Für die energetische Nutzung stellen Biokraftstoffe der ersten und zweiten Generation (Biodiesel, Pflanzenöle als Kraftstoff, Bioethanol, BtL, Biogas als Kraftstoff), und Bioenergieträger für elektrische Energie und Wärme (Holz, pflanzliche Öle, Biogas) die Hauptnutzungstypen dar (Wuppertal Institut et al. 2008). Die dafür jeweils bei der Fortdauer bestehender Trends und aktueller gesetzlicher Quoten (Biokraftstoffquoten-Gesetz) und Förderrahmenbedingungen (z.B. EEG) zu erwartenden Mengenentwicklungen werden auf Basis aktueller externer und interner Experteneinschätzungen hergeleitet (insbesondere relevant: Meo Consulting Team et al. 2006, 2007, UMSICHT 2006, Wuppertal Institut et al. 2006, 2007).

Im Folgenden werden die Mengengerüste für die Nawaro-Segmente dargestellt, die für die vorliegende Studie relevant sind. Eine Gesamtbetrachtung erfolgt zudem zusammenfassend. Die entsprechende Darstellung der globalen Flächenbelegung für die Nawaro-Segmente folgt in Kapitel 3.4.

Eine vergleichende Darstellung der Entwicklung von Mengen (in Tonnen), globalen Flächenerfordernissen (in Hektar) und Energie (in TJ) durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (außer Holz) in Deutschland 2004 bis 2006

⁶⁰ Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. Und im Folgeprozess: BMELV, BMU et al.: Roadmap Biokraftstoffe, Berlin 21.11.2007.

und in den BAU Szenarien I und II 2010 und 2020 wird im Anhang 4 zu diesem Bericht gegeben.

3.3.1. Stärke für die stoffliche Nutzung

Rohstoffe zur Herstellung technischer Stärke in Deutschland sind Weizen, Mais, und Kartoffeln. Deren jeweilige Verwendung für diesen Zweck wird in den Versorgungsbilanzen des BMELV (Statistische Jahrbücher über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) ausgewiesen. Die Mengen an Einfuhren und Ausfuhren von Weizen-, Mais- und Kartoffelstärke werden in der Außenhandelsstatistik berichtet (Eurostat Comext DVD). Aus diesen Daten kann die Inlandsverwendung von Weizen-, Mais- und Kartoffelstärke berechnet werden (inländische Herstellung plus Einfuhr minus Ausfuhr).

Produkte unter Verwendung technischer Stärke im Nicht-Nahrungsmittelbereich sind Papier, Wellpappe, Kleber, Lacke, Farben, Kunststoffe, Waschmittel, Kosmetika, Pharmazeutika. Die Verwendungsbereiche sind daher die Papier-Pappe-Industrie und die Chemische Industrie.

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch pflanzlicher Stärke für die genannten stofflichen Zwecke in Deutschland sind in Tabelle 9 dargestellt (Meo Consulting Team et al. 2006/2007)

Tabelle 9: Inländischer Verbrauch pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke in Deutschland

Ausgangswerte in Tonnen Verbrauch:		
	2004	2005
Papierherstellung	378.000	391.034
Wellpappeherstellung	115.000	118.965
Chemische Industrie	147.000	190.000
INSGESAMT	640.000	700.000

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 10).

Tabelle 10: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Wachstum der Verwendung von 2% p.a. seit 2005	weiteres Wachstum der Verwendung von 1% p.a. seit 2010	Wachstum der Verwendung von 3% p.a. seit 2005	weiteres Wachstum der Verwendung von 1% p.a. seit 2010
INSGESAMT	nach BMELV Daten wurden die Anteile für 2004 wie folgt ermittelt: Weizenstärke 32%, Maisstärke 40%, Kartoffelstärke 28%. Diese Verteilung wurde über den gesamten Zeitraum bis 2030 als konstant angenommen.			
im Inland	Die aus inländischem Anbau resultierende Menge ergibt sich aus Fläche mal Ertrag, wobei dieselbe Verteilung der Stärkepflanzen angenommen wird wie für Insgesamt.			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Meo Consulting Team et al. (2007) dar. Alle anderen Annahmen basieren auf Wuppertal Institut et al. (2008) oder der vorliegenden Studie.

Daraus resultieren die folgenden Mengen (in Tonnen) für die inländische Verwendung pflanzlicher Stärke nach Verwendungsbereich und Stärkeart für BAU I61 (Tabelle 11).

Tabelle 11: Verwendung pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland - BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
		1. Verwendung in Tonnen				
Stärke	Papierherstellung	378000	391.034	398.855	431.733	476.902
	Wellpappeherstellung	115000	118.965	121.345	131.347	145.089
	Chemische Industrie	147000	190.000	193.800	209.775	231.722
	INSGESAMT	640000	700.000	714.000	772.856	853.714
	darunter: Weizenstärke	204455	223623	228095	246898	272729
	darunter: Maisstärke	253538	277306	282853	306169	338201
	darunter: Kartoffelstärke	182007	199070	203051	219789	242784

Die entsprechenden Mengen (in Tonnen) nach BAU II sind in Tabelle 12 dargestellt.

⁶¹ Die Mengen für Weizenstärke und Maisstärke in 2004 beruhen auf Markteinschätzungen von Meo et al. (2006). Sie liegen etwas höher (Weizenstärke plus 25%, Maisstärke plus 14%) als die nach statistischen Daten ermittelten Werte (siehe 3.1). Der Grund hierfür ist nicht bekannt.

Tabelle 12: Verwendung pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland - BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
		1. Verwendung in Tonnen				
Stärke	Papierherstellung	378000	391.034	402.765	453.316	500.743
	Wellpappeherstellung	115000	118.965	122.534	137.913	152.342
	Chemische Industrie	147000	190.000	195.700	220.262	243.306
	INSGESAMT	640000	700.000	720.999	811.491	896.391
	darunter: Weizenstärke	204455	223623	230332	259240	286363
	darunter: Maisstärke	253538	277306	285626	321474	355108
	darunter: Kartoffelstärke	182007	199070	205042	230777	254921

Von den gesamten Mengen entfallen die folgenden Anteile auf den inländischen Anbau von Stärkepflanzen in Deutschland (BAU I = BAU II) (Tabelle 13).

Tabelle 13: Anteil aus inländischem Anbau an der Verwendung pflanzlicher Stärke für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland

	2004	2005	2006	2010	2020
	1. Verwendung aus inländischem Anbau				
INSGESAMT	66,5%	60,0%	61,0%	65,0%	75,7%

3.3.2. Zucker für die stoffliche Nutzung

Der Rohstoff zur Herstellung von Zucker in Deutschland ist die Zuckerrübe. Deren Verwendung zur Produktion von Weißzucker wird in den Versorgungsbilanzen des BMELV (Statistische Jahrbücher über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) in Mengen ausgewiesen. Die Mengen an Einfuhren und Ausfuhren von Zucker werden in der Außenhandelsstatistik berichtet (Eurostat Comext DVD). Aus diesen Daten kann die Inlandsverwendung von Zucker berechnet werden (inländische Herstellung plus Einfuhr minus Ausfuhr).

Produkte unter Verwendung von Zucker im Nicht-Nahrungsmittelbereich sind Pharmazeutika, Kunststoffe, Kleber, Bindemittel. Der Verwendungsbereich ist die Chemische Industrie.

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch von Zucker für stoffliche Nutzung in Deutschland sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Inländischer Verbrauch von Zucker für stoffliche Zwecke in Deutschland

Ausgangswerte in Tonnen Verbrauch:		
	2004	2005
aus inländischem Anbau	68.882	173.450
aus Importen	171.118	121.550
INSGESAMT	240.000	295.000

Dabei wird der Anteil aus inländischem Anbau berechnet aus Fläche mal Ertrag. Die Anbaufläche in Deutschland für Zucker zur stofflichen Nutzung wird von der FNR (2006a) in Hektar berichtet. Der Ertrag (Tonnen pro Hektar) kann aus den statistischen Daten des BMELV abgeleitet werden. Die Mengen für Insgesamt beruhen auf [Meo Consulting Team et al. 2006/2007, UMSICHT 2006]. Die Differenz von Insgesamt und aus inländischem Anbau ergibt die Menge die über Importe bereitgestellt wurde.

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Zucker für stoffliche Zwecke in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 15).

Tabelle 15: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von Zucker für stoffliche Zwecke in Deutschland

	BAU I		BAU II		Varianten
	2010	2020	2010	2020	
Mengen	Wachstum der Verwendung von 10% p.a. seit 2005	weiteres Wachstum der Verwendung von 5% p.a. seit 2010	Wachstum der Verwendung von 15% p.a. seit 2005	weiteres Wachstum der Verwendung von 5% p.a. seit 2010	
im Inland	berechnet aus zur Verfügung stehender Fläche im Inland und Ertrag von Zucker aus Zuckerrübenanbau in Deutschland				
im Ausland	ergibt sich als Differenz von Gesamtmengen minus Mengen Zucker aus Anbau im Inland				Importe auf Zuckerrohrbasis statt auf Rübenzuckerbasis.

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Meo Consulting Team et al. (2007) dar. Alle anderen Annahmen basieren auf Wuppertal Institut et al. (2008).

Daraus resultieren die folgenden Mengen (in Tonnen) an Zucker zur stofflichen Nutzung für BAU I (Tabelle 16).

Tabelle 16: Verwendung von Zucker für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland - BAU I

	2004	2005	2006	2010	2020
INSGESAMT	240000	295.000	324.500	475.100	773.889
davon importiert	171.118	121.550	145.495	269.235	512.375
davon aus inländischer Produktion	68.882	173.450	179.005	205.865	261.514

Die entsprechenden Mengen (in Tonnen) nach BAU II sind in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Verwendung von Zucker für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch - BAU II

	2004	2005	2006	2010	2020
INSGESAMT	240000	295.000	339.250	593.350	966.505
davon importiert	171.118	121.550	160.245	387.485	704.991
davon aus inländischer Produktion	68.882	173.450	179.005	205.865	261.514

Von den gesamten Mengen entfallen die folgenden Anteile auf Zucker aus Anbau von Zuckerrüben in Deutschland (Tabelle 18).

Tabelle 18: Anteil aus inländischem Anbau an der Verwendung von Zucker für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in Deutschland

	2004	2005	2006	2010	2020
	1. Verwendung aus inländischem Anbau				
BAU I	28,7%	58,8%	55,2%	43,3%	33,8%
BAU II	28,7%	58,8%	58,8%	34,7%	27,1%

3.3.3. Pflanzliche Öle für die stoffliche Nutzung – chemische Industrie

Rohstoffe für die stoffliche Verwendung pflanzlicher Öle in Deutschland sind Raps und Rübsen, Sonnenblumen, sowie Öllein. Während Raps- und Rüböl ausschließlich aus inländischem Anbau kommt, stammt Sonnenblumenöl und Leinöl sowohl aus Anbau in Deutschland als auch aus Importen. Außerdem werden weitere importierte pflanzliche Öle unbestimmter Rohstoffbasis für die stoffliche Nutzung in Deutschland verwendet, deren Rohstoffbasis nicht explizit bekannt ist. Hier gehen wir in der

vorliegenden Studie davon aus, dass diese Gruppe dem Importmix für Deutschland entspricht, der aus Soja-, Palm- und Kokos- (Laurinöl) sowie Rizinusöl besteht.

Produkte auf Basis pflanzlicher Öle sind (Bio-)Polymere und Polymerhilfsstoffe, Wasch- und Reinigungsmittel, Tenside, Lacke und Farben. Der Verwendungsbereich ist daher die Chemische Industrie.

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke durch die chemische Industrie in Deutschland sind in Tabelle 19 dargestellt (Meo Consulting Team et al. 2006, Wuppertal Institut et al. 2008).

Tabelle 19: Inländischer Verbrauch von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland

		2004	2005
		1. Verwendung in Ton	
1.1. Pflanzliche Öle für die stoffliche Nutzung in der chemisch-technischen Industrie:			
1.1.1. Differenziert nach Öltyp ausgewiesen	Rapsöl (und Rüböl)	142.000	145.550
	Sonnenblumenöl	46.000	47.150
	Leinöl	36.000	36.900
	<u>Insgesamt</u>	<u>224.000</u>	<u>229.600</u>
1.1.1.1. darunter: aus inländischem Anbau	Rapsöl (und Rüböl)	142.000	145.550
	Sonnenblumenöl	8.687	10.309
	Leinöl	1.127	1.212
	<u>Insgesamt</u>	<u>151.814</u>	<u>157.071</u>
1.1.1.2. darunter: aus ausländischem Anbau	Rapsöl (und Rüböl)	0	0
	Sonnenblumenöl	37.313	36.841
	Leinöl	34.873	35.688
	<u>Insgesamt</u>	<u>72.186</u>	<u>72.529</u>
1.1.2. Weitere importierte pflanzliche Öle	unbestimmte Rohstoffbasis; hier Importmix für D aus Soja, Palm, Kokos, Rizinus	616.000	631.400
1.1. Insgesamt: pflanzliche Öle für die chemisch-technischen Industrie		840.000	861.000

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 20).

Tabelle 20: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Wachstum der Verwendung von 2,5% p.a. seit 2004	Wachstum der Verwendung von 2% p.a. seit 2010	15% Steigerung gegenüber BAU I	15% Steigerung gegenüber BAU I
im Inland	Es wird generell differenziert in: (1) Raps- und Rüböl, (2) Sonnenblumenöl, (3) Leinöl (siehe 1.1). Für jede dieser Produktlinien wird dieselbe relative Entwicklung angenommen wie für die Gesamtmengen (s.o.). Für (1) wird angenommen, dass Raps- und Rüböl nur aus inländischem Anbau kommen. Der Anteil von (2) und (3) aus Anbau im Inland wird berechnet aus Fläche mal Ertrag (s.u.).			
im Ausland	Der Anteil von Sonnenblumenöl (2) sowie Leinöl (3) aus Anbau im Ausland wird berechnet aus Gesamtaufkommen dieser Öle minus Aufkommen aus Anbau im Inland (s.o.). Der Importmix pflanzlicher Öle (4) wird berechnet aus Gesamtaufkommen aller Öle (siehe Mengen) minus dem Aufkommen der spezifizierten Öle nach (1) bis (3).			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Meo Consulting Team et al. (2006) dar. Alle anderen Annahmen basieren auf Wuppertal Institut et al. (2008).

Daraus resultieren die folgenden Mengen an pflanzlichen Ölen nach Herkunft für BAU I (Tabelle 21).

Tabelle 21: Verwendung von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland - BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
		1. Verwendung in Tonnen				
1.1. Pflanzliche Öle für die stoffliche Nutzung in der chemisch-technischen Industrie:						
1.1.1. Differenziert nach Öltyp ausgewiesen	Rapsöl (und Rüböl)	142.000	145.550	149.375	164.676	200.740
	Sonnenblumenöl	46.000	47.150	48.389	53.346	65.028
	Leinöl	36.000	36.900	37.870	41.749	50.892
	Insgesamt	224.000	229.600	235.634	259.771	316.660
1.1.1.1. darunter: aus inländischem Anbau	Rapsöl (und Rüböl)	142.000	145.550	149.375	164.676	200.740
	Sonnenblumenöl	8.687	10.309	10.580	11.666	14.932
	Leinöl	1.127	1.212	1.239	1.345	1.656
	Insgesamt	151.814	157.071	161.194	177.688	217.328
1.1.1.2. darunter: aus ausländischem Anbau	Rapsöl (und Rüböl)	0	0		0	0
	Sonnenblumenöl	37.313	36.841	37.809	41.679	50.096
	Leinöl	34.873	35.688	36.631	40.404	49.236
	Insgesamt	72.186	72.529	74.440	82.083	99.332
1.1.2. Weitere importierte pflanzliche Öle	unbestimmte Rohstoffbasis; hier Importmix für D aus Soja, Palm, Kokos, Rizinus	616.000	631.400	647.994	714.371	870.814
1.1. Insgesamt: pflanzliche Öle für die chemisch-technische Industrie		840.000	861.000	883.628	974.142	1.187.474

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 22 dargestellt.

Tabelle 22: Verwendung von pflanzlichen Ölen für stoffliche Zwecke für den inländischen Verbrauch in der chemisch-technischen Industrie in Deutschland - BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
		1. Verwendung in Tonnen				
1.1. Pflanzliche Öle für die stoffliche Nutzung in der chemisch-technischen Industrie:						
1.1.1. Differenziert nach Öltyp ausgewiesen	Rapsöl (und Rüböl)	142.000	145.550	149.375	164.676	200.740
	Sonnenblumenöl	46.000	47.150	48.389	53.346	65.028
	Leinöl	36.000	36.900	37.870	41.749	50.892
	Insgesamt	224.000	229.600	235.634	259.771	316.660
1.1.1.1. darunter: aus inländischem Anbau	Rapsöl (und Rüböl)	142.000	145.550	149.375	164.676	200.740
	Sonnenblumenöl	8.687	10.309	10.697	12.250	17.286
	Leinöl	1.127	1.212	1.252	1.412	1.917
	Insgesamt	151.814	157.071	161.325	178.338	219.942
1.1.1.2. darunter: aus ausländischem Anbau	Rapsöl (und Rüböl)	0	0		0	0
	Sonnenblumenöl	37.313	36.841	37.692	41.096	47.743
	Leinöl	34.873	35.688	36.618	40.337	48.975
	Insgesamt	72.186	72.529	74.310	81.433	96.718
1.1.2. Weitere importierte pflanzliche Öle	unbestimmte Rohstoffbasis; hier Importmix für D aus Soja, Palm, Kokos, Rizinus	616.000	631.400	677.219	860.493	1.048.936
1.1. Insgesamt: pflanzliche Öle für die chemisch-technische Industrie		840.000	861.000	912.853	1.120.264	1.365.595

3.3.4. Pflanzliche Öle und Fette – Schmier- und Verfahrensstoffe

Pflanzliche Öle für die stoffliche Nutzung als Schmier- und Verfahrensstoffe beruhen praktisch ausschließlich auf Raps aus Anbau in Deutschland (UMSICHT 2006).

Produkte dieser Verwendung sind Schmieröle und -fette, Hydrauliköle, Multifunktionsöle, Getriebeöle, Motorenöle, Sägekettenhaft- und Sägegatteröle, Formtrennmittel, Kühlschmierstoffe. Der Verwendungsbereich ist daher die Chemische Industrie und verschiedene technische Anwendungsbereiche.

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch von Raps für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland sind in Tabelle 23 dargestellt (Meo Consulting Team et al. 2006).

Tabelle 23: Inländischer Verbrauch von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland

		2004	2005
		1. Verwendung in Ton	
1.2. Schmier- und Verfahrensstoffe:			
Nawaro aus deutschem Anbau	hauptsächlich Raps	20.000	21.000

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Raps für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 24).

Tabelle 24: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Wachstum der Verwendung von 5% p. a.		15% Steigerung gegenüber BAU I	
im Inland	Es wird generell davon ausgegangen, dass hier nur Raps- und Rüböl aus inländischem Anbau in Frage kommen.			
im Ausland	wird nicht in Betracht gezogen			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Meo Consulting Team et al. (2006) dar. Alle anderen Annahmen basieren auf Wuppertal Institut et al. (2008).

Daraus resultieren die folgenden Mengen an Raps für Schmier- und Verfahrensstoffe für BAU I (Tabelle 25).

Tabelle 25: Verwendung von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland - BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
		1. Verwendung in Tonnen				
1.2. Schmier- und Verfahrensstoffe:						
Nawaro aus deutschem Anbau	hauptsächlich Raps	20.000	21.000	22.160	26.802	43.657

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Verwendung von pflanzlichen Ölen für Schmier- und Verfahrensstoffe in Deutschland - BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
		1. Verwendung in Tonnen				
1.2. Schmier- und Verfahrensstoffe:						
Nawaro aus deutschem Anbau	hauptsächlich Raps	20.000	21.000	22.964	30.822	50.206

3.3.5. Pflanzenöle als Direktkraftstoff

Reines Pflanzenöl als Kraftstoff ist derzeit in Deutschland noch wenig mengenrelevant, zeigt aber ein starkes Wachstum, das zukünftig vor allem aufgrund der Steuerbefreiung beim Einsatz in der Landwirtschaft geprägt sein dürfte. Auch das Transportgewerbe wird als starker Treiber für den verstärkten Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff gesehen, es bestehen direkte Lieferverträge mit den

Pflanzenölproduzenten. Gegen die verstärkte Nutzung von Pflanzenölen in der Landwirtschaft sprechen Probleme bei der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten und bei der Betriebssicherheit von umgerüsteten Motoren (meo et al. 2006). Es laufen zurzeit F+E-Vorhaben unter Förderung des BMELV mit Beteiligung der Industrie, Pflanzenöl taugliche Motoren für Traktoren zu entwickeln, die den neuesten Abgasnormen gerecht werden (Bundesregierung 2006; FNR 2006c). Dies war jedoch kein Hinderungsgrund für den aktuell starken Anstieg der Nutzung von Pflanzenöl als Kraftstoff wie im Folgenden ausgeführt wird.

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch von Rapsöl als Direktkraftstoff in Deutschland sind in Tabelle 27 dargestellt (Bundesregierung 2006, BMU 2007).

Tabelle 27: Inländischer Verbrauch von pflanzlichen Ölen als Kraftstoffe in Deutschland

		2004	2005	2006
1. Direkte Verwendung von Pflanzenöl als Kraftstoff				
Rapsöl	in t	130.000	196.000	710.172

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Rapsöl als Direktkraftstoff in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 28).

Tabelle 28: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Verbrauch von pflanzlichen Ölen als Kraftstoff in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	plus 46,4% gegenüber 2006	plus 28% gegenüber 2010	plus 55,5% gegenüber 2006	plus 94,1% gegenüber 2010
im Inland	Es wird hier nur von Rapsöl aus Anbau im Inland ausgegangen			
im Ausland	wird hier nicht in Betracht gezogen			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Wuppertal Institut et al. (2008) dar. HEB = Haupterwerbsbetriebe in der Landwirtschaft.

Daraus resultieren die folgenden Mengen an Rapsöl als Direktkraftstoff für BAU I (Tabelle 29).

Tabelle 29: Verwendung von pflanzlichen Ölen als Kraftstoff in Deutschland - BAU I

Modul: Pflanzenöl als Kraftstoff in Deutschland						
		2004	2005	2006	2010	2020
1. Direkte Verwendung von Pflanzenöl als Kraftstoff						
Rapsöl	in t	130.000	196.000	710.172	1.039.762	1.330.984

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30: Verwendung von pflanzlichen Ölen als Kraftstoff in Deutschland - BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Direkte Verwendung von Pflanzenöl als Kraftstoff						
Rapsöl	in t	130.000	196.000	710.172	1.104.642	2.144.305

3.3.6. Biodiesel

Biodiesel hält aktuell (in 2006) mit ca. 72% den größten Biokraftstoffanteil in Deutschland, auf Pflanzenöl entfallen ca. 19%, auf Bioethanol ca. 9% (BMU 2007: Erneuerbare Energien in Zahlen, Bezug ist Energieinhalt). Deutschland produzierte in 2004 mit ca. 1,1 Millionen Tonnen Biodiesel die Hälfte der weltweiten Menge (REN 21). Das Marktwachstum für Biodiesel in Deutschland verläuft dynamisch und ist (in Tonnen) in den Jahren 1999 bis 2004 um das neunfache gestiegen (meo et al. 2006). In 2006 erreichte der Biodieselabsatz in Deutschland einen Anteil von ca. 10% am Dieselmärkte (nach ca. 4% in 2004 und ca. 6% in 2005). Haupttreiber für das starke Marktwachstum war der Preisvorteil aufgrund der Mineralölsteuerbefreiung von Biodiesel im Vergleich zu fossilem Diesel. Der entscheidende Impuls für die weitere Marktentwicklung ist die seit 1.1.2007 in Deutschland geltende Beimischungsquotenregelung nach der ab 2007 und zunächst bis 2015 der Anteil von Biodiesel in Diesel (in Energieäquivalenten) mindestens 4,4% betragen muss.

In 2006 lag nach Angaben des BMU (2007) der Biodieselabsatz in Deutschland bereits bei 2,8 Millionen Tonnen. Das entspricht der 2,4-fachen Menge von 2004 bzw. der 1,6-fachen Menge von 2005.

Entsprechend der hohen Wachstumspotenziale wurden in Deutschland die Produktionskapazitäten für Biodiesel ausgebaut, von ca. 1,5 Millionen Tonnen in 2005 auf bereits ca. 3,7 Millionen Tonnen in 2007 (UFOP 2006b) und 5 Millionen Tonnen in 2007. Die Produktionskapazitäten sind jedoch nur etwa zur Hälfte ausgelastet. Daher spielen bereits aktuell direkte Importe von Biodiesel eine zunehmend wichtige Rolle für die Deckung des Absatzes in Deutschland (diese Importe stiegen gegenüber 2004 um das 2,5-fache an und machten in 2006 ca. 13% des Gesamtabsatzes von Biodiesel aus).

In Zukunft ist ein weiterer Anstieg direkter Importe wahrscheinlich, da gegenwärtig viele Länder in Südostasien, Afrika und Südamerika verstärkt in die Produktion von Biodiesel einsteigen und, bei deutlichen Kostenvorteilen gegenüber der Produktion in Deutschland und der EU, erklärtermaßen zukünftig hohe Absatzpotenziale durch den Export anstreben. Das 5,75%-Ziel bzw. verstärkt das 10%-Ziel der EU kann diese Entwicklung in der Tat fördern, da die inländischen Kapazitäten zur Erfüllung dieser Quote in der Gesamtheit der EU-Länder von Experten als nicht ausreichend beurteilt werden.

Der Gesamtabsatz von Biodiesel in Deutschland kann somit grundsätzlich drei Quellen entstammen:

- A) der Produktion von Biodiesel im Inland aus Raps aus inländischem Anbau,
- B) der Produktion von Biodiesel im Inland aus Raps oder anderen Ölsaaten oder Pflanzenölen aus ausländischem Anbau (importierte Vorprodukte),
- C) Direktimporten von Biodiesel (importiertes Biodiesel).

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch von Biodiesel in Deutschland sind in Tabelle 31 dargestellt (Wuppertal Institut et al. 2008)-

Tabelle 31: Inländischer Absatz von Biodiesel in Deutschland

		2004	2005	2006
1. Gesamtabsatz von Biodiesel im Inland nach Herkunft				
Gesamtaufkommen insgesamt aus allen Quellen	in t	1.185.000	1.800.000	2.791.363
darunter: aus inländischer Produktion aus inländischem Anbau von Raps	in t	878.511	1.197.403	758.829
darunter: aus inländischer Produktion aus importierten Ölsaaten oder Ölen	in t	156.489	302.597	1.663.334
darunter: aus direkten Importen von Biodiesel	in t	150.000	300.000	369.200

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Biodiesel in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 32).

Tabelle 32: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von Biodiesel in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Wachstum der Verwendung seit 2006 um 39,8%	Wachstum der Verwendung seit 2010 um 62,9%	Wachstum der Verwendung seit 2006 um 67%	Wachstum der Verwendung seit 2010 um 94,1%
im Inland	Diese setzen sich zusammen aus (1) inländische Produktion von Biodiesel aus Raps aus Anbau im Inland, und (2) inländische Produktion von Biodiesel aus Ölsaaten aus Anbau im Ausland. (1) wird berechnet aus Fläche mal Ertrag. (2) ergibt sich für 2010 aus Gesamtaufkommen minus (1) minus Direktimporte, für 2020 aus inländische Produktionskapazität PK minus (1), dabei PK nach Angaben von UFOP.			
im Ausland	Direktimporte von Biodiesel: für 2010 nach Anteil am Gesamtaufkommen wie in 2005 (ca. 17%); für 2020 berechnet aus Gesamtaufkommen minus (1) minus (2)			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Wuppertal Institut et al. (2008) dar. UFOP = Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.

Daraus resultieren die folgenden Mengen an Biodiesel für BAU I (Tabelle 33).

Tabelle 33: Absatz von Biodiesel in Deutschland - BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Gesamtabsatz von Biodiesel im Inland nach Herkunft						
Gesamtaufkommen insgesamt aus allen Quellen	in t	1.185.000	1.800.000	2.791.363	3.875.994	4.997.282
darunter: aus inländischer Produktion aus inländischem Anbau von Raps	in t	878.511	1.197.403	758.829	863.169	806.827
darunter: aus inländischer Produktion aus importierten Ölsaaten oder Ölen	in t	156.489	302.597	1.663.334	2.366.826	3.357.575
darunter: aus direkten Importen von Biodiesel	in t	150.000	300.000	369.200	645.999	832.880

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34: Absatz von Biodiesel in Deutschland - BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Gesamtabsatz von Biodiesel im Inland nach Herkunft						
Gesamtaufkommen insgesamt aus allen Quellen	in t	1.185.000	1.800.000	2.791.363	4.631.058	6.528.681
darunter: aus inländischer Produktion aus inländischem Anbau von Raps	in t	878.511	1.197.403	758.512	796.647	227.843
darunter: aus inländischer Produktion aus importierten Ölsaaten oder Ölen	in t	156.489	302.597	1.663.651	3.062.568	4.772.157
darunter: aus direkten Importen von Biodiesel	in t	150.000	300.000	369.200	771.843	1.528.681

3.3.7. Bioethanol

Bioethanol spielte in 2005 mit 0,226 Millionen Tonnen Gesamtabsatz in Deutschland und ca. 0,6% des Ottokraftstoffverbrauchs nur eine marginale Rolle. Dies ändert sich jedoch rapide. In naher Zukunft wird die Produktionskapazität aller Bioethanolfabriken in Deutschland nach Angaben des IWR (Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien) bereits ca. 1,47 Millionen Tonnen p.a. betragen. Dies umfasst Anlagen in Betrieb, im Bau, mit Baugenehmigung sowie in Planung (Stand: Januar 2007). Allein die Anlagen in Betrieb und im Bau ergeben zusammen schon eine Jahreskapazität von ca. 1,34 Millionen Tonnen.

Dabei sind die Zielvorgaben nach EU-Biokraftstoffrichtlinie und deutschen Biokraftstoffbeimischungsquoten die treibenden Kräfte. Solange keine alternativen Kraftstoffe zur Verfügung stehen, bleibt Bioethanol die einzige Alternative für die Beimischung zu Ottokraftstoff.

Wurde in 2004 der geringe Bioethanolabsatz in Deutschland noch ausschließlich direkt importiert (79.000 Tonnen), so wurden in 2005 nur noch etwa 39% über Importe gedeckt, die wegen des insgesamt stark erhöhten Aufkommens aber auf ca. 89.000 Tonnen stiegen. Die Importe stammten ausnahmslos aus Europa und wurden wie der gesamte Absatz auf Getreidebasis produziert. Der Außenhandel mit Bioethanol wird auch in Zukunft voraussichtlich eine große Rolle spielen. Sollten die hohen Importzölle im Verlauf der WTO- bzw. Mercosur- Verhandlungen in Zukunft schrittweise reduziert werden, so könnte dies in Zukunft verstärkte Importe von Bioethanol auf Zuckerrohrbasis zur Folge haben. Die EU- bzw. nationale Ziele könnten diese Entwicklung beschleunigen. Z.B. verfolgt die Regierung Spaniens, des größten Bioethanolproduzenten in Westeuropa und derzeit wichtigsten Bezugslandes für Bioethanol in Deutschland, ehrgeizige Ziele im eigenen Land: im Verkehrsbereich sollen bis 2012 17,2 % des Kraftstoffverbrauchs durch Ethanolmischungen abgedeckt werden. Dies könnte den Druck innerhalb der EU erhöhen, den Bezug

von Bioethanol aus tropischen Länder zuzulassen um die Ziele der Biokraftstoffrichtlinie auch EU-weit zu erreichen. Wir gehen in BAU davon aus, dass dies bis 2020 der Fall sein wird.

Andererseits werden große Erwartungen in die Produktion von Bioethanol aus Lignozellulose haltigen Rohstoffen gesetzt, und auch in Deutschland gibt es Pläne zur Errichtung einer Zellulose-Ethanol Produktionsanlage. Wir nehmen jedoch an, dass diese Variante längerfristig wenig relevant sein wird, da verholzte Biomasse vorwiegend über BtL oder ähnliche Verfahren genutzt werden dürfte, weil die Nutzung im trockenen Ausgangszustand voraussichtlich technisch günstiger sein dürfte.

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch von Biodiesel in Deutschland sind in Tabelle 35 dargestellt (Bundesregierung 2006; Meo Consulting Team et al. 2006; Wuppertal Institut et al. 2008, BMU 2007).

Tabelle 35: Inländischer Absatz von Bioethanol in Deutschland

		2004	2005	2006
Gesamtabsatz für Bioethanol in Deutschland				
Gesamtabsatz von Bioethanol	in t	79.000	226.000	480.000
darunter: aus inländischem Anbau von Getreide	in t		136.933	290.832
darunter: Direktimporte auf Basis von Getreide	in t	79.000	89.067	189.168

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Bioethanol in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 36).

Tabelle 36: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von Bioethanol in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Wachstum der Verwendung um 110% seit 2005; Beitrag zur Erfüllung EU-Ziel 5,75% für alle Kraftstoffe	Wachstum der Verwendung von 2,8% p.a. seit 2010; Beitrag zur Erfüllung EU-Ziel 10% für alle Kraftstoffe	Wachstum der Verwendung um 169% seit 2005; Beitrag zur Erfüllung nationales Ziel 6,75% für alle Kraftstoffe	Wachstum der Verwendung von 5,3% p.a. seit 2010; Beitrag zur (Über-)Erfüllung EU-Ziel 10% für alle Kraftstoffe
im Inland	Es wird hier nur von Getreide aus Anbau im Inland für die Produktion von Bioethanol in Deutschland ausgegangen - letztere nach aktuellen Angaben zu Produktionskapazitäten aller bestehenden, im Bau befindlichen sowie geplanten Anlagen (insgesamt ca. 1,47 Mio. Jahrestonnen ab 2010)			
im Ausland	Es wird hier ab 2010 nur von Zuckerrohr aus Anbau im Ausland für Direktimporte von Bioethanol ausgegangen - letztere ergeben sich aus Gesamtabsatzmengen minus Produktion im Inland.			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Wuppertal Institut et al. (2008) dar.

Daraus resultieren die folgenden Mengen an Bioethanol für BAU I (Tabelle 37).

Tabelle 37: Absatz von Bioethanol in Deutschland - BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
Gesamtabsatz für Bioethanol in Deutschland						
Gesamtabsatz von Bioethanol	in t	79.000	226.000	480.000	1.468.650	1.876.473
darunter: aus inländischem Anbau von Getreide	in t		136.933	290.832	1.468.650	1.468.650
darunter: Direktimporte auf Basis von Getreide	in t	79.000	89.067	189.168		
darunter: Direktimporte auf Basis von Zuckerrohr	in t					407.824

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 38 dargestellt.

Tabelle 38: Absatz von Bioethanol in Deutschland - BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
Gesamtabsatz für Bioethanol in Deutschland						
Gesamtabsatz von Bioethanol	in t	79.000	226.000	480.000	2.133.000	3.263.071
darunter: aus inländischem Anbau von Getreide	in t		136.933	290.832	1.468.650	1.468.650
darunter: Direktimporte auf Basis von Getreide	in t	79.000	89.067	189.168		
darunter: Direktimporte auf Basis von Zuckerrohr	in t				664.351	1.794.421

3.3.8. BtL (Biomass-to-Liquid)

BtL gilt vielfach als aussichtsreiche Option zur Erhöhung des Anteils von Kraftstoffen auf nachwachsender Basis in der Zukunft. Aktuell (2007) werden jedoch erst geringe Mengen tatsächlich produziert, und eine erste von fünf geplanten Großproduktionsanlagen soll erst ab 2008 gebaut werden und in 2010 die Produktion aufnehmen.

Eine Reihe von Unsicherheiten begleiten die Einschätzung der zukünftigen Potenziale für BtL (siehe z.B. Meo et al. 2006). Darüber hinaus ist derzeit nicht absehbar, welchen primären Flächenbedarf für Anbaubiomasse die zukünftige BtL Produktion haben könnte, und wo dieser denn lokalisiert wäre, im Inland oder auch im Ausland. Aktuelle Pläne von CHOREN fassen ausdrücklich die Option ins Auge, Importbiomasse gezielt zur Vergrößerung der Anlagenkapazität einzusetzen.

Aus den genannten Gründen gestaltet sich die Schätzung des zukünftigen globalen Flächenbedarfs für den Absatz von BtL in Deutschland als nahezu unmöglich. Wir haben dennoch in dieser Studie den Versuch unternommen, basierend auf einfachen Annahmen (siehe Box) eine vage Einschätzung der zukünftigen Potenziale und Flächenerfordernisse für BtL zu treffen. Diese Modellierung kann bei Vorliegen verlässlicher Projektionen bzw. plausiblerer Experteneinschätzung entsprechend angepasst werden.

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von BtL in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 39).

Tabelle 39: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von BtL in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	CHOREN Beta-Anlage in Freiberg soll ab Herbst 2007 jährlich ca. 15000 Tonnen BtL produzieren, dies wird auch für 2010 unterstellt	CHOREN strebt die Errichtung von Produktionskapazitäten von 1 Mio.t BtL/a in den nächsten Jahren in Deutschland an. Für 2020 wird hier 1 Mio.t BtL/a unterstellt.	wie BAU I	BAU I mal 1,5 = 1,5 Mio. t/a
im Inland	Es wird davon ausgegangen, dass (1) 50% der Substrate Anbaubiomasse sind und (2) dass in 2020 und 2030 50% der Anbaubiomasse (Energiepflanzen) aus Anbau im Inland kommen, in 2010 100%.			
im Ausland	Es wird davon ausgegangen, dass in 2020 und 2030 50% der Anbaubiomasse (Energiepflanzen) zur BtL-Produktion in Deutschland aus Anbau im Ausland kommen, in 2010 nichts.			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Wuppertal Institut et al. (2008) dar.

Daraus resultieren die folgenden Mengen an BtL für BAU I (Tabelle 40).

Tabelle 40: Absatz von BtL in Deutschland - BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Gesamtaufkommen im Inland:						
BtL	in PJ				0,7	43,7
BtL	in t				15.000	1.000.000
1.1. Gesamtaufkommen aus Anbaubiomasse:						
Insgesamt	in PJ				0,7	21,9
davon: aus inländischem Anbau	in PJ				0,7	10,9
davon: aus Anbau im Ausland	in PJ					10,9

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 41 dargestellt.

Tabelle 41: Absatz von BtL. in Deutschland - BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Gesamtaufkommen im Inland:						
BtL	in PJ	0	0		0,7	65,6
BtL	in t	0	0		15.000	1.500.000
1.1. Gesamtaufkommen aus Anbaubiomasse:						
Insgesamt	in PJ				0,7	32,8
davon: aus inländischem Anbau	in PJ				0,7	16,4
davon: aus Anbau im Ausland	in PJ					16,4

3.3.9. Beitrag der Biokraftstoffe zu EU- und nationalen Zielen

Die zuvor beschriebenen BAU-Szenarien zu Pflanzenöl als Direktkraftstoff, Biodiesel, Bioethanol und BtL führen dazu, dass in 2010 und in 2020 die EU-Ziele bzw. die nationalen deutschen Ziele laut Biokraftstoffquotengesetz sowie den aktuellen Zielsetzungen laut „Mesebergern Beschlüssen“ bzw. „Roadmap Biokraftstoffe“ erreicht bzw. zumeist sogar übererfüllt werden⁶². Dies zeigt die folgende Übersicht, die die prozentualen Anteile von Biokraftstoffen am Benzin-, Diesel- sowie gesamten Kraftstoffverbrauch den Zielwerten gegenüber stellt:

⁶² Bereits in 2006 wurde eine Quote von 6,6% erreicht (BMU: Erneuerbare Energien in Zahlen 2007).

Tabelle 42: Anteile aller Biokraftstoffe nach BAU I und BAU II am Kraftstoffverbrauch in Deutschland 2010 und 2020 - Vergleich mit nationalen und EU-Zielen zum Quoteneinsatz von Biokraftstoffen (Bezug: Energiegehalt)

Biokraftstoffe: Pflanzenöl, Biodiesel, BtL, Bioethanol				
	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Anteile am Benzinverbrauch	4,62%	8,46%	6,57%	13,84%
Anteile am Dieselverbrauch	11,67%	16,77%	13,35%	21,89%
Anteile am gesamten Kraftstoffverbrauch	9,20%	14,59%	10,97%	19,78%
	2010	2020		
EU-Ziele	5,75%	10,00%		
D-Ziele	6,75%	17,00%		

Quellen: EU, BMU, Wuppertal Institut et al. (2008)

3.3.10. Biogas als Kraftstoff

Status Quo (Stand Februar 2007) ist, dass seit Juni 2006 die erste öffentliche Biogastankstelle im niedersächsischen Wendland in Betrieb ist. Diese ist nicht an ein Ergasnetz angeschlossen. Bereits in den ersten Monaten nach Eröffnung sind 80 zusätzliche Biogasfahrzeuge in der Region verkauft worden, was auf eine hohe Akzeptanz von Biomethan als Kraftstoff hindeutet (WEGAS 2006). Diese Form der Erdgasnetzunabhängigen Verwendung von Biogas als Kraftstoff ist durch regionale Gasqualitäten bedingt und wird daher nach Einschätzung von Experten ein Sonderfall bleiben.

Dagegen kann von der Beimischung von Biogas zu Erdgas als Kraftstoff ein höheres Potenzial in Zukunft erwartet werden. Bis 2010 soll dem in Deutschland als Kraftstoff verwendeten Erdgas bis zu 10 Prozent Biomethan beigemischt werden. Dies sieht eine Selbstverpflichtung des Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) vor. Die Voraussetzung sei, dass die Steuerermäßigung für Erdgas als Kraftstoff und die Steuerbefreiung für Biomethan erhalten bleiben, so der BGW (Köpke 2007).

In den kommenden zwei Jahren (bis 2009) wird die E.ON Ruhrgas AG weitere 150 Erdgastankstellen (aktuell gibt es etwa 750 Erdgastankstellen in Deutschland) an deutschen Autobahnen errichten, an denen mittelfristig auch Biomethan verfügbar sein wird. Zudem kooperiert die E.ON Ruhrgas AG mit deutschen Autoherstellern zur Entwicklung von Erdgasfahrzeugen.

Die weitere Nutzung von Biogas als Kraftstoff würde erleichtert, wenn eine Einspeisung in Gasnetze erfolgt und das Biogas an Standorten mit einer hinreichend großen Frequenz an Fahrzeugen in einer Tankstelle entnommen wird (Neumann 2007). Diese Nutzung konkurriert mit der Umwandlung von Biogas in BHKW in Strom u. Wärme. Für die im Folgenden beschriebenen BAU-Szenarien wurde die Einschätzung von Experten für die zukünftigen Potenziale von Biogas als Kraftstoff zugrunde gelegt (Wuppertal Institut, FG 1, persönliche Mitteilungen vom 8. und 9.3.2007).

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Biogas als Kraftstoff in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 43).

Tabelle 43: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Absatz von Biogas als Kraftstoff in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Basis: 0,5% Anteile von CNG am gesamten Kraftstoffverbrauch, davon 10% Anteile Biogas an CNG	Basis: 2% Anteile von CNG am gesamten Kraftstoffverbrauch, davon 10% Anteile Biogas an CNG	wie BAU I	Basis: 3,5% Anteile von CNG am gesamten Kraftstoffverbrauch, davon 10% Anteile Biogas an CNG
im Inland	Es wird davon ausgegangen, dass 10% der Gesamtmengen auf Anbaubiomasse (Energiepflanzen) im Inland entfallen.			
im Ausland	wird hier nicht in Betracht gezogen			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Wuppertal Institut et al. (2008) dar. CNG = Compressed Natural Gas.

Daraus resultieren die folgenden Mengen an Biogas als Kraftstoff für BAU I (Tabelle 44).

Tabelle 44: Absatz von Biogas als Kraftstoff in Deutschland – BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Einsatz von Biogas als Kraftstoff im Inland						
Biogas als Kraftstoff	in PJ				1,1	3,9
1.1. darunter: Biogas aus Anbaubiomasse						
Biogas als Kraftstoff	in PJ				0,1	0,4

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 45 dargestellt.

Tabelle 45: Absatz von Biogas als Kraftstoff in Deutschland – BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Einsatz von Biogas als Kraftstoff im Inland						
Biogas als Kraftstoff	in PJ				1,2	7,1
1.1. darunter: Biogas aus Anbaubiomasse						
Biogas als Kraftstoff	in PJ				0,1	0,7

3.3.11. Anbaubiomasse aus Landwirtschaft für elektrische Energie

Nachwachsende Rohstoffe zur Stromerzeugung⁶³ in Deutschland waren in 2006 Biogas (38% der Endenergie), biogene feste Brennstoffe (51% der Endenergie) und biogene flüssige Brennstoffe (11% der Endenergie) (BMU: Erneuerbare Energien in Zahlen 2007).

Von den eingangs genannten Nawaro werden im Folgenden zunächst Energiepflanzen zur Biogaserzeugung und flüssige Bioenergieträger wegen ihrer landwirtschaftlichen Flächenrelevanz und damit potenzieller Nutzungskonkurrenz weiter betrachtet. Darunter werden wiederum die Biomassen untersucht, welche einen direkten und primären Flächenbedarf aufweisen, diese sind konkret Pflanzenöle (Rapsöl und Palmöl) zur Stromerzeugung und Energiepflanzen zur Produktion von Biogas zur Stromerzeugung (meo et al. 2006). Die Produktion von Biogas aus Abfall- und Reststoffen (z.B. Gülle) oder die potenzielle Nutzung von landwirtschaftlichen Erntenebenprodukten wie Stroh zur Verstromung sind zwar Bestandteile von Energieszenarien und wirken sich positiv im Hinblick auf die

⁶³ Es wird hier nur die Stromerzeugung in Deutschland betrachtet. Stromimporte tragen einen zunehmenden Anteil zum Aufkommen in Deutschland bei, der 2004 bei 20% lag. Für den Zeitraum bis 2020 wird von einer Steigerung des Importanteiles auf 40% ausgegangen (meo et al. 2006). Ein unbekannter Anteil der Stromimporte kann aus Anbaubiomasse erzeugt worden sein, für die eine entsprechende Anbaufläche im Ausland in Rechnung gestellt werden müsste. Dies kann aufgrund fehlender Daten hier nicht geleistet werden, es ergibt sich dadurch weiterer F+E-Bedarf.

Einsparung fossiler Energie und die Minderung von Treibhausgasen aus⁶⁴. Da sie als Nebenprodukte oder Abfälle/Reststoffe gelten, werden sie nicht als primär flächenrelevant angesehen und gehen selbst nicht in die Flächenberechnung ein. So wird zum Beispiel der reale Flächenbedarf zum Anbau von Getreide vollständig der Körnerernte zugerechnet während die Strohernte ohne Flächenzurechnung bleibt⁶⁵. Die Fläche für Getreideanbau stellt dennoch die Obergrenze für das mögliche Strohaufkommen dar.

Die energetische Nutzung von Holz für Strom/Wärme und potenziell auch für Kraftstoffe wird in Kapitel 3.1.11 behandelt.

Die globale Flächeninanspruchnahme für Nawaro zur Stromerzeugung in Deutschland wird in Kapitel 3.4 dargestellt.

Der Markt für flüssige Bioenergieträger zur Stromerzeugung war bis 2005 nur von untergeordneter Bedeutung und beruhte überwiegend auf der Verwendung von Rapsöl in kleinen Anlagen (bis ca. 100 kW). Erstmals in 2005 wurden geringe Mengen Palmöl von 1300 Tonnen in BHKW eingesetzt. Nach neuesten Zahlen für 2006 stieg der Palmöleinsatz zur Verstromung jedoch sprunghaft auf 331.000 Tonnen an (IE Leipzig 2007). Der Rapsöleinsatz in BHKW lag dagegen mit ca. 69.000 Tonnen in 2006 deutlich niedriger (IE Leipzig 2007).

Allerdings ist der stationäre Einsatz von Palmöl mit hohen rechtlichen Unsicherheiten bezogen auf die Pflicht der Netzbetreiber zur Gewährung der EEG-Vergütung bzw. speziell des NAWARO-Bonus verbunden. Der vom Bundeskabinett am 05.12.07 beschlossene Entwurf zur Novellierung des EEG unterscheidet diesbezüglich explizit zwischen zulässigen (Positivliste) und unzulässigen (Negativliste) Biomassen.

⁶⁴ Das gesamte Biomassepotenzial in Deutschland für energetische Nutzung wird auf ca. 260 PJ/a geschätzt (Wuppertal Institut et al. 2005 – vgl. Abbildung 7; Meo et al. 2006). Davon entfällt ca. ein Drittel auf Anbaubiomasse (ca. 85 PJ), ca. 12% auf halmgutartige Rückstände (30 PJ), ca. 37% auf Exkremente und Einstreu (96 PJ), der Rest auf andere Rückstände und Abfälle aus Industrie und Kommunen. Dieses Potenzial wurde in 2006 zu etwa 18% für die Biogaserzeugung genutzt. Es verbleibt somit ein hohes Restpotenzial von ca. 213 PJ. Dieses kann zum einen die Biogaserzeugung bedienen, die laut Leitszenario 2006 (Nitsch 2007) in 2030 maximal 81 PJ aus Nicht-Anbaubiomasse beanspruchen würde. Zum anderen bliebe Potenzial für andere Nutzungen wie für die BtL-Produktion, die insgesamt nach BAU (Wuppertal Institut et al. 2008) maximal 44 PJ aus Nicht-Anbaubiomasse in 2030 erreichen würde.

⁶⁵ Diese Vorgehensweise entspricht den üblichen Konventionen der Produktökobilanzierung. Dabei ist die Definition von Haupt- und Nebenprodukten sowie Abfällen/Rückständen entscheidend. Besteht wie bei der Ölsaaterzeugung ein ökonomisches Interesse sowohl an der Produktion von Pflanzenöl als auch an den dabei anfallenden Pressrückständen (zur Viehfütterung), so wird der Flächenbedarf bei mehreren Hauptprodukten gemäß den Gewichtsanteilen aufgeteilt (z.B. Ölsaaten werden auf die daraus hergestellten Öle und Ölkuchen aufgeteilt).

Palmöl und Sojaöl dürfen demnach nur dann den Bonus für nachwachsende Rohstoffe erhalten, „... sofern nachweislich die Anforderungen der Verordnung nach § 64 Abs. 2 Nr. 1 eingehalten sind ...“ (EEG-Entwurf, Anlage 2 III Positivliste Punkt 6). Dazu sind konkrete Anforderungen bezogen auf eine nachhaltige Bewirtschaftung land- und forstwirtschaftlicher Flächen, den Schutz natürlicher Lebensräume und eine bestimmte Treibhausgasminde rung zu erfüllen und nachzuweisen. Analoge Anforderungen gelten seit der Verabschiedung der Nachhaltigkeitsverordnung generell auch für Bio-Kraftstoffe und deren Anrechenbarkeit auf die geltenden Quoten für die Beimischung gemäß Biokraftstoffquotengesetz.

Für den Einsatz von Palmöl zur Stromerzeugung in den BAU-Szenarien bedeutet dies, dass der bisherige Trend nicht linear fortgeschrieben wurde. Vielmehr flacht der gegenwärtige Trend in BAU I bereits bis 2010 deutlich ab und verbleibt in der Folgezeit bis 2020 auf diesem Niveau. In BAU II wird eine abgeschwächte weitere Zunahme bis 2020 angenommen.

Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass auch eine produktspezifische Zertifizierung, wie sie im Entwurf der Nachhaltigkeitsverordnung vorgesehen ist, bestimmte Probleme nicht hinreichend lösen kann, da sie aller Voraussicht nach nicht geeignet ist, Landnutzungsänderungen durch Ausweitung der benötigten Anbauflächen und damit verbundene zusätzliche Umweltbelastungen zu vermeiden. Es besteht im Gegenteil Anlass zu der Vermutung, dass das Instrument der Zertifizierung durch die vorgebliche Absicht, einen wirksamen Klima- und Ressourcenschutz zu gewährleisten, die Nachfrage weiter ansteigen lässt und damit insbesondere im Hinblick auf die Folgen der Biodieselproduktion zur Verschlimmerung der Entwicklung beiträgt.

Für Rapsöl wird erwartet, dass dieses zukünftig verstärkt in Mini- und Klein-BHKW eingesetzt werden wird (Wuppertal Institut, FG 1, persönliche Mitteilung).

In 2004 wurden etwa 1,7 TWh an elektrischer Energie aus Biogas erzeugt. Von dem vorhandenen inländischen Biomassepotenzial von 260 PJ/a⁶⁶ (davon ca. 33% Nawaro – Wuppertal Institut et al. 2005 – vgl. Abbildung 7) wurden etwa 15 PJ/a (6%) genutzt. Hiervon entfiel ein geschätzter Anteil von 1,5 PJ (10%) auf Nawaro aus

⁶⁶ Wuppertal Institut et al. (2005): von den 260 PJ/a sind: Ernterückstände und Exkremente 44%, industrielle Reststoffe 5%, kommunale Reststoffe 18%, Nawaro (auf 555.000 ha) 33%.

Anbaubiomasse (Meo et al. 2006). Der größere Biomasseanteil zur Biogaserzeugung entfiel 2004 somit auf den Einsatz von Gülle und anderen Abfall- bzw. Reststoffen.

In 2005 wurde die inländische Anbaufläche für Energiegetreide, -gräser und –mais gegenüber 2004 um mehr als das Sechsfache ausgeweitet. Daraus ergibt sich ein Einsatz von ca. 9,3 PJ Energiepflanzen zur Biogaserzeugung in 2005. Nach Angaben des Fachverbandes Biogas wurden in 2006 bereits ca. 18 PJ bzw. ca. 5 TWh Strom aus Biogas produziert (Da Costa Gomez 2007). Dies verdeutlicht die berichtete starke Marktentwicklung für Biogassubstrate aus Nawaro.

Die Teilstudie „Elektrische Energie“ des Institut für Energetik und Umwelt in Leipzig im Rahmen der Studie „Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe“ (meo et al. 2006) geht von starken Wachstumspotenzialen für den Einsatz von Biogassubstraten zur Stromerzeugung aus und beziffert diese mit 34 PJ/a bis 2010, und 63 PJ/a bis 2020.

Ausgangswerte für den inländischen Verbrauch von Anbaubiomasse zur Stromerzeugung in Deutschland sind in Tabelle 46 dargestellt (Wuppertal Institut et al. 2008).

Tabelle 46: Inländischer Einsatz von Anbaubiomasse zur Stromerzeugung in Deutschland

		2004	2005	2006
1. Stationärer Einsatz von Pflanzenölen zur Stromerzeugung				
Rapsöleinsatz zur Stromerzeugung	in t	23.000	26.900	35.104
Palmöl zur Stromerzeugung	in t		1.300	67.298
2. Biogas aus Nawaro zur Stromerzeugung:				
2.1. Nawaro zur Stromerzeugung	in PJ	1,5	9,3	16,4

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Pflanzenölen zur Stromerzeugung in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 47).

Tabelle 47: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Einsatz von pflanzlichen Ölen zur Stromerzeugung in Deutschland.

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Rapsöl zur Stromerzeugung: 155 kt; Palmöl zur Stromerzeugung: 665 kt	Rapsöl zur Stromerzeugung: 213 kt; Palmöl zur Stromerzeugung: wie 2010	Rapsöl zur Stromerzeugung: wie BAU I; Palmöl zur Stromerzeugung: 689 kt	Rapsöl zur Stromerzeugung: wie BAU I; Palmöl zur Stromerzeugung: 948 kt
im Inland	Es wird davon ausgegangen, dass Rapsöl nur aus Anbau im Inland stammt.			
im Ausland	Es wird davon ausgegangen, dass Palmöl nur aus Anbau im Ausland stammt.			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Wuppertal Institut et al. (2008) dar.

Die Mengengerüste für den inländischen Verbrauch von Energiepflanzen für die Biogaserzeugung zur Stromerzeugung in Deutschland in den beiden BAU-Szenarien wurden wie folgt erstellt (Tabelle 48).

Tabelle 48: Herleitung der BAU-Szenarien für den inländischen Einsatz von Energiepflanzen zur Stromerzeugung in Deutschland

	BAU I		BAU II	
	2010	2020	2010	2020
Mengen	Stromerzeugung aus Biogas aus Energiepflanzen: 34 PJ/a in 2010 (IE Leipzig)	Stromerzeugung aus Biogas aus Energiepflanzen: 63 PJ/a in 2020 (IE Leipzig)	wie BAU I	wie BAU I
im Inland	Es wird davon ausgegangen, dass das Gesamtaufkommen auf Anbaubiomasse (Energiepflanzen) im Inland entfällt.			
im Ausland	wird hier nicht in Betracht gezogen			

Anmerkung: die gelb markierten Zellen stellen Annahmen nach Wuppertal Institut et al. (2008) dar.

Daraus resultieren die folgenden Mengen an pflanzlichen Ölen zur Stromerzeugung für BAU I (Tabelle 49).

Tabelle 49: Einsatz von pflanzlichen Ölen zur Stromerzeugung in Deutschland – BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Stationärer Einsatz von Pflanzenölen zur Stromerzeugung						
1.1.1. Rapsöleinsatz zur Stromerzeugung	in t	19.961	26.930	35.104	154.872	212.919
1.1.2. Palmöl zur Stromerzeugung	in t	0	1.300	67.298	664.909	664.909

Die entsprechenden Mengen nach BAU II sind in Tabelle 50 dargestellt.

Tabelle 50: Einsatz von pflanzlichen Ölen zur Stromerzeugung in Deutschland – BAU II

		2004	2005	2006	2010	2020
1. Stationärer Einsatz von Pflanzenölen zur Stromerzeugung						
1.1.1. Rapsöleinsatz zur Stromerzeugung	in t	19.961	26.930	35.104	154.872	212.919
1.1.2. Palmöl zur Stromerzeugung	in t	0	1.300	67.298	689.884	948.457

Für den Einsatz von Energiepflanzen zur Stromerzeugung nach BAU I ergeben sich die in Tabelle 51 dargestellten Mengen.

