Deutsches BiomasseForschungsZentrum

gemeinnützige GmbH





Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung

Kurztitel: Biomassekonkurrenzen

(FKZ: 0327635)

1. Zwischenbericht

Februar 2009

Teilbericht 1

Rahmenbedingungen, Biomassenutzung und Konkurrenzfelder der unterschiedlichen Bioenergiemärkte

Daniela Thrän Matthias Edel Thilo Seidenberger



Teilbericht 2

Bioenergie und Naturschutz, Ergebnisse der Expertenworkshops

Silke Gesemann Michael Rohde



-DBFZ

Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktor-

sicherheit

Referat KI III 2

11055 Berlin

Projektträger Jülich (PtJ),

Geschäftsbereich EEN

52425 Jülich

Zuwendungsnehmer: Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ)

Bereich Bioenergiesysteme

Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig

weitere Bearbeitung: Institut für Umweltplanung (IUP)

Abteilung Landschaftspflege und Naturschutz

Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Daniela Thrän

2: 03 41 / 24 34 - 435

daniela.thraen@dbfz.de

Prof. Dr. Michael Rode, IUP

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNISII			
ABBILDUI	NGSVERZEICHNIS	VI	
TABELLE	NVERZEICHNIS	X	
ABKÜRZU	NGSVERZEICHNIS	XII	
1	Einleitung	1	
2	Hintergrund und Methode	3	
2.1	Konkurrenzfelder im Bioenergiesystem	3	
2.1.1	Anbauflächen		
2.1.2	Biomassen		
2.1.3	Bioenergieträger		
2.2	Methodisches Vorgehen		
2.2.1	Konkurrenzfelder		
2.2.2	Basis-Szenario		
3	Rahmenbedinungen und Politikfelder	10	
3.1	Ausgangssituation	10	
3.2	Politikfelder	11	
3.2.1	Klimaschutzvereinbarungen		
3.2.2	Biodiversitätskonvention		
3.2.3	Handelsvereinbarungen		
3.2.4	Europäische Energiepolitik		
3.2.5	Deutsche Energiepolitik		
3.2.6	Energiepolitik ausgewählter außereuropäischer Länder		
3.2.7	Europäische Agrarpolitik		
3.2.8	Weitere Politikfelder		
3.2.9	Schlussfolgerungen für die Bioenergienutzung und Energiepflanzenprodu		
		33	
3.3	Ziele und Instrumente	35	
3.3.1	Ausbauziele erneuerbare Energien gesamt	35	
3.3.2	Ausbauziele für erneuerbaren Strom		
3.3.3	Ausbauziele für Biokraftstoffe	40	
3.3.4	Förderinstrumente	41	
3.3.5	Anwendung von Förderinstrumenten	43	
3.4	Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Deutschland, der EU und		
außereur	opäischen Ländern	47	
3.5	Biomassepotenziale und Nutzungsstand	49	
3.5.1	Gobale Biomassepotenziale	49	
3.5.2	Biomassepotenziale und Nutzungsstand in Europa	53	
3.5.3	Biomassepotenziale und Nutzungsstand in Deutschland		

3.6	Zusammenfassung	56
4	Biomasse im Strommarkt	57
4.1	Rahmenbedingungen	57
4.1.1	Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)	
4.1.2	Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV)	
4.2	Nutzungsstand und Perspektiven	60
4.2.1	Feste Biomasse	60
4.2.2	Gasförmige Biomasse	61
4.2.3	Flüssige Biomasse	63
4.2.4	Zusammenfassung Nutzungsstand	65
4.3	Einflussfaktoren	67
4.3.1	Biomassepreise	
4.3.2	Verfügbarkeit innovativer Technologien	70
4.4	Basis-Szenario Strommarkt	70
4.4.1	Feste Biomasse	
4.4.2	Gasförmige Biomasse	72
4.4.3	Flüssige Biomasse	
4.4.4	Zusammenfassung Basis-Szenario	74
5	Biomasse im Kraftstoffmarkt	75
5.1	Rahmenbedingungen von Biokraftstoffen	75
5.1.1	Biokraftstoffquoten und -ziele	75
5.1.2	Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (BioNachV)	
5.1.3	Selbstverpflichtung der Gaswirtschaft	76
5.2	Nutzungsstand und Perspektiven von Biokraftstoffen	76
5.2.1	Kraftstoffverbrauch und Entwicklung	
5.2.2	Produktionskapazitäten von Biokraftstoffen	
5.2.3	Produktion von Biokraftstoffen	
5.2.4	Verbrauch von Biokraftstoffen	
5.2.5	Zusammenfassung Nutzungsstand Biokraftstoffe	
5.3	Einflussfaktoren auf die Biokraftstoffproduktion	84
5.3.1	Biomassepreise	
5.3.2	Verfügbarkeit von Biokraftstoffen der zweiten Generation	
5.4	Basis-Szenario Kraftstoffmarkt	86
6	Biomasse im Wärmemarkt	90
6.1	Rahmenbedingungen	90
6.1.1	Wärmebedarf – aktuelle Situation und Entwicklung	90
6.1.2	Wärmebereitstellung – aktuelle Situation und Entwicklungen	
6.1.3	Rahmenbedingungen für den Einsatz von Biomasse	94
6.2	Einflussfaktoren	
6.2.1	Rohstoffpreise	98
6.3	Nutzungsstand und Perspektiven	100
6.3.1	Exkurs Scheitholzfeuerungen	

	6.3.2	Pelletfeuerungen	. 106
	6.3.3	Hackschnitzelfeuerungen	
	6.3.4	Wärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung	
	6.3.5	Zusammenfassung Nutzungsstand Wärmemarkt	. 108
Ć	6.4	Szenarien Wärmemarkt	108
	6.4.1	Szenarien zur Scheitholznutzung	. 108
	6.4.2	Basis-Szenario Wärme	. 116
7		Märkte und Konkurrenzfelder	. 119
7	7.1	Holzmarkt	119
	7.1.1	Charakterisierung der verwendeten Rohstoffe	
	7.1.2	Inländische Verfügbarkeit von Holz	
	7.1.3	Nutzungsstand und Perspektiven	. 124
	7.1.4	Basis-Szenario Holzmarkt	. 129
	7.1.5	Einflussmöglichkeiten	. 131
7	7.2	Agrarprodukte	133
	7.2.1	Inländische Verfügbarkeit von Agrarprodukten	
	7.2.2	Stoffliche Nutzung	
	7.2.3	Nutzungsstand	
	7.2.4	Basis-Szenario Agrarprodukte	
	7.2.5	Einflussmöglichkeiten	. 137
7	7.3	Flächen	141
	7.3.1	Verfügbarkeit Inland	
	7.3.2	Stoffliche Nutzung	. 142
	7.3.3	Nutzungsstand	. 143
	7.3.4	Basis-Szenario Flächen 2020	. 143
	7.3.5	Einflussmöglichkeiten	. 146
7	7.4	Zusammenfassung Basis-Szenario 2020	147
7	7.5	Energieträger	150
	7.5.1	Preisobergrenze Holzbrennstoffe	. 150
	7.5.2	Preisobergrenze Agrarprodukte	. 151
7	7.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	153
8		Räumliche Dimensionen der Biomasseproduktion	. 154
9		Bioenergie und Naturschutz	. 159
9	0.1	Natur- und umweltschutzfachlich relevante Regelungen und Instrumente im	ı
E	Biomassea	nbau	
	9.1.1	Regelungen im Bereich der Landwirtschaft	
	9.1.2	Regelungen im Bereich der Forstwirtschaft	. 167
9	0.2	Konkurrenzen und Synergien zwischen der Bioenergieerzeugung und dem	
1	<i>Vaturschut</i>	, ,	
	9.2.1	Neue und alte Konkurrenzen und Synergien.	. 169
	9.2.2	Zukünftige Konkurrenzen und Synergien	
	9.2.3	Lösungsstrategien zur Minimierung der Konkurrenzen.	. 199

II. Inh	altsverzeichnis	DBFZ V
9.3	Weiteres Vorgehen	221
Literatur-	und Referenzverzeichnis	222
Anhang		249



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Ebenen der energetischen Biomassenutzung	3
Abbildung 2:	Methode zur Darstellung der Konkurrenzfelder.	7
Abbildung 3:	Methode – Preisobergrenze für Biomasse in Abhängigkeit der Rohölpreise	8
Abbildung 4:	Nutzung erneuerbarer Energien weltweit im Jahr 2006	.10
Abbildung 5:	Einfluss internationaler, europäischer und nationaler Politiken auf die Bioenergie- und Energiepflanzenproduktion	.35
Abbildung 6:	Zielwerte und Anteile erneuerbarer Energie in den EU-Mitgliedsstaaten	.36
Abbildung 7:	Biokraftstoffanteil der EU-Staaten 2006	.40
Abbildung 8:	Biokraftstoffziele im internationalen Vergleich	.41
Abbildung 9:	Weltweite Biomassepotenziale bis zum Jahr 2100 (17 Studien im Vergleich)	.49
Abbildung 10:	Wesentliche Einflussfaktoren auf die Flächenverfügbarkeit zur Biomasseproduktion (schematische Darstellung)	.50
Abbildung 11	Energiepflanzenpotenziale im BAU-Szenario	.51
Abbildung 12	Energiepflanzenpotenziale im EAH-Szenario "environment and health"	.52
Abbildung 13:	Weltweite Energiepflanzenpotenziale im BAU- und EUH-Szenario	.53
Abbildung 14:	Erwartetes Biomassepotenzial der EU27 (2010 – 2020 – 2030)	.55
Abbildung 15	Biomassepotenziale und Nutzungsstand in Europa	.55
Abbildung 16	Potenziale und Nutzungsstand für Deutschland (Potenziale hier angegeben als Spanne bei 2 bis 2,8 Mio. ha Ackerfläche	.56
Abbildung 17:	Entwicklung des Bestandes an Biomasse(Heiz)Kraftwerken in Deutschland	.61
Abbildung 18:	Entwicklung der Biogasanlagenzahl und –leistung	.62
Abbildung 19:	Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen	.63
Abbildung 20:	Entwicklung des Anlagenbestandes Pflanzenöl betriebener BHKW	.64
Abbildung 21:	Biomasseeinsatz in Pflanzenöl-BHKW 2007	.65
Abbildung 22:	Preisobergrenzen für Biomasse im Strommarkt 2005 – 2008 bei einem Rohölpreis von 80\$/Barrel	.67

Abbildung 23:	Preisentwicklung für Altholz der Kategorien A I und A IV	69
Abbildung 24:	Entwicklung von Pflanzenölpreisen	69
Abbildung 25:	Prognose zur Entwicklung der Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke bis 2020	71
Abbildung 26:	Prognose der Biogasanlagenleistung und der Anbaufläche für Biogassubstrate bis 2020 unter der Berücksichtigung der anstehenden Novellierung des EEG im Jahr 2009	73
Abbildung 27:	Prognose zur Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs in Deutschland bis 2020	77
Abbildung 28:	Vorhandene und in Planung/Bau befindliche Kapazitäten zur Biodiesel und Bioethanolproduktion (Stand 10/2007)	78
Abbildung 29:	Biodiesel-und Pflanzenölproduktion sowie –verbrauch aus heimischen Rohstoffen und Importen	80
Abbildung 30:	Kraftstoffverbrauch 2007 in PJ	81
Abbildung 31:	Entwicklung des Biokraftstoffverbrauchs	82
Abbildung 32:	Preisobergrenzen für Biomasse im Kraftstoffmarkt zwischen 2005 – 2008 bei einem Rohölpreis von 80\$/Barrel	83
Abbildung 33:	Preisentwicklung von Rohstoffen zur Biokraftstoffproduktion	84
Abbildung 34:	Entwicklung der Produktionskapazitäten von Fischer-Tropsch- Kraftstoffen in Europa	85
Abbildung 35:	Basis-Szenario im Kraftstoffmarkt	88
Abbildung 36:	Struktur des Endenergieverbrauch 2006	90
Abbildung 37:	Szenarien zur Entwicklung des Wärmebedarfs in privaten Haushalten	91
Abbildung 38:	Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern 2007	92
Abbildung 39:	Szenarien zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Wärmemarkt auf Basis erneuerbarer Energieträger und Biomasse	93
Abbildung 40:	Entwicklung des Stamm- und Industrieholzpreises im Vergleich zum Weizen- und Rohölpreis	98
Abbildung 41:	Preisentwicklung verschiedener Brennstoffe 2003-2007	99
Abbildung 42:	Anzahl von Festbrennstoffgeräten in privaten Haushalten aus verschiedenen Studien	01
Abbildung 43:	Absatz an Einzelfeuerstätten – Hochrechnung des HKI 1	02

Abbildung 44:	Anzahl der Scheitholzfeuerungen
Abbildung 45:	Entwicklung der Wirkungsgrade an Kaminöfen
Abbildung 46:	Entwicklung der Anzahl und des Biomasseeinsatzes von Scheitholzfeuerungen
Abbildung 47:	Entwicklung der Anlagenzahl und des Endenergieverbrauchs von Pelletfeuerungen
Abbildung 48:	Entwicklung der Anlagenzahl und des Endenergieverbrauchs von Hackschnitzelfeuerungen zur Wärmebereitstellung
Abbildung 49:	Korrelation zwischen Scheitholzmengen und Rohöl- sowie Heizölpreis 2000-2007
Abbildung 50:	Korrelation zwischen Scheitholzpreisen und Rohöl- sowie Heizölpreis 2003-2007
Abbildung 51:	Entwicklung und Prognosen/Szenarien für den nominalen Rohölpreis111
Abbildung 52:	Entwicklung der Scheitholzmengen in Abhängigkeit des Rohölpreises bis zum Jahr 2020
Abbildung 53:	Szenarien zur Entwicklung der Anlagenzahl je Wohnung bis zum Jahr 2020
Abbildung 54:	Szenarien des Scheitholzverbrauchs bei einem Anteil von EE im Wärmemarkt von 14 % bzw. 10 % Bioenergie bis zum Jahr 2020115
Abbildung 55:	Vergleich der Szenarien zur Entwicklung des Scheitholzverbrauches bis zum Jahr 2020
Abbildung 56:	Basis-Szenario Wärme
Abbildung 57:	Einschlag und Waldholzaufkommen 1996 – 2007
Abbildung 58:	Entwicklung des Holzaufkommens 2002, 2005 und 2007122
Abbildung 59:	Biomasse- und Rohholzpotential des WEHAM-Basisszenarios und WEHAM-Szenarios F
Abbildung 60:	Entwicklung der stofflichen Nutzung von Holz 2002, 2005 und 2007 124
Abbildung 61:	Pelletproduktion und Anlagenzahl
Abbildung 62:	Wald-/Holznutzung zwischen 2002 und 2007
Abbildung 63:	Zusammenfassung Holzaufkommen und –bedarf bis zum Jahr 2020130
Abbildung 64	Entwicklung der Anbaufläche für Agrarprodukte

Abbildung 65:	Entwicklung der Erntemengen	.134
Abbildung 66:	Anteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen	.141
Abbildung 67:	Anbaufläche Feldfrüchte und Grünland	.142
Abbildung 68:	Flächenbedarf Basis-Szenario 2020	.145
Abbildung 69:	Zusammenfassung der Basis-Szenarien 2020	.149
Abbildung 70:	Preisobergrenze für Holz verschiedener Bioenergiepfade in Abhängigkeit des Rohölpreises	.151
Abbildung 71:	Preisobergrenze für Körner und Saaten in Abhängigkeit der Rohölpreise	.152
Abbildung 72:	Preisobergrenze für Ganzpflanzen in Abhängigkeit der Rohölpreise	.152
Abbildung 73:	Anbaufläche von Silomais im Zeitraum 1995-2008.	.156
Abbildung 74:	Biogasanlagen mit potenziellen Produktionsflächen im Landkreis Hildesheim.	.158

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Ackerflächenbedarf in Deutschland, der EU und weltweit	11
Tabelle 2:	Anteile an erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch (EEV) der EU-Mitgliedsstaaten nach dem Vorschlag für die "Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen"	21
Tabelle 3:	Politikbereiche, Zielstellungen und deren Bedeutung in den betrachteten Ländern	34
Tabelle 4:	Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch (PEV) in 2006 und Zielvorgaben von EU-Mitgliedsstaaten	
Tabelle 5:	Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch (PEV) in 2006 und Zielvorgaben für erneuerbare Energien in der EU und ausgewählten außereuropäischen Ländern	
Tabelle 6:	Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung am Bruttostromverbrauch in 2006 und Zielvorgaben für Strom in EU-27 ausgewählten außereuropäischen Ländern	39
Tabelle 7:	Förderpolitiken für erneuerbaren Strom	46
Tabelle 8:	Vergütungsregelung für die Stromerzeugung in Biomasseanlagen nach dem EEG 2009.	
Tabelle 9:	Nutzungsstand der Stromerzeugung aus Biomasse	66
Tabelle 10:	Entwicklung der Substratpreise für Biogasanlagen (Befragung IE)	68
Tabelle 11:	Basis-Szenario Stromerzeugung aus Biomasse im Jahr 2020	74
Tabelle 12:	Biokraftstoffquoten und –ziele	75
Tabelle 13:	Nutzungsstand Biokraftstoffe 2007	83
Tabelle 14:	Basis-Szenario Kraftstoffmarkt im Jahr 2020	89
Tabelle 15:	Grenzwerte nach aktueller und zukünftiger Fassung der 1. BImSchV	97
Tabelle 16:	Zusammenfassung Nutzungsstand im Wärmemarkt	108
Tabelle 17:	Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Scheitholznachfrage	112
Tabelle 18:	Zusammenfassung Basis-Szenario Wärme	118
Tabelle 19:	Aufkommen und Verwendung von Holzrohstoffen 2002	125
Tabelle 20:	Wald-/Holzeinsatz in Scheitholzfeuerungen	126

Tabelle 21:	Wald-/Holzanteil bei Pellets 127
Tabelle 22:	Wald-/Hackschnitzeleinsatz in Holzheizungen und Heizwerken127
Tabelle 23:	Entwicklung Wald-/Holzeinsatz in Biomasee-(Heiz)Kraftwerken 2002 und 2007
Tabelle 24:	Basis-Szenario Holzmarkt 130
Tabelle 25:	Agrarprodukte für chemisch-technische Anwendungen 2006/07 und 2020
Tabelle 26:	Energetische Nutzung von Agrarprodukten 2007
Tabelle 27:	Basis-Szenario Agrarprodukte 2020
Tabelle 28:	Aktuelle und zukünftige Energieerträge von Energiepflanzen
Tabelle 29:	Beispiele für Substitutionsmöglichkeiten 140
Tabelle 30:	Flächenbedarf von NawaRo für chemisch-technische Anwendungen 2006/07 und 2020
Tabelle 31:	Heimischer Flächenbedarf zum Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung
Tabelle 32:	Basis-Szenario Flächen 2020. 144
Tabelle 33:	Bestehende, verstärkte und neue Konkurrenzen und Synergien zwischen der Land- und Forstwirtschaft und anderen Raumnutzern183
Tabelle 34:	Zukünftig neue und verstärkte Konkurrenzen und Synergien zwischen Land- und Forstwirtschaft und anderen Raumnutzern
Tabelle 35:	Lösungsstrategien zur Minimierung der Konkurrenzen zwischen der Land- und Forstwirtschaft und anderen Raumnutzern217

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AEP Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung

AUM Agrarumweltmaßnahmen

BAU Business as Usual

BauGB Baugesetzbuch

BBE Bundesverband BioEnergie e. V.

BBodSchG Bundes-Bodenschutzgesetz

BHKW Blockheizkraftwerk

BfN Bundesamt für Naturschutz

BImSchV Bundes-Immissionsschutzverordnung

BioAbfV Bioabfallverordnung

BioNachV Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung

BIP Bruttoinlandsprodukt

BMELV Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung

BtL Bio-to-Liquid

BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BNatSchG Bundesnaturschutzgesetz

BWaldG Bundeswaldgesetz

DBFZ Deutsches BiomasseForschungsZentrum

dena Deutsche Energie-Agentur

Defra Department for Environment, Food and Rural Affairs

DM Dampfmotor

DT Dampfturbine

DüngMG Düngemittelgesetz

DüV Düngeverordnung

DüngVO Düngeverordnung

DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches

ECS European Crop Scheme

EE Erneuerbare Energien

EEG Erneuerbare Energien Gesetz

EEV Endenergieverbrauch

EEWärmeG Erneuerbare Energien Wärmegesetz

Efm Erntefestmeter

EIA Energy Information Administration

ELER Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raums

EnEV Energieeinsparverordnung

EU Europäische Union

FFH Flora-Fauna-Habitat

FAO Food and Agriculture Organization

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

FWL Feuerungswärmeleistung
GAP Gemeinsame Agrarpolitik

GAK Gemeinschaftsaufgabe zur "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes"

GasNZV Gasnentzzugangsverordnung

GAP Gemeinsame Agrarpolitik

GATT General Agreement on Tariffs and Trade

GfP Gute fachliche Praxis

GHD Gewerbe Handel Dienstleistungen

HKI Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik

HKW Heizkraftwerk

HVO Hydrogenated Vegetable Oils

IE Institut für Energetik und Umwelt

IKEP Integriertes Klima- und Energieprogramm

IUP Institut für Umweltplanung

Kfz Kraftfahrzeug

KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

KUP Kurzumtriebsplantage(n)
KWK Kraft-Wärme-Kopplung

LÖWE Programm zur "Langfristigen ökologischen Waldentwicklung"

LP Landschaftspflege

LSP Landschaftsplanung

MAP Marktanreizprogramm

MRET Mandatory Renewable Energy Target

MWV Mineralölwirtschaftsverband

Nabu Naturschutzbund Deutschland

NawaRoNachwachsende RohstoffeNECNational Emission CeilingsNFFONon Fossil Fuels Obligation

ORC Organic-Rankine-Cycle

oTS Organische Trockensubstanz

PEV Primärenergieverbauch
PflSchG Pflanzenschutzgesetz

PJ Petajoule

PSM Pflanzenschutzmittel
RME Raps-Methyl-Ester

SKE Steinkohleeinheit

SNG Synthetic Natural Gas

SPA Special Protected Area

SRU Sachverständigenrat für Umweltfragen

TA Technische Anleitung

THG Treibhausgas

u. a. unter anderem

UBA Umweltbundesamt

UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change

UVP Umweltverträglichkeitsprüfung

Vfm Vorratsfestmeter

VO Verordnung

WHG Wasserhaushaltsgesetz

WHO World Health Organization

WRRL Wasserrahmenrichtlinie

WTO World Trade Organization

ZALF Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung

z. T. zum Teil

Einleitung

DBFZ

1 EINLEITUNG

Die verstärkte energetische Nutzung von Biomasse ist erklärtes Ziel der deutschen und europäischen Klimaschutzpolitik. Entsprechende politische Maßnahmen führten in der Vergangenheit nicht nur bei der Strom- und Kraftstoffbereitstellung sondern auch im Wärmebereich zu einer starken Ausbaudynamik der energetischen Biomassenutzung, die durch steigende Ölpreise weiter an Fahrt gewonnen hat. Parallel dazu verstärkte sich das Interesse an der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Dadurch haben sich neue nationale und internationale Märkte für Biomasse entwickelt bzw. befinden sich in der Entstehung, die potenziell zu direkten Konkurrenzen bei Biomasseangebot und –nachfrage, aber auch zu Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen um die entsprechenden Ressourcen führen können. Dieses Konfliktfeld wird bereits auch in der Öffentlichkeit wahrgenommen. Beispielhaft stehen dafür die aktuellen Diskussionen in Deutschland um eine zunehmende Nutzung des Rohstoffs Waldholz und im internationalen Kontext mögliche Konkurrenzen zwischen Nahrungsmittelversorgung und Biokraftstoffproduktion. Auch kommt es insbesondere bei der Energiepflanzenproduktion zu Eingriffen in die Landschaft, welche ebenfalls zu Nutzungskonkurrenzen mit dem Naturschutz führen können.

Bei der Diskussion um mögliche Nutzungskonkurrenzen ist zu betonen, dass diese nicht zwangsweise von Nachteil sein müssen. Sie sind jedoch problematisch, wenn der Markt nicht auf diese Konkurrenzsituation z. B. durch Produktdifferenzierung, Produktsubstitution oder Effizienzsteigerungen angemessen reagieren kann. Folglich ist davon auszugehen, dass nachteilige Konkurrenzsituationen weitgehend vermieden werden können, wenn bei der Umsetzung der Strategien zur weitergehenden Biomassenutzung diese Konkurrenzen frühzeitig berücksichtigt und ihnen adäquat Rechnung getragen werden. Vor diesem Hintergrund will dieses Forschungsprojekt Maßnahmen entwickeln, mit denen Konkurrenzen verhindert bzw. reduziert werden können. Der vorliegende **erste Zwischenbericht** liefert hierfür zunächst die Problemanalyse hinsichtlich der potenziellen Konkurrenzfelder auf den unterschiedlichen Ebenen (Energieträger, Rohstoffe, Flächen, Naturschutz). Er gliedert sich in zwei Teilberichte:

- Der erste Teilbericht, erstellt durch das Deutsche BiomasseForschungsZentrum, umfasst nach einer Einführung in die Methodik (Kapitel 2) eine Analyse der Rahmenbedingungen und Politikfelder (Kapitel 3), der Energiemärkte (Kapitel 4 bis 6), der Rohstoffmärkte und Flächenaspekte, die durch die Biomassenutzung tangiert werden (Kapitel 7). Dadurch abgebildet werden die mittelfristig zu erwartenden potenziellen Konkurrenzfelder zwischen der Ressourcenverfügbarkeit einerseits und der stofflichen und energetischen Nutzung.
- Im **zweiten Teilbericht**, erstellt durch das *Institut für Umweltplanung* der Leibniz Universität Hannover, werden die räumlichen Dimensionen der Biomassenutzung (Ka-

Einleitung

pitel 8) sowie die Regelmechanismen und weitere Zusammenhänge zwischen Bioenergie und Naturschutz dargestellt (Kapitel 9).

TEILBERICHT 1

Rahmenbedingungen, Biomassenutzung und Konkurrenzfelder der unterschiedlichen Bioenergiemärkte



2 HINTERGRUND UND METHODE

2.1 Konkurrenzfelder im Bioenergiesystem

Die energetische Biomassenutzung stellt eine Möglichkeit dar, den Verbrauch an fossilen Energieträgern zu senken und die damit verbundenen Klimagasemissionen zu reduzieren. Grundlegend eingebettet ist die energetische Biomassenutzung in den globalen Kohlenstoffkreislauf, mit dem Ziel, diesen zur Deckung der Energienachfrage nutzbar zu machen. Hierzu sind Flächen notwendig, auf denen die Kohlenstoffbindung durch Photosynthese in Form von Biomasse erfolgt. Die werden nach der Bereitstellung in handhabare Bioenergieträger umgewandelt und fließen schließlich als Bioenergie in die Energieversorgung ein (s. Abbildung 1).

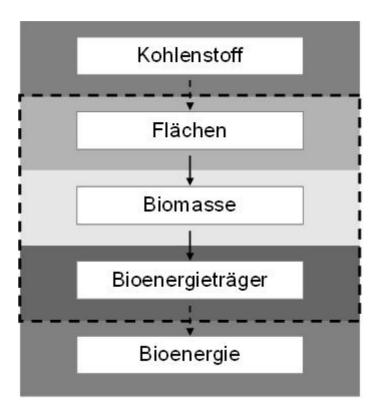


Abbildung 1: Ebenen der energetischen Biomassenutzung

Vor dem Hintergrund wachsender Biomassemärkte – und der damit zunehmenden Potentialerschließung – ergeben sich notwendigerweise Konkurrenzen. Diese sind für die verschiedenen Betrachtungsebenen vielschichtig und teilweise bereits zu beobachten. Da die Randelemente der Kette - Kohlenstoffkreisläufe und Energieversorgung - weit über das System Biomasse hinaus gehen, werden sie in die hier vorgelegte Untersuchung nicht einbezogen. Die Konkurrenzfelder und Möglichkeiten zu deren Entschärfung lassen sich wie folgt einordnen:

2.1.1 Anbauflächen

Durch einen Ausbau der Biomassenutzung und einen damit verbundenen zunehmenden Energiepflanzenanbau kann es zu einer Konkurrenz um die begrenzt vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzungsflächen kommen. Bereits heute ergeben sich vereinzelt Konkurrenzen um ertragreiche Anbauflächen für den Anbau von Raps zur Biodieselproduktion und von Biogassubstraten zur Biogasverstromung; die Folge sind u. a. steigende Pachtpreise.

Die Konkurrenz um Anbauflächen kann über

- Flächenausweitung,
- Steigerung der Flächenproduktivität,
- Biomasseimporte und
- Substitution von Biomasse

gelöst werden. Eine Ausweitung der Anbauflächen in Deutschland und z T. auch in Europa ist in dem Maße möglich, in dem Ackerflächen für die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln nicht mehr benötigt werden. Auch wenn die Größenordnung künftig zu erwartetender Landverfügbarkeit weitgehend bekannt ist, dürfte es lokal zu Anpassungsschwierigkeiten kommen und deshalb können die (Pacht-)Preise zumindest zeitweise steigen. Zusätzlich sind Wechselwirkungen mit den internationalen Agrarmärkten (und damit vielleicht attraktiven Importoptionen) zu erwarten. Die Erhöhung der Flächenproduktivität kann in Deutschland vor allem aber auch in osteuropäischen Ländern durch ertragreiche Anbaukulturen und eine Verbesserung der Anbausysteme gesteigert werden.

Der Import von Biomasse sowie die Substitution von Anbaubiomasse durch biogene Reststoffe verringern den heimischen Flächenbedarf zusätzlich. Eine ausführliche Beschreibung befindet sich im nächsten Abschnitt.

2.1.2 Biomassen

Ein Ausbau der Biomassenutzung geht einher mit einer zusätzlichen Nachfrage nach bestimmten (z. T. international gehandelten) Produkten der land- und forstwirtschaftlichen Primärproduktion wie auch nach Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen; die Nachfrage nach dem (begrenzten) Angebot an organischen Stoffen vom Nahrungs- und Futtermittelmarkt und der stofflichen Nutzung wird damit um die energetische Nutzung erweitert.

Beispielsweise fragen Bioethanol- und auch Biogasanlagen zunehmend Getreide auf regionalen und überregionalen Märkten nach, das bisher ausschließlich als Nahrungs- und Futtermittel eingesetzt wurde. Zusätzlich wird am Energiemarkt Rapssaat als Ausgangsstoff für die Biodieselproduktion und Wald- und Industrie(rest)holz als Festbrennstoff nachgefragt; dies

steht in Konkurrenz zu einer Ölproduktion für den Nahrungs- und Futtermittelmarkt bzw. zu Holz für die stoffliche Nutzung beispielsweise in der Papier- und Zellstoffindustrie. Die Folge sind – und dies zeichnet sich gegenwärtig u. a. auf den Getreide- und Ölsaatenmärkten sowie den Holzmärkten ab – steigende Preise. Auch im Bereich der Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle hat sich durch die erhöhte Nachfrage das Preisgefüge z. T. völlig verändert; wurden für Altholz Mitte der 1990er Jahre noch Entsorgungserlöse gezahlt, handelt es sich beim Altholz heute um ein werthaltiges Handelsprodukt, für das entsprechende Preise zu zahlen sind. Ähnliches gilt auch für bestimmte organische Abfälle, die z. B. in Biogasanlagen eingesetzt werden können. Dabei gilt aber stets, dass bisher keine Mengenprobleme bekannt geworden sind; es handelt sich vielmehr ausschließlich um Mengen-Preis-Probleme.