Tabelle 51: Einsatz von Energiepflanzen zur Stromerzeugung in Deutschland – BAU I

		2004	2005	2006	2010	2020
2. Biogas aus Nawaro zur Stromerzeugung:						
2.1. Nawaro zur Stromerzeugung	in PJ	1,5	9,3	16,4	34	63

Die Mengen an Energiepflanzen zur Stromerzeugung nach BAU II entsprechen denen in BAU I.

Insgesamt würden nach BAU I in 2020 ca. 96 PJ an Nawaro zur Stromerzeugung in Deutschland eingesetzt werden, davon ca. 8 PJ Rapsöl aus inländischem Anbau, 25 PJ Palmöl und 63 PJ Energiepflanzen aus Anbau im Inland. Insgesamt würden somit in 2020 nach BAU I ca. 71 PJ durch Nawaro aus inländischem Anbau bereitgestellt werden können. Das entspräche knapp einem Drittel des von Ramesohl et al. (2006) eingeschätzten Biogaspotenzials aus Nawaro in Deutschland im Jahre 2020 (vgl. Abbildung 7).

Nach BAU II würde mit 107 PJ in 2020 etwa um 11% mehr Energie aus Nawaro zur Stromerzeugung in Deutschland erzielt werden als in BAU I, davon ca. 8 PJ Rapsöl aus inländischem Anbau, 36 PJ Palmöl und 63 PJ Energiepflanzen aus Anbau im

Inland. Insgesamt würden somit in 2020 nach BAU II genauso viel Nawaro aus inländischem Anbau bereitgestellt werden können wie in BAU I.

3.3.12. Holz

Im Folgenden werden Mengengerüste für Holz für BAU I und BAU II sowie die Bilanz zum prognostizierten Holzrohstoffaufkommen und -verwendung für die Jahre 2010 und 2020 dargestellt.

Für die Mengengerüste in BAU I und BAU II wird auf die bestehenden Szenarien zurückgegriffen, die von Mantau et al. (2007) auf Basis der „European Forest Sector Outlook Study“ (EFSOS) (UNECE, 2005) entworfen wurden⁶⁷. Mantau et al. (2007) berechnen zum einen basierend auf der EFSO-Studie die Mengen der stofflichen Holzrohstoffverwendungen der holzbasierten Industrie⁶⁸ für die Jahre 2010 und 2020 (Tabelle 52). Dazu kommen die Holzrohstoffmengen für die energetische Nutzung. Hierfür bewerten Mantau et al. (2007) nationale und europäische energiepolitische Ziele hinsichtlich erneuerbarer Energie, Bioenergie und (falls verfügbar) Holzenergie für 2020 und übersetzen diese Ziele über einfache und transparente Annahmen (z.B. der Anteil von Holz an Bioenergie bleibt auf den Niveau von 2005) in Holzrohstoffmengen für die energetische Nutzung. Die stofflichen und energetischen Nutzungen werden dann für das „business as usual“ Szenario addiert. Für ein zweites, realistischeres Szenario, das die Entwicklung der anderen erneuerbaren Energien, Effizienzsteigerungen sowie Preisentwicklungen berücksichtigt, gehen Mantau et al. hinsichtlich der Holzenergie von einer um 25 % reduzierten Mengenentwicklung aus (Mantau et al. 2007). Dieses „75 % Szenario“ soll im Folgenden als BAU I bezeichnet werden, während das erste Szenario (Business as usual) als BAU II bezeichnet werden soll.

Tabelle 52 gibt einen Überblick über die von Mantau et al. erstellte Holzrohstoffbilanz, in der die **Verwendung** von Holzrohstoffen dem prognostizierten **Aufkommen in 2010 und 2020** gegenüber gestellt wurde. Diese Holzrohstoffbilanz kann Lücken in der Statistik nachweisen, die sich entweder durch fehlende und mangelnde Datenverfügbarkeit (entweder auf der Inlandsaufkommens-,

⁶⁷ Die Studie von Mantau ist eine vorläufige Version der dazu gehörigen Studie, die als Beitrag und Hintergrund zu den Diskussionen auf dem UNECE/ FAO Policy Forum dienen soll. Die genannten Zahlen sind demgemäß als vorläufig zu betrachten. Sie sollen hier aber dennoch zur Skizzierung einer möglichen Mengenentwicklung genutzt werden.

⁶⁸ Dazu gehören Säge-, Holzwerkstoff- sowie und Papier- und Zellstoffindustrie.

Import/Export- oder der Verwendungsseite) oder durch eine tatsächliche Versorgungslücke erklären lassen (Mantau et al. 2007).

Tabelle 52: Holzrohstoffverwendung Deutschland 2005 und Prognosen für 2010 und 2020 [in Mio. m³]

	2005	Bau I *		BAU II	
		2010	2020	2010	2020
Holzrohstoffaufkommen**	107	108	109	108	109
Holzrohstoffverwendung	111	114	144	128	168
Stofflich	69,7	70,5	72,3	70,5	72,3
	Sägeindustrie	36,7	36,1	34,8	36,1
	Holzwerkstoffe	20,5	22,4	26,6	22,4
	Holz- und Zellstoff	10,3	9,8	8,7	9,8
	Sonstige	2,2	2,2	2,2	2,2
Energetisch	40,9	43,5	71,7	58,0	95,6
Bilanz	-3	-6	-45	-20	-57

* BAU I: Energetische Verwendungen des BAU II um 25 % reduziert.

** Das Holzrohstoffaufkommen setzt sich aus dem Einschlag, nicht erfasstem Einschlag sowie Im- und Exporten der jeweiligen Holzrohstoffsortimente zusammen.

Quelle: Mantau et al. (2007) und eigene Berechnungen (Interpolation für BAU I 2010).

Insgesamt wird sich demnach das **Aufkommen bis 2020** unter der Annahme gleich bleibender Wachstumsraten für Rohholzaufkommen und Außenhandel nur leicht erhöhen (Mantau et al. 2007). Rein rechnerisch besteht zwar eine Potentialreserve (Ochs/ Duschl/ Seintsch, 2007), die zur Erhöhung des inländischen Rohholzaufkommens genutzt werden könnte, wie viel davon tatsächlich ökonomisch aktiviert werden kann, hängt von den aktuellen Preisen ebenso ab wie von der Bereitschaft der Betroffenen, das Potenzial auch zu nutzen. Diese Bereitschaft ist nicht immer gegeben. In den Waldeigentumsformen Staatswald, Landeswald sowie in größeren Privatwaldgebieten sind die Potenziale einer erhöhten Nutzung des heimischen Wirtschaftswaldes weitgehend ausgeschöpft (Polley/ Kroihner 2006). Hier können in Abhängigkeit der Baumart und Altersklasse nur kleinere Steigerungen erfolgen. Die Potenziale für eine erhöhte Mobilisierung liegen hauptsächlich in den kleineren Privatforsten sowie in bestimmten Waldholzsortimenten. Diese Potenziale sind allerdings schwierig zu mobilisieren, da sich hier ca. 2 Millionen Waldbesitzer eine Fläche von 5 Mio. ha teilen (Mrosek/Kies/Schulte 2005). Fast 60 Prozent der Privatwaldbesitzer haben kleinere Flächen als 20 ha (BMELV 2004). Durch Maßnahmen wie Zusammenschlüsse von Privatwaldbesitzern zu

Forstbetriebsgemeinschaften soll eine Holzmobilisierung in Kleinprivatwäldern bewirkt werden. Die größten Potenziale sind im Bereich des Waldrestholzes (nicht genutztes Derbholz) zu finden, allerdings mit geminderten Nutzungsanteilen auf Grund ökonomischer und ökologischer Nachteile (Mantau 2006, Kändler 2006). Das Aufkommen ist abhängig von den Baumarten, dem Rohholzaufkommen und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, da Rest- und Schwachholz nur in Abhängigkeit zum Einschlag anfallen, der Wirtschaftlichkeitskriterien unterliegt (Fritsche et al. 2004).

Die **Holzverwendung in der Holz- und Forstwirtschaft** wird langfristig durch eine Reihe von folgenden **Einflussfaktoren** bestimmt (Detten 2007, Behrendt et al. 2007).

Die **inländische Nachfrage nach Holzrohstoffen und Holzprodukten** wird langfristig weiterhin steigen trotz einer stagnierenden Entwicklung bei rein konjunktureller Betrachtung. Durch den starken Anstieg der Energiepreise wird die stoffliche und energetische Rohholznutzung aber insgesamt wettbewerbsfähiger und zudem werden Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsaspekte eine Rolle für die zukünftige Binnennachfrage spielen. Die langfristige Entwicklung der energetischen Rohholznutzung ist aufgrund der unklaren Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Biomasse-Energieträgern ungewiss (Detten 2007).

Der **Außenhandel der deutschen Holzindustrie** wird aufgrund der globalen Nachfrage nach deutschen Holzrohstoffen und Holzprodukten kontinuierlich und deutlich wachsen. Gleichzeitig wächst auch der Konkurrenzdruck durch Angebote aus ausländischer Plantagenwirtschaft mit niedrigen Lohn- und Rohstoffkosten. Wie sich der Ölpreis langfristig als ein wichtiger Einflussfaktor entwickeln wird, ist unklar (Detten 2007).

Die heutigen Trends einer sich veränderten **Struktur der Holzindustrie** setzen sich bis nach 2020 fort. Einerseits finden Konzentrationsprozesse in der Holzindustrie statt (wachsende Verarbeitungsvolumen oder -kapazitäten in Unternehmen) und andererseits eine Ausdifferenzierung in Global Player und Nischenanbieter. Die **Technologieentwicklung** beeinflusst die Struktur der Holzindustrie langfristig durch die Entstehung neuer Produktionsbereiche durch Produkte wie hybride Werkstoffe und der Holzverwendung in der chemischen Industrie („Ent-Naturierung von Holz“) und Anwendungen in Systemlösungen (Detten 2007, Behrendt et al. 2007). Der

Wandel von **Lebensstilen** wirkt sich nach Behrendt et al. (2007) durch neue Zielgruppen positiv auf die Holzverwendung im Baubereich aus.

Die **Holzrohstoffbilanz** für Deutschland ergab im Jahr 2005 insgesamt eine Differenz zwischen Rohholzaufkommen und -verwendung von ca. 3,4 Mio. m³ (Mantau et al. 2007). Betrachtet man die Annahmen für die Jahre 2010 und 2020 wird deutlich, dass die Differenz steigt und die Verwendung das Aufkommen bei weitem übertrifft. Im Jahr 2005 wurden Holzrohstoffe in Deutschland zu 63% stofflich und zu 37% energetisch genutzt. Bis zum Jahr 2020 würde sich bei einem steigenden Bedarf unter der Vorgabe der EU Ziele (erneuerbare Energie) das Verhältnis deutlich in Richtung der energetischen Nutzung verschieben. Die Kalkulationen zeigen auch, dass der Bedarf zur Erfüllung der energiepolitischen Ziele unter diesen Voraussetzungen nicht gedeckt werden kann.

Aufgrund der vielfältigen Einflussmöglichkeiten und Variabilitäten besteht Forschungsbedarf zu den Potenzialen des Rohholzaufkommens (Mantau/Sörgel 2006, Mantau et al. 2007). Die tatsächliche Nutzung des potenziellen Rohholzaufkommens, d.h. die mögliche Steigerung des Einschlags, wird unterschiedlich angegeben (siehe Kap. 3.1). Eine Erhöhung des Holzangebotes scheint z.B. mit einer veränderten Waldbewirtschaftung, Schnellwuchsplantagen oder der Rohholzmobilisierung bisher wenig/ungenutzter Waldflächen möglich. Ebenso haben neben den regional unterschiedlichen Holzaufkommen (siehe Polley/Kroiher 2006) die forstpolitische Situation und gesellschaftliche Strukturen einer Region (siehe u.a. UNI Göttingen 2006) sowie Klimaveränderungen und neuartige Waldschäden einen Einfluss auf das Rohholzaufkommen (Behrendt et al. 2007).

3.3.13. Zusammenfassung: Mengengerüst für nachwachsende Rohstoffe

Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau

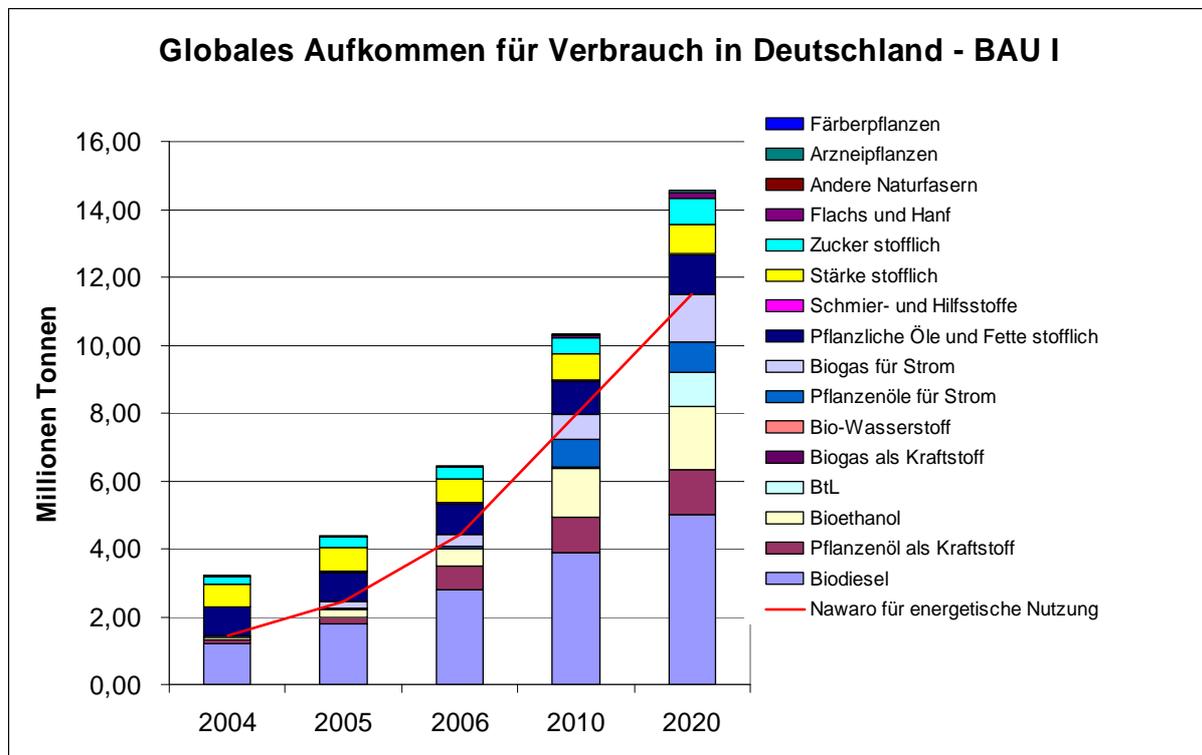
Die Gesamtschau der in den vorigen Abschnitten beschriebenen Nawaro-Segmente ergibt für BAU I in 2020 eine Gesamtmenge für die inländische Verwendung in Deutschland von ca. 14,6 Millionen Tonnen nachwachsende Rohstoffe bzw. Produkte daraus (Abbildung 9), darunter ca. 11,5 Millionen Tonnen für energetische Nutzungen. Gegenüber dem Ausgangsjahr 2004 würden unter BAU I Bedingungen in 2020 insgesamt etwa 4,5mal so viel Nawaro in Deutschland genutzt werden. Bei den energetischen Nawaro wären das ca. 7,9mal, bei den stofflichen Nawaro nur ca. 1,7mal mehr.

Hier werden zunächst die Mengenströme dargestellt (Abbildung 9). Die dazu korrespondierende globale Flächenbelegung für die inländische Verwendung von Nawaro in Deutschland wird weiter unten aufgezeigt (Abbildung 10 in Kapitel 3.4).

Eine vergleichende Darstellung der Entwicklung von Mengen (in Tonnen), globalen Flächenerfordernissen (in Hektar) und Energie (in TJ) durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (außer Holz) in Deutschland 2004 bis 2006 und in den BAU Szenarien I und II 2010 und 2020 wird im Anhang 4 zu diesem Bericht gegeben.

Die Entwicklung der inländischen Nutzung energetischer Nawaro stellt also die Hauptantriebskraft für die deutliche Steigerung der Nutzung von Nawaro bis 2020 dar. Unter BAU Bedingungen sind dies aus heutiger Sicht vor allem die Biokraftstoffe der ersten Generation, nämlich Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl als Direktkraftstoff. Daneben fallen vor allem Biogas (aus Mais) zur Verstromung sowie künftig BtL ins Gewicht.

Die wichtigsten treibenden Kräfte für diese Entwicklung sind somit die Biokraftstoffquotenregelungen auf EU- und nationaler Ebene und daneben die Vergünstigungen für Nawaro aus Anbaubiomasse zur Verstromung. Die im letztgenannten Bereich überwiegend eingesetzten Rest- und Abfallstoffe sind dagegen ökologisch positiv zu bewerten, tragen nicht zu Nutzungskonkurrenzen bei (Anbau-)Biomassen bei und wurden in der vorliegenden Studie nicht weiter betrachtet.

Abbildung 9: Nawaro für den Verbrauch in Deutschland aus inländischer Produktion und Importen – BAU I

Anmerkung: Die Mengen beziehen sich auf die in der Legende zur Abbildung bezeichneten Nawaro bzw. Nawaro-Segmente. Es werden somit deren direkte Einsatzmengen im Inland gezählt.

Wesentliche Punkte zum **Vergleich der Ergebnisse aus BAU I mit BAU II** zeigt Tabelle 53. Gegenüber BAU I beträgt das **Gesamtaufkommen von Nawaro** unter BAU II Bedingungen in 2020 etwa 1,3mal so viel. Die **Anteile von Nawaro für die stoffliche Nutzung** an der Gesamtverwendung von Nawaro unterscheiden sich bei BAU II kaum von BAU I. Auch in BAU II sind die **energetischen Nawaro-Segmente** die wichtigsten treibenden Kräfte für den Anstieg der gesamten Verwendung in Deutschland.

Deutliche Unterschiede ergeben sich jedoch für die **Importquoten**. Aufgrund der gegenüber BAU I unter BAU II deutlich höheren Bedarfsmengen, bei gleichzeitig limitierter Verfügbarkeit von Anbauflächen im Inland, ergeben sich bei BAU II gegenüber BAU I deutlich höhere Importquoten. Für alle Nawaro beträgt die Quote bei BAU II 37% Importanteil in 2020 gegenüber 29% bei BAU I. Die Importabhängigkeit für die inländische Verwendung energetischer Nawaro beträgt

bei BAU II in 2020 31% und liegt um das 1,5fache über der entsprechenden Importquote für BAU I.

Die **inländische Versorgung mit Nawaro für die stoffliche Verwendung ist deutlich stärker von Importen abhängig als die energetische oder die gesamte Nutzung von Nawaro**. Die Importquote für stoffliche Nawaro liegt zwischen 60% und 64% und zeigt keine wesentlichen Veränderungen über die Zeit oder zwischen BAU I und BAU II. Damit setzen sich die bekanntermaßen hohen Importabhängigkeiten bei den stofflichen Nawaro (siehe auch Meo Consulting Team et al. 2006/2007) unter BAU Bedingungen fort. Der Hauptgrund dafür ist, dass inländische Landwirtschaftsflächen unter BAU Bedingungen auch in Zukunft bevorzugt und überwiegend zum Anbau von energetischen Nawaro genutzt werden, vor allem für Raps für Biodiesel, für Getreide für Bioethanol und für Energiepflanzen für BtL oder Biogas.

Tabelle 53: Globales Aufkommen von Produkten aus Nawaro für den Verbrauch in Deutschland – BAU I im Vergleich zu BAU II

	2004	2005	2006	2010	2020
Globales Aufkommen aller Nawaro in Millionen Tonnen					
BAU I	3,24	4,40	6,46	10,32	14,57
BAU II	3,24	4,40	6,52	12,15	19,55
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,01	1,18	1,34
Anteil von Nawaro für stoffliche Nutzung am globalen Aufkommen					
BAU I	55%	44%	31%	23%	21%
BAU II	55%	44%	32%	22%	18%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,02	0,97	0,86
Importquote: alle Nawaro					
BAU I	42%	35%	28%	26%	29%
BAU II	42%	35%	29%	31%	37%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,02	1,19	1,27
Importquote: energetische Nawaro					
BAU I	16%	16%	14%	16%	21%
BAU II	16%	16%	14%	22%	31%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,00	1,36	1,50
Importquote: stoffliche Nawaro					
BAU I	62%	59%	59%	60%	60%
BAU II	62%	59%	60%	63%	64%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,01	1,06	1,06

Holz und Holzprodukte

Insgesamt wird sich das **Aufkommen** von Rohholz bis 2020 nur leicht erhöhen (Mantau et al. 2007). Die Potenziale für eine erhöhte Mobilisierung liegen hauptsächlich in den kleineren Privatforsten sowie in bestimmten Waldholzsortimenten. Diese Potenziale sind allerdings schwierig zu mobilisieren, da sich hier ca. 2 Millionen Waldbesitzer eine Fläche von 5 Mio. ha teilen. Die größten Potenziale sind im Bereich des Waldrestholzes (nicht genutztes Derbholz) zu finden, allerdings mit geminderten Nutzungsanteilen auf Grund ökonomischer und ökologischer Nachteile. Das Aufkommen ist abhängig von den Baumarten, dem Rohholzaufkommen und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, da Rest- und Schwachholz nur in Abhängigkeit zum Einschlag anfallen, der Wirtschaftlichkeitskriterien unterliegt.

Die **inländische Nachfrage nach Holzrohstoffen und Holzprodukten** wird langfristig weiterhin steigen trotz einer stagnierenden Entwicklung bei rein konjunktureller Betrachtung. Im Jahr 2005 wurden Holzrohstoffe in Deutschland zu 63% stofflich und zu 37% energetisch genutzt. Durch den starken Anstieg der Energiepreise wird die stoffliche und energetische Rohholznutzung aber insgesamt mittelfristig wettbewerbsfähiger und zudem werden Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsaspekte eine Rolle für die zukünftige Binnennachfrage spielen. Die langfristige Entwicklung der energetischen Rohholznutzung ist aufgrund der unklaren Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Biomasse-Energieträgern ungewiss.

Der **Außenhandel der deutschen Holzindustrie** wird aufgrund der globalen Nachfrage nach deutschem Holz und Holzprodukten kontinuierlich und deutlich wachsen. Gleichzeitig wächst auch der Konkurrenzdruck durch Angebote aus ausländischer Plantagenwirtschaft mit niedrigen Lohn- und Rohstoffkosten. Wie sich der Ölpreis langfristig als ein wichtiger Einflussfaktor entwickeln wird, ist unklar.

Die prognostizierte **Holzrohstoffbilanz** für Deutschland für die Jahre 2010 und 2020 macht deutlich, dass die Differenz zwischen erwartetem Aufkommen und zu erwartender Verwendung steigt und die Verwendung das Aufkommen bei weitem übertrifft. Bis zum Jahr 2020 würde sich bei einem steigenden Bedarf unter der Vorgabe der EU Ziele (erneuerbare Energie) das Verhältnis deutlich in Richtung der energetischen Nutzung verschieben. Die Kalkulationen zeigen auch, dass der Bedarf

zur Erfüllung der energiepolitischen Ziele unter diesen Voraussetzungen nicht gedeckt werden kann.

Die heutigen Trends einer sich veränderten **Struktur der Holzindustrie** setzen sich bis nach 2020 fort. Einerseits finden Konzentrationsprozesse in der Holzindustrie statt (wachsende Verarbeitungsvolumen oder -kapazitäten in Unternehmen) und andererseits eine Ausdifferenzierung in Global Player und Nischenanbieter. Die **Technologieentwicklung** beeinflusst die Struktur der Holzindustrie langfristig durch die Entstehung neuer Produktionsbereiche durch Produkte wie hybride Werkstoffe und der Rohholzverwendung in der chemischen Industrie („Ent-Naturierung von Holz“) und Anwendungen in Systemlösungen. Der Wandel von **Lebensstilen** durch neue Zielgruppen wirkt sich ebenfalls steigend auf die Holzverwendung im Baubereich aus.

3.4. Globale Flächeninanspruchnahme und Importanteil

Die Entwicklung der einzelnen Nawaros (energetische und stoffliche Verwendung) und der Nahrungsmittelproduktion wurde bislang meist getrennt betrachtet. Ein zentrales Anliegen des Projekts besteht darin, die Betrachtung der verschiedenen Marktsegmente und ihrer Trends zusammen zu führen, um die zu erwartenden Nutzungskonkurrenzen zu verdeutlichen. Dies geschieht zunächst über die Flächennutzung, die mit der Verwendung der Rohstoffe und Grundstoffe im Inland für die verschiedenen Zwecke verbunden ist. Dabei wird die global genutzte Fläche ermittelt, die für den Anbau der jeweiligen Rohstoffe entweder im Inland oder im Ausland erforderlich ist.

Eine prinzipielle Unterscheidung bei der Flächenbetrachtung wird zwischen Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau und Holz bzw. Holzprodukte getroffen, da sich die Arten der Flächennutzung in vielerlei Hinsicht grundlegend unterscheiden.

Die weltweit von Deutschland für Nawaro beanspruchte landwirtschaftliche Fläche wurde nach spezifischer Datenlage in den einzelnen Nawaro-Segmenten ermittelt (Wuppertal Institut et al. 2008). Für den Status Quo des Anbaus von Nawaro in Deutschland liegen umfassend gute Basisdaten der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) vor. Hier wird über die inländischen Produktionskapazitäten und den gesamten Marktumsatz der jeweiligen Nawaro in Deutschland (z.B. Biodiesel) indirekt

ermittelt, wie viel Fläche zusätzlich im Ausland für Importe von Rohstoffen (z.B. Ölsaaten oder pflanzliche Öle zur Biodieselproduktion in Deutschland) bzw. Produkten (z.B. Direktimporte von Biodiesel) erforderlich war. Für Projektionen in die Zukunft (hier bis 2020) wurde auf verfügbare Marktpotenzialeinschätzungen zugegriffen, die im Rahmen der hier beantragten Studie vertieft und fokussiert wurden (siehe Kapitel 3.3). Die daraus resultierende globale Landwirtschaftsfläche wird durch Division der jeweiligen Absatzmengen von Nawaro mit den erwarteten zukünftigen Hektarerträgen geschätzt.

Die Entwicklung der Hektarerträge der wichtigsten Nawaro in Deutschland bis 2020 (bzw. auch bis 2030) wurde wie zuvor (Kapitel 3.1) geschildert auf Basis einer eigenen Expertenbefragung eingeschätzt. Die Unterscheidung, welche Flächenanteile künftig im Inland oder im Ausland belegt werden, wurde im Einzelfall durch Einschätzung der inländischen Flächenverfügbarkeit für die einzelnen Nawaro-Segmente getroffen. Prinzipiell kommen die folgenden Unterscheidungskriterien zum Tragen:

- der Rohstoff kann (in signifikantem Umfang) nur im Ausland angebaut werden: z.B. Palmöl, Soja, Zuckerrohr;
- der Rohstoff wird bekanntermaßen im Inland angebaut, da gibt es jedoch aufgrund des Umfangs der gesamten Verwendung nicht genügend Fläche, und der Mehrbedarf muss folglich im Ausland gedeckt werden: z.B. Raps;
- der Rohstoff wird aus bekanntermaßen (fast) nur aus inländischem Anbau genutzt: z.B. Weizen, Kartoffeln, Mais zur stofflichen Nutzung; Anbaubiomasse für Biogas.

Im vorliegenden Projekt erfolgte eine Aktualisierung der globalen landwirtschaftlichen Flächenberechnung basierend auf Fokussierung und Vertiefung der BAU-Szenarien (siehe Kapitel 3.3) sowie auf der Entwicklung von Hektarerträgen nach Experteneinschätzung (siehe Kapitel 3.1).

Die globale Flächenbelegung für Holz und Holzprodukte wird in Kapitel 3.4.4 beschrieben.

Eine vergleichende Darstellung der Entwicklung von Mengen (in Tonnen), globalen Flächenerfordernissen (in Hektar) und Energie (in TJ) durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (außer Holz) in Deutschland 2004 bis 2006

und in den BAU Szenarien I und II 2010 und 2020 wird im Anhang 4 zu diesem Bericht gegeben.

3.4.1. Status Quo und Trend: Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau

Weltweit beanspruchte die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland in Form von Anbaubiomasse in 2005 ca. 2,5 Millionen Hektar (Abbildung 10), gegenüber 2004 war dieser globale Flächenbedarf um ca. 44% gestiegen. In 2006 wurden bereits 3,9 Millionen Hektar Fläche für Nawaro beansprucht, mehr als das Doppelte (das 2,24fache) von 2004.

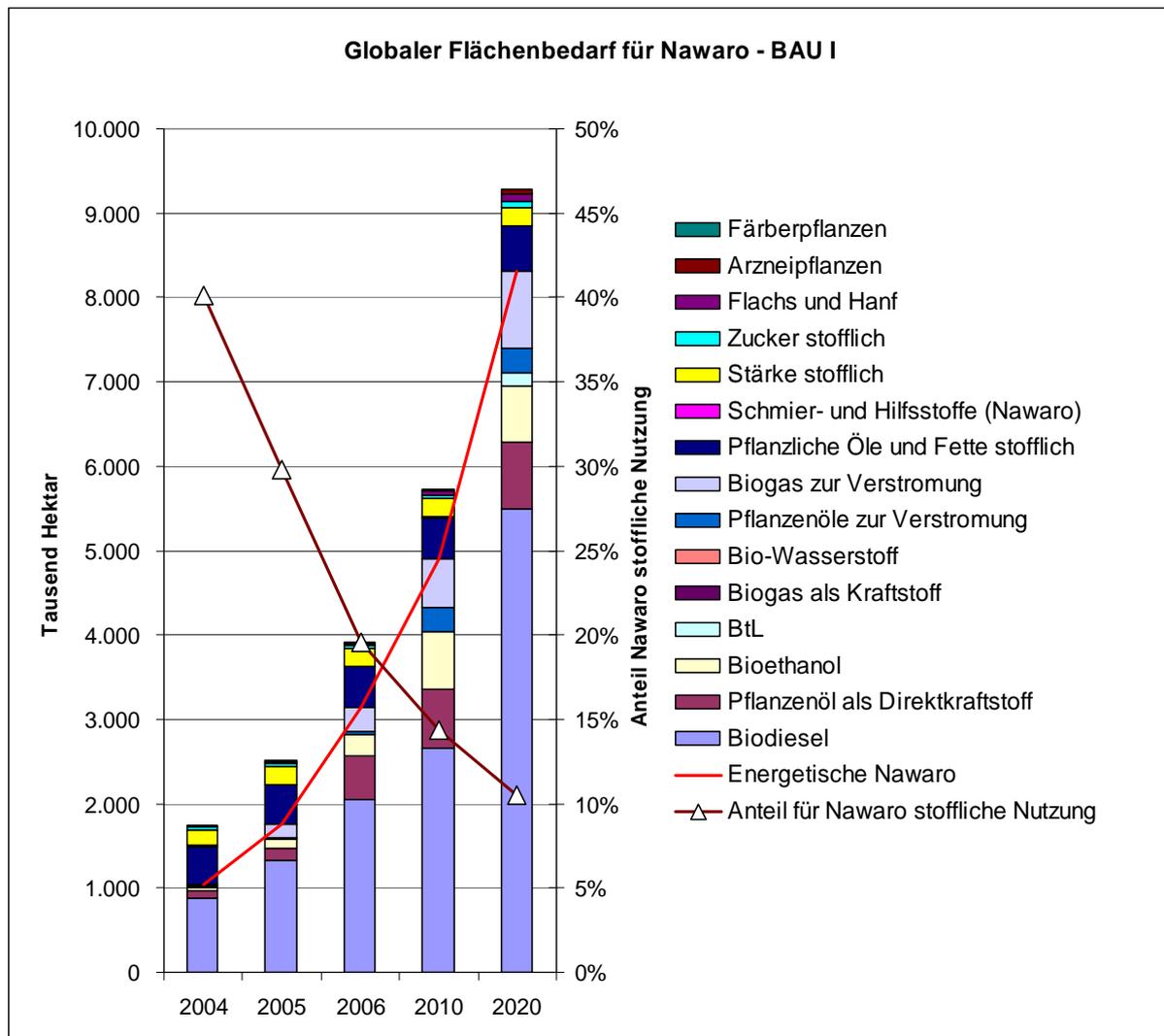
Etwas mehr als die Hälfte (ca. 52%) dieser global belegten landwirtschaftlichen Fläche in 2006 wurde für den inländischen Verbrauch von Biodiesel benötigt, und 13% für Pflanzenöl als Kraftstoff, ca. 6% für Bioethanol, weitere ca. 12% für die stoffliche Nutzung von pflanzlichen Ölen, 5% für pflanzliche Stärke, 8% für Biogas zur Verstromung (zusammen ergeben diese sechs Hauptnutzungskategorien ca. 97% der Gesamtfläche). Insgesamt wurden in 2006 ca. 80% der global beanspruchten LW-Fläche für energetische Nawaro benötigt, gegenüber ca. 60% in 2004. Der steigende Bedarf an Biomasse zur energetischen Nutzung (siehe 3.3) stellte die treibende Kraft für den gestiegenen globalen Flächenbedarf von 2004 auf 2006 dar.

Etwas mehr als die Hälfte der global beanspruchten Landwirtschaftsfläche für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland wurde in 2006 im Ausland belegt, dies waren 53% und damit deutlich mehr als in 2004 (41%). Biomasse für energetische Nutzungen verzeichnete in 2006 einen Importanteil beim Flächenbedarf von 51%, dieser Anteil war gegenüber 2004 (25%) verdoppelt. Nawaro für die stoffliche Nutzung basieren zu einem noch höheren Anteil auf der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen im Ausland – zu 63% in 2006 (zu 64% in 2004).

Innerhalb von Deutschland wurden in 2006 ca. 1,83 Millionen Hektar Ackerland für den Anbau nachwachsender Rohstoffe belegt, gegenüber ca. 1,04 Millionen Hektar in 2004. In 2006 beanspruchten nachwachsende Rohstoffe ca. 15% des gesamten Ackerlandes in Deutschland (gegenüber 9% in 2004). Dieser deutlich steigende Trend beruht zum größten Teil auf dem ausgeweiteten Anbau energetischer Nawaro. Von der Gesamtfläche von 1,83 Millionen Hektar Ackerland für Nawaro in 2006

wurden lediglich ca. 16% für den Anbau von Nawaro für die stoffliche Nutzung beansprucht, in 2004 hatte dieser Anteil noch 25% betragen.

Abbildung 10: Globaler Flächenbedarf für den Verbrauch nachwachsender Rohstoffe in Deutschland – BAU I



3.4.2. BAU-Szenario I: Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau

Der globale landwirtschaftliche Flächenbedarf für den inländischen Verbrauch nachwachsender Rohstoffe in Deutschland beträgt nach Annahmen im BAU Szenario I in 2020 ca. 9,3 Millionen Hektar, das sind 5,3mal mehr als in 2004 und 2,4mal mehr als in 2006 (Abbildung 10).

Gegenüber 2006 würde in 2020 bei BAU I der globale Flächenbedarf für Biodiesel das 2,7fache betragen, bedingt durch höhere Anteile von importiertem Biodiesel aus Sojaöl, das gegenüber Palmöl deutlich geringere spezifische Flächenerträge aufweist, ebenso aber in geringerem Ausmaß gegenüber Biodiesel aus einheimischem Raps. Der inländische Verbrauch von Biodiesel in 2020 würde mit ca. 59% auch in 2020 den Hauptanteil des globalen Flächenbedarfs für Nawaro verursachen, gefolgt von Biogas zur Verstromung (10%), Pflanzenölkraftstoffe (9%), Bioethanol (7%) sowie pflanzliche Öle und Fette für die stoffliche Verwendung (6%), zusammen ca. 91%. Insgesamt würden in 2020 ca. 90% der global beanspruchten LW-Fläche für energetische Nawaro benötigt, gegenüber ca. 60% in 2004.

Der steigende Bedarf an Biomasse zur energetischen Nutzung (siehe 3.3) stellte die treibende Kraft für den um insgesamt 7,5 Millionen Hektar gestiegenen globalen Flächenbedarf von 2004 auf 2020 dar, darunter insbesondere Biodiesel (plus 4,6 Millionen ha), Biogas zur Verstromung (plus 0,9 Millionen ha), Bioethanol (plus 0,64 Millionen ha) und Pflanzenölkraftstoff (plus 0,7 Millionen ha).

Der größere Anteil der global beanspruchten Landwirtschaftsfläche für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland würde in 2020 unter BAU I Bedingungen im Ausland belegt, dies wären ca. 64%. Die Importabhängigkeit der Flächenbelegung läge damit unter BAU I in 2020 höher als in 2004 mit 41%. Der Hauptgrund hierfür ist der hohe Anteil des Flächenzuwachses durch Biodiesel, für welches das inländische Potenzial der Rapsanbaufläche voll ausgeschöpft würde.

Innerhalb von Deutschland würden in 2020 unter BAU I ca. 3,35 Millionen Hektar Ackerland für den Anbau nachwachsender Rohstoffe belegt, gegenüber ca. 1,04 Millionen Hektar in 2004. Dies entspräche ca. 28% des gesamten Ackerlandes in Deutschland in 2020 (gegenüber ca. 15% in 2006), sofern von etwa gleichem Ausmaß der Nutzung landwirtschaftlicher Fläche für Ackerland wie in 2006 ausgegangen wird. Verschärfte Nutzungskonkurrenzen um landwirtschaftliche Anbauflächen wären die Folge.

3.4.3. BAU-Szenarien I und II im Vergleich: Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau

Einen Vergleich der wesentlichen Ergebnisse aus BAU I mit BAU II zeigt Tabelle 54. **Gegenüber BAU I beträgt der globale Flächenbedarf für Nawaro unter BAU II Bedingungen in 2020 etwa 1,12mal so viel.** Die Anteile von Nawaro für die stoffliche Nutzung am Gesamtflächenbedarf von Nawaro unterscheiden sich bei BAU II kaum von BAU I. Auch in BAU II sind die energetischen Nawaro-Segmente die wichtigsten treibenden Kräfte für den Anstieg des globalen Flächenbedarfs.

Auch was die **Importquoten** betrifft, unterscheiden sich BAU I und BAU II nur wenig.

Die inländische Versorgung mit Nawaro für die stoffliche Verwendung in 2020 wäre nach BAU in etwa gleichem Ausmaß, zu ca. zwei Dritteln, von Importen abhängig wie die energetische oder die gesamte Nutzung von Nawaro. Die Importquote für Nawaro läge in 2020 zwischen 64% und 66%. Bei den stofflichen Nawaro setzten sich damit die bekanntermaßen hohen Importabhängigkeiten (siehe auch Meo Consulting Team et al. 2006/2007) unter BAU Bedingungen fort. Der Hauptgrund dafür ist, dass inländische Landwirtschaftsflächen unter BAU Bedingungen auch in Zukunft bevorzugt und überwiegend zum Anbau von energetischen Nawaro genutzt werden, vor allem für Raps für Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff, für Getreide für Bioethanol und für Energiepflanzen für BtL oder Biogas. Dennoch würden auch für energetische Nawaro aufgrund der starken Mengenentwicklungen unter BAU die Importquoten bei der globalen Flächenbelegung wie geschildert auf das gleiche Niveau wie bei stofflichen Nawaro ansteigen.

Sowohl unter BAU I als auch unter BAU II würden zunehmend größere Anteile des inländischen Ackerlandes zum Anbau nachwachsender Rohstoffe beansprucht. Die Unterschiede zwischen BAU I und BAU II sind dabei gering. In 2020 würden nach BAU II mit 29% ein wenig höherer Anteil am inländischen Ackerland beansprucht als mit ca. 28% unter BAU I.

Tabelle 54: Globaler Flächenbedarf für den Verbrauch nachwachsender Rohstoffe in Deutschland – BAU I im Vergleich zu BAU II

	2004	2005	2006	2010	2020
Globaler Flächenbedarf aller Nawaro in Millionen Hektar					
BAU I	1,75	2,51	3,92	5,72	9,28
BAU II	1,75	2,51	3,93	6,50	10,39
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,00	1,14	1,12
Inländischer Flächenbedarf aller Nawaro in Millionen Hektar					
BAU I	1,04	1,56	1,83	2,97	3,35
BAU II	1,04	1,56	1,83	2,98	3,54
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06
Anteil von Nawaro für stoffliche Nutzung am globalen Flächenbedarf					
BAU I	40%	30%	20%	14%	10%
BAU II	40%	30%	20%	14%	10%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,02	0,96	0,98
Importquote: alle Nawaro					
BAU I	41%	38%	53%	48%	64%
BAU II	41%	38%	53%	54%	66%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,00	1,13	1,03
Importquote: energetische Nawaro					
BAU I	25%	28%	51%	46%	64%
BAU II	25%	28%	51%	52%	66%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,00	1,15	1,03
Importquote: stoffliche Nawaro					
BAU I	64%	63%	63%	63%	64%
BAU II	64%	63%	63%	65%	65%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,01	1,03	1,03
Flächenbedarf aller Nawaro im Inland als Anteil am Ackerland					
BAU I	9%	13%	15%	25%	28%
BAU II	9%	13%	15%	25%	29%
BAU II / BAU I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06

3.4.4. Globale Flächeninanspruchnahme für Holz und Holzprodukte

Die Analyse der importbedingten globalen Waldflächeninanspruchnahme ist ein junges Forschungsfeld für das bisher erst wenig Ergebnisse vorliegen. Im Forschungsprojekt MOSUS⁶⁹ wurden die globalen Stoff- und Handelsströme des europäischen Forstsektors erfasst. Dabei hat sich das International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) mit der globalen Flächenbelegung des europäischen Forstsektors für die Jahre 2000-2002 befasst und in einem ersten Arbeitspapier beschrieben (IIASA, o.J.). Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die meisten Länder der Welt Flächenimporteure sind. Bezogen auf Europa sind nur Finnland und Schweden Flächenexporteure. Nach den Ergebnissen der Studie

⁶⁹ Das Projekt „Modelling opportunities and limits for restructuring Europe towards sustainability“ wurde für drei Jahre von Februar 2003 bis Januar 2006 bearbeitet. Weitere Informationen unter www.mosus.net/

betrug die deutsche Netto-Flächeninanspruchnahme im Bezugszeitraum 23,272 Mio. ha. Verglichen mit der verfügbaren Waldfläche von 10,142 Mio. ha gehörte Deutschland danach zu den Flächenimporteuren, im europäischen Vergleich sogar zu den größten.

Methodische Schwächen der Studie liegen in der Tatsache, dass die erfassten Produktgruppen im Wesentlichen Roh- und Restholz sowie Holzhalbwaren sind und verarbeitete Holzprodukten wie z.B. Möbel, Zeitschriften, Systembauteile oder andere Fertigwaren nicht berücksichtigt werden. Zudem werden in der IASA Studie für die Exporte Flächenproduktivitäten des exportierenden Landes angenommen, was im Falle von Deutschland - mit hohen inländischen Flächenproduktivitäten und hohen Importmengen – tendenziell zu einer Unterschätzung der Flächen führt, die mit Exporten verbunden sind.

[Eine Validierung der Studie und Vertiefung eines Flächenmodells für forstwirtschaftliche Produkte kann im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden.](#)

Allerdings bestand in den Bezugsjahren der IASA Studie (2000-2002) ein mengenmäßig deutlicher Importüberschuss von durchschnittlich 9 Mio. m³ (r) und eine relativ geringe Selbstversorgungsrate, so dass von einer ausländischen Netto-Waldflächenbelegung für den inländischen Konsum forstwirtschaftlicher Produkte für diesen Zeitraum ausgegangen werden kann.

Hinsichtlich der zukünftigen Flächeninanspruchnahme (2010 und 2020) ist basierend auf den Entwicklungen der Holzstrommengen und begrenzten mittelfristigen Rohholzmobilisierungspotenzialen davon auszugehen, dass die **steigende Differenz zwischen Rohholzaufkommen und anzunehmender stark wachsender Rohholzverwendung im Wesentlichen durch Importe** gedeckt werden wird. Somit **würde die Inanspruchnahme ausländischer Flächen für den Forstsektor zunehmen.**

Auch unter der Annahme höherer Erträge für den Import und einem entsprechend verminderten Flächenbedarf für den Außenhandel können negative Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden. So kann eine übermäßige Waldnutzung oder illegaler Holzeinschlag mit einer Degradierung von Wäldern und dem Verlust an Biodiversität verbunden sein. Ein Hinweis darauf ist z.B. der Tropenholzimport auf Grundlage illegalen Holzeinschlages, der in einer Studie der BFH (Dieter und Küpker 2006) analysiert wurde. Danach errechnet sich für das Jahr 2005 eine Tropenholzeinfuhr

auf Grundlage illegalen Holzeinschlages von knapp 0,7 Mio. m³ (r), wenn die unteren Schätzwerte herangezogen werden. Gemessen an der Tropenholzeinfuhr insgesamt ergeben sich 34 %. Mit den oberen Schätzwerten beträgt die Einfuhr von Tropenholz aus illegalem Holzeinschlag 1,3 Mio. m³ (r) oder 65 % der Tropenholzeinfuhr insgesamt. Nach Angaben des WWF stammen in Russland, dem Land mit den drittgrößten Urwaldflächen der Welt, zwischen 25 bis 50 Prozent des Holzes aus illegalen Quellen (WWF, 2004).

Eine weitere differenzierte Betrachtung der Situation in verschiedenen Weltregionen mit Bezug auf den Export nach Deutschland kann im Rahmen der vorliegenden Studie nicht geleistet werden.

3.4.5. Zusammenfassung: Globaler Flächenbedarf

Eine Zusammenfassung der wichtigsten Kennzahlen zum globalen Flächenbedarf Deutschlands für landwirtschaftlich basierte nachwachsende Rohstoffe zeigt Tabelle 55.

Eine vergleichende Darstellung der Entwicklung von Mengen (in Tonnen), globalen Flächenerfordernissen (in Hektar) und Energie (in TJ) durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (außer Holz) in Deutschland 2004 bis 2006 und in den BAU

Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau

Unter BAU-Bedingungen ist mit einem deutlichen Anstieg der Flächenbelegung für energetisch und stofflich genutzte Nawaro innerhalb von Deutschland und über Importe zu rechnen.

Daraus ergeben sich zum einen potenziell steigende Nutzungskonkurrenzen zwischen allen auf landwirtschaftlichen Flächen erzeugten Rohstoffen und ihren Derivaten (Nahrungsmittel, Grundstoffe, Energie); zum anderen steigt die Konkurrenz mit anderen Flächennutzungen (insbesondere Naturflächen, vorwiegend im Ausland).

Getrieben wird diese Entwicklung in erster Linie durch die Förderung von Biokraftstoffen der ersten Generation (insbesondere Biodiesel aus Raps und

Bioethanol aus Anbaubiomasse) sowie durch die Förderung der Verstromung aus Nawaro (insbesondere aus inländischem Maisanbau).

Der Fokus auf energetische Nutzung von Nawaro kommt daher, dass anders als im stofflichen Sektor hier Mengenziele existieren, die von der EU initiiert und von den Mitgliedsstaaten umgesetzt werden. In Deutschland wurden vor allem durch die „Meseberger Beschlüsse“ bzw. in der „Roadmap Biokraftstoffe“ von 2007 noch höhere Ziele im Bereich der Agrokraftstoffe formuliert. Dies geschieht aus dem Bestreben heraus, den Klimawandel durch verstärkten Einsatz regenerativer Energieträger abzuschwächen und vor dem Hintergrund der Verknappung fossiler Ressourcen und dem daraus resultierenden Wunsch, weniger von Energieimporten abhängig zu sein.

Alternativen zu der oben beschriebenen Entwicklung des ausgeweiteten Bedarfs an Anbaufläche und der dadurch verstärkten Konkurrenz um Land könnten wie folgt aussehen:

- es werden verstärkt organische Abfall- und Reststoffpotenziale vor allem für die Erzeugung von Biogas genutzt;
- es werden verstärkt weniger flächenintensive Nawaro genutzt, z.B. Bioethanol aus Lignozellulose oder synthetische Kraftstoffe aus holzartiger Biomasse; hierbei ist allerdings mit einer längerfristig zunehmenden Konkurrenz mit der Holzwerkstoff- und Papierindustrie zu rechnen; dies sollte in künftigen Studien weiter verfolgt werden;
- es werden freie Flächenpotenziale im Inland außerhalb der Landwirtschaft genutzt (z.B. Randstreifen von Autobahnen zur Kultivierung von Holzgewächsen für BtL etc.);
- es wird infolge des Rückgangs der Intensivtierhaltung in Deutschland frei werdendes Grünland in Ackerland umgebrochen (dem stehen allerdings gegenwärtige rechtliche Regelungen und Natur- und Landschaftsschutzaspekte entgegen) oder die grüne Biomasse wird energetisch genutzt (was mit einer relative geringen Effizienz verbunden ist);
- es werden verstärkt Biokraftstoffe importiert und zwar vor allem aus Ländern mit hohen Biomasseerträgen, also z.B. Biodiesel aus Palmöl und Bioethanol aus Zuckerrohr. Dies entsprechend dem gegenwärtigen Trend, ist aber mit

negativen ökologischen Folgen bei einer Ausdehnung der globalen Ackerfläche auf Kosten von Regenwäldern und Savannen sowie mit erheblichen zusätzlichen Treibhausgasemissionen verbunden (Wuppertal Institut et al. 2008);

- es werden durch verstärkte F+E-Aktivitäten signifikante Steigerungen der Material- und Energieeffizienz erreicht und der Verbrauch von fossilen und Biomasse basierten Produkten wie Kraftstoffen wird durch regulatorische Maßnahmen begrenzt (z.B. Begrenzung des Flottenverbrauchs).

Tabelle 55: Globale Flächeninanspruchnahme Deutschlands für Nawaro – Zusammenfassung der wichtigsten Kennzahlen

Globale Flächeninanspruchnahme Deutschlands für Nawaro			
in Millionen ha			
<i>Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau</i>			
	2006	2020	2020
		BAU I	BAU II
Nawaro für stoffliche Zwecke	0,77	0,97	1,07
Nawaro für energetische Zwecke	3,15	8,31	9,32
Nawaro Insgesamt	3,92	9,28	10,39
darunter: im Inland	1,83	3,35	3,54
darunter: im Ausland	2,09	5,93	6,85

Holz und Holzprodukte

Basierend auf dem Stand der Forschung zur Flächenrelevanz forstbasierter Produkte können keine gesicherten quantitativen Aussagen zum globalen Flächenbedarf für den deutschen Konsum forstwirtschaftlicher Produkte gemacht werden. Allerdings deutet sich an, dass für den zu erwartenden inländischen Konsum in Deutschland eine Netto-Flächeninanspruchnahme bestehen wird. Basierend auf den Entwicklungen der zu erwartenden Holzstrommengen (siehe 3.3.) ist bis 2010 und 2020 davon auszugehen, dass die in den BAU Szenarien steigende Differenz zwischen Rohholzaufkommen und deutlich zunehmender Rohholzverwendung im Wesentlichen durch Importe gedeckt werden würde. Somit würde die Inanspruchnahme ausländischer Flächen für den Forstsektor zunehmen.

Besondere Beachtung erfordert auch der Holzimport auf Grundlage illegalen Holzeinschlages und nicht nachhaltiger Produktion. Der Tropenholzimport aus illegalen Quellen machte einer Studie der BFH zufolge für das Jahr 2005 knapp 0,7

Mio. m³ (r) aus, wenn die unteren Schätzwerte herangezogen werden. Gemessen an der Tropenholzeinfuhr insgesamt ergeben sich 34 %. Mit den oberen Schätzwerten beträgt die Einfuhr von Tropenholz aus illegalem Holzeinschlag 1,3 Mio. m³ (r) oder 65 % der Tropenholzeinfuhr insgesamt. Nach Angaben des WWF stammen in Russland, dem Land mit den drittgrößten Urwaldflächen der Welt, zwischen 25 bis 50 Prozent des Holzes aus illegalen Quellen.

3.5. Preisentwicklungen und Wettbewerbsfähigkeit

Prognosen zu zukünftigen Preisen von Rohstoffen sind im Allgemeinen mit sehr großer Unsicherheit behaftet, vor allem, weil dabei eine große Zahl an Einflussgrößen zu berücksichtigen ist, über deren Entwicklung wiederum Annahmen zu treffen oder Prognosen anzustellen wären. Die zunehmende energetische Verwertung von Biomasse, insbesondere in Deutschland, bildet erst seit einigen wenigen Jahren eine bedeutender werdende Einflussgröße. Für eine zuverlässige quantitative empirische Analyse der zukünftigen wirtschaftlichen Auswirkungen der subventionierten energetischen Verwertung von Biomasse ist dieser Zeitraum allerdings viel zu kurz. Aus diesem Grund konnten in dieser Studie zumeist nur qualitative Schlussfolgerungen über die bisherigen wirtschaftlichen Konsequenzen derartiger Politikmaßnahmen getroffen werden.

3.5.1. Öle und Fette: Das Beispiel Biodiesel

Nach einer Einführung in die Motive und Ziele der Biotreibstoffförderung werden in diesem Kapitel kurz die ökologischen Wirkungen der Substitution von fossilem Diesel durch aus Raps gewonnenem Biodiesel dargestellt, bevor ausführlich auf die ökonomischen Aspekte des in den vergangenen Jahren stark zunehmenden Einsatzes von Biodiesel eingegangen wird. Biodiesel bildet neben Bioethanol den derzeit weltweit wichtigsten Biotreibstoff (JRC 2004:1) und ist in Deutschland bislang von überragender Bedeutung: 2006 lag der Anteil von Bioethanol am Biotreibstoffabsatz bei lediglich 9 % (BMU 2007:13). Daher bildet Biodiesel einen Schwerpunkt unserer Untersuchungen.

Neben Rapsöl können zur Herstellung von Biodiesel auch andere pflanzliche Öle wie Sonnenblumen- oder Palmöl, aber auch tierische Fette verwendet werden. Deren Bedeutung für die Biodieselherstellung ist bislang allerdings gering. Mit Ausnahme

von Palm- und Sojaöl dürfte dies auch künftig so bleiben. Im Gegensatz zu Rapsöl werden diese Rohstoffe nur außerhalb Europas hergestellt. Dies ist der Grund dafür, dass der Fokus dieses Kapitels auf Raps basierendem Biodiesel liegt.

Neben einer Abschätzung der Steuerausfälle, die für das Jahr 2005 zu verzeichnen waren, werden die Mengen an Biodiesel und Ackerland ermittelt, die in den Jahren 2010 bzw. 2020 zur Erreichung der EU-Ziele von 5,75 % bzw. 10 % bereitgestellt werden müssten. Nicht zuletzt wird dargestellt, dass Deutschland einen maßgeblichen Anteil an der jüngsten Hausse der Rapsölpreise hatte. Welche Auswirkungen der massive Verbrauchsanstieg in Deutschland auf die Rapsölpreise hatte und welche Mehrkosten somit für die Produktion von Nahrungsmitteln wie Speiseöl sowie für andere auf Rapsöl basierende Produkte entstehen, ist allerdings nur näherungsweise zu beziffern. Die für die unwirtschaftliche Biodieselproduktion erforderlichen Subventionen, für die der Steuerzahler bzw. der Verbraucher aufzukommen hat, dürften nach unseren Schätzungen die indirekten Mehrkosten durch höhere Preise für Nahrungsmittel etc. deutlich übersteigen. Hierauf aufbauend werden schließlich Empfehlungen für die zukünftige Gestaltung des Biokraftstoffquotengesetzes gegeben, dessen derzeitige Fassung lediglich Zielvorgaben bis 2015 enthält.

3.5.1.1. Das Wachstum des Biodieselmärktes

Pflanzliche wie tierische Öle und Fette werden zunehmend energetisch genutzt. Von derzeit beinahe überragender Bedeutung ist in Deutschland dabei die Herstellung von Biodiesel. Diese hat sich in der EU zwischen 2002 und 2006 verfünffacht - vor allem dank des Zuwachses in Deutschland (Tabelle 56). Der vorwiegend aus Raps gewonnene Biodiesel - auch Rapsmethylester (RME) genannt - ist ein Substitut zu fossilem Diesel, weist allerdings einen um etwa 10 % geringeren Energiegehalt im Vergleich zu Diesel derselben Menge auf (Henke et al. 2005). Wegen des im Vergleich zu Diesel geringeren Ausstoßes an Treibhausgasen, wird diesem Biotreibstoff oftmals eine vermeintlich positive Umweltwirkung zugeschrieben.

Der Klimaschutzaspekt ist einer der wesentlichen Gründe dafür, dass mit der EU-Richtlinie 2003/30/EC Ziele für den zukünftigen Einsatz von Biotreibstoffen festgelegt wurden: Bis 2005 sollte der Anteil der Biotreibstoffe am gesamten Treibstoffverbrauch in der EU bei 2 % liegen, bis 2010 bei 5,75 % – jeweils

gemessen am Energiegehalt der Treibstoffe. In der Richtlinie werden diese – indikativen – Ziele neben positiven Umwelteffekten mit Beschäftigungseffekten, insbesondere in der Landwirtschaft, sowie einer höheren Energieversorgungssicherheit gerechtfertigt. Allerdings ist das Argument der Versorgungssicherheit wenig stichhaltig, denn zu diesem Zweck werden seit der ersten Ölpreiskrise in den siebziger Jahren strategische Mineralölreserven vorgehalten, die die Versorgung mit Treibstoffen und Heizöl im Notfall für mindestens 90 Tage gewährleisten.