Konkurrenzen um Biomassen kann auf unterschiedlichen Ebenen begegnet werden. Diese unterscheiden sich jedoch hinsichtlich des Gestaltungsumfangs und der notwendigen Zeiträume. Grundsätzlich zählen dazu:

- Ausweitung der Produktion
- Biomasseimporte
- Substitution von Biomasse

Ausweitung der Produktion. Das (a priori begrenzte) Angebot an Produkten der land- und forstwirtschaftlichen Primärproduktion kann nur durch einen Ausbau der Produktion ausgeweitet werden. Die dafür benötigten Flächen sind grundsätzlich in Europa vorhanden (siehe oben). Demgegenüber kann entstehenden Konkurrenzen um Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle im Allgemeinen nicht durch eine Produktionsausweitung begegnet werden.

Biomasseimporte. Da viele Produkte der land- und forstwirtschaftlichen Primärproduktion heute schon auf internationalen Märkten gehandelt werden, sind auch verstärkte Importe möglich; dies ist grundsätzlich schnell und in einem großen Umfang umsetzbar. Ein verstärkter Import führt jedoch – global gesehen – zu einer entsprechenden Ausweitung der Produktionsflächen, die nur bei einer nachhaltigen Landwirtschaft dauerhaft zur Verfügung stehen werden (und sich daher nicht beliebig schnell etablieren lassen). Zusätzlich sind infolge der starken klimatischen Einflüsse auf die land- und forstwirtschaftlichen Erträge – die internationalen Agrar- und Holzmärkte durch z. T. erheblich schwankende Preise gekennzeichnet. Tritt nun auf diesem Markt ein zusätzlicher massiver Nachfrager auf (in diesem Fall die Energiewirtschaft) wird dieses labile Gleichgewicht zunächst zusätzlich gestört; die voraussichtliche Folge sind steigende Preise. Dadurch lohnt es sich dann aber wieder, den Anbau auszuweiten mit der Folge, dass die Preise vermutlich erneut fallen. Steigt folglich die zusätzliche Nachfrage der Energiewirtschaft moderat, könnten sich mittelfristig die Preise wieder auf dem bisherigen Niveau einpendeln. Im Bereich der Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle sind internationale Märkte von deutlich geringerer Bedeutung /2/.

Substitution von Biomasse. Zusätzlich kann es zu Substitutionseffekten kommen (d. h. eine Art der Biomasse wird durch eine andere ersetzt; z B. Ersatz von Holz- durch Halmgutbrennstoffe). Inwieweit derartige Optionen dann am Markt zum Tragen kommen, hängt von den

vorhandenen technischen Möglichkeiten und den am Markt erzielbaren bzw. geforderten Preisen ab.

2.1.3 Bioenergieträger

Die aus Biomasse bereitgestellten (End-)Energieträger konkurrieren – bei in Deutschland näherungsweise stagnierendem Energieverbrauch – zwangsläufig mit anderen Energieträgern, durch die eine vergleichbare Energiedienstleistung erbracht werden kann. Derartige Konkurrenzen äußern sich in einer Verschiebung der Marktanteile, was zu einer sinkenden Nachfrage nach fossilen Energieträgern führen sollte. Damit kommen Konkurrenzen auf allen Ebenen in erster Linie durch Preisveränderungen zum Tragen. Während Flächen- und Biomassekonkurrenzen durch die entstehende zusätzliche Nachfrage eher Preis erhöhende Effekte erwarten lassen, könnten sich im Bereich der (End-)Energieträger bei zunehmender Substitution fossiler Energieträger und hohen Energiepreisniveau voraussichtlich eher Preis stabilisierende Effekte ergeben.

Die Ausweitung des Einsatzes von Biomasse zur Wärmeerzeugung im kleinen Leistungsbereich führt bereits heute zu merklichen Substitutionseffekten beim Einsatz z. B. von leichtem Heizöl. Ähnliches gilt sinngemäß auch beim RME-Einsatz zum Ersatz konventionellen Dieselkraftstoffs bzw. von Strom aus fester Biomasse oder Biogas zum Ersatz elektrischer Energie aus dem Netz der öffentlichen Versorgung. Da sich die Preise für Bioenergieträger voraussichtlich auch zukünftig am jüngst deutlich gestiegenen fossilen Energiepreisniveau orientieren, sind auch – trotz stark zunehmender Markteinführung von z. T. kostengünstigeren Bioenergieträgern – die Preise für die Endenergieträger im Wärme- und Kraftstoffbereich eher gestiegen (im Strombereich sind die Preise durch das EEG festgelegt und daher bisher nicht merklich vom Preis der fossilen Energieträger beeinflusst).

2.2 Methodisches Vorgehen

2.2.1 Konkurrenzfelder

Die bestehenden und erwarteten Konkurrenzfelder werden im Folgenden ausgehend von der Energienachfrage analysiert (Abbildung 2).

Im ersten Schritt erfolgt dazu die Ermittlung der gegenwärtigen und künftigen Nachfrage (Bioenergieeinsatz) in den verschiedenen Sektoren (Strom, Kraftstoff, Wärme). Die Abschätzung der künftigen Nutzung erfolgt in einem so genannten Basis-Szenario (Kapitel 2.2.2).

In einem zweiten Schritt erfolgt die Analyse der für die Bereitstellung der Bioenergieträger relevanten Rohstoffmärkte Holz und Agrarprodukte. Dazu wird die gegenwärtige bzw. zukünftige Nachfrage nach Bioenergieträgern in einem entsprechenden Rohstoffbedarf übersetzt. Bei der Betrachtung der Rohstoffmärkte werden die stofflliche Nutzung - als konkurrierende Nachfrage - und deren weitere Entwicklung ebenfalls fortgeschrieben. Bioegene Reststoffe, die ebenfalls als Rohstoffe für die energetische Nutzung zur Verfügung stehen, werden nicht gesondert untersucht, da ein gezielter Marktausbau (d. h. Erhöhung der

Produktion) nicht möglich ist. Ungenutzte Reststoffpotentiale fließen jedoch als Substitutionspotential ein. Klärschlamm und Siedlungsabfälle werden dabei, trotz eines nennenswerten Potentials, nicht berücksichtigt, da sie in den wesentlichen konkurrenzträchtigen Biomassenutzungsoptionen nicht eingesetzt werden können. Das Substitutionspotential wird im nächsten Schritt zusammen mit Importpotentialen und der Möglichkeit der Produktionsausweitung als Einflussfaktor zur Verringerung der Konkurrenzfelder Holz und Agrarprodukte betrachtet.

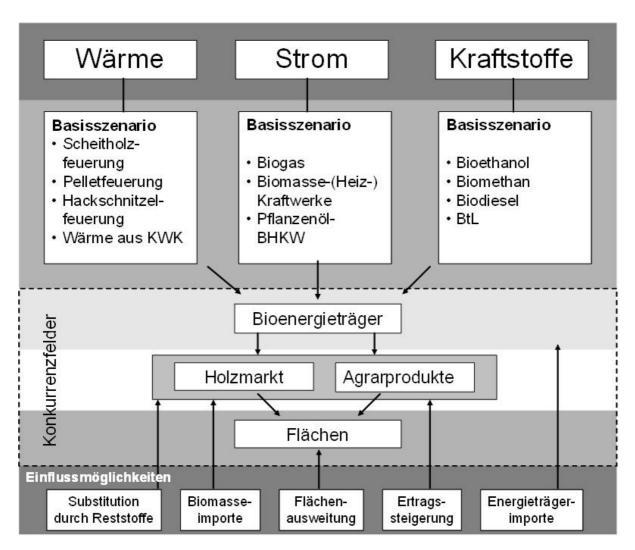


Abbildung 2: Methode zur Darstellung der Konkurrenzfelder

Allgemein werden die folgenden Faktoren zur Verringerung der beschriebenen Konkurrenzfelder berücksichtigt:

- Biomasse-Substitution durch Reststoffe
- Importpotentiale von Biomasse und Energieträgern
- Ertragssteigerungen bei Feldfrüchten und Energiepflanzen
- Flächenausweitung
- (End-)Energieträgerimporte

Im Bereich der Biomassemärkte können Konkurrenzen darüber hinaus über Biomasseimporte oder Ertragssteigerungen beim Anbau realisiert werden. Hingegen wird der Einfluss auf das Konkurrenzfeld Flächen abgesehen von Ertragssteigerungen vor allem durch die Möglichkeit einer Flächenausweitung dargestellt. Die Konkurrenz um Endenergieträger wie Biogas, Biokraftstoffe oder Pellets kann über Importe verringert werden.

Konkurrenzen zwischen Bioenergieträger und vergleichbaren Endenergieträger hängen – abgesehen von Fördermaßnahmen wie z. B. dem Marktanreizprogramm und der Einspeisevergütung für Strom aus Biomasse - im Besonderen von der Höhe der Rohölpreise ab. Bei steigenden Rohölpreisen verteuert sich die Energieerzeugung auf Basis fossiler Energieträger, sodass allgemein die Konkurrenzfähigkeit von Bioenergie zunimmt. Wie hoch die Konkurrenzfähigkeit verschiedener Bioernergieträger ist, lässt sich in den Preisobergrenzen für die Produktionsfaktoren Biomasse und Ackerfläche ausdrücken.

Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, werden auf Basis der bisherigen Entwicklungen Korrelationen zwischen dem internationalen Rohölpreis und dem Preis für fossile Energieträger in Deutschland erstellt. Anhand dieser Korrelationen wird abgeleitet, welche Kraftstoffpreise bzw. Wärmegestehungskosten sich bei entsprechenden Rohölpreisen ergeben. Wiederum diese konkurrieren mit den Preisen für Biokraftstoffe und mit den Wärmegestehungskosten von Biomasseanlagen. Im Strommarkt ist diese Korrelation bisher kaum zu beobachten, da die Stromerzeugung aus Biomasse in starkem Maße von der Höhe der Stromvergütung abhängt. Anhand der so ermittelten Kraftstoffpreise, Wärmegestehungskosten und den EEG-Vergütungssätzen ist für die verschiedenen Biomassenutzungspfade eine Preisobergrenze in Abhängigkeit der Rohölpreise bzw. den EEG-Vergütungssätzen berechenbar.

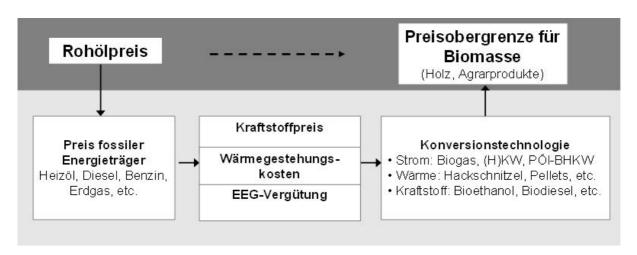


Abbildung 3: Methode – Preisobergrenze für Biomasse in Abhängigkeit der Rohölpreise

Für Biokraftstoffe sowie die Wärme- und Stromerzeugung aus Biomasse werden typische Modellfälle herangezogen, deren Preisobergrenze für Biomasse in der Praxis deutlich abweichen können. Dabei werden zusätzliche Einflüsse der Rohölpreise auf die Produktionskosten der Bioenergie vernachlässigt. Schließlich erlaubt die Darstellung der Preisobergrenzen für

Holz und Agrarprodukte in Abhängigkeit der Rohölpreise nicht nur eine Aussage über die Konkurrenzfähigkeit der Bioenergie in Bezug auf fossile Energieträger, sondern ermöglicht auch eine Abschätzung der Konkurrenzfähigkeit zwischen den verschiedenen Biomassenutzungspfade bei steigenden Preisen für Holz und Agrarprodukte.

2.2.2 Basis-Szenario

Das Basis-Szenario beschreibt eine Entwicklung der energetischen Biomassenutzung für Deutschland bis zum Jahr 2020, die sich bei einer weiterhin sektoral voran getriebenen Entwicklung des Strom-, Kraftstoff- und Wärmebereichs ergibt.

Entsprechend wird unterstellt, dass das aktuelle Förderinstrumentarium erhalten bleibt bzw. bedarfsweise so angepasst wird, dass die Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 erreicht werden.

Weiterhin werden für die verschiedenen die erwarteten Verbesserungen (z.B. Nutzungsgradund Ertragssteigerungen) und die Einführung neuer Technologien berücksichtigt und in ihrer Wirkung auf die Deckung der künftigen Bioenergienachfrage eingeordnet.

Auch wird – in eingeschränktem Maße – der Ausbau internationaler Biomassemärkte berücksichtigt und ein zunehmender Bezug bestimmter Bioenergieträger über diese Märkte angenommen; allerdings sind hier die Unsicherheiten sehr groß und die getroffenen Annahmen eher konservativ und versucht, längerfristige Trends zu berücksichtigen. Kurzfristig kann darüber hinaus - bei entsprechenden Marktverfügbarkeiten und Preisgefügen – das Marktgeschehen schnell verändert werden und insbesondere im Kraftstoffbereich ein hoher Importanteil realisiert werden.

Anhand der Szenarien wird dargestellt, wie sich der Biomassebedarf in den drei Energiemärkten Strom, Wärme, Kraftstoffe bis 2020 entwickelt und welcher Rohstoff- und Flächenanspruch für die Bereitstellung heimischer Biomassen daraus hervorgeht.

Anschließend erlaubt eine Zusammenführung des gesamten Biomassebedarfs der energetischen und stofflichen Nutzung durch eine Gegenüberstellung mit den Biomassepotentialen, wo Konkurrenzen um Biomasse entstehen könnten. Des Weiteren soll geklärt werden, inwiefern der Biomassebedarf durch Biomasseimporte bzw. durch Biomasse-Reststoffe substituiert werden kann, um potentiellen Biomassekonkurrenzen entgegenzuwirken. Dort wo sich Konkurrenzen um Flächen für den Energiepflanzenanbau abzeichnen, werden ebenfalls Substitutionspotentiale und Möglichkeiten der Flächenausweitung untersucht. Das Basis-Szenario liefert damit eine Einordnung der künftigen Biomassekonkurrenzen, wie sie ohne gezielte Maßnahmenanpassung erwartet werden kann. Darauf aufbauend werden im weiteren Projektverlauf weitere Szenarien – mit entsprechenden Maßnahmen zur Reduzierung der Konkurrenzfelder entwickelt und untersucht.

3 RAHMENBEDINUNGEN UND POLITIKFELDER

3.1 Ausgangssituation

Bioenergie stellt eine Option der Bereitstellung erneuerbarer Energien dar. Sie kann zur Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung genutzt werden. Den Stand der weltweiten Nutzung erneuerbarer Energien zeigt Abbildung 4.

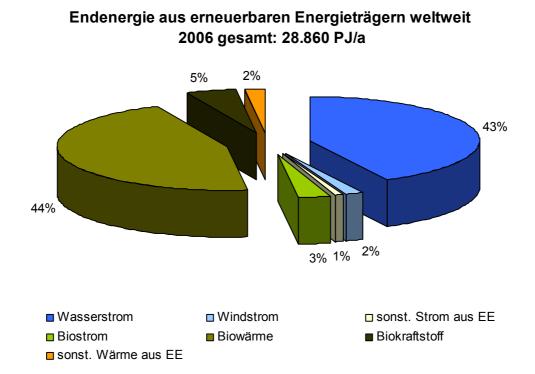


Abbildung 4: Nutzung erneuerbarer Energien weltweit im Jahr 2006 (Daten aus /28/)

Demnach hat Biomasse die größte Bedeutung bei der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien und gleichzeitig die herausragende Stellung der Biomasse bei der Wärmeproduktion, welche vor allem auf der Basis von Restholz erfolgt. Diese Form der Energiebereitstellung kann als traditionell bezeichnet werden und wird in vielen Ländern als rückständig angesehen /23/. Für die Stromerzeugung spielt Biomasse bisher eher eine untergeordnete Rolle gegenüber der ebenfalls bereits seit vielen Jahren etablierten Wasserkraft. Hinsichtlich der Zuwachsraten dominiert in diesem Sektor der Windstrom /28/. Strom aus Biomasse wird in der Regel aus land- und forstwirtschaftlichen, industriellen oder kommunalen Reststoffen, Nebenprodukten und Abfällen gewonnen. Regenerative Kraftstoffe können gegenwärtig und auch in absehbarer Zukunft nur auf der Basis von Biomasse hergestellt werden /6/. In erster

Linie werden dafür Energiepflanzen eingesetzt, die bereits in der landwirtschaftlichen Produktion etabliert sind (Zuckerrohr, Mais, Getreide, Soja, Raps und weitere Ölsaaten sowie Palmöl). Zusätzlich besteht und steigt der Bedarf an landwirtschaftlicher Produktionsfläche für Biogas-Rohstoffe v. a. in Deutschland und zunehmend auch in anderen Ländern. Darüber hinaus kann perspektivisch von einem Flächenbedarf zur Produktion fester Brennstoffe (Kurzumtriebsplantagen) ausgegangen werden.

In Europa (EU-27) wurden in 2006 rund 3.500 PJ/a, d. h. 4,6 % des gesamten Primärenergieverbrauchs von 76.400 PJ/a, durch Bioenergie bereitgestellt. Dabei entfielen auf Energiepflanzen rund 13 %. In Deutschland wurden im Jahr 2007 rund 46 % des Bioenergieverbrauchs und damit rund 270 PJ/a durch Energiepflanzen bereitgestellt. Insgesamt lag der Bioenergieverbrauch bei rund 600 PJ/a, was einem Anteil von 4,3 % am gesamten Primärenergieverbrauch (14.000 PJ/a) entspricht. Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die Aufteilung der Bioenergie am PEV in Bezug auf Ackerflächennutzung für den Energiepflanzenanbau in Deutschland, der EU und weltweit.

Tabelle 1: Kenndaten zu Bioenergienutzung und erforderlichen Ackerflächenbedarf in Deutschland, der EU und weltweit /29//30//38//39//40//41//42//43//44//45/

			Deutschland	EU	Welt
Diamentia and DEV	gesamt in PJ		595	3.495	49.649
Bioenergie am PEV (D 2007, EU+Welt 2006)	davon	in PJ	273	448	1.807
	Energiepflanzen	in %	45,9	12,8	3,6
Ackerflächen gesamt		im Jahr	2007	2006	2005
- Tokerndonen gedann		in ha	11.877.000	108.345.395	1.421.196.100
	Bioethanol		250.000		
A alaamii walaan baadami	Biogas		400.000		
Ackerflächenbedarf für Energiepflanzen	Biod./Pflanzöl.	in ha	1.120.000		
in 2007	Sonstige		1.000		
2007	gesamt		1.771.000	4.000.000	21.000.000
		in %	14,9	3,7	1,5

3.2 Politikfelder

Im Folgenden soll näher auf die Rahmenbedingungen für die Bereitstellung und Nutzung von Bioenergie bzw. den Anbau von Energiepflanzen eingegangen werden, welche durch unterschiedliche Regelungen und Vereinbarungen im Bereich der Umwelt-, Energie-, Agrar- und Wirtschaftspolitik gesetzt werden. Diese können sich in ergänzender oder auch konkurrierender Art und Weise beeinflussen, da zum Teil unterschiedliche Ziele verfolgt werden.

3.2.1 Klimaschutzvereinbarungen

Die Klimarahmenkonvention (UNFCCC) der Vereinten Nationen und das im Jahr 2005 in Kraft getretene und bis 2012 gültige Abkommen des Kyoto-Protokolls stellt das internationale Rahmenübereinkommen zur Klimaänderung dar. Es schreibt verbindliche Ziele für den Ausstoß von Treibhausgasen fest, verpflichtet die Vertragsländer nationale Programme zur Reduzierung der Treibhausgase zu etablieren und regelmäßig Bericht zu erstatten bzw. Inventare zu erstellen.

Die im Annex B des Kyoto-Protokolls gelisteten industrialisierten Vertragsstaaten haben sich darauf festgelegt, ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahre 2012 um durchschnittlich 5,2 % unter das Niveau von 1990 zu senken. Die einzelnen Länder haben dabei unterschiedliche Vorgaben, die vorwiegend zu ihrer wirtschaftlichen Entwicklung im Zusammenhang stehen. Außerdem ist es möglich, dass eine Gruppe von Vertragsstaaten ihre Reduktionsziele auch gemeinsam erfüllen kann. Dieses so genannte 'burden sharing' ist speziell für die EU als interne Lastenverteilung mit in das Kyoto-Protokoll aufgenommen worden.

Die EU hat sich als Staatenbund entsprechend verpflichtet die Treibhausgasemissionen in der Verpflichtungsperiode 2008-2012 um 8 % zu reduzieren. Innerhalb Europas gelten dabei deutlich unterschiedliche Ziele. So entfallen auf Luxemburg (–28 %) sowie auf Deutschland und Dänemark (jeweils –21 %) die größten Einsparungen. Im Gegensatz dazu werden beispielsweise Spanien, Griechenland und Portugal starke Steigerungen von 15, 25 und 27 % zugestanden.

Großverursacher wie z. B. China und Indien, die jedoch auch die größten Erhöhungen ihrer Emissionen in den letzten Jahren erlebten, wurden von den Bestimmungen des Protokolls ausgenommen und unterliegen bisher keinerlei Emissionsbegrenzungen. Dies wurde während der Verhandlungen 1997 mit dem vergleichsweise geringen Pro-Kopf-Ausstoß dieser Länder und ihrer niedrigen wirtschaftlichen Entwicklung begründet. Australien und die USA haben das Kyoto-Protokoll dagegen zwar unterschrieben, aber nicht ratifiziert. Ihre Kyoto-Ziele lagen ursprünglich bei –7 % (USA) und +8 % (Australien), stehen jedoch im Zeitraum zwischen 1990 bis 2005 Erhöhungen von 16,3 bzw. 25,6 % gegenüber.

Das Kyoto-Protokoll sieht neben der Festlegung der Reduktionsziele für die einzelnen Länder auch die so genannten flexiblen Mechanismen vor, die auf kosteneffiziente Weise zur Erreichung der Emissionsreduktionsziele der Unterzeichnerstaaten beitragen sollen und freiwillig angewendet werden können. Unter flexiblen Mechanismen werden jene marktwirtschaftlichen Instrumente verstanden, die es den Industriestaaten ermöglichen, einen Teil ihrer Verpflichtungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen durch Aktivitäten in anderen Ländern bzw. durch den Handel von Emissionsrechten einzulösen.

3.2.2 Biodiversitätskonvention

Die Konvention über Biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD) ist ein internationales Umwelt-Abkommen, welches 1992 ausgehandelt und bis heute von ca. 190 Staaten sowie der EU unterschrieben wurde. Deutschland hat das Übereinkommen 1993 ratifiziert /83/.

Die Ziele des CBD umfassen nach Artikel 1 den Schutz der biologischen Vielfalt, die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile sowie die Einführung einer gerechte Zugangs- und Ausgleichsregelung für die Nutzung genetischer Ressourcen. Zur Umsetzung dieser Ziele sollen nach §6 auf nationaler Ebene Pläne und Programme erstellt werden.

Seit 1992 gab es neun Vertragsstaatenkonferenzen. Einer der wichtigsten Beschlüsse ist die globale Strategie zur Erhaltung der Pflanzen (GSPC), die auf der 5. UN-Vertragsstaatenkonferenz (COP 5, 2000) zugeführt wurde. Sie beinhaltet die Anwendung von ergebnisorientierten Zielen für den Schutz der Pflanzen innerhalb der CBD. Da der Erhalt von Arten mit dem Erhalt von Lebensräumen assoziiert ist, ist die FFH Richtlinie das zentrale Rechtsinstrument der europäischen Union, um die von den Mitgliedstaaten ebenfalls 1992 eingegangenen Verpflichtungen zum Schutz der biologischen Vielfalt umzusetzen. Eine der zentralen Säulen dieser Richtlinien ist die Schaffung des zusammenhängenden (kohärenten) Schutzgebietsnetzes "Natura 2000".

Die Umsetzung der CBD in nationale Biodiversitätspläne erfolgt nur zögerlich. Ein Grund sind die zum Teil auslegbaren und unverbindlichen Zielformulierungen. Deutschland hat 2007 die "Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt" (Nationale Biodiversitätsstrategie) vorgestellt. Sie wurde am 11. November 2007 vom Bundeskabinett beschlossen. Neben konkreten Maßnahmen für den Bereich Bioenergie, wie z.B. eine Innovationsoffensive mit einer Verstärkung der Bioenergieforschung u.a. im Bereich der dezentralen und regionalen Nutzung von Bioenergie, wird die Bioenergie auch als wichtiger Bestandteil einer nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung gesehen. Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Bioenergie sollen berücksichtigt werden /84/.

3.2.3 Handelsvereinbarungen

Auf globaler Ebene befasst sich die Welthandelsorganisation WTO mit der Regulierung der tarifären Einordnung von Produkten, wofür ihre Klassifizierung von Handelsgütern erfolgt. Da Biodiesel aktuell als Industriegut klassifiziert wird, Bioethanol dagegen als Agrargut, ist ein wesentlicher Inhalt die aktuellen Verhandlungen, in welcher Form eine einheitliche Klassifizierung von Biokraftstoffen, aber auch den übrigen Bioenergieträger, vorgenommen werden kann bzw. sollte. Die aktuell unterschiedliche Klassifizierung der Biokraftstoffe führt dazu, dass die WTO-Prinzipien der Meistbegünstigung und der Inländerbehandlung nicht ein-

heitlich für Biokraftstoffe angewendet werden, infolge dessen eine Erhebung unterschiedlicher Zollsätze auf Biokraftstoffe möglich ist. Dieser Umstand läuft jedoch der in der WTO angestrebten internationalen Handelsliberalisierung entgegen, wonach keine Handelspartner diskriminiert werden darf, wie auch dem Ziel, Preis verzerrende Zölle wie den EU-Zoll auf Bioethanol langfristig zu senken und nicht-tarifäre Handelshemmnisse abzuschaffen oder in Zölle umzuwandeln. So sollen auf EU-Vorschlag hin die durchschnittlichen Zölle für landwirtschaftliche Produkte um 36 % und jeder einzelne Zoll um mindestens 15 % gesenkt werden. Dies träfe also auch auf Bioethanolimporte aus Brasilien in die EU zu.

Die weitere Öffnung des Welthandels für Agrarprodukte wurden zwischen 2001 und 2008 in der sogenannten Doha-Runde diskutiert Strittig sind die Abschaffung von Exportsubventionen von Agrargütern, die Ausgestaltung des "speziellen Schutzmechanismus", der Entwicklungsländern die vorübergehende Erhebung von Zusatzzöllen bei Marktstörungen sowie die Absenkung Einfuhrzöllen ermöglichen soll, von für Biokraftstoffe. /83//86//87//88//89/. Seit diesem vorläufigen Abbruch der Verhandlungen gibt es verschiedene Bestrebungen, eine erneuerte Wiederaufnahme herbei zu führen. Ein vollständiges Scheitern der Doha-Runde könnte eine völlige Abkehr von mulitlateralen Handelsabkommen und eine Hinwendung zu bilateralen Verträgen bedeuten, was insbesondere negative Auswirkungen für Entwicklungsländer haben könnte /87//90/.

Gemäß WTO-Regeln darf auch eine Steuerbefreiung für Biokraftstoffe nicht ausschließlich auf inländische Biokraftstoffe angewendet werden, sondern muss auch für importiertes Bioethanol und importierten Biodiesel gelten. Eine Steuerbefreiung von Biokraftstoffen an sich ist gemäß WTO-Regeln erlaubt, weil diese als Umweltmaßnahmen in die sog. Grüne Box¹ eingeordnet werden. Ebenso verhält es sich mit Flächenbeihilfen wie der EU-Energiepflanzenprämie. Investitionsbeihilfen für Biokraftstoffanlagen dürfen als Green-Box-Maßnahme gewährt werden, da diese sowohl als Strukturbeihilfe als auch als ökologische Maßnahme im Rahmen von Umweltprogrammen eingeordnet werden können /22/.

3.2.4 Europäische Energiepolitik

Im Streben nach einer nachhaltigen Energieproduktion in Europa und im Hinblick auf eine reduzierte Abhängigkeit von importierten fossilen Brennstoffen insbesondere für den Transportsektor wurden auf europäischer wie auch auf nationaler Ebene unterschiedliche politische Initiativen ergriffen. Die Ziele seitens der EU sind vorrangig die Erfüllung der Kyoto-Ziele,

Die grüne Box ("Green Box") enthält Maßnahmen, von denen angenommen wird, dass sie keine oder nur geringe Handelsverzerrungen haben. Unter diese Kategorie fallen auch Struktur- oder Umweltprogramme. Allerdings bedeutet die Zuordnung zur grünen Box keineswegs zwangsläufig, dass es sich um eine ökologische Maßnahme handelt.

⁽Die Zuordnung der Stützungsmaßnahmen zu den Boxen führt auf WTO-Ebene allerdings zu Diskussionen, da die Kriterien unterschiedlich ausgelegt werden können. /22/)

einen intensiven Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien an der Bruttoenergieproduktion, eine Erhöhung der Energieeffizienz sowie eine Diversifizierung der Energieversorgung um zukünftigen Abhängigkeiten durch Energieimporte entgegen zu treten. Im Folgenden werden die wesentlichen Absichtserklärungen, Beschlüsse und Verordnungen der europäischen Politik zum Ausbau der erneuerbaren Energien zusammenfassend dargestellt.

Weißbuch für erneuerbare Energien (1997)

Im Weißbuch für erneuerbare Energien hat sich die Europäische Kommission im November 1997 die Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Bruttoinlandsverbrauch (Primärenergieverbrauch) bis 2010 auf dann 12% zum Ziel gesetzt /2/. Der Aktionsplan im Anhang I des Weißbuches fordert die Schaffung von fairen Marktbedingungen für erneuerbare Energien und die Beseitigung von Hindernissen. Im Anhang II sind hierzu für die einzelnen erneuerbaren Energiequellen sowie Marktsektoren indikative Vorausschätzungen skizziert, die bis zum Jahr 2010 erreicht werden können. Das größte Potenzial wurde für den Bereich Biomasse berechnet, entsprechend wurde das Ziel einer Verdreifachung von 1.900 auf 5.600 PJ/a empfohlen. Die Ziele des Weißbuchs bilden die wesentliche Grundlage für die verschiedenen Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils der Biomassenutzung.

Grünbuch für Energieversorgungssicherheit (2000)

Das Grünbuch der Kommission "Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit" vom 29. November 2000 postuliert, dass eine Energiestrategie insbesondere darauf ausgerichtet sein muss, im Hinblick auf das Wohl der Bürger und der Wirtschaft sicherzustellen, dass Energieträger fortlaufend und für alle Verbraucher zu bezahlbaren Preisen auf dem Markt zur Verfügung stehen, ohne dass Umwelterwägungen und das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung in den Hintergrund gedrängt werden. Es ist dabei nicht das Ziel ein Höchstmaß an Energieautarkie zu erreichen oder die Abhängigkeit auf ein möglichst geringes Niveau zu drosseln, sondern die mit dieser Abhängigkeit verbundenen Risiken zu mildern. Ausgangspunkt der Debatte sollen die gegenwärtig eingesetzten Energieressourcen sein.

Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt (2001)

Zur Erreichung der Ziele des Weißbuchs aus dem Jahr 1997 trat am 27. Oktober 2001 die Richtlinie 2001/77/EG zur "Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt" (EE-Richtlinie) in Kraft /3/. In der Richtlinie wurden für alle Mitgliedsstaaten indikative Richtziele festgelegt, wobei es den Staaten freigestellt ist, welche Instrumente sie zur Erreichung dieser Ziele verwenden. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion der gesamten EU soll danach von knapp 14 % im Jahr 1997 auf rund 22 % im Jahr 2010 erhöht werden, um damit den Anteil am Bruttoenergieverbrauch von 6 auf 12 % zu verdoppeln. Die Mitgliedsstaaten sind entsprechend der Richtlinie verpflichtet alle

zwei Jahre über den aktuellen Stand zur Erreichung der nationalen Ziele zu berichten. Darüber hinaus sind die Länder gefordert einen freien Zugang von grünem Strom in das Versorgungsnetz zu garantieren.

Richtlinie zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor (2003)

Im Hinblick auf biogene Kraftstoffe wurde am 8. Mai 2003 die Richtlinie 2003/30/EG zur "Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor" (EU-Biokraftstoffrichtlinie) verabschiedet /11/. Gemäß dieser Richtlinie sollen die EU-Mitgliedsstaaten sicherstellen, dass ein Mindestanteil an Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen auf ihren Märkten in Verkehr gebracht wird. Dieser Anteil soll, gemessen am Energiegehalt, bis 31. Dezember 2010 auf 5,75 % steigen (Art. 3 (1)). Langfristig, d. h. bis 2020, wird ein Marktanteil von 20 % für Biokraftstoffe angestrebt. Der Kommission muss jährlich Förderungsmaßnahmen und Biokraftstoffabsatz gemeldet werden /21/.

Sowohl die o. g. Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus EE, als auch die zuletzt genannte Richtlinie zur Förderung von Biokraftstoffen wurde in einer umfassenden neuen "Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen" aus dem Jahr 2008 zusammengeführt. Diese Richtlinie wird ebenfalls im Folgenden beschrieben.

Richtlinie zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischen Strom (2003)

Die Richtlinie 2003/96/EC zur "Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischen Strom" wurde vom Europäischen Rat am 27. Oktober 2003 verabschiedet. Demnach ist den Mitgliedsstaaten eine Mineral-ölsteuerermäßigung bis hin zur totalen Befreiung für reine Biotreibstoffe bzw. den biogenen Anteil im Treibstoff gestattet. Andere Maßnahmen betreffen die Förderung von Biokraftstoffen öffentlicher Verkehrsmittel, die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten oder Informationskampagnen über die Vorteile und Verfügbarkeit von Biokraftstoffen.

Aktionsplan für Biomasse

Die EU-Kommission hatte sich in 2005 selbst verpflichtet einen Biomasse-Aktionsplan zu entwickeln /3/, /4/. Der Aktionsplan bildet damit einen Bestandteil der EU-Energiepolitik zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit. Er beschreibt die Situation der Bioenergienutzung in der Gemeinschaft, stellt die mögliche Entwicklung der Bioenergiepotenziale dar und nennt die Ziele zur Nutzung der Bioenergien.

Zum dritten Expertentreffen im Februar 2008 hatten die Niederlande, Großbritannien, Irland und Estland offiziell nationale Biomasseaktionspläne bei der Kommission eingereicht /6/.

Litauen, Slowenien, Spanien und Finnland haben ebenfalls Aktionspläne veröffentlicht /7/. Frankreich hat drei sich ergänzende Pläne für die Bereiche Strom, Kraftstoff und industrielle Nutzung zusammengestellt /8/. Österreich hat den Entwurf eines Aktionsplans zur Expertenbegutachtung vorgelegt /9/.

Die Entwürfe sollten die vier Hauptaspekte berücksichtigen /6/:

- Die ökonomische und physische Verfügbarkeit von verschiedenen Bioenergieträgern,
- nationale Zielstellungen für die Nutzung von Biomasse, abhängig von der Nutzungsart (Strom, Wärme, Kraftstoff) und Vorgaben bzgl. der Rohstoff- und Energieeffizienz,
- Maßnahmen, die bis 2020 ergriffen werden können, u.a. die Entwicklung und Mobilisierung von Biomasse-Ressourcen und die Etablierung von Märkten und Beschaffungsketten
- Auswirkungen der verstärkten Biomassenutzung auf Landnutzung, biologische Vielfalt und die Volkswirtschaft.

Alle nationalen Pläne beinhalten Äußerungen bezüglich der Ressourcen-Verfügbarkeit, weshalb dieser Punkt als ein unverzichtbarer Bestandteil nationaler Biomasse-Strategien aufgefasst werden kann /6/. Die aufgeführten Biomasse-Ziele sind häufig wenig konkret und auch nicht in den Kontext nationaler Ziele für die Nutzung erneuerbarer Energien im Allgemeinen eingeordnet /6/.

Nach der aktuellen Entwicklung im Bereich der nationalen Biomasseaktionspläne kann erwartet werden, dass die einzelnen Biomasseaktionspläne in umfassendere Aktionspläne integriert werden, die das gesamte Spektrum der erneuerbaren Energien beinhalten. Dies wird in dem aktuellen Fassung der "Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen" dargelegt /74/.

Grünbuch für "Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie" (2006)

Das Grünbuch für "Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie" vom 8. März 2006 markiert eine wichtige Etappe auf dem Weg der Entwicklung einer Energiepolitik der Europäischen Union. Um seine wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Ziele verwirklichen zu können muss sich nach dem Grünbuch Europa großen Herausforderungen im Energiebereich stellen: der zunehmenden Abhängigkeit von Importen, den Schwankungen des Preises für Kohlenwasserstoffe, dem Klimawandel, dem Anstieg der Nachfrage nach Energie und den Hindernissen, die dem Energiebinnenmarkt im Wege stehen. Im Grünbuch werden dazu sechs vorrangige Bereiche genannt, für die die Kommission konkrete Maßnahmen zur Umsetzung einer europäischen Energiepolitik vorschlägt. Diese sechs Schwerpunkte reichen von der Vollendung des Energiebinnenmarkts bis zu einer gemeinsa-

men Energieaußenpolitik und sollen Europa in die Lage versetzen, in den kommenden Jahrzehnten über sichere, wettbewerbsfähige und nachhaltige Energie verfügen zu können.

EU-Strategie für Biokraftstoffe (2006)

In der Mitteilung der Kommission COM(2006) 34 "Eine EU-Strategie für Biokraftstoffe" werden die Ziele des 2005 verabschiedeten Aktionsplans für Biomasse für den Bereich der Biokraftstoffe konkretisiert /5/. Biokraftstoffe sollen demnach in der EU und in den Entwicklungsländern stärker gefördert werden. Es soll in diesem Zusammenhang jedoch systematisch darauf geachtet werden, dass, unter Berücksichtigung der Wettbewerbsfähigkeit, die Erzeugung und Verwendung insgesamt umweltfreundlich ist und dass sie zu den Zielen der Lissabon-Strategie beitragen. Der Biokraftstoffnutzung soll hierzu auf breiter Basis der Weg bereitet werden, indem durch den optimierten Anbau der geeigneten Rohstoffe, die Erforschung der Biokraftstoffe der "zweiten Generation", die Förderung der Marktdurchdringung durch größere Demonstrationsprojekte und die Abschaffung von nichttechnischen Hindernissen die Wettbewerbsfähigkeit gesteigert wird.

EU Renewable Energy Roadmap (2007)

Mit Beginn des Jahres 2007 wurden die Aktivitäten und Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in einer Road Map zusammengefasst. Ausgehend von der Feststellung, dass die Ausbauziele von 12 % Erneuerbaren Energien bis 2010 mit dem gegenwärtigen Maßnahmenpaket nur unzureichend erfüllt werden, sind sowohl eine ergänzende Langfristperspektive bis 2020 sowie weitere Maßnahmen konkretisiert worden. Demnach soll bis 2020

- der Anteil der Erneuerbaren Energien bei mindestens 20 % liegen und dabei
- der Anteil an Biokraftstoffen am Kraftstoffmix 10 % nicht unterschreiten

Die Langfristperspektive soll die Etablierung stabiler und nachvollziehbarer Rahmenbedingungen unterstützen. Die EU-Mitgliedsstaaten sollen diese Ziele unter Berücksichtigung der nationalen Rahmenbedingungen für die Bereiche Wärme, Kälte, Strom und Kraftstoffe "übersetzen" und durch nationale Aktionspläne weiter konkretisieren. Biomasse wird als Schlüsselfaktor für die Zielerreichung gesehen. Zu den wesentlichen Handlungsfeldern zählen gezielter Hemmnisabbau, Ausbau der Fördermechanismen sowie Best-practice-Beispiele, Demonstrationsanlagen und Technologieförderung. Zeitliche Vorstellungen für die nationale Umsetzung sind nicht genannt /6/.

Europäischer Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan)

Am 22. November 2007 erfolgte ein Kommissionsvorschlag zu einem "Europäischen Strategieplan für Energietechnologie" (SET-Plan), welcher den "Weg zu einer kohlenstoffemissionsarmen Zukunft" bereiten soll. Gefordert wird ein erheblicher Mehrbedarf an öffentlichen und privatwirtschaftlichen Investitionen für die Entwicklung von innovativen Energieerzeu-

gungstechniken sowie eine bessere Abstimmung und Vernetzung von EU-weiten Forschungsaktivitäten. Zentrale technologische Herausforderungen um die für 2020 gesetzten energiepolitischen Ziele zu erreichen sind u. a. eine Weiterentwicklung von Biokraftstoffen der 2. Generation und der Solarenergienutzung, Verdopplung der Erzeugungskapazitäten großer Windturbinen, Entwicklung der CO₂-Abscheidung und Speicherung und die Entwicklung eines einheitlichen, intelligenten europäischen Elektrizitätsnetzes. Weitere Ziele werden für den Zeithorizont 2050 formuliert.

Der SET-Plan dient der Vernetzung und der und Intensivierung der Forschungsaktivitäten auf den genannten Gebieten. Mit den entsprechenden nationalen Forschungsinstituten soll ein europäisches Energieforschungsbündnis geschaffen werden. Weiterhin sollen die Gesamtaufwendungen für Energieforschung in der EU in den nächsten drei Jahren verdoppelt, die verstärkte Qualifizierung von Wissenschaftlern über Forschungsrahmenprogramme erfolgen sowie die internationale Zusammenarbeit deutlich verstärkt werden /72/.

Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (2008)

Der Vorschlag für diese eine neue Richtlinie, vorgelegt am 23.1.2008, fasst die beiden Richtlinien zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen und zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen aus den Jahren 2001 und 2003 zusammen und schließt darüber hinaus die energetische Nutzung von Biomasse zur Wärmegewinnung und Kühlung ein. Jeder Mitgliedstaat soll beauftragt werden seinen Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen, so dass die EU einen Anteil von 20 % im Jahr 2020 erreichen kann. In einem ersten Schritt soll jeder Mitgliedsstaat seinen Anteil auf 5,5 %, gemessen am Stand 2005, erhöhen. Die darauf folgende Zielvorgabe wird über das Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf berechnet. Die danach ermittelten Werte sind in Tabelle 2 enthalten. Mit welchem Mix die einzelnen Staaten die Ziele erreichen steht ihnen frei, sie müssen jedoch bis zum 31.3.2010 der Kommission nationale Aktionspläne mit ihren Strategien vorlegen. Um die Ziele zu erreichen, können die Mitgliedstaaten auch virtuellen Handel (mit Handlungsnachweis) mit erneuerbaren Energien betreiben, bei dem Staaten in die Erzeugung erneuerbarer Energien in einem anderen Mitgliedsstaat investieren und sich diesen Anteil auf ihr nationales Ziel gutschreiben lassen /73/.

Das Europäische Parlament billigte den Vorschlag der Kommission in veränderter Fassung am 17.12.2008. Die vorgesehenen Anteile von EE am Endenergieverbrauch (Tabelle 2) sind unverändert. Wesentliche Ergänzungen sind nach /74/:

Die Betonung der Entwicklung und Anwendung von Nachhaltigkeitskriterien, v. a. bei Biokraftstoffen in Hinblick auf ökologische und soziale Auswirkungen bei Produktion und Verbrauch innerhalb und außerhalb der Union. Entsprechende Nachhaltigkeitsaspekte werden genannt und dargelegt. Dazu zählt z.B der Ausschluss von "durch biologische Vielfalt geprägten Flächen" als Produktionsstandort für flüssige Bioenergieträger.

Tabellen mit typischen Werten für Treibhausgasemissionen zur Herstellung von Biokraftstoffen sind der Richtlinie beigefügt.

- Die Betonung um die Wichtigkeit einer Energieeffizienzsteigerung.
- Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten und dritten Generation in der Union und weltweit, sowie zur Stärkung der Agrarforschung in diesem Bereich.

Tabelle 2: Anteile an erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch (EEV) der EU-Mitgliedsstaaten nach dem Vorschlag für die "Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen" /73/

Mitalia data at	Anteil erneuerbarer	Erforderlicher Anteil
Mitgliedstaat	Energien 2005 am EEV	bis 2020
Belgien	2,2%	13%
Bulgarien	9,4%	16%
Dänemark	17%	30%
Deutschland	5,8%	18%
Estland	18%	25%
Finnland	28,5%	38%
Frankreich	10,3%	23%
Griechenland	6,9%	18%
Irland	3,1%	16%
Italien	5,2%	17%
Lettland	34,9%	42%
Litauen	15%	23%
Luxemburg	0,9%	11%
Malta	0%	10%
Niederlande	2,4%	14%
Österreich	23,3%	34%
Polen	7,2%	15%
Portugal	20,5%	31%
Rumänien	17,8%	24%
Schweden	39,8%	49%
Slowakische Republik	6,7%	14%
Slowenien	16%	25%
Spanien	8,7%	20%
Tschechische Republik	6,1%	13%
Ungarn	4,3%	13%
Vereinigtes Königreich	1,3%	15%
Zypern	2,9%	13%

3.2.5 Deutsche Energiepolitik

Das Bundeskabinett hat im August 2007 auf der Klausurtagung in Meseberg das "Integrierte Klima- und Energieprogramm" (IKEP) beschlossen. Ziel der Gesetzesinitiativen soll die Erreichung der Kyoto-Verpflichtungen sein, welche sich für Deutschland auf eine Treibhausgasreduktion von 40 % im Vergleich zu 1990 belaufen. Neben unterschiedlichen Maßnahmen u. a. in den Bereichen der Kraft-Wärme-Kopplung, Energieeinsparung und Kfz-Steuer wurden mehrere Maßnahmen für die Förderung von Erneuerbaren Energien beschlossen. Dabei wurden die folgenden Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien festgelegt /70/:

- Durch die Novelle des EEG soll der Anteil erneuerbaren Stroms auf 25 bis 30 % im Jahr 2020 erhöht werden.
- Der Anteil Erneuerbarer Energien im Wärmebereich soll bis 2020 auf 14 % steigen.
- Der energetische Anteil von Biokraftstoffen soll bis 2020 auf 17 % steigen.

Im Jahr 2008 wurde jedoch aus unterschiedlichen Gründen das Kraftstoffziel von 17 % für 2020 außer Kraft gesetzt und ein neues Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen erarbeitet. Nach diesem Gesetzentwurf soll ab 2010 und bis 2014 eine Biokraftstoffquote von 6,25 % erreicht werden, welche im Jahr 2011 v.a. in Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte überprüft werden soll /72/.

Um die Ausbauziele für Erneuerbare Energien und Biomasse zu erreichen wurden unterschiedliche Unterstützungsmaßnahmen entwickelt. Hierzu zählen v. a. das aktuell novellierte Erneuerbare-Energien-Gesetzt (EEG) sowie das Regenerative Wärmegesetz und die Gasnetzzugangsverordnung. Die genannten Instrumente werden in den entsprechenden thematisch strukturierten Folgekapiteln dargestellt und erläutert.

3.2.6 Energiepolitik ausgewählter außereuropäischer Länder

Die energiepolitischen Rahmenbedingungen in den ausgewählten außereuropäischen Ländern stellen sich unterschiedlich dar und zeigen teilweise erhebliche Umorientierungen in der jüngeren Vergangenheit:

Die Energiepolitik der USA ist geprägt von den drei Hauptsäulen einer sicheren Versorgung, der Wirtschaftlichkeit und dem Klimaschutz. Bei den verstärkten globalen Bemühungen zur Reduzierung des Ausstoßes von klimawirksamen Emissionen zeigten sich die USA bisher eher zurückhaltend. In den Jahren vor dem Energy Policy Act von 2005 lag der Fokus auf der Sicherung und der Wirtschaftlichkeit der Energieversorgung, wodurch die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern aus dem eigenen Land sowie von Öl- und Gasimporten kaum reduziert werden konnte /91/.

Mehr als 50 % der Elektrizität in den USA stammen aus Kohle. Durch die hohe Verfügbarkeit und entsprechend geringe Kosten besteht großes Interesse daran, die Kohle auch in Zukunft als Energielieferant nutzen zu können /92/. Um entstehende Luftschadstoffe und THG bei der Nutzung der Kohle effektiv abscheiden zu können und die Wirkungsgrade zu erhöhen, wird die Forschung zu neuen Technologien unterstützt. Daneben werden weitere Forschungen im Bereich der Entwicklung neuer Technologien für die Speicherung und den Transport von Strom gefördert. Mit Hilfe des "Fossil Energy Program" sollen Brennstoffzellen, die Wasserstoff aus Erdgas oder sogar aus Kohle bzw. Biomasse nutzten und dezentral eingesetzt werden können, gefördert werden.

Zur Förderung der Erneuerbaren Energien arbeitet das Büro für "Energy Efficiency and Renewable Energy" im Ministerium für Energie sowohl mit anderen Regierungseinheiten als auch mit dem privaten Sektor zusammen. So sollen staatliche Investitionen für Forschung und Entwicklung wirksamer eingesetzt werden /93/.

Der Einsatz von Biomasse wird als nachhaltige Möglichkeit zur Eigendeckung des Strombedarfs sowie des Kraftstoff- und des Chemikalienbedarfs angesehen. Das "Renewable Energy Biomass Program" dient der Förderung von Technologien in diesen Bereichen und zur Herstellung von Kunststoffen und Chemikalien aus erneuerbaren Materialien /94/. Für die Nutzung von Biomasse sind konkrete Ziele für die Produktion von Kraftstoffen gesetzt worden, bis 2022 sollen insgesamt 36 Mrd. Gallonen, d.h. ca. 4.500 PJ, an fossilen Kraftstoffen ersetzt werden /95/.

Brasilien kann den größten Teil seines Energiebedarfs aus eigenen Ressourcen decken (Eigenbedarfsdeckung in 2006 betrug 89,7 %). Durch die im November 2007 entdeckten Ölreserven vor der Küste des Landes könnte die Energieversorgung weiterhin langfristig gestärkt werden. Das stärkste Wachstum weist allerdings der Erdgasanteil auf, der sich seit 1998 verdreifacht hat. Daneben sind auch die Erneuerbaren wichtige Energieträger, die zusammen mit der Wasserkraft (ca. 15 %) einen Anteil von ca. 45 % zur gesamten Energieerzeugung beitragen /96/.

Den Energieunternehmen wird die Abnahme der Elektrizität aus Biomasse und kleinen Wasserkraftanlagen durch Eletrobras auf 20 Jahre vertraglich garantiert. Die staatliche Entwicklungsbank stellt den Unternehmen Kredite zur Verfügung, die bis zu 70% der Projektkosten decken können und während der Bauphase nicht getilgt werden müssen. Das staatliche Programm "Licht für alle" von 2004, hat zum Ziel, die ländliche Bevölkerung besser an das öffentliche Stromnetz anzuschließen. So sollen bis 2008 ca. 10-12 Mio. Menschen (Familien mit geringem Einkommen) mit kostenlosen Stromanschlüssen ausgestattet werden.

Als nutzbare Biomasse stehen neben Holz vor allem Holzkohle, Rohrzuckerprodukte (Bagasse und Ethanol) und diverse pflanzliche Reststoffe zur Verfügung. Diese sind als Energieträger vor allem im industriellen Sektor von Bedeutung. Holz und Holzkohle sind unter Umweltgesichtspunkten problematisch, tragen aber immer noch 12,6 % zur gesamten Energieerzeugung bei.

Biokraftstoffe werden in Brasilien bereits seit der ersten Ölkrise in den 1979er Jahren mit einem staatlichen Ethanol-Programm unterstützt. Durch die mittlerweile leistungsstarke und kostengünstige Ethanolproduktion ist ein hoher Anteil an "flex-fuel-vehicles" im motorisierten Individualverkehr etabliert. Nachdem die Nachfrage auf dem Weltmarkt drastisch gestiegen ist, lohnt sich der Ausbau der Ethanolproduktion (Verdoppelung zwischen 2005 und 2010) die vorher nur den heimischen Markt decken musste /97/. Zur Steigerung der Biodie-

selproduktion etablierte 2003 die Regierung das brasilianische Biodieselprogramm an. Nach diesem soll eine Beimischung von 2 % bis Ende 2007 und 5 % bis Ende 2013 an Biodiesel zum fossilen Diesel umgesetzt werden /98/. Als eingesetztes Pflanzenöl wird vor allem billiges Öl, wie Palmöl oder auch dezentral erzeugtes Rizinusöl, gesehen, auch um die Versorgungssituation zu verbessern und Arbeitsplätze im ländlichen Raum zu schaffen.

Indien ist mit einer Bevölkerung von ca. 1,1 Mrd. nach China das bevölkerungsreichste Land und eine der am schnellsten wachsenden Ökonomien weltweit. Es hat mit seinem kommerziellen Energiebedarf einen Anteil von 3,5 % des globalen Primärenergieverbrauchs und liegt damit auf Platz fünf. Durch die wirtschaftliche Entwicklung ist eine verstärkte Nutzung kommerzieller Energien, die sauberer und effizienter sind, zu erkennen, was sich in der deutlich sinkenden Tendenz des nicht-kommerziellen Energieverbrauchs zwischen 59 % in 1970 und 32 % in 2001 zeigt /99/. Auch der Strombedarf nimmt drastisch zu: So ist die installierte Kapazität zur Stromerzeugung in den Jahren zwischen 1950 und 2005 von 1713 MW auf 118.419 MW gestiegen /100/.

Der Energiemix ist mit einem Anteil von 55 % dominiert von der im Land reichlich vorkommenden Kohle, Tendenz steigend /100/. Dennoch übersteigt der Energiebedarf die Möglichkeiten durch Eigenversorgung. Diese Knappheit wird versucht über Importe von vorwiegend Stahl, Strom und Zement zu kompensieren. Die Summe an Energieimporten wird auf 16 % geschätzt /101/. Bezüglich der Nutzung der Erneuerbaren, liegt Indien mit seiner Windkraft zur Stromerzeugung auf Platz fünf. Ebenso bieten sich hohe Potenziale in den Bereichen kleiner Wasserkraftanlagen, Biomasse und Solarenergie /100/.

Jährlich fallen große Mengen Biomasse aus den Bereichen Landwirtschaft und industrielle Landwirtschaft (über 500 Mio. t) sowie Forstwirtschaft an. Studien zufolge finden mindestens 150-200 Mio. t keinen produktiven Nutzen, könnten jedoch ökonomisch alternativ genutzt werden und so in den gängigen Anlagen zusätzlich zwischen 15 000 und 25 000 MW elektrischen Strom erzeugen /102/.

Auch für den Kraftstoffbereich existieren politische Zielvorgaben. Durch nahezu 100 %-ige Verbrauchssteigerungen an Rohöl in den Jahren 2001 und 2007, ist eine 20 %-ige Substitution von Diesel durch Biodiesel und eine 5 bis 10 %-ige Substitution von Benzin durch Bioethanol beschlossen. Die Bereitstellung von Pflanzenöl für den heimischen Markt soll auf dem Anbau von Jatropha basieren, diejenige von Ethanol auf dem Anbau von Zuckerrohr /103/. Nach einer Demonstrationsphase bis 2007 soll der Anbau auf insgesamt 11 Mio. ha/a bis zum Jahr 2011/12 angestrebt. Dazu sollen Brachflächen, degradierte Flächen, Wasser- und Straßenränder, aber auch Wald- und Plantagenflächen genutzt werden, von deren Ernten bis zu 13 Mio. t Biodiesel pro Jahr produziert werden sollen.

China wurde im Jahr 1993 zu einem Nettoimporteur für Öl. Damit begann auch die Sorge um die Sicherheit der Energieversorgung und die Angst vor Versorgungsengpässen, die das starke Wirtschaftswachstum behindern könnten. Seit Jahren hat die chinesische Regierung der Entwicklung und Anwendung erneuerbarer Energien daher eine große Bedeutung beigemessen. Eine Orientierung der chinesischen Regierung auf Erneuerbare Energien, neben der großen Wasserkraft, ist seit den 1980er Jahren, vor allem bei der Windkraft zu erkennen. Im Jahr 1999 wurden dann "Mehrere Politikempfehlungen über die Förderung der Entwicklung Erneuerbarer Energien" erlassen und damit weitere Schritte zum Abbau von Barrieren bei der Entwicklung erneuerbarer Energien getan.

Im Jahr 2003 begann die Regierung damit, das "Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien" zu erarbeiten, welches Anfang 2006 in Kraft treten konnte. Darin sind Verantwortung und Verpflichtung sowohl der Regierung als auch der Unternehmen bzw. der Endabnehmer für die Erschließung und Nutzung erneuerbarer Energien sowie eine Reihe politischer Maßnahmen (Entwicklungsziele, spezifische Budgetposten und steuerliche Vergünstigungen) festgelegt. Die chinesische Regierung will den Anteil an erneuerbaren Energien bis 2020 schrittweise auf 13 % steigern. Allerdings mangelt es an konkreten Zielen für die Nutzung der einzelnen erneuerbaren Energieträger wodurch es Investoren sehr schwer fällt, die Erneuerbaren neben der billigen Kohle, die immer noch zu mehr als 60 % an der Stromerzeugung beteiligt ist, zu etablieren /104/.

Bisher kommen erneuerbare Energieträger vor allem im nicht-kommerziellen Bereich zur Anwendung. So werden jährlich ca. 300 Mio. t SKE an Holz vorwiegend in den ländlichen Regionen verbrannt. Zusammen mit rund 100 Mrd. kWh elektrischer Energie entspricht das einem Anteil von ca. 5 % der gesamten jährlichen Stromerzeugung des Landes. Werden auch die weiteren Formen der Nutzung erneuerbarer Energien berücksichtigt (Wasserkraft mit 16 % in 2005), nimmt China damit international eine Spitzenposition ein. Sieht man von der traditionellen Biomassenutzung ab, so erreichen die Erneuerbaren Energien einen Anteil von 8 % am Energieverbrauch /105/.

Allerdings wird in der Biomasse ein großes Entwicklungspotenzial gesehen. Das erste Biomassekraftwerk zur direkten Stromerzeugung mit einer Leistung von 25 MW wurde im Dezember 2006 in Betrieb genommen worden. Es nutzt Abfälle aus Ackerbau und Forstwirtschaft als Brennstoff /106/. Weitere acht Biomassekraftwerke wurden anschließend in Betrieb genommen, in Planung befinden sich noch ca. 30 weitere Projekte. Biomasse zur Stromerzeugung wird staatlich gefördert durch einen auf fünfzehn Jahre festgelegten Einspeisetarif von ca. 0,024 €/kWh zusätzlich zu den Einspeisetarifen auf Provinzebene und einer weiteren fünfzehnjährigen Abnahmegarantie zu Marktpreisen /107/.

Im Kraftstoffbereich ist 2002 die Bioethanolstrategie verabschiedet worden, die zunächst für ausgewählte Städte eine 10 %-ige Beimischung an Bioethanol vorsah. Neben der Produktion

von Bioethanol aus Mais, wird eine Ausweitung auf Cassava als Ethanolrohstoff angestrebt /108/.

Japans Energiepolitik konzentriert sich aufgrund der starken Energieimportabhängigkeit, bedingt durch geringe heimische Energieressourcen, und den durch die Insellage hervorgerufenen infrastrukturellen Herausforderungen besonders auf die Versorgungssicherheit. Der Anteil der Selbstversorgung lag im Jahr 2003 bei 16 % inkl. Kernenergie und bei nur 4 % exkl. Kernenergie /75/. Aufgrund dieser nationalen Besonderheiten und den starken Veränderungen im Gefüge der weltweiten Energieangebots- und -nachfragestrukturen hat Japan eine nationale Energiestrategie erarbeitet, welche auf den drei Säulen Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit und Wissenstransfer fußt. Zur Reduzierung der Erdölabhängigkeit im Transportsektor sollen auch die Umsetzung einer E10-Strategie bis 2020 und die zukünftige Nutzung von BTL beitragen. Darüber hinaus wird im Rahmen des "New Energy Innovation Plan" die regionale Produktion und Nutzung von Biomassen deutlich gefördert werden um den regionalen Selbstversorgungsgrad zu steigern /76/.

Um speziell den Ausbau der Biomassenutzung voranzutreiben wurde die "Biomass-Nippon Strategy" erarbeitet, in der Ziele für den Ausbau der Biomassenutzung definiert werden. Bis 2010 sollen Bioabfälle zu 80 % und die bisher ungenutzten Biomassen (Waldrestholz, unterschiedliche Strohsorten) zu 25 % genutzt werden. Ab 2010 sollen darüber hinaus die kommerzielle Nutzung von Energiepflanzen und die Etablierung von 500 Bioenergiestädten gestartet werden /77/.

Im Jahr 2006 wurde die "Biomass-Nippon Strategy" überarbeitet. Eine englische Textversion war zum Zeitpunkt der Recherchen noch nicht verfügbar.

Australiens Energiepolitik hat die drei Hauptsäulen "Förderung einer sicheren Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen", "Förderung der Energietechnologie für eine effiziente Energienutzung" und "Verringerung der Treibhausgasemissionen" zum Inhalt /81/. Der starke politischer Fokus auf die Reduzierung von Treibhausgasemissionen zeigt sich auch in der Gründung des "Department of Climate Change". Um die Ziele von 60 % (Basis 2000) Treibhausgasreduktion bis 2050 zu erreichen, wurden unterschiedliche politische Programme und Ziele für die Bereiche Energieeffizienz, Emissionshandel, Elektrizitätsspeicherung und erneuerbare Energien verabschiedet. Bei Letzteren liegt der Fokus auf dem Ausbau und der Nutzung von Solar- und Windenergie, wenngleich erhebliche Ressourcen für die Bioenergieproduktion vorhanden sind. Zur Förderung des erneuerbaren Stroms wurde das "Mandatory Renewable Energy Target" (MRET) im Jahr 2001 verabschiedet, mit dem ein 60 %-iger Anstieg des erneuerbaren Strom innerhalb eines Jahrzehnts erreicht werden soll /78/, /79/, /80/. Für die Nutzung von Biokraftstoffen gibt es keine festgeschriebenen Ziele, stattdessen werden durch Maßnahmen wie Steuerreduktion für Biokraftstoffe, Kapitalbeihilfen für Produktions-

anlagen und Kapitalbeihilfen für die Umrüstung von Tankstellen die Etablierung von Biokraftstoffen (vornehmlich Ethanol) vorangetrieben /82/.