Bis 2020 sieht die EU einen Biotreibstoffanteil von 10 % vor (EC 2007:9). Zur Erreichung der Ziele genießen Biotreibstoffe in vielen EU-Staaten Steuererleichterungen oder sogar eine vollständige Befreiung von der Mineralölsteuer (EC 2004a). In Deutschland beispielsweise wurde durch die Änderung des deutschen Mineralölsteuergesetzes, welche zu Beginn 2004 wirksam wurde, die Beimischung von Biotreibstoffen zu herkömmlichen Treibstoffen ebenso vollständig von der Mineralölsteuer befreit, wie dies zuvor bereits für den Einsatz reiner Biotreibstoffe der Fall war. Diese Änderung führte in der Folge zu einem massiven Anstieg des Verbrauchs und der Produktion von Biodiesel.

Allein 2006 stieg die Produktion in Deutschland um rund 1 Mio. t bzw. 60 % gegenüber dem Vorjahr und erreichte ein Niveau von nahezu 2,7 Mio. t (Tabelle 56). Die Biodieselproduktion explodierte damit förmlich: 1999 bzw. 2000 machte sie in Deutschland gerade einmal 0,11 bzw. 0,22 Mio. t aus (FNR 2006b:92). Auch in anderen europäischen Staaten wie Frankreich und Italien stieg die Biodieselproduktion in den vergangenen Jahren erheblich an. Diese drei Länder dominieren gegenwärtig den europäischen Biodieselmärkte, wobei Deutschland 2006 mehr als die Hälfte zur Gesamtproduktion beisteuerte.

Das stürmische Wachstum in Deutschland scheint durch die Verringerung der Steuerbefreiung für den Einsatz von reinem Biodiesel indessen etwas gebremst worden zu sein: Nach Branchenangaben ist insbesondere der Tankstellenabsatz von reinem Biodiesel durch dessen teilweise Besteuerung ab August 2006 bereits merklich zurückgegangen, von 589,3 Mio. l im Jahr 2005 auf 538,7 Mio. l im Jahr 2006 (AGQM 2007). Bis 2002 wurde Biodiesel außer in Europa kaum in nennenswertem Umfang erzeugt (IEA 2006:391). Ab 2002 wurde vor allem in den

USA mit der Biodieselproduktion begonnen. 2005 erreichte die USA einen Anteil von etwa 10 % an der weltweiten Produktion (IEA 2006:391).

Tabelle 56: Biodieselproduktion in der EU25 in 1 000 t

	2002	2003	2004	2005	2006
Deutschland	450	715	1 035	1 669	2 662
Frankreich	366	357	348	492	743
Italien	210	273	320	396	447
UK	3	9	9	51	192
Tschechien	-	-	60	133	107
Polen	-	-	-	100	116
Österreich	25	32	57	85	123
Dänemark	10	40	70	71	80
Übrige	1	8	34	187	420
Insgesamt	1 065	1 434	1 933	3 184	4 890

Quelle: EBB (2007).

3.5.1.2. Ökologische Auswirkungen der Biodieselnutzung

Das zweifellos am häufigsten genannte Argument für die Förderung der so genannten Biotreibstoffe der ersten Generation wie Biodiesel und Bioethanol stellt die Vermeidung von Treibhausgasen wie Kohlendioxid (CO₂) dar. Dieses Argument basiert auf der Annahme einer CO₂-neutralen Verbrennung der Biotreibstoffe. Dabei wird zwar CO₂ ausgestoßen, jedoch nur in dem Maße, in dem es während des Pflanzenwachstums gebunden wurde. Die grundsätzliche Legitimität einer derartigen Aufrechnung steht sicher nicht in Frage. Die tatsächliche Einsparung an Klimagasen durch den Einsatz von Biodiesel anstatt fossilen Diesels liegt allerdings nicht bei 100 %, sondern ist wesentlich geringer.

In erster Linie ist dies auf folgende Gründe zurückzuführen: Erstens benötigt man für die Raffinierung von Rohöl zu Diesel weniger Energie als für die Verarbeitung von Raps zu Biodiesel bzw. Rapsmethylester (RME). Zweitens weist Biodiesel mit 32,8 MJ/l einen geringeren Energiegehalt auf als fossiler Diesel, dessen Energiegehalt je Liter 35,7 MJ beträgt (IEA 1999:20). Ein Liter Biodiesel liefert somit nur so viel

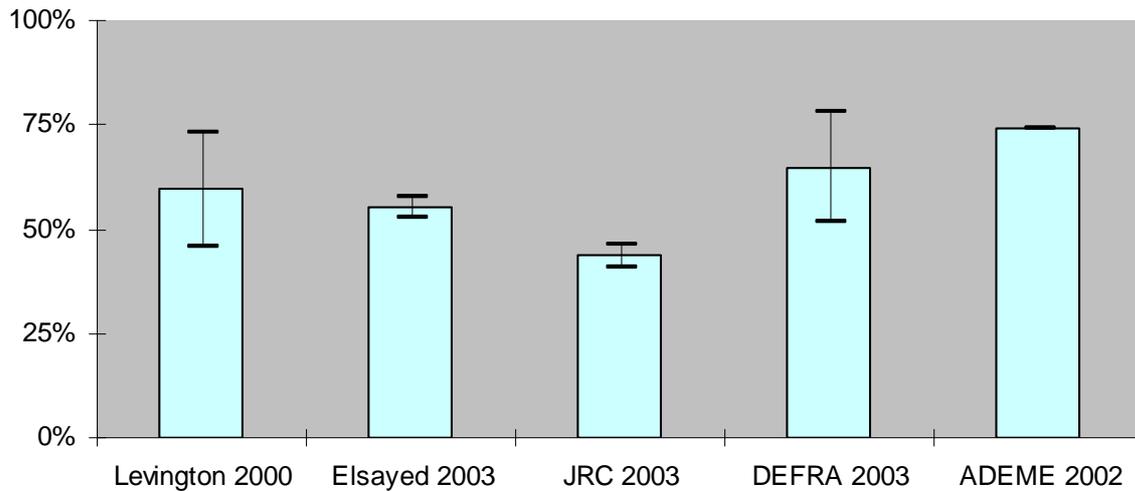
Energie wie 0,92 l Diesel. Mit anderen Worten: Der Treibstoffverbrauch steigt um etwa 10 %, wenn anstelle fossilen Diesels Biodiesel getankt wird. Letztlich führen diese und andere Gründe dazu, dass lediglich etwa 60 % des Energiegehalts von Diesel eingespart werden (IEA 1999, Levington 2000, ENVOC 2005).

3.5.1.2.1. Die Nettotreibhausgasbilanz

Neben CO₂ werden in den hier dargestellten Bilanzen alle weiteren, im Kioto-Protokoll definierten Klimagas berücksichtigt. Dazu gehört zum Beispiel Lachgas (N₂O), das eine Klimawirksamkeit aufweist, die 310mal höher ist als jene von CO₂ (IEA 2001:III.3). Dieses Gas wird durch den Düngemiteleinsatz während des Rapsanbaus in nicht unerheblichem Ausmaß emittiert (Reinhardt, Jungk 2001:3).

Abbildung 11 fasst die Ergebnisse einer Reihe von Studien zusammen. Die große Bandbreite der Resultate ist auf die unterschiedlichen Annahmen zurückzuführen, die den Studien zugrunde liegen. Dies gilt vor allem für die Frage, ob und in welcher Weise Nebenprodukte berücksichtigt werden. So entstehen bei der Extraktion des Öls entweder Rapspresskuchen oder Rapsschrot, welche als Futtermittel eingesetzt werden. Das bei der Biodieselherstellung anfallende Glycerin ist ein perfektes Substitut des petrochemisch hergestellten Pendant. Durch die Verwendung der Nebenprodukte wird Energie, die eigentlich zur Herstellung der ersetzten Produkte nötig wäre, eingespart und damit auch der Ausstoß von Treibhausgasen vermieden. Wie groß der Einfluss der Nebenprodukte ist, zeigt beispielsweise die Studie von Reinhardt und Jungk (2001:3). Ohne eine Gutschrift für Nebenprodukte erhalten diese Autoren eine Treibhausgasbilanz für Biodiesel, die nur geringfügig positiv ist.

Neben Gutschriften für Nebenprodukte begründen unterschiedliche Annahmen über Flächenerträge, Produktionsverfahren und den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden die unterschiedlichen Ergebnisse in Abbildung 11. Die mittlere Emissionseinsparung wird darin durch die Balken dargestellt, während die dünnen Linien Minimum bzw. Maximum der jeweiligen Schätzung anzeigen. Selbst bei Berücksichtigung von Gutschriften werden nicht 100 % der Treibhausgasemissionen vermieden. Vielmehr zeigen die dargestellten Ergebnisse, dass durch Biodiesel lediglich zwischen 41 % und 78 % derjenigen Klimagasemissionen eingespart werden, die andernfalls bei der Bereitstellung und Verbrennung fossilen Diesels anfallen würden.

Abbildung 11: Treibhausgaseinsparungen infolge des Einsatzes von Biodiesel

3.5.1.2.2. Weitere Umweltwirkungen

Neben Klimaschutz müssen weitere ökologische Aspekte berücksichtigt werden (IFEU 2003:5). Dazu gehören vor allem die Folgen des Einsatzes von Düngemitteln und Pestiziden, welche beim Anbau der empfindlichen Rapspflanze unverzichtbar zu sein scheinen. Düngemittel führen zu Emissionen von Schwefeldioxid (SO₂) und Stickoxiden (NO_x). Zudem führt der Düngemiteleinsatz zu Nährstoffeinträgen in Oberflächengewässer, die beispielsweise verstärktes Algenwachstum auslösen können. Die wohl wichtigste Rolle spielen jedoch die Emissionen von Lachgas (Distickstoffoxid, N₂O), die auf den Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln zurückzuführen sind (Reinhardt, Jungk 2001:4). Lachgas trägt nicht nur zur Klimaerwärmung, sondern auch zur Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht bei. Schließlich kann der Einsatz von Pestiziden toxische Wasserverschmutzung hervorrufen (IFEU 2003: 5).

Häufig wird eingewendet, dass der Anbau alternativer landwirtschaftlicher Produkte wie Weizen ebenfalls Düngemittel und Pestizide benötigt (EC 2004b) – wenngleich weniger als bei Raps (IVA 2004). Dieser Einwand verliert jedoch an Bedeutung, wenn die durch den Rapsanbau verdrängten landwirtschaftlichen Produkte andernorts angebaut werden müssen oder der Rapsanbau gar auf Stilllegungsflächen erfolgt. Tabelle 57 fasst die wesentlichen ökologischen Auswirkungen des Biodieseleinsatzes zusammen. Eine erhöhte Ozonkonzentration in Bodennähe, die auch Sommer- oder Photosmog genannt wird, ist nicht aufgeführt,

da unklar ist, ob es hier Vorteile für Biodiesel gibt (IFEU 2003:7, IFEU 2004:27). Schließlich ist anzumerken, dass Biodiesel zwar weniger Schwefeldioxid- und Partikelemissionen verursacht, diese aber nicht entscheidend reduziert werden. Biodiesel stellt damit keine bedeutend bessere Alternative zu Dieselfiltern dar. Im Übrigen ist die Nutzung von reinem Biodiesel in Fahrzeugen mit Dieselfilter nicht möglich (Köpke 2005:4).

Summa summarum gibt es nur einen einzigen ökologischen Aspekt, der klar für Biodiesel spricht: die Einsparung von Klimagasen. Der positive Eindruck, den politische Entscheidungsträger häufig von Biodiesel haben, resultiert vor allem aus diesem Vorteil sowie der bedeutenden Rolle, die dem Klimaschutz in der heutigen Umweltpolitik beigemessen wird. Eine umfassende Betrachtung aller ökologischen Folgen liefert jedoch kein eindeutig positives Ergebnis. Dies liegt vor allem an den Emissionen von Lachgas (N₂O), die zum Abbau des stratosphärischen Ozons beitragen: „Eine objektive Entscheidung für oder gegen Rapskraftstoff kann daher nicht getroffen werden“ (Reinhardt 2005:78). Greenpeace (2004) fällt daher kein positives Urteil über Biodiesel: „Die sehr bescheidenen (Umweltbundesamt) Einsparungen an CO₂-Emissionen rechtfertigen nicht, diese Kraftstoffart als ökologische Lösung anzusehen.“

Tabelle 57: Stilisierte Fakten zu den Umweltwirkungen von Biodiesel

Umweltwirkung	Vorteile von Biodiesel	Nachteile von Biodiesel
Klimaerwärmung	Geringere THG-Emissionen	
Versauerung		Stärkere Versauerung
Abbau der Ozonschicht		Höhere N ₂ O – Emissionen
Eutrophierung		Höhere NO _x – Emissionen
Human- und Ökotoxizität	Geringere Partikelemissionen Geringere SO ₂ – Emissionen	Wasserverschmutzung durch Pestizide
Quelle: Reinhardt und Jungk 2001		

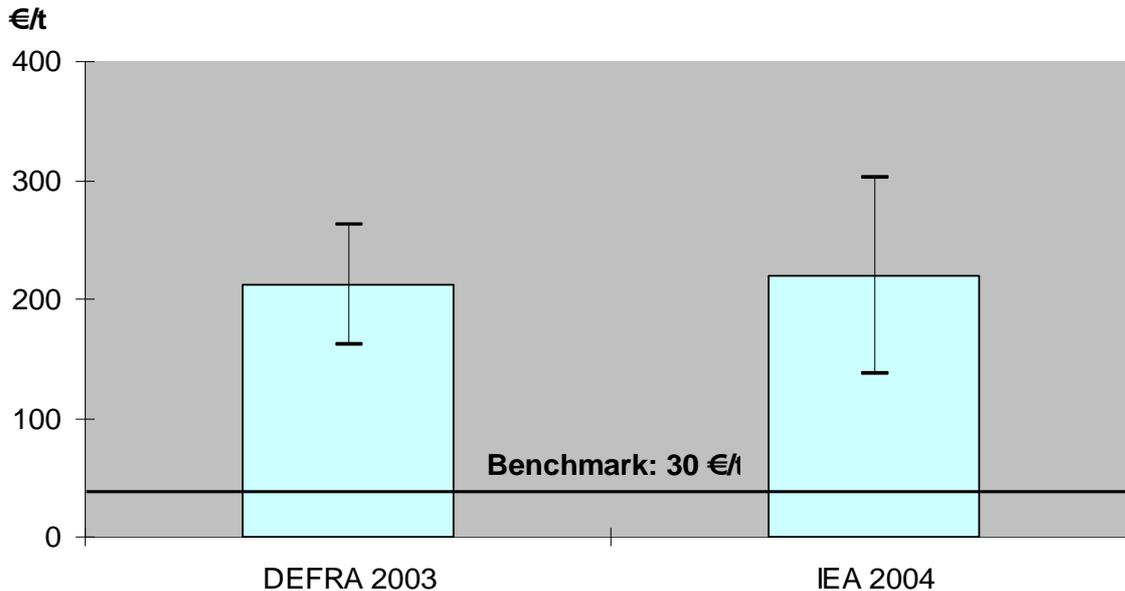
3.5.1.3. Treibhausgasvermeidungskosten von Biodiesel

Anreize zur Umsetzung kostengünstiger Klimaschutzmaßnahmen zu setzen ist die wesentliche Aufgabe des seit 2005 etablierten EU-weiten Emissionshandelssystems.

Dieses wird als das Hauptinstrument zur Erfüllung der Verpflichtung der EU im Rahmen des Kioto-Protokolls angesehen. Es ist in der ökonomischen Literatur unbestritten, dass die Reduzierung von Treibhausgasen mit Hilfe des Emissionshandels die geringsten Kosten verursacht (Böhringer und Löschel 2002). Dadurch werden jedoch nur diejenigen Vermeidungsanstrengungen angestoßen, deren spezifische Kosten geringer sind als der Preis für CO₂-Emissionszertifikate. Dieser stellt somit eine Messlatte dar, mit deren Hilfe Klimaschutzstrategien ökonomisch bewertet werden können. Studien von Böhringer und Löschel (2002) und Klepper und Peterson (2004) prognostizieren mittelfristig einen Zertifikatspreis von 30 €/t.

Wie Abbildung 12 zeigt, übersteigen die Kosten der CO₂-Vermeidung durch den Biodieseinsatz die Messlatte von 30 €/t deutlich. Selbst die optimistischste Schätzung, die durch die Untergrenze des von der IEA (2004) errechneten Intervalls gegeben ist, liegt ungefähr 100 €/t über dem mittelfristig zu erwartenden Wert von 30 €/t. In einer jüngeren Studie, die den gestiegenen Ölpreisen Rechnung trägt, werden die Treibhausgasvermeidungskosten für Biodiesel auf 154 €/t beziffert (FNR 2006b:74). Kurzum: Auf absehbare Zeit wird Biodiesel keine kosteneffiziente Klimaschutzstrategie sein. Stattdessen bedarf Biodiesel auch weiterhin der Förderung: Steuervergünstigungen bzw. Quotenregelungen sind auch unter den Marktbedingungen des Emissionshandels unerlässlich. Dänemark lehnt allerdings mit Verweis auf die Ineffizienz von Biotreibstoffen die in EC (2001) empfohlene Förderung durch eine Mineralölsteuerbefreiung ab (EC 2004b:3).

In der Tat gibt es zahlreiche wirtschaftlichere Möglichkeiten, den Ausstoß klimawirksamer Gase zu reduzieren. Dazu gehören Maßnahmen zur Effizienzsteigerung konventioneller Kraftwerke, aber auch Biokraftstoffe wie das in Brasilien aus Zuckerrohr hergestellte Bioethanol (IEA 2004:77). Gegenwärtig ist brasilianisches Bioethanol sogar billiger als Benzin, weshalb dessen CO₂-Vermeidungskosten negativ sind. In Europa wird Bioethanol hingegen vor allem aus Zuckerrüben und Weizen hergestellt und weist höhere CO₂-Vermeidungskosten als Biodiesel auf (Abbildung 13). Dass brasilianisches Bioethanol trotz seiner Wettbewerbsfähigkeit mit fossilen Kraftstoffen nicht auf dem europäischen Markt zu finden ist, liegt allein daran, dass dessen Import mit einem Zoll in Höhe von 19,2 Ct/l belastet wird (Henke et al. 2005:2620).

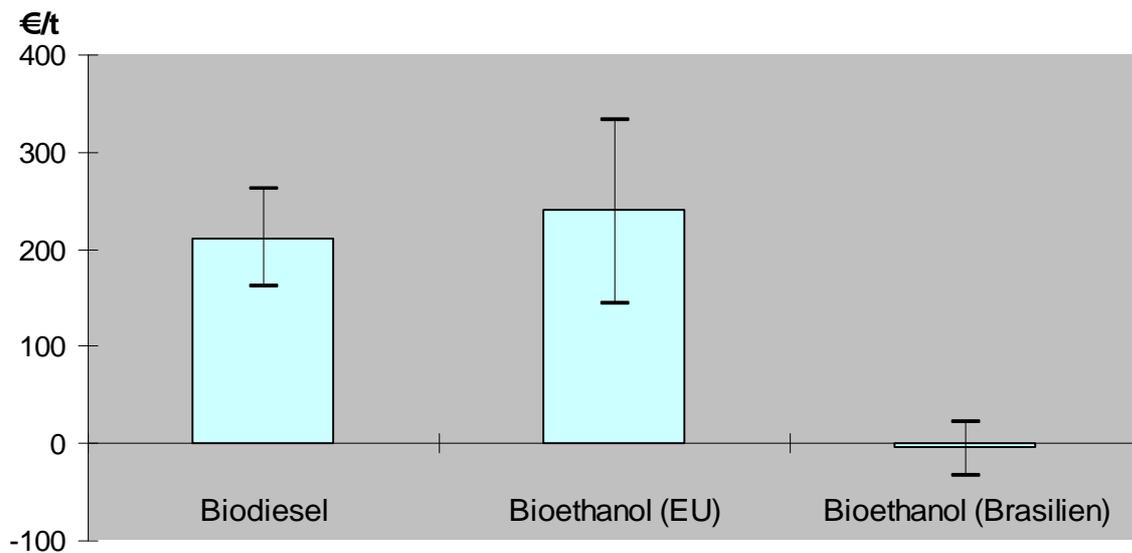
Abbildung 12: Treibhausgasvermeidungskosten für Biodiesel.

Für die Zukunft wird häufig große Hoffnung in so genannte Biokraftstoffe der zweiten Generation gesetzt, die auf synthetische Weise gewonnen werden. Dazu gehören aus Biomasse erzeugter Biodiesel (Biomass-to-Liquid, BtL) sowie Bioethanol, das auf Basis zellulosehaltiger Biomasse hergestellt wird (IEA 2004:94). Zur BtL-Herstellung können viele verschiedene Ausgangs- und Reststoffe wie Restholz oder Bioabfälle, aber auch Stroh oder Energiepflanzen verwendet werden. Dabei werden in einem ersten Schritt unterschiedliche Arten von Biomasse zu einem Synthesegas verarbeitet, bevor diese in einem zweiten Schritt zu einem BtL-Endprodukt mit wahlweise Diesel- oder Ottobenzineigenschaften weiter verarbeitet werden. Solche Verfahren nutzen im Gegensatz zur Herstellung herkömmlicher Biotreibstoffe die gesamte Pflanze, anstatt, wie etwa bei Biodiesel, lediglich die ölhaltigen Teile des Rapses. Die dadurch erzielbaren höheren Flächenerträge könnten zukünftige Knappheiten an Ackerland, wie sie im folgenden Abschnitt diskutiert werden, mildern (DfT 2003:60).

Mit etwa 1 400 Litern Kraftstoffäquivalent je Hektar (ha) schneiden Biodiesel und heimisches Pflanzenöl, aber auch Bioethanol aus Getreide mit ca. 1 600 l/ha, im Vergleich zu Bioethanol aus Zuckerrüben und BtL mit jeweils 4 000 l/ha oder gar Bioerdgas (ca. 5 000 l/ha) relativ schlecht ab (SEF 2007:I-21). Methoden zur Herstellung von BtL-Treibstoffen finden bislang noch keine breite Anwendung; deren

Markteinführung soll laut Koalitionsvertrag der Bundesregierung aber vorangetrieben werden. Von der Automobilindustrie werden BtL-Treibstoffe laut Jahrbuch Erneuerbare Energien stark favorisiert, da diese den aktuellen Motorenkonzepten ideal angepasst werden können (SEF 2007:I-21).

Abbildung 13: Treibhausgasvermeidungskosten unterschiedlicher Biokraftstoffe.



(Quellen: Biodiesel: DEFRA 2003; Bioethanol EU: Schmitz 2005; Bioethanol Brasilien: IEA 2004: 93).

Obwohl BtL-Treibstoffe Vorteile aufgrund der hohen Flächenerträge und der breiten Ressourcenbasis haben, die zur Herstellung dieser Treibstoffe verwendet werden kann, gibt es auch kritische Stimmen, die vor allem monieren, dass der zweite Schritt bei der BtL-Herstellung mit unnötigen zusätzlichen Kosten und energetischen Verlusten verbunden ist (SEF 2007:I-22). Daher wird empfohlen, auf diesen zweiten Schritt zu verzichten und stattdessen das im ersten Schritt gewonnene Synthesegas zu Biogas mit Erdgasqualität aufzubereiten und in das vorhandene Erdgasnetz einzuspeisen (SEF 2007:I-22). Ein solcher Ansatz bietet zudem ein hohes Maß an Flexibilität: Neben der Nutzung anstelle des fossilen Erdgases zur Strom- und Wärmeerzeugung könnte das so gewonnene Biogas auch in Erdgasfahrzeugen eingesetzt werden und damit ebenfalls zur Erreichung der Biotreibstoffquote beitragen.

3.5.1.4. Biodieselproduktion und Flächenbedarf in der EU und Deutschland

In diesem Abschnitt wird zunächst der Frage nachgegangen, welche Mengen an Ackerland in der EU-25 zur Erreichung der EU-Ziele benötigt würden. Dazu beziehen wir uns auf Vorhersagen des Joint Research Centers der Europäischen Kommission, nach denen der Dieselbedarf in der EU25 bis 2010 auf umgerechnet 208,5 Mrd. l steigen könnte (JRC 2004:23). Da sich die avisierten EU-Quoten auf den Energiegehalt der Treibstoffe beziehen, müssen zur Berechnung der entsprechenden Biodieselmenge die unterschiedlichen Energiegehalte von fossilem Diesel und Biodiesel berücksichtigt werden (JRC 2004:23). Der Energiegehalt der JRC-Vorhersage für den Dieselbedarf 2010 beträgt bei 35,7 MJ/l demnach rund 7,4 Mrd. GJ bzw. 7 400 PJ.

3.5.1.4.1 Flächenbedarf in der EU

Das 5,75 %-Ziel für 2010 verlangt folglich 428 Mrd. MJ (= 428 PJ) an Biodiesel bzw. bei Berücksichtigung des Biodieselenergiegehaltes von 32,8 MJ/l eine Biodieselproduktion von 13,0 Mrd. l (Tabelle 58). Geht man wie das JRC (2004:24) von einem Flächenertrag für Biodiesel von 48,3 GJ/ha aus, würde die Einhaltung des Ziels für 2010 rund 9 Mio. ha Ackerland beanspruchen. Allerdings stellen die dabei zugrunde gelegten Flächenerträge einen Durchschnittswert für die EU15 dar. Für die EU25 sind die Flächenerträge niedriger, so dass die hier ermittelte Flächenbeanspruchung eher eine Untergrenze darstellen dürfte.

Für 2020 werden Prognosen der Europäischen Kommission verwendet, nach denen der Dieselverbrauch auf umgerechnet 234,4 Mrd. l ansteigen wird (EC 2003:121). Bei einem angenommenen Flächenertrag von 54,2 GJ/ha, welcher sich aus der Fortschreibung der Annahmen des JRC (2004) über die Verbesserung der Flächenerträge ergibt, würde allein für die Herstellung von Biodiesel zur Erreichung des 10 %-Anteils eine Fläche von rund 15,4 Mio. ha benötigt werden, falls sämtlicher Biodiesel aus Raps erzeugt wird und dieser darüber hinaus ausschließlich in EU-Ländern produziert würde. Dies entspricht fast 18,7 % des insgesamt in der EU25 zur Verfügung stehenden Ackerlandes, das laut JRC (2004:24) rund 82,4 Mio. ha umfasst.

Eine analoge Rechnung lässt sich auch für Bioethanol als gegenwärtig einzig bedeutendem Substitut für Benzin durchführen. Tabelle 59 zeigt, dass der zur Erreichung des 5,75 %-Ziels erforderliche Flächenbedarf im Jahr 2010 bei 2,2 Mio. ha liegt, für das 10 %-Ziel bei 3,4 Mio. ha. Diese Werte wurden auf Basis der Energiegehalte von Bioethanol (21,2 MJ/l) und Benzin (31,2 MJ/l) sowie den vom JRC (2004:24) dokumentierten Flächenerträgen errechnet. Zur Vereinfachung wurde davon ausgegangen, dass Bioethanol ausschließlich auf Basis von Zuckerrüben hergestellt wird, da dabei die Flächenerträge ungleich höher sind als bei Verwendung von Weizen. Das ermittelte Ergebnis stellt daher wiederum eine Untergrenze für das benötigte Ackerland dar.

Tabelle 58: Biodiesel- und Flächenbedarf in der EU25 zur Erfüllung der EU-Ziele

	2005	2010	2020
Prognosen:			
Prognosen des Dieselverbrauchs	187,5 Mrd. l	208,5 Mrd. l	234,4 Mrd. l
Energieäquivalent des Verbrauchs	6 693 PJ	7 443 PJ	8 368 PJ
Biodieselbedarf:			
EU Ziele	2,00 %	5,75 %	10,00 %
Biodieselbedarf in PJ	133,9	428,0	836,8
Biodieselbedarf in Mrd. l	4,1	13,0	25,5
Flächenertrag und -bedarf :			
Flächenertrag in GJ/ha	45,6	48,3	54,2
Flächenbedarf in Mio. ha	2,9	8,9	15,4
Flächenanteile	3,5 %	10,8 %	18,7 %

Quellen: JRC (2004), EC (2003)

Allein für die zur Erfüllung der EU-Ziele notwendige Biodiesel- und Bioethanolherstellung werden somit große Mengen an Ackerland beansprucht, die sich nach unseren vorsichtigen Schätzungen auf 11,2 Mio. ha bzw. 13,6 % der Ackerfläche der EU25 im Jahr 2010 belaufen und bis 2020 sogar auf 18,8 Mio. ha bzw. 22,8 % der Ackerfläche der EU25 anwachsen. Diese Flächen, die sich aus der Summe der in Tabelle 58 und Tabelle 59 genannten Flächen ergeben, stehen für andere Zwecke, insbesondere zur Nahrungsproduktion, nicht mehr zur Verfügung. Die obigen Schätzungen erscheinen im Vergleich zu andern Kalkulationen sogar

eher niedrig: Die Internationale Energieagentur ermittelte, dass 2020 in der EU15 rund 38 % des verfügbaren Ackerlandes zur Erzeugung der Biotreibstoffe benötigt werden, wenn tatsächlich 10 % der fossilen Treibstoffe durch Biokraftstoffe ersetzt würden (IEA 2004:132).

Tabelle 59: Bioethanol- und Flächenbedarf in der EU25 zur Erfüllung der EU-Ziele

	2005	2010	2020
Prognosen:			
Prognosen des Benzinverbrauchs	178,4 Mrd. l	186,6 Mrd. l	188,5 Mrd. l
Energieäquivalent des Verbrauchs	5 567 PJ	5 823 PJ	5 881 PJ
Bioethanolbedarf:			
EU Ziele	2,00 %	5,75 %	10,00 %
Bioethanolbedarf in PJ	111,3	334,8	588,1
Bioethanolbedarf in Mrd. l	5,3	15,8	27,7
Flächenertrag und -bedarf :			
Flächenertrag in GJ/ha	139,9	150,5	174,2
Flächenbedarf in Mio. ha	0,8	2,2	3,4
Flächenanteil	1,0 %	2,7 %	4,1 %

Quellen: JRC (2004), EC (2003)

Bedenken hinsichtlich des großen Umfangs an benötigten Flächen und der daraus resultierenden Konkurrenz um Ackerland werden häufig mit dem Hinweis zu entkräften versucht, dass die obligatorischen Stilllegungsflächen für die Produktion von Energiepflanzen genutzt werden könnten. Diese Stilllegungsflächen ergeben sich aus einer Vorgabe der Europäischen Kommission, wonach 10 % der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche brach liegen oder zum Anbau von Energiepflanzen, aber nicht zur Nahrungsmittelproduktion genutzt werden sollen (JRC 2003:45). Der hier ermittelte Mindestanteil von 13,6 % an Ackerfläche, die für die Biotreibstoffproduktion 2010 erforderlich wäre, übersteigt jedoch den Anteil an obligatorischen Stilllegungsflächen deutlich.

Auch das JRC (2003:49) kommt zu dem Schluss, dass Biodieselhersteller gezwungen sind, Raps zu verwenden, der nicht auf Stilllegungsflächen angebaut wurde. Dies ist in Deutschland bereits der Fall: 2005 wurden insgesamt 680 000 ha

zur Biodieselproduktion benötigt, aber lediglich 317 000 ha Stilllegungsfläche zum Rapsanbau genutzt (UFOP 2005b:4).

Selbst wenn jedoch 100 % des Ackerlandes in der EU zum Rapsanbau zur Verfügung stünden, sorgt die drei- bis siebenjährige Fruchtfolge (IPTS 2003) beim Anbau von Raps für eine Beschränkung des möglichen Biodieselanteils, die nur durch eine Verkürzung der Fruchtfolge oder die merkliche Ausweitung der gesamten zur Verfügung stehenden Ackerfläche gemildert werden könnte. Bei Annahme einer durchaus realistischen fünfjährigen Fruchtfolge könnte jährlich lediglich ein Fünftel der 82,4 Mio. ha Ackerland der EU25 zur Biodieselproduktion genutzt werden. Mit der Erreichung des 10 %-Ziels, für das nach obigen Schätzungen ein Anteil von fast 18,7 % des in der EU25 zur Verfügung stehenden Ackerlandes erforderlich wäre, stößt man folglich unweigerlich an die Grenzen des in der EU höchstensfalls möglichen Rapsanbaus. Dies würde bedeuten, dass die EU in Zukunft zum Rapsölimporteur werden würde, während sie in der Vergangenheit traditionell Exporteur großer Mengen an Rapsöl war. In der Tat deuten die jüngsten Entwicklungen darauf hin (Oil World 2007), dass in Zukunft immer mehr Rapsöl nach Europa importiert werden wird.

3.5.1.4.1. Flächenverbrauch in Deutschland

In diesem Abschnitt wird der Flächenverbrauch zur Erreichung des nationalen Ziels eines Biotreibstoffanteils von 17 % bis 2020 (SRU 2007:1) sowie zur Umsetzung der Vorgaben des deutschen Biokraftstoffgesetzes abgeschätzt. Dieses Gesetz schreibt bis 2010 einen Biokraftstoffanteil von 6,75 % vor, mithin einen um einen Prozentpunkt höheren Anteil als die EU-Richtlinie 2003/30/EC, welche eine – im Gegensatz zum Biokraftstoffgesetz – unverbindliche Quote von 5,75 % vorsieht. Bei einer vorgeschriebenen Mindestbeimischung von 4,4 % Biodiesel und 3,6 % Bioethanol wird das gesetzlich festgelegte Ziel von 6,75 % aller Voraussicht nach nur dadurch erreicht, dass die geringeren Anteile an Bioethanol durch entsprechend höhere Anteile an Biodiesel ausgeglichen werden.

Dafür spricht, dass die Produktionskosten mit etwa 19 Euro/GJ bei Biodiesel derzeit geringer sind als bei Bioethanol. Die Kosten für Bioethanol liegen bei ca. 22 bzw. 24 Euro/GJ, je nachdem, ob es aus Stärke oder Zucker hergestellt wird (FNR 2006b:17). Die darüber hinaus gesetzliche festgelegte Steigerung des

Biotreibstoffanteils auf insgesamt 8 % bis 2015, die einer jährlichen Erhöhung um jeweils 0,25 % gleichkommt, wird vermutlich ebenfalls vorwiegend durch Biodiesel erzielt werden, da der Kostennachteil von Bioethanol laut FNR (2006b:18) bis 2015 zwar geringer wird, aber nicht vollständig verschwindet. Auch für das sehr ambitionierte Ziel von 17 % für 2020 wurde wider bessere Kenntnisse angenommen, dass es vorwiegend durch Biodiesel erreicht wird. Die für diese Szenarien erforderlichen Biodieselquoten, die als Folge der Annahme der Biodieseldominanz ebenso errechnet werden müssen wie der künftige Flächenbedarf, sind in Tabelle 60 aufgeführt.

Tabelle 60: Flächenverbrauch infolge des künftigen Biodieselbedarfs in Deutschland

	2005	2010	2015	2020
Diesel, Mio. t	28,5	31,3	30,5	28,6
Diesel, Mrd. l	34,0	37,3	36,3	34,1
Quoten:	5,5 %	8,7 %	10,4 %	23,8 %
Biodieserverbrauch, Mrd. l	2,05	3,55	4,15	8,92
Flächenertrag, l/ha	1 547	1 708	1 886	2 082
Flächenverbrauch, Mio. ha	1,32	2,08	2,20	4,28
Ackerland, Mio. ha	12,0	12,0	12,0	12,0
Flächenanteile	11,0 %	17,3 %	18,3 %	35,7 %
Quellen: Dieserverbrauchsprognosen: MWV (2006a). Dieserverbrauch 2005: gerundete Werte nach MWV (2006b:51). Flächenertrag: FNR (2006b:74), Ackerland: Destatis (2006:20), übrige Werte: eigene Berechnungen.				

Den Berechnungen liegt die Kraftstoffbedarfsprognose des Mineralölwirtschaftsverbandes zugrunde (MWV 2006a). Für 2005 sind die laut (MWV 2006b) tatsächlich verbrauchten Mengen an Diesel aufgeführt. Die 2005 abgesetzten Mengen an Biodiesel lagen bei 1,8 Mio. t (VDB 2007) bzw. 2,05 Mrd. l. Ausgehend von einem Flächenertrag von 1 547 Litern Biodiesel pro Hektar (ha) im Jahr 2005 (FNR 2006b:74) steigen die Erträge unter Berücksichtigung einer jährlichen Ertragssteigerung von 2 % (FNR 2006b:22) bis 2020 auf 2 082 l/ha. Der Ertrag für 2005 ist in Deutschland höher als im EU-Mittel, so dass sowohl Ausgangsniveau als

auch die relativ hoch angesetzte Ertragssteigerungsrate zu einer Überschätzung der Erträge und dementsprechend einer Unterschätzung des tatsächlichen Flächenbedarfes führen.

Mit einem kalkulierten Flächenverbrauch von rund 1,3 Mio. ha allein für den Rapsanbau zur Biodieselerzeugung vereinnahmte dieser Verwendungszweck recht genau die Fläche, die nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 2005 für den Anbau von Raps insgesamt in Anspruch genommen wurde (Destatis 2006:23). Da Raps außer für die Biodieselherstellung auch für die Produktion von Speiseölen sowie für andere Zwecke Verwendung findet, wird hieraus offenbar, dass in Deutschland nicht genügend Raps angebaut wurde, um damit den Bedarf für sämtliche Verwendungszwecke decken zu können. In der Tat wurden nach Angaben des FNR (2006b) im Jahr 2005 etwa 0,3 Mio. t des Biodieseldieselabsatzes von 1,8 Mio. t importiert, teils in Form des Endprodukts und teils in Gestalt der dafür erforderlichen Rohstoffe.

Die hier geschätzten Flächenanteile von rund 17,3 % im Jahr 2010 bzw. etwa 18,3 % im Jahr 2015 machen deutlich, dass der künftig erforderliche Biodieseleinsatz wohl kaum gedeckt werden kann, ohne dass es zu Nutzungskonflikten um Ackerland kommt - es sei denn, der gegenwärtige Umfang an Ackerland von rund 12 Mio. ha wird stark ausgeweitet oder die zusätzlich notwendige Biodieselmenge oder die entsprechend benötigte Menge an Rapsöl bzw. Substituten wie Palmöl oder Sojaöl wird importiert.

Zunehmende Importe werden künftig wohl kaum ausbleiben, da die Fläche für den Rapsanbau nach Aussagen von Experten von derzeit etwa 1,3 Mio. ha auf maximal 1,6 – 1,8 Mio. ha gesteigert werden kann (UFOP 2006a) und damit lediglich eine Biodieselproduktion von maximal knapp 2,8 Mrd. l einherginge. Nach den in Tabelle 60 dargestellten Abschätzungen könnte es zu einem Import von bis zu 0,47 bzw. 0,75 Mrd. l Biodiesel oder Importquoten von etwa 13,3 % bzw. 18,2 % kommen, falls die vorgeschriebenen Kraftstoffquoten für 2010 bzw. 2015 tatsächlich eingehalten würden. Anstatt der alleinigen Einfuhr der fehlenden Menge an Biodiesel ist damit zu rechnen, dass teilweise auch die dafür erforderlichen Rohstoffe wie Rapsöl, vermehrt aber auch Palmöl, eingeführt werden. Sollte das 17 %-Ziel für 2020 in die Tat umgesetzt werden, könnten im Extremfall bis zu 5,17 Mrd. l der erforderlichen 8,92

Mrd. l Biodiesel eingeführt werden müssen und die Biodieselimporte somit einen Anteil von bis zu 58 % ausmachen.

3.5.1.4.2. Nutzungskonkurrenzen

Flächennutzungskonkurrenzen infolge der Zunahme des Rapsanbaus scheinen bis 2005 kaum aufgetreten zu sein. So blieb die Fläche, die für den Getreideanbau benutzt wurde, nach Angaben des Statistischen Bundesamtes zwischen 2002 und 2005 mit 6,9 Mio. ha relativ konstant (Destatis 2006:21). Nach den Ergebnissen der Bodennutzungserhebung 2005 wurden die Auswirkungen der zwischen 1995 und 2005 zu verzeichnenden deutlichen Ausweitung der Rapsanbaufläche - zumindest unter einem rein statistischem Blickwinkel - durch den Rückgang der Brachflächen um 38,1 % gedämpft.

Zwar wurde das Ackerland für den Anbau von Hackfrüchten wie Zuckerrüben oder Kartoffeln um 17,7 % verringert. Dieser Rückgang ist jedoch nicht auf die vermeintliche Begrenztheit des Umfangs an Ackerland zurückzuführen, das mit rund 12 Mio. ha. etwa 70 % der rund 17 Mio. ha an landwirtschaftlich genutzter Fläche in Deutschland ausmacht; 4,9 Mio. ha sind Grünflächen wie Wiesen und Weiden (Destatis 2006:20). Vielmehr reflektiert dies vor allem wirtschaftliche Aspekte: So manche Fläche konnte im Rahmen der europäischen Agrarreform nicht mehr profitabel mit den bisherigen Interventionspflanzen bewirtschaftet werden, so dass diese Flächen in der Folge für Zwecke verwendet wurden, die einen höheren Deckungsbeitrag in Aussicht stellen, als dies etwa nach der neuen Zuckermarktordnung beim Anbau von Zuckerrüben für die Zuckerherstellung der Fall ist. Im Gegensatz zu den daraus resultierenden, weniger aussichtsreichen Perspektiven für Rüben zur Zuckerherstellung beinhaltet die gezielte Förderung von Biokraftstoffen einen Wettbewerbsvorteil für die dafür erforderlichen Agrarrohstoffe (FNR 2006b:61), allen voran für Raps.

Wäre der Anbau von Hackfrüchten ähnlich profitabel gewesen wie die Kultivierung von Raps, so hätte dies durch die Verwendung von Brachlandflächen im Umfang von rund 0,794 Mio. ha (Destatis 2006:20) unweigerlich zu einer Ausweitung der benutzten Ackerfläche geführt - vorausgesetzt, die dafür notwendigen Produktionsfaktoren, insbesondere eine entsprechende Zahl von Arbeitskräften, wären dafür vorhanden gewesen.

Kurzum: Der Zuwachs beim Anbau von Raps zu Lasten anderer Agrarprodukte wie Kartoffeln oder Zuckerrüben war in der Vergangenheit weniger das Resultat der Limitiertheit der zur Verfügung stehenden Ackerfläche, denn diese lässt sich nach den Zahlen des Statistischen Bundesamtes offenbar noch ausweiten, sondern vielmehr das Ergebnis unterschiedlicher Margen, die für die Erzeugung der verschiedenen Agrargüter erzielbar sind, sowie der Knappheit der in der Landwirtschaft vorhandenen Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital.

Daraus kann jedoch keinesfalls geschlussfolgert werden, dass in Zukunft nicht doch Flächennutzungskonkurrenzen in Deutschland entstehen können. Dies kann durch die gleichzeitige Vorgabe von Quoten für die Beimischung von Biotreibstoffen und die vielfältige Förderung der energetischen Nutzung von Biomasse, etwa zur Stromerzeugung, in nicht allzu ferner Zeit durchaus geschehen, wie die Berechnungen des Wuppertalinstituts in Kapitel 3.3 und 3.4 zeigen.

Ungeachtet dessen führen die lukrativeren Alternativen, die durch die Subventionierung der energetischen Nutzung von Biomasse geschaffen wurden, jedoch dazu, dass die weniger profitable Erzeugung anderer Agrarrohstoffe reduziert wird - mit dem Resultat, dass über kurz oder lang die Preise der dann im geringeren Umfang hergestellten landwirtschaftlichen Erzeugnisse steigen werden. Preisanstiege werden daher auch dann die zwingende Folge sein, wenn die Knappheit an Ackerland noch nicht spürbar sein sollte. Diese Anstiege werden jedoch stärker ausfallen, falls die Limitiertheit des Produktionsfaktors Boden tatsächlich relevant werden sollte.

3.5.1.5. Auswirkungen auf die Rapsölpreise

Die EU, und allen europäischen Ländern voran Deutschland, waren lange Zeit bedeutende Exporteure von Rapsöl. Seit etwa 2001 produziert die EU indessen kaum noch wesentlich mehr als verbraucht wird. 2006 wurde sogar erstmals mehr verbraucht als produziert wurde (Abbildung 14). Diese jüngsten Entwicklungen werden ganz wesentlich durch den enormen Verbrauchsanstieg in Deutschland geprägt. Dieser hat dazu geführt, dass der bedeutendste europäische Rapsproduzent im Jahr 2006 erstmalig zum Nettoimporteur von Rapsöl geworden ist und mit rund 0,8 Mio. t beinahe ein Viertel der Verbrauchsmenge einführen musste (Oil World 2007). Noch bis Ende der 90er Jahre produzierte Deutschland regelmäßig etwa doppelt so viel Rapsöl, wie das Land selbst benötigte.

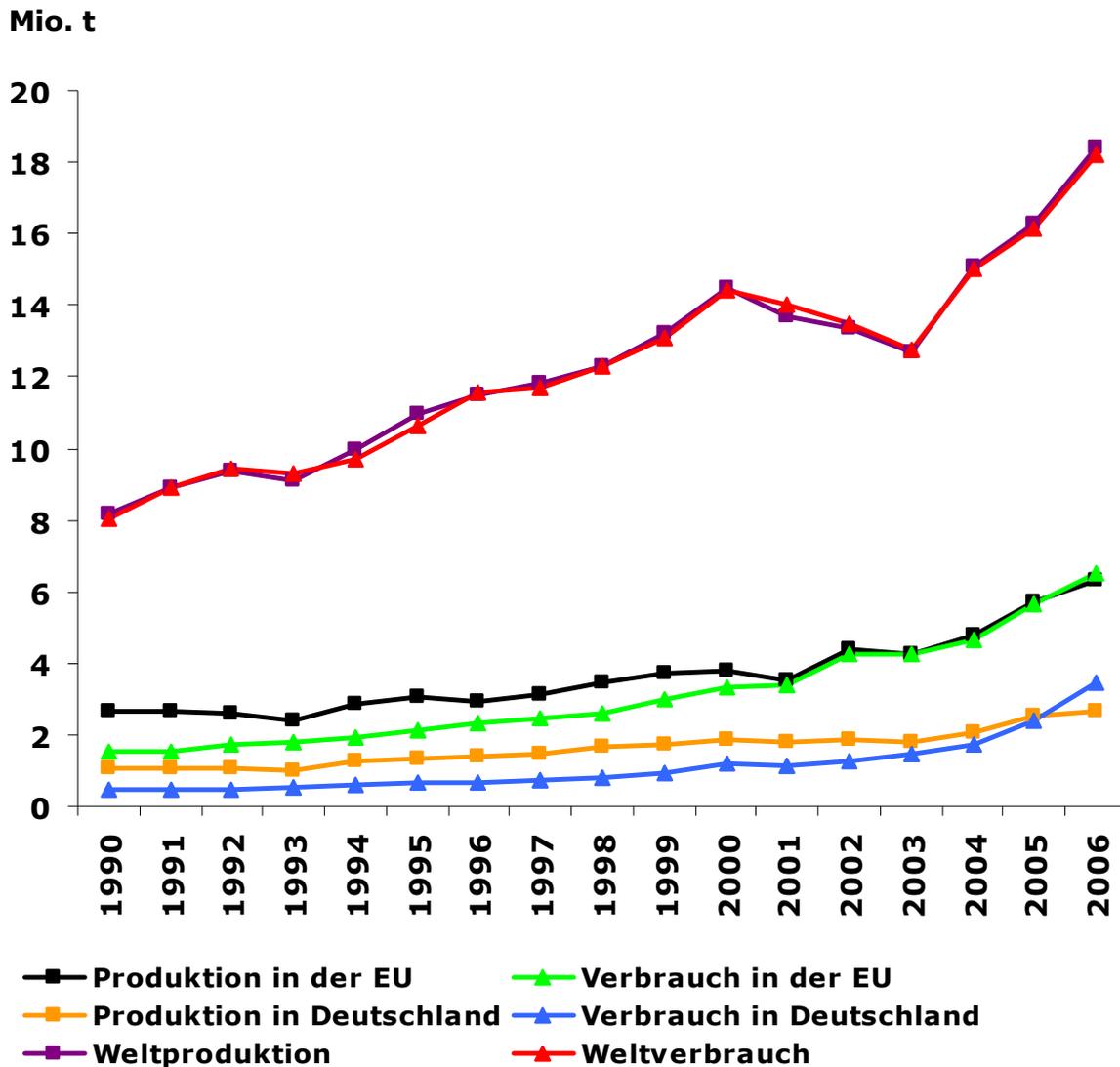
3.5.1.5.1. Deutschland treibt das globale Verbrauchswachstum

Machte das Verbrauchswachstum in Deutschland bis 2004 noch einen eher moderaten Anteil am globalen jährlichen Nachfrageanstieg aus, bestimmte Deutschland im Jahr 2005 das globale Verbrauchswachstum ganz entscheidend und hatte einen Anteil von 59 % am weltweiten Rapsölverbrauchsanstieg (Oil World 2007). In nennenswerter Weise trugen darüber hinaus lediglich die USA und einige andere europäische Staaten dazu bei. Auch 2006 ging rund die Hälfte des weltweiten Verbrauchsanstieges von etwa 2 Mio. t auf Deutschland zurück. Weder China noch die übrigen europäischen Staaten haben dazu einen Beitrag geleistet.

Im Gegenteil: Die übrigen europäischen Staaten haben 2006 sogar weniger Rapsöl verbraucht als im Jahr zuvor, während die chinesische Rapsölnachfrage seit Beginn des neuen Jahrtausends auf einem Niveau von knapp 5 Mio. t stagniert. In den 90er Jahren war China hingegen mit einem Nachfrageplus von insgesamt über 2 Mio. t ein wesentlicher Motor des weltweiten Verbrauchsanstiegs von rund 6 Mio. t. 2006 hat China erstmals seit Jahrzehnten wieder mehr Rapsöl produziert als verbraucht.

Kurzum: Mit der enormen Steigerung des deutschen Rapsölverbrauchs in den letzten Jahren, welcher sich seit 2001 praktisch verdreifacht hat und laut Oil World (2007) im Jahr 2006 auf einem Niveau von etwa 3,5 Mio. t angelangt ist, ist Deutschland maßgeblich für den weltweiten Preisanstieg in den letzten zwei bis drei Jahren verantwortlich zu machen, insbesondere auch deshalb, weil das Wachstum der heimischen Produktion mit lediglich rund 50 % seit 2001 weit hinter dem Verbrauchsanstieg hinterher hinkte. Ausschließlich verantwortlich für den 2000 beginnenden Preisanstieg ist Deutschland allerdings keineswegs: Der steile Anstieg des weltweiten Rapsölverbrauchs im Jahr 2004 ist lediglich zu geringen Teilen auf den Verbrauchsanstieg in Deutschland zurückzuführen.

Abbildung 14: Rapsölverbrauch und –produktion in der Welt, EU und Deutschland (Oil World 2007)



3.5.1.5.2. Biodieselproduktion ist die Triebkraft des Rapsölverbrauchs

Entscheidend getrieben, so zeigt die folgende Tabelle 61, wurde der deutsche Rapsölverbrauch in den letzten Jahren von der stark wachsenden Biodieselproduktion. 2005 stiegen sowohl die Biodieselproduktion wie auch der Rapsölverbrauch besonders deutlich an, aber auch in den Jahren zuvor ist eine positive Korrelation zwischen Biodieselproduktion und Rapsölverbrauch erkennbar. (Dabei ist zu beachten, dass ein Liter Rapsöl etwa dieselbe Menge an Biodiesel ergibt.)

**Tabelle 61: Rapsöl- und Biodieselproduktion und -absatz in Deutschland in
1 000 t**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Biodiesel							
Produktion	110	220	277	450	750	980	1 500
Zunahme	-	110	57	173	300	230	520
Absatz	130	340	450	550	810	1 050	1 800
Rapsöl							
Produktion	1 754	1 831	1 778	1 860	1 822	2 078	2 493
Verbrauch	954	1 217	1 157	1 257	1 458	1 748	2 421
Zunahme	-	263	-60	100	201	290	673

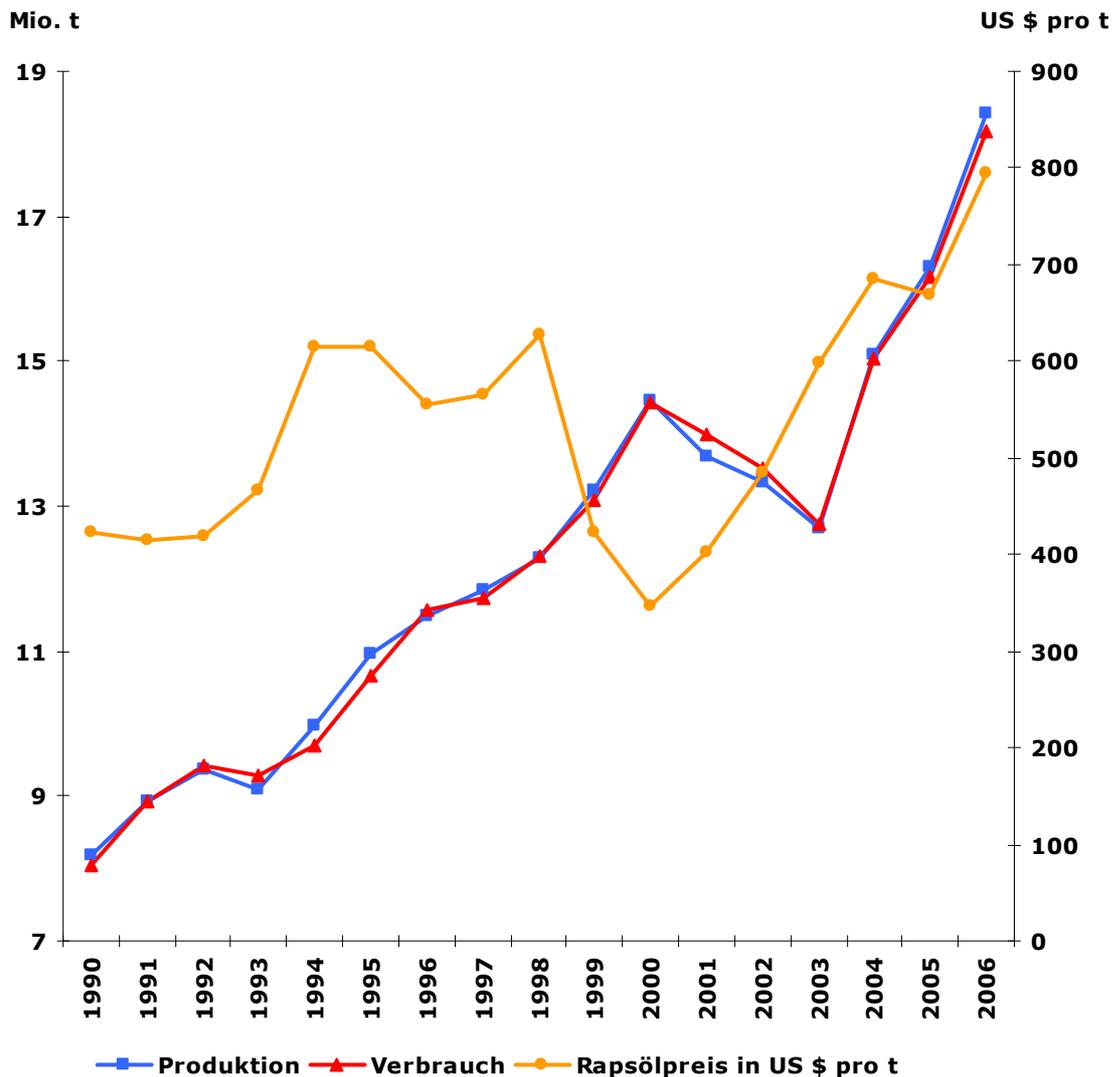
Quellen: Biodiesel: VDB (2007). Rapsöl: Oil World (2007)

Vor allem bedingt durch den stark steigenden Biodieserverbrauch stiegen die Weltmarktpreise für Rapsöl 2006 auf den höchsten Wert seit 1990 (Abbildung 15). Wahrscheinlich wären die jüngsten Preisanstiege weniger stark ausgefallen, wenn dem Nachfrageanstieg in Deutschland bereits früher Einhalt geboten worden wäre, als dies mit der Teilbesteuerung für den Einsatz von reinem Biodiesel ab August 2006 geschehen ist.

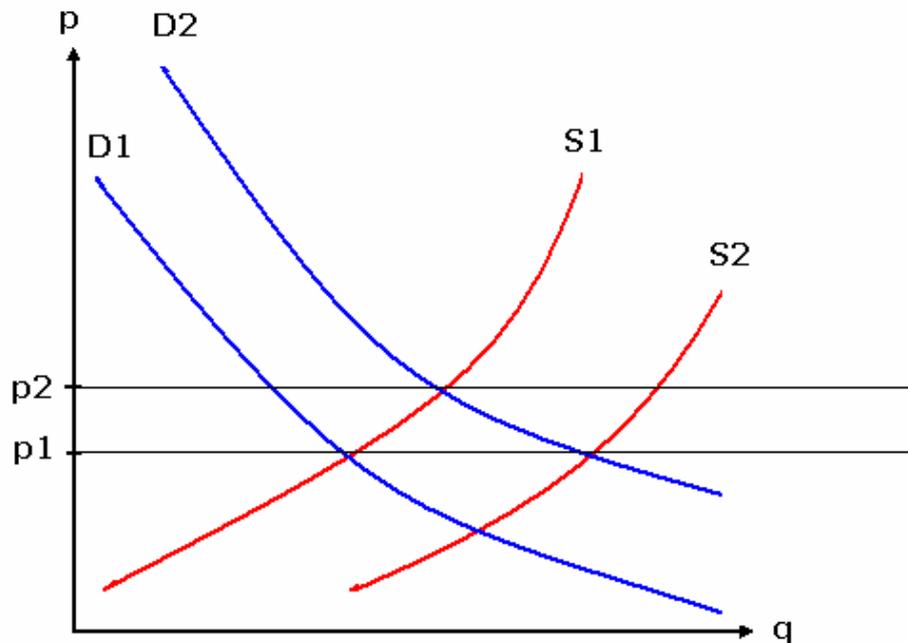
3.5.1.5.3. Rohstoffpreise verhalten sich zyklisch

Ähnliche, wenngleich nicht ganz so hohe Preise gab es indessen bereits Mitte der 90er Jahre, als die Biodieselproduktion noch eine sehr unwesentliche Rolle gespielt hat. Damals entstand ein Nachfrageüberhang, der letztlich die Ursache einer jeden Hausse ist und der damals vor allem dem stark steigenden Verbrauch Chinas geschuldet war. Sobald ein Nachfrageüberhang aber durch eine Steigerung der Produktion beseitigt werden kann, fällt der Preis postwendend, wie die Jahre 1998 bis 2000 zeigen (Abbildung 15). Offenbar kann bereits ein Angebot, das die Nachfrage nur leicht übersteigt, für niedrigere Preise sorgen.