In Anbetracht der großen landwirtschaftlichen Produktionsflächen ist das Potenzial für einen weiteren Ausbau des Biokraftstoffbereichs vorhanden, gleichzeitig stellt sich jedoch nach den Dürreperioden und den deutlich niedrigeren Getreideernten der letzten Jahre die Frage, inwieweit sich die landwirtschaftlichen Produktionsmöglichkeiten weiter entwickeln werden.

3.2.7 Europäische Agrarpolitik

Im Gegensatz zu den energiepolitischen Rahmenbedingungen setzen die agrarpolitischen Maßgaben am Anfang der Produktionskette an und können damit die Wettbewerbsfähigkeit des Energiepflanzenanbaus gegenüber einer anderen Flächennutzung bestimmen.

International wurde die bisherige Entwicklung der Agrarpolitik vornehmlich durch die Vereinbarungen der Uruguay-Runde des allgemeinen Zoll- und Handelsabkommen (GATT) und durch die bisher erzielten Ergebnisse im Rahmen der WTO-Verhandlungen in Doha bestimmt (siehe 3.2.3). Die Vereinbarungen haben einen Abbau der inländischen Stützung, eine Reduktion der Exportsubventionen und eine Marktöffnung gegenüber Drittländern zum Ziel.

Die EU und andere Industrieländer mit hohen Zöllen und einer hohen Agrarstützung haben entsprechend dieser Ziele ihre nationalen Politiken reformiert. In diesem Zusammenhang haben die Agrarminister der EU beispielsweise eine einschneidende Reform der europäischen Zuckermarktordnung beschlossen, die am 1. Juli 2006 in Kraft trat /5/. Mit der Neuregelung wurde ein seit nahezu 40 Jahren weitgehend unverändertes System in die generelle Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik einbezogen. Sie soll die langfristigen Zukunftsperspektiven der Zuckererzeugung in der EU sichern, deren Wettbewerbsfähigkeit und Marktorientierung fördern und die Position der EU in den kommenden Welthandelsrunden stärken.

Gemeinsame Agrarpolitik

Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der EU beruht auf den beiden Säulen der Marktordnung und der ländlichen Entwicklung. Den größten Teil der Ausgaben verursachen jedoch die 1. Säule der Marktordnung und die mit ihr verbundenen Subventionen für die Landwirtschaft.

Die EU-Agrarminister haben sich nach der einleitenden Agrarreform im Jahre 1992 am 26. Juni 2003 in Luxemburg auf eine weiterführende Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik geeinigt. Mit der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates vom 29. September 2003 wurden die Richtlinien für den Zeitraum von 2007 bis 2013 festgelegt /8/. Die EU-Mitgliedsstaaten setzten diese Richtlinien ab 2005 in nationale Regelungen um. Die Agrarreform erfolgte da-

mit zu einer Zeit, in der sich im Rahmen der WTO-Verhandlungen die Entwicklungsländer verstärkt zu bemühen begannen, Zugang zum EU-Binnenmarkt zu erhalten.

Die Kernmechanismen der Agrarreform im Jahre 2003, die jedoch national unterschiedlich umgesetzt werden können, sind:

- Entkopplung der Direktzahlungen
- Cross Compliance
- Obligatorische Modulation.

Durch die Entkopplung der Direktzahlungen wird das bis 2004 angewandte komplexe System produktionsgebundener Direktzahlungen (z. B. Ackerprämie, Stärkekartoffelprämie, Saatgutbeihilfe, Schlachtprämie, Mutterkuhprämie, Milchprämie) schrittweise bis 2013 auf betriebsbezogene Zahlungen entkoppelt, d. h. auf produktionsunabhängige Direktzahlungen umgestellt. Die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik initiierte damit einen Paradigmenwechsel hin zu mehr Marktorientierung und Effizienz, da die Subventionierung der Landwirtschaft nach dem neuen Konzept in Form einer jährlichen einzelbetrieblichen Zahlung bzw. zu regional einheitlichen Hektarprämien erfolgt. Die Wahl, welches Produkt ein Landwirt zukünftig erzeugt, soll demnach nicht mehr überwiegend von der Höhe der produktbezogenen Zahlungen bestimmt sein, sondern von den Marktbedingungen abhängen.

In Deutschland werden die Eckpunkte des Entkopplungsmodells in dem als Artikel 1 im Gesetz zur Umsetzung der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik enthaltenen Betriebsprämiendurchführungsgesetz geregelt.

Mit Cross Compliance wurde zusätzlich eine Bindung der Prämienzahlung an die Einhaltung bestimmter Standards definiert. Dazu gehören Umwelt- und Tierschutz sowie Lebens- und Futtermittelsicherheit. Neu ist, dass bei Nichteinhaltung dieser auf EU-Ebene bereits existierenden Standards die Direktzahlungen gekürzt (bei erstmaligen Verstößen insgesamt maximal 5 %) oder bei vorsätzlichen Verstößen im Extremfall vollständig einbehalten werden. Daneben müssen Regelungen zum Bodenschutz und zur Mindestinstandhaltung von Flächen getroffen werden. Des Weiteren müssen die EU-Mitgliedsstaaten sicherstellen, dass der Anteil des Dauergrünlands an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche gegenüber dem Verhältnis, das im Jahr 2003 festgestellt wurde, nicht erheblich abnimmt.

Neben der Förderung der Marktordnung bzw. Produktion ("erste Säule") sollen außerdem Maßnahmen der ländlichen Entwicklung ("zweite Säule") zukünftig finanziell stärker unterstützt werden. In Deutschland wurde seit 2002 mit Beschluss eine freiwillige **Modulation** eingeführt, innerhalb der die Direktzahlungen jährlich um 2 % gekürzt wurden (Freibetrag 10.000 €/Betrieb). Die ab 2005 für die EU verpflichtenden Modulationssätze betragen 3 % 2005, 4 % 2006 und jeweils 5 % 2007 bis 2012. Dabei gilt ein Freibetrag von 5.000 € je Be-

trieb. Die Modulationsmittel standen erstmals im Jahre 2006 zur Verfügung und werden im Rahmen der Entwicklungspläne der Länder zur Verstärkung der Maßnahmen der 2. Säule eingesetzt /24/.

Auf politischer Ebene hat sich damit in Europa die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Landwirtschaft viele Funktionen im ländlichen Raum erfüllt. Eine wesentliche Stärkung der ländlichen Entwicklung ist die Einführung des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raums (ELER), womit seit 2007 ein eigenes Finanzierungsinstrument vorliegt.

Unterstützung der Energiepflanzenproduktion

Auslöser für das enorm gestiegene Interesse von Seiten der Landwirtschaft, zunächst vorrangig im Kraftstoffmarkt, war die erste Stufe der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik im Jahr 1992. Seit Ende der 1980er Jahre versucht die EU, die Überproduktion im Agrarsektor durch Flächenstilllegungen zu reduzieren. Mit der europäischen Agrarreform der gemeinsamen Agrarpolitik im Jahre 1992 wurde die **obligatorische Flächenstilllegung** festgesetzt. Die Ergebnisse der Agrarverhandlungen hatten seinerzeit zum Ergebnis, dass die Landwirtschaft in der EU zunächst 15 % und später 10 % der Ackerfläche zur Reduzierung der Überschüsse im Getreidebereich stilllegen musste. Dieses Flächenpotenzial stand bzw. steht jedoch für die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen zur Verfügung.

Als Ergebnis der durchgeführten Agrarreform im Jahre 2003 wird der Landwirtschaft heute eine entkoppelte Betriebsprämie von durchschnittlich 300 € ha⁻¹ gewährt. Zudem besteht heute keine Bindung zwischen Kulturart und Flächenprämie mehr, so dass der Landwirt praktisch frei in der Entscheidung ist, welche Kulturarten für welchen Verwendungszweck angebaut werden. Realistischerweise ist nicht davon auszugehen, dass die Flächenprämien weiter erhöht werden. Völlig offen ist dementsprechend auch die Frage der Flächenstilllegungsregelung (u. a. unter Berücksichtigung der gestiegenen Flächenkonkurrenz) und der Nachfolgeregelung der Flächenprämie ab dem Jahr 2013. Sollte die Flächenprämie völlig entfallen oder degressiv gestaffelt werden, müssen konsequenterweise, um das jetzige Einkommensniveau in der Landwirtschaft zu halten, die Rohstoffpreise entsprechend steigen.

Die Flächenstillegungspflicht wurde zumindest vorerst in die neue einheitliche Betriebsprämienregelung übernommen. Der Anbau von Energiepflanzen auf Stilllegungsflächen ist daher weiter zulässig, sofern ein Vertrag nachgewiesen werden kann oder der Landwirt die Gewähr dafür bietet, dass sie als Biomasse zur stofflichen oder energetischen Verwertung verwendet werden.

Aufgrund des gestiegenen Flächenbedarfs für die Rohstoffproduktion ist bereits heute eine Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Biomasseanbau um die begrenzt vorhandenen

Flächen gegeben. Diese Wettbewerbssituation ist jedoch prinzipiell nicht unerwünscht, zumal mit Blick auf die umfangreiche Erweiterung der EU noch nicht feststeht ob bzw. wie die Landwirtschaft in den kommenden Jahren gefördert wird.

Energiepflanzenförderung in europäischen Ländern

In den meisten EU-Mitgliedsländern erfolgt die Förderung von Energiepflanzen bisher im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik und der darin enthaltenen Energiepflanzenprämie von 45 €/ha. Neben dieser EU-weit festgelegten Subventionierung steht es Mitgliedsländern zu, auf nationaler Ebene die Produktion von Energiepflanzen durch weitere finanzielle Anreize anzukurbeln. Zur Etablierung von mehrjährigen Energiepflanzen auf Flächen, die unter die Energiepflanzenprämie fallen, dürfen die einzelnen Staaten beispielsweise maximal 50 % der anfallenden Kosten übernehmen /13/.

Spezifische nationale Förderprogramme, über die EU-weite Energiepflanzenprämie hinausgehende Maßnahmen, existieren nachweislich in Großbritannien, Irland und Tschechien.

In **Tschechien** wird der Anbau von Energiepflanzen seit 2004 im Rahmen des "Horizontal Rural Development Plan of the Czech Republic 2004-2006" subventioniert. Die Bedingungen für die Gewährleistung der Zahlungen werden durch das "Government Decree No 308/2004 Coll." geregelt. Durch die genannten Förderprogramme wurde insbesondere der Anbau von schnellwachsenden Baumarten und deren energetischer Verwertung zu Strom und Wärme durch Verbrennung unterstützt /15/. Das im Jahr 2007 schließlich verabschiedete Förderprogramm sieht eine Ausweitung der Subventionszahlungen auf alle Pflanzen vor, die zum Zweck der Energiegewinnung angebaut werden. Danach bezuschusst die tschechische Regierung die Etablierung und Bewirtschaftung von Energiepflanzen mit 3000 CZK pro Hektar /14/. Die Gewährleistung eine Förderung ist unter anderem an folgende Bedingungen geknüpft:

- Die bebaute Fläche muss mindestens einen zusammenhängenden Hektar betragen
- Energiepflanzen dürfen nur auf Ackerflächen angebaut werden
- Die angebauten Kulturen müssen dem ausschließlichen Zweck der energetischen Nutzung dienen
- Energiepflanzen müssen die im entsprechend geförderten Zeitraum die hauptsächlich angebaute Kultur auf den ausgewiesen Flächen darstellen

Insgesamt wurden im Jahr 2007 in Tschechien auf 1771 Hektar Energiepflanzen kultiviert und 5,3 Millionen CZK an Fördermitteln ausgeschüttet /14/.

In **Großbritannien** wurde als landesspezifische Fördermaßnahme für Energiepflanzenanbau das "Energy Crops Scheme, ECS" durch das "Department for Environment, Food and Rural

Affairs, Defra" mit einer geplanten Laufzeit von 2002 bis 2006 eingerichtet. Für diesen Zeitraum ursprünglich mit einer Summe von 29 Mio. £ ausgestattet, wurde das Förderprogramm in Form einer zweiten Stufe mit zusätzlichen 47 Mio. £ aufgestockt /25/. Durch das Förderprogramm wird neben der Anlage von Kurzumtriebsplantagen auch die Etablierung von Erzeugergemeinschaften mit max. 200.000 £ bezuschusst /19/. In der ersten Phase des ECS wurden für die Neuanlage von Kurzumtriebsplantagen (Pappel oder Weide) 1.000 £/ha und für die Neuanlage von Miscanthuskulturen 920 £/ha gezahlt. Es wurden ausschließlich diese beiden Kulturen gefördert. Durch das im Oktober 2007 in Kraft getretene neue Programm, mit einer Laufzeit von 2007-2013, wurden die Fördersätze neu festgelegt. Nach wie vor werden nur die genannten Pflanzenarten berücksichtigt, wobei 40 % der tatsächlichen Kosten (Material, Anbieter, Transaktionskosten) und 40 % der Anbaukosten (eigene Arbeitskraft, Nutzung von Maschinen) gedeckt sein sollen /16/. Folgende Bedingungen müssen für die Inanspruchnahme der Fördermittel nach /16/ und /18/ erfüllt sein:

- Es werden nur Flächen in GB gefördert.
- Die angebaute Biomasse darf ausschließlich in Heizanlagen, Heizkraftwerken oder BHKW verwendet werden.
- Kurzumtriebsholz und Miscanthus darf darüber hinaus für die Produktion von Biokraftstoffen zweiter Generation eingesetzt werden.
- Die Biomasse darf nicht mehr als 10 Meilen bei Nutzung in Anlagen bis 4 MW Feuerungswärmeleistung bzw. nicht mehr als 25 Meilen bei Nutzung in Anlagen über 4 MW Feuerungswärmeleistung auf der Straße transportiert werden.
- Antragsteller und Anbaufläche müssen im Sinne des ECS förderfähig sein. Dies bedeutet im Wesentlichen:
 - o Es müssen Abnehmerverträge für die Biomassenutzung vorliegen oder
 - es muss eine eigene Nutzungsanlage vorhanden sein oder sich in Planung befinden.
 - Der Antragsteller muss für die Bewirtschaftung der entsprechenden landwirtschaftlichen Fläche verantwortlich sein.
 - Es müssen mind. drei Hektar Energiepflanzenfläche neu angelegt werden, von denen mindestens 0,5 Hektar zusammenhängende Flächen darstellen müssen.
 - Die geplanten Anbauflächen müssen einer Umweltverträglichkeitsprüfung bei Antragstellung genügen.
 - o Es muss ein 5-Jahres-Vertrag mit dem Defra abgeschlossen werden. Durch diesen verpflichtet sich der Antragsteller u. a. Umweltmindeststandards einzu-

halten und die Kultur nach den vom Defra veröffentlichten Best Practice Guidelines anzubauen.

In Irland hat das "Department of Agriculture and Food" in sehr ähnlicher Form wie Großbritannien einen "BioEnergy Scheme", (BES) für die Neuanlage von Weiden- und Miscanthuskulturen mit einem Mittelvolumen von 8 Mio. € aufgelegt. Das Förderprogramm trat zum 6.2.2007 in Kraft, inzwischen ist die dritte Runde, in der die Förderungen für das Jahr 2009 geregelt werden, angelaufen. Das Programm hat eine Laufzeit bis 2009, wobei erklärtes Ziel die Neuanlage von 1.400 ha Weiden- bzw. Miscanthusfläche ist /26/. Es erfolgt eine Förderung in Höhe von 50 % der Investitionskosten, die bei der Neuanlage einer Kultur entstehen, max. jedoch 1.450 €/ha. Die Auszahlungen erfolgen in zwei Schritten: bis zu 75 % werden bei Neuanlegung der Kulturen gewährt, die restlichen 25 % erhält der Landwirt im Jahr darauf. Zusätzlich wurden 6 Mio. € bereitgestellt, um eine Zahlung von 80 €/ha für alle Energiepflanzenkulturen bis zum Jahr 2009 zu gewähren. Die Gewährung dieser nationalen Prämie kann zusätzlich zu der EU-Energiepflanzenprämie von 45 €/ha erfolgen /1/. Die Mindestanbaufläche für Miscanthus- bzw. Weidenkulturen im Sinne des BES muss 4 ha betragen, die max. Größe einer zusammenhängenden Anbaufläche beträgt 30 ha /17/. Pro Antragsteller werden max. 37,5 ha Anbaufläche gefördert. Förderfähig sind die Stilllegungsflächen und Flächen, die auch im Rahmen der EU-Energiepflanzenprämie (45 €/ha) förderfähig sind. Weitere wesentliche Vorraussetzungen sind

- ein Nachweis über die regionale Verwertung der Biomasse zur Produktion von Energie,
- eine Mindestnutzung der Kultur von sieben Jahren und
- die Beachtung der Kulturhinweise in entsprechenden "Best Practice Guidelines" /26/.

Ausgewählte außereuropäische Länder

Die Agrarpolitik der betrachteten außereuropäischen Länder ist vielfach gekennzeichnet durch die Anforderungen der WTO, die sich um den Abbau von geschützten Agrarmärkten und gezielten Agrarsubventionen bemüht. Bestehende Mechanismen der Agrarsubventionierung sind vor allem in den USA zu verzeichnen (z. B. Direktzahlungen für ausgewählte Kulturen wie Weizen /12/). Eine übergreifende Energiepflanzenförderung (vergleichbar der europäischen Energiepflanzenprämie) konnte für die außereuropäischen Länder nicht ermittelt werden, allerdings sind die international zugänglichen Informationen in diesem Bereich begrenzt.

3.2.8 Weitere Politikfelder

Neben den klimaschutz-, agrar- und energiepolitischen Rahmenbedingungen nehmen weitere Rahmenbedingungen aus den Bereichen der Wirtschafts-, Umwelt- sowie Struktur- und Regionalpolitik direkt oder indirekt Einfluss auf den Ausbau der Bioenergie in Europa.

Hierzu zählt beispielsweise die im März 2000 auf einem Sondergipfel der europäischen Staats- und Regierungschefs in Lissabon verabschiedete **Lissabon-Strategie** für Wachstum und Beschäftigung /27/. Ziel des Programms ist es, die Europäische Union bis zum Jahre 2010 zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraum der Welt zu entwickeln. Mit dieser Strategie will die EU "im Rahmen des globalen Ziels der nachhaltigen Entwicklung ein Vorbild für den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Fortschritt in der Welt sein".

Beim Gipfel des Europäischen Rates in Göteborg 2001 zur Nachhaltigkeit wurden die Zielsetzungen der Lissabon-Strategie zu "wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit" und "sozialem Zusammenhalt" um die dritte Säule "Umwelt und nachhaltige Entwicklung" ergänzt. Ziel der Göteburg-Strategie ist es, durch die Einbeziehung einer nachhaltigen Entwicklungsstrategie weitere beträchtliche wirtschaftliche Möglichkeiten zu eröffnen /20/. Hierdurch soll eine neue Welle technologischer Innovationen und Investitionen ausgelöst werden, durch die wiederum Wachstum und Beschäftigung entstehen soll. Die Industrie ist insofern aufgefordert, sich an der Entwicklung und verstärkten Nutzung von umweltfreundlichen Technologien zu beteiligen. Dazu sollen Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch voneinander abgekoppelt werden.

Neben den Zielen der Wirtschafts- und Umweltpolitik stellt die Struktur- und Regionalpolitik einen weiteren zentralen Politikbereich der Europäischen Union dar. Sie soll der Festigung des wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhalts in der Gemeinschaft dienen und dabei insbesondere Wachstum und Beschäftigung in den unterentwickelten Regionen fördern. Ziele sind vor allem die Entwicklung und strukturelle Anpassung von Regionen mit Entwicklungsrückstand sowie die wirtschaftliche und soziale Umstellung von Gebieten mit Strukturproblemen. Diese Ziele werden überwiegend aus dem Europäischen Sozialfonds, dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und der für die Entwicklung des ländlichen Raumes gefördert. Diesen Fonds wurden für den Zeitraum 2000-2006 rund 213 Milliarden Euro bereitgestellt, was etwa einem Drittel der gesamten EU-Ausgaben in diesem Zeitraum entspricht. Für die Finanzperiode ab 2007 werden insgesamt rund 308 Milliarden Euro für die Regionalförderung zur Verfügung gestellt.

3.2.9 Schlussfolgerungen für die Bioenergienutzung und Energiepflanzenproduktion

In Hinblick auf die Bioenergienutzung und die Energiepflanzenproduktion spielen mehrere Politikbereiche zusammen, die jeweils unterschiedliche Ziele verfolgen. Tabelle 3 gibt einen schematisch vereinfachten Überblick über die grundlegenden Ziele und Ansatzstellen dieser Politiken sowie die grundsätzliche Verankerung der Ziele in den Politiken der betrachteten Staaten. Es wird deutlich, dass die grundlegenden Ziele der unterschiedlichen Politiken zum Teil widersprüchlich und die Verankerung der Ziele in den Politiken der betrachteten Länder

unterschiedlich stark sind: So besitzt z. B. der Aspekt der Versorgungssicherheit in allen betrachteten Ländern eine sehr hohe Bedeutung, während klimapolitische Aspekte vor allem in der Europäischen Union formuliert und mit entsprechenden Instrumenten ausgestattet sind, während sie in den außereuropäischen Staaten teilweise nur programmatisch gesetzt sind bzw. genannt werden.

Tabelle 3: Politikbereiche, Zielstellungen und deren Bedeutung in den betrachteten Ländern

	Wesentliche	Zielstellung	Bedeutung				
Politikbereich	allgemein	übersetzt für Bio- energie	EU-Länder	ausgewählte außer- europäische Länder			
Energiepolitik	Versorgungssicherheit	große Mengen Kraft- stoffe	sehr hoch	sehr hoch			
Umweltpolitik	Gesundheit	Reduktion lokaler Emissionen	untergeordnet	teilweise hoch (insbes. in Entwicklungs- und Schwellenländern)			
	Klima	Reduktion globaler Emissionen	sehr hoch	vielfach programmatisch			
	Biodiversität	keine Gefährdung	programmatisch	lückenhaft			
Agrarpolitik	Erhaltung/Entwicklung ländlicher Räume	Nutzung heimischer Rohstoffe	hoch	hoch			
	Armutsbekämpfung	kleinräumige Produktion	untergeordnet	teilweise hoch (insbes. in Entwicklungs- und Schwellenländern)			
Wirtschafts- politik	Export von Rohstoffen	Ausbau der Agrar- produktion	untergeordnet	teilweise hoch (insbes. in Entwicklungs- und Schwellenländern)			
	Export von Technologien	innovative Technologien	hoch	teilweise hoch (insbes. in Industrieländern)			

Agrar- und wirtschaftspolitische Aspekte der Bioenergieförderung finden sich in allen betrachteten Ländern, jedoch mit unterschiedlichen Zielausrichtungen (z. B. Armutsbekämpfung in Indien, Technologieentwicklung in den Industrienationen), während z. B. Biodiversitätsaspekte bisher nur lückenhaft oder programmatisch zu finden sind.

Die folgende Abbildung 5 zeigt die Ansatzpunkte der unterschiedlichen Politiken auf die Systeme "Bioenergie" und "Energiepflanzen" im Kontext der Erneuerbaren Energien, sowie die Umsetzungsinstrumente beispielhaft für Deutschland. International bilden das Klimarahmenabkommen mit den Minderungszielen des Kyoto-Protokolls, die Biodiversitäts-Konvention und die agrarpolitisch relevanten Vereinbarungen des GATT und der WTO die Rahmenbedingungen für den Ausbau der Bioenergie und die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen. Der Umwelt- und Klimaschutz fordert u. a. den Ausbau erneuerbarer Energien und beeinflusst die Systeme "Bioenergie" und "Energiepflanzen" damit nur indirekt – dezidierte Zielvorgaben für Bioenergie bestehen hier in der Regel nicht.

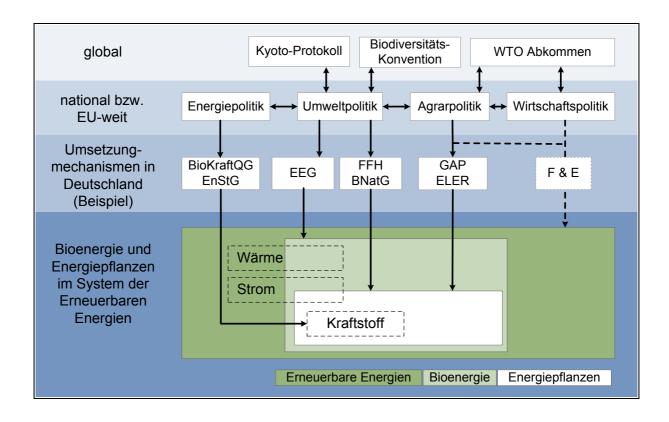


Abbildung 5: Einfluss internationaler, europäischer und nationaler Politiken auf die Bioenergie- und Energiepflanzenproduktion

Unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten basieren dabei Kraftstoffe ausschließlich und Wärme überwiegend auf biogenen Rohstoffen, während im Strombereich ein Mix an unterschiedlichen Energieträgern aufzufinden ist; damit wirkt sich die allgemeine Förderung der erneuerbaren Energien bei den verschiedenen Energieträgern Strom, Wärme und Kraftstoff in unterschiedlichem Maße auf das System Bioenergie aus.

Der Energiepflanzenanbau wird zum einen durch die Agrarpolitik direkt beeinflusst, die diesen durch die Zahlung einer Energiepflanzenprämie direkt fördert. Zum anderen bewirkt die Umsetzung der energiepolitischen Ziele eine Förderung der Kraftstoffbereitstellung, die – aus technischen Gründen – bisher nur durch die Nutzung von Energiepflanzen realisiert werden kann. Damit stellt die Biokraftstoffförderung gegenwärtig ebenfalls eine starke (mittelbare) Energiepflanzenförderung dar.

3.3 Ziele und Instrumente

3.3.1 Ausbauziele erneuerbare Energien gesamt

Die folgende Abbildung zeigt den Anteil der erneuerbaren Energien der EU-Mitgliedsstaaten am Endenergieverbrauch für das Jahr 2005 im Vergleich zu den Zielvorgaben der "Richtlinie

zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen" für das Jahr 2020. Die folgende Tabelle 5 zeigt den die Anteile und die Zielwerte für erneuerbare Energien der EU gesamt und ausgewählten außereuropäischen Ländern bezogen auf <u>Primär</u>energie.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass die Angabe entsprechender Energiedaten in den internationalen Statistiken üblicherweise als <u>Primär</u>energie erfolgt.

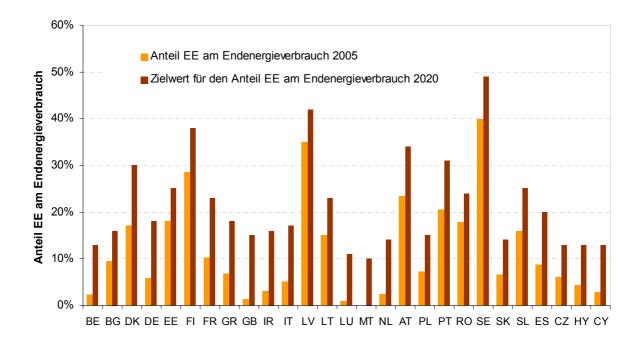


Abbildung 6: Zielwerte und Anteile erneuerbarer Energie in den EU-Mitgliedsstaaten nach /73/

Einen nennenswerten Anteil von über 20 % erneuerbaren Energien (Ziel EU in 2020) erzielten in 2005 nur Finnland (23,2 %), Lettland (36,3 %), Österreich (20,5 %) und Schweden (29,8 %), wobei diese Länder einen Großteil der erneuerbaren Energie aus Wasserkraft gewinnen. Über die letzten Jahre betrachtet schreitet die Energieerzeugung auf Basis der erneuerbaren Energien in Europa voran, allerdings sind die Erfolge in den 27 Mitgliedsstaaten sehr unterschiedlich und, auf EU-Ebene betrachtet, für die Erreichung der EU-Ziele zu gering. Die Gründe für das zu geringe Wachstum liegen im Wesentlichen in den sehr unterschiedlichen Anstrengungen der Mitgliedsstaaten in Bezug auf die Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien, aber auch in dem gestiegenen Energieverbrauch begründet.

Nationale Ziele wurden bisher nur von wenigen EU-Staaten formuliert. Diese sind in der folgenden Tabelle, bezogen auf den Primärenergieverbrauch, aufgeführt.

Tabelle 4: Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch (PEV) in 2006 und Zielvorgaben von EU-Mitgliedsstaaten /109/

	Anteil EE am PEV in 2006 [%]	Ziel für den Anteil erneuerbarer Energien am PEV [%]					
Dänemark	15%	30% (2025)					
Deutschland	5,6%	4% (2010)					
Frankreich	6%	7% (2010)					
Lettland	36%	6% (2010)					
Litauen	8,8%	12% (2010)					
Polen	4,6%	7,5% (2010); 14% (2020)					
Rumänien		11% (2010); 15% (2015)					
Spanien	6,5%	12,1% (2010)					
Tschechische Republik	4,1%	5-6% (2010); 8-10% (2020)					

Die folgende Tabelle 5 beinhaltete die Anteile und Zielvorgaben für erneuerbare Energien in den ausgewählten außereuropäischen Ländern bezogen auf den Primärenergieverbrauch. Auch hier zeigt sich ein sehr differenziertes Bild. So liegt der Anteil der erneuerbaren Energien zwischen 4,8 und 43 %. Wie auch in der EU gilt, dass die außereuropäischen Länder mit einem besonders hohen Anteil an EE diesen vorwiegend aus der Wasserkraft generieren. Für Brasilien, China und Indien liegt der Anteil der Wasserkraft bei 93-99 %.

Tabelle 5: Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch (PEV) in 2006 und Zielvorgaben für erneuerbare Energien in der EU und ausgewählten außereuropäischen Ländern /109/

	Anteil EE am PEV	Ziel für den Anteil erneuerbarer				
	in 2006 [%]	Energien am PEV [%]				
EU-27	6,5	12% (2010), 20% (2020)				
Australien	5,6% (2005)	_				
Brasilien	43%	_				
China	8%	15% (2020)				
Indien	31%	_				
USA	4,8%	_				

3.3.2 Ausbauziele für erneuerbaren Strom

Ziel der EU ist die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung auf 21 % in der EU-25 bis 2010. Tabelle 6 stellt den Anteil des Erneuerbaren-Energie-Stroms mit den nationalen Zielen der EU-25-Länder gegenüber. Der Vergleich zeigt, dass neben Deutschland auch Dänemark, Finnland, Lettland und Slowenien auf einem guten Weg sind, ihren Bei-

trag zur Erreichung des EU-Zieles für Erneuerbaren-Energie-Strom zu leisten. Hingegen ist die Mehrheit der Mitgliedsstaaten weit davon entfernt ihrer Ausbauziele zu erreichen. Den größten Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung weist in der EU die Wasserkraft (69 % in 2004) auf, gefolgt von der Nutzung der Biomasse (15,7 %) und der Windenergie (13,7 %). Die Stromerzeugung aus der Geothermie und der Fotovoltaik haben eine marginale Bedeutung.