Abbildung 15: Rapsölverbrauch, –produktion und –preise (Oil World 2007)



Tatsächlich konnte der während der 90er Jahre erfolgende weltweite Verbrauchsanstieg um rund 80 % durch eine Ausweitung der Produktion mehr als ausgeglichen werden, so dass der Rapsölpreis im Jahr 2000 mit nominal rund 350 US-Dollar je t deutlich unter dem Niveau zu Beginn der 90er Jahre lag. Laut ökonomischer Theorie bleiben Preise nur dann dauerhaft auf jenem höheren Niveau, auf das sie durch einen exogenen Nachfrageschock befördert wurden, wie er in diesem Fall durch die Subventionierung von Biotreibstoffen ausgelöst wurde, wenn daraufhin keine Ausweitung der Produktion erfolgt. Der Preis könnte wieder auf das ursprüngliche Niveau zurückfallen, wenn – bildlich gesprochen - auf die dauerhafte Verschiebung der Nachfragekurve von D1 zu D2 eine entsprechende Verschiebung der Angebotskurve von S1 auf S2 erfolgen würde (Abbildung 16).

Abbildung 16: Stilisierte Angebots- und Nachfragekurven

Folglich müssten die derzeit hohen Preise nur vorübergehender Natur sein, wie die Ökonomik und die Erfahrungen aus der Vergangenheit lehren, wenn einerseits ein weiterer Produktionsanstieg den derzeit herrschenden Nachfrageüberhang beseitigen könnte und andererseits die Nachfrage nach Rapsöl nicht weiter ansteigen würde. Eine Steigerung der Nachfrage ist jedoch durch die EU-Vorgaben für die Biotreibstoffanteile vorprogrammiert, und im Falle Deutschlands durch das Biokraftstoffquotengesetz.

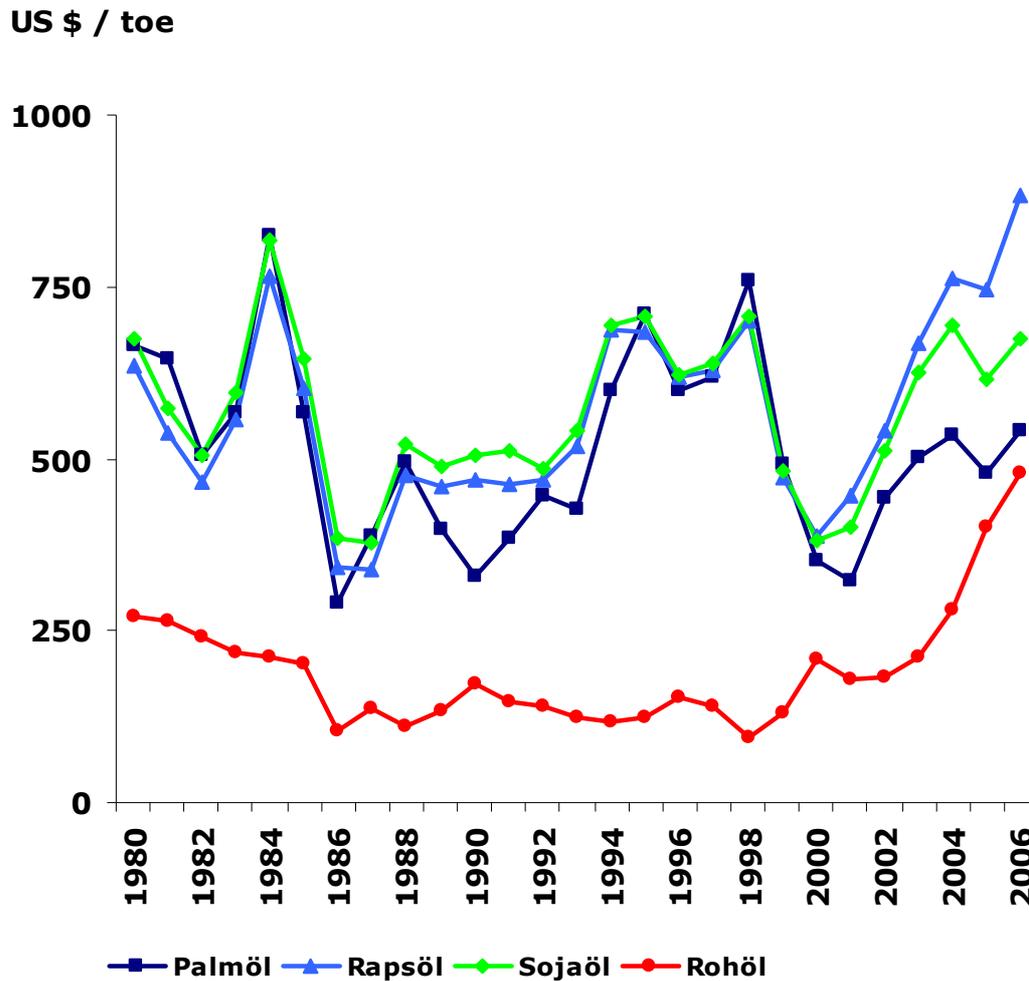
3.5.1.5.4. Weiter steigende Nachfrage nach Biodiesel und Rapsöl

Würde das 5,75 %-Ziel tatsächlich von allen EU-Staaten eingehalten, so würde dies nach den in Tabelle 58 präsentierten Abschätzungen 2010 rund 13 Mrd. l bzw. rund 11,5 Mio. t Biodiesel erfordern, das heißt beinahe 9 Mrd. l bzw. rund 6,6 Mio. t mehr als in Tabelle 56 als Produktionsmenge für 2006 aufgelistet wurde. Ein solcher, innerhalb eines kurzen Zeitraums von 2006 bis 2010 potentiell auftretender Nachfragezuwachs von rund 6,6 Mio. t Biodiesel, welcher etwa dieselbe Menge an Rapsöl erforderlich macht, bedeutet einen ähnlichen Verbrauchsanstieg wie er im

ganzen letzten Jahrzehnt zu verzeichnen war: Zwischen 1990 und 2000 stieg der Rapsölverbrauch um 6,5 Mio. t, von 8 auf knapp 14,5 Mio. t (Oil World 2007).

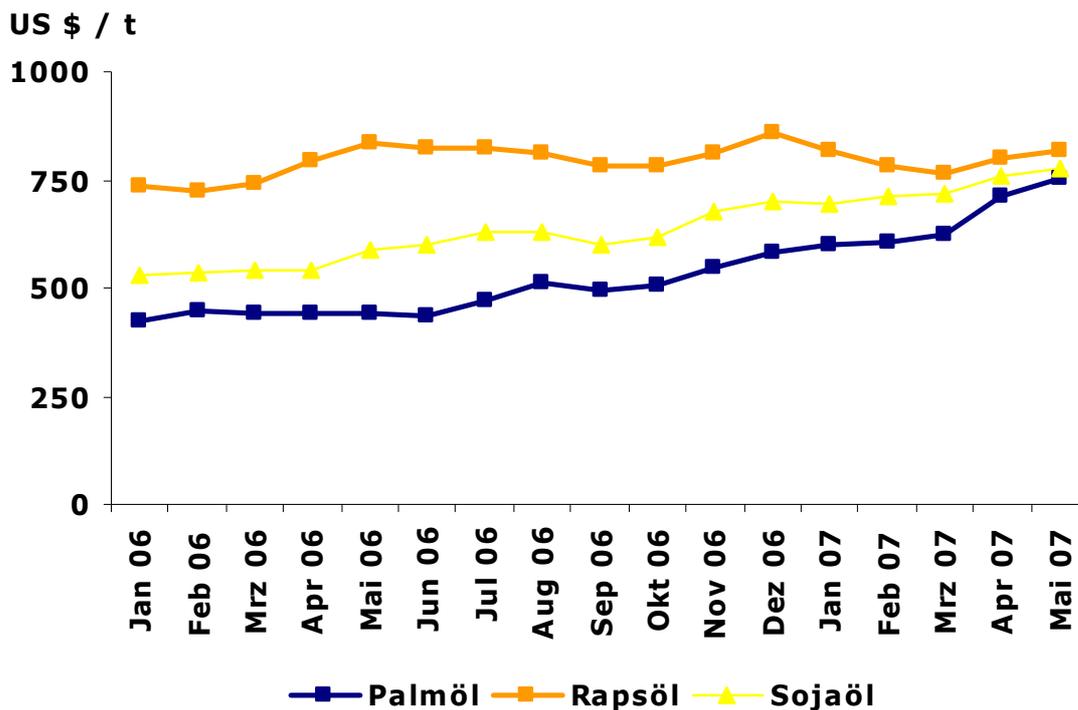
Der EU-Verbrauch wird 2010 vermutlich niedriger liegen als oben errechnet. Dies liegt daran, dass viele Mitgliedsstaaten den unverbindlichen Quotenregelungen der EU nicht unbedingt Folge leisten: Bereits die 2 %-Quote für das Jahr 2005 wurde von der großen Mehrheit der EU-Länder verfehlt. Für 2010 wird dies voraussichtlich kaum anders sein, während Deutschland das EU-Ziel von 5,75 % mit Hilfe des Biokraftstoffquotengesetzes übererfüllen wird. Es ist allerdings wahrscheinlich, dass der voraussichtlich geringere Rapsölverbrauch der EU durch einen Mehrbedarf für andere Verwendungszwecke als die Kraftstoffherstellung ausgeglichen oder gar überkompensiert wird, vor allem aufgrund des weiter steigenden Nahrungsmittelbedarfs prosperierender Schwellenländer wie China. Trotz der zunehmenden Konkurrenz durch die Biodieselherstellung ist es durchaus möglich, dass der Verbrauch von Rapsöl für die Speiseölherstellung etc. in ähnlicher Größenordnung steigen wird, wie im letzten Jahrzehnt. Alles in allem ist somit in Zukunft mit einem massiven, wohl noch nie verzeichneten Anstieg des Verbrauchs an Rapsöl zu rechnen.

Dennoch sollten die durch die derzeit hohen Preise gesetzten Signale und Anreize dafür sorgen, dass die weltweite Produktion entsprechend ausgeweitet wird und sich die Preise früher oder später ebenso wieder normalisieren, wie dies nach den in den 90er Jahren zu beobachtenden, ebenfalls bis dato nie da gewesenen Produktionssteigerungen geschah. Dass die Preise wieder sinken werden, ist zwar mit einigen Unwägbarkeiten verbunden, etwa im Hinblick auf die Rolle, die Substitute wie Palmöl oder Sojaöl bei der Deckung des künftigen Biodieselbedarfs spielen werden oder inwieweit die weltweite Ackerfläche zu Lasten von Savannen und Regenwald ausgedehnt werden kann, aber aufgrund der wohl bekannten Zyklizität von Rohstoffmärkten zu erwarten (RWI 2006). Diese Zyklizität spiegelt sich in den Preisen wider: So zeigt Abbildung 17, dass auch auf die Preisspitze Mitte der 80er, bei der ähnlich hohe Rapsölpreise wie derzeit bzw. 1998 zu verzeichnen waren, eine Phase niedriger Preise folgte. Im Vergleich zu Rohöl zeigen die Preise von Raps-, Soja- und Palmöl sogar sehr stark ausgeprägte Zyklen.

Abbildung 17: Weltmarktpreise für Rohöl und Ölsaaten in Tonnen Öläquivalenten (Oil World 2007)

3.5.1.5.5. *Konsequenzen des Biodieselbooms*

Trotz einer potentiellen Rückkehr zu normalen Preisen gibt es allerdings einige schwerwiegenden Konsequenzen: Erstens sind die Preise für Rapsöl, aber auch für andere Agrarrohstoffe wie Palmöl, in der Zwischenzeit deutlich höher, als es ohne eine derart starke Forcierung des Einsatzes von Biokraftstoffen der Fall gewesen wäre. So haben gerade in jüngster Zeit die Preise für Palmöl stark angezogen (Abbildung 18), unter anderem deshalb, weil es bei der Biodieselherstellung als nahezu perfektes Substitut für Rapsöl dient. Für den US-Agrarsektor wurde gezeigt, dass die steigende Nachfrage nach Energiepflanzen nicht nur deren Preis und die Preise anderer Agrarrohstoffe ansteigen lässt, sondern die Preise aller landwirtschaftlichen Produkte in die Höhe treibt (IEA 2004:95).

Abbildung 18: Konvergenz von Raps-, Palm- und Sojaölpreisen

Steigende Pflanzenöl- und Nahrungsmittelpreise bedeuten indessen einen Wohlfahrtsverlust für Konsumenten (IEA 2004:21). Eine Verdopplung der Rohstoffpreise, wie dies bei Rapsöl seit etwa 2000 zu beobachten ist, bedeutet eine unmittelbare Verdopplung des Inputpreises für die Produktion von Nahrungsmitteln wie Speiseölen etc. Die höheren Kosten dafür müssen in voller Höhe getragen werden, die Aufteilung dieser Mehrkosten auf Verbraucher und Produzenten ist dabei von untergeordneter Bedeutung.

Gegenüber dem Jahr 2000 dürften rein rechnerisch die Mehrkosten für die Speiseölherstellung, welche sich nach Angaben von UFOP(2007:1) im Wirtschaftsjahr 2006/2007 auf rund 0,388 Mio. t. beläuft, bis zu 155 Mio. US-Dollar oder 120 Mio. € betragen, wenn man den Preisanstieg mit rund 400 US-Dollar je Tonne Rapsöl ansetzt. Entsprechend müsste für die Verwendung von Rapsöl zu chemisch-technischen Zwecken, für die laut UFOP(2007:1) im Wirtschaftsjahr 2006/2007 rund 0,214 Mio. t. benötigt werden, rund 85 Mio. US-Dollar oder etwa 65 Mio. € mehr aufgewendet werden als noch im Jahr 2000.

Diese Werte können allerdings nur als ein ungefährender Anhaltspunkt für die Größenordnung der Mehrkosten gewertet werden. Die Verarbeiter von Rapsöl werden in der Regel längerfristige Lieferverträge haben, in denen sich die

Lieferpreise zwar am Weltmarktpreis orientieren, jedoch moderater ausfallen sollten. Grundsätzlich nicht geklärt werden kann die Frage, welcher Anteil an Mehrkosten auf die Förderung von Biodiesel in Deutschland zurückzuführen ist und welche Rolle die wachsende Nachfrage anderer Länder gespielt hat. Hierzu müsste quantifiziert werden können, welchen Beitrag die deutsche Biotreibstoffpolitik am Preisanstieg für Rapsöl in den vergangenen Jahren genau geleistet hat. Valide Aussagen darüber zu treffen, erscheint kaum möglich.

Eine zweite wichtige Konsequenz beruht darauf, dass bei der Rapsölproduktion gleichzeitig entweder Rapsschrot oder - bei dezentraler Verarbeitung - Rapspresskuchen anfällt. Diese Nebenprodukte werden als Futtermittel verwendet und erhöhen die Einnahmen der Rapsölhersteller. Mit der zunehmenden Rapsölproduktion fällt somit immer mehr dieser Art von Futtermittel an, mit der Folge, dass die Preise für andere Futtermittel unter Druck geraten. (Gleichzeitig werden allerdings Ackerflächen frei, auf denen die verdrängten Futtermittel wie Mais angepflanzt worden wären.)

Wird das Rapsöl nicht unmittelbar als Treibstoff verwendet, sondern zu Biodiesel weiterverarbeitet, wie es bislang vorwiegend geschieht, fällt zudem Glycerin als Nebenprodukt an. Mit einer ansteigenden Produktion an Biodiesel werden gleichzeitig im Verhältnis von etwas mehr als 10 zu 1 immer größere Mengen an Glycerin produziert. Dies erhöht das Angebot an Glycerin und trägt somit zu einer Verringerung der dafür am Markt erzielbaren Preise bei.

Geht man wegen der für den Rapsanbau in Deutschland maximal zur Verfügung stehenden Fläche von 1,8 Mio. ha und einer entsprechenden maximalen Biodieselproduktion von knapp 2,8 Mrd. l bzw. rund 2,5 Mio. t aus, kommen dadurch mehr als 0,25 Mio. t zusätzlich auf den Glycerinmarkt. Zum Vergleich: der gesamte Weltjahresbedarf beläuft sich derzeit auf rund 0,5 Mio. t (IDW 2007). Bei einem Preis von 400 €/t Glycerin (FNR 2006c:199), würden den traditionellen Herstellern bei einer Verdrängung von 0,25 Mio. t Glycerin überschlägig gerechnet rund 100 Mio. € an Einnahmen verloren gehen. Hierbei sind weitere Einnahmeverluste durch Preisrückgänge Glycerin noch nicht eingerechnet. Das deutlich höhere Angebot hat jedoch zu massiven Preiseinbrüchen auf gegenwärtig etwa 120 €/t geführt (Oleoline 2007:1). In der Tat sucht man derzeit händeringend nach Verwendungsmöglichkeiten für die im Übermaß anfallenden Glycerinmengen.

Als dritte Konsequenz werden wegen der größer werdenden Lücke zwischen Verbrauch und heimischer Produktion an Rapsöl und Biodiesel zunehmend fertige Endprodukte sowie Rohstoffe wie Raps- und Palmöl importiert. Bereits 2005 wurden laut Jahrbuch Erneuerbare Energien schätzungsweise etwa 15 % der Rohstoffe und Biokraftstoffmengen importiert (SEF 2007:I-19). Mit der seit Beginn 2007 geltenden Quotenregelung haben Mineralölfirmen in Deutschland ein besonderes Interesse daran, die Kosten für die Beimischung an Biodiesel möglichst gering zu halten. Dieses Bestreben wird durch den Einsatz des lange Zeit noch deutlich günstigeren Palmöls erleichtert (Abbildung 18). In der Tat schwoll der Palmölverbrauch in Deutschland im Jahr 2006 um rund 21 % oder 0,13 Mio. t gegenüber dem Vorjahr an, während zuvor sehr moderate oder sogar überhaupt keine Anstiege bei den Palmölimporten zu verzeichnen waren.

Nach Auffassung des Sachverständigenrates für Umweltfragen wird sich der Trend zur Ausweitung der Importe aufgrund der ambitionierten Biomassepolitik der EU und speziell Deutschlands fortsetzen (SRU 2007:4). Mit den Importen aus nicht der EU zugehörigen Ländern, insbesondere aus Entwicklungs- und Schwellenländern wie Malaysia oder Indonesien, gehen jedoch Umwelt schädigende Herstellungspraktiken einher (SRU 2007:4), etwa die potentielle Zunahme von Brandrodungen und Regenwaldabholzungen. Derartige Tendenzen wären in mehrfacher Hinsicht fragwürdig: Zum einen sind die Vernichtung von Regenwäldern und Brandrodungen zur Steigerung der Palmölproduktion mit Treibhausgasemissionen verbunden, welche die Einsparungen durch den Einsatz von Biokraftstoffen zumindest teilweise konterkarieren. Zum anderen werden dadurch Arbeitsplätze im Ausland anstatt im Inland neu geschaffen und unterstützt. Und nicht zuletzt wird die Abhängigkeit von Mineralölimporten zum Teil lediglich durch jene von Biokraftstoff-, Raps- und Palmölimporten eingetauscht, jedoch mit dem zusätzlichen Nachteil, dass die Kosten dafür, trotz der gegenwärtig hohen Ölpreise, ungleich höher sind als jene für die fossilen Treibstoffe. Dass die volkswirtschaftlichen Kosten bei einer getreuen Umsetzung der Vorgaben des deutschen Biokraftstoffquotengesetzes jährlich weit über einer Milliarde Euro liegen werden, zeigen die Kalkulationen des nächsten Abschnitts.

3.5.1.6. Steuerausfälle und künftige direkte ökonomische Belastungen

Ohne verpflichtende Quotenvorgaben und steuerliche Subventionen könnte sich Biodiesel gegen die fossilen Alternativen derzeit nicht durchsetzen: Die Produktionskosten belaufen sich für Biodiesel auf 0,69 € pro Liter Dieseläquivalent, während die Produktion konventionellen Diesels bei einem Ölpreis von 50 US-Dollar je Barrel 0,32 €/l kostet (FNR 2006b:96). Mithin beträgt die Differenz der Produktionskosten von Diesel und Biodiesel 0,37 € je Liter Dieseläquivalent.

Der mittlerweile deutlich höhere Ölpreis sorgt jedoch keineswegs automatisch für eine Verringerung der Kostendifferenz, da mit steigendem Ölpreis auch die Kosten für die Alternativen steigen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass sich ohne eine wesentliche Technologieverbesserung der Kostenabstand nicht entscheidend verbessern wird.

Tabelle 62 dokumentiert die Steuerausfälle der für die Biodieselproduktion bedeutendsten EU-Länder. 2005 betragen diese ungefähr 1,8 Mrd. €, wobei Deutschland mit rund 823 Mio. € die größten Steuermindereinnahmen zu verzeichnen hatte. Hinzuzurechnen sind außerdem die Steuerausfälle infolge der Begünstigung des unmittelbaren Einsatzes von Rapsöl als Kraftstoff, welche für 2005 auf 130 Mio. € taxiert werden (FNR 2006b:74).

Tabelle 62: Steuervergünstigungen und geschätzte Steuerausfälle im Jahr 2005

Land	Vergünstigung in €/l	Biodiesel, Mio. l	Ersetzter Diesel, Mio. l	Steuerausfall, Mio. €
Deutschland	0,47	1 897	1 750	822,6
Frankreich	0,33	559	516	170,3
Österreich	0,30	966	891	267,4
Italien	0,29	450	415	166,1
Tschechien	0,10	151	139	13,9
Spanien	0,29	830	765	222,0
UK	0,28	580	535	155,1
Insgesamt	-	5 432	5 012	1 817,4

Quelle: Europäische Kommission, EC (2004a), European Biodiesel Board, EBB (2006), Economist (2005).

In Deutschland wird indessen der Einsatz von reinem Biodiesel seit Mitte 2006 teilweise und zunehmend besteuert, bis 2012 nahezu die volle Höhe des Steuersatzes von konventionellem Diesel erreicht ist. Für die Beimischung von Biodiesel ist die derzeitige Steuerbefreiung ab 2007 vollkommen entfallen und durch verpflichtende Beimischungsquoten ersetzt worden. Letzteres impliziert jedoch keine wesentlichen Änderungen in den ökonomischen Belastungen, sondern bewirkt lediglich deren Umverteilung: Wurde die finanzielle Belastung bislang vom Steuerzahler getragen, werden die Mehrkosten der Beimischung von Biodiesel in Zukunft größtenteils dem Verbraucher aufgebürdet.

Im Folgenden wird dargestellt, wie die direkten ökonomischen Belastungen der Gesellschaft in Deutschland in Zukunft ansteigen würden, wenn die nationalen Zielvorgaben von 6,75 % für 2010 bzw. 17 % für 2020 für Biotreibstoffe eingehalten würden. Diese direkten Belastungen ergeben sich daraus, dass die Produktionskosten für Biodiesel höher sind als für fossilen Diesel. Für die Abschätzung dieser Belastungen, die im Wesentlichen auf den Verbraucher umgelegt werden, wird wie bereits in Tabelle 60 die Kraftstoffbedarfsprognose des Mineralölwirtschaftsverbandes verwendet (MWV 2006a). Die Werte für 2005 entsprechen den laut MWV (2006b) tatsächlich verbrauchten bzw. durch Biodiesel ersetzten Dieselmengen, woraus sich eine Biodieselquote von rund 5,5 % ergibt.

Es mag überraschen, dass die in Tabelle 63 angegebenen ökonomischen Belastungen mit etwa 688 Mio. € für 2005 geringer sind als die in der obigen Tabelle berechneten Steuerausfälle. Der Grund dafür ist, dass zur Berechnung der ökonomischen Belastungen lediglich die Differenz der Produktionskosten von Diesel und Biodiesel von 0,37 € je Liter Dieseläquivalent angesetzt wurde (FNR 2006b:74), während der Steuersatz auf Diesel rund 0,47 €/l beträgt. Die Differenz von 10 Cent je Liter entspricht in etwa der Preisdifferenz, die an Tankstellen zwischen Diesel und Biodiesel beobachtet werden konnte. Bei der Beimischung von Biodiesel zu fossilem Diesel hingegen hatte der Verbraucher *volens volens* den Preis für gewöhnlichen Diesel zu entrichten. Die Differenz von 10 Cent je Liter strichen in diesem Fall die Mineralölunternehmen ein. Dies ist durch den Übergang von der Steuerbefreiung für die Beimischung zur Quotenregelung nun nicht mehr der Fall.

Die in Tabelle 63 dargestellten zukünftigen Kostenbelastungen für den Biodieseleinsatz basieren auf der Annahme, dass die im Biokraftstoffgesetz

vorgeschriebenen Gesamtquoten aller Voraussicht nach nur durch einen höheren Beitrag von Biodiesel erreicht werden, als durch die Mindestbeimischungsquote von 4,4 % im Gesetz festgelegt ist, wohingegen bei Bioethanol lediglich die festgelegte Mindestquote von 3,6 % erfüllt wird. Die für dieses Szenario erforderlichen Biodieselquoten sind ebenfalls in Tabelle 63 aufgeführt. Multipliziert man die durch Biodiesel ersetzten Dieselmengen mit der Kostendifferenz von 0,37 €/l, ergeben sich Kostenbelastungen, die 2010 bei rund 1,2 Mrd. € liegen.

Tabelle 63: Schätzung der ökonomischen Belastung infolge der Biodieselförderung

	2005	2010	2015	2020
Diesel, Mio. t	28,5	31,3	30,5	28,6
Diesel, Mrd. l	34,0	37,3	36,3	34,1
Biodieselquoten:	5,5 %	8,7 %	10,4 %	23,8 %
Ersetzter Diesel, Mrd. l	1,86	3,23	3,77	8,11
Kostendifferenz, €/l	0,37	0,37	0,37	0,37
Belastungen, Mio. €	688	1 195	1 395	3 000
Quellen: Dieserverbrauchsprognosen: MWV (2006a). Dieserverbrauch 2005: MWV (2006b). Kostendifferenz: FNR (2006b:74), die übrigen Werte entstammen eigenen Berechnungen.				

Man könnte gegen diese Kalkulationen einwenden, dass die Kostendifferenz während des gesamten Zeitraums als konstant angenommen wird. Für diese Annahme spricht allerdings, dass die Technologie zur Herstellung von Biodiesel ausgereift ist und deutliche Kostensenkungen durch technologische Verbesserungen nicht zu erwarten sind. Überdies kann nicht von der häufig geäußerten Erwartung ausgegangen werden, dass sich die Kostendifferenz mit weiter steigenden Ölpreisen reduzieren sollte. Der Grund ist, dass mit steigenden Ölpreisen oftmals auch ein Anstieg der Preise für Ölsaaten einhergeht (Abbildung 17). Eine, wenn nicht gar die wesentliche Ursache dafür ist, dass ein hohes weltwirtschaftliches Wachstum, wie es seit mehreren Jahren zu verzeichnen ist, die Nachfrage sowohl an Rohöl wie auch nach Ölsaaten anheizt.

Darüber hinaus beruht die Kostendifferenz von 0,37 €/l bereits auf einem im Vergleich zur Vergangenheit hohen Ölpreis von 50 US-Dollar pro Barrel (bbl). Es wird bei den hier durchgeführten Berechnungen davon ausgegangen, dass der Ölpreis bis 2020 im Durchschnitt deutlich über diesem relativ hohen Wert liegen wird. So geht die IEA (2006:61) in ihrem World Energy Outlook 2006 bis 2015 von einem Anstieg des nominalen Ölpreises auf rund 60 US-\$/ bbl aus. Nicht zuletzt aber wird häufig vergessen, dass eine wie auch immer induzierte Erhöhung der Nachfrage nach Biodiesel auch die Nachfrage für die dafür benutzten Ölsaaten, und somit deren Preise, erhöht - mit einem entsprechenden Kosten steigernden Effekt für die Biodieselherstellung.

Ergänzend werden nun die Mehrkosten für den Bioethanoleinsatz ermittelt, falls die dafür ab 2010 geltende Mindestbeimischungspflicht von 3,6 % eingehalten wird. Die daraus resultierenden Mehrkosten sind wegen den im Vergleich zu Biodiesel geringeren Mengen an Bioethanol deutlich niedriger und könnten in der Größenordnung von etwa 86 bis 437 Mio. € liegen (Tabelle 64), wenn man davon ausgeht, dass das erforderliche Bioethanol ausschließlich aus Getreide hergestellt wird.

Tabelle 64: Ökonomische Belastungen bei Einhaltung der Bioethanolquoten

	2005	2010	2015	2020
Ottobenzin, Mio. t	23,4	20,5	17,9	15,6
Ottobenzin, Mrd. l	30,8	27,0	23,6	20,5
Quoten:	0,6%	3,6 %	3,6 %	3,6 %
Ersetztes Benzin, Mrd. l	0,19	0,97	0,85	0,74
Kostendifferenz, €/l	0,45	0,45	0,45	0,45
Belastungen, Mio. €	86	437	383	333
Quellen: Benzinverbrauchsprognosen: MWV (2006a). Benzinverbrauch 2005: MWV (2006b:51). Kostendifferenz: FNR (2006b:74), Quoten: Biokraftstoffquotengesetz. Die übrigen Werte entstammen eigenen Berechnungen.				

Dabei sind die Herstellungskosten derzeit noch deutlich geringer als für Bioethanol, das aus Zuckerrüben erzeugt wird (FNR 2006b:94). Der Neubau von Anlagen zur Bioethanolproduktion mittels Zuckerrüben weist indessen darauf hin, dass künftig

nicht nur Getreide zur Bioethanolherstellung verwendet wird (Grunert 2007:4), wie das bis 2005 noch ausschließlich der Fall war.

Abschließend werden nun noch die jüngsten Belastungen der Steuerzahler und Verbraucher für das Jahr 2006 quantifiziert. Die in Tabelle 65 dargestellten Absatzmengen für Biodiesel und Bioethanol zeigen, dass die in Tabelle 63 dargestellten Schätzungen für Biodiesel für 2010 sehr konservativ sind, da die tatsächliche Entwicklung sehr stürmisch verläuft. Tatsächlich wurde mit einem Biodieselabsatz von 2,9 Mrd. Liter der zur Zielerreichung für 2010 erforderliche Wert bereits 2006 nahezu erreicht. Hinzu kommen die stark gestiegenen Mengen an Pflanzenöl, das wegen seiner gänzlichen Steuerbefreiung zunehmend Biodiesel in Reinform ersetzt. Auch bei Bioethanol ist man mit einem Absatz von 570 Mio. l nicht mehr allzu weit von der für 2010 vorgesehenen Mindestbeimischungsquote von 3,6 % entfernt. Insgesamt addieren sich die unmittelbaren gesellschaftlichen Belastungen im Jahr 2006 auf mindestens 1,7 Mrd. €, wenn man davon ausgeht, dass sich bei beigemischem Biodiesel die ökonomische Belastung lediglich auf die Differenz der Produktionskosten von Diesel und Biodiesel in Höhe von 32 Ct/l beläuft.

Tabelle 65: Schätzung der ökonomischen Belastungen im Jahr 2006

	Biodiesel			Pflanzenöl	Bioethanol
	Tankstellen- absatz	Flotten- absatz	Beimischung		
Mengen, Mio. l	568	1 153	1 148	652	570
Steuerentlastung, Ct/l	38,04	38,04	32,04	47,04	65,45
Belastungen, Mio. €	216,07	438,60	367,82	306,70	373,07

Quellen: Biodiesel-, Pflanzenöl- und Bioethanolumengen 2006: Raps (2007:145). Steuerentlastungen Biodiesel in Reinform und Pflanzenöl: Energiesteuergesetz, §50, Absatz 2. Steuerentlastungen Bioethanol: Energiesteuergesetz, §2, Absatz 1. Für Beimischungen wird die Differenz der Produktionskosten von Diesel und Biodiesel von 32 Ct/l angesetzt (FNR 2006b:96). Die übrigen Werte entstammen eigenen Berechnungen.

3.5.1.7. Diskussion

Die starke Fokussierung der Umweltpolitik auf den Klimawandel mag das positive Licht begründen, in dem die Politik Biotreibstoffe wie den - zumeist aus Rapsöl hergestellten - Biodiesel sieht. Werden neben Treibhausgasemissionen auch andere Umweltwirkungen berücksichtigt, ist die Ökobilanz von Biodiesel jedoch keinesfalls eindeutig positiv. Dazu kommt, dass Biodiesel keine kosteneffiziente Strategie zur Treibhausgasvermeidung ist, denn die Vermeidungskosten liegen weit über der Schwelle, bei welcher der Biodieseleinsatz durch das europäische Emissionshandelssystem forciert werden würde. Vielmehr benötigt Biodiesel weiterhin Fördermaßnahmen, wie die in der EU-Direktive 2003/96/EC empfohlenen Steuervergünstigungen, oder Quotenregelungen.

Diese Instrumente haben dazu geführt, dass sich die Biodieselproduktion in der EU zwischen 2002 und 2006 verfünffacht hat. Allein der dadurch in Deutschland ausgelöste Nachfrageboom trug in den Jahren 2005 und 2006 mehr als die Hälfte zum weltweiten Wachstum des Verbrauchs an Rapsöl bei. Deutschland hatte damit einen maßgeblichen Anteil an der jüngsten Hausse der Rapsölpreise.

Welche Auswirkungen der massive Verbrauchsanstieg allein in Deutschland auf die Rapsölpreise hatte und welche Mehrkosten somit für die Produktion von Nahrungsmitteln wie Speiseöl sowie für andere auf Rapsöl basierende Produkte entstehen, ist allerdings kaum zu beziffern. Klar ist nur: Infolge der Verdopplung der Preise seit Beginn dieses Jahrtausends haben sich nicht nur die Kosten für diesen Input für Nahrungsmittel und andere Produkte entsprechend erhöht. Vielmehr stiegen damit gleichzeitig auch die Preise für Substitute wie Palmöl sowie andere Agrarrohstoffe an, die durch die zunehmende Kultivierung von Raps von dieser offenbar lohnenswerten Alternative verdrängt werden, da sie mit Raps um dieselben Ressourcen wie die Produktionskapazitäten der Landwirtschaft konkurrieren müssen.

Im Gegensatz zu den Kosten dieser indirekten Auswirkungen sind die unmittelbaren Kosten der Förderung des ansonsten nicht wettbewerbsfähigen Biodiesels, welche von den Steuerzahlern und Verbrauchern getragen werden müssen, recht genau zu quantifizieren. Die erforderlichen Subventionen dürften die indirekten Mehrkosten durch höhere Preise für Nahrungsmittel etc. deutlich übersteigen. So lagen die Steuermindereinnahmen bzw. Mehrkosten, die allein im Jahr 2006 für die Biodieselsubventionierung in Kauf genommen werden mussten, nach Tabelle 65 bei

rund 1 Mrd. €. Diese unmittelbaren Belastungen verteilen sich auf die Schultern von Millionen von Bürgern und stellen daher für den Einzelnen eine vergleichsweise geringe Bürde dar, wohingegen die indirekten Kosten in der Regel einige wenige Unternehmen belasten, die davon eher betroffen sind.

Werden die Ziele, die durch das Biokraftstoffquotengesetz vorgeschrieben und für 2010 und 2015 auf 6,75 % bzw. 8 % festgelegt sind, tatsächlich erreicht, so ergeben sich nach den hier angestellten Berechnungen Mehrkosten in Höhe von rund 1,2 bzw. 1,4 Mrd. € allein für Biodiesel - hinzu kämen noch die Mehrkosten für Bioethanol, die bei Einhaltung der Mindestbeimischungsquote bei rund 0,4 Mrd. € liegen. Diese Kostenschätzungen basieren auf der Annahme, dass wegen den Kostennachteilen von Bioethanol lediglich die Mindestquote erfüllt wird, während die Gesamtquote durch einen über die Mindestquote hinausgehenden Beitrag von Biodiesel erreicht wird.

Die Mehrkosten, die infolge der mangelnden Wettbewerbsfähigkeit der Biotreibstoffe anfallen, werden von den Mineralölfirmen letztlich vor allem auf die Benzinverbraucher umgelegt. Dies führt, zusammen mit den Mehrkosten für auf Rapsöl basierende Produkte und Mindereinnahmen, etwa bei der chemischen Industrie infolge geringerer Glycerinproduktion, dazu, dass der Nettoeffekt der Biodieselförderung für die gesamte Volkswirtschaft unklar ist (IEA 2004: 177) und eher negativ ausfallen dürfte, obwohl die durch die Steuererleichterungen und Quotenvorgaben induzierte steigende Nachfrage nach Raps bzw. Rapsöl positive Auswirkungen auf den landwirtschaftlichen Sektor hat, vor allem in Form höherer Einkommen. Zweifel bestehen allerdings, ob durch die Nutzung von Biodiesel tatsächlich Arbeitsplätze in der Landwirtschaft erhalten, geschweige denn neue geschaffen werden können (UBA 1999:16/22, FNR 2006b:62).

Kritisch ist, dass bei Einhaltung der EU-Vorgaben für die Biotreibstoffanteile von 5,75 % bzw. 10 % bis 2010 bzw. 2020 eine Verknappung von Ackerland in der EU nicht ausgeschlossen werden kann. Dies könnte zu einem verschärften Wettbewerb der Pflanzenproduktion für Biotreibstoffe und insbesondere der inländischen landwirtschaftlichen Nahrungsmittelerzeugung führen - es sei denn, es kommt zu massiven Importen von Biodiesel und den dafür notwendigen Inputs wie Raps-, Soja- oder Palmöl und damit einen verstärkten Wettbewerb um die international gehandelten Biokraftstoffe und die hierfür erforderlichen Flächen. Die Flächen, die für

den Rapsanbau benötigt werden, werden die verfügbaren Stilllegungsflächen in der EU25 deutlich übersteigen. Für Deutschland kommt erschwerend hinzu, dass zum einen mit einem Anteil von 17 % im Jahr 2020 ein sehr ambitioniertes Ziel verfolgt wird und zum anderen durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz die Stromerzeugung aus Biomasse mittels Einspeisevergütungen gefördert wird, wodurch es zu zusätzlicher Konkurrenz um knappes Ackerland kommen kann, da Stromerzeugung und Biotreibstoffe um die gleichen Flächen konkurrieren.

Ungeachtet einer potentiellen Verknappung des Ackerlandes führen die lukrativeren Alternativen, die durch die Subventionierung der diversen energetischen Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse geschaffen wurden, dazu, dass die weniger profitable Erzeugung anderer Agrarrohstoffe reduziert wird - mit dem Resultat, dass über kurz oder lang die Preise dieser, dann in geringerem Umfang hergestellten, landwirtschaftlichen Erzeugnisse steigen werden. Preisanstiege werden daher auch in dem Fall die zwingende Folge sein, in dem die Knappheit an Ackerland noch nicht spürbar sein sollte, aber stärker ausfallen, falls die Limitiertheit des Produktionsfaktors Boden sich tatsächlich als Restriktion herausstellen sollte.

Abhilfe in Bezug auf potentielle Knappheiten an Ackerland könnten Biotreibstoffe der zweiten Generation wie etwa BtL-Treibstoffe schaffen, da für diese die Flächenerträge ungleich höher sind als insbesondere für konventionellen Biodiesel. Überdies beruhen BtL-Treibstoffe auf einer breiten Ressourcenbasis, die es ermöglicht, zumindest direkte Nutzungskonkurrenzen zwischen Nahrungsmittel- und Treibstoffproduktion zu vermindern. Derartige Treibstoffe sind gegenwärtig ebenso wenig wettbewerbsfähig wie Biodiesel und Bioethanol, werden aber im Gegensatz zu diesen noch nicht in großem Maßstab hergestellt. Aufgrund von Vorteilen hinsichtlich Flächenerträgen und Ressourcenbasis könnte es lohnenswert sein, diese Alternativen weiter zu verfolgen. Gleichwohl ist zu bedenken, dass BtL-Treibstoffe auf Lignocellulose-Basis (sämtliche verholzten Pflanzenteile, incl. Stroh) generell in Konkurrenz mit den holzverarbeitenden Industrien, insbesondere der Papier- und Holzwerkstoffindustrie stehen.

Anstelle der von der Gesellschaft jährlich zu tragenden Kosten in Milliardenhöhe über die Subventionierung von Biokraftstoffen der ersten Generation könnten die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) im Bereich neuer, synthetischer Biomaterialien und Biotreibstofftechnologien erhöht werden. Zum einen wird erwartet,

dass Biotreibstoffe der zweiten Generation hinsichtlich der CO₂-Emissionen günstiger zu beurteilen sind; laut VIEWLS (2005:3) könnten dadurch die Emissionen um 90 % im Vergleich zu fossilen Treibstoffen reduziert werden. Zum anderen werden mit der Produktion von synthetischen Grundstoffen und Polymeren auf der Basis von organischen Reststoffen und Nebenprodukten stoffliche Kreisläufe geschlossen, und zugleich eine "doppelte Dividende" ermöglicht: nach der primär stofflichen Nutzung kann der Energiegehalt der entstehenden Abfälle genutzt werden.

Besonders attraktiv erscheint eine Variation des zweistufigen BtL-Herstellungsverfahrens, bei der das im ersten Schritt gewonnene Synthesegas entweder zur Produktion chemischer Grundstoffe herangezogen oder zu Biogas mit Erdgasqualität aufbereitet und in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist werden könnte. Der letztgenannte Ansatz bietet ein hohes Maß an Flexibilität und Energieeffizienz: Die hohe Energieeffizienz resultiert zum einen daraus, dass die Gasmengen in zentralen Anlagen mit deutlich höheren Wirkungsgraden verstromt werden können, als dies bei kleinen dezentralen Biogasanlagen der Fall ist, und zum anderen daraus, dass die Verstromung – wie bei dezentralen Anlagen auch - dort erfolgen kann, wo ein Absatz der anfallenden Wärme möglich ist.

Neben der Nutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung in Gas- und Dampfkraftwerken mit hohen Wirkungsgraden könnte das so gewonnene Biogas auch in Erdgasfahrzeugen eingesetzt werden und damit ebenfalls zur Erhöhung der Biotreibstoffquote beitragen. Dazu bedürfte es lediglich entsprechender gesetzlicher Regelungen, die bei einer Novellierung des Biokraftstoffquotengesetzes festgelegt werden könnten. Kernbestandteil wäre eine befristete Aufnahme von Erdgas als Biokraftstoff, mit der Begründung, dass fossiles Erdgas zwar kein Biotreibstoff ist, stattdessen aber Biogas dezentral erzeugt und zu Erdgasqualität aufbereitet ins zentrale Erdgasnetz eingespeist wurde. Eine derartige, zumindest zeitweilige Anerkennung von synthetischem Erdgas als Biotreibstoff könnte der Mineralölwirtschaft einen Anreiz bieten, vermehrt in ein Erdgastankstellenetz zu investieren und damit den Erdgasabsatz im Verkehrsbereich zu forcieren, wenn diesem Sektor dafür andererseits Mehrkosten für herkömmliche Biokraftstoffe wie Biodiesel teilweise erspart blieben.

Letztlich aber stellt sich bei dieser Alternative zur Herstellung von BtL-Treibstoffen die Frage, ob nicht generell der stationären Nutzung des aus Biomasse gewonnenen Biogases zur Strom- und Wärmeerzeugung, insbesondere bei Kraftwärmekopplung, gegenüber der Nutzung als Treibstoff Vorrang eingeräumt werden sollte. So wird der stationären Nutzung von Biomasse wegen der höheren Effizienz und den somit größeren Klimaschutzeffekten bei gleichzeitig geringeren Kosten gegenüber der Erzeugung von Treibstoffen klare Vorteile attestiert (SEF 2007:122). Diese Nutzungsoption sieht auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen als vorteilhafter an als den Einsatz zur Kraftstofferzeugung, weil dabei die Klimaschutzzpotenziale der Biomasse nicht optimal genutzt werden (SRU 2007:6).

Daher empfiehlt der Sachverständigenrat ein Einfrieren der nationalen Biokraftstoffquote auf einem Niveau, das dem derzeitigen Status Quo möglichst nahe kommt (SRU 2007:9). Der Biotreibstoffanteil lag 2006 bei 6,6 % (BMU 2007:13). Angesichts der mangelnden Kosteneffizienz im Hinblick auf Klimaschutz sowie der Nebenwirkungen, deren Ursachen für den derzeit in Deutschland wichtigsten Biotreibstoff hier ausführlich erläutert wurde, ist die Empfehlung des Sachverständigenrates zur Einschränkung des Biotreibstoffanteils uneingeschränkt zu befürworten - zumal für Bioethanol ebenfalls festgestellt werden muss, dass dies keine gesamtwirtschaftliche effiziente Strategie darstellt (Henke, Klepper, Netzel (2003/04:313).

3.5.1.8. Zusammenfassung: Biodiesel

Neben Rapsöl können zur Herstellung von Biodiesel auch andere pflanzliche Öle wie Sonnenblumen- oder Palmöl, aber auch tierische Fette verwendet werden. Deren Bedeutung für die Biodieselherstellung ist bislang allerdings gering. Mit Ausnahme von Palm- und Sojaöl dürfte dies auch künftig so bleiben. **Im Gegensatz zu Rapsöl werden diese Rohstoffe nur außerhalb Europas hergestellt. Dies ist der Grund dafür, dass der Fokus dieses Kapitels auf Raps basierendem Biodiesel liegt.**

Der Klimaschutzaspekt ist einer der wesentlichen Gründe dafür, dass mit der EU-Richtlinie 2003/30/EC Ziele für den zukünftigen Einsatz von Biotreibstoffen festgelegt wurden: Bis 2005 sollte der Anteil der Biotreibstoffe am gesamten Treibstoffverbrauch in der EU bei 2 % liegen, bis 2010 bei 5,75 % – jeweils gemessen am Energiegehalt der Treibstoffe. In der Richtlinie werden diese – indikativen – Ziele neben positiven Umwelteffekten mit Beschäftigungseffekten,

insbesondere in der Landwirtschaft, sowie einer höheren Energieversorgungssicherheit gerechtfertigt. **Allerdings ist das Argument der Versorgungssicherheit wenig stichhaltig**, denn zu diesem Zweck werden seit der ersten Ölpreiskrise in den siebziger Jahren strategische Mineralölreserven vorgehalten, die die Versorgung mit Treibstoffen und Heizöl im Notfall für mindestens 90 Tage gewährleisten. Dazu kommt, dass die in dieser Studie angeführten Berechnungen zeigen, dass der wachsende Einsatz von Biokraftstoffen zu verstärkten Importen (auch von Lebensmitteln) führt,

Die Ergebnisse verschiedener Studien zeigen, dass durch Biodiesel – unter der Annahme konstanter Flächennutzung - lediglich zwischen 41 % und 78 % derjenigen Klimagasemissionen eingespart werden, die andernfalls bei der Bereitstellung und Verbrennung fossilen Diesels anfallen würden. Dies ist der einzige vorrangige ökologische Aspekt, der klar für Biodiesel spricht: die Einsparung von Klimagasen. Der positive Eindruck, den politische Entscheidungsträger häufig von Biodiesel haben, resultiert vor allem aus diesem Vorteil sowie der bedeutenden Rolle, die dem Klimaschutz in der heutigen Umweltpolitik beigemessen wird. **Eine umfassende Betrachtung aller ökologischen Folgen liefert jedoch kein eindeutig positives Ergebnis**. Neuere Ergebnisse zeigen zudem, dass bei Fortsetzung der laufenden Trends durch die Änderung der globalen Flächennutzung induzierte zusätzliche Treibhausgase den Einspareffekt bei Weitem überkompensieren (Wuppertal Institut et al. 2008).

Auf absehbare Zeit wird Biodiesel zudem keine kosteneffiziente Klimaschutzstrategie sein. Die Kosten der CO₂-Vermeidung durch den Biodieseleinsatz übersteigen die Messlatte von 30 €/t deutlich. Selbst die optimistischste Schätzung, die durch die Untergrenze des von der IEA errechneten Intervalls gegeben ist, liegt ungefähr 100 €/t über dem mittelfristig zu erwartenden Wert von 30 €/t. In einer jüngeren FNR-Studie, die den gestiegenen Ölpreisen Rechnung trägt, werden die Treibhausgasvermeidungskosten für Biodiesel auf 154 €/t beziffert. In Folge dessen bedarf Biodiesel auch weiterhin der Förderung: Steuervergünstigungen bzw. Quotenregelungen sind auch unter den

Marktbedingungen des Emissionshandels unerlässlich, wenn der Einsatz weiter gesteigert werden soll⁷⁰.

In der Tat gibt es zahlreiche wirtschaftlichere Möglichkeiten, den Ausstoß klimawirksamer Gase zu reduzieren. Dazu gehören Maßnahmen zur Effizienzsteigerung konventioneller Kraftwerke und zur Begrenzung des Kraftstoffverbrauchs. Auch Biokraftstoffe wie das in Brasilien aus Zuckerrohr hergestellte Bioethanol sind ökonomisch vorteilhafter als Biodiesel aus Raps. Gegenwärtig ist brasilianisches Bioethanol sogar billiger als Benzin, weshalb dessen CO₂-Vermeidungskosten negativ sind. In Europa wird Bioethanol hingegen vor allem aus Zuckerrüben und Weizen hergestellt und weist höhere CO₂-Vermeidungskosten als Biodiesel auf. Dass brasilianisches Bioethanol trotz seiner Wettbewerbsfähigkeit mit fossilen Kraftstoffen nicht auf dem europäischen Markt zu finden ist, liegt allein daran, dass dessen Import mit einem Zoll in Höhe von 19,2 Ct/l belastet wird. Allerdings würde eine steigende Nachfrage nach Bioethanolimporten aus brasilianischem Zuckerrohr – wenngleich in geringerem Umfang als Biodiesel auf Sojabasis - ebenfalls durch indirekte Flächennutzungsänderungen zu verstärkt negativen Wirkungen auf Biodiversität und die Klimasituation beitragen⁷¹.

Bedenken hinsichtlich des großen Umfangs an benötigten Flächen und der daraus resultierenden Konkurrenz um Ackerland werden häufig mit dem Hinweis zu entkräften versucht, dass die obligatorischen Stilllegungsflächen für die Produktion von Energiepflanzen genutzt werden könnten. Diese Stilllegungsflächen ergeben sich aus einer Vorgabe der Europäischen Kommission, wonach 10 % der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche brach liegen oder zum Anbau von Energiepflanzen, aber nicht zur Nahrungsmittelproduktion genutzt werden sollen. Der hier ermittelte Mindestanteil von 13,6 % an Ackerfläche, die für die Biotreibstoffproduktion 2010 erforderlich wäre, übersteigt jedoch den Anteil an obligatorischen Stilllegungsflächen deutlich. Auch das JRC kommt zu dem Schluss, **dass Biodieselhersteller gezwungen sind, Raps zu verwenden, der nicht auf Stilllegungsflächen angebaut wurde.** Dies ist in Deutschland bereits der Fall: 2005 wurden insgesamt 680 000 ha zur Biodieselproduktion benötigt, aber lediglich 317 000 ha Stilllegungsfläche zum Rapsanbau genutzt.

⁷⁰ Dänemark lehnt allerdings mit Verweis auf die Ineffizienz von Biotreibstoffen die von der EU empfohlene Förderung durch eine Mineralölsteuerbefreiung ab.

⁷¹ vgl. Wuppertal Institut et al. 2008

Selbst wenn jedoch 100 % des Ackerlandes in der EU zum Rapsanbau zur Verfügung stünden, sorgt die drei- bis siebenjährige Fruchtfolge beim Anbau von Raps für eine Beschränkung des möglichen Biodieselanteils, die nur durch eine Verkürzung der Fruchtfolge oder die merkliche Ausweitung der gesamten zur Verfügung stehenden Ackerfläche gemildert werden könnte. Bei Annahme einer durchaus realistischen fünfjährigen Fruchtfolge könnte jährlich lediglich ein Fünftel der 82,4 Mio. ha Ackerland der EU25 zur Biodieselproduktion genutzt werden. Mit der Erreichung des 10 %-Ziels, für das nach obigen Schätzungen ein Anteil von fast 18,7 % des in der EU25 zur Verfügung stehenden Ackerlandes erforderlich wäre, stößt man folglich unweigerlich an die Grenzen des in der EU höchstensfalls möglichen Rapsanbaus. **Dies würde bedeuten, dass die EU in Zukunft zum Rapsölimporteur werden würde**, während sie in der Vergangenheit traditionell Experteur großer Mengen an Rapsöl war. In der Tat deuten die jüngsten Entwicklungen darauf hin, **dass in Zukunft immer mehr Rapsöl nach Europa importiert werden wird.**

Ohne verpflichtende Quotenvorgaben und steuerliche Subventionen könnte sich Biodiesel gegen die fossilen Alternativen derzeit nicht durchsetzen: Die Produktionskosten belaufen sich für Biodiesel auf 0,69 € pro Liter Dieseläquivalent, während die Produktion konventionellen Diesels bei einem Ölpreis von 50 US-Dollar je Barrel 0,32 €/l kostet (FNR 2006b:96). Mithin beträgt die Differenz der Produktionskosten von Diesel und Biodiesel 0,37 € je Liter Dieseläquivalent.

Die **Steuerausfälle** der für die **Biodieselproduktion** bedeutendsten EU-Länder betragen in **2005** ungefähr 1,8 Mrd. €, wobei **Deutschland mit rund 823 Mio. €** die größten Steuermindereinnahmen zu verzeichnen hatte. Hinzuzurechnen sind außerdem die Steuerausfälle infolge der Begünstigung des unmittelbaren Einsatzes von Rapsöl als Kraftstoff, welche für 2005 auf 130 Mio. € taxiert werden.

Zudem führen die lukrativeren Alternativen, die **durch die Subventionierung der energetischen Nutzung von Biomasse** geschaffen wurden, dazu, dass die **weniger profitable Erzeugung anderer Agrarrohstoffe reduziert wird** - mit dem Resultat, dass über kurz oder lang die **Preise der dann im geringeren Umfang hergestellten landwirtschaftlichen Erzeugnisse steigen werden**. Preisanstiege werden daher auch dann die zwingende Folge sein, wenn die Knappheit an Ackerland noch nicht spürbar sein sollte. Diese Anstiege werden jedoch stärker

ausfallen, sobald die Limitiertheit des Produktionsfaktors Boden tatsächlich relevant werden wird.

Nicht zuletzt hat Deutschland einen maßgeblichen Anteil an der jüngsten Hausse der Rapsölpreise. Welche Auswirkungen der massive Verbrauchsanstieg in Deutschland auf die Rapsölpreise hatte und welche Mehrkosten somit für die Produktion von Nahrungsmitteln wie Speiseöl sowie für andere auf Rapsöl basierende Produkte entstehen, ist allerdings nur näherungsweise zu beziffern. Kurzum: Mit der enormen Steigerung des deutschen Rapsölverbrauchs in den letzten Jahren, welcher sich seit 2001 praktisch verdreifacht hat und im Jahr 2006 auf einem Niveau von etwa 3,5 Mio. t angelangt ist, ist Deutschland maßgeblich für den weltweiten Preisanstieg *in den letzten zwei bis drei Jahren* verantwortlich zu machen, insbesondere auch deshalb, weil das Wachstum der heimischen Produktion mit lediglich rund 50 % seit 2001 weit hinter dem Verbrauchsanstieg hinterher hinkte. Ausschließlich verantwortlich für den 2000 beginnenden Preisanstieg ist Deutschland allerdings keineswegs, da der steile Anstieg des weltweiten Rapsölverbrauchs im Jahr 2004 lediglich zu geringen Teilen auf den Verbrauchsanstieg in Deutschland zurückzuführen ist.

Trotz einer potentiellen Rückkehr zu normalen Preisen gibt es weitere schwerwiegenden Konsequenzen: Erstens sind die Preise für Rapsöl, aber auch für andere Agrarrohstoffe wie Palmöl, in der Zwischenzeit deutlich höher, als es ohne eine derart starke Forcierung des Einsatzes von Biokraftstoffen der Fall gewesen wäre. So haben gerade in jüngster Zeit die Preise für Palmöl stark angezogen, unter anderem deshalb, weil es bei der Biodieselherstellung als nahezu perfektes Substitut für Rapsöl dient. Für den US-Agrarsektor wurde gezeigt, dass die steigende Nachfrage nach Energiepflanzen nicht nur deren Preis und die Preise anderer Agrarrohstoffe ansteigen lässt, sondern die Preise aller landwirtschaftlichen Produkte in die Höhe treibt.

Die für die unwirtschaftliche Biodieselproduktion erforderlichen **Subventionen** dürften nach unseren Schätzungen **die indirekten Mehrkosten durch höhere Preise für Nahrungsmittel etc., für die die Steuerzahler und Verbraucher ebenfalls aufkommen müssten, deutlich übersteigen.**

Hierzu wurden die **jüngsten Belastungen der Steuerzahler und Verbraucher für das Jahr 2006** quantifiziert. Insgesamt ergeben **die unmittelbaren**

gesellschaftlichen Belastungen durch Agrokraftstoffe im Jahr 2006 mindestens 1,7 Mrd. €, davon ca. 1 Mrd. € für Biodiesel, 0,3 Mrd. € für Pflanzenöl, und ca. 0,4 Mrd. € für Bioethanol.