Die Zielvorgaben der außereuropäischen Länder sind im Vergleich zum einheitlichen Zieljahr der EU sehr unterschiedlich, so dass sich direkte Vergleiche mit einzelnen Ländern sehr schwierig gestalten.

Ähnlich wie bei einigen EU-Staaten wird in den meisten außereuropäischen Ländern der Großteil des erneuerbaren Stroms aus Wasserkraft gewonnen. Die gesetzten Ziele haben dementsprechend auch bei den meisten Ländern keinen direkten Bezug zur zukünftigen Stromerzeugung aus Biomasse.

Angaben zu den Zielvorgaben der weiteren Erneuerbaren Energien "Wärme" und "Kraftstoff" werden in den folgenden themenspezifischen Abschnitten dargestellt und erläutert.

Tabelle 6: Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung am Bruttostromverbrauch in 2006 und Zielvorgaben für Strom in EU-27 ausgewählten außereuropäischen Ländern /109//110//111//112/

	EE-Strom 2006	Strom-Ziele
EU-27	14%	21% (2010)
Belgien	2,8%	6,0% (2010)
Bulgarien	11,2%	
Dänemark	26%	29% (2010)
Deutschland	11,5%	12,5% (2010)
Estland	1,4%	5,1% (2010)
Finnland	29%	31,5% (2010)
Frankreich	10,9%	21% (2010)
Griechenland	13%	20,1% (2010)
Irland	10%	13,2% (2010)
Italien	16%	25% (2010)
Lettland	37,7%	49,3% (2010)
Litauen	3,6%	7% (2010)
Luxemburg	6,9%	5,7% (2010)
Malta	0%	5% (2010)
Niederlande	8,2%	9,0% (2010)
Österreich	62%	78% (2010)
Polen	2,6%	7,5% (2010)
Portugal	32%	45% (2010)
Rumänien	31,4%	
Schweden	49%	60% (2010)
Slowakei	14%	31% (2010)
Slowenien	24,4%	33,6% (2010)
Spanien	19%	29,4% (2010)
Tschech. Rep.	4,2%	8,0% (2010)
Ungarn	4,4%	3,6% (2010)
Großbritannien	4,1%	10% (2010)
Zypern	0%	6% (2010)
Australien	7,9%	9,5 TWh/yr bzw. 3,8% (2010), 10% (2016); 20% (2020)
Brasilien	5% (mit Wasserkraft 75%)	3,3 GW zusätzliche Leistung aus Wind, Biomasse und kleinen Wasserkraftwer- ken (bis 2016)
China	17%	300 GW Wasserkraft, 30 GW Wind, 1,8 GW PV, 300 Mio. m² solare Warmwasserbereitstellung (alles bis 2020)
Indien	4%	10% jährlich zugebaute Leistung (2012) (erwartet werden 10 GW); 10,5 GW Wind (2012); 15% (2032)
USA	9,2%	unterschiedliche Zielvorgaben für einzelne Bundesstaaten, Beispiel Staat New York 25% (2013)

3.3.3 Ausbauziele für Biokraftstoffe

Ein europaweiter Vergleich der Biokraftstoffanteile für das Jahr 2006 zeigt, dass Deutschland bereits zu diesem Zeitpunkt die von der EU festgelegten Referenzwerte von 5,75 % für das Jahr 2010 übertraf und damit den mit Abstand höchsten Biokraftstoffanteil in Europa erreichte (s. Abbildung 7). Das EU-Mindestziel von 10 % Biokraftstoffanteil bis zum Jahr 2020 wird derzeit diskutiert; Absenkungen auf einen Biokraftstoffanteil von 6 % im Jahr sind in der Debatte /206/.

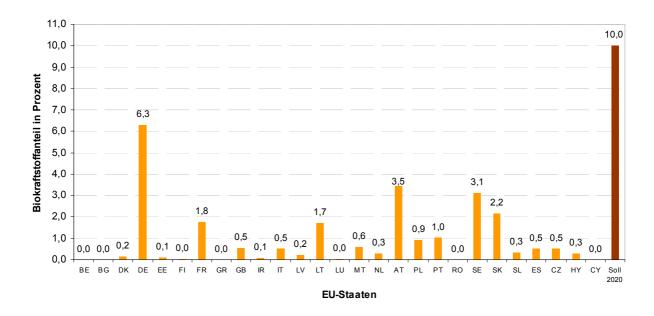


Abbildung 7: Biokraftstoffanteil der EU-Staaten 2006

Im internationalen Vergleich bewegen sich die Zielvorgaben der EU für 2020 mengenmäßig zwischen den Niveaus von China und Brasilien (s. Abbildung 8). Das höchste Ziel haben sich demnach die USA gesteckt, die etwa 4.300 PJ/a des Kraftstoffverbrauchs im Jahr 2020 durch Biokraftstoffe decken wollen. Einen vergleichsweise hohen Biokraftstoffeinsatz hat sich auch Indien zum Ziel gesetzt, das immerhin knapp 500 PJ/a durch Biokraftstoffe substituieren will.

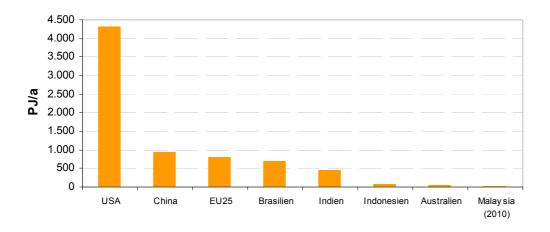


Abbildung 8: Biokraftstoffziele im internationalen Vergleich

3.3.4 Förderinstrumente

Die Nutzung erneuerbarer Energien wird gegenwärtig durch unterschiedliche Instrumente gefördert, die sich vereinfachend in die folgenden fünf Gruppen zusammenfassen lassen: Einspeisevergütung, Investitionsförderung, Steuervergünstigung, Quotenregelung inklusive grünen Zertifikaten sowie Ausschreibungs- bzw. Vergabesystem. Es gibt mehrere Regelungen, bei denen Elemente gemischt werden, vor allem Kombinationen mit steuerlichen Anreizen. Nachfolgend werden die Systeme kurz beschrieben.

Einspeisevergütung

Die Einspeisevergütung garantiert dem Erzeuger erneuerbarer Energien die Abnahme der Energie zu einem Festpreis. Sie ist für Strom aus erneuerbaren Energien das in den meisten Mitgliedsstaaten genutzte Förderinstrument. Die Energieversorger werden fast immer verpflichtet, die produzierte Energie abzunehmen und die festgelegte Vergütung an die Erzeuger zu zahlen. Die Mehrkosten dieses Systems werden direkt über einen Aufschlag auf den vom Endnutzer zu zahlenden Endenergiepreis an den Energieverbrauchern weitergegeben oder indirekt über Subventionen getragen. Einspeisevergütungen werden hauptsächlich zur Unterstützung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gewährt. Das Instrument kann in vielfältiger Weise ausgestaltet werden. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stellt ein international beachtetes Einspeisevergütungssystem dar.

Die Verknüpfung der Vergütung an bestimmte Rohstoffe und Leistungsklassen findet sich in der Ausgestaltung vielen anderen europäischen Einspeiseregelungen. Weiterhin wird z. B. in Frankreich ein Effizienzbonus gewährt, wenn Anlagen einen definierten Wirkungsgrad überschreiten.

Eine Variante des Einspeisetarifsystems ist die Festprämienregelung, die in Dänemark und zum Teil in Spanien angewandt wird. Dabei legt die Regierung eine feste Prämie (oder einen Umweltbonus) fest, die zusätzlich zum normalen oder ortsüblichen Strompreis an EE-Strom-Erzeuger zu zahlen ist.

Investitionsförderung

Investitionsförderungen als finanzielle Anreize sollen helfen die "Barriere" eines hohen Startkapitals zu überwinden. Sie sollen vorwiegend eine Investition in erneuerbare Energien fördern, die sich zum aktuellen Zeitpunkt (noch) nicht voll wirtschaftlich tragen. Die Investitionsförderung beträgt gewöhnlich zwischen 20 und 50 %. In einigen Ländern werden auch bis zu 100 % der Investitionskosten finanziert. Darlehen mit einem geringen Zinssatz werden in diesem Rahmen auch als Investitionsförderung betrachtet.

Steuervergünstigung

Einige Länder unterstützen die erneuerbaren Energien durch unterschiedliche Formen der Steuervergünstigung. Hierbei kann es sich um Steuervergünstigungen oder auch eine vollständige Steuerbefreiung handeln. Diese bezieht sich in der Regel auf eine allgemeine Energiesteuer, spezielle Emissionssteuern oder auf die Mehrwertsteuer. Gewährte Steuervergünstigungen dürfen die Mehrkosten durch die Bereitstellung erneuerbarer Energien kompensieren, jedoch nicht überkompensieren.

Quotenregelung

Die Quotenregelung hat in den vergangenen Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Durch die Quotenregelung soll ein Mindestanteil an erneuerbaren Energien an der Energieerzeugung gefördert werden. Die einzelnen Länder geben hierzu Rahmenbedingungen vor, innerhalb derer der Markt einen festgelegten Anteil (Quote) erneuerbarer Energien erzeugen, verkaufen oder vertreiben muss. Die Quotenregelung kann durch Investitionsförderungen (Großbritannien), im Rahmen der Einspeisevergütung (Niederlande) oder kombiniert mit Steuervergünstigungen (Deutschland) gefördert werden. Der Markt ist selbst für die Erfüllung der Quote verantwortlich; der Staat kontrolliert lediglich den Nachweis der Quotenerreichung; bei Nicht-Einhaltung sind in der Regel erhebliche Strafzahlungen zu leisten. Die Mehrkosten werden an den Verbraucher weiter gegeben.

Die Quotenregelung kombiniert mit Zertifikathandel hat für die Stromerzeugung eine große Bedeutung. Bei der mit grünen Zertifikaten arbeitenden Regelung, wie sie derzeit z. B. in Schweden, Italien, Polen und Rumänien besteht, wird EE-Strom zu den üblichen Strommarktpreisen verkauft. Zur Deckung der Mehrkosten für die Erzeugung von regenerativer Elektrizität und um sicherzustellen, dass die gewünschte Menge an EE-Strom produziert wird, werden alle Verbraucher (bzw. in einigen Ländern Erzeuger) verpflichtet, eine bestimmte Menge grüner Zertifikate von den EE-Strom-Erzeugern entsprechend der festgelegten Quote zu erwerben. Geldbußen für die Nichteinhaltung dieser Quoten fließen entweder in einen

Fonds für Erforschung, Entwicklung und Demonstration von erneuerbaren Energieträgern oder in den Staatshaushalt. Da die Verbraucher bzw. Erzeuger diese Zertifikate so günstig wie möglich kaufen möchten, entwickelt sich ein sekundärer Markt für Zertifikate, auf dem EE-Strom-Erzeuger beim Verkauf der grünen Zertifikate konkurrieren. Grüne Zertifikate zählen damit zu den marktgestützten Instrumenten, die, vorausgesetzt die Regelung funktioniert gut, theoretisch dazu führen können, dass der höchste Ertrag für die Investition gewährleistet wird. Diese Regelung könnte in einem europäischen Binnenmarkt gut funktionieren und theoretisch die Gefahr einer Überförderung verringern. Grüne Zertifikate können jedoch ein höheres Risiko für Investoren darstellen und langfristige, zurzeit mit hohen Kosten verbundene Techniken lassen sich mit einer derartigen Regelung nicht leicht entwickeln. Gleichzeitig sind mit diesem System hohe Verwaltungskosten verbunden. Diese können jedoch im Vergleich zum Einspeisetarifsystem niedriger ausfallen.

Ausschreibungs- bzw. Vergabesystem

Im Rahmen des Ausschreibungs- bzw. Vergabesystems oder auch NFFO (Non Fossil Fuels Obligation) vergibt der Staat Aufträge über die Lieferung von erneuerbaren Energien, wobei die potenziellen Investoren innerhalb der unterschiedlichen Kategorien (Wind, Wasser, Biomasse etc.) im direkten Wettbewerb zueinander stehen. Der Auftrag wird an das Angebot mit dem günstigsten Preis vergeben. Der Zuschlag für ein Angebot ist mit der Verpflichtung verbunden, eine festgelegte Menge erneuerbarer Energie zu dem auf Vertragsbasis vereinbarten Preis zu liefern. Die Differenz aus dem festgelegten Preis und dem marktüblichen Preis wird durch eine spezielle Umlage an den Endverbraucher weitergegeben. Da in jeder Bieterrunde das kostengünstigste Angebot den Zuschlag erhält, werden die durch die Nutzung erneuerbarer Energien zusätzlich verursachten Kosten so gering wie möglich gehalten. Dabei werden die Marktkräfte zwar theoretisch optimal genutzt, jedoch ist durch die ausschreibungsbedingten Unterbrechungen keine Stabilität gegeben. Außerdem besteht bei diesem System das Risiko, dass niedrige Angebote dazu führen, dass Projekte nicht umgesetzt werden.

3.3.5 Anwendung von Förderinstrumenten

Der aktuelle Stand der Förderung von Bioenergie und Energiepflanzen werden nachfolgend für die Bereiche Strom, Wärme und Kraftstoff beschrieben.

In Tabelle 7 ist die aktuelle Förderungssituation in den betrachteten Ländern dargestellt. Die Gegenüberstellung der Förderinstrumente verdeutlicht, dass in den europäischen Ländern meist mehrere Förderinstrumente gleichzeitig etabliert sind. So wird die Erzeugung von erneuerbaren **Strom** in der Regel parallel durch zwei bis drei Instrumente gefördert. Von größter Bedeutung sind hierbei die Einspeisevergütung sowie die Investitionsförderung, die in 19 bzw. 20 der EU-25-Länder verankert sind. Die Steuervergünstigung stellt dagegen nur für elf EU-Länder das gewählte Förderungsinstrument dar und wird in diesen Ländern meist neben einer Einspeisevergütung und/oder einer Form der Investitionsförderung angewendet. Die

Quotenregelung wurde dagegen als relativ neues Instrument erst in wenigen EU-Ländern eingeführt und ist üblicher Weise direkt mit dem Zertifikathandel verknüpft (Belgien, Großbritannien, Italien, Schweden, Polen, Rumänien). Eine Ausnahme stellen die Niederlande dar, wo das System der grünen Zertifikate direkt mit der Einspeisevergütung verbunden ist. Auch in den außereuropäischen Ländern sind vielfach Einspeisevergütungen eingeführt. Daneben werden hier aber auch Investitionshilfen und Steuervergünstigungen gewährt.

Die **Wärmeerzeugung** wird vielfach über Investitionshilfen und Steuervergünstigungen gefördert. Die Förderung erfolgt auf Landes- bzw. Bundesstaatebene oder teilweise auch in vielfältigen regionalen Programmen. Die Darstellung ist daher sicher nicht abschließend. Unabhängig davon ist Wärme aus Biomasse beim gegenwärtigen Preis fossiler Energieträger häufig bereits ohne Förderung wirtschaftlich, so dass, anders als bei Strom- oder Kraftstoffen, der Ausbau der Erzeugung nicht allein von der Förderung abhängt.

Seitens der EU werden über den gegenwärtigen Maßnahmenstand verschiedene Aktivitäten erwogen (z. B. Initiativen für erneuerbare Energien zu Heiz- und Kühlanwendungen oder zur besseren Ausnutzung des Potenzials moderner Biomasseheizungen, Verpflichtung von Heiz- öl- und Gaslieferanten zur Erweiterung der Produktpalette zum Beispiel von Holzpellets und Biogas). Diskutiert wird auch eine Wärmedirektive, die umweltfreundliche Wärme (moderne Technik, Nahwärmesysteme) aus Holz fördern soll. Schließlich könnten sich auch durch eine klarere Regelung der Einspeisung von biogenen Gasen weitere Effekte auf den Wärmemarkt ergeben.

Kraftstoff wird überwiegend über Steuerbegünstigungen und Quotensysteme gefördert. Auch hier sei darauf hingewiesen, dass die Darstellung infolge der sehr dynamischen Entwicklung wahrscheinlich lückenhaft und u. U. vereinzelt veraltet ist.

Gleichwohl sind die Effekte de Förderung auf die Stoffströme im Kraftstoffbereich am unmittelbarsten und umfassendsten zu realisieren.

Letztlich gehen fast alle betrachteten Länder davon aus, dass die gegenwärtig geförderten Kraftstoffe Bioethanol und Biodiesel nur eine Übergangslösung auf dem Weg zu den so genannten Kraftstoffen der zweiten Generation bilden. Hierzu zählen z. B. synthetische Biokraftstoffe ("Bio-to-Liquid" kurz BtL), Ethanol aus Lignozellulose und Biomethan. In einigen Ländern wird die Entwicklung dieser Kraftstoffe zusätzlich unterstützt, z. B. durch erhöhte Steuerbegünstigungen und Investitionshilfen.

Neben der Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung wird in einigen Ländern auch der Energiepflanzenanbau gezielt gefördert. Dies geschieht z.B. im Rahmen der EU-Agrarpolitik durch Zahlung einer Energiepflanzenprämie, unabhängig vom Verwendungsbereich der Energiepflanzen. Darüber hinaus wird in einigen EU-Staaten die Etablierung be-

stimmter, neuer Energiepflanzensysteme für die Strom- und Wärmeerzeugung durch Investitionshilfen unterstützt. In der Vergangenheit waren eher die Nahrungsmittelpreise als die Fördersysteme für Energiepflanzen für Art und Umfang der Energiepflanzenproduktion ausschlaggebend.

Auch in den außereuropäischen Staaten bestehen Fördermechanismen im Agrarbereich, z. B. durch die Unterstützung des Jatropha-Anbaus in Indien. In den USA sind agrarpolitische Förderungen auf Bundeslandebene etabliert /29/. Informationen zu diesen Mechanismen sind aber nur lückenhaft erhältlich und – infolge der WTO-Vereinbarungen – vielfach in den regionalen Programmen zur Entwicklung ländlicher Räume untergebracht.

Tabelle 7: Förderpolitiken für erneuerbaren Strom

S = Strom W = Wärme	Einspeise- vergütung		Investitions- förderung		Steuer- vergünst.			Quoten / Zerti- fikate			Ausschreib. / Vergabe				
K = Kraftstoff	S	W	K	S	W	K	S	W	K	S	W	K	S	W	K
Belgien				Х	Х		Х		Х	Х					
Dänemark	Х			Х				Х							
Deutschland	Х			Х	Х			Х	Х			Х			
Estland	Х				Х			Х							
Finnland				Х	Х		Х	Х							
Frankreich	Х			Х	Х	Х		Х	Χ				Х		
Griechenland	Х			Х	Х		Х	Х							
Großbritannien				Х	Х		Х		Х	Х		Х			
Irland	Х				Х		Х		Х						
Italien					Х			Х	Х	Х					
Lettland	Х								Х						
Litauen	Х			Х											
Luxemburg	Х			Х	Х		Х								
Malta	Х						Х								
Niederlande	Х			Х		Х	Х	Х	Х	Х					
Österreich	Х			Х	Х		Х		Х						
Polen				Х	Х					Х					
Portugal	Х			Х	Х		Х		Χ			Х			
Schweden				Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х					
Slowakei	Х			Х								Х			
Slowenien	Х			Х	Χ	Χ		Χ	Χ						
Spanien	Х			Х	Х				Х						
Tschech. Rep.	Х			Х	Х		Х	Х	Х						
Ungarn	Х			Х	Х				Х						
Zypern	Х			Х	Х										
Bulgarien	Х														
Rumänien										Х					
			Aı	ısgew	ählte a	ußere	uropä	ische l	Lände	r			L		
Australien				X			X				X ¹				Х
Brasilien						Х			Х						
China	Х			Х	Χ	Χ	Х	Χ	X ¹	X ¹					
Indien				Х	Χ	Χ									
Indonesien	Х								Х						
Malaysia															
Mexiko	Х						Х								
USA	Х			Х			Х		Х	X ¹		Χ			

¹ nur in einigen Provinzen bzw. Bundesstaaten

3.4 Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Deutschland, der EU und außereuropäischen Ländern

Forschungsaktivitäten, die sich mit der energetischen Biomassenutzung auseinandersetzen, werden in Deutschland durch unterschiedliche Bundesministerien gefördert. Neben Programmen, die den Fokus ausschließlich auf Biomasse legen, gibt es weitere Programme, die die Erforschung von erneuerbaren Energien im Allgemeinen fördern. Entsprechende Fördermaßnahmen liegen zum Beispiel in der Zuständigkeit von BMU, BMELV und BMBF. Aktuelle Forschungs-Förderprogramme auf nationaler Ebene sind "Optimierung der energetischen Biomassenutzung", "Nachwachsende Rohstoffe" und "BioEnergie 2021", die verschiedenste Forschungsaktivitäten in Bezug auf die energetische Biomassenutzung fördern. Daneben ist die Erforschung von Bioenergie auch in den großen übergeordneten Forschungsprogrammen enthalten, wie beispielsweise dem "5. Energieforschungsprogramm".

Auf EU-Ebene wird die Forschungsförderung durch das siebte Forschungsrahmenprogramm festgelegt, welches eine Laufzeit von sieben Jahren hat (2007-2013). Für den Themenkomplex Energie stehen in diesem Zeitraum 2,35 Mrd. Euro zur Verfügung, womit unter anderem auch zahlreiche Bioenergie-Projekte mit unterschiedlichsten Themenstellungen gefördert werden sollen. Alternativ zur Förderung gemäß dem Rahmenforschungsplan bietet die EU die Möglichkeit der anwendungsnahen Forschungsförderung durch EUREKA.

Die einzelnen europäischen Mitgliedsländer fördern die Forschung der energetischen Biomassenutzung auf unterschiedliche Art und Weise. In den meisten Ländern existieren entspre-Fördermittel, die entweder über spezielle Programme oder Energieforschungspläne verfügbar gemacht werden können. Informationen über Bioenergie-Forschungsförderung konnten für Großbritannien, Österreich, Frankreich, Griechenland, Spanien, Dänemark und die Niederlande recherchiert werden. Die meisten Länder sehen Fördermittel dabei für die Erforschung von Biokraftstoffen zweiter Generation vor. Frankreich hat hier beispielsweise ein vierjähriges Programm mit einem Volumen von 400 Mio. Euro er-Großbritannien stellt. Auch verfügt über ein spezielles Bioenergie-Forschungsförderprogramm, das Projekte verschiedenster Art bezuschusst und ein Gesamtvolumen von 4 Mio. £ hat. In den Niederlanden ist ein relativ umfangreiches Energieforschungsprogramm in Kraft, welches auch Forschungsvorhaben zur Bioenergie fördert.

Bei den außereuropäischen Ländern heben sich die USA in Bezug auf die Anzahl der Programme und das Gesamtvolumen deutlich ab. Aber auch die übrigen betrachteten Länder Australien, Brasilien, Chinas, Indien und Japan fördern die Bioenergie entweder durch spezielle Programme oder über Forschungsprogramme für die Förderung von unterschiedlichen Energietechniken bzw. Erneuerbare Energien.

Beim Vergleich der thematischen Ausrichtung aller recherchierten Forschungsprogramme fällt auf, dass in den meisten Fällen die technischen Aspekte der Bioenergie Fördergegenstand sind. Hierzu zählen bspw. Aufbereitungstechnologien oder Verfahren zur Biomassekonversion. Die Förderung der eigentlichen Produktion der Biomasse, d.h. z.B. Züchtung von Energiepflanzen oder die Entwicklung neuer Anbausysteme ist im globalen Kontext nur selten Fördergegenstand. Dies lässt den Schluss zu, dass damit eine deutliche Weiterentwicklung der Nutzungstechnologien ("Technologiesprung") in naher Zukunft erwartet werden kann, weniger jedoch eine erhebliche Wandlung der aktuell etablierten Biomasseproduktionssysteme.

Im Anhang findet sich eine Auswahl von nationalen und internationalen Förderprogrammen. Die Angaben erheben jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da u.a. Details vieler Programme nur in der jeweiligen Landessprache verfügbar sind und darüber hinaus die Entwicklung neuer Forschungsprogramme bzw. die Modifikation bestehender Programme bekanntlich sehr dynamisch erfolgen kann.

3.5 Biomassepotenziale und Nutzungsstand

3.5.1 Gobale Biomassepotenziale

Das weltweite Biomasseangebot ergibt sich aus den landwirtschaftlichen Flächenpotenzialen, die nicht für die Nahrungsmittelproduktion benötigt werden, bzw. aus den daraus abgeleiteten Energiepflanzenpotenzialen einschließlich des Potenzials an Grünland und degradierten Flächen, den Potenzialen der Ernterückstände aus der Landwirtschaft, den forstwirtschaftlichen Potenzialen sowie dem Potenzial organischer Nebenprodukte /62/Vorliegende Abschätzungen der zukünftigen Potenziale der weltweit energetisch nutzbaren Biomasse unterscheiden sich infolge unterschiedlicher Einschätzungen der künftigen Energiepflanzenpotenziale teilweise erheblich. So wird beispielsweise für das Jahr 2050 ein Potenzial in einer Bandbreite von weniger als 50 bis mehr als 400 EJ/a angegeben (Abbildung 9).

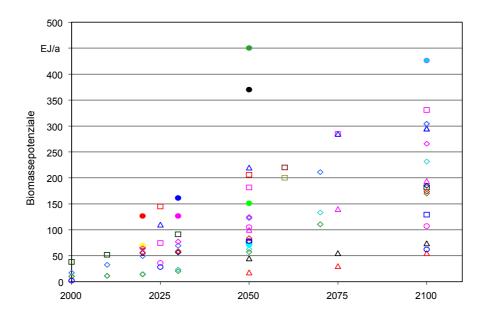


Abbildung 9: Weltweite Biomassepotenziale bis zum Jahr 2100 (17 Studien im Vergleich) /30/

Im Vergleich dazu ist die erwartete Bandbreite der Potenziale an organischen Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen aus der Land- und Forstwirtschaft und den diesen nachgelagerten Industriesektoren sowie den organischen Siedlungsabfällen mit 30 bis 90 EJ/a deutlich geringer /31/.

Entscheidend für die Entwicklung der Energiepflanzenpotenziale sind die für den Anbau verfügbaren Flächen. Diese wiederum werden u. a. durch die Flächenproduktivität, den Nahrungsmittelverbrauch sowie durch den Flächenbedarf für andere Zwecke (z. B. für Infrastruktur) bestimmt (Abbildung 10). Sowohl der Nahrungsmittelbedarf als auch die landwirtschaftlichen Möglichkeiten zur Produktionssteigerung zeigen jährliche Änderungsraten

um den Prozentbereich und wirken damit sehr stark auf die künftige Flächenverfügbarkeit /31/.

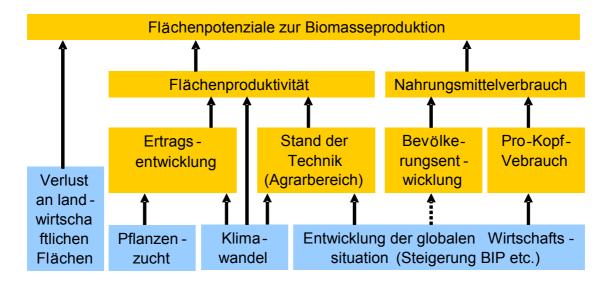


Abbildung 10: Wesentliche Einflussfaktoren auf die Flächenverfügbarkeit zur Biomasseproduktion (schematische Darstellung) /31/

Vor diesem Hintergrund erscheint nur ein szenarienorientierter Ansatz zur Ableitung künftiger Potenziale aussichtsreich.

Nachfolgend exemplarisch dargestellt sind zwei Szenarien für die global erwarteten Energiepflanzenpotenziale für den Zeitraum 2010 bis 2030 (mit Ausblick auf 2050), wie sie auf der
Basis von 133 Länderanalysen im Jahr 2008 hochgerechnet wurden /32/. Wie auch bei der
Berechnung der europäischen Energiepflanzenpotenziale wurden nur die landwirtschaftlichen
Überschussflächen (Grün- und Ackerland) für eine Energiepflanzenproduktion herangezogen,
d.h. Flächen die nicht für die Produktion von Nahrungs- bzw. Futtermitteln benötigt werden.
Die Szenarien unterscheiden sich wie folgt:

- Im Szenario "business as usual" (BAU) wird die bisherige Entwicklung der Agrarpraxis fortsetzt. Damit erfolgen weiterhin Waldrodung und Grünlandumbruch für eine Gewinnung von Ackerflächen, das Wachstum der biologischen Landwirtschaft und auch das Ertragswachstum entwickelt sich wie in den letzten 15 Jahren. Auch die zukünftigen Ernährungsgewohnheiten orientieren sich an der bisherigen Entwicklung.
- Im Szenario "environment and health" (EAH) findet keine weitere Waldrodung statt, in Ländern mit Stilllegungsprogrammen erfolgt eine 80 %-ige Nutzung dieser Flächen bereits ab 2010, in den übrigen Ländern erfolgt eine schrittweise Innutzungnahme dieser Flächen bis 75 % im Jahr 2050. Weiterhin wird angenommen, dass es in allen Ländern zu einer Verlangsamung des Ertragszuwachses kommt, da eine zu-

nehmende Praktizierung von biologischer Landwirtschaft stattfindet und keine Umwidmung von Grasland erfolgt. Weiterhin wird angenommen, dass die Länder ihren Nahrungsmittelkonsum gemäß der Empfehlungen der WHO anpassen. D.h. Länder mit einem Konsum von deutlich über 850 Getreideeinheiten pro Jahr und Einwohner reduzieren ihren Konsum um max. 30 % (USA, Kanada, Australien und die meisten EU-Länder), Länder mit einem moderaten Ernährungsüberschuss erfahren ebenfalls eine Reduktion auf max. 850 Getreideeinheiten. In Ländern mit einem Konsum unter 850 Getreideeinheiten erfolgt ein landesspezifisches Wachstum der Ernährung.

Für die anschließende Berechnung der Bioenergiepotenziale wird angenommen, dass auf Grasland Heu und Grassilage, auf Ackerflächen Futtersilage und KUP produziert werden. Die Zusammensetzung dieses Anbaumixes verschiebt sich bis 2050 von einer silageorientierten Produktion (Biogas) hin zu einer Produktion von Heu und KUP, die z.B. als Festbrennstoffe bzw. als Rohstoffe für Kraftstoffe der 2. Generation dienen können.

Die Ergebnisse werden in den folgenden Grafiken dargestellt. Die Flächenpotenziale sind jeweils für verschiedene Ländergruppen zusammen gefasst. Ländergruppen ohne erkennbares Potenzial können ggf. auch ein Flächendefizit für die Nahrungsmittelproduktion aufweisen.

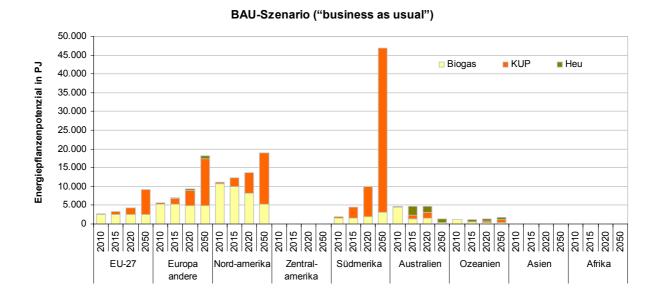


Abbildung 11 Energiepflanzenpotenziale im BAU-Szenario /32/

EAH-Szenario ("environment and health")

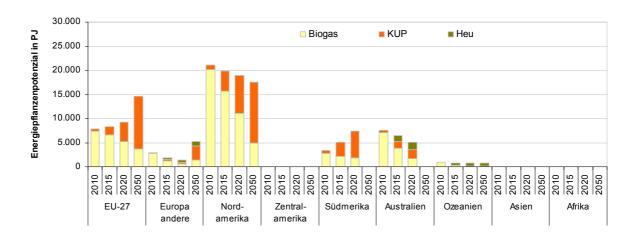


Abbildung 12 Energiepflanzenpotenziale im EAH-Szenario "environment and health"/32/

Unabhängig von der Szenariengestaltung bestehen demnach bei Trendfortschreibung infolge hoher Bevölkerungszahlen, geringen Agrarflächen und teilweise deutlich steigendem Nahrungsmittelkonsum keine Energiepflanzenpotenziale in Zentralamerika, Asien und Afrika. Demgegenüber können die Potenziale in der EU, Nordamerika und Australien als relativ stabil und vielfach steigend angesehen werden. Es sei jedoch darauf hin gewiesen, dass diese Länder teilweise in Bezug auf Boden und Klima aus technischer Sicht prinzipiell eine ertragreiche Landwirtschaft und teilweise hohe Biomassepotenziale realiseren könnten /33/, /34/, /35/, /36/.

Eine zusammenfassende Darstellung der Energiepflanzenpotenziale zeigt die folgende Abbildung. Im Vergleich zum BAU-Szenario zeigen sich im Jahr 2010 höhere Potenziale im EAH-Szenario. Im Jahr 2020 liegen beide Szenarien auf fast indentischem Niveau, wohingegen sich das Verhältnis in 2050 umkehrt. In diesem Verlauf zeigen sich die höheren Zuwachsraten im BAU-Szenario, welche v. a. durch Waldrodung bedingt ist. Durch die Veränderung der Ernährungsgewohnheiten - v. a. den reduzierten Konsum von Fleisch - im EAH-Szenario werden erhebliche Flächen freigesetzt. Diese werden jedoch zum einen zur Ernährung der stetig wachsenden Weltbevölkerung gebraucht, zum anderen benötigt die deutlich ausgeweitete biologische Landwirtschaft mehr Flächen durch einen geringeren Flächenertrag. Im Ergebnis kommt es damit nicht zu einer Energiepflanzenpotenzialsteigerung im EAH-Szenario.

weltweite Energiepflanzenpotenziale in den Szenarien "buisiness as usual" und "environment and health"

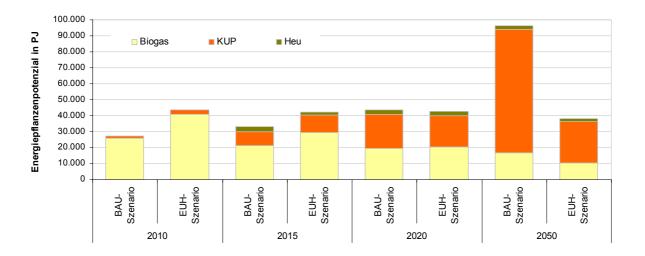


Abbildung 13: Weltweite Energiepflanzenpotenziale im BAU- und EUH-Szenario /32/

Zusammenfassend zeigt sich, dass das weltweite Energiepflanzenpotenzial im Jahr 2020 zwischen 43 EJ/a im Szenario "BAU" und 42 EJ/a im Szenario "EAH" liegt. Im Jahr 2050 liegt das Energiepflanzenpotenzial zwischen 96 EJ/a im BAU-Szenario und 38 EJ/a im EAH-Szenario. Die Langfristszenarien für das Jahr 2050 sind zudem mit deutlichen Unsicherheiten behaftet. Diese liegen v.a. in den folgenden, schwer abzuschätzenden Einflussfaktoren begründet:

- Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion
- Veränderung des Bevölkerungswachstums bis 2050 im Vergleich zu den aktuellen Prognosen
- Ein deutlich höheres Ertragswachstum aufgrund von unerwartete hohen Steigerungsraten im Bereich der Pflanzenzüchtung und Anbautechniken
- Unvorhersehbare starke Veränderungen der weltweiten politischen und ökonomischen Lage

3.5.2 Biomassepotenziale und Nutzungsstand in Europa

Die Biomassepotenziale für Europa sind vielfach untersucht und dokumentiert /58/, /59/, /60/, /61/. Es ergibt sich aus den landwirtschaftlichen Flächenpotenzialen bzw. aus den daraus abgeleiteten Energiepflanzenpotenzialen einschließlich des Potenzials an Grünland, den Potenzialen der Ernterückstände aus der Landwirtschaft, den forstwirtschaftlichen Potenzialen sowie dem Potenzial organischer Nebenprodukte /57/. Auch in Europa ist die Entwicklung

der Biomassepotenziale stark von der Flächenverfügbarkeit für die Energiepflanzenproduktion abhängig.

Unterstellt man zum einen eine weitgehende europäische Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln bei auch künftigen Ertragssteigerungen bei der Pflanzen- und Tierproduktion zum anderen aber auch eine verstärkte Umweltorientierung der Landnutzung mit entsprechender Anpassung der Instrumente (so dass ein Teil der potenziellen Anbauflächen aus Gründen des Naturschutzes nicht oder nur eingeschränkt genutzt wird), ergeben sich europaweit bis zum Jahr 2020 knapp. 30 Mio. ha an Agrarflächen, die für die Energiepflanzenproduktion zur Verfügung stehen /57/. Diese dürften sich unter konservativen Annahmen bis zum Jahr 2030 nochmal um ca. 15 % auf 35 Mio. ha/a erhöhen. Bei den Flächenpotenzialen ergibt sich für einige Länder ein Flächendefizit (Nahrungsmittelunterversorgung). Um diese Länder bei der Energiepflanzenproduktion zu berücksichtigen, wurde angenommen, dass die Länder mit Flächenüberschuss die Defizite anteilig ausgleichen (EU-interner Versorgungsausgleich).

Die daraus resultierenden Biomassepotenziale zeigt Abbildung 14. Für die Abschätzung des Energiepflanzenpotenzials wurde der Anbaumix des Jahres 2000 zu Grunde gelegt und unterstellt, dass Getreide als Ganzpflanze genutzt bzw. durch Kurzumtriebsplantagen mit vergleichbarem Energieertrag ersetzt werden /57/. Auch wurden Energiepflanzenproduktion die landwirtschaftlichen Ertragssteigerungen der letzten Dekade fortgeschrieben. Die Verschiebung des Anbaumixess (z.B. in Richtung Silomais) und die Etablierung neuer Anbausysteme können ggf. mit höheren Energiepflanzenerträgen einhergehen. Während das Energiepflanzenpotenzial in fas allen europäischen Staaten steigt, sind die forstwirtschaftlichen Potenziale infolge einer verstärkten stofflichen Holznutzung eher rückläufig. Auch die landwirtschaftlichen Reststoffpotenziale gehen z.B. in Folge veränderter Korn-Stroh-Verhältnisse eher zurück. Die organischen Nebenprodukte und Abfälle ändern sich generell nur geringfügig, können aber erheblichen konjunkturellen Schwankungen unterworfen sein /57/.

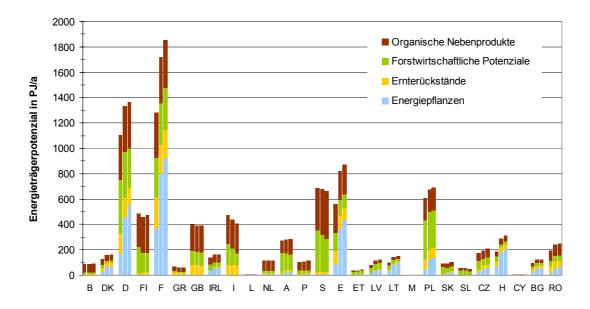
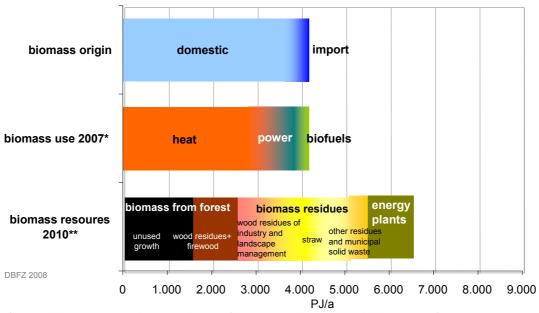


Abbildung 14: Erwartetes Biomassepotenzial der EU27 (2010 – 2020 – 2030)

Bezogen auf das Biomassepotenzial 2010 wurden im Jahr 2007 etwas über die Hälfte des europäischen Biomassepotenzials genutzt (Abbildung 15). Weiterhin finden in geringem Umfang Biomasse- und Bioenergieträgerimporte statt, die jedoch in den letzten Jahren erheblich zugenommen haben.



Sources: * Witt, J., Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien - Stand 2007 weltweit und in Europa. BWK 60, 1-2/2008, S. 67 – 79

**Thrän, D. et al.: Sustainable Strategies for Biomass Use in the European Context. IE-Report 1/2006, Leipzig 2006 (E+-Szenario).

Abbildung 15 Biomassepotenziale und Nutzungsstand in Europa

3.5.3 Biomassepotenziale und Nutzungsstand in Deutschland

Auch für Deutschland existieren unterschiedliche Potenzialanalysen /62/, /58/, /330/. Hier beschränkt sich die Darstellung daher auf die Gegenüberstellung von Potenzialen und Nutzungsstand (Abbildung 16). Die Entwicklung der Biomassepotenziale in Deutschland ist in vielen Bereichen mit denen der europäischen Union vergleichbar. Nennenswert ist das hohe und perspektivisch noch steigende Energiepflanzenpotenzial. Auch der Nutzungsstand und der Importanteil lagen 2007 in einer ähnlichen Größenordnung wie in Europa insgesamt. Hier fällt der vergleichsweise hohe Anteil der Biokraftstoffnutzung auf.

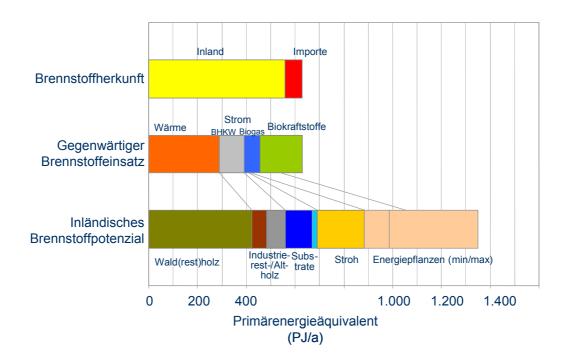


Abbildung 16 Potenziale und Nutzungsstand für Deutschland (Potenziale hier angegeben als Spanne bei 2 bis 2,8 Mio. ha Ackerfläche /63/

3.6 Zusammenfassung

Die Ausführungen zu den politischen Zielstellungen, der aktuellen Nutzung und der vorhandenen Förderung von Bioenergie zeigen deutlich, dass diese Form der Energiebereitstellung bereits eine wesentliche Rolle im nationalen und internationalen Bereich eingenommen hat. Darüber hinaus wird deutlich, dass auch in naher Zukunft mit einem merklichen Wachstum gerechnet werden kann. Betrachtet man diese Situation im Kontext der vorhandenen und v.a. der zu erwartenden Potenziale für Energiepflanzen, so zeigt sich, dass relativ stabile landwirtschaftliche Potenziale in den Industriestaaten (EU, Nord- und Südamerika, Australien), in den Transformations- und Entwicklungsländern (Asien, Afrika, Mittelamerika) hingegen nur unsichere bzw. keine Potenziale zu erwarten sind.

4 BIOMASSE IM STROMMARKT

4.1 Rahmenbedingungen

4.1.1 Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

In der Vergangenheit sorgte die Vergütungsregelung des EEG für einen starken Ausbau der Stromerzeugung auf Basis von fester und seit der ersten Novelle 2004 auch von gasförmiger Biomasse. Anders sieht es bei der Verstromung von biogenen Kraftstoffen aus, deren Ausbau – nach anfänglich starkem Wachstum - aufgrund von technischen Problemen und hohen Rohstoffpreisen ins Stocken geraten ist und im Rahmen der zweiten EEG-Novelle weitere Einschränkungen erfährt /148/.

Generell wird mit dem EEG der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auf 25 – 30 % der Stromversorgung im Jahr 2020 angestrebt. Der Geltungsbereich des EEG hinsichtlich der zulässigen Rohstoffe ist in der Biomasse-Verordnung geregelt. Allgemein ist die Vergütung für eingespeisten Strom aus Bioenergieanlagen abhängig von der Anlagenleistung, dem eingesetzten Brennstoff, der Technologie, der Wärmeauskopplung sowie dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Biomasseanlage. Sie besteht aus einer Grundvergütung und unterschiedlichen Boni, die zusätzlich gewährt werden können (s. Tabelle 8):

Die **Grundvergütung** erfolgt bis zu einem Anlagenleistungsäquivalent von maximal $20~\text{MW}_{\text{el}}$ und sinkt mit zunehmender Anlagenleistung. Die höchsten Grundvergütungssätze sind für die Verstromung von Biomasse in Anlagen bis $150~\text{kW}_{\text{el}}$ mit 11,67~Ct/kWh zu erzielen.

Der sogenannte **Nawaro-Bonus** in Höhe von 2,5 bis 6 Ct/kWh kann in Anspruch genommen werden, wenn die Biomasse in land-, garten- oder forstwirtschaftlichen Betrieben anfällt und keiner weiteren Aufbereitung unterzogen wird. Bei Pflanzenöl-BHKW wird dieser Bonus nur bis zu einer elektrischen Leistung von maximal 150 kW_{el} gewährt und ist - soweit Palm- oder Sojaöl eingesetzt werden - auf nachhaltig produzierte Rohstoffe beschränkt wobei für bestehende Pflanzenöl-BHKW eine Übergangsregelung geschaffen wurde /231/. Im novellierten EEG wird auch der Einsatz von Wirtschaftsdünger (Gülle) mit 1 - 4 Ct/kWh gefördert, sofern der Substratanteil jederzeit mehr als 30 Gew.-% beträgt.

Der **KWK-Bonus** unterstützt die Nutzung der bei der Stromerzeugung anfallenden Wärme außerhalb der Anlage. Die Novelle des EEG sieht zukünftig 3 statt bisher 2 Ct/kWh für Strom aus Biomasse vor und hat geeignete Wärmenutzungsoptionen in einer Positivliste zusammengestellt.

Der sogenannte **Technologiebonus** wird für den Einsatz neuer Technologien gezahlt, wie zum Beispiel ORC-Anlagen oder Brennstoffzellen, wenn diese gleichzeitig die produzierte Wärme nutzen. Damit kann die Mindestvergütung für KWK-Anlagen mit bis zu 5 MW_{el} nochmals um 2 Ct/kWh erhöht werden. Dieser Bonus wird auch bei einer Biogaseinspeisung und bei einer ausschließlichen Vergärung von Bioabfällen mit Nachrottung und anschließender stofflicher Nutzung gewährt.

Ein zusätzlicher **Emissionsbonus** von 1 Ct/kWh wird an Biomasseanlagen zur anaeroben Vergärung bis 500 kW_{el} ausgezahlt, wenn die dem Emissionsminderungsgebot der TA-Luft entsprechenden Formaldehydgrenzwerte eingehalten werden.

Mit der EEG-Novelle 2009 wird auf eine weitere Steigerung der Effektivität und Effizienz bei der Stromerzeugung aus Biomasse abgezielt und eine nachhaltige Biomasse- und Boenergiebereitstellung forciert. Besondere Förderung erfahren zukünftig vor allem die Stromerzeugung in Kleinanlagen und der Einsatz von biogenen Reststoffen. Da aber auch generell der Bonus für NawaRo durch das neue EEG angehoben wurde, werden sich die bereits eingesetzten Energiepflanzenpotentiale etablieren und ausgebaut, wenn keine enormen Preissteigerungen bei den NawaRo auftreten /195/.

Im Bereich der Pflanzenöl-BHKW wird davon ausgegangen, dass zukünftig Anlagen mit mehr als 150 kW_{el} eher rückläufig sind und nur die Anzahl der Kleinanlagen moderat steigen wird.

Tabelle 8: Vergütungsregelung für die Stromerzeugung in Biomasseanlagen nach dem EEG 2009(auf Basis von /1/)

Vergütungssätze für die Stromerzeugung aus Biomasse nach dem novellierten EEG (konsolidierte Fassung 2008) in €ct/kW ^{a)}

Anlagen-	Mindest-		Bonusvergütung ^{b)}									
leistungs-	vergütung ^{b)}	KWK ¹⁾		ive Techno		NawaRo ³⁾					Emis-	
äquivalent							thermchem. Konversion bio-chem. Konversion					sions-
				bis 350 Nm³/h	bis 700 Nm³/h	Basis	KUP + LP	Basis	LP-Bonus (überwiegend LP-Material)	Güllebonu Klein- anlagen	s (≥30%) Bio- methan	bonus Biogas (FAH ⁴⁾ - Bonus)
≤ 150 kW	11,67	+ 3,0	+ 2,0	+ 2,0	+ 1,0	+ 6,0	+ 6,0	+ 7,0	+ 2,0	+ 4,0	0	+ 1,0
≤ 500 kW	9,18	+ 3,0	+ 2,0	+ 2,0	+ 1,0	+ 6,0	+ 6,0	+ 7,0	+ 2,0	+ 1,0	0	+ 1,0
≤ 5.000 kW	8,25	+ 3,0	+ 2,0	+ 2,0	+ 1,0	+ 2,5	+ 4,0					
≤ 20.000 kW ^{c)}	7,79	+ 3,0										

- a) Die Vergütungen sind für jeweils 20 Jahre zuzüglich des Inbetriebnahmejahres der Anlage zu zahlen.
- b) Die jährliche Degression für die Mindestvergütung und Boni beträgt 1%.
- c) Anlagen > 5 MW haben nur einen Anspruch auf EEG-Vergütung, wenn dieser in KWK erzeugt wird.

Bonusleistungen: Alle Boni sind addierbar (Ausnahme: (KUP+LP) Bonus zu Basis-NawaRo-Bonus).

- Anspruch besteht, wenn die W\u00e4rmenutzungsvariante auf der Positvliste benannt ist (einmalige Nachweispflicht) oder nachweislich fossile Energietr\u00e4ger ersetzt werden und die Mehrkosten dieser W\u00e4rmebereitstellung 100€/kW \u00fcberschreiten (j\u00e4hrliche Nachweispflicht nach Arbeitsblatt FW 308 durch Umweltgutachter; Ausnahme Klein-KWK-Anlagen bis 2 MW nach Herstellerunterlagen).
- gilt nur im KWK-Betrieb oder bei einem elektr. Anlagenwirkungsgrad von ≥45% bei Anwendung innovativer Technologien/Verfahren (therm.-chem. Vergasung, Brennstoffzellen, Gasturbinen, Dampfmotoren, ORC- oder Mehrstoffgemisch-Anlagen (insb. Kalina-Cycle), Stirling-Motoren, therm.-chem. Konversion von Stroh oder halmgutartiger Biomasse, Bioabfallanlagen mit Nachrotte der Gämückstände zur stoffl. Verwertung).
- 2a) wenn die max. Methanemissionen während der Biogasaufbereitung 0,5% und der dazu notwendige Strom 0,5 kWh/Nm² (Rohgas) nicht überschritten werden sowie die dazu angewandte Prozesswärme nicht aus fossilen Enegiequellen stammt.
- 3) Bonus gilt nur für den nachgewiesenen Anteil der Stromerzeugung aus NawaRo (einschließt. Gülle; Nachweistagebuchplicht für NawaRo-Input It. Positivliste). Ab 150 kW sind als NawaRo's nur noch gasförmig und feste Biomassen zulässig. Bei Biogaseinsatz in BlmSchV-Anlagen müssen die Gärrestlager der Biogasanlage stofflich verwertet werden.
- 4) für genehmigungspflichtige Anlagen zur anaeroben Vergärung nach BlmSchG, die kein Biogas aus dem Erdgasnetz entnehmen und die dem Emissionsminimierungsgebot der TA-Luft entsprechende Formaldehygrenzwerte (FAH) einhalten und bescheinigen können.



4.1.2 Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV)

In der Gasnetzzugangsverordnung ist der vorrangige Transport von Biogas durch den Netzbetreiber festgelegt. Die Kosten für den Anschluss einer Biogasanlage an ein Erdgasnetz werden je zur Hälfte vom Anlagen- und vom Netzbetreiber getragen. Damit Biogas in das Erdgasnetz eingespeist werden kann, muss es auf Erdgasqualität gereinigt werden. Ziel dieser Regelung ist es, den Anteil des eingespeisten Biogases in Deutschland zu erhöhen, um es somit verstärkt in der Kraft-Wärme-Kopplung und als Biokraftstoff einzusetzen /189/.

Der vorrangige Transport von Biogas in Erdgasnetzen eröffnet eine von der Biogaserzeugung räumlich entkoppelte Nutzung von Biogas. Dadurch, dass die Verwendung des eingespeisten Biogases in KWK-Technologien nach dem EEG vergütet werden kann, ist nicht nur eine effizientere sondern auch eine wirtschaftlichere Nutzung des Biogases möglich, sofern eine höhere Wärmenutzung erfolgt. Es wird mit einer Ausweitung des Energiepflanzenausbaus aufgrund der Novelle der Gasnetzzugangsverordnung gerechnet. Dies hat zur Folge, dass bereits neue Marktteilnehmer in Form von großen Energieversorgern in den Markt eingetreten sind /195/.

4.2 Nutzungsstand und Perspektiven

4.2.1 Feste Biomasse

Anlagen- und Leistungsentwicklung

Anlagenstand und Leistung zur Stromerzeugung aus fester Biomasse wurden in den letzten acht Jahren im Rahmen des EEG kontinuierlich ausgebaut. Im Jahr 2002 waren rund 80 Biomasse-(Heiz)Kraftwerke in Deutschland in Betrieb. Aus Abbildung 17 wird ersichtlich, dass sich die Zahl der Biomasse-(Heiz)Kraftwerke bis zum Jahr 2007 auf 199 Anlagen - hauptsächlich aufgrund der Anreizwirkungen des EEG – mehr als verdoppelte /148/. Die installierte Leistung dieser Anlagen betrug rund 1.180 MW_{el}. Darüber fallen auch vier Biomasse-(Heiz)Kraftwerke der Papier- und Zellstoffindustrie mit einer installierten Leistung von rund 160 MW_{el}, die u. a. wegen ihrer Größe von über 20 MW_{el} bislang nicht zum Geltungsbereich des EEG gehören.

Biomasse im Strommarkt 61

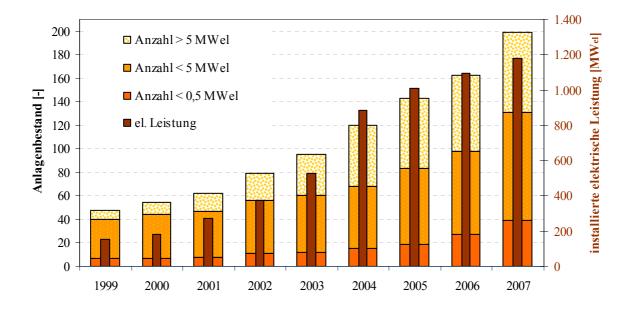


Abbildung 17: Entwicklung des Bestandes an Biomasse(Heiz)Kraftwerken in Deutschland (auf Basis von /148/)

Biomasse- und Flächenbedarf

Zum Betrieb der Stromerzeugungsanlagen wird nahezu ausschließlich holzartige Biomasse eingesetzt. Auf Basis der installierten Leistung beziffert sich der Brennstoffbedarf auf 85 – 113 PJ/a im Jahr 2007 inklusive der vier Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie. Eine differenzierte Aufschlüsselung des Biomassebedarfs findet sich in Kapitel 7.1. Da in den Biomasse-(Heiz)Kraftwerken bislang überwiegend holzartige Reststoffe eingesetzt werden, ist der Flächenbedarf vernachlässigbar.

4.2.2 Gasförmige Biomasse

Anlagen- und Leistungsentwicklung

Seit der Novellierung des EEG im Jahr 2004 nahmen die Anzahl und vor allem die installierte Leistung von Biogasanlagen stark zu. Ende 2007 waren etwa 3.750 Biogasanlagen mit einer el. Leistung von knapp 1.250 MW_{el} in Betrieb. Die unter Berücksichtigung des über das Jahr verteilten Zubaus an Anlagen im Jahr 2007 erzeugte Strommenge beträgt ungefähr 7,5 TWh_{el} bzw. rund 1,3 % des gesamten Strombedarfs in Deutschland /148/.

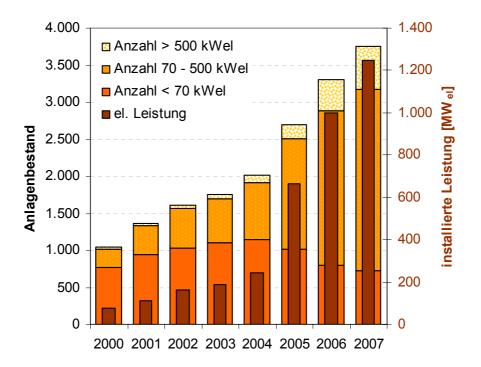


Abbildung 18: Entwicklung der Biogasanlagenzahl und –leistung(auf Basis von /192/)

Aus Abbildung 18 wird deutlich, dass in den vergangenen 3 - 4 Jahren vermehrt Großanlagen in Betrieb genommen wurden bzw. die Kapazitäten bestehender Anlagen ausgebaut wurden. Die durchschnittliche Anlagengröße nimmt somit zu und beträgt derzeit etwa 330 kW_{el}/148/.

Substrateinsatz und Flächenbedarf

Das EEG 2004 setzte Anreize zur verstärkten Nutzung von Energiepflanzen in Biogasanlagen, wodurch der Anteil von nachwachsenden Rohstoffen stark auf 47 % anstieg und eine allgemeine Verschiebung des Substrateinsatzes in Biogasanlagen von Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen hin zu Anbaubiomasse einsetzte. Unter den nachwachsenden Rohstoffen dominiert mit etwa 79 % der Einsatz von Mais, verstärkt findet auch Grassilage Verwendung (s. Abbildung 19). Gleichzeitig war ein Rückgang beim Einsatz von Getreide zu verzeichnen, der auf gestiegene Marktpreise für Getreide zurückzuführen ist /192/. Insgesamt betrug der Biomassebedarf von Biogasanlagen 2007 rund 77 PJ/a /148/.

Biomasse im Strommarkt DBFZ 63

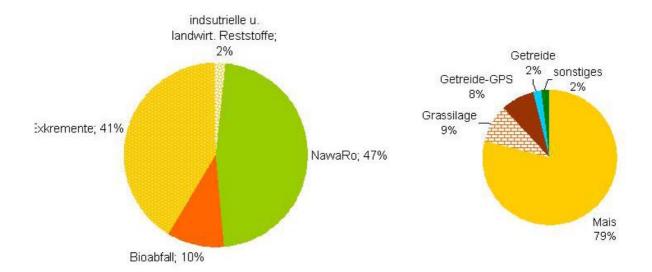


Abbildung 19: Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen (auf Basis von /192/)

Der für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen für die Biogaserzeugung berechnete Flächenbedarf betrug laut Abschätzungen des Instituts für Energetik und Umwelt 500.000 – 550.000 ha im Jahr 2007 /192/.

4.2.3 Flüssige Biomasse

Anlagen- und Leistungsentwicklung

Die Stromerzeugung aus flüssiger Biomasse basiert überwiegend auf dem Einsatz von Pflanz-ölen wie Raps-, Soja- und Palmöl in Blockheizkraftwerken. Bis 2007 ist ein starker Ausbau auf etwa 397 MW_{el} installierter Leistung zu verzeichnen, der allerdings seit Bekanntwerden der zweiten EEG-Novellierung und steigenden Rohstoffpreisen stagniert (s. Abbildung 20). Der Anlagenbestand ist gekennzeichnet durch eine hohe Anzahl von Kleinanlagen mit einer Leistung bis 100 kW_{el}, allerdings beträgt die Leistung dieser Pflanzenöl-BHKW in der Summe nur etwa 10 % der gesamten installierten Leistung im Jahr 2007/148/.

Biomasse im Strommarkt DBFZ 64

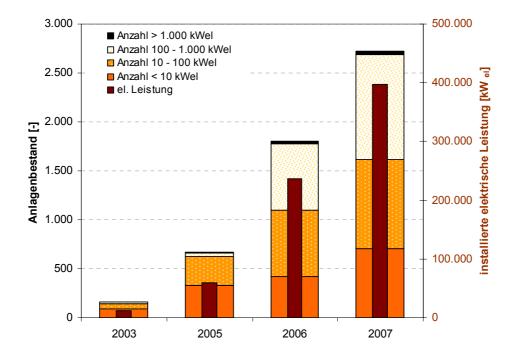


Abbildung 20: Entwicklung des Anlagenbestandes Pflanzenöl betriebener BHKW/148/

Biomasse- und Flächenbedarf

In Pflanzenöl-BHKW bis zu einer Leistung von 100 kW_{el} wird überwiegend Rapsöl und in geringeren Mengen Sojaöl eingesetzt. Im größeren Leistungsbereich findet hauptsächlich Palmöl Verwendung (s. Abbildung 21). Insgesamt summiert sich der Biomassebedarf auf 25 PJ/a. Der aus dem Biomasseeinsatz abgeschätzte Flächenbedarf betrug 2007 für:

- Rapsöl: 56.000 ha (bei durchschnittlichem Ölertrag von 1.300 l/ha)
- Sojaöl: 28.000 ha (bei durchschnittlichem Ölertrag von 460 l/ha)
- Palmöl: 180.000 ha (bei durchschnittlichem Ölertrag von 3.500 l/ha)

Bisher wird ein Großteil der Pflanzenöle zur Nutzung in BHKW importiert, weshalb der inländische Flächenbedarf mit etwa 56.000 ha gering ausfällt /148/.