Die **zukünftigen Kostenbelastungen für den Biodieseleinsatz** basieren auf der Annahme, dass die im Biokraftstoffquotengesetz vorgeschriebenen Gesamtquoten aller Voraussicht nach nur durch einen höheren Beitrag von Biodiesel erreicht werden, als durch die Mindestbeimischungsquote von 4,4 % im Gesetz festgelegt ist, wohingegen bei Bioethanol lediglich die festgelegte Mindestquote von 3,6 % erfüllt wird. Multipliziert man die durch Biodiesel ersetzten Dieselmengen mit der Kostendifferenz von 0,37 €/l, ergeben sich Kostenbelastungen, die **2010 bei rund 1,2 Mrd. €** liegen. In **2020 wären dies bereits ca. 3 Mrd. Euro.**

Ergänzend wurden die **zukünftigen Mehrkosten für den Bioethanoleinsatz** ermittelt, falls die dafür ab 2010 geltende Mindestbeimischungspflicht von 3,6 % eingehalten wird. Die daraus resultierenden Mehrkosten sind wegen den im Vergleich zu Biodiesel geringeren Mengen an Bioethanol deutlich niedriger und könnten in der Größenordnung von **etwa 437 Mio. € in 2010** liegen, wenn man davon ausgeht, dass das erforderliche Bioethanol ausschließlich aus Getreide hergestellt wird. **In 2020 wären dies ca. 333 Mio. Euro.**

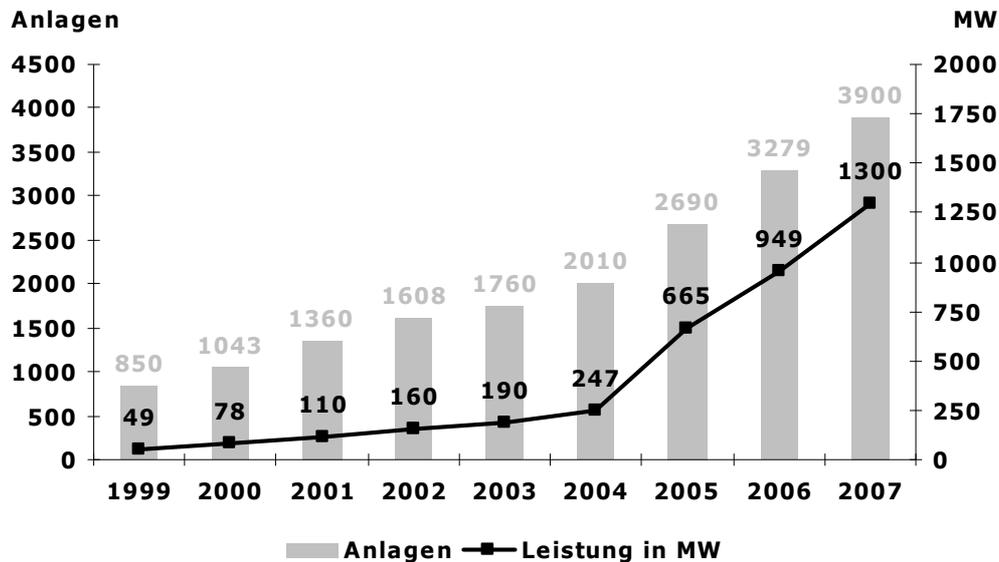
3.5.2. Getreide: Gerste, Roggen, Weizen, Mais

Getreide wie Gerste, Roggen, Weizen und Mais werden für vielfältige Zwecke eingesetzt: Zur Herstellung von Nahrungsmitteln wie Brot oder Bier, als Futtermittel und in jüngerer Zeit verstärkt zur Herstellung von Treibstoffen sowie speziell in Deutschland zur Erzeugung von Strom. So werden aufgrund des Bonus für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen⁷² vermehrt Agrarrohstoffe wie Silomais oder andere Getreide zur Stromerzeugung in Biogasanlagen verwendet (Staiß et al. 2007:I-65). Der sogenannte *Nawaro-Bonus* wurde mit der Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2004 eingeführt. Infolgedessen ist die Zahl der Biogasanlagen stark gestiegen und hat sich zwischen 2004 und 2007

⁷² Nachwachsende Rohstoffe sind land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die einer Verwendung im Nichtnahrungsbereich zugeführt werden (FNR 2007). Eine weithin anerkannte Definition dieses Begriffes zu finden, dürfte allerdings schwierig werden. Vielmehr wird es immer Dissenzen darüber geben, welcher Rohstoff als nachwachsend bezeichnet werden kann.

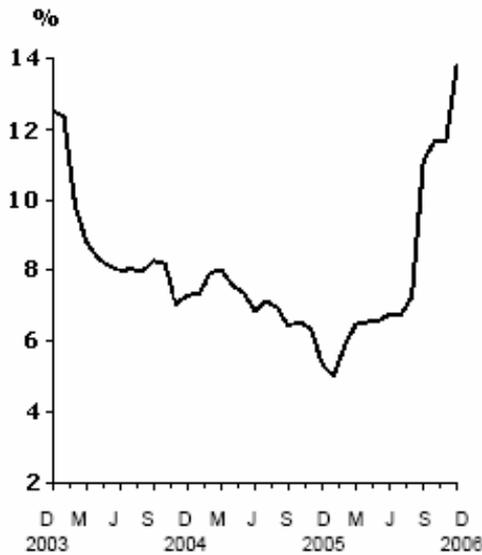
praktisch verdoppelt (Abbildung 19), die installierte Leistung hat sich sogar mehr als verfünffacht.

Abbildung 19: Anzahl an Biogasanlagen in Deutschland (BMU 2007a).



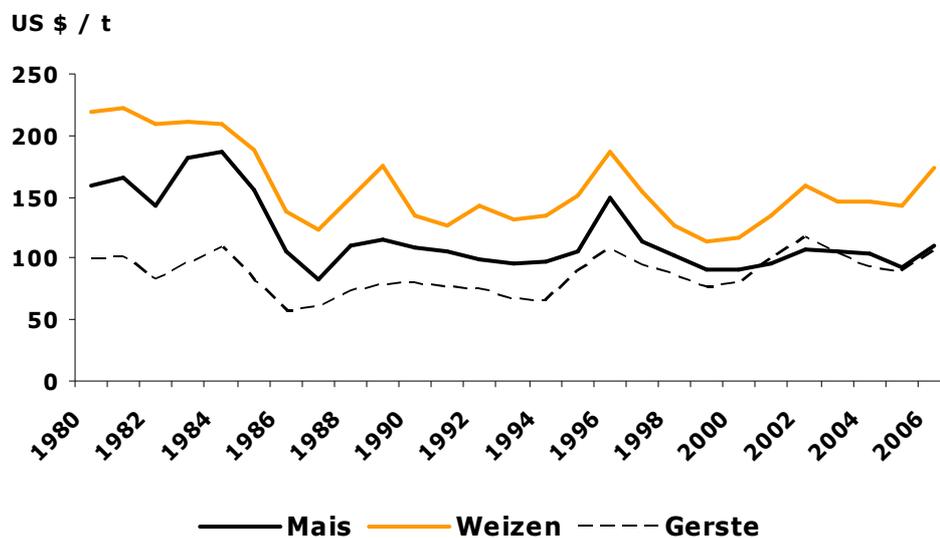
Als Ursache der in jüngster Zeit zu beobachtenden starken Preisanstiege bei landwirtschaftlichen Produkten und Nahrungsmitteln sehen die Medien aber vor allem die Verwendung von Agrarrohstoffen zur weltweit zunehmenden Treibstoffproduktion. Das wohl bekannteste Beispiel ist die als „Tortillakrise“ bezeichnete Explosion der Tortillapreise in Mexiko (Abbildung 20). Diese wird nicht selten mit dem starken Wachstum der Bioethanolproduktion in den USA in Verbindung gebracht. Die dadurch gesteigerte Nachfrage nach Mais führte jüngst zu Preissteigerungen, die angeblich die Preise der darauf basierenden Tortillas erhöhten.

Abbildung 20: Prozentuale Preisänderung von Tortillas relativ zum Vorjahresmonat (Banco de Mexico 2007).



In ein ähnliches Horn stößt hin und wieder auch die deutsche Presse: So gehe die Erhöhung der Bierpreise auf die durch das EEG künstlich induzierte zusätzliche Nachfrage nach Gerste zurück. In der Tat sind die Mais- wie auch die Gerste- und Weizenpreise seit etwa 2005 signifikant gestiegen (Abbildung 21).

Abbildung 21: Reale Getreidepreise in US \$ von 1980 (Weltbank 2007).



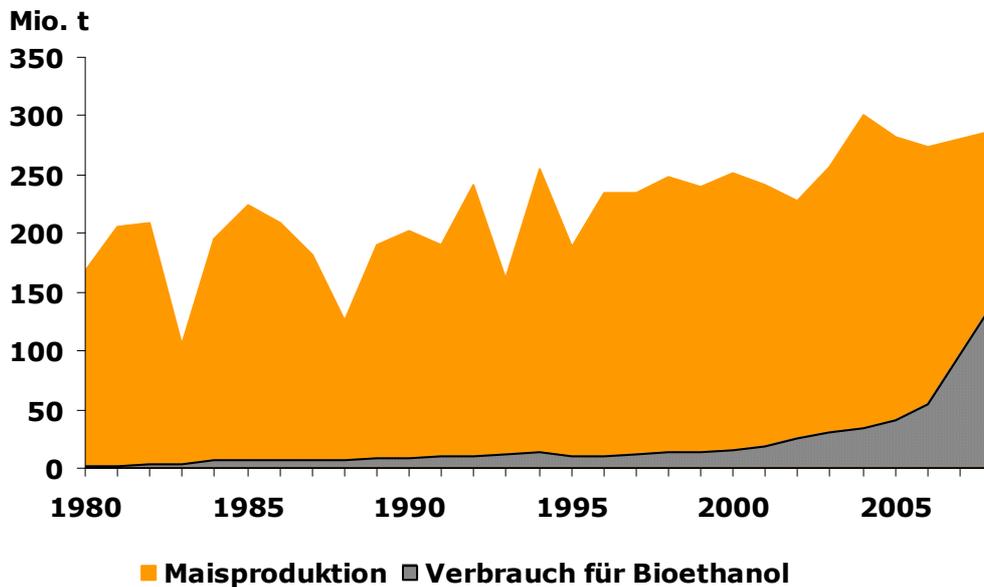
Im Folgenden wird daher untersucht, inwieweit diese Preisentwicklungen tatsächlich auf die weltweit zunehmende Bioethanolproduktion zurückgehen.

3.5.2.1. Bioethanolproduktion in den USA

Nach den Terroranschlägen vom 11. September 2001 hat sich die Art und Weise, wie Getreide in den USA verwendet wird, vor allem Mais, erheblich gewandelt. Durch dieses Ereignis kam der USA die erhebliche Abhängigkeit von Erdöl einmal mehr zu Bewusstsein. Angesichts der Tatsache, dass die Ölreserven sich zu rund zwei Dritteln auf die arabischen Staaten des Mittleren Ostens konzentrieren (Fronde, Schmidt 2007:119), beschloss die USA, die Versorgungssicherheit durch die steuerliche Förderung der inländische Produktion von Biotreibstoffen zu erhöhen. Infolgedessen trug die USA mit Abstand am stärksten zur Verdopplung der weltweiten Bioethanolproduktion seit der Jahrtausendwende bei (IEA 2006:387).

2005 hatte die USA mit einer Bioethanolproduktion von 7,5 Mio. Tonnen Öläquivalenten (toe) bereits einen Anteil von rund 44 % an der weltweit insgesamt hergestellten Menge von ca. 17,1 Mio. toe. Nur Brasilien, das auf Zuckerrohr basierendes Bioethanol zu wettbewerbsfähigen Preisen herstellt, hatte mit rund 48 % einen größeren Anteil. Während die Biodieselproduktion in den USA noch beinahe vernachlässigbar ist und 2005 gerade einmal 3 % der hergestellten Bioethanolmenge ausmachte, lag der Anteil der Biotreibstoffe insgesamt bei knapp 2 % des US-Kraftstoffverbrauchs.

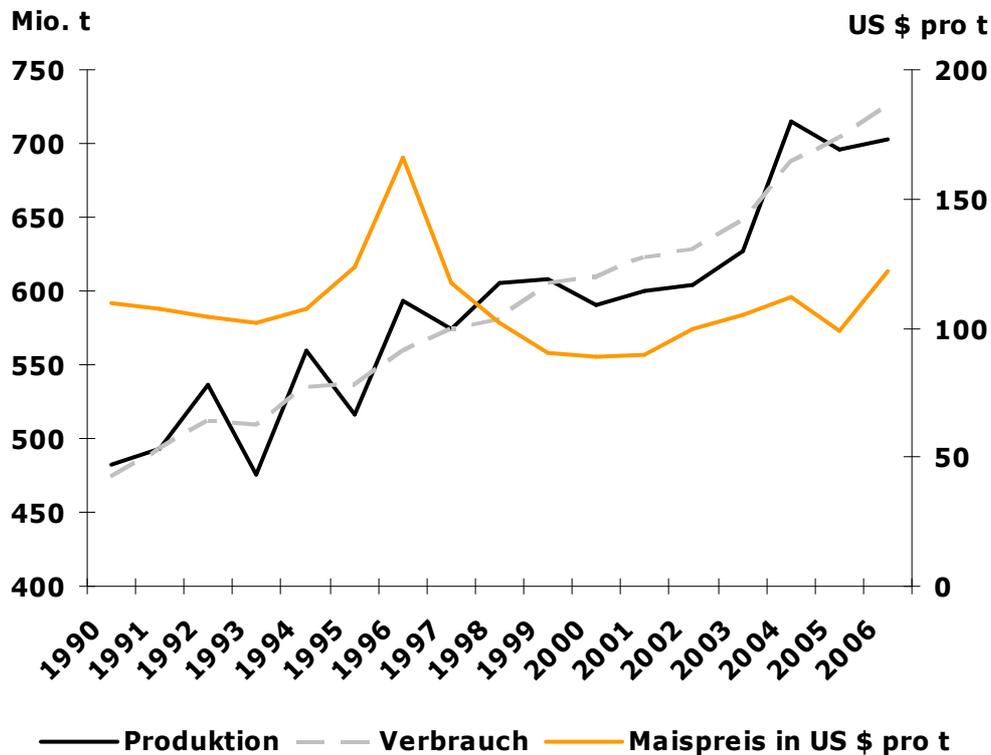
Bei einer Ethanolproduktion von 19 Mrd. Litern und einem Ertrag von 402,4 Litern pro Tonne Mais (Baker, Zahniser 2007), waren 2005 allein rund 47 Mio. t Mais für diesen Zweck erforderlich und damit etwa doppelt soviel wie noch zur Jahrtausendwende (19). Die seit der Jahrtausendwende zu verzeichnende deutliche Zunahme der Maiseerzeugung in den USA konnte diesem Bedarfszuwachs zunächst gerecht werden, sodass die mit steuerlichen Mitteln künstlich angeheizte Nachfrage lediglich zu einer mäßigen Erhöhung der Maispreise führte.

Abbildung 22: Maisproduktion in den USA und Maisverbrauch für die US-Ethanolproduktion (Weltbank 2007).

Erst mit dem deutlichen Rückgang der Maisausbeute in den USA im Jahr 2005 erhöhten sich die Weltmarktpreise anschließend sehr viel stärker (Abbildung 23). Dies war die unmittelbare Folge des Ertragseinbruchs beim weltweit größten Maisproduzenten (Abbildung 22), der für ein deutlich sinkendes globales Angebot sorgte, während der weltweite Verbrauch weiter zunahm und sich 2006 auf einem bislang nie erreichten Niveau von rund 725 Mio. t bewegte (Abbildung 23). Gegenüber 1990 bedeutete dies eine Verbrauchssteigerung um etwas mehr als die Hälfte.

Der im Vergleich zu 1996 noch immer moderate Preisanstieg ist nicht allein auf die Zunahme der Bioethanolproduktion in den USA zurückzuführen. Vielmehr ist er ebenso das Resultat des weltweiten Ertragsrückgangs des Jahres 2005 und einer global steigenden Maisnachfrage. Diese nahm in den letzten Jahrzehnten beinahe beständig zu und stieg allein zwischen 2000 und 2006 um knapp 20 %, von rund 610 auf 725 Mio. t (USDA 2007). Der weltweite Nachfrageanstieg war somit keineswegs ausschließlich durch den in diesem Zeitraum um rund 30 Mio. t zunehmenden Maisverbrauch der USA infolge des dortigen Bioethanolbooms bedingt, sondern in zumindest ebenso starkem Maße auf den weiter steigenden Nahrungsmittelbedarf einer wachsenden und zudem prosperierenden Weltbevölkerung.

Abbildung 23: Börsenpreise, weltweite Erzeugung und Verbrauch an Mais (USDA 2007, Weltbank 2007).



3.5.2.2. Die Tortillakrise

Ungeachtet dessen wurde die massiv wachsende Bioethanolproduktion der USA in den Medien immer wieder als eine der wesentlichen, wenn nicht gar als die Hauptursache für die in die Höhe schießenden Preise für Tortillas bezeichnet, dem bedeutendsten mexikanischen Nahrungsmittel, das in der ärmeren Bevölkerungsschicht für rund 40 % der Proteinzufuhr verantwortlich zeichnet. Neben den bereits genannten Fakten sprechen jedoch mehrere weitere Gründe gegen diese allzu vereinfachende, monokausale Erklärung: Erstens basiert die Ethanolproduktion auf Gelbkornmais, wohingegen mexikanische Tortillas aus Weißkornmais gemacht werden. Im Gegensatz zu Gelbkornmais ist Mexiko bei Weißkornmais nur in sehr geringem Maße von Importen aus den USA angewiesen.

Bei einem Anteil der US-Importe von lediglich 2 % war 2006 in Mexiko eine gute Weißkornmaisernte in Höhe von 21 Mio. t zu verzeichnen, für 2007 werden sogar 23 Mio. t erwartet (Runge, Senauer 2007). Wenngleich für industrielle Zwecke in beschränktem Ausmaß anstatt auf Gelbkorn- auf den günstigeren Weißkornmais zurückgegriffen wird, und so die Nachfrage und Preise für diese Maissorte

entsprechend beeinflusst werden, dürfte eine zunehmende Konzentration auf dem Tortillamarkt ebenso zur Tortillakrise beigetragen haben wie die US-amerikanische Bioethanolproduktion und das globale Nachfragewachstum, das sich gleichzeitig mit einem Ernterückgang ausgesetzt sah.

Der hieraus zu ziehende Schluss für die Diskussion um Biomassenutzungskonkurrenzen in Deutschland ist: Auch anderen, scheinbar naheliegenden monokausalen Erklärungen für den Preisanstieg von Konsumgütern, die von den Medien gerne verbreitet werden, ist mit Skepsis zu begegnen. So zeigt die weitere Diskussion, dass die medialen Mutmaßungen, die energetische Nutzung von Braugerste würde die Bierpreise verteuern, jeglicher Grundlage entbehren, wohingegen die Verteuerung von Mais in erheblichem Maße auf die stark wachsende Bioethanolproduktion in den USA zurückgeht.

3.5.2.3. Die Bioethanolziele der USA

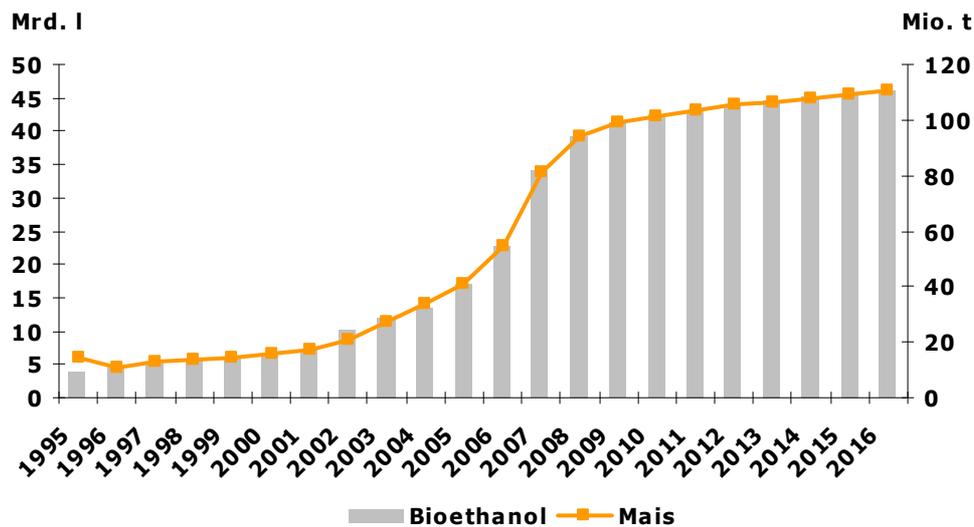
Angesichts der jüngsten Entwicklungen und den ambitionierten US-Zielen bezüglich Bioethanol muss damit gerechnet werden, dass die Maispreise in naher Zukunft weiter steigen werden. So dürfte 2006 bereits ein Fünftel der US-Maiserzeugung allein für den Bioethanolsektor bestimmt gewesen sein (ZMP 2007:183). Die US-Maisbestände werden Mitte 2007 voraussichtlich gerade einmal 22 Mio. t erreicht haben und somit um 28 Mio. t niedriger liegen als im Vorjahr (ZMP 2007:183).

Es wird davon ausgegangen, dass die Ethanolproduktion nach der Verdopplung zwischen 2000 und 2005 bis 2009 noch einmal verdoppelt werden kann, auf dann 38 Mrd. Liter (Westcott 2007). Dies würde bei einem Ertrag von 402,4 l/t rund 95 Mio. t an Mais erfordern, und damit knapp ein Siebtel der weltweiten bzw. etwa ein Drittel der derzeitigen US-Erzeugung. Diese Werte stimmen mit der Prognose der OECD im Rahmen des „World Agricultural Outlook“ überein (Abbildung 24).

Damit würden die gesetzlichen Verpflichtungen übererfüllt: Für 2012 schreibt der Energy Policy Act von 2005 vor, dass der Kraftstoffbedarf durch 7,5 Mrd. Gallonen bzw. rund 24 Mrd. Liter Biotreibstoffe gedeckt wird. Anfang 2007 schlugen die Gouverneure von 37 US-Bundesstaaten ein ambitionierteres Ziel für 2010 von 12 Mrd. Gallonen bzw. rund 55 Mrd. Liter vor. Präsident Bush sprach gar von einem Ziel für 2017 von 35 Mrd. Gallonen bzw. rund 160 Mrd. Liter (Runge, Senauer 2007). Die Umsetzung dieses extrem ehrgeizigen Ziels würde bedeuten, dass weit mehr als die

derzeit in den USA angebaute Menge an Mais ausschließlich für die Ethanolproduktion aufgewendet werden müsste.

Abbildung 24: Prognose der Bioethanolproduktion und des dafür erforderlichen Maisbedarfs in den USA (OECD 2007).



3.5.2.4. Zukünftige Maispreise

Die vorigen Abschnitte zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die jüngsten Anstiege der Maispreise auf mehrere Ursachen zurückgehen. Dabei dürften der Anstieg der weltweiten Nachfrage nach Mais, singuläre Einbrüche bei der Erzeugung, nicht zuletzt aber auch das starke Wachstum der US-Bioethanolproduktion die bedeutendsten Preistreiber sein. Die seit 2004 verstärkte Verwendung von Mais in deutschen Biogasanlagen sollte hingegen einen bestenfalls vernachlässigbaren Beitrag dazu geleistet haben, denn die industrielle Verwertung⁷³ von Mais ist in Deutschland zwischen 2001 und 2006 nur in sehr moderaten Umfang gestiegen, von 0,488 auf 0,615 Mio. t (ZMP 2007:62). Zur Bioethanolherstellung, die in Deutschland in nennenswertem Maße erst 2004 angelaufen ist und sich noch immer auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau befindet, wie der folgende Abschnitt verdeutlicht, wurde Mais bislang nur in geringem Umfang verwendet.

⁷³ Zur industriellen Verwertung gehören im Fall von Mais auch die Herstellung von Bioethanol und Stärke sowie der Einsatz in Biogasanlagen.

Aller Klagen über höhere Preise zum Trotz muss zudem festgehalten werden, dass inflationsbereinigt die Preise für Mais wie auch für Weizen derzeit sogar noch immer deutlich niedriger sind als 1980 (Abbildung 21). Zur besseren Einschätzung der jüngsten Entwicklungen muss schließlich auch betont werden, dass heftige Preisanstiege nichts Ungewöhnliches sind, sondern in der Vergangenheit immer wieder aufgetreten sind - 1996 sogar in deutlich stärkerem Ausmaß als derzeit. Für Rohstoffmärkte, die bekanntlich Zyklen aufweisen, sind heftige Preisausschläge typisch.

Zwar ist die Abgabe von Prognosen zu zukünftigen Preisen, gleichgültig ob für Mais oder andere Rohstoffe, im Allgemeinen mit sehr großer Unsicherheit behaftet⁷⁴, vor allem, weil dabei eine große Zahl an Einflussgrößen zu berücksichtigen ist, über deren Entwicklung wiederum Annahmen zu treffen oder Prognosen anzustellen wären. Dennoch liegt es auf der Hand, dass die Preise sämtlicher Agrarrohstoffe in den nächsten Jahren nur eine Richtung kennen sollten, falls die USA tatsächlich ihre ehrgeizigen Ziele umsetzen sollten.

Die dadurch entstehende Konzentration auf die Maiserzeugung zur Ethanolherstellung würde nicht nur die Maispreise treiben. Vielmehr könnte dies auf Grund der Begrenztheit der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital zu einer verringerten Erzeugung anderer Rohstoffe wie etwa Sojabohnen führen: Das massiv auszuweitende Maisangebot würde unweigerlich an die Grenzen der US-Agrarproduktion stoßen und sollte in Verbindung mit der erwartungsgemäß weiter steigenden globalen Nachfrage nach Agrarrohstoffen weltweite Konsequenzen in Form von Preissteigerungen nach sich ziehen. Diese könnten dazu führen, dass in Zukunft von einer Agrarsubventionspolitik, wie sie nicht allein von der EU betrieben wird, Abstand genommen werden kann, weil die Preise von Agrarrohstoffen künftig auskömmlich sein könnten.

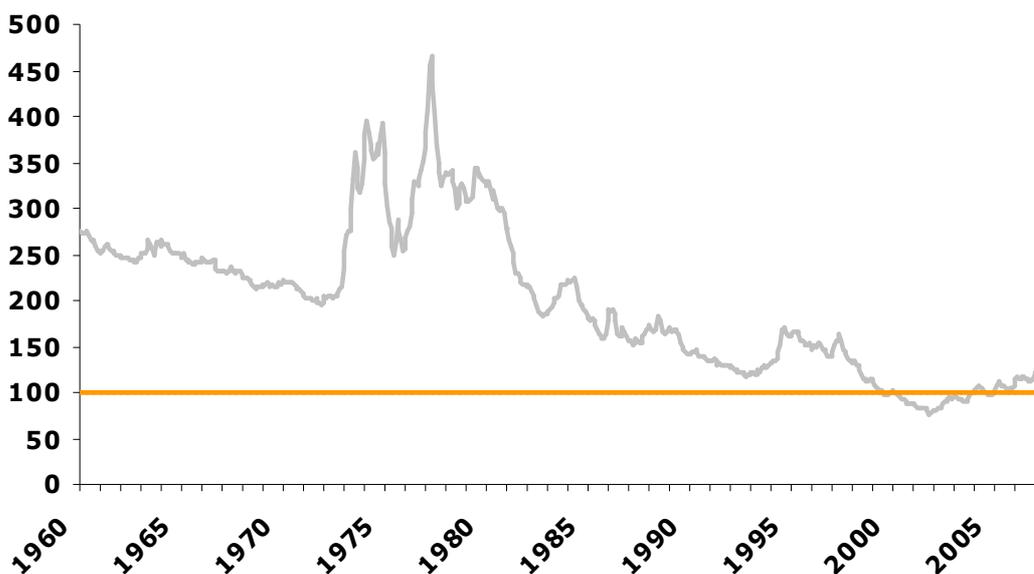
Die Höhe der preislichen Auswirkungen ist von der EU-Kommission allerdings beeinflussbar. So wäre es aus ökonomischer Sicht wünschenswert, dass die EU ihre bisherige Interventionspolitik im Agrarbereich überdenkt und den Umfang der Markteingriffe sukzessive verringert, um potentielle Preisanstiege durch die Ausweitung von Produktionsquoten und letztlich deren völlige Aufgabe zumindest

⁷⁴ Im Endbericht für das BMWi-Projekt „Trends der Angebots- und Nachfragesituation bei mineralischen Rohstoffen“ hat das RWI Essen dargestellt, dass die Preise der meisten Rohstoffe sogenannte Random Walks darstellen, das heißt sich scheinbar wie zufällig bewegen. Die Konsequenz daraus ist, dass der Preis von Rohstoffen praktisch nicht vorhersagbar ist. Dies dürfte auch auf Agrarrohstoffe zutreffen.

dämpfen zu können. Schließlich wird diese Art der Landwirtschaftspolitik, die sich der Instrumente der Quotierung und der Interventionskäufe bedient, nur deshalb angewendet, weil seit 1960 die Preise für landwirtschaftliche Güter tendenziell immer weiter gefallen sind (Abbildung 25).

Dieser Preisverfall ist einer der wesentlichen Ursachen dafür, dass die europäische Landwirtschaft nunmehr seit Jahrzehnten in sehr starkem Maße von Subventionen abhängig ist. Zum Wohle aller sollte nach einhelliger Meinung von Ökonomen auf diese Subventions- und Interventionspolitik verzichtet werden, selbst wenn die USA sich bei ihrer Biotreibstoffpolitik noch rechtzeitig eines Besseren besinnt und die Biotreibstoffproduktion nicht wie vorgesehenen in eklatantem Ausmaß ausdehnt.

Abbildung 25: Preisindex landwirtschaftlicher Güter, Januar 2000: 100 (Weltbank 2007a).

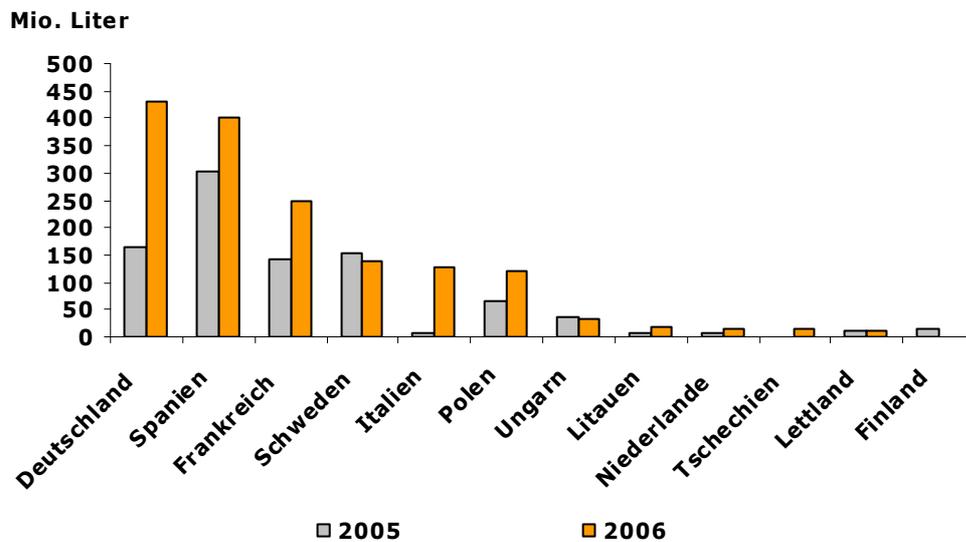


3.5.2.5. Bioethanolproduktion in Deutschland

Die Bioethanolproduktion hinkt in Deutschland weit hinter der Biodieselproduktion hinterher, verzeichnete in den Jahren 2005 und 2006 jedoch ein starkes Wachstum (Abbildung 26). So hat sich die Produktion beinahe verdreifacht und stieg von rund 165 auf 430 Mio. Liter an. Dieses Wachstum geht weitgehend auf die Fertigstellung dreier Ethanolanlagen in den ostdeutschen Städten Zörbig, Schwedt und Zeitz

zurück. Diese drei Anlagen, die zusammen auf eine Produktionskapazität von knapp 0,6 Mio. t Bioethanol kommen, benutzten Getreide als Ausgangsstoffe, wobei in Zörbig und Schwedt vorwiegend Roggen verwendet wurde und in Zeitz vor allem Weizen (Grunert 2007). Der Einsatz von Roggen in Bioethanolanlagen stieg so schätzungsweise um 0,2 Mio. t, auf etwa 0,5 Mio. t im Jahr 2006 (ZMP 2007:183).

Abbildung 26: Bioethanolproduktion in der EU (BB 2007).



Das rapide Wachstum der Bioethanolproduktionskapazität hat zuletzt ähnliche Befürchtungen über steigende Nahrungsmittelpreise und knapper werdende Ackerflächen aufkommen lassen wie sie im Zusammenhang mit der massiven Zunahme der Biodieselproduktion zurecht geäußert wurden. Während der Biodieselboom in Deutschland erheblich zur Verteuerung von Raps- und anderen Pflanzenölen beigetragen haben sollte, dürfte dies bei den Rohstoffen zur Bioethanolherstellung jedoch solange nicht eintreten, solange ausreichende Interventionsbestände vorhanden sind. Dazu wäre jedoch eine Abkehr von den ehrgeizigen Zielen für Biotreibstoffe erforderlich, wie im Folgenden dargelegt wird.

3.5.2.6. Die jüngsten Anstiege der Getreidepreise

Die Preise von Weizen, Gerste und Roggen werden im hoch regulierten und subventionierten Agrarmarkt durch An- und Verkäufe der öffentlichen Hand stabilisiert. So wurde der verstärkten Roggennachfrage aus dem Bioethanolsektor

durch zunehmende Einfuhren aus anderen EU-Ländern sowie durch Verkäufe aus Interventionsbeständen begegnet (ZMP 2007:23). Dadurch sanken die Bestände bei Roggen massiv, von etwas über 2,3 Mio. t im Jahr 2005 auf wenig mehr als 0,9 Mio. t im Jahr 2006 (Tabelle 66).

Die seit 2004 zunehmende Verwendung von Getreide zur Bioethanolerzeugung, vor allem von Weizen und Roggen, zum Teil aber auch von Triticale – einer Mischung aus Weizen und Roggen – und Mais, dürfte sich aus diesem Grund nicht auf die Preise dieser Agrarrohstoffe ausgewirkt haben, wenn im Wirtschaftsjahr 2005/06 nicht noch Ertragseinbußen infolge von Trockenheit und Hitze hinzugekommen wären. Dadurch nahm die verwendbare Roggenerzeugung gegenüber der Vorperiode um rund 1 Mio. t bzw. mehr als ein Drittel ab (ZMP 2007:23, 59).

Tabelle 66: Getreideinterventionsbestände in Mio. t

	Deutschland		EU	
	2005	2006	2005	2006
Weizen	2,80	2,41	7,86	5,17
Roggen	2,34	0,91	2,34	0,92
Gerste	0,78	0,59	1,45	1,43
Mais	0,01	0,00	2,87	4,85
Getreide insgesamt	5,92	3,91	14,52	12,37
Quelle: BVA Online, Bundesverband der Agrargewerblichen Wirtschaft e.V. (BVA 2007)				

Dass Roggen sich kräftig verteuerte (ZMP 2007:23), von knapp 81 €/t für Brotroggen im Juli 2005 über rund 109 €/t im Juni 2006 auf fast 141 €/t im März 2007 (ZMP 2007:159), ist somit keineswegs allein der höheren Nachfrage infolge der Bioethanolerzeugung anzulasten und hätte durch weitere Bestandssenkungen wohl verhindert werden können. Im Übrigen lagen die Roggenpreise im Dezember 2003 mit knapp 120 €/t bereits einmal ähnlich hoch, ohne dass die Bioethanolherstellung damals eine nennenswerte Rolle spielte. Wie für Rohstoffe typisch werden die derzeit hohen Preise aller Voraussicht nach für ein zukünftig höheres Angebot

sorgen, das die Preise wieder zum Sinken bringen sollte – es sei denn, die Ernte fällt aufgrund widriger klimatischer Bedingungen erneut schlecht aus.

In der Tat aber war es sogar den bis vor kurzem niedrigen Roggenpreisen zu verdanken, dass verstärkt Roggen zur Bioethanolherstellung und möglicherweise auch in Biogasanlagen eingesetzt wurde. So hat die industrielle Verwertung von Roggen in den Wirtschaftsjahren 2003/04 und 2005/06 sprunghaft zugenommen und stieg von 0,012 auf 0,858 Mio. t an (ZMP 2007:59). Wegen den niedrigen Roggenpreisen nahm andererseits das Angebot und demzufolge auch die verwendbare Erzeugung in den letzten Jahren tendenziell ab und wurde für das Wirtschaftsjahr 2005/06 auf lediglich 2,8 Mio. t taxiert (ZMP 2007:59). Daraus ergibt sich ein Anteil der industriellen Verwertung an der verwendbaren Erzeugung von etwa 30 %.

Ein starkes Wachstum der industriellen Verwertung ist auch für Weizen zu konstatieren: Die zu diesem Zweck eingesetzte Menge an Weizen nahm im selben Zeitraum von 0,598 auf 1,820 Mio. t zu, wobei sich die gesamte verwendbare Weizenmenge in den letzten Jahren um die 19 bis 25 Mio. t bewegte (ZMP 2007:58). Somit war die zur industriellen Verwertung benutzte Weizenmenge keineswegs vernachlässigbar, sondern machte über 5 % der pro Jahr verwendbaren Weizenmenge aus. Nach Schätzungen hat sich allein der Einsatz von Weizen für die Bioethanolherstellung verdoppelt, auf 1,4 Mio. t im Wirtschaftsjahr 2006/07 (ZMP 2007:183).

Dies war jedoch keineswegs der entscheidende Grund für die Verteuerung der Erzeugerpreise für Weizen, die sich von rund 113 €/t im Juli 2006 auf knapp 143 €/t im März 2007 erhöhten (Tabelle 67). Vielmehr geht dies im Wesentlichen auf eine schwache Ernte infolge von Trockenheit und Hitze in weiten Teilen Ost- und Norddeutschlands zurück: Vor allem darauf stützen sich auch die kräftigen Preissteigerungen“ (ZMP 2007:23). Durch eine sehr viel stärkere Verringerung der Interventionsbestände, welche lediglich um rund 0,4 auf 2,41 Mio. t im Jahr 2006 reduziert wurden (Tabelle 66), hätten Preissteigerungen zudem verhindert werden können.

Tabelle 67: Preise für Qualitätsweizen in €/t

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Januar		117,67	147,03	97,79	99,75	141,35
Februar		118,09	149,18	97,24	100,54	143,29
März		117,01	145,73	97,00	102,27	142,78
April		115,04	144,13	97,05	104,50	
Mai		115,29	137,22	97,20	110,19	
Juni		115,62	119,26	97,53	112,09	
Juli			119,39		113,24	
August	100,70	112,01	95,31	93,38	111,47	
September	109,67	120,87	97,49	94,97	124,78	
Oktober	114,67	123,73	97,89	96,27	132,94	
November	116,81	137,62	98,29	97,57	139,83	
Dezember	116,76	145,54	98,27	99,01	140,84	
Quelle: ZMP (2007: 159)						

3.5.2.7. Bier- und Gerstenpreise

Die zunehmende Herstellung von Biotreibstoffen und der vermeintlich wachsende Einsatz von Gerste für diesen Zweck sowie zur Stromerzeugung in Biogasanlagen wurden in der deutschen Presse wiederholt als Ursache für steigende Bierpreise dargestellt. Nicht nur, dass man monokausalen Begründungen wie dieser generell skeptisch begegnen sollte. Dieses Argument entbehrt jeglicher Grundlage und scheint eine reine Erfindung der Medien zu sein: Entscheidend für den angespannten Braugerstenmarkt in Wirtschaftsjahr 2006/07 waren vielmehr die ungünstigen klimatischen Bedingungen, die zu einem niedrigen Anteil an Gerste in Braugerstenqualität geführt haben (ZMP 2007:182).

So blieb die Braugerstenerzeugung in den EU-25-Ländern um 22 % gegenüber dem Vorjahr zurück, in Deutschland um rund 11 % (ZMP 2007:183). Hinzu kam, dass das EU-weite Defizit von rund 1 Mio. t Braugerste durch Importe aus Drittländern kaum ausgeglichen werden konnte, da Australien wegen einer schweren Dürre als Lieferant für den europäischen Markt weitgehend ausfiel. Infolge des knappen

Angebotes stiegen die Braugerstenpreise beinahe explosionsartig an, von rund 114 €/t im Juli 2006 auf rund 204 €/t im März 2007 (ZMP 2007:160). Für die industrielle Verwendung in Biogas- oder Bioethanolanlagen wäre Braugerste darüber hinaus viel kostenintensiver als die qualitativ schlechtere Futtergerste, welche im März 2007 knapp 132 €/t kostete. An Futtergerste war mit rund 5,3 Mio. t nur 0,2 Mio. t weniger vermarktet worden als im Vorjahr (ZMP 2007:24).

Im rückläufigen Gerstenanbau ist ein zweiter wesentlicher Grund für den massiven Anstieg der Gerstenpreise zu sehen (ZMP 2007:24). Dieser Rückgang ist auf die lange Zeit niedrigen Braugerstenpreise zurückzuführen, die wiederum Resultat einer sinkenden Nachfrage der Brauwirtschaft nach Malz waren. Somit sind die gegenwärtig hohen Gerstenpreise das Resultat der Zyklizität von Rohstoffmärkten, wobei das ohnehin niedrige Angebot durch eine schlechte Ernte noch weiter verringert wurde. Mit der vermeintlichen Verwendung von Braugerste zur Biogas- bzw. Biotreibstoffherstellung haben die hohen Braugerstenpreise und der dadurch gestiegenen Obolus für Bier hingegen nichts zu tun. Tatsächlich gibt es nicht den geringsten Hinweis auf einen derartigen Zusammenhang: Die industrielle Verwertung von Gerste ist in den letzten Jahren sogar leicht gefallen, von rund 2,4 Mio. t im Wirtschaftsjahr 2003/04 auf geschätzte 2,26 Mio. t 2005/06 (ZMP 2007:60).

3.5.2.8. Künftige Engpässe bei Getreide durch deutsche Bioethanolziele?

Wie es sich bei Roggen bereits heute andeutet, kann es zukünftig durch die zunehmende Bioethanolproduktion bereits bei Einhaltung der Mindestquote von 3,6 % zu ernsthaften Engpässen kommen. Bei ausschließlicher Verwendung von Roggen wären dazu knapp 3,5 Mio. t erforderlich wären (Tabelle 68). Diese Menge würde deutlich über der 2005/06 erzeugten Menge von geschätzt rund 2,8 Mio. t liegen (ZMP 2007:59). Die Interventionsbestände an Roggen von 2006 von rund 0,9 Mio. t würden dafür erst recht nicht ausreichen. Würde alternativ allein Weizen zur Erfüllung der Mindestquote eingesetzt werden, wären 2010 etwa 3,7 Mio. t für diesen Zweck erforderlich.

Wenngleich dies nur einen Bruchteil der in den letzten Jahren zwischen 19 und 25 Mio. t liegenden deutschen Erzeugung ausmachen würde, bedeutete dies zum einen eine Verdopplung der bereits ohnehin stark gestiegenen industriellen Verwertung. Zum anderen würden die 2006 vorhandenen Interventionsbestände an Weizen von ca. 2,6 Mio. t deutlich überstiegen werden (Tabelle 66). Da sowohl bei Roggen wie

auch bei Weizen die Interventionsbestände nicht ausreichen würden, wäre für die Zukunft davon auszugehen, dass die gesetzlichen Bestimmungen des Biokraftstoffquotengesetzes die Weizen- und Roggenpreise in die Höhe treiben werden - außer, die Bioethanolerzeugung würde zunehmend auf die Basis von Zuckerrüben gestellt werden oder der Importzoll der EU auf Biotreibstoffe würde entfallen, so dass verstärkt wettbewerbsfähiges brasilianisches Bioethanol eingeführt würde.

In der Tat sind derartige Anlagen bereits in Planung oder sehen einer Fertigstellung entgegen. Die Bioethanolherstellung auf Zuckerrübenbasis könnte einerseits zukünftige Engpässe bei Getreide verringern und andererseits der Zuckerindustrie eine alternative Einnahmequelle verschaffen, welche die finanziellen Ausfälle durch die Prämienreduktion infolge der Änderung der Zuckermarktordnung teilweise kompensieren könnten. Dieser Ausweg würde allerdings an Grenzen stoßen, falls in Zukunft mehr als nur die Mindestquote für Bioethanol erfüllt werden müsste, etwa weil der ansonsten unvermeidbare Import von Biodiesel sowie Raps- und Palmöl durch den Nachweis ökologischer Unbedenklichkeit zumindest teilweise eingeschränkt würde.

So zeigen die in Tabelle 69 angestellten Berechnungen, dass zur Einhaltung der Biotreibstoffquote von 6,75 %, die gesetzlich für 2010 gefordert ist, rund 25 Mio. t an Zuckerrüben ausschließlich für die Bioethanolherstellung erforderlich wären. Dies entspräche der gesamten Ernte des Jahres 2005 (ZMP 2007:208). Somit ist klar, dass die Zuckerrübenalternative alleine niemals ausreichen könnte, um bei der Biotreibstoffherstellung paritätische Anteile von Biodiesel und Bioethanol zu erreichen, geschweige denn, um die Zielvorgaben für Biotreibstoffe vorwiegend mit Hilfe von Bioethanol umzusetzen – erst recht nicht das ehrgeizige Ziel von 17 % für 2020.

Dennoch könnte die Bioethanolherstellung auf Zuckerrübenbasis den zukünftig zu erwartenden Preiserhöhungen bei Getreide infolge der weltweit zunehmenden Bioethanolherstellung zumindest dämpfend entgegen wirken. Um diese Alternative kostengünstigster zu machen, wäre die Europäische Kommission gut beraten, die Subventionen für die Zuckerrübenerzeugung sukzessive weiter zu senken und schließlich ganz abzuschaffen, anstatt dadurch weiterhin die Preise für Zuckerrüben künstlich hoch zu halten. Bislang hingegen war die Produktion auf Weizenbasis mit

45 Ct/l gegenüber 51 Ct/l noch die wirtschaftlich günstigere Möglichkeit (FNR 2006:74).

Tabelle 68: Inputmengen bei Erfüllung der Mindestquote für Bioethanol

	2005	2010	2015	2020
Benzin, Mio. t	23,43	20,50	17,90	15,60
Benzin, Mrd. l	30,83	26,97	23,55	20,53
Quote	0,63%	3,60%	3,60%	3,60%
Bioethanol, Mrd. l	0,29	1,43	1,25	1,09
Ersetztes Benzin, Mrd. l	0,19	0,97	0,85	0,74
Flächenbedarf in Mio. ha				
Roggen	0,14	0,70	0,61	0,54
Weizen	0,10	0,52	0,45	0,39
Zuckerrüben	0,04	0,22	0,19	0,16
Einsatzmengen in Mio. t				
Roggen	0,69	3,45	3,01	2,63
Weizen	0,75	3,73	3,26	2,84
Zuckerrüben	2,67	13,32	11,63	10,14
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von MWV (2006:52, 2007:10), FNR (2006:42ff.), LAB (2007)				

3.5.2.9. Biogasanlagen

Neben Gülle ist Mais seit der Einführung des Nawaro-Bonus im Jahr 2004 zu einem der wichtigsten Einsatzstoffe für die Stromerzeugung in Biogasanlagen geworden. In der Tat stieg die industriell verwertete Menge in den vergangenen Jahren beständig an, wenngleich in moderater Weise, von 0,488 Mio. t im Wirtschaftsjahr 2001/02 auf geschätzte 0,615 Mio. t Mais im Jahr 2005/06 (ZMP 2007:62). Damit machte die industrielle Verwertung knapp 30 % der Verkaufsmenge an Mais aus und etwas mehr als 15 % der verwendbaren Erzeugung. Auch der Eigenverbrauch der Bauern stieg im selben Zeitraum um etwas mehr als ein Fünftel an, von rund 1,5 auf knapp 1,9 Mio. t (ZMP 2007:62). Dies könnte ebenfalls zum Teil dem zunehmenden Einsatz

von Mais in Biogasanlagen geschuldet sein. Der Löwenanteil des Zuwachses des Eigenverbrauchs der Bauern geht mit 0,3 Mio. t aber auf den Anstieg der Verwendung als Futtermittel zurück (ZMP 2007:62).

Tabelle 69: Inputmengen für Bioethanol bei Erfüllung der Durchschnittsquote

	2005	2010	2015	2020
Benzin, Mio. t	23,43	20,50	17,90	15,60
Benzin, Mrd. l	30,83	26,97	23,55	20,53
Quote	0,63%	6,75%	8,00%	17,00%
Benötigtes Bioethanol, Mrd. l	0,29	2,68	2,77	5,14
Ersetztes Benzin, Mrd. l	0,19	1,82	1,88	3,49
Flächenverbrauch in Mio. ha				
Roggen	0,14	1,32	1,37	2,53
Weizen	0,10	0,97	1,00	1,86
Zuckerrüben	0,04	0,40	0,42	0,78
Einsatzmengen in Mio. t				
Roggen	0,69	6,47	6,69	12,40
Weizen	0,75	6,99	7,23	13,40
Zuckerrüben	2,67	24,97	25,84	47,86
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von MWV (2006:52, 2007:10), FNR (2006:42ff.), LAB (2007)				

Dass sich die Preise für Körnermais von knapp 105 €/t im Juni 2005 auf 152 €/t im März 2007 verteuerten (Tabelle 70), hat allerdings vor allem mit der enttäuschenden Maisernte im Jahr 2006 zu tun: Allein in den Ländern der EU-15 wurden knapp 3 Mio. t weniger geerntet als im Vorjahr (ZMP 2007:182). Dafür war insbesondere das Minus von 21 % in Deutschland ausschlaggebend. Dem geringeren Angebot stand jedoch auch ein geringerer Einsatz von Mais als Futtermittel gegenüber (ZMP 2007:182). Dadurch fiel die zunehmende Verwendung im industriellen Bereich durch die Stärke- und Bioethanolherstellung nicht so sehr ins Gewicht. Mit gut 3,1 Mio. t

Mais lagen die Interventionsbestände Anfang Mai 2007 sogar um 0,2 Mio. t höher als im Mittel des Jahres 2005 (ZMP 2007:182, Tabelle 66).

Einmal mehr ist hervorzuheben, dass die Preisanstiege für Mais ebenso wie bei anderen Getreidesorten durch eine deutliche Senkung der Interventionsbestände hätten gedämpft werden können. Und auch in diesem Beispiel sollte darauf hingewiesen werden, dass die Preise für Körnermais mit gut 150 €/t im März 2007 etwa das gleiche Niveau aufwiesen wie im Dezember 2003 (Tabelle 70). Damals jedoch waren weder die Bioethanolherstellung auf Maisbasis noch der Einsatz von Mais in deutschen Biogasanlagen von großer Relevanz.

Tabelle 70: Preise für Körnermais in €/t

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Januar		107,76	151,18	95,05	105,88	150,80
Februar		107,23	154,51	95,72	107,22	153,75
März		105,33	152,45	97,23	108,02	152,02
April		105,02	152,16	97,60	109,23	
Mai		105,71	151,46	98,16	112,95	
Juni		110,17	147,66	104,65	118,22	
Oktober	106,38	138,20	91,20	107,20	140,27	
November	106,03	145,14	93,07	104,05	148,21	
Dezember	106,95	150,26	94,50	104,81	150,87	
Quelle: ZMP (2007: 162)						

3.5.2.10. Zusammenfassung: Getreide

Die **jüngsten Anstiege der Preise für Getreide, insbesondere von Mais**, gehen auf vielfältige Ursachen zurück. Dabei dürften der Anstieg der weltweiten Nachfrage nach Getreide, singuläre Einbrüche bei der Erzeugung durch schlechte Ernten, aber nicht zuletzt auch das starke Wachstum der US-Bioethanolproduktion die bedeutendsten Preistreiber gewesen sein. Die seit 2004 verstärkte Verwendung von Mais in deutschen Biogasanlagen sollte hingegen einen bestenfalls

vernachlässigbaren Beitrag dazu geleistet haben, denn die industrielle Verwertung von Mais ist in Deutschland zwischen 2001 und 2006 nur in sehr moderatem Umfang gestiegen.

Aller Klagen über höhere Preise zum Trotz muss zudem festgehalten werden, dass **inflationbereinigt die Preise für Mais wie auch für Weizen derzeit sogar noch immer deutlich niedriger sind als 1980**. Zur besseren Einschätzung der jüngsten Entwicklungen muss schließlich auch betont werden, dass heftige Preisanstiege nichts Ungewöhnliches sind, sondern in der Vergangenheit immer wieder aufgetreten sind - 1996 sogar in deutlich stärkerem Ausmaß als derzeit. **Für Rohstoffmärkte, die bekanntlich Zyklen aufweisen, sind heftige Preisausschläge typisch.**

Zwar ist die Abgabe von **Prognosen zu zukünftigen Preisen**, gleichgültig ob für Mais oder andere Rohstoffe, **im Allgemeinen mit sehr großer Unsicherheit behaftet**, vor allem, weil dabei eine große Zahl an Einflussgrößen zu berücksichtigen ist, über deren Entwicklung wiederum Annahmen zu treffen oder Prognosen anzustellen wären. **Dennoch liegt es auf der Hand, dass die Preise sämtlicher Agrarrohstoffe in den nächsten Jahren nur eine Richtung kennen, sollten die USA tatsächlich ihre ehrgeizigen Biotreibstoffziele umsetzen.**

Die dadurch entstehende Konzentration auf die Maiserzeugung zur Ethanolherstellung würde nicht nur die Maispreise treiben. Vielmehr **könnte dies auf Grund der Begrenztheit der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital zu einer verringerten Erzeugung anderer Rohstoffe wie etwa Sojabohnen führen**: Das massiv auszuweitende Maisangebot würde unweigerlich an die Grenzen der US-Agrarproduktion stoßen und sollte in Verbindung mit der erwartungsgemäß weiter steigenden globalen Nachfrage nach Agrarrohstoffen **weltweite Konsequenzen in Form von Preissteigerungen nach sich ziehen**.

Dass **Roggen** sich kräftig verteuerte, ist keineswegs allein der höheren Nachfrage infolge der in Deutschland noch recht geringen Bioethanolerzeugung anzulasten und hätte durch noch stärkere Senkungen der Interventionsbestände wohl verhindert werden können. Im Übrigen lagen die Roggenpreise im Dezember 2003 mit knapp 120 €/t bereits einmal ähnlich hoch, ohne dass die Bioethanolherstellung damals eine nennenswerte Rolle spielte. Wie für Rohstoffe typisch, werden die derzeit hohen Preise aller Voraussicht nach für ein zukünftig höheres Angebot sorgen, das die Preise wieder zum Sinken bringen sollte – es sei denn, die Ernte fällt aufgrund

widriger klimatischer Bedingungen erneut schlecht aus. In der Tat aber war es sogar den bis vor kurzem niedrigen Roggenpreisen zu verdanken, dass verstärkt Roggen zur Bioethanolherstellung und möglicherweise auch in Biogasanlagen eingesetzt wurde.

Ein starkes Wachstum der industriellen Verwertung ist auch für **Weizen** zu konstatieren: Diese machte 2006 in Deutschland über 5 % der verwendbaren Weizenmenge aus. Nach Schätzungen hat sich allein der Einsatz von Weizen für die Bioethanolherstellung verdoppelt, auf 1,4 Mio. t im Wirtschaftsjahr 2006/07. Dies war jedoch keineswegs der entscheidende Grund für die Verteuerung der Erzeugerpreise für Weizen, die sich von rund 113 €/t im Juli 2006 auf knapp 143 €/t im März 2007 erhöhten. Vielmehr geht dies im Wesentlichen auf eine schwache Ernte infolge von Trockenheit und Hitze in weiten Teilen Ost- und Norddeutschlands zurück. Durch eine sehr viel stärkere Verringerung der Interventionsbestände, hätten auch hier Preissteigerungen verhindert werden können.

Die zunehmende Herstellung von Biotreibstoffen und der vermeintlich wachsende Einsatz von **Gerste** für diesen Zweck sowie zur Stromerzeugung in Biogasanlagen ist definitiv nicht die Ursache für steigende Bierpreise. Entscheidend für den angespannten Braugerstenmarkt in Wirtschaftsjahr 2006/07 waren vielmehr die ungünstigen klimatischen Bedingungen, die zu einem niedrigen Anteil an Gerste in Braugerstenqualität geführt haben. Im rückläufigen Gerstenanbau ist ein zweiter wesentlicher Grund für den massiven Anstieg der Gerstenpreise zu sehen. Dieser Rückgang ist auf die lange Zeit niedrigen Braugerstenpreise zurückzuführen, die wiederum Resultat einer sinkenden Nachfrage der Brauwirtschaft nach Malz waren. Somit sind die gegenwärtig hohen Gerstenpreise das Resultat der Zyklizität von Rohstoffmärkten, wobei das ohnehin niedrige Angebot durch eine schlechte Ernte noch weiter verringert wurde.

Wie es sich bei Roggen bereits heute andeutet, kann es **zukünftig durch die zunehmende Bioethanolproduktion bereits bei Einhaltung der Mindestquote von 3,6 % zu ernsthaften Engpässen kommen**. Bei ausschließlicher Verwendung von Roggen wären dazu knapp 3,5 Mio. t erforderlich wären. Diese Menge würde deutlich über der 2005/06 erzeugten Menge von geschätzt rund 2,8 Mio. t liegen. Die Interventionsbestände an Roggen von 2006 von rund 0,9 Mio. t würden dafür erst

recht nicht ausreichen. Würde alternativ allein Weizen zur Erfüllung der Mindestquote eingesetzt werden, wären 2010 etwa 3,7 Mio. t für diesen Zweck erforderlich.