Biomasse im Strommarkt DBFZ 65

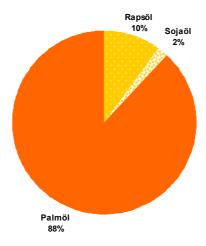


Abbildung 21: Biomasseeinsatz in Pflanzenöl-BHKW 2007 (auf Basis von/148/)

4.2.4 Zusammenfassung Nutzungsstand

Den größten Anteil an der Stromerzeugung aus Biomasse besitzen feste und gasförmige Biomasse, deutlich niedriger ist der Beitrag flüssiger Bioenergieträger. Dementsprechend verteilt sich auch der Biomassebedarf auf diese drei Bioenergiesysteme. Wie Tabelle 9 zeigt, ist der Anteil der Wärmeauskopplung der Pflanzenöl-BHKW mit rund 2 TWh_{th}/a relativ hoch im Vergleich zu Biogasanlagen mit ca. 3 TWh_{th}/a und Biomasse-(Heiz)Kraftwerken mit rund 4 TWh_{th}/a. Den größten inländischen Flächenbedarf zur Stromerzeugung wird für den Substratanbau für Biogasanlagen benötigt. Bei den Pflanzenöl-BHKW wird ein Großteil der Biomasse importiert, sodass der inländische Flächenbedarf nur etwa ein Fünftel dessen von Biogasanlagen beträgt und ein Großteil des Anbaus im Ausland stattfindet. Damit auch bei importierten Pflanzenölen die angestrebten Klimagaseinsparungen sicher erreicht werden, sollen künftig Herkunftsnachweise die Nachhaltigkeit der Rohstoffproduktion sicher stellen. Ab 2010 soll hierfür ein geeignetes Vorgehen verfügbar sein. Hingegen ist der Flächenbedarf von Biomasse-(Heiz)Kraftwerken aufgrund der fast ausschließlichen Reststoffnutzung vernachlässigbar.

Tabelle 9: Nutzungsstand der Stromerzeugung aus Biomasse (auf Basis von /148/)

	Einheit	feste Biomasse	gasförmige Biomasse	flüssige Bioener- gieträger	Summe
Anlagenzahl		199	3.764	2.726	5.264
Installierte Leistung	MW_{el}	1.179	1.232	397	2.808
Stromerzeugung	TWh _{el}	5,4 – 6,4	7,5	2,8	16,7
Wärmenutzung	TWh _{th} /a	\sim 2,7 – 4,7 ¹	~2,7 – 3,6	~2,0	7,4 – 10,3
Biomassebedarf	PJ/a	85 – 113	$(77)^2$	25	187 - 215
Flächenbedarf	ha/a	-	500.000 – 550.000	56.000 (Inland), 208.000 (Ausland)	~600.000 (Inland), 208.000 (Ausland)

Ohne die Wärmeauskopplung der Anlagen, die aufgrund ihrer Größe nicht zum Geltungsbereich des EEG gehören.
 Dargestellt ist das Gasbildungspotenzial der benötigten Biomasse; heizwertbezogen ist der Biomassebedarf

Die bisherige Entwicklung der Bioenergie im Strommarkt ist vor allem im Zusammenhang mit der Vergütung des eingespeisten Stromes nach dem EEG und der Entwicklung der Biomassepreise in diesem Zeitraum zu betrachten. In Abbildung 22 sind die Preisobergrenzen für Biomassen von verschiedenen Konversionstechnologien den Preisentwicklungen der Biomassen zwischen 2005 und 2008 gegenübergestellt. Demnach wurden die maximal zahlbaren Biomassepreise für die exemplarisch ausgewählten Konversionstechnologien zum Teil deutlich überschritten. Dies ist vor allem im Bereich der Pflanzenöl-BHKW auf Basis von Raps der Fall und erklärt die Anlagenstilllegungen seit 2007.

Bei Altholz, Maissilage und Hackschnitzeln übertrafen die Biomassepreise teilweise ebenfalls die Preisobergrenzen, allerdings war die Differenz geringer als bei Rapsöl. Infolgedessen waren vor allem Anlagenbetreiber, die keine oder wenig Wärme auskoppelten bzw. schlechte Lieferverträge für Biomasse besaßen, vor Probleme gestellt.

²: Dargestellt ist das Gasbildungspotenzial der benötigten Biomasse; heizwertbezogen ist der Biomassebedart höher, hat aber keine praktische Relevanz.

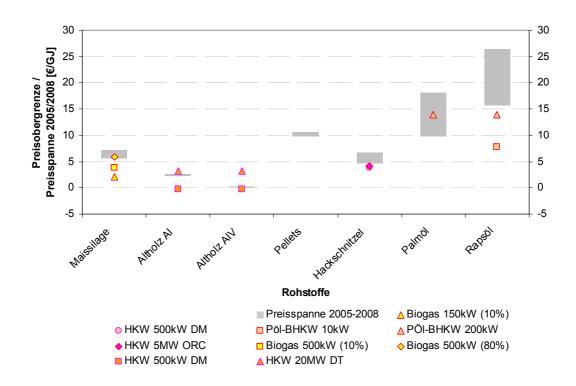


Abbildung 22: Preisobergrenzen für Biomasse im Strommarkt 2005 – 2008 bei einem Rohölpreis von 80\$/Barrel (HKW: Heizkraftwerk, DM: Dampfmotor, ORC: Organic Rankine Cycle, DT:Dampfturbine)

4.3 Einflussfaktoren

4.3.1 Biomassepreise

Allgemein war bei Biomasse seit 2005 ein Preisanstieg zu beobachten, der jedoch regional und biomassespezifisch unterschiedlich stark ausgeprägt war oder ist. Die Werte in Tabelle 10 bilden die Preisentwicklung für verschieden Biogassubstrate ab und zeigen, dass die Preise im betrachteten Zeitraum gestiegen sind und zum Teil große Preisunterschiede bestehen. Die Preisunterschiede gehen einerseits auf regional unterschiedliche Angebots- und Nachfragestrukturen und andererseits auf teilweise langfristige Lieferverträge zurück. Durch die Preissteigerungen kam es dazu, dass der NawaRo-Bonus nach dem EEG 2004 für viele Biogasanlagenbetreiber nicht mehr zur Deckung der Substratkosten ausreichte, seit Herbst 2008 allerdings wieder gesunken ist.

Tabelle 10: Entwicklung der Substratpreise für Biogasanlagen (Befragung IE) /192/

	Befragung 2005			ing 2006	Befragung 2007		
Substrat	Mittlere Substratkos- ten €/t	Spannbreite €/t	Mittlere Substratkos- ten €/t	Spannbreite €/t	Mittlere Substratkos- ten €/t	Spannbreite €/t	
Maissilage	23,5	15 - 35	26	15 - 40	30,5	23 - 44	
Getreide	101,8	95 - 110	112	70 - 150	164,3	85 - 230	
Getreide-GPS	16	6 - 30	23	20 - 29	28,6	20 - 41	
Grassilage	17,9	5 - 30	25	14 - 40	25,8	15 - 45	

Ein ähnliches Bild zeichnet sich im Altholzmarkt ab, wo seit der Einführung der EEG-Vergütung für aus Holz erzeugten Strom im Jahr 2000 die Altholzpreise stark anstiegen. Dieser Preisanstieg ist für die Althölzer der Kategorie A I und A IV in Abbildung 23 dargestellten, wobei die Preise regional stark variieren können. Seit einem Höchststand der Altholzpreise von etwas mehr als 30 €/t A I-Holz und ca. 10 €/t A IV-Holz im Jahr 2007 gehen die Altholzpreise leicht zurück, bewegen sich jedoch immer noch deutlich über dem Niveau von 2002 /125/.

Bei Waldhackschnitzeln ist im betrachteten Zeitraum ebenfalls ein Preisanstieg zu beobachten. In Abbildung 23 ist ein Durchschnittswert für Waldhackschnitzel abgebildet, der allerdings die regionalen Preisunterschiede nicht widerspiegelt. Folglich stieg der durchschnittliche Preis für Waldhackschnitzel von ca. 50 €/t in 2003 auf knapp 80 €/t zur Mitte des Jahres 2008. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Preise zwischen etwa 25 €/t und 100 €/t exklusive Umsatzsteuer und einem Wassergehalt von 35 % /139/.

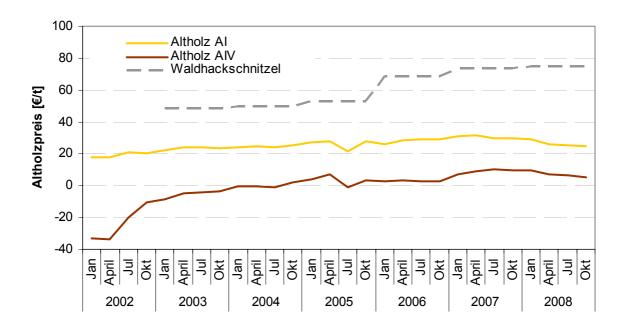


Abbildung 23: Preisentwicklung für Altholz der Kategorien A I und A IV (Mittelwerte auf Basis von /125/,/191/,/139/)

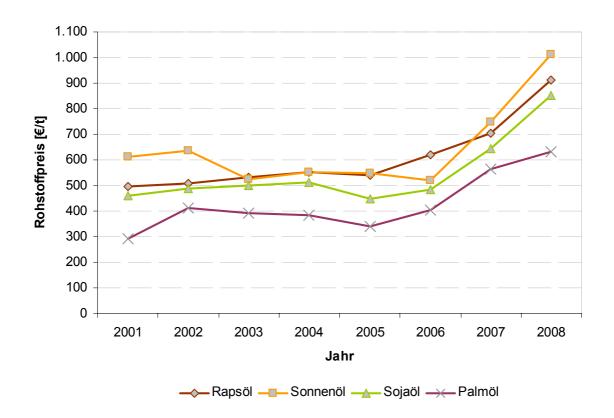


Abbildung 24: Entwicklung von Pflanzenölpreisen (auf Basis von /207/)



Wie Abbildung 24 zeigt, war im Pflanzenölmarkt zwischen 2005 und Mitte 2008 ebenfalls ein starker Preisanstieg zu verzeichnen. In dem betrachteten Zeitraum kletterte z. B. der Preis von Rapsöl von rund 500 €/t auf mehr als 900 €/t und ist somit ein Grund für die Stilllegung mehrerer Pflanzenöl-BHKW seit 2006/07. Auch hier sind die Preise im Verlauf des Jahres 2008 wieder deutlich gesunken.

4.3.2 Verfügbarkeit innovativer Technologien

Feste Biomasse

Durch das EEG werden die Steigerung der Wirkungsgrade und die Wärmeauskopplung bei der Stromerzeugung auf Basis von Biomasse gefördert. Die zunehmende Anzahl an ORC-Anlagen wird auf den Trend für die KWK im kleinen Leistungsbereich zurückgeführt. Bisher wird zur Stromerzeugung auf Basis biogener Festbrennstoffe fast ausschließlich Holz eingesetzt, da derzeit weder kostengünstige Technologien noch qualitativ hochwertige Brennstoffe für die Vergasung zur Verfügung stehen. Folglich ist der Erfolg von Technologien zur Nutzung von nicht-holzartigen Brennstoffen vor allem von dem Preisverhältnis zwischen Holz und sonstiger Biomasse abhängig.

Gasförmige Biomasse

Mit der Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz ist einerseits eine von der Biogaserzeugung räumlich entkoppelte und damit effizientere KWK möglich, sofern eine hohe Wärmenutzung erfolgt. Andererseits ergeben sich neue Wege der Nutzung von Biogas als Kraftstoff oder im Bereich von Privathaushalten über den Transport von Mikrogasnetzen zum Betreiben von Brennstoffzellen. Während die ersten Anlagen zur Einspeisung von Biogas bereits in Betrieb sind, befindet sich die Anwendung von Brennstoffzellen noch im Forschungs- und Demonstrationsstatus /192/.

Flüssige Biomasse

Derzeit zeichnen sich keine innovativen technischen Entwicklungen im Bereich der Pflanzenöl-BHKW ab.

4.4 Basis-Szenario Strommarkt

Basierend auf dem bisherigen Ausbau, der Einordnung der technischen Innovationen und den gesetzlichen Rahmenbedingungen des novellierten EEG und der Gasnetzzugangsverordnung wird nachfolgend die weitere Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse bis zum Jahr 2020 abgeschätzt.

71

4.4.1 Feste Biomasse

Die Stromerzeugung aus fester Biomasse hat sich in den letzten Jahren moderat aber konstant entwickelt. Dieser Ausbau wird sich voraussichtlich in den kommenden vier bis fünf Jahren fortsetzen, jedoch führte bereits die EEG-Novelle von 2004 dazu, dass vermehrt Heizkraftwerke kleiner Leistung zugebaut werden. In der Mitte des nächsten Jahrzehntes können darüber hinaus bestehende Anlagen ersetzt und mit besseren Wirkungsgraden ausgestattet sein (repowering). Auch wird dann mit einem zunehmenden Einsatz der großtechnischen Holzvergasungs-Technologie gerechnet. Dadurch wird die nicht nur eine Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades auf durchschnittlich 33 % sondern auch einen starken Zubau der installierten elektrischen Leistung bis 2020 auf etwa 3.300 MW_{el} erreicht (s. Abbildung 25). Die Anlagenzahl steigt nach diesen Annahmen bis zum Jahr 2020 auf ca. 450, wobei die neuen Anlagen teilweise auch nicht-holzartige Brennstoffe nutzen können (z.B. Stroh).

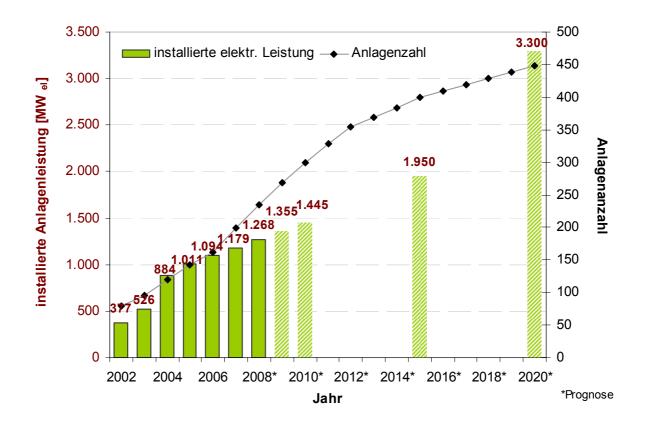


Abbildung 25: Prognose zur Entwicklung der Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke bis 2020 (auf Basis von /148/)

Des Weiteren wird angenommen, dass die Erhöhung des KWK-Bonus im EEG 2009 zu einer Steigerung der Wärmeauskopplung führt, die bis 2020 rund 15 TWh_{th} beträgt. Der aus der installierten Leistung und den Volllaststunden ableitbare Biomassebedarf beziffert sich bis 2020 auf etwa 300 PJ/a. Ein verstärkter Import von biogenen Festbrennstoffen zur Stromer-



zeugung wird nicht erwartet. Das Basis-Szenario berücksichtigt somit die nachstehenden Aspekte:

- Verfügbarkeit innovativer Technologien: Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades auf bis zu 45 % bei neuen großtechnischen Holzvergasungsanlagen oder durch Repowering
- Wirkung von Fördermaßnahmen: höhere Wärmeauskopplung durch KWK-Bonus, Zubau durch EEG-Vergütung
- Moderate Marktentwicklung bei den Brennstoffen lassen eine regionale Versorgung möglich erscheinen

4.4.2 Gasförmige Biomasse

Das Basis-Szenario basiert auf der Annahme, dass in den kommenden zwei bis drei Jahren durch die EEG-Novelle 2009 ähnlich wie beim Inkrafttreten der Novelle 2004 ein Anlagenboom zu verzeichnen sein wird. Für die Zeit danach wird ebenfalls mit einem Wachstum, allerdings moderater erwartet. Abbildung 26 stellt diese Abschätzung dar und zeigt, dass unter den getroffenen Annahmen bis zum Jahr 2020 eine installierte Anlagenleistung von rund 3.530 MW_{el} zu erwarten ist. Dabei werden zwei Drittel der installierten Anlagenleistung zur Vor-Ort-Verstromung des Biogases eingesetzt und ein Drittel des erzeugten Biogases wird ins Erdgasnetz oder in Mikrogasnetze eingespeist. Davon werden wiederum zwei Drittel zur Verstromung verwendet und ein Drittel des eingespeisten Biogases bzw. ca. 10 % des gesamten Biogases werden der mobilen Nutzung zugeführt, sodass rund 3.130 MW_{el} der installierten Leistung der Stromerzeugung zugerechnet werden können. Insgesamt beziffert sich die Stromerzeugung bei elektrischen Wirkungsgraden von 40 % bei der Vor-Ort-Verstromung und 42 % bei der räumlich entkoppelten Stromerzeugung auf rund 25 TWhel. Legt man den aktuellen Substratmix und sowie eine Steigerung des Flächenertrages der Maissilage von 3 %/a sowie Getreide, Grassilage und Ganzpflanzensilage von 0.6 - 2 %/a, würde sich die benötigte Anbaufläche für die Stromerzeugung auf etwa 1,0 Mio. ha verdoppeln /194/.

Des Weiteren wird mit einer zunehmenden Wärmeauskopplung gerechnet. Diese wird einerseits von der Anreizwirkung des KWK-Bonus des EEG ausgehen. Andererseits wird erwartet, dass die verstärkte Biomethaneinspeisung ins Erdgasnetz und der Ausbau von Mikrogas- und Wärmenetzen zu einer höheren Wärmenutzung als gegenwärtig führen. Abzüglich eines Eigenbedarfs von 10 % der Gesamtenergie, einer durchschnittlichen Wärmeauskopplung von 80 % und Netzverlusten von 10 % verbleiben etwa 17 TWh_{th} für die Wärmenutzung im Jahr 2020. Zusammenfassend sind im Basis-Szenario die folgenden Aspekte berücksichtigt worden:

 Verfügbarkeit innovativer Technologie: Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades, höhere Wärmeauskopplung durch Biomethaneinspeisung und Mikrogasnetze sowie Wärmenetze

- Wirkung von Fördermaßnahmen: verstärkter Zubau durch attraktive EEG-Vergütung insbesondere für Kleinanlagen, höhere Wärmeauskopplung durch KWK-Bonus
- Keine nennenswerten internationalen Märkte für Biogassubstrate



* Prognose, ausgehend von der install. elektr. Leistung und der Substratverteilung 2007; NawaRo-Anteil an der install. elektr. Anlagenleistung mit 60% angenommen

Abbildung 26: Prognose der Biogasanlagenleistung und der Anbaufläche für Biogassubstrate bis 2020 unter der Berücksichtigung der anstehenden Novellierung des EEG im Jahr 2009 /194/

4.4.3 Flüssige Biomasse

Da in der Vergangenheit zahlreiche Pflanzenöl-BHKW aufgrund technischer Probleme und wirtschaftlichen Gründen abgeschaltet wurden und die Gesetzesänderungen im Rahmen der zweiten EEG-Novelle weitere Einschränkungen für den Einsatz und die Vergütung von Pflanzenölen verursacht haben, wird von einer stagnierenden Entwicklung ausgegangen. Insofern wird bis 2020 mit einem konstanten Biomassebedarf von 25 PJ/a und einer gleichbleibenden Wärmeauskopplung von 2 TWh/a gerechnet. Gleichzeitig wird angenommen, dass die eingesetzten Pflanzenöle auch zukünftig überwiegend importiert werden.



4.4.4 Zusammenfassung Basis-Szenario

Im Basis-Szenario findet, trotz der angenommenen Stagnation bei Pflanzenöl-BHKW bis zum Jahr 2020 mehr als eine Verdopplung der installierten elektrischen Leistung von Biomasseanlagen zur Stromerzeugung auf rund 6.830 MW_{el} statt. Die Erhöhung des KWK-Bonus und die Möglichkeit der Netzeinspeisung von Biogas führen dazu, dass sich die Wärmenutzung auf 34 TWh/a verdreifacht. Im Rahmen des Leistungszubaus steigen der Biomassebedarf und auch der Flächenbedarf stark an.

Tabelle 11: Basis-Szenario Stromerzeugung aus Biomasse im Jahr 2020

	Einheit	feste Biomasse	Gasförmige Bio- energieträger	flüssige Bio- energieträger	Summe
Anlagenzahl		450	8.000^{1}	2.720	11.170
Installierte Leistung	MW_{el}	3.300	3.130	400	6.830
Stromerzeugung	TWh _{el} /a	20	25	3	48
Wärmenutzung	TWh _{th} /a	15	17	~2,0	34
Biomassebedarf	PJ/a	300	$(196)^2$	25	521
Flächenbedarf (im Ausland)	Mio. ha/a	_3	1,01	0,06 (0,2)	1,1 (0,2)

¹: Inklusive der Biogasanlagen, die das Biogas ins Erdgasnetz einspeisen und anschließend der mobilen Nutzung zur Verfügung stellen.

¹: Dargestellt ist das Gasbildungspotenzial der benötigten Biomasse; heizwertbezogen ist der Biomassebedarf höher, hat aber keine praktische Relevanz.

³: Zunächst wird davon ausgegangen, dass in den Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke kein Holz aus KUP eingesetzt wird.

5 BIOMASSE IM KRAFTSTOFFMARKT

5.1 Rahmenbedingungen von Biokraftstoffen

5.1.1 Biokraftstoffquoten und -ziele

Der Absatz an Biokraftstoffen wird im Wesentlichen über das Energiesteuergesetz und das Biokraftstoffquotengesetz gefördert. Das erstgenannte Gesetz regelt unter anderem die Besteuerung von Biokraftstoffen, wobei seit dem ersten Januar 2007 mit Ausnahme von Bioheizstoffen, BtL-Kraftstoffen, Alkohol aus Lignozellulose und E85 (Mischung aus 85 % Bioethanol und 15% Benzin) nur noch reine Biokraftstoffe steuerbegünstigt sind /197/.

Mit dem Kraftstoffquotengesetz werden seit 2007 erstmals Unternehmen der Mineralölbranche verpflichtet, eine Mindestmenge an Biokraftstoffen in den Verkehr zu bringen. Dabei wird unterschieden zwischen Unter- und Gesamtquoten. Unterquoten für Diesel- und Ottokraftstoffe sind zu erfüllen. Seit 2009 wird des Weiteren eine Gesamtquote gefordert, die 5,25 % des Energiegehalts der abgesetzten Kraftstoffe und bis 2014 nicht mehr als 6,25 % betragen soll (siehe dazu Tabelle 12). Nach dieser Gesetzesänderung werden Erzeugnisse, die im Aus- oder Inland bereits eine anderweitige Förderung erhalten haben, von der Steuerbefreiung und Quotenanrechnung ausgenommen /191/. Auch die langfristigen Ausbauziele für Biokraftstoffe bis 2020 wurden von 17 % auf 12 – 15 % gesenkt /210/. Mit dieser Absenkung wird der Tatsache Rechnung getragen, dass beim Anbau und der Bereitstellung von Rohstoffen sowie der Produktion von Biokraftstoffen zum Teil noch technische und organisatorische Schwierigkeiten bestehen und mitunter beachtliche Mengen an Treibhausgasen freigesetzt werden.

Tabelle 12: Biokraftstoffquoten und –ziele (auf Basis von /191/,/210/)

in [%]	2007	2008	2009	2010	2015	2020
Gesamtquote	-	-	5,25	6,25	8	12 - 15
Unterquote Ottokraftstoffe	1,2	2,0	2,8	3,6	3,6	3,6
Unterquote Dieselkraftstof- fe	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4

Zwar werden die Mineralölkonzerne durch die Kraftstoffquoten zu einer Beimischung von Biokraftstoffen verpflichtet, allerdings ist bisher nicht abschließend geklärt, welche Umweltund Klimakriterien zukünftig für eine Förderung eingehalten werden müssen. Solange gewisse Nachhaltigkeitsaspekte bei der Biokraftstofferzeugung nicht sichergestellt werden können und um Nutzungskonkurrenzen mit Nahrungs- und Futtermitteln zu vermeiden, wird der Ausbau von Biokraftstoffen langsamer als geplant stattfinden. Die zukünftigen Ausbauziele sind eng mit der Verfügbarkeit von Biokraftstoffen der zweiten Generation verknüpft, da diese günstigere Klimabilanzen aufweisen und neben Energiepflanzen auch Reststoffe und Holz aus KUP einsetzbar sind.

5.1.2 Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (BioNachV)

Damit durch die Förderung von Biokraftstoffen eine positive Klimabilanz und die Einhaltung von Umweltstandards gewährleistet werden, sollen mit der BioNachV Kriterien zum nachhaltigen Anbau und einer nachhaltigen Nutzung von Biokraftstoffen festgelegt werden. Demnach sollen Biokraftstoffe nur für die zuvor genannten Quoten angerechnet und von der Energiesteuer entlastet werden, wenn folgende Kriterien eingehalten werden /200/:

- eine nachhaltige Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen der zur Herstellung von Biokraftstoffen angebauten Biomasse
- Schutz der natürlichen Lebensräume beim Anbau der Biomasse für Biokraftstoffe
- Treibhausgas-Verminderungspotential von mindestens 30 % (ab 2011 40 %) unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus

Die Europäische Union beabsichtigt ebenfalls, Nachhaltigkeitsstandards für Biokraftstoffe zu erlassen. Demnach sollen Biokraftstoffe mindestens 35 % weniger Treibhausgase emittieren. Wann diese Verordnungen in Kraft treten und welche Werte dann verbindlich werden, ist derzeit nicht absehbar.

5.1.3 Selbstverpflichtung der Gaswirtschaft

Analog zu den Beimischungsquoten von Biokraftstoffen verpflichtete sich die Gaswirtschaft freiwillig dazu, eine gewisse Beimischungsquote von Biomethan zu Erdgas als Kraftstoff beizumischen. Die Quote beträgt für das Jahr 2010 10 % (ca. 0,62 TWh). Dies ist die zwölffache Menge des im Jahr 2007 insgesamt ins Erdgasnetz eingespeisten Biogases. Bis 2020 soll die Beimischungsquote auf 20 % (ca. 2,3 TWh) ansteigen /196/.

5.2 Nutzungsstand und Perspektiven von Biokraftstoffen

Als absehbar relevante Biokraftstoffe werden nachfolgend Biodiesel, Bioethanol, BtL und Biomethan analysiert. Biomethan kann dabei sowohl über thermo-chemische (Bio-SNG) als auch über bio-chemische (aufbereitetes Biogas) Konversion bereitgestellt werden.

5.2.1 Kraftstoffverbrauch und Entwicklung

Für die Zukunft wird ein Rückgang des Kraftstoffverbrauchs von derzeit rund 52 Mio. t auf 44 Mio. t im Jahr 2020 prognostiziert. Wie Abbildung 27 zeigt, wird mit einem deutlichen

Rückgang des Ottokraftstoffverbrauchs gerechnet, der von einer anhaltenden Substitution durch Dieselfahrzeuge und sinkenden spezifischen Verbrauchen bei Neufahrzeugen ausgeht. Trotz eines sinkenden spezifischen Verbrauchs bei Dieselfahrzeugen wird für den Dieselverbrauch zunächst ein Anstieg prognostiziert, der auf die nach wie vor steigende Anzahl an Diesel-Pkws zurückgeführt wird /202/.

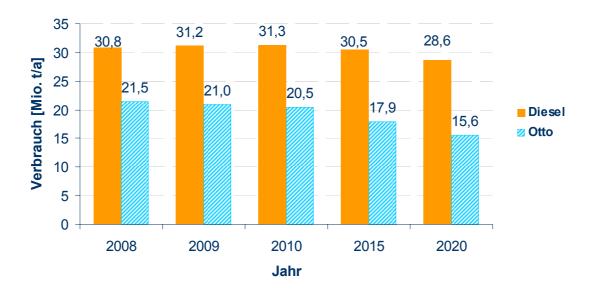


Abbildung 27: Prognose zur Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs in Deutschland bis 2020 (auf Basis von /202/)

5.2.2 Produktionskapazitäten von Biokraftstoffen

Die Kapazitäten zur Produktion von Biodiesel betrugen in Deutschland gegen Ende des Jahres 2007 ca. 3,8 Mio. t/a, zusätzlich waren zu dieser Zeit Kapazitäten 2,1 Mio. t/a in der Planung oder bereits im Bau. Für die Bioethanolproduktion waren zum selbem Zeitpunkt insgesamt Kapazitäten mit einem Volumen von 0,5 Mio. t/a installiert und weitere 1,82 Mio. t/a befanden sich im Bau oder in Planung, sodass sich die Bioethanolproduktion in Deutschland in den kommenden Jahren stark ausweiten könnte (siehe Abbildung 28).

Gegenwärtig befindet sich die erste die BtL-Anlage zur kommerziellen Produktion im Bau, die eine Kapazität von 0,015 Mio. t/a besitzt. Konkret geplant ist eine Sigma-Anlage mit einer Kapazität von ca. 0,2 Mio. t/a /232/.

Erste Biogasanlagen zur Einspeisung ins Erdgasnetz werden bereits betrieben, sodass die Verwendung als Kraftstoff möglich ist. Spezielle Anlagen zur Kraftstoffproduktion werden nicht gebaut.

Derzeit können deutschen Biokraftstoffziele und -quoten über die inländische Produktionskapazitäten gedeckt werden. Wenn die sich aktuell in Planung und Bau befindlichen Anlagen tatsächlich in den nächsten Jahren realisiert werden, können in diesen 12 % des deutschen Kraftstoffverbrauchs produziert werden. Die für die Auslastung dieser Anlagen benötigten Rohstoffe können jedoch nur teilweise im Inland bereitgestellt werden.

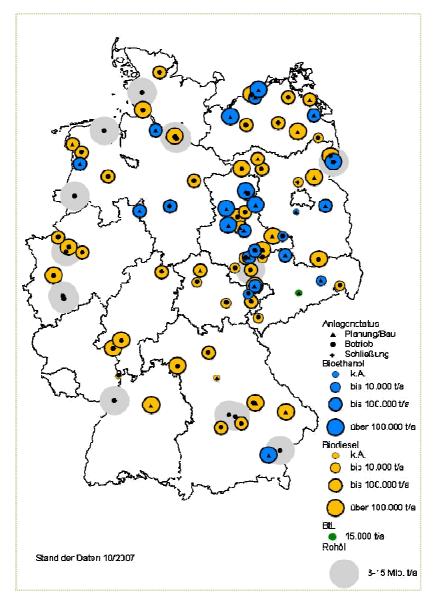


Abbildung 28: Vorhandene und in Planung/Bau befindliche Kapazitäten zur Biodiesel und Bioethanolproduktion (Stand 10/2007) /201/

5.2.3 Produktion von Biokraftstoffen

Tatsächlich produziert wurden 2007 in inländischen Raffinerien nur 2,8 Mio. t (104 PJ) Biodiesel und 0,3 Mio. t (8 PJ) Bioethanol; die Rohstoffe für die in Deutschland installierte Biokraftstoffproduktion entstammen dabei teilweise der heimischen Produktion oder werden importiert. Wie hoch der Anteil der inländischen Rohstoffe an der Biokraftstoffproduktion tatsächlich ist, kann zurzeit nur abgeschätzt werden. Dies liegt daran, dass Biokraftstoffproduzenten keinen Nachweis erbringen müssen, ob die Rohstoffe aus inländischer Herkunft stammen.