Wenngleich dies nur einen Bruchteil der in den letzten Jahren zwischen 19 und 25 Mio. t liegenden deutschen Erzeugung ausmachen würde, bedeutete dies zum einen eine Verdopplung der bereits ohnehin stark gestiegenen industriellen Verwertung. Zum anderen würden die 2006 vorhandenen Interventionsbestände an Weizen von ca. 2,6 Mio. t deutlich überstiegen werden. Da sowohl bei Roggen wie auch bei Weizen die Interventionsbestände nicht ausreichen würden, wäre für die Zukunft davon auszugehen, **dass die gesetzlichen Bestimmungen des Biokraftstoffquotengesetzes die Weizen- und Roggenpreise in die Höhe treiben werden - außer, die Bioethanolerzeugung würde zunehmend auf die Basis von Zuckerrüben gestellt werden oder der Importzoll der EU auf Biotreibstoffe würde entfallen, so dass verstärkt wettbewerbsfähiges brasilianisches Bioethanol eingeführt würde** (mit ggfs. negativen Umweltwirkungen).

3.5.3. Holz

Ebenso wie bei anderen Arten von Biomasse hat die energetische Verwendung von Holz in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Dies ist nicht allein auf die seit 1999 stark gestiegenen Rohölpreise zurückzuführen, welche die Verwendung von fester Biomasse wie etwa Waldscheitholz nunmehr erheblich attraktiver erscheinen lassen. Überdies wurde die Attraktivität der Nutzung derartiger Biomasse verstärkt durch die Gewährung von Zuschüssen für die Installation von Heizungssystemen, die Holz beispielsweise in Form von Pellets nutzen. Zusätzliche Anreize wurden nicht zuletzt auch durch das EEG geschaffen. Das EEG fördert insbesondere die Verwendung von Biomasse zur Verstromung und mittels des Bonus für Kraftwärmekopplung (KWK) zudem die Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken.

Die Verstromung fester Biomasse hat mit Inkrafttreten der zum EEG gehörigen Biomasseverordnung im Jahr 2001, mit der u.a. die Nutzung von Altholz geregelt wurde, deutlich zugenommen (SEF 2007:I-67) und gewann nach der Novellierung des EEG 2004 besonders an Fahrt (Tabelle 71). Während die Stromerzeugung mit Hilfe von Wasserkraft seit Jahren nicht weiter wächst oder sogar leicht rückläufig ist und jene auf Windkraftbasis in eine Phase moderateren Wachstums übergegangen ist, verzeichnet so die Stromerzeugung aus Biomasse in den vergangenen Jahren

einen vehementen Anstieg. Damit einher geht allerdings eine zunehmende Nutzungskonkurrenz um den Rohstoff Holz, der in Wirtschaftsbereichen wie dem Bausektor, der Möbelherstellung oder der Zellstoff- und Papierindustrie - im Folgenden kurz Papierindustrie genannt - von erheblicher Bedeutung ist.

Im Folgenden werden diese Nutzungskonkurrenzen dargestellt und umrissen, inwieweit diese Auswirkungen auf die Preise von verschiedenen Holzrohstoffen und -produkte hatten. Aufgrund fehlender empirischer Daten zur Verwendung von Holzrohstoffen in vergleichsweise neuartigen Anwendungsfeldern wie etwa der Holzpelletherstellung ergeben sich allerdings lediglich einige Hinweise auf negative wirtschaftliche Konsequenzen für die davon betroffenen Sektoren wie die Papierindustrie.

Tabelle 71: Strom aus erneuerbaren Energien in Mrd. kWh

	Wasser	Wind	Biomasse	Solar	Insgesamt	Anteile
1990	17,0	0,0	0,2	0,0	18,5	3,4 %
1991	15,9	0,1	0,3	0,0	17,5	3,2 %
1992	18,6	0,2	0,3	0,0	20,4	3,8 %
1993	19,0	0,7	0,4	0,0	21,2	4,0 %
1994	20,2	0,9	0,6	0,0	23,0	4,3 %
1995	21,6	1,8	0,7	0,0	25,4	4,7 %
1996	18,8	2,2	0,9	0,0	23,2	4,2 %
1997	19,0	3,0	1,1	0,0	24,5	4,5 %
1998	19,0	4,5	1,6	0,0	26,9	4,8 %
1999	21,3	5,5	1,8	0,0	30,5	5,5 %
2000	24,9	7,6	2,3	0,1	36,7	6,3 %
2001	23,4	10,5	3,2	0,1	39,1	6,7 %
2002	23,8	15,8	4,0	0,2	45,8	7,8 %
2003	20,4	18,9	7,0	0,3	48,7	8,1 %
2004	21,0	25,5	8,3	0,6	57,5	9,5 %
2005	21,5	27,2	10,5	1,3	63,6	10,4 %
2006	21,6	30,5	16,1	2,0	73,9	12,0 %

Quelle: BMU(2007b:14,17)

3.5.3.1. Holzkategorien und Nutzungskonkurrenzen

Rohholz wird in die Kategorien Stamm- und Industrieholz unterteilt. Stammholz wird praktisch ausschließlich von der Sägeindustrie verarbeitet. Das

Stammholzaufkommen in Höhe von 33,6 Mio. Festmeter machte 2004 über ein Drittel des gesamten Aufkommens an Holzrohstoffen im Umfang von 91,4 Mio. Festmeter aus (Mantau, Sörgel 2006a:14). Im Gegensatz zu Stammholz wird Industrieholz von der Sägeindustrie kaum genutzt. Das Industrieholzaufkommen von 21,0 Mio. Festmeter ging zu großen Teilen an die Holzwerkstoffindustrie und in die Holz- und Zellstoffherstellung.

Im Unterschied zu Industrieholz wird Industriestholz, zu dem Rinde und Abfallprodukte der Be- und Verarbeitung von Holz wie Hobel- und Sägespäne oder Sägemehl zählen (SEF 2007:I-67), in sehr viel stärkerem Maße energetisch genutzt. So wurden 2004 insgesamt 1,7 Mio. Festmeter Sägenebenprodukte in Heiz- und Kraftwerken eingesetzt (Tabelle 72). Mit 5,9 bzw. 3,3 Mio. Festmeter wurden Sägenebenprodukte in noch viel stärkerem Maße in der Holzwerkstoff- bzw. der Holz- und Zellstoffindustrie eingesetzt. Zum Vergleich: Die Holzschliff- und Zellstoffindustrie benötigte 2004 insgesamt rund 8,5 Mio. Festmeter an Holzrohstoffen (Mantau, Sörgel 2006a:14). Somit bestand die Rohstoffbasis dieses Industriezweiges zu knapp 40 % aus Sägenebenprodukten. Bei der Holzwerkstoffindustrie ist dieser Anteil mit rund 30 % kaum geringer. Daran ist erkennbar, dass durch die energetische Verwendung von Holzrohstoffen wie Sägenebenprodukten eine nicht unerhebliche Nutzungskonkurrenz besteht.

Dies trifft auch für Altholz zu, das auch treffender als Gebrauchtholz bezeichnet wird. Erst nachdem die stoffliche Nutzungsphase von Stammholz beendet ist, wird es in Form von Altholz einer energetischen Nutzung zugeführt (SEF 2007:I-67). Während 2004 insgesamt 7,0 Mio. Festmeter Altholz in Heiz- und Kraftwerken Eingang fanden und zudem 1,2 Mio. Festmeter für den Hausbrand verwendet wurden, setzte die Holzwerkstoffindustrie 2,6 Mio. Festmeter an Altholz ein (Tabelle 72).

Waldrestholz sowie Hölzer aus der Landschaftspflege machen nach dem Jahrbuch Erneuerbare Energien einen Anteil von 5 bis 10 % des Biomassebedarfs der bestehenden Anlagen in Höhe von rund 4 Mio. Tonnen aus (SEF 2007:I-68). Dies wird durch Tabelle 71 bestätigt: Dort beträgt der entsprechende Anteil rund 10 %. 15 bis 20 % des Biomassebedarfs von Energieanlagen entfallen auf Industriestholz wie Sägenebenprodukte, der große Rest auf solche Althölzer, die nach der Biomasseverordnung in die Kategorien I bis IV unterschieden und als Biomasse anerkannt werden.

Tabelle 72: Aufkommen und Verwendung von Industrierest- und Altholz 2004 in Mio. Festmeter

	Insgesamt	Stoffliche Nutzung				Energetische Nutzung		
		Holz-, Zellstoff	Werk- stoff	Säge- industrie	Sons- tige	Kraftwerke		Haus- brand
						>1 MW	<1 MW	
Wald-Rest- / Schwachholz	7,1	—	—	—	—	1,2	5,4	
Sägenebenprodukte	11,8	3,3	5,9	0,2	0,3	1,3	0,4	
Rinde	2,4	—	—	—	1,6	0,5	0,3	
Sonstiges industrielles Restholz	4,1	—	0,9	—	0,1	2,8	0,4	
Altholz	11	—	2,6	—	0,3	5,8	1,2	
Landschaftspflegeholz	0,3	—	—	—	—	0,2	0,1	
Insgesamt	36,7	3,3	9,4	0,2	2,3	10,6	3,6	
Quelle: Mantau, Sörgel (2006b:21)								

Da für die Preise von Holzrohstoffen nur sehr kurze Zeitreihen vorliegen, die wie in ZMP (2007a) gerade einmal vier bis fünf Jahre umspannen, oder im Fall von Altholz lediglich punktuelle Angaben aus verschiedenen Einzeluntersuchungen verfügbar sind, wie z.B. bei Mantau, Bilitewski (2005), ist es allein aus diesem Grund nicht möglich, die wirtschaftlichen Auswirkungen dieser Nutzungskonkurrenzen auf die betroffenen Sektoren wie der Holz- und Zellstoffindustrie und der Holzwerkstoffindustrie genauer zu quantifizieren.

Kontraproduktive wirtschaftliche Effekte durch die energetische Nutzung von Holz infolge der EEG-Subventionierung sowie anderer Arten der Förderung sind jedoch sicherlich nicht auszuschließen. Schließlich wurden 2004 knapp 30 % des gesamten Aufkommens an Holzrohstoffen primärenergetisch genutzt (Holz-Zentralblatt 2007); rund 14,9 Mio. Festmeter bzw. rund 16 % des Holzrohstoffaufkommens von 91,4 Mio. Festmeter fanden in Heiz- und Kraftwerken Verwendung (Mantau, Sörgel 2006a:14).

Da insbesondere Sägenebenprodukte offenbar in nicht unerheblichem Maß in kleinen Heiz- und Kraftwerken eingesetzt werden (Tabelle 72), welche vom EEG

begünstigt werden, hat dies sicherlich Auswirkungen auf deren Preise: Ohne eine subventionierte energetische Verwertung wären diese niedriger gewesen. Daran ändert auch die Tatsache nichts, dass durch den in den vergangenen Jahren gestiegenen Stammholzbedarf der Sägeindustrie auch das Aufkommen an Sägenebenprodukten gestiegen ist (Tabelle 73) und dadurch die Preise wohl gedämpft werden konnten.

Vom zusätzlichen Anfall an Sägenebenprodukten, deren Menge zwischen 2002 und 2005 um rund ein Viertel zunahm (Tabelle 73), profitierte laut Mantau et al. (2006:11) die energetische Verwertung zudem deutlich mehr als die Holzindustrie: Die direkt an die energetischen Verwerter vertriebene Sägerestholzmenge verdoppelte sich in diesem Zeitraum, während der Direktabsatz von Sägenebenprodukten an die Holzindustrie lediglich um gut ein Drittel zunahm. Dabei ist insbesondere der Direktabsatz von Sägespänen für die energetische Nutzung inklusive der Pelletproduktion bis 2005 auf einen Anteil von 9 % der insgesamt vertriebenen Menge gestiegen (Mantau et al 2006:12).

Tabelle 73: Holzrohstoffbilanz 2002 und 2005

Aufkommen	2002	2005	Zu- wachs	2002	2005	Zu- wachs	Verwendung
Stammholz	30,3	62,4	14,9	30,3	37,2	6,9	Sägeindustrie
Industrieholz	17,2			17,2	20,5	3,3	Holzwerkstoffindustrie
Waldrestholz	7,6	9,9	2,3	6,4	9,8	3,4	Holzschliff- und Zellstoffindustrie
Sägenebenprodukte	10,4	13,0	2,6	2,9	2,7	-0,2	sonstige stoffliche Verwertung
Rinde	2,2	2,6	0,4	9,8	15,5	5,7	energetisch > 1 MW
Sonstiges industrielles Restholz	4,1	4,1		3,4	3,6	0,2	energetisch < 1 MW
Altholz	10,0	11,0	1,0	12,3	20,7	8,4	Private Haushalte
Landschaftspflege-materialien	0,6	2,8	2,2	0,1	-4,2	-4,2	statistische Differenzen
Insgesamt	82,4	105,8	23,4	82,4	105,8	23,4	Insgesamt
Quelle: Mantau (2007:7)							

Andererseits darf auch nicht ignoriert werden, dass die stoffliche Nutzung von Holzrohstoffen zwischen 2002 und 2005 stärker zugenommen hat als die energetische Nutzung in Heiz- und Kraftwerken. So ist insbesondere der Einsatz in der Holzwerkstoff und der Holz- und Zellstoffindustrie um 3,3 bzw. 3,4 Mio. Festmeter gestiegen, das heißt um insgesamt 6,7 Mio. Festmeter, wohingegen die energetische Nutzung in Heiz- und Kraftwerken um lediglich 5,9 Mio. Festmeter angewachsen ist (Tabelle 73). Höhere Preise für die Rohstoffe - und somit höhere Kosten dafür - sind daher auch dem höheren Rohstoffbedarf in der Holzwerkstoff-, Holzschliff- und Zellstoffindustrie geschuldet, nicht allein der stärkeren energetischen Nutzung, welche zudem nicht nur dem EEG und dem entsprechenden Marktanzreizprogramm zu verdanken ist, sondern auch den seit 2002 stark gestiegenen Rohölpreisen.

So kommt es nicht von ungefähr, dass der Verbrauch an Holzbrennstoffen wie Waldscheitholz, Altholz oder Holzbriketts in privaten Haushalten zwischen 2002 und 2005 um rund 70 % bzw. 8,4 Mio. Festmeter gestiegen ist und 2005 bei rund 20,7 Mio. Festmeter lag (Tabelle 73). Vor allem der Waldscheitholzverbrauch der Haushalte hat mit etwa 60 % zwischen 2000 und 2005 ganz erheblich zugenommen und erreichte 2005 einen Wert von 14,2 Mio. Festmeter (Mantau et al 2006:12). Waldscheitholz deckte damit knapp drei Viertel des gesamten Holzverbrauchs der privaten Haushalte. Im Jahr 2006 hat der Brennholzmarkt laut ZMP (2007a:21) sogar einen regelrechten Boom erlebt.

3.5.3.2. Preise für Rohholz, Halbwaren, Holz- und Zellstoff und Papier

Höhere Preise für Holzrohstoffe haben viel mit einer höheren Auslandsnachfrage und der inländischen Nachfrage zu tun. Hinsichtlich der Auslandsnachfrage zeigt sich z.B., dass der Stammholzverbrauch der Sägeindustrie - und damit das Aufkommen an Sägenebenprodukten - in den vergangenen Jahren insbesondere durch den Export von Nadelschnittholz bzw. Hobelware in die USA erheblich zunahm. Die Exporte in die USA haben sich zwischen 2003 und 2006 beinahe verdreifacht und sind von rund 0,8 auf knapp 2,2 Mio. m³ gestiegen. Nicht zuletzt dadurch erhöhten sich die Ausfuhren an Nadelschnittholz bzw. Hobelware im selben Zeitraum um insgesamt knapp 80 %, von etwa 4,1 auf knapp 7,3 Mio. m³ (ZMP 2007a:91). Dagegen nahm sich der Ausfuhrzuwachs an Nadelrohholz mit rund 64 % beinahe

bescheiden aus; die Nadelrohholzexporte stiegen von etwa 3,15 auf ca. 5,17 Mio. m³ (ZMP 2007a:75).

Darüber hinaus trug auch der holzintensive Bau von privaten Ein- und Zweifamilienhäusern in Deutschland nicht unerheblich zum größeren Holzbedarf der Sägeindustrie bei (ZMP 2007a:21). Diese Zunahme der inländischen Nachfrage war Resultat des günstigen Zinsumfeldes, des Auslaufens der Förderung selbst genutzten Wohneigentums sowie von Vorzieheffekten infolge der Mehrwertsteuererhöhung. Neben Stammholz profitierte auch Industrieholz von den guten Absatzmöglichkeiten im Inland, vor allem in der Holzwerkstoff- sowie der Papier- und Zellstoffindustrie (ZMP 2007a:21).

Angesichts von Nachfragesteigerungen sowohl im In- wie auch im Ausland sind die 2005 und 2006 zu verzeichnenden Anstiege der inländischen Erzeugerpreise für Stamm- und Industrieholz wenig verwunderlich. Verglichen mit Industrieholz fiel dabei der Preisauftrieb bei Stammholz relativ moderat aus (Tabelle 74). Tatsächlich lag das Preisniveau von Stammholz sogar noch unter dem der Jahrtausendwende, wohingegen die Preise von Industrieholz um 23,3 % anzogen.

Dass die Ausfuhren für Nadelschnittholz und Hobelware in den vergangenen Jahren ebenso stark angestiegen sind wie von Nadelrohholz ist nicht weiter erstaunlich: Die deutlich höheren Einfuhrpreise, etwa für Schnitt- und Rohholz, die auf eine Steigerung der ausländischen Nachfrage zurückgehen und entsprechend einen Anstieg des Preisniveaus im Ausland anzeigen, erhöhten die Attraktivität von Exporten und sorgten für eine entsprechende Zunahme der Ausfuhren. So stieg der Index des Einfuhrpreises für Rohholz zwischen 2000 und 2006 um 17,1 %, der Index für Schnittholz um 5,1 % (Tabelle 75). Bei den Holzhalbwaren verzeichneten vor allem Span- und ähnliche Platten einen erheblichen Zuwachs in den Einfuhrpreisen, andere Halbwaren wie Sperrholz ließen hingegen im Preis nach.

Die gestiegenen Erzeugerpreise sind somit nicht allein der stärkeren inländischen Nachfrage nach Holzrohstoffen und -produkten geschuldet, sondern auch der höheren Nachfrage aus dem Ausland. Die Steigerung der inländischen Erzeugerpreise ist folglich zumindest zum Teil importiert, insbesondere bei Span- und ähnlichen Platten, wie aus dem Vergleich der Einfuhr- und Erzeugerpreise deutlich wird (Tabelle 75, Tabelle 76).

Tabelle 74: Index der jährlichen Erzeugerpreise von Rohholz im Staatswald

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rohholz insgesamt	114,0	100,0	98,8	98,8	97,4	90,2	92,8	100,7
Stammholz	116,3	100,0	98,8	98,1	95,6	88,7	91,6	96,2
Industrieholz	103,3	100,0	99,3	102,1	106,2	98,1	98,9	123,3
Eiche	102,6	100,0	102,5	105,4	141,0	118,2	114,4	132,2
Buche	106,1	100,0	101,7	105,7	107,0	116,0	113,9	127,6
Fichte	99,7	100,0	97,7	103,5	112,6	106,2	112,2	116,4
Kiefer	104,2	100,0	97,5	96,4	96,0	68,6	68,6	123,6
ZMP (2007 :107)								

Tabelle 75: Index der jährlichen Einfuhrpreise von Rohholz, Holzhalbwaren, Holz- und Zellstoff sowie Papier, Karton und Pappe

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rohholz	100,0	101,5	104,9	113,9	112,5	113,2	117,1
Schnittholz	100,0	96,6	98,0	98,9	97,4	99,5	105,1
Nadelschnittholz	100,0	95,9	97,7	100,5	98,8	100,2	105,4
Laubschnittholz	100,0	102,3	101,3	97,8	99,1	102,4	104,7
Andere Holzhalbwaren	100,0	98,8	96,3	93,6	97,0	99,3	101,3
Sperrholz	100,0	98,9	96,1	92,2	92,8	95,9	94,7
Span- und ähnliche Platten	100,0	98,9	97,6	96,9	110,7	113,5	117,1
Furnierblätter	100,0	99,1	93,5	89,1	87,1	87,1	87,6
Holz- und Zellstoff	100,0	82,2	71,4	67,9	69,9	71,4	76,7
Papier, Karton und Pappe	100,0	103,2	99,6	97,3	94,5	94,0	95,8
ZMP (2007a:123)							

Die Einfuhrpreise für Papier, Karton und Pappe sowie für Holz- und Zellstoff sind hingegen gefallen, bei Holz- und Zellstoff sogar ganz erheblich. Dies blieb nicht ohne Auswirkungen auf die heimischen Erzeugerpreise: Der entsprechende Preisindex der inländischen Produktion fiel zwischen 2000 und 2006 und nahm damit einen nahezu

gleichen Verlauf wie der Einfuhrpreisindex für Papier, Karton und Pappe (Tabelle 75, Tabelle 76). Ein ähnlicher Preisverfall dürfte sich bei den heimischen Erzeugerpreisen für Holz- und Zellstoff abgespielt haben, für welche bedauerlicherweise kein Index existiert.

Dementsprechend ist davon auszugehen, dass sowohl die Papier- wie auch die Holz- und Zellstoffindustrie durch den Preisverfall der Produkte auf der einen Seite sowie durch die gestiegenen Kosten für Holzrohstoffe auf der anderen Seite in den vergangenen Jahren unter Druck gerieten. So sind insbesondere die Erzeugerpreise für Hackschnitzel allein 2006 um knapp 22 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen, gegenüber 2000 immerhin um 18,1 % (Tabelle 76). Hackschnitzel trugen 2006 zu rund einem Viertel zur Deckung des Faserstoffbedarfs der Papierindustrie bei (VDP 2007:Tabelle N18). Bei Sägespänen und anderen Sägenebenprodukten fiel der Preisanstieg im vergangenen Jahr mit rund 10 % weniger dramatisch aus als bei Hackschnitzeln. Vor 2006 führte die Konkurrenz durch die energetische Nutzung offenbar nicht zu Preisanstiegen für Sägespäne etc.

Tabelle 76: Index der jährlichen Erzeugerpreise

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Nadelschnittholz	100,0	95,9	92,7	91,1	89,1	88,8	100,5
Laubschnittholz	100,0	99,2	95,9	92,6	92,0	91,6	92,2
Hobelware	100,0	95,1	95,7	95,8	95,7	95,3	95,1
Hackschnitzel	100,0	98,5	94,0	94,3	93,5	96,9	118,1
Sägespäne u. Sägenebenprodukte	100,0	88,2	79,8	94,3	84,3	83,9	92,5
Sperrholz, Span-, Faser u.ä. Platten	100,0	102,3	96,2	95,1	96,8	101,7	106,8
Papier, Karton und Pappe	100,0	103,9	101,2	97,8	94,8	94,5	95,3
ZMP (2007 :121)							

Eine der Ursachen für die Preisanstiege für Sägespäne und Hackschnitzel bilden die zunehmenden Ausfuhren. So stiegen die Nettoausfuhren, mithin die Differenz zwischen Aus- und Einfuhren, an Sägespänen seit 2000 deutlich an, auf rund 216 000 t im Jahr 2006, nachdem 2000 noch 136 000 t an Sägespänen eingeführt

wurden (Tabelle 77). Zum Anstieg der Nettoausfuhren von Sägespänen und anderen Holzabfällen hat laut Tabelle 78 ganz erheblich die starke Nachfrage aus Österreich beigetragen. Dies dürfte nicht zuletzt auf den hohen Bedarf an Holzpellets in unserem Nachbarland zurückzuführen sein. Dort wurden im Jahr 2005 etwa 480 000 t an Pellets erzeugt (Nemesthoty 2006:1), während die Produktionsmenge in Deutschland im selben Jahr lediglich bei rund 255 000 t lag (Mantau et al. 2006:11). Ein Teil der in Österreich hergestellten Pellets wurde nach Deutschland und insbesondere nach Italien exportiert.

Der „stark steigende Spanbedarf der Pelletproduktionslinien konkurriert zunehmend mit dem Spanbedarf der Plattenindustrie“, stellt Nemesthoty (2006:11) fest und warnt davor, dass „der angekündigte Rückgang des Rundholzeinschnittes der österreichischen Sägeindustrie ab 2006 [...] die bereits im Jahr 2005 angespannte Situation bei der Spanversorgung zusätzlich verschärfen“ würde. Im Lichte dieser Aussage ist die 2006 erfolgte drastische Steigerung der Exporte von Sägespänen und anderen Holzabfällen mit Ziel Österreich nur allzu verständlich: Die Ausfuhr nach Österreich stieg 2006 auf knapp 470 000 t an (ZMP 2007a:96), was gegenüber rund 100 000 t im Vorjahr beinahe eine Verfünfachung bedeutet. Damit hatte Österreich 2006 einen Anteil von knapp 40 % an den Gesamtausfuhren von rund 1,25 Mio. t (ZMP 2007a:96). Auch bei Plättchen und Schnitzeln sind die Ausfuhren nach Österreich deutlich gestiegen. Zwischen 2000 und 2006 gab es einen Zuwachs bei der Nettoausfuhr nach Österreich von rund 60 %, von etwa 385 000 t auf knapp 619 000 t (Tabelle 79).

Einer aktuellen Erhebung zufolge ist die Pelletproduktion in Deutschland mittlerweile stark angestiegen und wird für 2007 auf 1,3 Mio. t taxiert (EID 38/07:18). Zusätzlich zu den bereits existierenden 44 Produktionsanlagen sind in Deutschland weitere 13 Anlagen in Bau oder in Planung. Diese Zahlen verdeutlichen die zunehmende Nutzungskonkurrenz um Restholz wie Späne.

Tabelle 77: Nettoausfuhr von Industrierestholz in 1 000 t

	Sägespäne	Andere Holzabfälle	Plättchen oder Schnitzel	
			Nadelholz	Laubholz
1990	-149,9	164,1	280,3	11,2
1991	-114,8	379,4	490,5	25,1
1992	-55,8	416,8	609,3	10,5
1993	22,0	482,6	510,0	-44,5
1994	23,2	320,4	881,7	15,7
1995	57,9	422,0	823,0	9,8
1996	67,1	627,9	680,7	47,2
1997	62,5	574,3	800,6	2,8
1998	10,3	577,3	1117,0	9,9
1999	-44,6	302,9	990,0	84,9
2000	-136,9	238,0	788,3	80,3
2001	82,0	179,2	763,4	113,3
2002	198,5	92,7	843,0	90,8
2003	174,6	168,7	723,9	142,4
2004	198,3	-92,3	1016,2	32,6
2005	150,1	-124,2	1060,0	127,5
2006	216,2	200,4	968,3	101,0
ZMP(2007a:47,77)				

Tabelle 78: Nettoausfuhr Deutschlands von Sägespänen und anderen Holzabfällen in 1 000 t

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Österreich	-41,3	-15,0	45,3	21,7	16,4	19,5	392,5
Italien	130,9	111,7	62,2	118,7	33,6	133,8	156,7
Niederland	-33,9	110,6	38,7	113,1	-179,7	-177,2	-99,8
Übrige	125,7	167,1	235,7	232,2	268,4	177,2	68,2
Insgesamt	181,3	374,4	382,0	485,8	138,6	153,4	517,6
ZMP (2007a:63,96)							

Tabelle 79: Nettoausfuhr Deutschlands von Plättchen oder Schnitzeln aus Nadelholz in 1 000 t

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Österreich	385,6	509,0	572,2	483,5	526,8	608,9	618,9
Schweiz	29,9	37,9	65,3	69,5	83,7	84,6	127,8
Belgien	122,2	58,7	49,9	30,6	49,8	59,1	102,4
Übrige	250,6	157,9	155,6	140,2	355,9	307,5	119,2
Insgesamt	788,3	763,4	843,0	723,9	1 016,2	1 060,0	968,3
ZMP (2007a:63,96)							

3.5.3.3. Nutzungskonkurrenzen bei der Papierindustrie

Die bedeutendsten Rohstoffe der Papierindustrie sind Holz- und Zellstoff und vor allem Altpapier. Holz- und Zellstoff werden aus Rohholz gewonnen und werden im Gegensatz zu Fasern, die aus Altpapier resultieren, als „frische Fasern“ bezeichnet. Die eingesetzten Mengen an Zellstoff werden größtenteils importiert. Holzstoff sowie Altpapier stammen hingegen vorwiegend aus dem Inland.

Den mengenmäßig wichtigsten Rohstoff der Papierindustrie stellt Altpapier dar. 2006 wurden zur Deckung des Papier- und Papperverbrauchs etwa 15,2 Mio. t Altpapier eingesetzt, was einem Anteil von 58 % am Papier- und Papperverbrauch entsprach (Tabelle 80). Der Altpapierverbrauch hat in der Vergangenheit deutlich zugenommen. Sein Anteil an der Papier- und Pappereproduktion – die sogenannte Altpapiereinsatzquote – lag 1997 bei 60 % und stieg bis 2006 auf 67 % (VDP 2007:56). Zell- und Holzstoff hatten lediglich Anteile von 19,2 % bzw. 6,4 % (VDP 2007:23).

2006 wurden in der Papierindustrie 10,6 Mio. Festmeter an Holzrohstoffen (ohne Rinde) eingesetzt (VDP 2007:24). Knapp zwei Drittel oder 6,9 Mio. Festmeter der eingesetzten Holzmenge waren Rohholz (Waldholz) und etwa ein Drittel bzw. 3,7 Mio. Festmeter Restholz wie etwa Sägenebenprodukte (VDP 2007:52). Mit einem Anteil von demnach rund 35 % ihres Einsatzes an Holzrohstoffen besteht demnach für die Papierindustrie eine nicht gerade geringe Nutzungskonkurrenz zu jenen Bereichen, die Industrierestholz wie Sägenebenprodukte stofflich oder energetisch verwerten.

Tabelle 80: Verbrauch an Papier, Pappe, Altpapier, Zell- und Holzstoff in 1 000 t

	Papier und Pappe	Altpapier	Zellstoff	Holzstoff
1990	15 461	6 212	3 815	1 710
1991	15 937	6 420	3 662	1 600
1992	15 739	6 742	3 644	1 579
1993	15 649	6 995	3 590	1 451
1994	16 335	8 160	3 918	1 382
1995	15 823	8 599	3 780	1 410
1996	15 553	8 888	3 724	1 267
1997	16 127	9 457	4 007	1 376
1998	17 073	9 917	3 987	1 344
1999	17 766	10 307	4 181	1 374
2000	19 093	10 992	4 401	1 568
2001	18 545	11 526	4 024	1 397
2002	18 212	12 038	4 251	1 427
2003	18 825	12 449	4 506	1 518
2004	19 348	13 219	4 764	1 595
2005	19 709	14 413	4 960	1 677
2006	20 807	15 244	5 006	1 678
(ZMP 2007a:134)				

Neben der stofflichen Verwertung nutzt die Papierindustrie Holzabfälle auch in erheblichen Mengen zu energetischen Zwecken. Aus Rinde und Faserrückständen wurden 2006 rund 5,6 % der Energie aus Primärbrennstoffen ersetzt, mit den übrigen Rückständen etwa 2,3 % (VDP 2007:59). Rinde und Faserrückstände fallen komplementär zum Rohholzeinsatz als Produktionsabfälle an. Da diese bei der Wärmeerzeugung fossile Brennstoffe substituieren, reduziert ihr Einsatz die Energiekosten der Produktion und verringert darüber hinaus den CO₂-Ausstoß der Papierindustrie.

Zu den übrigen Rückständen zählen auch Sägewerksabfälle und Holzschleifstaub (VDP 2007:59). Hier gibt es Nutzungskonkurrenzen zur stofflichen und energetischen Verwertung dieser Stoffe in anderen Bereichen. Eine Verknappung dieser Abfälle beeinflusst durch entsprechend steigende Preise prinzipiell die Wettbewerbsfähigkeit

der Papierindustrie. Da keinerlei Informationen über die eingesetzten Mengen an Sägewerksabfällen und Holzschleifstaub vorliegen, noch über die dafür anfallenden Kosten, lassen sich allerdings keine quantitativen Aussagen treffen.

Grundsätzlich stellt sich jedoch die Frage, warum die Strom- und Wärmeerzeugung auf Basis dieser Stoffe in Biomasseanlagen durch das EEG gefördert werden muss, wenn diese in Sektoren wie der Papierindustrie (siehe RWI 2005:58) auch ohne eine Subventionierung zur Energieerzeugung eingesetzt würden. Schließlich sind diese biogenen Reststoffe kostengünstiger als die immer teurer werdenden fossilen Brennstoffe und gelten zudem als CO₂-neutral, wie für Unternehmen, die am Emissionshandel beteiligt sind, relevant sein dürfte.

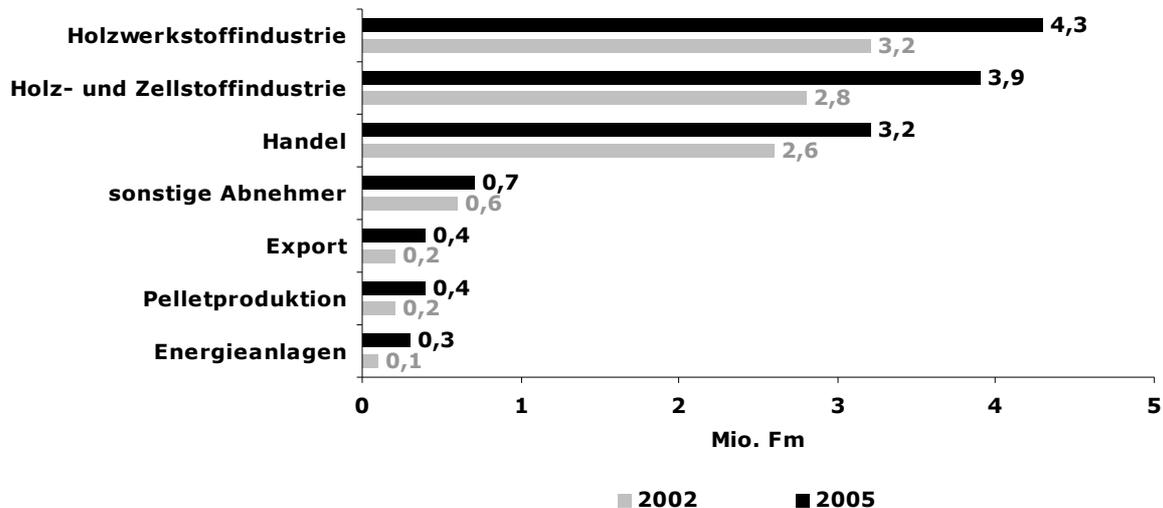
3.5.3.4. Zusammenfassung: Holz

In den durch das EEG geförderten Biomassekraft- und Heizkraftwerken wurden 2006 ca. 4,0 bis 4,7 Mio. t atro Holz eingesetzt.⁷⁵ Zum Vergleich: Der inländische Verbrauch betrug 100 Mio. Festmeter Holz, 131 Mio. Festmeter Holz wurden exportiert⁷⁶. Wenngleich die für die energetische Zwecke eingesetzten Mengen somit relativ gering erscheinen, darf nicht missachtet werden, dass selbst geringfügige Angebotsdefizite oder Nachfrageüberhänge stark preisstärkend wirken können. Die wirtschaftlichen Auswirkungen der EEG-Forderung von Biomassekraft- und Heizkraftwerken sind daher sicherlich nicht vernachlässigbar.

Wie am Beispiel der heimischen Papierindustrie illustriert, kann die subventionierte energetische Nutzung von Industrierestholz wie etwa Sägenebenprodukten zu einer erheblichen Konkurrenz um diese Rohstoffe führen, welche insbesondere in diesem Industriezweig in erheblichem Maße stofflich, aber auch energetisch genutzt werden - und dies wegen der beinahe beständig steigenden Papierproduktion in zunehmender Weise. So stieg der Verbrauch an Sägenebenprodukten in der Holzwerkstoffindustrie zwischen 2002 und 2005 um gut ein Drittel, von 3,2 auf 4,3 Mio. Festmeter (Abbildung 27), in der Holz- und Zellstoffindustrie sogar um knapp 40 %.

⁷⁵ Der Monitoringbericht zum EEG betrachtet ausschließlich die durch das EEG geförderten Kraft- bzw. Heizkraftwerke (vgl. Institut für Energetik und Umwelt 2007 oder Kapitel 3.2). Die Holzmengen, die in EEG-geförderten Biomassekraft- und Heizkraftwerken eingesetzt werden, teilen sich nach Schätzungen des Institut für Energetik und Umwelt (2007) folgendermaßen auf: 65-75 % Altholz, ca. 10 % Waldrestholz und Landschaftspflegeholz und 20-25 % Industrierestholz und Sägenebenprodukte.

⁷⁶ Dies sind vorläufige Zahlen der Gesamtholzbilanz für 2006, nach Dieter (2007).

Abbildung 27: Verbrauch an Sägenebenprodukten 2002 und 2005 in Mio. Festmeter (Mantau 2007:10)

Branchen, wie beispielsweise die *Papier- und Holzwerkstoffindustrie*, welche Holz stofflich nutzen, sind offenbar durch den Einsatz von Holz zu energetischen Zwecken negativ betroffen. Andererseits ist die heimische Papier- und Holzwerkstoffindustrie auch Nutznießer der Bioenergieförderung. In welchem Maße sich die Bioenergieförderung insgesamt auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirkt, ließe sich erst durch eine detaillierte Analyse der Kostenstruktur in den betroffenen Industrien darstellen. Eine solche Analyse war im Rahmen dieses Projekts und mangels einfach zugänglicher Daten nicht möglich.

Die jüngsten Preisanstiege für Industrierestholz wie etwa Hackschnitzel oder Sägespäne sind nicht allein auf deren subventionierte energetische Nutzung zurückzuführen, sondern auf die generell gewachsene Nachfrage im Inland wie auch im Ausland. So haben 2006 die Ausfuhren von Sägespänen und anderen Holzabfällen stark zugenommen, vor allem in Richtung Österreich. Die Preisanstiege wären aber sicherlich moderater ausgefallen, wenn es eine zusätzliche Nachfrage infolge der subventionierten energetischen Verwendung dieser Holzreststoffe nicht gegeben hätte. Angesichts der Tatsache, dass Industriezweige wie die Papierindustrie derartige Stoffe auch ohne eine Subventionierung dazu verwenden (McKinsey 2007:2), teure fossile Brennstoffe dadurch kostengünstig zu ersetzen, ist der Sinn einer solchen finanziellen Förderung grundsätzlich in Frage zu stellen.

Langfristig muss mit einer deutlich steigenden Nachfrage nach Holz für energetische Zwecke und mit verstärkten Nutzungskonkurrenzen gerechnet werden. Dies umso mehr, als die zu erwartende inländische Nachfrage nach Holzprodukten das Aufkommen deutlich übersteigt und auch die Nachfrage im Ausland wächst.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel des Vorhabens waren die Analyse und Bewertung der technisch nutzbaren Biomassepotenziale in Deutschland sowie des Einflusses der Förderung der Biomassenutzung im Energiebereich hinsichtlich der Nutzungskonkurrenz zwischen verschiedenen Verwendungen. Insbesondere ging es um die Frage, welche Wirkung die Fördermaßnahmen auf den Import von Biomasse sowie auf die Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der klassischen — Biomasse nutzenden — Industrien haben.

Betrachtet wurden die relevanten Nutzungskonkurrenzen zwischen Rohstoffen und den daraus erzeugten Grundstoffen für die Verwendung als

- Nahrungsmittel
- primär energetisch genutzte Nawaro
- primär stofflich genutzte Nawaro.

1.) Nutzungskonkurrenzen

Für die im Einzelnen untersuchten Nawaro-Segmente ergeben sich die folgenden wesentlichen Erkenntnisse zu Nutzungskonkurrenzen:

- Es werden zunehmend Nutzungskonkurrenzen durch verstärkte energetische und potenziell auch stoffliche Verwendung erwartet: dies ist bei Weizen der Fall. Bei gleich bleibendem Bedarf an Weizen für Futter und Nahrung, und nicht proportional wachsenden Anbauflächen bzw. Hektarerträgen, würde die gesamte Versorgung im Extremfall, wo eine hohe stoffliche Verwendung für Biopolymere zur steigenden Verwendung für Bioethanol hinzu käme, stark von Importen abhängig werden.
- Es werden zunehmend Nutzungskonkurrenzen durch verstärkte energetische Verwendung erwartet: dies ist bei Mais, Raps und Rohstoffen für die Bioethanolproduktion der Fall. Für Raps ergeben sich aufgrund von

Anbaugrenzen im Inland, bei Beibehaltung der Ziele nach Biokraftstoffquotengesetz, verstärkte Erfordernisse für Importe. Diese betreffen mit hoher Wahrscheinlichkeit Biodiesel aus Palmöl und Sojaöl. Gegenwärtig beruht deren Zuwachs eher auf der Ausweitung von Anbauflächen. Diese werden unter ökologischen Gesichtspunkten kritisch verfolgt, weil hierdurch natürliche Ökosysteme in großem Ausmaß gefährdet sind, und die Klimawirkung von Biodiesel aus Palmöl oder Sojaöl unter Anrechnung der Landnutzungsänderungen gegenüber herkömmlichem Diesel sogar negativ ausfallen kann (Wuppertal Institut et al. 2008).

- Nutzungskonkurrenzen durch verstärkte energetische und/oder stoffliche Verwendung, die derzeit nicht gut einschätzbar, aber durchaus in Betracht zu ziehen sind: Gerste und Holz. Im Bereich Holz ermöglicht die wiederholte stoffliche Nutzung die Entschärfung der Rohstoffkonkurrenz, wie dies zum Beispiel durch die Sammlung und den Einsatz von Altpapier schon geschieht.

Die allgemeine Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Deutschland verzeichnet stark zunehmende Flächenbelegungen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe. Es wird erwartet, dass die weitere Entwicklung vor allem eine Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus zur Folge hat, u.a. auf Kosten der Anbaufläche für Getreide. Dann wären auch erhebliche indirekte Nutzungskonkurrenzen um Anbaufläche zu erwarten, die zur *Verschärfung der Gesamtsituation* beitragen würden.

Wichtige Einflussgrößen für Nutzungskonkurrenzen sind:

a) Annahmen zur Flächenverfügbarkeit

- eine von Experten auf Grund von Fruchtfolgegrenzen eingeschätzte Obergrenze für den Rapsanbau in Deutschland von maximal 1,8 Millionen Hektar, von der die aktuelle Flächennutzung mit ca. 1,5 Mio. ha nicht mehr weit entfernt ist ;
- das Ausmaß des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf Ackerland und Dauerkulturen in Deutschland im Verhältnis zur gesamten agrarischen

Flächennutzung, das in 2006 bereits bei 15% der Ackerfläche lag, und unter BAU Bedingungen bis 2030 auf 27 bis 31% ansteigen würde;

- auf Grund der gegebenen Flächenrelationen im Inland kein signifikantes Potenzial für den Anbau von Nawaro auf Siedlungsbrachen und anderen minder genutzten Flächen;
- auch die noch nicht für den Anbau von Nawaro genutzten Stilllegungsflächen, die in 2005 mit ca. 0,8 Mio. ha etwa 4,7% der LW-Nutzfläche ausmachten, stellen angesichts einer globalen Flächenbeanspruchung nach BAU Entwicklung für Nawaro in 2030 von ca. 12 Millionen ha kein großes Potenzial dar.

b) Naturschutzanforderungen;

Die BAU-Entwicklung bedeutet einen verstärkten Anbau von Energiepflanzen im Inland, und damit zumindest konfliktträchtige Entwicklungen im Hinblick auf die von Naturschutzverbänden genannten Naturschutzanforderungen. Zum einen liegt nach Einschätzung von Naturschutzbund Deutschland e.V. die unter umweltverträglichen Rahmenbedingungen für Energiepflanzenanbau nutzbare Fläche in Deutschland bei geschätzten 2 bis 2,5 Millionen Hektar (NABU 2007), und damit deutlich unter der in den BAU-Szenarien ermittelten Nawaroanbauflächen von 3,3 (BAU I) und 3,7 (BAU II) Millionen Hektar.

Zum anderen fordert der NABU (2007), den Anbau großflächiger Monokulturen (z.B. Mais und Raps) zu vermeiden, und stattdessen Mischkulturen sowie mehrjährige Kulturen anzubauen, die mehr Artenvielfalt ermöglichen. Demgegenüber bedeutet die BAU-Entwicklung verstärkten Anbau bestimmter Energiepflanzen im Inland, vor allem Raps für Kraftstoffe und Getreide für Bioethanol, sowie Energiepflanzen zur Biogaserzeugung für Strom/Wärme die bislang überwiegend (zu ca. 80%) auf Basis von Energiemais beruhen (FNR 2006). Hier gilt es, die Alternativen, vor allem die Produktion von Biogas aus Abfall- und Reststoffen (z.B. Gülle) oder die potenzielle Nutzung von landwirtschaftlichen Erntenebenprodukten wie Stroh, zukünftig stärker zu nutzen.

c) Belegte Annahmen für Bevölkerungsentwicklung, Nahrungsmittelbedarf und -versorgung;

Zumindest mittelfristig bis 2020 ist kein signifikanter Rückgang der Bevölkerung zu erwarten, und damit auch nicht eine deutliche Verminderung des absoluten Bedarfs an Nahrungsmitteln, die der Dynamik der Inanspruchnahme von Fläche für den Anbau von Nawaro entgegenwirken könnte.

Ein effektives Programm zur Veränderung der Konsumgewohnheiten, könnte bei einer Verringerung tierisch basierter Ernährung um ca. 40% (nach Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung) dazu führen, dass netto Fläche in der Größenordnung von 4,7 bis 5,3 Millionen ha bzw. 16 bis 21% des globalen Flächenbedarfs Deutschlands in 2030 frei gesetzt würde (Wuppertal Institut et al. 2008), Wenngleich eine solche doch recht gravierende Änderung des Konsums den Druck auf die Ausdehnung der weltweiten Ackerflächen deutlich reduzieren würde, so würde sie dennoch nicht ausreichen, diese zu verhindern, solange die laufenden Trends und derzeit geltenden Ziele wie die Biokraftstoffquoten unvermindert weiter verfolgt werden.

Nach den BAU-Szenarien des Wuppertal-Instituts et al. (2007) wird die Anbaufläche für Nawaro im Inland von 2005 bis 2020 um etwas mehr als das Doppelte ansteigen. Bei gleich bleibenden Konsummustern und nur wenig abnehmender Bevölkerung wäre eine verstärkte Verlagerung der Nahrungsmittelversorgung Deutschlands auf ausländische Anbauflächen die Folge. Infolge der globalen Ausdehnung der Anbauflächen vor allem für energetische Nawaro, sind aber auch hier verstärkte Nutzungskonkurrenzen zu erwarten, die sich bereits heute im Hinblick auf steigende Nahrungsmittelpreise und zunehmende Inanspruchnahme von natürlichen Ökosystemen in tropischen Ländern zeigen.

d) Projektionen der Ertragssteigerungen für landwirtschaftliche Nutzpflanzen:

Es können für wichtige Hauptfeldfrüchte drei Haupttrends unterschieden werden:

- die Flächenbelegung nimmt ab und dies würde bei fortgesetztem Trend nicht durch die Steigerung der Hektarproduktivität kompensiert. Dann würden die Produktionsmengen sinken: Körnermais, Sonnenblumen und Öllein;

- die Flächenbelegung nimmt ab und dies würde bei fortgesetztem Trend durch die Steigerung der Hektarproduktivität kompensiert bzw. überkompensiert. Dann würden die Produktionsmengen konstant bleiben bzw. steigen: Gerste;
- die Flächenbelegung nimmt zu und dies würde bei fortgesetztem Trend durch die Steigerung der Hektarproduktivität verstärkt. Dann würden die Produktionsmengen weiter steigen: Weizen, Raps, Silomais. Bei Raps sind hier jedoch Obergrenzen für den Anbau zu berücksichtigen, die zwischen 1,6 und 1,8 Millionen Hektar liegen, so dass bei einem Anbau auf voraussichtlich 1,5 Millionen Hektar in 2007 nur noch wenig Ausbaupotenzial gegeben ist.

Dieser Vergleich spiegelt die gegenwärtige Entwicklung beim Anbau landwirtschaftlicher Rohstoffe in Deutschland wider. Es werden hohe Ertragsteigerungen bei den Rohstoffen erzielt, die sowohl für die stoffliche und energetische Nutzung als auch für Nahrungsmittel benötigt werden. Im Bereich der Biogasproduktion ist die erwartete Ertragssteigerung der eingesetzten Energiepflanzen vor dem Hintergrund stagnierender Reststoffpotenziale wesentlich für die zukünftigen hohen Potenziale.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Hektarerträge nicht so schnell steigen wie die Nachfrage nach Biomasse basierten Produkten, so dass im Gesamteffekt ein Anreiz zur verstärkten Importen und einer Ausdehnung der Ackerfläche gegeben ist.

2.) Förderinstrumente in den NAWARO Segmenten

Es wurde die jeweilige Förderung für die ausgewählten technisch relevanten Biomassenutzungspfade bezogen auf das EEG, das Biokraftstoffquotengesetz sowie das Marktanreizprogramm (MAP) untersucht.

Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

Gemessen am Zubau von Anlagen und deren Leistung hat sich die Anreizwirkung des EEG auf die Biogaserzeugung bestätigt. Für das laufende Jahr 2007 wird allerdings von einer etwas gebremsten Zuwachsrate ausgegangen. Für die Vergütung des aus Biogas erzeugten Stroms können bei gegebenen Voraussetzungen sämtliche Boni (Nawaro-, KWK- und Technologiebonus) des EEG bezogen werden. Seit der Einführung des Nawaro-Bonus hat eine Umschichtung der

eingesetzten Substrate zugunsten des Nawaro-Einsatzes stattgefunden. Dabei werden jedoch in landwirtschaftlichen Biogasanlagen weniger Reststoffe aus industriellen Prozessen eingesetzt. Diese kommen zunehmend in Vergärungsanlagen zum Einsatz, die auf diese Substrate spezialisiert sind. Im Vergleich zum Jahr 2005 sind die Marktpreise für Nawaros in 2006 gestiegen. Als Gründe dafür werden sowohl die gesteigerte Nachfrage nach Biogassubstraten, als auch die schlechte Ernte des Jahre 2006 genannt.

Flüssige Bioenergieträger werden in Form von pflanzlichen Ölen im stationären Bereich ausschließlich zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme in Pflanzenöl-BHKW eingesetzt. Vor der Novellierung des EEG sind im Jahr 2003 in Deutschland rund 160 Anlagen in Betrieb gewesen, die bei einer installierten Leistung von 12 MW_{el} rund 76 GWh/a bereitgestellt haben. Bis zum Jahr 2006 hat sich der Bestand um mehr als den Faktor 10 auf 1.800 Anlagen erhöht. Bei einer gleichzeitigen Steigerung der Leistung ist die produzierte Strommenge in 2006 um das rund 20fache auf 1.500 GWh/a angewachsen. Unter der Annahme, dass die Rohstoffpreise als stark relevante Einflussgröße konstant bleiben, kann mittelfristig von einem jährlichen Kapazitätszubau von etwa 100 MW_{el} ausgegangen werden. Da Pflanzenöle aber am globalen Markt gehandelt werden, unterliegen die Preise starken Schwankungen, die zum großen Teil durch Spekulationen beeinflusst werden. Insbesondere in der mittleren Leistungsklasse von 100-1.000 kW_{el}, die sich als regionaler Absatzstruktur durchgesetzt hat, wird zunehmend importiertes Palmöl eingesetzt. Als Grund hierfür sind die niedrigeren Rohstoffkosten zu sehen, da diese die Kostenstruktur im Pflanzenöl-BHKW mit 60-80 % entscheidend beeinflussen. Auch mit der Vergütung nach EEG (inklusive Nawaro- und KWK-Bonus) sind diese Anlagen nur bedingt wirtschaftlich zu betreiben. Ob allerdings der Nawaro-Bonus für importiertes Palmöl weiterhin gezahlt wird, ist sehr fraglich. Zum mindesten soll durch ein Zertifizierungssystem der Nachweis erbracht werden, dass der Rohstoff unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erzeugt worden ist.

Laut dem Monitoring zur Wirkung des EEG hat sich die gesamte installierte elektrische Leistung der Anlagen zur Verstromung biogener Festbrennstoffe (Holz) in den Jahren 2000 bis 2006 in Deutschland von etwa 200 MW_{el} auf etwa 920 MW_{el} erhöht und damit mehr als vervierfacht. Insbesondere in den Jahren 2004 bis 2006 war mit der Inbetriebnahme von über 60 Biomasse(heiz)kraftwerken mit einer installierten Leistung von gesamt etwa 420 MW_{el} ein bedeutender Anlagenzuwachs

zu beobachten. Der **NawaRo-Bonus**, der beim ausschließlichen Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und Gülle gewährt wird, führte zu einem vermehrten Einsatz von Waldrestholz und holzartigem Grünschnitt in Biomasse(heiz)kraftwerken. Der Anteil von „NawaRo“ an dem gesamten Brennstoffeinsatz in Biomasseverstromungsanlagen erhöhte sich von etwa 6 % in 2004 auf geschätzt 9 % im Jahr 2006. NawaRo Bonus geförderte Biomasseanlagen sind überwiegend dem kleinen und mittleren Leistungsbereich zuzuordnen. Die Wirkung des **KWK-Bonus** auf die Wirtschaftlichkeit bei Heizkraftwerken für feste Biomasse ist deutlich geringer als bei Biogas- und Pflanzenölanlagen. Dennoch kann der KWK-Bonus bei günstigen Randbedingungen bezüglich Wärmebedarfsstruktur und -verteilung einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb ermöglichen und Anreize für eine verstärkte Wärmeauskopplung schaffen. Der **Technologie-Bonus** bewirkte überwiegend Impulse für den verstärkten Einsatz der ORC-Technik.

Biokraftstoffquotengesetz

Zeitgleich mit der Einführung einer Beimischungsquote für Biokraftstoffe ist in 2006 auch das Energiesteuergesetz geändert worden. Diese hebt das Mineralölsteuergesetz auf und führt zu einer veränderten Steuerregelung für Biokraftstoffe. Beide Gesetze bzw. Gesetzesänderungen werden von verschiedenen Seiten stark unterschiedlich aufgenommen und beurteilt.

Zur Erfüllung einer Beimischungsquote von 4,4 % (auf Energiebasis) werden im Jahr 2007 insgesamt rund 1,5 Mio. t Biodiesel benötigt. Die Prognose des UFOP geht für 2007 von 1,3 Mio. t für die Beimischung und 1,7 Mio. t Reinkraftstoff Biodiesel aus, zusammen also 3 Millionen Tonnen Biodieselabsatz in 2007, und damit deutlich mehr als die von UFOP angegebenen 2,5 Mio. t in 2006 (hinzu kommen in 2007 mehr als 0,6 Mio. t Pflanzenölkraftstoffe). Dem gegenüber steht eine inländische Produktionskapazität für Biodiesel von rund 5 Mio. t. Trotz geltender Normen zur Qualitätssicherung von Pflanzenöl und Biodiesel, die eine Produktion auf Basis von Rapsöl begünstigen, wird aber von Verbänden der Branche befürchtet, dass von den Mineralölunternehmen zur Erfüllung der Beimischungsquote verstärkt auf Importe von billigerem Palmöl oder Sojaöl zurückgegriffen wird. Wenn dieser Fall einträte, ginge die Förderung von Biokraftstoffen in der Tat an den kleinen und mittelständischen Unternehmen in Deutschland vorbei.

Marktanreizprogramm (MAP)

Das Marktanreizprogramm als zentrales Instrument der Bundesregierung zur Förderung der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien wurde im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005 evaluiert (ZSW u.a., 2006). Die Studie bescheinigt dem Marktanreizprogramm, der Marktentwicklung von Biomasseanlagen entscheidende Impulse zu geben. Laut den evaluierten Daten, sind die zinsgünstigen Darlehen weniger stark förderwirksam als die Zuschüsse in Form der Teilschulderlassung. Eine weitere positive Wirkung auf Investitionen in thermische Biomasseanlagen geht von den stetig steigenden Ölpreisen in den letzten Jahren aus.

3.) Mengengerüst für nachwachsende Rohstoffe

Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau

Die Gesamtschau der untersuchten Nawaro-Segmente ergibt für BAU I in 2020 eine Gesamtmenge für die inländische Verwendung in Deutschland von ca. 14,6 Millionen Tonnen nachwachsende Rohstoffe bzw. Produkte daraus, darunter ca. 11,5 Millionen Tonnen für energetische Nutzungen. Gegenüber dem Ausgangsjahr 2004 würden unter BAU I Bedingungen in 2020 insgesamt etwa 4,5mal so viele Nawaro in Deutschland genutzt werden. Bei den energetischen Nawaro wären das ca. 7,9mal so viele, bei den stofflichen Nawaro nur ca. 1,7mal mehr.

Die Entwicklung der inländischen Nutzung energetischer Nawaro stellt also die Hauptantriebskraft für die deutliche Steigerung der Nutzung von Nawaro bis 2020 dar. Unter BAU Bedingungen sind dies aus heutiger Sicht vor allem die Biokraftstoffe der ersten Generation, nämlich Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl als Direktkraftstoff. Daneben fallen vor allem Biogas (aus Mais) zur Verstromung sowie künftig BtL ins Gewicht.

Die wichtigsten treibenden Kräfte für diese Entwicklung sind somit die Biokraftstoffquotenregelungen auf EU- und nationaler Ebene und daneben die Vergünstigungen für Nawaro aus Anbaubiomasse zur Verstromung.

Deutliche Unterschiede zwischen den beiden BAU-Szenarien ergeben sich für die Importquoten. Aufgrund der gegenüber BAU I unter BAU II deutlich höheren

Bedarfsmengen, bei gleichzeitig limitierter Verfügbarkeit von Anbauflächen im Inland, ergeben sich bei BAU II gegenüber BAU I deutlich höhere Importquoten. Für alle Nawaro beträgt die Quote bei BAU II 37% Importanteil in 2020 gegenüber 29% bei BAU I. Die Importabhängigkeit für die inländische Verwendung energetischer Nawaro beträgt bei BAU II in 2020 31% und liegt um das 1,5fache über der entsprechenden Importquote für BAU I.

Holz und Holzprodukte

Insgesamt wird sich das **Rohholzaufkommen** von Holz bis 2020 nur leicht erhöhen (Mantau et al. 2007). Die Potenziale für eine erhöhte Mobilisierung liegen hauptsächlich in den kleineren Privatforsten sowie in bestimmten Waldholzsortimenten. Diese Potenziale sind allerdings schwierig zu mobilisieren.

Die **inländische Nachfrage nach Holzrohstoffen und Holzprodukten** wird langfristig weiterhin steigen trotz einer stagnierenden Entwicklung bei rein konjunktureller Betrachtung. Im Jahr 2005 wurden Holzrohstoffe in Deutschland zu 63% stofflich und zu 37% energetisch genutzt. Durch den starken Anstieg der Energiepreise wird die stoffliche und energetische Holznutzung aber insgesamt mittelfristig wettbewerbsfähiger und zudem werden Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsaspekte eine Rolle für die zukünftige Binnennachfrage spielen.

Die prognostizierte **Holzrohstoffbilanz** für Deutschland macht für die Jahre 2010 und 2020 deutlich, dass die Differenz zwischen Aufkommen und Verwendung steigt und die Verwendung das prognostizierte Aufkommen bei weitem übertrifft. Bis zum Jahr 2020 würde sich bei einem steigenden Bedarf unter der Vorgabe der EU Ziele (erneuerbare Energie) das Verhältnis deutlich in Richtung der energetischen Nutzung verschieben. Die Kalkulationen zeigen auch, dass der Bedarf zur Erfüllung der energiepolitischen Ziele unter diesen Voraussetzungen nicht gedeckt werden kann.

Die heutigen Trends einer sich veränderten **Struktur der Holzindustrie** setzen sich bis nach 2020 fort. Einerseits finden Konzentrationsprozesse in der Holzindustrie statt (wachsende Verarbeitungsvolumen oder -kapazitäten in Unternehmen) und andererseits eine Ausdifferenzierung in Global Player und Nischenanbieter. Die **Technologieentwicklung** beeinflusst die Struktur der Holzindustrie langfristig durch die Entstehung neuer Produktionsbereiche durch Produkte wie hybride Werkstoffe

und der Holzverwendung in der chemischen Industrie („Ent-Naturierung von Holz“) und Anwendungen in Systemlösungen.

4.) Globaler Flächenbedarf

Nawaro aus landwirtschaftlichem Anbau

Unter BAU-Bedingungen ist mit einem deutlichen Anstieg der Flächenbelegung für energetisch und stofflich genutzte Nawaro innerhalb von Deutschland und über Importe zu rechnen.

Daraus ergeben sich zum einen potenziell steigende Nutzungskonkurrenzen zwischen allen auf landwirtschaftlichen Flächen erzeugten Rohstoffen und ihren Derivaten (Nahrungsmittel, Grundstoffe, Energie); zum anderen steigt die Konkurrenz mit anderen Flächennutzungen (insbesondere Naturflächen, vorwiegend im Ausland).

Getrieben wird diese Entwicklung in erster Linie durch die Förderung von Biokraftstoffen der ersten Generation (insbesondere Biodiesel aus Raps und Bioethanol aus Anbaubiomasse) sowie durch die Förderung der Verstromung aus Nawaro (insbesondere aus inländischem Maisanbau).

Der Fokus auf energetische Nutzung von Nawaro kommt daher, dass anders als im stofflichen Sektor hier Mengenziele existieren, die von der EU initiiert und von den Mitgliedsstaaten umgesetzt werden. In Deutschland wurden vor allem durch die „Meseberger Beschlüsse“ bzw. die „Roadmap Biokraftstoffe“ von 2007 noch höhere Ziele im Bereich der Agrokraftstoffe formuliert. Dies geschieht aus dem Bestreben heraus, den Klimawandel durch verstärkten Einsatz regenerativer Energieträger abzuschwächen und vor dem Hintergrund der Verknappung fossiler Ressourcen und dem daraus resultierenden Wunsch, weniger von Energieimporten abhängig zu sein.

Alternativen zur Entwicklung des ausgeweiteten Bedarfs an Anbaufläche und der dadurch verstärkten Konkurrenz um Land könnten sein:

- es werden verstärkt organische Abfall- und Reststoffpotenziale vor allem für die Erzeugung von Biogas genutzt;
- es werden verstärkt weniger flächenintensive Nawaro genutzt, z.B. Bioethanol aus Lignozellulose oder synthetische Kraftstoffe aus holzartiger Biomasse,

hierbei ist allerdings mit einer längerfristig zunehmenden Konkurrenz mit der Holzwerkstoff- und Papierindustrie zu rechnen; dies sollte in künftigen Studien weiter verfolgt werden;

- es werden freie Flächenpotenziale im Inland außerhalb der Landwirtschaft genutzt (z.B. Randstreifen von Autobahnen zur Kultivierung von Holzgewächsen für BtL etc.);
- es wird infolge des Rückgangs der Intensivtierhaltung in Deutschland frei werdendes Grünland in Ackerland umgebrochen (dem stehen allerdings gegenwärtige rechtliche Regelungen und Natur- und Landschaftsschutzaspekte entgegen) oder die grüne Biomasse wird energetisch genutzt (was mit einer relativ geringen Effizienz verbunden ist);
- es werden verstärkt Biokraftstoffe importiert und zwar vor allem aus Ländern mit hohen Biomasseerträgen, also z.B. Biodiesel aus Palmöl und Bioethanol aus Zuckerrohr. Dies entspricht dem gegenwärtigen Trend, ist aber mit negativen ökologischen Folgen bei einer Ausdehnung der globalen Ackerfläche auf Kosten von Regenwäldern und Savannen sowie mit erheblichen zusätzlichen Treibhausgasemissionen verbunden (Wuppertal Institut et al. 2008);
- es werden durch verstärkte F+E-Aktivitäten signifikante Steigerungen der Material- und Energieeffizienz erreicht und der Verbrauch von fossilen und Biomasse basierten Produkten wie Kraftstoffen wird durch regulatorische Maßnahmen begrenzt (z.B. Begrenzung des Flottenverbrauchs).

Holz und Holzprodukte

Basierend auf dem Stand der Forschung zur Flächenrelevanz forstbasierter Produkte können keine gesicherten quantitativen Aussagen zum globalen Flächenbedarf für den deutschen Konsum forstwirtschaftlicher Produkte gemacht werden. Basierend auf den Entwicklungen der zu erwartenden Holzstrommengen ist bis 2010 und 2020 davon auszugehen, dass die im den BAU Szenarien steigende Differenz zwischen Rohholzaufkommen und deutlich zunehmender Rohholzverwendung im Wesentlichen durch Importe gedeckt werden würde. Somit würde die Inanspruchnahme ausländischer Flächen für den Forstsektor zunehmen. Besondere

Beachtung erfordert auch der Holzimport auf Grundlage illegalen Holzeinschlages und nicht nachhaltiger Produktion.

Eine Vertiefung eines Flächenmodells für forstwirtschaftliche Produkte und der Wirkung von Holzimporten kann im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden. In dieser Hinsicht besteht allerdings Forschungsbedarf.

5.) Preise und Wettbewerbsfähigkeit

Prognosen zu zukünftigen Preisen von Rohstoffen sind im Allgemeinen mit sehr großer Unsicherheit behaftet, vor allem, weil dabei eine große Zahl an Einflussgrößen zu berücksichtigen ist, über deren Entwicklung wiederum Annahmen zu treffen oder Prognosen anzustellen wären. Die zunehmende energetische Verwertung von Biomasse, insbesondere in Deutschland, bildet erst seit einigen wenigen Jahren eine bedeutender werdende Einflussgröße. Für eine zuverlässige quantitative empirische Analyse der zukünftigen wirtschaftlichen Auswirkungen der subventionierten energetischen Verwertung von Biomasse ist dieser Zeitraum allerdings viel zu kurz. Aus diesem Grund konnten in dieser Studie zumeist nur qualitative Schlussfolgerungen über die bisherigen wirtschaftlichen Konsequenzen derartiger Politikmaßnahmen getroffen werden. Dennoch liegt es auf der Hand, dass die Preise sämtlicher Agrarrohstoffe in den nächsten Jahren nur eine Richtung kennen, falls die USA tatsächlich ihre ehrgeizigen Ziele bei der Biotreibstoffherstellung in die Tat umsetzen sollten.

Öle und Fette: Nutzungskonkurrenzen am Beispiel Biodiesel

Biodiesel stellt neben Bioethanol den derzeit weltweit wichtigsten Biotreibstoff dar und ist in Deutschland bislang von überragender Bedeutung. Daher bildet Biodiesel, der in Deutschland bislang fast ausschließlich aus Raps hergestellt wurde, einen Schwerpunkt dieser Studie.

Der Klimaschutzaspekt ist einer der wesentlichen Gründe dafür, dass mit der EU-Richtlinie 2003/30/EC Ziele für den zukünftigen Einsatz von Biotreibstoffen festgelegt wurden: Die Ergebnisse verschiedener Studien zeigen, dass durch Biodiesel – unter der Annahme konstanter Flächennutzung - lediglich zwischen 41 % und 78 % derjenigen Klimagasemissionen eingespart werden, die andernfalls bei der

Bereitstellung und Verbrennung fossilen Diesels anfallen würden. Daher gibt es jedoch nur einen einzigen ökologischen Aspekt, der klar für Biodiesel spricht: die potenzielle Einsparung von Klimagasen. Der positive Eindruck, den politische Entscheidungsträger häufig von Biodiesel haben, resultiert vor allem aus diesem Vorteil sowie der bedeutenden Rolle, die dem Klimaschutz in der heutigen Umweltpolitik beigemessen wird. Eine umfassende Betrachtung aller ökologischen Folgen liefert jedoch kein eindeutig positives Ergebnis. Neuere Ergebnisse zeigen zudem, dass bei Fortsetzung der laufenden Trends zum Einsatz von Biodiesel durch die Änderung der globalen Flächennutzung induzierte zusätzliche Treibhausgase den Einspareffekt bei Weitem überkompensieren (Wuppertal Institut et al. 2008).

Auf absehbare Zeit wird Biodiesel zudem keine kosteneffiziente Klimaschutzstrategie sein. In der Tat gibt es zahlreiche wirtschaftlichere Möglichkeiten, den Ausstoß klimawirksamer Gase zu reduzieren. Dazu gehören Maßnahmen zur Effizienzsteigerung konventioneller Kraftwerke und zur Begrenzung des Kraftstoffverbrauchs. Auch Biokraftstoffe wie das in Brasilien aus Zuckerrohr hergestellte Bioethanol sind ökonomisch vorteilhafter als Biodiesel aus Raps. Allerdings könnte eine steigende Nachfrage nach importiertem Bioethanol ebenfalls negative ökologische Auswirkungen mit sich bringen.

Selbst wenn 100 % des Ackerlandes in der EU zum Rapsanbau zur Verfügung stünden, sorgt die drei- bis siebenjährige Fruchtfolge beim Anbau von Raps für eine Beschränkung des möglichen Biodieselanteils, die nur durch eine Verkürzung der Fruchtfolge oder die merkliche Ausweitung der gesamten zur Verfügung stehenden Ackerfläche gemildert werden könnte. Dies würde bedeuten, dass die EU in Zukunft zum Rapsölimporteur werden würde, während sie in der Vergangenheit traditionell Exporteur großer Mengen an Rapsöl war. In der Tat deuten die jüngsten Entwicklungen darauf hin, dass in Zukunft immer mehr Rapsöl nach Europa importiert werden wird.

Machte die Zunahme des Rapsölverbrauchs in Deutschland bis 2004 noch einen eher moderaten Anteil am globalen jährlichen Nachfrageanstieg aus, bestimmte Deutschland im Jahr 2005 das globale Verbrauchswachstum ganz entscheidend und hatte einem Anteil von 59 % am weltweiten Rapsölverbrauchsanstieg. Auch 2006 ging rund die Hälfte des weltweiten Verbrauchsanstieges auf Deutschland zurück.

Daher ist Deutschland maßgeblich für den weltweiten Anstieg der Rapsölpreise in den letzten zwei bis drei Jahren verantwortlich zu machen.

Dies hat einige schwerwiegenden Konsequenzen: Erstens sind die Preise für Rapsöl, aber auch für andere Agrarrohstoffe wie Palmöl, dadurch deutlich höher als es ohne eine derart starke Forcierung des Einsatzes von Biokraftstoffen der Fall gewesen wäre. So haben gerade in jüngster Zeit die Preise für Palmöl stark angezogen, unter anderem deshalb, weil es bei der Biodieselherstellung als nahezu perfektes Substitut für Rapsöl dient.

Steigende Pflanzenölpreise bedeuten höheren Kosten für die Produktion von Nahrungsmitteln wie Speiseölen etc. und müssen in voller Höhe getragen werden, die Aufteilung dieser Mehrkosten auf Verbraucher und Produzenten ist dabei von untergeordneter Bedeutung. Die lukrativeren Alternativen, die durch die Subventionierung der energetischen Nutzung von Biomasse geschaffen wurden, führen dazu, dass die weniger profitable Erzeugung anderer Agrarrohstoffe reduziert wird - mit dem Resultat, dass über kurz oder lang die Preise der dann im geringeren Umfang hergestellten landwirtschaftlichen Erzeugnisse steigen.

Eine zweite wichtige Konsequenz beruht darauf, dass bei der Rapsölproduktion gleichzeitig Nebenprodukte wie etwa Glycerin anfallen. Dies erhöht das Angebot und trägt somit zu einer Verringerung der dafür am Markt erzielbaren Preise bei. Die in der Tat im Übermaß anfallenden Glycerinmengen haben zu massiven Preiseinbrüchen geführt. Dies geht vor allem zu Lasten der chemischen Industrie, die Glycerin bislang in nicht unerheblichen Mengen hergestellt hat.

Drittens entstehen wegen der mangelnden Wettbewerbsfähigkeit von Biotreibstoffen neben diesen mittelbaren Belastungen erhebliche unmittelbare Belastungen für die Steuerzahler (infolge von Steuerbefreiungen) sowie für die Verbraucher (infolge der Quotenvorgaben): Die Steuerausfälle der für die Biodieselproduktion bedeutendsten EU-Länder betragen 2005 ungefähr 1,8 Mrd. €, wobei Deutschland mit rund 823 Mio. € die größten Steuermindereinnahmen zu verzeichnen hatte. Hinzuzurechnen sind außerdem die Steuerausfälle infolge der Begünstigung des unmittelbaren Einsatzes von Rapsöl als Kraftstoff, welche für 2005 auf 130 Mio. € taxiert werden.

Die für die unwirtschaftliche Biodieselproduktion erforderlichen Subventionen, für die der Steuerzahler bzw. der Verbraucher aufzukommen hat, dürften nach unseren

Schätzungen die indirekten Mehrkosten durch höhere Preise für Nahrungsmittel etc. deutlich übersteigen. Hierzu wurden die jüngsten Belastungen der Steuerzahler und Verbraucher für das Jahr 2006 quantifiziert. Insgesamt ergeben die unmittelbaren gesellschaftlichen Belastungen durch Biokraftstoffe im Jahr 2006 mindestens 1,7 Mrd. €, davon ca. 1 Mrd. € für Biodiesel, 0,3 Mrd. € für Pflanzenöl, und ca. 0,4 Mrd. € für Bioethanol.

Unsere Abschätzungen über die zukünftigen Kostenbelastungen für den Biodieseleinsatz basieren auf der Annahme, dass die im Biokraftstoffgesetz vorgeschriebenen Gesamtquoten aller Voraussicht nach nur durch einen höheren Beitrag von Biodiesel erreicht werden, als durch die Mindestbeimischungsquote von 4,4 % im Gesetz festgelegt ist, wohingegen bei Bioethanol lediglich die festgelegte Mindestquote von 3,6 % erfüllt wird. Multipliziert man die durch Biodiesel ersetzten Dieselmengen mit der Kostendifferenz von 0,37 €/l, ergeben sich Kostenbelastungen, die 2010 bei rund 1,2 Mrd. € liegen. 2020 wären dies bereits ca. 3 Mrd. Euro.

Ergänzend wurden die zukünftigen Mehrkosten für den Bioethanoleinsatz ermittelt, falls die dafür ab 2010 geltende Mindestbeimischungspflicht von 3,6 % eingehalten wird. Die daraus resultierenden Mehrkosten sind wegen den im Vergleich zu Biodiesel geringeren Mengen an Bioethanol deutlich niedriger und könnten in der Größenordnung von etwa 437 Mio. € in 2010 liegen, wenn man davon ausgeht, dass das erforderliche Bioethanol ausschließlich aus Getreide hergestellt wird. 2020 wären dies ca. 333 Mio. Euro.

Getreide

Die jüngsten Anstiege der Preise für Getreide gehen auf vielfältige Ursachen zurück. Dabei dürften der Anstieg der weltweiten Nachfrage nach Getreide, singuläre Einbrüche bei der Erzeugung, insbesondere durch schlechte Ernten, aber nicht zuletzt auch das starke Wachstum der US-Bioethanolproduktion die bedeutendsten Preistreiber gewesen sein.

Vor allem die durch die sehr ehrgeizigen Ziele der USA entstehende Konzentration auf die Maiserzeugung zur Ethanolherstellung dürfte künftig nicht nur die Maispreise treiben. Vielmehr droht dies auf Grund der Begrenztheit der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital zu einer verringerten Erzeugung aller anderen

Agrarrohstoffe zu führen: Das massiv auszuweitende Maisangebot würde unweigerlich an die Grenzen der US-Agrarproduktion stoßen und sollte in Verbindung mit der erwartungsgemäß weiter steigenden globalen Nachfrage nach Agrarrohstoffen weltweite Konsequenzen in Form von Preissteigerungen aller Agrarrohstoffe nach sich ziehen.

Die ebenfalls preistreibende Wirkung der zunehmenden energetischen Nutzung von Getreide wie etwa Roggen zur Bioethanolerzeugung hätte durch den Abbau der in Deutschland und Europa noch immer hohen Interventionsbestände durchaus verhindert werden können. Ein starkes Wachstum der industriellen Verwertung ist auch für Weizen zu konstatieren: Diese machte in Deutschland 2006 über 5 % der pro Jahr verwendbaren Weizenmenge aus. Dies war jedoch keineswegs der entscheidende, geschweige denn der alleinige Grund für die Verteuerung der Erzeugerpreise für Weizen, die sich von rund 113 €/t im Juli 2006 auf knapp 143 €/t im März 2007 erhöhten. Vielmehr geht dies ähnlich wie bei anderen Getreidesorten auch im Wesentlichen auf eine schwache Ernte zurück.

So waren die ungünstigen klimatischen Bedingungen, die zu einem niedrigen Anteil an Gerste in Braugerstenqualität geführt haben, entscheidend für den angespannten Braugerstenmarkt in Wirtschaftsjahr 2006/07. Im ohnehin rückläufigen Gerstenanbau infolge einer geringer gewordenen Nachfrage der Mälzereien ist ein zweiter wesentlicher Grund für den massiven Anstieg der Gerstenpreise zu sehen. Somit sind die gegenwärtig hohen Gerstenpreise das Resultat der Zyklizität von Rohstoffmärkten, wobei das ohnehin niedrige Angebot durch eine schlechte Ernte nur noch weiter verringert wurde. Mit der vermeintlichen Verwendung von Braugerste zur Biogas- bzw. Biotreibstoffherstellung haben die hohen Braugerstenpreise hingegen gar nichts zu tun: Wenn überhaupt, würde man für diese Zwecke die qualitativ schlechtere und dadurch günstigere Futtergerste verwenden.

Wie es sich bei Roggen bereits heute andeutet, kann es durch eine zukünftig zunehmende Bioethanolproduktion bereits bei Einhaltung der Mindestquote von 3,6 % zu ernsthaften Engpässen kommen. Da sowohl bei Roggen wie auch bei Weizen die Interventionsbestände nicht ausreichen würden, wäre für die Zukunft davon auszugehen, dass die gesetzlichen Bestimmungen des Biokraftstoffquotengesetzes die Weizen- und Roggenpreise zusätzlich in die Höhe treiben werden - außer, die Bioethanolerzeugung würde zunehmend auf die Basis

von Zuckerrüben gestellt werden oder der Importzoll der EU auf Biotreibstoffe würde entfallen, so dass verstärkt wettbewerbsfähiges brasilianisches Bioethanol eingeführt würde.

Holz

Wie am Beispiel der heimischen Papierindustrie illustriert, kann die subventionierte energetische Nutzung von Industrierestholz wie etwa Sägenebenprodukten zu einer erheblichen Konkurrenz um diese Rohstoffe führen, welche insbesondere in diesem Industriezweig in erheblichem Maße stofflich, aber auch energetisch genutzt werden - und dies wegen der beinahe beständig steigenden Papierproduktion in zunehmender Weise.

Die jüngsten Preisanstiege für Industrierestholz wie etwa Hackschnitzel oder Sägespäne sind daher sicherlich nicht allein auf deren subventionierte energetische Nutzung zurückzuführen, sondern auf die generell gewachsene Nachfrage im Inland wie auch im Ausland. So haben 2006 die Ausfuhren von Sägespänen und anderen Holzabfällen stark zugenommen, vor allem in Richtung Österreich. Die Preisanstiege wären aber sicherlich moderater ausgefallen, wenn es eine zusätzliche Nachfrage infolge der subventionierten energetischen Verwendung dieser Holzreststoffe nicht gegeben hätte. Angesichts der Tatsache, dass Industriezweige wie die Papierindustrie derartige Stoffe auch ohne eine Subventionierung dazu verwenden, teure fossile Brennstoffe dadurch kostengünstig zu ersetzen, ist der Sinn einer solchen finanziellen Förderung grundsätzlich in Frage zu stellen.

5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Als bedeutendste Punkte sind festzuhalten: Der Ausbau der US-amerikanischen Bioethanolproduktion sowie die aufgrund einer stetig wachsenden und insgesamt prosperierenden Weltbevölkerung steigende Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln haben in den vergangenen Jahren einen entscheidenden Beitrag zum Anstieg der Preise für Agrarrohstoffe geleistet. Deutsche Politikmaßnahmen, wie die Förderung von Biotreibstoffen und der Energieerzeugung aus Biomasse, haben ebenfalls zu diesen Preisanstiegen beigetragen, sind aber sicherlich nicht die alleinige Ursache gewesen. Im Falle von Rapsöl allerdings ist Deutschland infolge

der vehement gestiegenen Biodieselherstellung und der damit verbundenen enormen Steigerung des deutschen Rapsölverbrauchs maßgeblich für den Preisanstieg der vergangenen Jahre verantwortlich zu machen.

Eine im Vergleich dazu bislang geringere Rolle spielt die subventionierte energetische Nutzung von Holzrohstoffen. Nutzungskonkurrenzen zwischen stofflicher und energetischer Verwertung von Holz ergeben sich jedoch insbesondere bei Industrierestholz und Sägenebenprodukten. Dadurch sind Papier- und Holzwerkstoffindustrie negativ betroffen, trotz ihrer zusätzlichen Einnahmen durch die Förderung der energetischen Nutzung von Biomasse via Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG). Langfristig ist von einer deutlich wachsenden Verwendung von Holz für energetische Zwecke auszugehen, was verstärkte Nutzungskonkurrenzen und dadurch steigende Rohstoffpreise erwarten lässt.

Nutzungskonkurrenzen zu vermeiden, sollte daher vorrangiges Ziel sein. Das dies möglich ist, zeigt der Einsatz von organischen Reststoffen wie Gülle zur Energiegewinnung. Generell sollte eine energetische Verwertung von Biomasse erst nach der stofflichen Nutzung erfolgen. Dadurch wird die Biomasse nicht nur für Nahrungsmittel und Ge- und Verbrauchsprodukte (z.B. Biokunststoffe) eingesetzt und kann teilweise auch mehrmals rezykliert werden. Der Energiegehalt wird – zusätzlich – genutzt. Dieses Prinzip der kaskadenförmigen Nutzung sollte in der Praxis verstärkt umgesetzt und durch entsprechende politische Maßnahmen unterstützt werden.

Bei der "Bioenergie" sollte strikt unterschieden werden zwischen der Nutzung von organischen, anderweitig nicht verwendbaren Abfällen ("Bioabfall") und dem Anbau von Pflanzen zur Energiegewinnung, kurz "Energiepflanzen". Denn es ist vor allem der Energiepflanzenanbau, mit dem in besonderem Maße Nutzungskonkurrenzen verbunden sind.

Befürworter der Förderung des Energiepflanzenanbaus, sei es zur Strom- und Wärmeerzeugung oder zur Herstellung von Biotreibstoffen, betonen gerne, dass eine Konkurrenz um Ackerflächen zwischen der Lebensmittel- und der Energieerzeugung auf Basis von Agrarrohstoffen derzeit nicht bestünde und zukünftig auch vermieden werden könne. Die hier vorgestellten Analysen zeigen, dass Flächennutzungskonkurrenzen jetzt schon bestehen und sich zumindest mittel- bis

langfristig verstärken werden, sollte betont werden, dass eine auf Flächenkonkurrenzen begrenzte Diskussion zu kurz greift.

Vielmehr besteht eine Nutzungskonkurrenz zwischen Lebensmittel-, Rohstoff- und Energieerzeugung tatsächlich im Wettstreit um sämtliche in der Landwirtschaft verfügbaren Produktionsfaktoren. Dazu zählen neben dem Input Boden die Faktoren Arbeit sowie das Produktionskapital, etwa in Form landwirtschaftlicher Maschinen. Diese Faktoren sind angesichts des sich seit Jahrzehnten auf Talfahrt befindlichen Landwirtschaftssektors kurzfristig noch viel eher als knapp anzusehen als die nur begrenzt zur Verfügung stehende Ackerfläche.

Angesichts der kurzfristigen Begrenztheit der Faktoren Arbeit und Kapital muss die künstlich induzierte, derzeit stark zunehmende Umwandlung von Biomasse in Strom, Wärme und Treibstoffe zwangsläufig zulasten des Anbaus anderer Agrargüter gehen und die Preise erhöhen, selbst wenn zusätzliche Ackerflächen in begrenztem Umfang für die Ausweitung der Produktion zur Verfügung stehen, etwa weil so genannte Stilllegungsflächen noch nicht vollständig für die – dort erlaubte - Produktion von nachwachsenden Rohstoffen eingesetzt werden. Langfristig betrachtet werden sich nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie Flächennutzungskonkurrenzen hingegen wohl kaum vermeiden lassen und der entscheidende begrenzende Faktor sein. Dies dürfte von der EU-Kommission bereits erkannt worden sein, da die Pflicht zur Flächenstilllegung für die kommenden Anbauperioden bereits aufgehoben wurde.

Aus ökologischer Sicht besonders bedenklich ist, dass eine Umsetzung der ehrgeizigen Biokraftstoffquoten von 12-15% wie nach der Weiterentwicklung der Strategie zur Bioenergie des BMU für 2020 vorgesehen, aller Voraussicht nach nur durch eine deutliche Ausweitung der globalen Flächeninanspruchnahme möglich wäre. Dies wäre in mehrfacher Hinsicht kritisch. Zum einen würde dadurch die Existenz von Savannen und Tropenwäldern und damit die Biodiversität in tropischen Regionen gefährdet. Zum anderen würde nach neueren Erkenntnissen einer parallel durchgeführten Studie durch die Einhaltung der Biotreibstoffquoten für Biodiesel in Deutschland global sogar mehr Treibhausgase emittiert werden als durch den Einsatz der Biomasse eingespart werden könnte (Wuppertal Institut et al. 2008) In jener Studie wird auch dargelegt, dass eine produktspezifische Zertifizierung, wie sie zurzeit auf verschiedenen Ebenen diskutiert wird, aller Voraussicht nach nicht

geeignet ist, Landnutzungsänderungen und damit verbundene zusätzliche Umweltbelastungen zu vermeiden (Das wird auch im Entwurf der Nachhaltigkeitsverordnung konzipiert.).

Politikempfehlungen:

Zur Milderung der zunehmenden Nutzungskonkurrenzen um Biomasse werden die folgenden Empfehlungen an die Politik formuliert.

I. EEG

Sowohl unter ökologischen wie auch ökonomischen Aspekten grundsätzlich vorteilhafter als die Verwendung von Biomasse zur Herstellung von Kraftstoffen ist die stationäre Nutzung von Biomasse in Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung. Die Gewährung eines Bonus für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe zu diesem Zweck ("*Nawaro-Bonus*"), welcher mit der Novelle des Erneuerbaren-Energiengesetzes 2004 eingeführt wurde, erscheint demnach zwar folgerichtig. Dieser Bonus ist aber durchaus kritisch zu sehen.

So ist die Förderung im Falle des Anbaus von Energiepflanzen aus den oben genannten Gründen problematisch, insbesondere, wenn die zunehmende Nutzung bei Fortdauer der bestehenden Trends zu erheblichen Anteilen der Gesamtflächennutzung führt, wie dies z.B. bei Mais für die Biogaserzeugung zu erwarten ist (ca. 0,9 Mio ha in 2030). Anstelle des Anbaus von Energiepflanzen sollte generell nur die Verwertung von Biomassereststoffen gefördert werden, wobei zu prüfen ist, ob sie nicht auch ohnedies genutzt werden, wie dies z.B. im Bereich der Holz verarbeitenden Industrie zu erwarten ist. Auch im Hinblick auf möglichst mehrfache stoffliche Nutzungen vor der energetischen Verwertung am Ende des Produktlebenszyklus ist die Förderung durch den *Nawaro-Bonus* auch in den Fällen zu überdenken, bei denen dadurch höherwertige, stoffliche Verwendungen der Sekundärrohstoffe benachteiligt werden.

Bei der Beurteilung der Biomassenutzungsmöglichkeiten und der diesbezüglichen Ausgestaltung der energie- und agrarpolitischen Rahmenbedingungen sind neben ökologischen und ökonomischen Faktoren auch andere Aspekte wie die der Versorgungssicherheit - wobei hier allerdings nicht nur die Versorgung mit Energie, sondern auch mit stofflichen Rohstoffen und mit Nahrungsmitteln insgesamt zu bedenken ist - und der Bestandsschutz der Anlagen zu berücksichtigen.

II. Programme im Bereich Holz

Im Bereich Holz sind Anstrengungen zur Aktivierung und Ausweitung der vorhandenen inländischen Rohstoffbasis erforderlich. Hinsichtlich des Primärrohstoffes Holz betrifft das insbesondere den Kleinprivatwald, wo jedoch erhebliche Mobilisierungshemmnisse bestehen, die z.T. über technologische, logistische und organisatorische Ansätze überwunden werden können. Hinsichtlich der Mobilisierung von Waldrestholz sollten ökologische Nachteile und eine Beeinträchtigung der langfristigen Erträge ausgeschlossen werden. So sollten beispielsweise Biomasse auf der Fläche verbleiben, um den Nährstoffkreislauf zu sichern. Um Bodenerosion und -verdichtung zu vermeiden und die Bodenfruchtbarkeit nicht zu beeinträchtigen, sollte die Nutzungsrate von Waldrestholz standortspezifisch angemessen sein.

Da allerdings das inländische Potenzial für Primärholz unter den erforderlichen Nutzungsbeschränkungen begrenzt ist und zur Deckung des zukünftigen Bedarfes nicht ausreicht, ist bei anhaltenden Trends mit einer Erhöhung der Importe zu rechnen. Ein erhöhter Import von Holzrohstoffen ist allerdings kritisch zu sehen, da sich in den BAU Szenarien andeutet, dass Deutschlands globaler Flächenbedarf für den Konsum forstwirtschaftlicher Produkte die inländisch verfügbare Waldfläche übersteigen wird und mit Holzimporten aus nicht nachhaltiger Produktion sowie illegalem Einschlag zu rechnen ist. Eine weitere Förderung der inländischen Nachfrage nach forstwirtschaftlichen Produkten sollte daher von einer Untersuchung der aktuellen globalen Auswirkungen abhängig gemacht werden und insbesondere effizientere Nutzungssysteme (einschließlich der Optionen der Kaskadennutzung) einbeziehen.

Je nach konkreter Umsetzung der Meseberger Beschlüsse zur Erhöhung des regenerativen Strom- und Wärmeanteils bezüglich des Einsatzes von Biomasse (z.B. über ein **Erneuerbare-Wärme-Gesetz** zur Förderung der Nutzung von Pellets für Hauswärme) **muss mit zunehmenden Nutzungskonkurrenzen** (z.B. bei der Holzwerkstoffindustrie) **gerechnet werden**. Auch bei Maßnahmen einzelner Bundesländer wie Baden-Württemberg, dürften die Auswirkungen nicht auf diese beschränkt bleiben. Dazu sind genauere Aussagen allerdings nur über weitergehende Analysen möglich.

III. Biokraftstoffquoten

Der Biotreibstoffanteil sollte nicht wie geplant signifikant erhöht, sondern eher zurückgefahren oder zumindest auf dem derzeitigen Niveau eingefroren werden, wie es u.a. auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen empfohlen hat. Konkret schlagen wir die Umsetzung der folgenden Punkte vor:

(1) Die nach dem Biokraftstoffquotengesetz bis 2015 geltenden spezifischen Mindestbeimischungsquoten⁷⁷ sollten abgeschafft werden, um einen Wettbewerb unter den verschiedenen Biotreibstoffalternativen zu ermöglichen und um mit Hilfe der dadurch möglichen höheren Effizienz die Kostenbelastung der Gesellschaft bei der Verfolgung der Klimaschutzziele zu verringern.

(2) Die für 2015 vorgeschriebene Gesamtquote von 8 %⁷⁸ energetisch sollte in keinem Fall weiter erhöht werden, um dem zunehmenden Import von Agrarrohstoffen wie Soja- und Palmöl zu begegnen und das klare Signal zu setzen, dass sich Biotreibstoffe in Zukunft dem Wettbewerb mit fossilen Kraftstoffen zu stellen haben. Dies wäre wirtschaftlich vernünftig, schließlich würde selbst eine Quote von 8 % noch immer eine Subventionierung beinhalten, da Biotreibstoffe 2015 aller Voraussicht nach noch immer nicht wettbewerbsfähig sein werden. Ökologisch wäre dies sinnvoll, solange nicht sichergestellt ist, dass ein signifikanter Nettoentlastungseffekt der Umwelt mit der Biokraftstoffnutzung verbunden ist.

(3) Die für das Jahr 2020 beabsichtigte Steigerung des nationalen Biotreibstoffanteils auf insgesamt 12% bis 15% (energetisch) sollte aufgegeben werden. Die jüngste Zurücknahme der in Meseberg mit 17 % (energetisch) bzw. 20 % (Volumenanteil) anvisierten Gesamtquote durch eine Obergrenze von 5 % (Volumenanteile am Ottokraftstoff) für Bioethanol führt in die richtige Richtung, ist aber noch nicht ausreichend. Mit einer weiter gehenden Absenkung der Quoten könnte die Kostenbelastung der Gesellschaft reduziert werden. Die Anpassung des bisher angestrebten Zielwertes ließe sich auf Basis der neueren wissenschaftlichen Erkenntnisse über potenzielle Problemverlagerungseffekte und zusätzliche Emissionen bei der Gewinnung von Biokraftstoffen – insbesondere Biodiesel -

⁷⁷ 4,4 % energetisch für Biodiesel bzw. 5 % nach Volumen für Bioethanol.

⁷⁸ Die aktuelle Strategie zur Bioenergie des BMU (2008) sieht eine Reduktion der Biokraftstoff-Gesamtquote für 2009 von den vorgesehenen 6,25% auf 5% (energetisch) vor. Eine Anpassung des Zieles für 2015 wird nicht genannt.

begründen, ohne dass Deutschland dadurch einen Imageverlust befürchten müsste. Durch diese Vorgehensweise kann insbesondere auch verhindert werden, dass die Preise von Agrarrohstoffen und Nahrungsmitteln künstlich angeheizt werden. Nicht zuletzt könnten auch Preis treibende Effekte vermieden werden, die negative Auswirkungen auf die via EEG geförderte Stromerzeugung aus Biomasse haben und folglich kontraproduktiv wären.

(4) Auf der Basis neuerer Erkenntnisse (Wuppertal Institut et al. 2008) sollte 2009 geprüft werden, in wie weit nicht sogar eine weitere Absenkung der geltenden Biokraftstoffquoten sinnvoll ist, wie dies aktuell vom BMU (2008) für 2009 vorgeschlagen wurde (von 6,25% auf 5% energetisch).

Mit einer solchen Vorgehensweise würde Deutschland seine Vorreiterrolle bei erneuerbaren Energien und beim Klimaschutz nicht aufgeben. Es würde bereits frühzeitig das Signal für mehr Wettbewerb unter den Biotreibstoffen sowie zur Vorbereitung auf den Wettbewerb mit konventionellen Kraftstoffen gesetzt.

Die Biotreibstoffquoten sollten vor allem dadurch eingehalten werden, dass durch Effizienzverbesserungen im Verkehrssektor der Kraftstoffverbrauch gesenkt wird. Dieser Weg ermöglicht eine doppelte Dividende: Erstens eventuelle individuelle Kostenersparnisse infolge eines geringeren Verbrauchs und zweitens geringere gesellschaftliche Kosten bei der Erreichung der Biotreibstoffquoten durch die Reduktion der zur Verfügung zu stellenden Biotreibstoffmengen.

Generell gilt: Werden bei unveränderten Verbrauchstrends fossile Rohstoffe lediglich durch Biomasse ersetzt, besteht ein hohes Risiko der Problemverlagerung. Daher sollte vorrangig versucht werden, die weltweit wachsende Gesamtnachfrage nach Biomasse und mineralischen Rohstoffen durch eine gesteigerte Material- und Energieeffizienz in Produktion und Konsum zu dämpfen, um die mit ihnen verbundenen Umweltbelastungen und Nutzungskonkurrenzen zu verringern.

Die Forderung nach einem Einfrieren der Biotreibstoffquoten rechtfertigt sich schließlich auch durch die wachsende Zahl wissenschaftlicher Belege, dass Biotreibstoffe wie Biodiesel keine uneingeschränkt positiven Umwelteffekte aufweisen. Zudem könnte mit einem solchen Moratorium Zeit gewonnen werden, um die Vorteilhaftigkeit neuer Technologien zur Biomassenutzung wie etwa Biomass-to-Liquid (BtL) zu prüfen und auch dabei die Nutzungskonkurrenzen zu berücksichtigen. Denn hier ist zu bedenken, dass bei auf Lignocellulose basierenden Technologien

letztlich auch mit einer Konkurrenz, z.B. zur Holzwerkstoff- und Papierindustrie, zu rechnen ist.

Ein Einfrieren der Biotreibstoffquoten in Deutschland wie in der EU insgesamt hätte sehr wahrscheinlich auch eine Signalwirkung auf andere Länder und könnte dazu beitragen, die internationale Konkurrenz um biotische Rohstoffe zu verringern. Aus ökonomischer Perspektive wäre vor allem ein Umdenken in den USA wünschenswert, würde doch die Umsetzung der ehrgeizigen US-Vorhaben, Biokraftstoffe aus Getreide zu produzieren, massive Konsequenzen für die globalen Getreidemärkte haben. In Verbindung mit dem weltweit steigenden Getreidebedarf zur Nahrungsmittelproduktion für eine bis 2050 weiter wachsende und im Mittel reicher werdende Weltbevölkerung würden substantielle Preisanstiege ohne ein drastisches Umsteuern in der US-Biotreibstoffpolitik in Zukunft wohl kaum vermeidbar sein.

Falls jedoch die USA den eingeschlagenen Weg beibehalten, wird die dann überbordende zusätzliche US-Nachfrage nach Getreide in Verbindung mit der weltweit weiter steigenden Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln zu einer erheblichen weltweiten Steigerung der Preise führen. Dies ginge zu Lasten aller Konsumenten aber vor allem zu Lasten armer Schichten der Weltbevölkerung. Dagegen dürfte sich die Einkommenssituation der Landwirte auch in Europa einerseits zwar verbessern und für derart auskömmliche Preise sorgen, dass die Beschäftigung in der Landwirtschaft zukünftig auch ohne Subventionszahlungen gesichert werden könnte. Andererseits ist zu vermuten, dass die Einkommenssituation der Landwirte allein durch die mittel- und langfristig steigende Nachfrage nach Nahrungsmitteln in Entwicklungs- und Schwellenländern und die dafür benötigten Exporte deutlich verbessert werden würde. Dazu bedürfte es wohl keiner Förderung des Anbaus von Energiepflanzen mehr.

Die Herstellung von Biotreibstoffen mit CO₂-Vermeidungskosten von um die 200 € je Tonne ist bereits ohnehin eine besonders teure Klimagasvermeidungsoption (Frondel, Peters 2007b:1681, Doornbosch, Steenblick 2007:6-7). So zeigen auch die Abschätzung von Henke, Klepper und Netzel (2003/2004:313), dass die gegenwärtigen Vermeidungskosten einer Tonne CO₂ bei der Klimaschutzoption Bioethanol um den Faktor 10 bis 50 über den Kosten alternativer CO₂-Vermeidungsstrategien liegen, je nach Art des Einsatzstoffes. Diese Klimaschutzalternativen

würden sich durch die höheren Preise für Getreide und anderer Agrarrohstoffe zusätzlich verteuern. Im Idealfall sollte der Klimaschutz dem EU-weiten Emissionshandel vorbehalten bleiben, dem eigens dafür geschaffenen Instrument, das umweltökonomisch gemeinhin als ökologisch treffsicher und ökonomisch effizient gilt. Mittelfristig erwarten UmweltökonomInnen dabei CO₂-Vermeidungskosten von 30 € je Tonne. Die Forwardpreise für CO₂-Zertifikate für 2008 liegen derzeit nicht weit davon entfernt. Solange nicht alle Branchen am Emissionshandel beteiligt sind, müsste dieser zur Erreichung der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung weiter durch spezifische Sektor bezogene Maßnahmen ergänzt werden.

Fazit:

Im Lichte der hier dargelegten Argumente gibt es sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Perspektive bedeutende Gründe dafür, dass in Deutschland die Forcierung der primär energetischen Biomassenutzung, in erster Linie aber die Höhe der Biotreibstoffanteile, grundsätzlich hinterfragt wird. Mit Bezug auf Ausbauziele speziell für Energiepflanzen ist zumindest solange Zurückhaltung geboten, wie keine deutlich effizienteren Produktionsverfahren zur Verfügung stehen, ein erheblicher Anteil des steigenden Biokraftstoffbedarfs über Importe zu decken wäre und keine funktionierenden Mechanismen etabliert sind, die eine nachhaltige Produktion inklusive der Berücksichtigung von Verdrängungs- und Verlagerungseffekten gewährleisten könnten. Außerdem sollten Bemühungen um Nutzungskaskaden und Effizienzsteigerungen im Verkehrssektor verstärkt werden. Darüber hinaus sollte versucht werden, die USA davon zu überzeugen, dass der eingeschlagene Weg in die falsche Richtung führt, weil er nicht zuletzt der Umwelt und dem weltweiten Klima mehr schaden als nützen könnte.

Der Grund dafür ist, dass die für die vorgesehene US-Biotreibstoffherstellung zusätzlich erforderlichen, enormen Mengen an Biomasse kurzfristig für eine Konkurrenz um sämtliche weltweit verfügbaren landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren sorgen und langfristig aller Voraussicht nach vor allem zu einer weltweiten Knappheit an Ackerflächen führen werden. Die dafür benötigten Flächen stehen erstens nicht mehr für die Produktion von Nahrungsmitteln zu Verfügung. Dies dürfte angesichts einer weltweit steigenden und insgesamt prosperierenden Weltbevölkerung besonders dramatische Konsequenzen haben. Zweitens

konkurrieren die Rohstoffe zur Biotreibstoffproduktion um Flächen für den Anbau von solcher Biomasse, die wie etwa Holz zur Produktion von Möbeln, in der Baustoff- oder Papierindustrie oder auch als klimaneutrales Heizmaterial eingesetzt werden.

Für die Umwelt aber besonders schädlich wäre, wenn der Natur zusätzliche Flächen entzogen werden. So werden den Regenwäldern und Savannen durch Brandrodung immer mehr Flächen abgetrotzt, die zum Anbau von Rohstoffen für die Biotreibstoffproduktion genutzt werden. Die bereits seit Jahrzehnten erfolgende Rodung riesiger Flächen in Brasilien zum Anbau von Soja und Zuckerrohr sind dafür ein herausragendes Negativbeispiel. Jüngst hat Brasilien eine Ausweitung der Zuckerrohranbaufläche – in erster Linie für die Bioethanolproduktion – von 6 Mio. Hektar um weitere 3 Mio. Hektar angekündigt. Weit verhängnisvollere Folgen hätte die beabsichtigte drastische Ausweitung der Anbaufläche für Soja von 23 Mio Hektar auf ca. 100 Mio. Hektar (Kaltner et al. 2005) hauptsächlich für die Produktion von Biodiesel. Die Ausweitung des Sojaanbaus geht dabei zu großen Anteilen auf Kosten von artenreichen Savannen und Regenwäldern (Wuppertal Institut et al. 2008). Dies ist fraglos kontraproduktiv: Statt dem Weltklima zu helfen, werden Umwelt und Klima dadurch nur noch mehr in Mitleidenschaft gezogen.

Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für das uns entgegen gebrachte Vertrauen und insbesondere Herrn Dr. Andreas Kleine für die hervorragende Betreuung des Vorhabens. Allen Kolleginnen und Kollegen am Wuppertal Institut sei gedankt, die mit Hinweisen und Anregungen zur qualitativen Verbesserung dieser Arbeit beigetragen haben. Unser Dank gilt ferner Herrn Martin Erren und Herrn Daniel Lesch für die hilfreiche Unterstützung bei der Endformatierung des Textes.

6. Literatur

- ADEME (2002): Energy and Greenhouse Gas Balances of Biofuels Production Chains in France. Direction of Agriculture and Bioenergies of the French Environment and Energy Management Agency (ADEME) and the French Direction of the Energy and Mineral Resources (DIREM), Paris.
www.ademe.fr/partenaires/agrice/publications/documents_anglais/synthesis_energy_and_greenhouse_english.pdf
- AGQM (2007): Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V., Presseinformation, Biodieselvekauf 2006 niedriger als im Vorjahr, 2004-2006. <http://www.agqm-biodiesel.de/>
- Agroplan (2006): Betriebszweig Biogas – Auswirkungen auf den landwirtschaftlichen Betrieb und auf Natur und Landschaft. Vortrag beim 16. Symposium Bioenergie, Kloster Banz, 2006
- Baker, A. und Zahniser, S. (2007): Ethanol Reshapes the Corn Market, *Amber Waves* 66, Volume 5, Special Issue
- Banko de Mexico (2007): Zentralbank Mexiko, Informe sobre la Inflación – Octubre – Diciembre 2006 – y Programa Monetario para 2007
- BB (2007): Biofuels Barometer, *EurObserver* 63, May 2007
- Behrendt, S., Henseling, C., Erdmann, L. und Knoll, M. (2007): Trendreport: Zukunftstrends für das Bauen mit Holz. Arbeitspapier im Holzende2020 Projekt. Wuppertal Institut. IZT, Berlin
- BEI (2003): Ermittlung der Arbeitsplätze und Beschäftigungswirkungen im Bereich der Erneuerbaren Energien. Studie des Bremer Energie Instituts im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung
- BFH (2006): Holzbilanzen 2004 und 2005 für die Bundesrepublik Deutschland. von Matthias Dieter. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) Arbeitsbericht des Institut für Ökonomie 2006/2. Hamburg.
- BFH und DESTATIS (Hg.) (2006): Waldgesamtrechnung für Deutschland 1993-2004. Ergebnisse und Tabellen. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) und Statistisches Bundesamt (DESTATIS). Wiesbaden und Hamburg
- Bickel, U. (2004): Brasilien: Sojaboom auf Kosten der Umwelt und Kleinbauern. [Soja-Bickel.pdf]
- Bleischwitz, R. und Bringezu, S. (2007): Globales Ressourcenmanagement, Konfliktpotenziale und Grundzüge eines Global Governance-Systems, Stiftung Entwicklung und Frieden, Policy Paper 27, Bonn
- BMBF (2006): Mehr Rapsanbau durch Biodiesel. Mitteilung vom 9.6.2006. <http://www.biosicherheit.de/de/raps/landwirtschaft/50.doku.html>
- BMELV (2006): Holzmarktbericht 2-2005. Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2005. Bonn
- BMELV (Hg.) (2007): Holzmarktbericht 2/2006. Abschlussergebnisse für das Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2006. Bonn
- BMELV, BMU, VDA, MWV, IG, VDB und DBV (2007): Roadmap Biokraftstoffe. Berlin 21.11.2007
- BMU (2006a): Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte, Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Kurz- und Langfassung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin
- BMU (2007): Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) gemäß § 20 EEG, BMU-Entwurf 5.7.2007, Kurzfassung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin

BMU (2007): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung. Stand: Juni 2007. Reihe Umweltpolitik. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BMU (2007a): Monitoring des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Endbericht, vorgelegt vom IE Leipzig, Leipzig

BMU (2007b): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung, Update Juni 2007, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin

BMU (2007): Umweltministerium sieht Einsatz von Pflanzenöl mit großer Skepsis
Pressemitteilung Nr. 015/07, Berlin, 16. Januar 2007

BMU (2008): Weiterentwicklung der Strategie zur Bioenergie. April 2008.

BMVEL (2003): Nachwachsende Rohstoffe - Programm des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben. Bonn

BMVEL (2004): Verstärkte Holznutzung zugunsten von Klima, Lebensqualität, Innovationen und Arbeitsplätzen (Charta für Holz). Berlin

BMWA (2004): Zur Förderung Erneuerbarer Energien. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Dokumentation Nr. 534

Böhringer, C. und Löschel, A. (2002): Assessing the Costs of Compliance: The Kyoto Protocol. *European Environment* 12, S. 1-16

Bonus, H. (1998): Umweltzertifikate. Der steinige Weg zur Marktwirtschaft. Herausgeber des Sonderheftes 9, Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung.

Bringezu, S. (2004): Erdlandung. Navigation zu den Ressourcen der Zukunft. Hirzel, Stuttgart

Bringezu, S. und Steger, S. (2005): Biofuels and Competition for Global Land Use. In: Berger, H. und Prieß, R. (Hg.): "Bio im Tank. Chancen - Risiken - Nebenwirkungen". Conference documentation of conference series "Kyoto+ Lab" of the Heinrich-Böll-Foundation and the European Climate Forum (= Global Issue Papers No. 20). Berlin: Heinrich Boell Stiftung, S. 64–79

Bringezu, S., Ramesohl, S., Arnold, K., Fishedick, M., Geibler, J.v., Liedtke, C. und Schütz, H. (2007): What we know and what we should know - Towards a sustainable biomass strategy. A discussion paper of the Wuppertal Institute. No. 163 · June 2007. ISSN 0949-5266.

Britz, W., Heckeley, T. und Perez, I. (2006): Effects of decoupling on land use: an EU wide, regionally differentiated analysis - Landnutzungseffekt von Entkopplung: Eine EU-weite, regional differenzierte Analyse. *Agrarwirtschaft* 55, Heft 5/6, S. 215-226

Buttermann, H-G., Frondel, M. und Hillebrand, B. (2004): Beschäftigungswirkungen des weiteren Ausbaus erneuerbarer Energien. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 54. Jahrgang, Heft 8, August 2004

BVA (2007): Bundesverband der agrargewerblichen Wirtschaft e.V., Bonn www.bv-agrar.de

Crutzen, P.J., Mosier, A. R., Smith, K.A. und Winiwarter, W. (2007): N2O Release from Agro-Biofuel Production Negates Global Warming Reduction by Replacing Fossil Fuels. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 7, S. 11191-11205

DEFRA (2003): Liquid Biofuels – Industry Support, Cost of Carbon Savings and Agricultural Implications. Prepared for the Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). www.defra.gov.uk/farm/acu/research/reports/biofuels_industry.pdf

- Destatis (2006a): Im Blickpunkt: Landwirtschaft in Deutschland und der EU 2006. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Destatis (2006b): Bevölkerung Deutschlands bis 2050 – 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Detten, Roderich von (2007): Zukunftsfeld: Märkte für Forst- und Holzwirtschaft vor dem Hintergrund globalisierter Marktbedingungen. Kurzfassung des Basispapiers. Freiburg. Download unter: www.waldzukuenfte.de
- Deutscher Bundestag (2007): Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage zur Auswirkung des Energiesteuer- und Biokraftstoffquotengesetzes auf die Biodieselbranche. Drucksache 16/4712, 19.März 2007
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (2007): Abschlussbericht zum Vorhaben „Fachgespräch zur Bestandsaufnahme und methodischen Bewertung vorliegender Ansätze zur Quantifizierung der Förderung erneuerbarer Energien im Vergleich zur Förderung der Atomenergie in Deutschland“, DIW Berlin
- DfT (2003): Liquid Biofuels and Hydrogen from Renewable Resources in the UK to 2050: A Technical Analysis. An Assessment of the Implications of Achieving Ultra-low Carbon Road Transport. Carried out for the UK Department for Transport (DfT) by E4Tech UK Ltd, December 2003
- Doornbosch, R. und Steenblick, R. (2007): Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease? Round Table on Sustainable Development, Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, Paris
- EBB (2007): European Biodiesel Board – Statistics, www.ebb-eu.org/stats.php
- EC (2001): 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 Transportation and on a Set of Measures to Promote the Use of Biofuels. COM/2001/547. Europäische Kommission, Brüssel
- EC (2003): European Energy and Transport – Trends to 2030. European Commission, DG Energy and Transport, Luxembourg
- EC (2004a): Member States Reports in the frame of Directive 2003/30EC, Europäische Kommission, Brüssel. europa.eu.int/comm/energy/res/legislation/biofuels_members_states_en.htm
- EC (2004b): Statement on the implementation of the EU Biofuels Directive. Denmark report for the European Commission on the implementation of European Parliament and Council Directive 2003/30/EC, Europäische Kommission, Brüssel. europa.eu.int/comm/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2003_30_da_report_en.pdf
- EC (2007): Biofuels Progress Report, COM(2006)645 final, Commission of the European Communities, Brüssel. http://ec.europa.eu/governance/impact/docs/ia_2007/com_2006_0845_en.pdf
- Economist (2005): Stirrings in the Corn Fields – Special Report Biofuels, The Economist, May 14th 2005, S. 67-69
- EEA (2006): How much bioenergy can Europe produce without harming the environment) Report No. 7/2006. Copenhagen
- EID (2007): Fakten, Argumente, Analysen, Energieinformationsdienst Nr. 38/07, Hamburg
- Elsayed, M.A., Matthews R. und Mortimer, N.D. (2003): Carbon and Energy Balances for a Range of Biofuels Options. www.dti.gov.uk/renewables/publications/pdfs/bb600784.pdf

- EMBRAPA (2006): Brazilian agroenergy plan 2006-2011. Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, Secretariat for Production and Agroenergy. Brasilia, DF: Embrapa Publishing House. 108p
- ENVOG (2005): Energy-Based Efficiency and Renewability Assessment of Biofuel Production. *Environmental Science & Technology* 39 (10), S. 3878-3882
- Fachverband Biogas (2006): <http://www.fachverband-biogas.de/>
- Fachverband Biogas (2007): „Biogas im Jahr 2020: Wo werden wir stehen?“ Vortrag bei der 16. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas, 31.1.2007, Leipzig
- Fischedick, M., Pastowski, A., Arnhold, K., Bienge, K., Geibler, J.v., Merten, F., Reinhardt, G., Rettenmaier, N., Kadelbach, S., Müller, T. und Barthel, D. (2007): Sozial-ökologische Bewertung der stationären energetischen Nutzung von importierten Biokraftstoffen am Beispiel von Palmöl. Zwischenbericht an das BMU. Wuppertal Institut, Wuppertal
- FNR (2006): Biokraftstoffe – eine vergleichende Analyse, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow. www.bio-kraftstoffe.info
- FNR (2006a): Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie. Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR). Gülzow. <http://www.fnr-server.de/cms35/Produktgruppen.65.0.html> (Stand: 12.9.2006)
- FNR (2006b): Biokraftstoffe – eine vergleichende Analyse. Gülzow.
- FNR (2006c): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow
- FNR (2007): Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Alter Hut auf neuen Köpfen, Gülzow. <http://www.fnr-server.de/cms35/index.php?id=60>
- Fritsche, U.R., Dehoust, G. et al. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse“, Mai 2004. Verbundprojekt BMU im Rahmen des ZIP, PR :FZ Jülich. Endbericht. Darmstadt
- Fritsche, U.R., Hünecke, K., Wiegmann, K. (2005): Kriterien zur Bewertung des Pflanzenanbaus zur Gewinnung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern unter ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Kurzgutachten im Auftrag des BMZ. Darmstadt/Freiburg 2005
- Frondel, M. und Peters, J. (2006): Biodiesel: Eine teure Klimaschutzoption. *Erneuerbare Energien*, 16. Jahrgang, Ausgabe 3, S. S. 74-77
- Frondel, M. (2006): Emissionshandel und Erneuerbare-Energien-Gesetz: Eine notwendige Koexistenz? In: Beschäftigungswirkungen der Umweltpolitik. Herausgeber: Klaus Dieter John, Dirk Rübbecke. Chemnitzer Studien Band 9, Schriftenreihe der Chemnitzer Wirtschaftswissenschaftlichen Gesellschaft, Shaker Verlag.
- Frondel, M. und Peters, J. (2007a): Biodiesel: A New Oildorado? *Energy Policy*, 35, S. 1675-1684
- Frondel, M. und Peters, J. (2007b): Biodiesel: Eine teure Klimaschutzalternative, *Zeitschrift für Umweltrecht und Umweltpolitik*, erscheint demnächst.
- Frondel, M. und Peters, J. (2007c): Biodiesel: Eine teure Klimaschutzoption, *Zeitschrift für Umweltrecht und –politik (ZfU)*, 2/2007, 233-251.
- Frondel, M. und Peters, J. (2007d): Biodiesel: A new Oildorado?, *Energy Policy* 35 (2007), S. 1675-1684.
- Frondel, M. und Schmidt, C.M. (2005): Evaluating Environmental Programs: The Perspective of Modern Evaluation Research. *Ecological Economics*, 55 (4), S. 515-526
- Frondel, M. und Schmidt, C.M. (2006): Emissionshandel und Erneuerbare-Energien-Gesetz: Eine notwendige Koexistenz? RWI:Position

- Frondel, M. und Schmidt, C. M. (2007): Versorgungssicherheit mit Öl und Gas: Eine empirische Analyse für Deutschland, *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 2/2007, 117-128,
- Geibler, J.v., Kuhndt, M., Seifert, E., Lucas, R., Lorak, S. und Bleischwitz, R. (2004): Sustainable Business and Consumption Strategies. In Bleischwitz R. and Hennicke, P., 2004. *Eco-Efficiency, Regulation and Sustainable Business*. Edward Elgar Publishing. UK
- Geibler, J.v., Walter, J., und Kristof, K, (2006): Cooperation and sustainable future markets : stakeholder engagement and consumer integration for sustainable timber use in the building sector. In: Charter, Mark (Hrsg.): *Sustainable consumption and production: opportunities and challenges : launch conference of the Sustainable Consumption Research Exchange (SCORE!) network ; proceedings - refereed sessions I. - Delft : SCORE!, 2006, S. 223-233*
- Gömann, H., Kreins, P., Breuer, T. und Osterburg, B. (2006): Nutzungskonkurrenzen durch die Förderung von Biogas und anderen Energieträgern. *Agrarspektrum*, Band 40, *Energie aus Biomasse – weltwirtschaftliche, ressourcenökonomische und produktionstechnische Perspektiven*. S. 135-150
- Greenpeace (2004): Bio-Diesel: Mogelpackung auf Kosten der Umwelt. http://www.greenpeace.de/themen/sonstige_themen/dieselryss/artikel/bio_diesel_mogelpackung_auf_kosten_der_umwelt/
- Grunert, M. (2007): Alkohol im Tank? Ethanol als Kraftstoff, aus dem Fachforum „Mit Biokraftstoffen und Biokunststoffen in die Zukunft?“, Leipzig
- Hartmann, H. und Kaltschmitt, M. (2002): Tax Exemption for Biofuels in Germany: Is bio-ethanol Really an Option for Climate Policy. *Energy* 30, 2617-2635.
- Henke, J. M., Klepper, G. und Netzel, J. (2003/2004): Steuerbefreiung für Biotreibstoffe: Ist Bio-ethanol wirklich eine klimapolitische Option? *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung (ZAU)* 15/60, 289-313.
- Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hg.) (2006): *Kompetenzatlas Biomasse Hessen*, Niestetal.
- Holzende 2020plus (2006): Perspektiven der energetischen Nutzung von Holz mit Blick auf nachhaltige Zukunftsmärkte der Forst- und Holzwirtschaft, Workshop im Rahmen von Holzende 2020plus am 14. Dez. 2006 in Berlin. <http://www.holzende2020.de/index.php?seite=308>
- Holz-Zentralblatt (2007): Eine gute Lösung für alle zeichnet sich nicht ab. *Holz-Zentralblatt* Nr. 14, S. 363-364
- IDW (2007): Quo vadis Glycerin? Große Mengen fallen bei der Herstellung von Biodiesel an – und müssen Verwendung finden, Informationsdienst Wissenschaft, Bayreuth, <http://www.idw-online.de/pages/de/news194798>.
- IEA (1999): *Automotive Fuels for the Future – The Search for Alternatives*. International Energy Agency, OECD, Paris.
- IEA (2001): *CO2 Emissions from Fuel Combustion, 1971 - 1999*. International Energy Agency, OECD, Paris.
- IEA (2004): *Biofuels for Transport*. International Energy Agency, OECD, Paris.
- IEA (2006): *International Energy Agency, World Energy Outlook 2006*, Paris
- IEA (2006): *World Energy Outlook 2006*, International Energy Agency, Paris.
- IFEU (2003): *Erweiterung der Ökobilanz für RME*. Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (IFEU). www.ifeu.org/landwirtschaft/pdf/rme-2003.pdf
- IFEU (2004): *CO2 Mitigation through Biofuels in the Transport Sector – Status and Perspectives*. Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (IFEU). www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/gen/20040801_gen-351.pdf

Institut für Energetik und Umwelt (IE) (2007a): Möglichkeit einer europäischen Biogaseinspeisungsstrategie. Teilbericht I. Leipzig.

Institut für Energetik und Umwelt (IE) et al. (2007b): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Studie im Auftrag des BMU, Leipzig 2007.

Institut für Energetik und Umwelt et al. (2005): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Studie für das BMU. Endbericht. Leipzig.

International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) (o.J.): Land appropriation of the forest sector. International Institute for Applied Systems Analysis. Land use change and agriculture Project. Download unter: http://www.mosus.net/documents/MOSUS_Forestry%20sector.pdf (Stand: 01.11.2007)

IPTS (2003): Unmodified Vegetable Oil as an Automotive Fuel. IPTS Report, Volume 74, May 2003. Institute for Prospective Technological Studies, Sevilla. www.jrc.es/home/report/english/articles/vol74/TRA1E746.htm

IVA (2004): Wichtige Zahlen – Düngemittel – Produktion, Markt, Landwirtschaft, 2003 – 2004. Industrieverband Agrar, 2004, Frankfurt. www.iva.de/pdf/wiza0304.pdf

JRC (2003): Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context. Well-to-Tank Report, Version 1. EUCAR, CONCAWE, Joint Research Centre. ies.jrc.cec.eu.int/Download/eh

JRC (2004): Biofuel Potentials in the EU. Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Center. [www.europarl.eu.int/stoa/ta/renewable_energies/biomass/biofuel2\(ipts\).pdf](http://www.europarl.eu.int/stoa/ta/renewable_energies/biomass/biofuel2(ipts).pdf)

Kändler, G. (2006): Wie zuverlässig ist die Bundeswaldinventur als Basis? Vortrag im Rahmen des Seminars Forst und Holz - Potenziale, Mobilisierung, Verbrauch: Chancen und Strategien. 13. Juli 2006, Interforst München

Kaltner, Franz J., Azevedo, Gil Floro P., Campos, Ivonice A., Mundim, Agenor O.F. (2005): Liquid Biofuels for Transportation in Brazil - Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century. Study commissioned by the German Technical Cooperation (GTZ). Study funded by BMELV through FNR.

Klepper, G. und Peterson S. (2004): The EU Emission Trading Scheme: Allowance Prices, Trade Flows, Competitiveness Effects. Kiel Working Paper No. 1195. www.uni-kiel.de/ifw/pub/kap/2004/kap1195.htm

Köpke, R. (2005): Mehr Flower-Power im Tank, *Energie & Management*, 15. Mai 2005, 4.

Kristof, K., Schmitt, M., Villar, A., Geibler, J. v. und Lippert, F. (2006): Ziel-Indikator-System „Nachhaltig Bauen und Sanieren mit Holz“. - Wuppertal : Wuppertal Inst. für Klima, Umwelt, Energie

Küpker, B., Hüttel, S., Kleinhanss, W. und Offermann, F. (2006): Assessing impacts of CAP reform in France and Germany. *Agrarwirtschaft* 55, 227-237

LAB (2007) Landwirtschaftliche Biokraftstoffe e.V., Formelsammlung, Berlin, www.lab-biokraftstoffe.de

Levington (2000): Energy Balances in the Growth of Oilseed Rape for Biodiesel and of Wheat for Bioethanol. Levington Agriculture Report for the British Association for Bio Fuels and Oils. www.senternovem.nl/mmfiles/27781_tcm24-124189.pdf

Lichter, W. (2006). Biobrennstoffe sind in Russland noch ein zartes Pflänzchen. www.bfai.de/DE/Content/___SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument.html?flident=MKT20060815112422

- Mantau, U. (2005): Holzverwendung im Baubereich - Neubau und Modernisierung nach Marktsegmenten und Produktbereichen. Eine Studie im Auftrag des Holzabsatzfonds (HAF).
- Mantau, U. (2006): Kampf um den Rohstoff Holz trotz riesiger Potenziale?, AFZ-Der Wald 3, S. 111-113.
- Mantau, U. (2007): Energetische und stoffliche Holzverbrauchsentwicklung in Deutschland, Zentrum Holzwirtschaft, Präsentation zur Holzverbrauchsentwicklung, Hamburg
- Mantau, U. und Bilitewski, B. (2005): Stoffstrom-Modell-Holz, Bestimmung des Aufkommens, der Verwendung und des Verbleibs von Holzprodukten, Forschungsbericht für den Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP). Celle. http://www.vdp-online.de/pdf/Stoffstrommodell_Holz_LF.pdf#search=%22Stoffstrom-Modell-%20Holz%22
- Mantau, U. und Sörgel, C. (2006a): Holzrohstoffbilanz Deutschland – Bestandsaufnahme 2004. Ergebnisbericht. Hamburg
- Mantau, U. und Sörgel, C. (2006b): Pellets – Binnenmarkt und Anrainerstaaten, BFH Nachrichten 3/2006. <http://www.bfafh.de/>
- Mantau, U. und Sörgel, C. (2006c): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2004. Methodikbericht. Hamburg
- Mantau, U. und Steierer, F., Hetsch, S. und Prins, K. (2007): Wood resources availability of renewable energy policies. A first glance at 2005, 2010 and 2020 in European Countries.
- Markewitz, P. und Vögele S. (2004): Technikspezifische CO₂ – Vermeidungskosten. Eine geeignete Bewertungsgröße für Treibhausgaserminderungs-Maßnahmen, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 54 (9), 601 – 605.
- Marutzky, R. (2004): Biomassen auf Basis von Holz als Brennstoffe in Österreich, Schweiz und Deutschland. Fraunhofer-Institut für Holzforschung. Braunschweig
- McKinsey (2007): Bio-energy and the European Pulp and Paper Industry – An Impact Assessment. McKinsey and Pöyry Forest Industry Consulting for CEPI (Confederation of European Paper Industries), Project Summary, July 16, 2007.
- Meó Consulting Team (2007): Nachwachsende Rohstoffe: Welche Märkte haben Zukunft? Marktanalyse Nawaros, Ziele und Methoden
- Meó Consulting Team, Faserinstitut Bremen und nova-Institut GmbH (2007): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe Teil II. FNR (Hrsg.), Gülzow
- Meó Consulting Team, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Faserinstitut Bremen (2006): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe. FNR (Hrsg.), Gülzow
- Moll, S., Bringezu, S. und Schütz, H. (2005): Resource Use in European Countries. An estimate of materials and waste streams in the Community, including imports and exports using the instrument of material flow analysis. Wuppertal Report Nr. 1, Wuppertal
- Morton, D. C., Ruth S. DeFries, Yosio E. Shimabukuro, Liana O. Anderson, Egidio Arai, Fernando del Bon Espirito-Santo, Ramon Freitas, und Jeff Morissett (2006): Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. PNAS Early Edition, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0606377103 , Contributed by Ruth S. DeFries, July 27, 2006.
- Mrosek, T., Kies, U. und Schulte, A., (2005): Clusterstudie Forst und Holz Deutschland 2005. Forst- und Holzwirtschaft hat sehr große volkswirtschaftliche und arbeitsmarktpolitische Bedeutung. Holz-Zentralblatt 84, S. 1113-1117
- Müller-Langer, F., Schneider, S., Witt, J. und Thrän, D. (2006): Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung. Zwischenbericht Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamts. FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 204 41 133. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3042.pdf>

- Müssig, J. und Carus, M. (2007): Bio-Polymerwerkstoffe sowie holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe. In: Meó Consulting Team, Faserinstitut Bremen, nova-Institut GmbH (2007): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe Teil II. FNR (Hrsg.), Gülzow, S. 7-216.
- MWV (2006): Der Deutsche Markt für Kraftstoffe 2005, Mineralölwirtschaftsverband, Hamburg, Januar 2006. <http://www.mwv.de/ageb/kraftstoffe.pdf>
- MWV (2006): Mineralölwirtschaftsverband e.V., MWV-Prognose 2025 für die Bundesrepublik Deutschland, Stand 27.06.2006, Hamburg.
- MWV (2006a): MWV-Prognose 2025 für die Bundesrepublik Deutschland, Stand 27.06.2006, Hamburg.
- MWV (2006b): Jahresbericht Mineralölzahlen 2006, Mineralölwirtschaftsverband, Hamburg.
- MWV (2007): Mineralölwirtschaftsverband e.V., Jahresbericht 2006, Hamburg
- NABU (2007): Biomassenutzung aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Naturschutzbund Deutschland e.V. Berlin.
- Nemesthoty, K. (2006): Abschätzung des Holzpelletsbedarfes in Österreich. Internetplattform für Innovative Energietechnologien. www.energytech.at.
- Nickel, R., Liedtke, C. und Heuer, P. (2001): Forschungslandschaft Biotische Rohstoffe. Unternehmen und Branchen auf dem Weg zur Nachhaltigkeit (COMPASS). Wuppertal Paper no. 114 (April 2001).
- Nitsch, J., Krewitt, W. et al. (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. FKZ 901 41 803. Kurzfassung. Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal
- Nitsch, J. (2007): Leitstudie 2007. „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ – Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Untersuchung im Auftrag des BMU. Stuttgart.
- Ochs, T., Duschl, C. und Seintsch, B. (2007): Struktur und Rohstoffbedarf der Holzwirtschaft. Teil I der Studie „Regionalisierte Struktur- und Marktanalyse der 1. Verarbeitungsstufe der Holzwirtschaft. In: Holz-Zentralblatt Nr. 10, S. 269-271
- OECD (2007) Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Agricultural Outlook 2007-2016, Paris
- Oil World (2007): durch ISATA Mielke GmbH bereitgestellte Daten, Hamburg.
- Oleoline (2007): Biodiesel Report vom 09.03.2007, www.oleoline.com
- Polley, H. und Kroihner, F. (2006): Struktur und regionale Verteilung des Holzvorrates und des potenziellen Rohholzaufkommens in Deutschland im Rahmen der Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft. Bundesanstalt für Holz- und Forstwirtschaft. Eberswalde. URL: www.bundeswaldinventur.de/media/archive/528.pdf (26.09.2007).
- Ramesohl, S. (2005): Greening natural gas : the potential of biogas for distribution in the natural gas system [Japan.]. In: Nikkei ecology, Ausgabe 11/2005, S. 113
- Ramesohl, S. (2005): Kein Rettungsanker für unsere (Auto-)Mobilität : alternative Kraftstoffe. In: Ökologisches Wirtschaften, Ausgabe 4/2005, S. 8
- Ramesohl, S., Scholwin, F., Hofmann, F., Urban, W. und Burmeister, F. (2006): Analyse und Bewertung der Nutzung von Biogas. Teil 1: Potenziale, Kosten und Emissionen. In: BWK – Das Energiefachmagazin, Ausgabe 3/2006, S. 45-49

- Ramesohl, S. und Urban, W. (2006): Biogas - eine neue Option für die Gaswirtschaft. In: GWF - Gas, Erdgas, Ausgabe 12/2006, S.706-711
- Raps (2007): Biodiesel – ein Sachstandsbericht und Ausblick , Raps 3/2007, S. 144-147
- Reinhardt, G. (2005): Ökobilanz: Rapsöl in den Tank? Erneuerbare Energien 12/2005, 76-78.
- Reinhardt, G. und Jungk N. (2001): Pros and Cons of RME compared to conventional Diesel Fuel. Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (IFEU). biodiesel.pl/uploads/media/Pros_and_cons_of_RME_compared_to_conventional_diesel_fuel.pdf
- RWI (2004): Gesamtwirtschaftliche, sektorale und ökologische Auswirkungen des Erneuerbaren Energien Gesetzen (EEG), Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, durchgeführt vom Rheinisch-Westfälischen-Institut für Wirtschaftsforschung, dem Energiewirtschaftlichen Institut (EWI) an der Universität Köln und dem Institut für Energetik und Umwelt, Essen
- RWI (2005): Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft, Monitoringbericht 2000 – 2002, Forschungsprojekt des BMWi, des BDI und des BMU, Endbericht, Essen. www.rwi-essen.de/co2monitoring
- RWI (2006): Trends der Angebots- und Nachfragesituation bei mineralischen Rohstoffen, Endbericht Projekt 09/05, Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Projektleitung: Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung, Essen, www.rwi-essen.de/rohstoffe .
- RWI (2007): Trends der Angebots- und Nachfragesituation bei mineralischen Rohstoffen, Endbericht Projekt 09/05, Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Projektleitung: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung. www.rwi-essen.de/rohstoffe
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten - Hausdruck, SRU Berlin
- Schmitz, N. (2005): Innovationen bei der Bioethanolerzeugung, Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 26, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Schütz, H. und Bringezu, S. (2006): Flächenkonkurrenz bei der weltweiten Bioenergieproduktion. Kurzstudie im Auftrag des Forums Umwelt und Entwicklung. Wuppertal, Bonn
- Schütz, H. und Bringezu, S. (2006): Weltmarkt für Bioenergie und Flächenkonkurrenz. In: Forum Umwelt und Entwicklung (Hg.): Rundbrief 3/2006: Bioenergie-Boom. Goldrausch mit Risiken und Nebenwirkungen, S. 9-11
- SEF (2007): Jahrbuch Erneuerbare Energien 2007. Herausgeber: Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg. Konzeption und Redaktion: Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung, Baden-Württemberg. Biebrich, Radebeul.
- Steger, S. (2005): Der Flächenrucksack des europäischen Außenhandels mit Agrarprodukten. Welche Globalisierung ist zukunftsfähig? Wuppertal Paper no. 152
- SZ (2007): Ökonom mit ökologischen Visionen. Ulrich Schmack hat sich mit 21 Jahren selbständig gemacht und ist heute Vorstandssprecher des zweitgrößten Biogas-Unternehmens in Deutschland. Süddeutsche Zeitung vom 25.10.2007, Seite 32.
- UBA (1999): Aktuelle Bewertung des Einsatzes von Rapsöl/RME im Vergleich zu Dieselkraftstoff, Texte 79/99. Umweltbundesamt.
- UFOP (2005a): Marktinformation Ölsaaten und Biokraftstoffe, Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V., April 2005. www.ufop.de/download/MI_04_05.pdf

- UFOP (2005b): Marktinformation Ölsaaten und Biokraftstoffe, Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V., Mai 2005. www.ufop.de/download/MI_05_05.pdf
- UFOP (2006a): Biodiesel und pflanzliche Öle als Kraftstoffe – aus der Nische in den Kraftstoffmarkt. Stand und Entwicklungsperspektiven. Berlin.
- UFOP (2006b): Rohstoffpotenziale für die Produktion von Biodiesel. Eine Bestandsaufnahme. Berlin.
- UFOP (2007): UFOP-Marktinformation - Ölsaaten und Biokraftstoffe. Juni-Ausgabe. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V.
- UMSICHT (2006): Raster zur Beschreibung der Nawaro-Segmente Öle und Fette, Kohlehydrathaltige Pflanzen und Faserpflanzen für die stoffliche Nutzung. Interne Dokumente. Wuppertal Institut.
- UNECE (2005): European Forest Sector Outlook Study. Main Report. Geneva Timber and Forest Study Paper 20. ECE/TIM/SP/20. Geneva, Switzerland.
- UNI Göttingen (2006): Rohholzmobilisierung in Deutschland: Stand des Wissens. Göttingen.
- Union zur Förderung von Oel – und Proteinpflanzen (UFOP): Die aktuelle Biokraftstoff-Gesetzgebung, Januar 2007; www.ufop.de
- Urban, W., Ramesohl, S., Scholwin, F., Hofmann, F. und Burmeister, F. (2006): Analyse und Bewertung der Nutzung von Biogas. Teil 2: Herstellung, Aufbereitung und Einspeisung in Erdgasnetze. In: BWK – Das Energiefachmagazin, Ausgabe 5/2006, S. 63-68
- USDA (2007): United States Department of Agriculture, Production, Supply and Distribution – online, entnommen aus psd_grains_pulses.csv
- VDB (2007): Verein Deutscher Biodieselhersteller, persönliche Kommunikation mit Frau Dr. Karin Retzlaff, Berlin.
- VDP (2007): Papier 2007. Ein Leistungsbericht. Bonn: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
- VDP (Hg.) (2007): Papier Kompass 2007. Verband Deutscher Papierfabriken e.V. Bonn
- VIEWLS (2005): Biofuel and Bio-energy implementation scenarios. Final report of VIEWLS WP5, modelling studies. Published within the framework of the European Commission-supported project “Clear Views on Clean Fuels” (NNE-2001-00619). www.nobio.no/fileupl/VIEWLS%20WP5%20final%20report%2020053107.doc
- Weiss, M., Bringezu, S. und Heilmeyer, H. (2004): Energie, Kraftstoffe und Gebrauchsgüter aus Biomasse: Ein flächenbezogener Vergleich von Umweltbelastungen durch Produkte aus nachwachsenden und fossilen Rohstoffen. ZAU 15/16 (3-5): 361-378
- Weltbank (2007) Datensendung der Weltbank, Washington
- Weltbank (2007a) Agricultural prices continue slow climb, Washington
<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTDECPROSPECTS/EXTGBLPROSPECTSAPRIL/0..contentMDK:21292224~menuPK:3647410~pagePK:2470434~piPK:2470429~theSitePK:659149,00.html>
- Westcott, P. C. (2007) Ethanol Expansion in the United States – How Will the Agricultural Sector Adjust?, Report from the Economic Research Service, United States Department of Agriculture
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH et al. (2006): Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. Untersuchung im Auftrag von BGW und DVGW. Band 1: Gesamtergebnisse und Schlussfolgerungen. Wuppertal.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie; IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; Wilhelm Merton Zentrum für Europäische Integration und

internationale Wirtschaftsordnung, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main; Koordination der juristischen Bearbeitungsteile - Forschungsstelle Umweltenergierecht e.V. c/o Thorsten Müller Universität Würzburg, (2007): Sozial-ökologische Bewertung der stationären energetischen Nutzung von importierten Biokraftstoffen am Beispiel von Palmöl. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Endbericht September 2007. Wuppertal.

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie; Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik – UMSICHT; IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2008): Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe. F+E-Vorhaben „Optionen einer nachhaltigen Flächennutzung und Ressourcenschutzstrategien unter besonderer Berücksichtigung der nachhaltigen Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen“. UBA Vorhaben Z 6 – 91 054/82, Forschungskennzahl (FKZ) 205 93 153, Endbericht 14. Dezember 2007. Wuppertal

Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe; Solites Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme (2006). Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005. ZWS, Stuttgart, Straubing 2006

ZMP (2007) Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle, Getreide Ölsaaten Futtermittel – Deutschland, Europäische Union, Weltmarkt – Marktbilanz 2007, Bonn

ZMP (2007a) Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle, Forst und Holz, Marktbilanz 2007, Bonn

7. Anhang

Anhang 1: Fördermaßnahmen des Bundes für energetische Nutzungen von Biomasse (Auswahl)

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programmlaufzeit
<p>EEGi: Stromerzeugung aus Biomasse, Antragstellung an das zuständige Energieversorgungsunternehmen oder den Netzbetreiber</p>	<p>Betreiber von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Biomasse, der in das öffentliche Netz eingespeist wird, bei Inbetriebnahme nach dem 31. Juli 2004.</p> <p>Der Begriff „Biomasse“ ist durch das EEG teilweise neu definiert</p>	<p>Gesetz zur Förderung von Strom aus erneuerbaren Energien. Garantierte Mindestvergütungssätze für Strom aus Biomasse <i>ii</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Grundvergütung ist nach Leistung der Anlagen gestaffelt: 10,99 Ct/kWh für Anlagen bis 150 kW, 9,46 Ct für Anlagen bis 500 kW, 8,51 für Anlagen bis 5MW und 8,03 für Anlagen bis 20 MW. Bei Einsatz von Altholz der Kategorien A III und A IV beträgt die Vergütung generell 3,72 Ct ab 01.01.2007. • Zusätzliche Vergütungen <i>iii</i>: Nawaro Bonus: wenn der Strom ausschließlich aus Schwachholz z.B. Waldrest- und Landschaftspflegeholz, Kurzumtriebsplantagenholz erzeugt wird: bis zu 6 Ct., bei Verbrennung von Holz (außer Altholz III + IV) 2,5 Ct. Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus: Bei Strom aus Anlagen, die in Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden. 2 Ct., auch bei Verbrennung von Holz Technologie-Bonus: Wenn in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen noch zusätzlich innovative Technik eingesetzt wird, um den Strom umzuwandeln. 2 Ct., auch bei Verbrennung von Holz <p>Der Vergütungszeitraum beträgt 20 Jahre vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Jährliche Degression: 1,5 %.</p>	<p>Es gilt die Fassung des EEG vom 21. Juli 2004.</p>

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programm- laufzeit
<p>Marktanreizprogrammiv nach der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ vom 25.07.2007, Zuständigkeit für Gesamtprogramm beim BMWI, im Bereich Bioenergie Beteiligung des BMVEL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Privatpersonen • Freiberuflich Tätige • kleine / mittlere Gewerbebetriebe • Kommunen / kommunale Betriebe • Zweckverbände • sonstige Körperschaften d. öffentl. Rechts • Vereine 	<p><i>Investitionskostenzuschüsse</i> für Biomasseverbrennungs- und Biogasanlagen zur Wärme- und Stromgewinnung, Förderquote ca. 20 %, Fördervolumen: 200 Mio € pro Jahr, davon 35 Mio. für Bioenergie Basisförderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scheitholzvergaserkessel, Nennwärmeleistung: 15 - 30 kW mit Leistungs- u. Feuerungsregelung sowie Pufferspeicher (Mindestspeichervolumen: 55 l/kW), Wirkungsgrad mind. 90 % – pauschaler Zuschuss von 1125 €/Anlage • automatisch beschickte Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse, Nennwärmeleistung 8 – 100 kW, Wirkungsgrad mind. 90 %: 1. Holzpelletanlagen (auch Kombinationskessel) – Zuschuss von 36 €/kW installierter Nennwärmeleistung, mind. jedoch 1.500 €/Anlage 2. • Hackschnitzelanlagen – pauschaler Zuschuss von 750 €/Anlage <p>Innovationsförderung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovationsbonus bei Sekundärmaßnahmenvi zur Emissionsminderung und zur Effizienzsteigerung bei automatisch beschickten Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse zur Wärmeerzeugung mit einer installierten Nennwärmeleistung von 8 kW bis 100 kW 48 Euro je kW, wird aber nicht zusätzlich zur Basisförderung gewährt. • Programmteil „Wärme aus erneuerbaren Energien in der Schule und in der Kirche“. Bis zu 2400 € für die Installation automatisch beschickter Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse mit einer installierten Nennwärmeleistung bis 100 kW in Ausbildungsstätten und Kirchen 	<p>Bis 31.12.2007</p>
<p>Richtlinie „Einsatz von biologisch schnell abbaubaren Schmierstoffen und Hydraulikflüssigkeiten auf Basis nachwachsender</p>	<ul style="list-style-type: none"> • private, gewerbliche und kommunale Nutzer, • Körperschaften des öffentlichen 	<p>Der <i>Zuschuss</i> für Maschinen und Anlagen, in denen biogene Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten auf Basis nachwachsender Rohstoffe eingesetzt werden, errechnet sich aus einem produktgruppenabhängigen Pauschalwert und einem maschinenspezifischen Kennwert: Zuwendung = Pauschalwert x Kennwert</p>	<p>Seit 1.1.2007 in Kraft, Anträge können bis spätestens 31.12.2008</p>

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programm- laufzeit
Rohstoffe“ des BMELV im Rahmen des Markteinführungsprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“	und privaten Rechts, sowie Stiftungen.	Der Pauschalwert liegt zwischen 2,40€ und 4,00€ proLiter, der Kennwert zwischen dem einfachen und dem 2,5-fachen des System-/Motorvolumen bzw. der Jahresverbrauchsmenge. Eine Kumulation mit anderen öffentlichen Fördermitteln ist nicht zulässig.	gestellt werden.
Richtlinie „Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“ im Rahmen des Markteinführungsprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“vii	<ul style="list-style-type: none"> • Privatpersonen • Einkaufsgemeinschaften • gewerbliche Unternehmen 	Zuschuss für den Kauf von Dämmstoffen für die Wärme- und Schalldämmung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe, für <ul style="list-style-type: none"> • Produkte der Kategorie 1 der Förderliste Dämmstoffe 35 € je gekauftem m³ Dämmstoff, • Produkte der Kategorie 2 der Förderliste Dämmstoffe 25 € je gekauftem m³ Dämmstoff. Die Förderliste ist unter www.naturdaemmstoffe.info abrufbar.	Seit 1.1.2007 in Kraft, Anträge können bis spätestens 31.12.2007 gestellt werden.
KfW Programm Erneuerbare Energienviii , Gemeinschaftsprogramm des KfW (zinsgünstiges Darlehen) und des BMU (Tilgungszuschüsse)	<ul style="list-style-type: none"> • Privatpersonen, Freiberuflich Tätige, KMU • Land- u. Forstwirte • Kommunen / kommunale Betriebe • Eingetragene Vereine, Zweckverbände, sonstige Körperschaften d. öff. Rechts 	<i>Förderkredit</i> (bis zu 20 Jahre bei höchstens drei tilgungsfreien Anlaufjahren) Förderung von Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse für thermische Nutzung, Bedingung: Einhaltung vorgegebener Emissionsgrenzwerte <ul style="list-style-type: none"> • Biomasseanlagen ab 100 kW, Förderung: Tilgungszuschuss 20 EUR/kW installierter bzw. erweiterter Nennwärmeleistung, max. 50.000 EUR sowie zinsgünstiges Darlehen (max. 5 Mio. EUR) • Wärmenetze, Bed.: Wärmeabsatz von mind. 3 MWh/Jahr u. Meter Trassenlänge; Förderung: Tilgungszuschuss 24 EUR/kW installierter bzw. errichteter Nennwärmeleistung, max. 60.000 EUR sowie zinsgünstiges Darlehen (max. 5 Mio. EUR) 	

Programmname/ Mittelgeber		Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)		Programm- laufzeit
KfW-Programm zur CO2-Gebäude-sanierungix	Antragstellung an die KfW	Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern bzw. Eigentumswohnungen in WEG	<i>Zuschussx</i>	<ul style="list-style-type: none"> energetische Sanierungsmaßnahmen zur Erreichung des Neubau-Niveaus nach EnEV (10% Zuschuss, max. 5.000 €) oder dessen Unterschreitung um 30 % (17% Zuschuss, max. 8.750 €) Voraussetzung: Fertigstellung des Wohngebäudes bis zum 31.12.1983 energetische Sanierungsmaßnahmen aus verschiedenen Maßnahmenpakete (z.B. Erneuerung der Heizungsanlage durch eine Zentralheizung, die ausschließlich mit Biomasse befeuert wird): 5% Zuschuss, bis zu 2.500 EUR je Wohneinheit. Voraussetzung: Fertigstellung des Wohngebäudes bis zum 31.12.1994 	
	Antragstellung an die Hausbank	Alle Träger der Investitionsmaßnahmen an selbstgenutzten oder vermieteten Wohngebäuden	<i>Förderkreditxi</i>	<ul style="list-style-type: none"> energetische Sanierungsmaßnahmen zur Erreichung des Neubau-Niveaus nach EnEV (Bis 50.000 € je Wohneinheit, + 5% Tilgungszuschuss) oder dessen Unterschreitung um 30 % (Bis 50.000 € je Wohneinheit + 12,5% Tilgungszuschuss) energetische Sanierungsmaßnahmen aus verschiedenen Maßnahmenpakete: bis zu 50.000 € je Wohneinheit. Voraussetzung: Fertigstellung des Wohngebäudes bis zum 31.12.1994 <p>Abruffrist 12 Monate nach Darlehenszusage. Verlängerung um 6 Monate möglich</p>	

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programm- laufzeit
KfW Programm Ökologisches Bauenxii	Träger von Investitionsmaßnahmen für selbstgenutzte und vermietete Wohngebäude	<p><i>Förderkredit</i></p> <p>Errichtung, Herstellung oder Ersterwerb von KfW-Energiesparhäusern 40 und Passivhäusern (100% Auszahlung), Energiesparhäusern 60</p> <p>Einbau von Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien (96% Auszahlung), Kraft- Wärme-Kopplung und Nah-/Fernwärme bei Neubauten, z.B.: Biomasseanlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • automatisch beschickte Zentralheizungsanlagen, die ausschließlich mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Hierzu zählen Holzpellets, Holzhackschnittel, Biokraftstoffe, Biogas; Holzvergaser-Zentralheizungen mit Leistungs- und Feuerungsregelung (Wirkungsgrad mindestens 90 %); • Kraft-Wärme-Kopplung-Einzelanlagen zur Wärmeversorgung (z. B. Blockheizkraftwerk oder Brennstoffzelle) <p>Förderhöchstbetrag 50.000 € je Wohneinheit; Laufzeit max. 30 Jahre; davon 1-5 Freijahre (laufzeitabhängig); Zinssatz wird für 10 Jahre festgeschrieben.</p>	
KWK Gesetz^{xiii,xiv}, Antragsbewilligung durch BAFA	Betreiber von KWK-Anlagen, die Strom ins öffentliche Netz einspeisen	<p>Zuschlagszahlung (Bonus) neben dem ausgehandelten Strompreis für Strom, der in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird, sofern er nicht bereits durch das EEG vergütet wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neue Bestandsanlagen ab 1990 in Dauerbetrieb genommen 1,23 Ct./kWh (alte Bestandsanlagen, die bis Ende 1989 in Dauerbetrieb genommen wurden, wurden nur bis 2006 bezuschusst) • Modernisierte Anlagen 1,64 Ct./kWh • Kleine KWK Anlagen (mit einer elektrischen Leistung bis zu 2 MW) 2,25 Ct./kWh • Brennstoffzellenanlagen 5,11 Ct./kWh für einen Zeitraum von zehn Jahren ab Aufnahme des Dauerbetriebs der Anlage. 	Das Gesetz tritt am 31.12.2010 außer Kraft.

Anhang 2: Fördermaßnahmen der Länder

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programmlaufzeit
Technologie und Energie / Programmteil Energievorhaben ^{xv} der Rheinland-pfälzischen Energieagentur	Natürliche u. juristische Personen des privaten und öffentlichen Rechts mit Wohnung, Sitz oder Niederlassung in Rheinland-Pfalz	<p><i>zinsverbilligtes Darlehen</i> für</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktions- und Aufbereitungsanlagen von Biomasse (Holzhackschnitzel, Holzpellets, Ölmühlen etc.) als Energieträger • Auf- und Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen <p>Das Darlehensvolumen kann bis zu 90% der förderfähigen Kosten betragen, max. bis zu 4.000.000 €. Laufzeit des Darlehens zehn Jahre, zwei tilgungsfreie Anlaufjahre</p>	Bis 31.12.2008
Förderrichtlinie „Heizen und Wärmenetze mit regenerativen Energien“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinden, Stadt- und Landkreise, Gemeindeverbände, Zweckverbände • Eigengesellschaften kommunaler Gebietskörperschaften und Landkreise • KMU 	<p><i>Einmaliger Zuschuss</i> für</p> <p>Errichtung von Anlagen zur Gewinnung von Wärme aus regenerativen Energien (ggfs. inkl. der Errichtung von Wärmenetzen):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmepumpen-Anlagen mit einer Leistung > 100 kW • Biomasse-Feuerungsanlagen > 100 kW, in denen Waldholz oder Landschaftspflegeholz verwendet wird; Qualitätsmanagement (QM) Holzheizwerke Voraussetzung <p>Der Zuschuss bemisst sich nach der Höhe der rechnerisch nachzuweisenden Minderung der erzielten CO₂-Minderung: 50 € pro vermiedener Tonne CO₂-Äquivalent, Förderhöhe max. 100.000 €</p> <p>Kumulierungsverbot; Zweckbindungsfrist zehn Jahre</p>	<p>Am 24.09.2007 in Kraft getreten, gültig bis 31.12.2013</p> <p>Zuschüsse können erst bewilligt werden, wenn die anteilige Finanzierung durch EFRE (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) sichergestellt ist.</p>
,Förderung von Biomassekraftwerken' ^{xvi} im Rahmen des Gesamtkonzeptes ,Nachwachsende Rohstoffe in Bayern ' des Bayrischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten	Natürliche und juristische Personen des privaten und öffentlichen Rechts mit Ausnahme des Staates.	<p><i>Zuschuss</i> für Neuinvestitionen zur Errichtung von Biomasseheizkraftwerke zur Verfeuerung fester Biomasse mit einem Jahres-Mindestenergiebedarf von 500 MWh, wobei der Anteil von Biomasse aus Wäldern und Energieholzplantagen mindestens 25% betragen muss.</p> <p>Der Zuschuss beträgt maximal 30% der förderfähigen Kosten bei einem Förderungshöchstbetrag von 150.000,- €. Maximal bis zu 40,- € je MWh Jahres-Energiebedarf und zusätzlich 25,- € je Meter neu errichteter Wärmetrasse.</p>	Antragstellung bis 31.12.2007 möglich

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programmlaufzeit
		Zweckbindungsfrist zwölf Jahre	
„Bio-Rohstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft“ xvii des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Alle öffentlichen und privaten Träger • Energiedienstleister (Kontraktoren) 	<p><i>Zuschüsse für</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomassefeuerungsanlagen: Bei Anlagen bis 100 kW bis zu 24 € / kW Nennleistung. Bei Anlagen ab 101 kW bis zu 30% der förderfähigen Investitionskosten, max. 200.000 € / Anlage. • Biogasanlagen und Biogas-BHKW: Bis zu 30% der förderfähigen Investitionskosten, max. 75.000 € / Anlage inkl. einer kostenfreien Beratung zur wirtschaftlichen Optimierung der Anlage für 4 Jahre. • Nahwärmenetze: 100 € / Trassenmeter und 250 € /angeschlossenes Gebäude, bis max. 100.000 €. 	Richtlinien seit 01.04.2005 in Kraft, gültig bis zur Aktualisierung, ohne Angabe eines Änderungszeitpunkts
„progress.nrw“, Programm für rationelle Energieverwendung, regenerative Energien und Energiesparen xviii des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie Nordrhein-Westfalen	<ul style="list-style-type: none"> • Natürliche und juristische Personen • KMU • Gemeinden und –verbände, die bestimmte Voraussetzungen erfüllen 	<p>Förderung erfolgt je nach Vorhaben als <i>Anteilsfinanzierung oder Festbetragsfinanzierung</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomasse-, Biogas- und Rapsölanlagen (bis zu einer elektrischen Leistung von 250 kW): Höhe des Zuschusses bis zu 15% bei maximal 50.000,- €. • Anlagen des Wärmeabnehmers im Zshg mit Nah- und Fernwärme • Anlagen zur Auskopplung und Verteilung von Fernwärme in neue Versorgungsgebiete auf der Basis von KWK, industrieller Abwärme, thermischer Verwertung von Abfällen und regenerativen Energien • besondere Anlagen mit erhöhtem Innovationsgrad oder außerordentlichem Multiplikatoreneffekt: Höhe des Zuschusses bis zu 40% 	Bis 31.12.2010
Klimaschutzprogramm "Bioenergie" xix der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg	<ul style="list-style-type: none"> • Handwerksbetriebe, mit fachlicher Qualifikation in der Installation von Biomasseanlagen • Grundeigentümer in Hamburg oder dinglich Verfügungsberechtigte 	<p><i>Zuschuss für</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • vollautomatische Holzpellets-Heizanlagen mit einer Nennwärmeleistung bis 100 kW. • Biomasse-Verbrennungsanlagen, u.a. Holzpellets-Heizanlagen mit einer Nennwärmeleistung über 100 kW • Holzhackschnitzelfeuerungen und Verbrennungsanlagen mit anderen biogenen Brennstoffen als Energieträger. <p>Zuschuss 90,- EUR je kW für Anlagen bis 500 kW Nennwärmeleistung,</p>	Förderungsgrundsätze seit 01.09.2006 in Kraft

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programmlaufzeit
Förderung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien (REN-Programm) des Landes Brandenburg	<ul style="list-style-type: none"> • juristische Personen des öffentlichen Rechts mit Ausnahme des Bundes • kleine und mittlere Unternehmen (KMU) • im Einzelfall natürliche Personen, Vereine, Verbände 	<p>Bei größeren Anlagen wird die Höhe des Zuschusses im Einzelfall festgelegt, max. 100.000,- EUR.</p> <p><i>Anteilsfinanzierung: Zuschuss/Zuweisung in % der zuwendungsfähigen Ausgaben für</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlagen zur Gewinnung von Biogas: bis zu 25 %, Anlagen zur Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Versorgungsnetze: bis zu 35 % • KWK-Anlagen: bis zu 25 % bei Erreichen eines jahresgemittelten Brennstoffnutzungsgrades von 70 % • Anlagen zur ausschließlichen thermischen Nutzung: bis zu 25 %; Anlagen der Nahwärmeversorgung mit vorgeschaltetem Wärmeerzeuger auf Basis von Biomasse: bis zu 30 %. Die notwendige Anlagengröße ist durch eine Wärmebedarfs-rechnung nachzuweisen. <p>Förderhöchstgrenze 500.000€ je Einzelanlage</p> <p>Kumulierungsverbot mit anderen Mitteln des Landes Brandenburg, Kumulierung mit Mitteln des Bundes nur, sofern nicht im Rahmen des Programms „Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ des BMU förderfähig.</p>	<p>Richtlinie vom 18. Juli 2007, gültig bis zum 31.12.2009. Beihilfen für KMU dürfen nur bis zum 30.06.2008 gewährt werden.</p>

Anhang 3: Fördermaßnahmen auf Europäischer Ebene

Programmname/ Mittelgeber	Antragsberechtigte	Art und Umfang (Stand November 2007)	Programmlaufzeit
EFRE , der Europäische Fonds für regionale Entwicklung xx	Kommunale Behörden, Verbände, Unternehmen usw.	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastrukturen, insbesondere im Zusammenhang mit Forschung und Innovation, Telekommunikation, Umwelt, Energie und Transport • Förderung von Projekten für die Modernisierung und Diversifizierung der Wirtschaftsstruktur sowie die Erhaltung oder die Schaffung dauerhafter Arbeitsplätze u.a. in den Bereichen • Energie; Umwelt, Forschung und technologische Entwicklung, Innovation und Unternehmergeist 	2007-2013
GAP , Gemeinsame Agrarpolitik. Dieses Programm enthält Agrarumweltmaßnahmen in Form von Direktzahlungen. xxi	Erzeuger von Energiepflanzen	<p>Beihilfe für Energiepflanzen (Teil IV Kap.V), die zusätzlich zur Betriebsprämie gewährt wird. 45 EUR/ha Anbaufläche pro Jahr für Energiepflanzen, die zur Erzeugung von</p> <ul style="list-style-type: none"> • als Biokraftstoffe eingestuftem Produkten (Artikel 2 Nummer 2 der Richtlinie 2003/30/EG) • aus Biomasse gewonnener elektrischer und thermischer Energie verwendet wird. <p>Die Beihilfe wird im Rahmen einer Garantiehöchstfläche von 2 000 000 Hektar gewährt.</p>	2007-2013

<p>Intelligente Energie Europaxxii</p> <p>Ein spezifisches Programm (Kapitel III) des <small>Rahmenprogramms</small> für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (CIP)</p>	SAVE	<p>Juristische Personen des öffentlichen oder privaten Rechts, z.B. Unternehmen, Kommunen, Hochschulen für Projekte zur Werbung und Informationsverbreitung (Marktumsatzprogramme sind erst ab 2008 relevant) oder Finanzhilfen für bestimmte Zielgruppen, z.B. Einrichtung neuer lokaler und regionaler Energiemanagement-Agenturen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Energieeffizienz und Förderung der rationellen Nutzung von Energie, insbesondere im Bauwesen und in der Industrie 	<p>Förderquote: max. 75%</p> <p>Fördermittel: 730 Mio. Euro (2007-2013); davon sind 52 Mio. Euro 2007 im aktuellen Call enthalten.</p>	<p>2007-2013, Anträge konnten bis zum 28.09.2007 gestellt werden</p>
	ALTENER		<ul style="list-style-type: none"> • Förderung neuer und erneuerbarer Energiequellen für die Erzeugung von Strom und Wärme sowie Diversifizierung der Energieversorgung • Integration neuer und erneuerbarer Energiequellen in das lokale Umfeld und in Energiesysteme 		
	STEER		<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von Initiativen zu allen energiespezifischen Aspekten des Verkehrswesens und zur Diversifizierung der Kraftstoffe • Förderung von Kraftstoffen aus erneuerbaren Quellen und der Energieeffizienz im Verkehrswesen 		

Anhang 4: Vergleichende Darstellung der Entwicklung von Mengen (in Tonnen), globalen Flächenerfordernissen (in Hektar) und Energie (in TJ) durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (außer Holz) in Deutschland 2004 bis 2006 und in den BAU Szenarien I und II 2010 und 2020.

Nachwachsende Rohstoffe in Deutschland															
BAU I															
	Globale Flächenbelegung in Hektar					Mengen in Tonnen					Energie in TJ				
	2004	2005	2006	2010	2020	2004	2005	2006	2010	2020	2004	2005	2006	2010	2020
Biokraftstoffe															
Biodiesel	870.776	1.322.647	2.050.422	2.648.510	5.489.042	1.185.000	1.800.000	2.791.363	3.875.994	4.997.282	44.214	67.161	104.150	144.620	186.457
Pflanzenöl als Direktkraftstoff	95.540	144.046	521.924	710.836	791.244	130.000	196.000	710.172	1.039.762	1.330.984	4.887	7.368	26.695	39.085	50.032
Bioethanol	39.154	112.011	237.899	683.472	675.618	79.000	226.000	480.000	1.468.650	1.876.473	2.116	6.055	12.859	39.346	50.271
BTL				4.860	149.533					15.000				656	43.738
Biogas als Kraftstoff				659	2.050					2.439				1.104	3.947
Bio-Wasserstoff															
Insgesamt	1.005.470	1.578.704	2.810.246	4.048.337	7.107.488	1.394.000	2.222.000	3.981.534	6.401.844	9.213.459	51.218	80.583	143.705	224.810	334.446
Strom/Wärme/KWK															
Pflanzenöl zur Verstromung	14.677	20.173	45.040	282.652	280.309	19.961	28.230	102.402	819.781	877.828	865	1.060	3.849	30.816	32.998
Biogas zur Verstromung	27.000	166.815	295.000	569.302	917.290	33.133	204.709	362.013	751.024	1.391.603	1.500	9.268	16.389	34.000	63.000
Insgesamt	41.677	186.988	340.040	851.954	1.197.599	53.094	232.940	464.415	1.570.805	2.269.431	2.365	10.328	20.238	64.816	95.998
Öle und Fette stoffliche Nutzung															
Pflanzliche Öle und Fette stofflich	449.793	457.291	468.880	491.633	544.219	840.000	861.000	883.628	974.142	1.187.474					
Schmier- und Hilfsstoffe (Nawaro)	5.882	6.176	6.421	7.333	10.387	20.000	21.000	22.160	26.802	43.657					
Insgesamt	455.675	463.468	475.301	498.966	554.606	860.000	882.000	905.789	1.000.944	1.231.132					
Stärke und Zucker stoffliche Nutzung															
Stärke stofflich	187.872	213.311	214.015	217.462	206.185	640.000	700.000	714.000	772.856	853.714					
Zucker stofflich	24.389	30.614	33.283	45.864	64.964	240.000	295.000	324.500	475.100	773.889					
Insgesamt	212.262	243.925	247.298	263.327	271.148	880.000	995.000	1.038.500	1.247.956	1.627.602					
Naturfasern stoffliche Nutzung															
Flachs und Hanf	21.651	24.528	27.405	38.913	91.768	31.210	35.446	39.683	56.628	134.092					
Andere Naturfasern															
Insgesamt	21.651	24.528	27.405	38.913	91.768	31.210	35.446	39.683	56.628	134.092					
Arznei- und Färbepflanzen stoffliche Nutzung															
Arzneipflanzen	12.202	16.640	17.877	22.824	54.032	22.000	30.000	32.230	41.149	97.415					
Färbepflanzen	40	40	41	46	59	16	16	17	19	24					
Insgesamt	12.242	16.680	17.918	22.870	54.091	22.016	30.016	32.246	41.168	97.439					
Insgesamt: alle Nawaro	1.748.978	2.514.292	3.918.207	5.724.367	9.276.702	3.240.320	4.397.402	6.462.167	10.319.346	14.573.155	53.582	90.911	163.943	289.626	430.444
darunter: energetische Nutzung	1.047.148	1.765.692	3.150.285	4.900.292	8.305.088	1.447.094	2.454.940	4.445.949	7.972.649	11.482.890	53.582	90.911	163.943	289.626	430.444
darunter: stoffliche Nutzung	701.830	748.600	767.922	824.076	971.614	1.793.226	1.942.462	2.016.218	2.346.697	3.090.265					
darunter: stoffliche Nutzung in % von Gesamt	40%	30%	20%	14%	10%	55%	44%	31%	23%	21%					

Nachwachsende Rohstoffe in Deutschland															
BAU II															
	Globale Flächenbelegung in Hektar					Mengen in Tonnen					Energie in TJ				
	2004	2005	2006	2010	2020	2004	2005	2006	2010	2020	2004	2005	2006	2010	2020
Biokraftstoffe															
Biodiesel	870.776	1.322.647	2.050.422	3.164.454	5.642.501	1.185.000	1.800.000	2.791.363	4.631.058	6.528.681	44.214	67.161	104.150	172.793	243.696
Pflanzenöl als Direktkraftstoff	95.540	144.046	521.924	755.191	1.274.748	130.000	196.000	710.172	1.104.642	2.144.305	4.887	7.368	26.695	41.524	80.605
Bioethanol	39.154	112.011	237.899	816.061	916.257	79.000	226.000	480.000	2.133.000	3.263.071	2.116	6.055	12.859	57.144	87.419
BtL				4.860	224.300				15.000	1.500.000				656	65.608
Biogas als Kraftstoff				690	3.674				2.551	15.626				1.155	7.074
Bio-Wasserstoff															
Insgesamt	1.005.470	1.578.704	2.810.246	4.741.256	8.061.480	1.394.000	2.222.000	3.981.534	7.886.251	13.451.683	51.218	80.583	143.705	273.271	484.301
Strom/Wärme/KWK															
Pflanzenöle zur Verstromung	14.677	20.173	45.040	289.290	345.841	19.961	28.230	102.402	844.757	1.161.376	865	1.060	3.849	31.755	43.656
Biogas zur Verstromung	27.000	166.815	295.000	569.302	917.290	33.133	204.709	362.013	751.024	1.391.603	1.500	9.268	16.389	34.000	63.000
Insgesamt	41.677	186.988	340.040	858.592	1.263.131	53.094	232.940	464.415	1.595.780	2.552.979	2.365	10.328	20.238	65.755	106.656
Öle und Fette stoffliche Nutzung															
Pflanzliche Öle und Fette stofflich	449.793	457.291	478.597	534.672	589.840	840.000	861.000	912.653	1.120.264	1.365.595					
Schmier- und Hilfsstoffe (Nawaro)	5.882	6.176	6.654	8.433	11.945	20.000	21.000	22.964	30.822	50.206					
Insgesamt	455.675	463.468	485.252	543.105	601.784	860.000	882.000	935.617	1.151.086	1.415.801					
Stärke und Zucker stoffliche Nutzung															
Stärke stofflich	187.872	213.311	216.114	228.333	216.492	640.000	700.000	720.999	811.491	896.391					
Zucker stofflich	24.389	30.614	34.796	57.280	81.133	240.000	295.000	339.250	593.350	966.505					
Insgesamt	212.262	243.925	250.909	285.613	297.625	880.000	995.000	1.060.249	1.404.842	1.862.896					
Naturfasern stoffliche Nutzung															
Flachs und Hanf	21.651	24.528	28.572	44.750	105.534	31.210	35.446	41.382	65.123	154.206					
Andere Naturfasern															
Insgesamt	21.651	24.528	28.572	44.750	105.534	31.210	35.446	41.382	65.123	154.206					
Arznei- und Färbepflanzen stoffliche Nutzung															
Arzneipflanzen	12.202	16.640	18.561	26.247	62.137	22.000	30.000	33.464	47.321	112.027					
Färbepflanzen	40	40	43	53	68	16	16	17	21	27					
Insgesamt	12.242	16.680	18.604	26.301	62.205	22.016	30.016	33.481	47.343	112.054					
Insgesamt: alle Nawaro	1.748.978	2.514.292	3.933.622	6.499.616	10.391.759	3.240.320	4.397.402	6.516.879	12.150.424	19.549.620	53.582	90.911	163.943	339.026	590.958
darunter: energetische Nutzung	1.047.148	1.765.692	3.150.285	5.599.848	9.324.611	1.447.094	2.454.940	4.445.949	9.482.031	16.004.662	53.582	90.911	163.943	339.026	590.958
darunter: stoffliche Nutzung	701.830	748.600	783.337	899.768	1.067.148	1.793.226	1.942.462	2.070.930	2.668.393	3.544.959					
darunter: stoffliche Nutzung in % von Gesamt	40%	30%	20%	14%	10%	55%	44%	32%	22%	18%					

Anmerkung: Die Angaben zur globalen Flächenbelegung beziehen sich naturgemäß nur auf Anbaubiomasse zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, ebenso die Mengen. Dagegen beinhalten die Energiewerte den gesamten Einsatz von Nawaro, also auch den nicht primär auf Anbaubiomasse beruhenden Beitrag. Dies ist nur in den Fällen relevant, wo Rest- und Abfallstoffe zum Einsatz kommen, konkret bei BtL und Biogas als Kraftstoff und zur Verstromung.

Quellen Bundesförderung:

Allgemeine Quellen:

BINE Informationsdienst des Fachinformationszentrums (FIZ) Karlsruhe: <http://www.energiefoerderung.de>

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: www.bafa.de

Deutsche Umwelthilfe: www.duh.de

Förderdatenbank des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: www.foerdatenbank.de

KfW Förderbank: www.kfw-foerderbank.de

Spezifische Quellen:

i BGBl I 2004, 1918: Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, 21. Juli 2004, insb. § 8 Vergütung für Strom aus Biomasse

ii http://www.energiefoerderung.info/bund/eeg/inh_eeg.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

iii <http://www.duh.de/1545.html> (letzter Zugriff: 06.11.2007)

iv <http://www.energiefoerderung.info/>, http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html (letzter Zugriff: 06.11.2007)

v I.A. Rid, Dr. Urban: „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 12. Januar 2007

vi http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/vorschriften/energie_ee_ausfuehrungsbestimmungen_20070402.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

vii <http://www.naturdaemmstoffe.info/cms35/fileadmin/daemm/pdf/07-04-16%20RL-Dammstoffe.pdf> (letzter Zugriff: 06.11.2007)

viii http://www.kfw-foerderbank.de/DE_Home/Service/KfW-Formul26/142501_Erneuerbare_Energien_128_2007_07.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

ix http://www.kfw-foerderbank.de/DE_Home/KfW_Foerderbank/Aktuellesa62/CO2-Gebaeudesanierungsprogramm_erweitert.jsp (letzter Zugriff: 06.11.2007)

x http://www.kfw-foerderbank.de/DE_Home/Service/KfW-Formul26/140191_M_CO2-Gebaeudesanierung_430_Zuschuss_2007_01_04.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xi http://www.kfw-foerderbank.de/DE_Home/Service/KfW-Formul26/142661_M_CO2-Gebaeudesanierung_130_Kredit_2007_01_04.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xii <http://www.energiefoerderung.info/>, http://www.kfw-foerderbank.de/DE_Home/Service/KfW-Formul26/141621_M_Oekologisch_Bauen_144_145_2007_01_04.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xiii http://www.asue.de/veroff/bhkw/image/kwk_gesetz.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xiv http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/kwkg_2002/gesamt.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

Quellen Landesförderung

xv *Rheinland-Pfalz*: <http://www.duh.de/1473.html> (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xvi *Bayern*: http://www.tfz.bayern.de/foerderung/15925/mb_frc_merkblatt3767.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xvii *Hessen*: <http://www.hessenenergie.de/Foerderung/Foer-Bund/hE-InfolyerFoerderung2007-02-13.pdf> (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xviii *Nordrhein-Westfalen*: http://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/dieBezirksregierung/aufbau/abteilungen/abteilung8/dez85_neu/formulare_und_regelwerke/formulare/markteinfuehrung/progres-richtlinie_2007.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

xix *Hamburg*: http://arbeitundklimaschutz.de/we_03_foerderung/we_03_foerderhh_technik.php (letzter Zugriff: 06.11.2007)

Quellen EU Förderung

xx <http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l60015.htm> (letzter Zugriff 09.11.2007)

xxi http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/infosheets/energy_de.pdf (letzter Zugriff 09.11.2007)
Verordnung (EG) Nr. 1290/2005 des Rates vom 21. Juni 2005 über die Finanzierung der Gemeinsamen Agrarpolitik

xxii http://www.ib-sh.de/fileadmin/ibank/EU/EU-Ausschreibungen/Kurzinfo_Intelligente_Energie_Europa.pdf (letzter Zugriff: 06.11.2007)

Anmerkung: Die Angaben zur globalen Flächenbelegung beziehen sich naturgemäß nur auf Anbaubiomasse zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, ebenso die Mengen. Dagegen beinhalten die Energiewerte den gesamten Einsatz von Nawaro, also auch den nicht primär auf Anbaubiomasse beruhenden Beitrag. Dies ist nur in den Fällen relevant, wo Rest- und Abfallstoffe zum Einsatz kommen, konkret bei BtL und Biogas als Kraftstoff und zur Verstromung.