Für den Bereich Biodiesel/Pflanzenöl ergeben Abschätzungen, dass im Jahr 2007 weniger als 50 % des in Deutschland abgesetzten Biodiesels aus heimischen Rohstoffen hergestellt wurden (siehe Abbildung 29): Deutschland produziert zwischen 5,0 und 5,4 Mio. t Raps pro Jahr, dass entspricht 2 - 2,5 Mio. t Rapsöl. Bei einer heimischen Produktion von rund 2 Mio. t Rapsöl und einem Verbrauch von 0,5 Mio. t als Nahrungsmittel verbleiben theoretisch 1,5 Mio. t für den Biokraftstoffmarkt. Produziert wurden aber 2,8 Mio. t Biodiesel und verbraucht sogar 3,4 Mio. t.

Deutschland ist so zu einem Nettoimporteur von Rapssaat und Rapsöl und auch Biokraftstoffen geworden. Zwischen Januar und Dezember 2006 betrugen die Nettoimporte (aus EU-Staaten und Drittländern) von Rapssaat 1,32 Mio. t (entspricht rund 0,5 Mio. t Rapsöl) und von Rapsöl 0,8 Mio. t. Es wurden zusätzliche Importmengen von 0,9 Mio. t Palmöl und 0,3 Mio. t Sojaöl sowie anderen Ölen und Fetten benötigt /203/.

Bei Bioethanol ging die Produktion gegenüber dem Vorjahr leicht auf rund 0,31 Mio. t zurück. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bioethanolpreise nicht im gleichen Maße stiegen wie die Rohstoffpreise /207/.

Außer geringen Mengen an BtL-Kraftstoffen, die in einer Demonstrationsanlage hergestellt wurden, fand bisher keine Produktion an thermo-chemisch erzeugten Biokraftstoffen statt. Mit der Produktion von nennenswerten Mengen BtL-Kraftstoffen wird erst in zehn Jahren gerechnet. Im Bereich von Biomethan wurden ebenfalls noch keine nennenswerten Mengen an Kraftstoffen bereitgestellt: Die Produktion von Bio-SNG befindet sich noch im F&E-Stadium und kann frühestens in fünf Jahren merklich zur Biokraftstoffversorgung beitragen; die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas erfolgt zwar bereits, aber die Nutzung als Kraftstoff findet erst in sehr geringem Umfang statt.

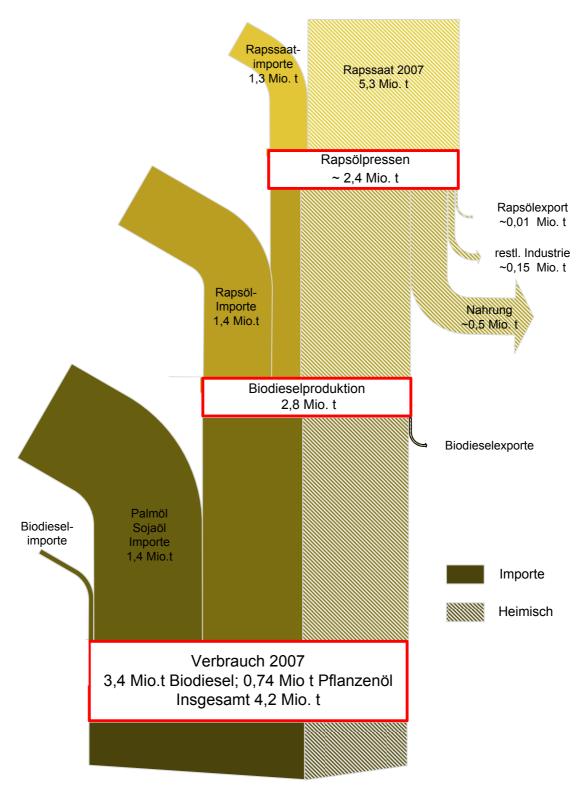


Abbildung 29: Biodiesel-und Pflanzenölproduktion sowie –verbrauch aus heimischen Rohstoffen und Impor-

5.2.4 Verbrauch von Biokraftstoffen

Der Anteil der Biokraftstoffe zur mobilen Nutzung stieg 2007 auf rund 7,1 % bzw. 157 PJ/a an und übersteigt somit die gegenwärtige Gesamtquote zur Nutzung von Biokraftstoffen von 5,25 %. Wie aus Abbildung 30 hervorgeht, besitzt dabei Biodiesel als Reinkraftstoff und als Beimischung den größten Anteil. Hingegen ist der Anteil von Bioethanol am Kraftstoffmarkt relativ niedrig und beträgt lediglich 0,6 % oder 12 PJ/a. Folglich wurde die für Bioethanol seit Anfang 2009 erforderliche Quote von 2,8 % deutlich unterschritten /223/.

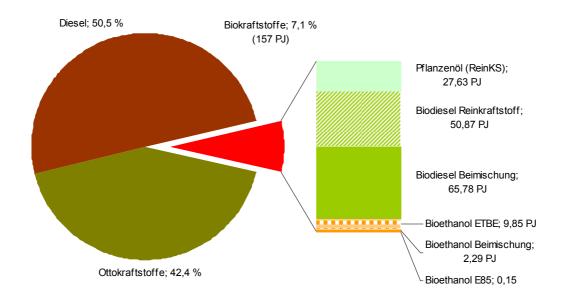


Abbildung 30: Kraftstoffverbrauch 2007 in PJ (auf Basis von /223/)

Welche Entwicklung der Biokraftstoffverbrauch in der Vergangenheit nahm, zeigt Abbildung 31. Demnach erhöhte sich der Biodiesel- und Pflanzenölabsatz zwischen 2002 und 2007 von rund 20 PJ/a auf 144 PJ/a. Auf einem niedrigeren Niveau jedoch ähnlich stark war der Anstieg des Bioethanolverbrauchs von etwa 2 PJ/a 2004 auf 13PJ/a 2006. Allerdings ging der Bioethanolverbrauch im darauf folgenden Jahr leicht zurück.

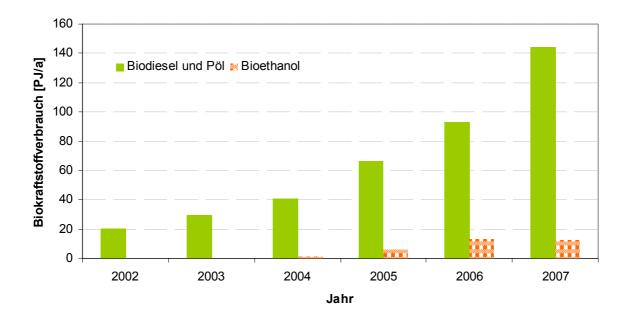


Abbildung 31: Entwicklung des Biokraftstoffverbrauchs (auf Basis von /197/)

5.2.5 Zusammenfassung Nutzungsstand Biokraftstoffe

Eine Zusammenfassung des Nutzungsstandes von Biokraftstoffen in Tabelle 1 verdeutlicht, dass Biodiesel – auch unter dem Gesichtspunkt der heimischen Agrarproduktion – der wichtigste Biokraftstoff im Jahr 2007 war. Dennoch wurde 2007 ein Großteil der Biomasse – nämlich 155 PJ/a – in Form von Rohstoffen oder Kraftstoffen importiert. Insofern fällt auch der Flächenbedarf für den Anbau von Raps zur energetischen Nutzung mit 1,1 Mio. ha relativ gering aus.

Bei Bioethanol wird von einer Produktion auf Basis von 40 % Weizen, 30 % Roggen und 30 % Zuckerrübe aus heimischem Anbau ausgegangen, sodass sich der Biomassebedarf auf 16 PJ/a summiert. Der restliche Bioethanolverbrauch wurde 2007 über Importe in Höhe von 8 PJ/a gedeckt, wobei die gleichen Heizwerte für wie bei der inländischen Produktion angesetzt wurden. Insofern liegt der inländische Flächenbedarf für den Anbau von Getreide und Hackfrüchten zur Bioethanolproduktion bei 0,13 Mio. ha/a.

Da bisher noch keine industrielle Produktion von BtL-Kraftstoffen und Bio-SNG in Deutschland stattfindet, war 2007 weder Biomassebedarf noch Flächenanspruch vorhanden.

Tabelle 13:	Nutzungsstand	Biokraftstoffe 2007

	Einheit	Biodiesel	Bioethanol	BtL	Biomethan	Summe
Kapazitäten (in Planung)	Mio. t/a	3,8 (2,1)	0,5 (1,8)	0,015 (0,2)	-	4,3 (4,1)
Produktion	Mio. t/a	2,8	0,3	1	-	3,1
Kraftstoff- verbrauch	Mio. t/a (PJ/a)	3,88 (144)	0,46 (12)	-	-	4,34 (156)
Biomassebedarf (davon Importe)	PJ/a	257 (155)	24 (8)	-	-	281 (163)
Flächenbedarf Inland	Mio. ha/a	1,1	0,13	-	-	1,2

^{1:} Zurzeit wird noch kein Biokraftstoff nach dem BtL-Verfahren in industriellem Maßstab produziert.

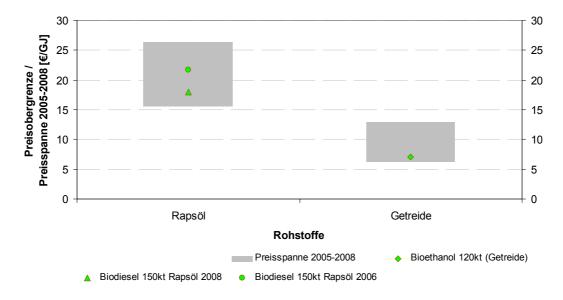


Abbildung 32: Preisobergrenzen für Biomasse im Kraftstoffmarkt zwischen 2005 – 2008 bei einem Rohölpreis von 80\$/Barrel

Abbildung 32 stellt dar, wie sich zwischen 2005 – 2008 die Biomassepreise für Produktion von Biokraftstoffen entwickelten und wie viel die Anlagenbetreiber maximal für die Rohstoffe bezahlen konnten. Durch den starken Preisanstieg bei Raps und Weizen stiegen die Rohstoffpreise zum Teil deutlich über die Preisobergrenzen von etwa 120 €/t (ca. 7 €/GJ) für Weizen bzw. 675 – 815 €/t (ca. 18 – 22 €/GJ) bei Raps. Die Einführung der Besteuerung von Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffen führte dazu, dass trotz steigender Rapspreise im betrachteten Zeitraum

der maximal zahlbare Rapspreise sank und die Biodieselproduktion rückläufig war. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Produktion von Bioethanol aus Weizen, die bei den zwischen 2005 - 2008 realisierten Weizenpreisen theoretisch nicht wirtschaftlich produzieren konnten.

5.3 Einflussfaktoren auf die Biokraftstoffproduktion

5.3.1 Biomassepreise

In den zurück liegenden drei Jahren stiegen die Preise für Agrarrohstoffe deutlich an. Davon betroffen waren auch die bei der Biokraftstoffproduktion eingesetzten Pflanzenöle und Getreidesorten. Bei fast allen betrachteten Rohstoffen kam es in diesem Zeitraum zu einer Verdopplung der Preise. Die Preisentwicklung bei den Pflanzenölen verlief nahezu parallel, wobei die inländischen Öle auf Basis von Sonnenblumen und Rapssaat teuerer gehandelt werden als Soja- und Palmöl. Der Weizenpreisen ging bereits zur Mitte des Jahres 2008 wieder deutlich zurück, im Jahresdurchschnitt stellt dies dennoch fast eine Verdopplung der Preise im betrachteten Zeitraum dar. Abbildung 33 verdeutlicht diese Preisentwicklung bis 2008. Allerdings fielen die Preise für Rohstoffe allgemein und insbesondere für die betrachteten Rohstoffe zur Produktion von Biokraftstoffen in den vergangenen Monaten stark.

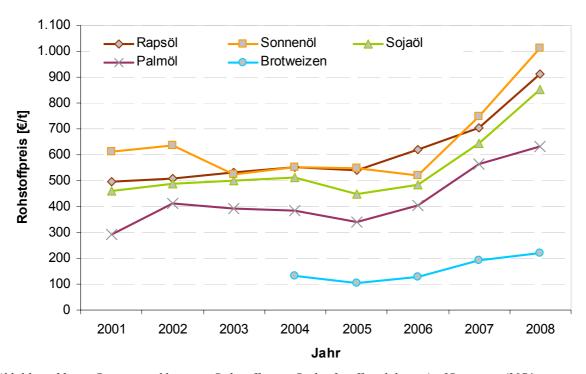


Abbildung 33: Preisentwicklung von Rohstoffen zur Biokraftstoffproduktion (auf Basis von /207/)

Die rasanten Preissteigerungen bei Pflanzenölen und Getreide führten im letzten Jahr nicht nur zu einem abgeschwächten Ausbau der Produktionskapazitäten von Biokraftstoffen, sondern im

Falle von Weizen bzw. Getreide auch zu einem Rückgang der Bioethanolproduktion, da der Preis für Bioethanol nicht im gleichen Maße anstieg wie die Rohstoffpreise. Auch hängen die Preise für Agrarrohstoffe stark mit den Mineralölpreisen zusammen, da bei der Bereitstellung zum Teil erhebliche Mengen an Treibstoff und Dünger eingesetzt werden.

5.3.2 Verfügbarkeit von Biokraftstoffen der zweiten Generation

Ein weiterer entscheidender Faktor für die Entwicklung der Biokraftstoffproduktion in Deutschland stellt der Markteintritt von verschiedenen Umwandlungstechnologien wie z.B. Bio-SNG und BtL (Lig.) dar. Die Produktion von Biokraftstoffen der zweiten Generation wird erst mittel- bis langfristig in industriellem Maßstab möglich sein. Diese Konzepte sind gekennzeichnet durch einen starken Bezug auf holzartige Biomassen als Rohstoff und durch teilweise deutlich größere Kapazitäten (und damit einen höheren Rohstoffbedarf) als die heute bereits verfügbaren Anlagen. Letzteres erfordert auch sehr hohe Investitionssummen, die z.B. für Fischer-Tropsch-Kraftstoff-Anlagen auf knapp eine Milliarde Euro geschätzt werden. Gleichzeitig erfordert die Größe der Technologie einen mehrstufigen up-scaling-Prozess, wodurch die abschließende Entscheidung über den Markteintritt dieser neuen Technologien teilweise nicht vor 2013 bis 2015 erwarten lässt (s. Abbildung 34). Selbst unter der Annahme einer rückschlagfreien Technologieimplementierung können synthetische Biokraftstoffe erst nach 2020 nennenswert zur Kraftstoffversorgung beitragen. Auch für die industrielle Bereitstellung von Bio-SNG und Lignozellulose-Bioethanol sind noch nennenswerte F&E-Schritte notwendig, sodass auch diese Technologien nicht vor 2018 bis 2020 nennenswert zur Kraftstoffversorgung beitragen können.

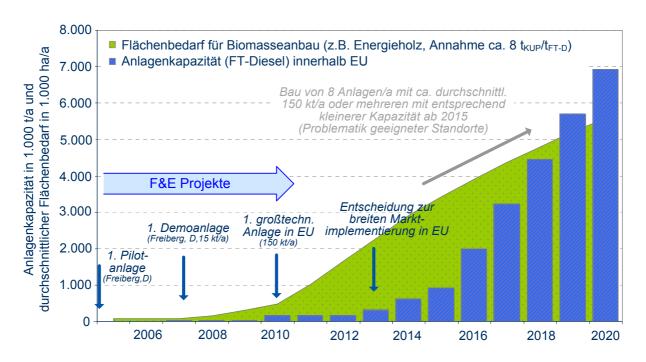


Abbildung 34: Entwicklung der Produktionskapazitäten von Fischer-Tropsch-Kraftstoffen in Europa /209/

In welchem Maße sich die Biokraftstoffe der ersten und zweiten Generation langfristig am Markt durchsetzen können, wird unter anderem mit dem THG²-Vermeidungspotential und den Bereitstellungskosten der jeweiligen Technologie zusammenhängen /1/. Abbildung 34 zeigt außerdem exemplarisch, dass – falls die Versorgung der Kraftstoffanlagen der zweiten Generation in nennenswertem Umfang auf der Basis von Kurzumtriebsholz erfolgen soll – für die Anlage der entsprechenden Plantagen ein geeigneter zeitlicher Vorlauf notwendig ist.

5.4 Basis-Szenario Kraftstoffmarkt

Die Abschätzung der Kraftstoffproduktion und –nutzung in Deutschland für das Jahr 2020 ist infolge der vielfach in der Diskussion befindlichen Rahmenbedingungen vergleichsweise unsicher. Auch veränderte Preissituationen können im Biokraftstoffbereich schnell zu einer drastischen Erhöhung der Importanteil führen. Für das Basis-Szenario werden hier konservative Entwicklungen und moderate Veränderungen angesetzt. Für die Fortschreibung der gegenwärtigen Nutzung werden daher folgende Annahmen getroffen:

- In der aktuellen Debatte um Biokraftstoffziele für das Jahr 2020 wird eine Absenkung der Quote auf 12 15 % diskutiert, wobei für das Basis-Szenario der konservative Wert von 12 % angesetzt wird. Zur Berechnung des Biomassebedarfs anteilig am Kraftstoffverbrauch wurde eine Prognose des Diesel- und Ottokraftstoffverbrauchs des MWV herangezogen (s. Abbildung 27). Bei einer Quote von 12% liegt der erwartete Biokraftstoffbedarf im Jahr 2020 dann bei 230 PJ/a.
- Die Raps- und Biodieselproduktion geht auf 75 % des Bestandes von 2007 zurück; dies entspricht einer Produktion von etwa 78 PJ/a³ Biodiesel. Da auch weniger Rap für die Biodieselproduktion angebaut wird, nimmt die Rapsfläche auf etwa 0,83 Mio. ha/a ab, sodass noch 83 PJ/a des Biomassebedarfs aus heimischen Anbau bereitgestellt und rund 57 PJ/a importiert werden. Der Import der zusätzlich für die Biodieselproduktion benötigten Rohstoffe erfolgt als Palm- und Sojaöl von außerhalb Europas. Die Etablierung eines entsprechenden Zertifizierungssystems ist vorausgesetzt, da andernfalls die Kraftstoffquoten voraussichtlich deutlich reduziert wären. Die erforderliche Unterquote von Biodiesel mit 54 PJ/a wird damit erfüllt.
- Für Bioethanol wird angenommen, dass die Mindestquote über die heimische Produktion gedeckt wird. Dies entspricht ca. 25 PJ/a⁴ bzw. knapp 1 Mio. Jahrestonnen Bioethanol. Weiterhin wird eine vergleichbare Menge an Bioethanol auf Lignozellulosebasis hergestellt, was durch die Erweiterung der Ethanolanlagen realisiert wird.

² THG – Treibhausgas.

³ 2,1 Mio. t/a an verbleibender Produktionskapazität mit einem Heizwert von Biodiesel von 37,2 MJ/kg.

⁴ 3,6% von 15,6 Mio. t Ottokraftstoff mit einem Heizwert von 44 MJ/kg (Ottokraftstoff) und 26,8 MJ/kg von Bioethanol.

- Auch die Produktion von anderen Kraftstoffen der zweiten Generation (BtL, SNG) wird technisch weiter entwickelt und in den Markt eingeführt. Unter Annahme einer rückschlagfreien Technologieentwicklung könnten bis 2020 Anlagenkapazitäten von drei BtL-Anlagen⁵ und 26 PJ/a Biokraftstoffproduktion sowie zehn BioSNG-Anlagen⁶ mit ca. 30 PJ/a Biokraftstoffproduktion betrieben werden.
- Die installierte Leistung von Biogasanlagen zur Bereitstellung von Biogas zur mobilen Nutzung beträgt rund 400 MW_{el} womit jährlich rund 25 PJ/a Biokraftstoffe produziert werden können.
- Der darüber hinaus bestehende Biokraftstoffbedarf zur Erfüllung einer Quote von 12 % wird importiert. Damit sind neben dem Import von Rohstoffen für die Biodieselproduktion von ca. 56 PJ/a weitere Importe an Biokraftstoffen von etwa 21 PJ/a notwendig.

Abbildung 35 fasst die Entwicklungen des Basis-Szenarios zusammen und zeigt, dass die heimische Biodieselproduktion bis 2020 verringert wird, aber dennoch die bisherigen Quotenziele erreicht werden. Zur Erreichung der Unterquote für Bioethanol werden die Produktionskapazitäten weiter ausgebaut. Bis zum Jahr 2020 wird im Basis-Szenario mit einem starken Ausbau der Biokraftstoffe der zweiten Generation gerechnet, der sich auf rund 100 PJ/a summiert. Davon sind 55 PJ/a Biomethan, was einem Kraftstoffanteil von rund 3 % im Verkehrssektor entspricht, weshalb weiterhin ein dynamischer Umstieg auf Erdgasfahrzeuge stattfinden muss, damit diese Mengen abgesetzt werden können. Auch wenn die Produktionskapazitäten ausgebaut werden, sind neben dem Import von Biomasse auch Importe von Biokraftstoffen zur Einhaltung der Biokraftstoffquote erforderlich. Gelingt es allerdings technisch nicht, die thermochemische Konversion zu BTL- und Bio-SNG bis 2020 auf dem Markt zu etablieren, können die angestrebten Kraftstoffquoten nur durch erhöhte Importe von Biomassen bzw. Bioenergieträgern oder durch eine forcierte – ggf. auch heimische - Bioethanolbereitstellung erfolgen.

⁵ Ungefähr 0,2 Mio. t/a Kraftstoff je Anlage bzw. ca. 1 Mio. t holzartige Biomasse pro Jahr; ergibt ca. 26 PJ/a

⁶ 100 MW_{FWL} je Anlage bzw. ca. 280.000 t holzartige Biomasse pro Jahr; ergibt ca. 30 PJ/a

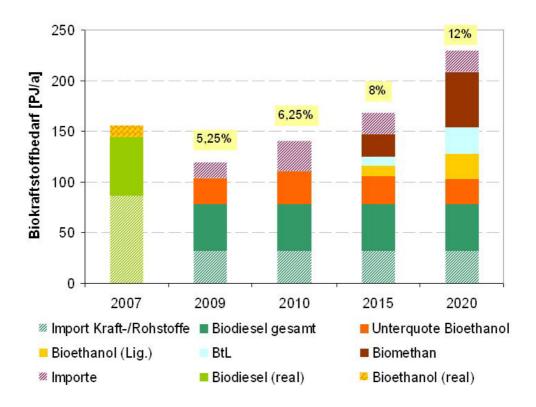


Abbildung 35: Basis-Szenario im Kraftstoffmarkt (auf Basis von /191/,/210/,/202/)

Anhand der im Basis-Szenario beschriebenen Biokraftstoffproduktion und dem heimischen Biomassebedarf ist in Tabelle 14 der daraus ableitbare Flächenbedarf dargestellt. Bei relativ moderaten Ertragssteigerungen für Raps, Getreide und Zuckerrüben von 0,6 %/a bleibt der heimische Flächenbedarf aufgrund des Rückgangs des Rapsanbaus bei 1,2 Mio. ha/a relativ konstant. Der Flächenbedarf für die importierten Rohstoffe und Biokraftstoffe beträgt unter den getroffenen Annahmen nochmals 1,0 Mio. ha/a. Bei Bioethanol aus lignocellulose-haltiger Biomasse wird von einer Reststoffnutzung ausgegangen, die insofern keinen Flächenbedarf nach sich zieht. Auch zur Deckung des Biomassebedarfs der BtL- und der Bio-SNG-Anlagen wird zunächst davon ausgegangen, dass das eingesetzte Holz nicht zwangsläufig aus KUP entstammen muss.

Tabelle 14: Basis-Szenario Kraftstoffmarkt im Jahr 2020

	Einheit	Biodiesel	Bioethanol	Bioethanol (lig.)	BtL	Biomethan aus BioSNG	Biomethan (bio-chemisch)	Import	Summe
Produktion	Mio. t/a (MW _{FWL})	2,1	0,9	0,9	0,6	(1.000)	(1.000)	-	5,4 (2.000)
Kraftstoffbe- darf zur Quo- tenerfüllung	PJ/a	78	25	25	26	30	25	21	230
Biomassebe- darf (davon Import)	PJ/a	139 (57)	47	47	55	51	(25) ¹	(38)	402 (95)
Flächenbedarf (davon Aus- land)	ha/a	1,4 (0,6) ²	0,35		-	-	0,1	(0,38) ⁴	2,2 (1,0)

¹: Dargestellt ist das Gasbildungspotenzial der benötigten Biomasse; heizwertbezogen ist der Biomassebedarf höher, hat aber keine praktische Relevanz.

²: Der Flächenbedarf für importierte Rohstoffe wurde auf Basis eines zukünftigen Flächenertrages von Raps von 3,7 t/ha berechnet.

³: Bei der Bioethanolproduktion auf Basis von lignocellulose-haltiger Biomasse wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Reststoffe eingesetzt werden, für die direkt kein Flächenbedarf angesetzt wird.

⁴: Für die importierten Biokraftstoffe wurde angenommen, dass Biodiesel auf Basis von Raps produziert wird und der Hektarertrag beim Anbau 2020 etwa 3,7 t/ha beträgt.

6 BIOMASSE IM WÄRMEMARKT

6.1 Rahmenbedingungen

6.1.1 Wärmebedarf – aktuelle Situation und Entwicklung

In Deutschland besitzt der Wärmesektor mit 58,3 % den größten Anteil am deutschen Endenergieverbrauch im Jahr 2006. Der Großteil des Wärmebedarfs entfällt auf die privaten Haushalte und den Sektor Industrie, wie aus Abbildung 36 hervorgeht. Da allein 26 % des deutschen Endenergieverbrauchs auf den Wärmebedarf privater Haushalte zurückzuführen ist, wirken sich Veränderungen in diesem Sektor besonders intensiv auf den End- und Primärenergiebedarf aus /120/.

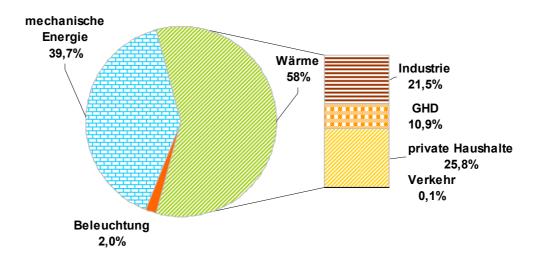


Abbildung 36: Struktur des Endenergieverbrauch 2006/120/

Zukünftig werden wahrscheinlich demografische Entwicklungen, Energieeffizienzerhöhungen im Gebäudebestand und bei Neubauten sowie veränderte Energiepreise die einflussreichsten Faktoren für Veränderungen des Wärmebedarfs sein /121/. Allerdings blieb in den vergangenen Jahren der Wärmebedarf relativ konstant und spiegelt, wie in Abbildung 37 dargestellt, vor allem die jährliche Witterung wider. Erst 2007 ist ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen, der einerseits auf milde Temperaturen andererseits auf stark gestiegene Brennstoffpreise zurückzuführen ist.

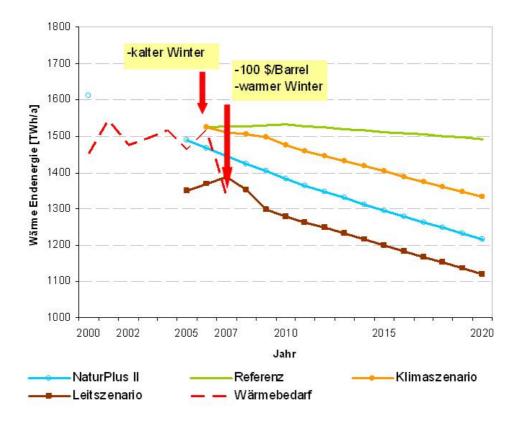


Abbildung 37: Szenarien zur Entwicklung des Wärmebedarfs in privaten Haushalten /121/,/163/,/184/

Mit Blick auf die weitere Entwicklung der Wärmenachfrage sind in Abbildung 37 exemplarisch vier verschiedene Szenarien zur Entwicklung des Wärmebedarfs gegenübergestellt:

- das **Referenz-Szenario** aus der Studie der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung" für den Bundestag im Jahr 2002 geht von im Jahr 2002 bekannten technischen Entwicklungen und politischen Instrumenten aus /121/. Dabei wird ein leichter Rückgang des Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 angenommen, da der prognostizierte Bevölkerungsrückgangs durch einen Zuwachs der durchschnittlichen Wohnfläche je Einwohner kompensiert wird.
- das Klimaschutz-Szenario aus der gleichen Studie berücksichtigt Maßnahmen zur Zielerreichung einer Senkung der CO₂-Emissionen um 40 % bis zum Jahr 2020 im Vergleich zu 1990 /121/
- das Szenario "NaturPlus II" aus der Studie "Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland" unterstellt große Einsparpotentiale im Bereich der Raumwärme und im Gebäudebestand
- das Leitszenario aus der Leitstudie 2008 geht von umfangreichen Effizienzsteigerungen im Wärmebereich aus

In allen Szenarien wird ein Rückgang des Endenergieverbrauchs unterstellt, der vor allem auf Zielen der Energieeffizienz beruht.

6.1.2 Wärmebereitstellung – aktuelle Situation und Entwicklungen

Im Wärmemarkt legte der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch deutlich zu. Waren es 2002 noch 3,9 %, so beträgt der Anteil der erneuerbaren Energieträger 2007 nach vorläufigen Angaben 6,6 % oder 90,2 TWh (325 PJ) /123/.

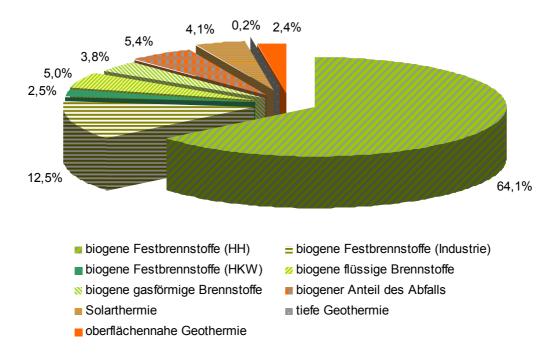


Abbildung 38: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern 2007/123/

Abbildung 38 verdeutlicht, dass ein Großteil der Wärme aus erneuerbaren Energieträgern durch biogene Festbrennstoffe bereitgestellt wird. Insgesamt sind dies knapp 80 %, wovon 64,1 % auf die Wärmebereitstellung in privaten Haushalten entfallen. Dort kommen überwiegend Scheitholz, Holzpellets und sonstige Holzfraktionen sowie Hackschnitzel zum Einsatz. Jeweils ca. 5 % tragen flüssige biogene Brennstoffe, Solarthermie und biogene Abfälle zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien bei /123/.

Die bisherige Entwicklung und Szenarien zur zukünftigen Entwicklung erneuerbarer Energieträger, insbesondere der Biomasse, im Bereich der Wärmebereitstellung sind in Abbildung 39 dargestellt. Daraus wird deutlich, dass der starke Anstieg bei der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vor allem dem zunehmenden Einsatz biogener Festbrennstoffe geschuldet ist. Sowohl im Szenario NaturPlus II als auch im Leitszenario wird davon ausgegangen, dass die erneuerbaren Energieträger weiterhin stark zunehmen, allerdings mit einem geringeren Wachstum als die gesamten erneuerbaren Energieträger.

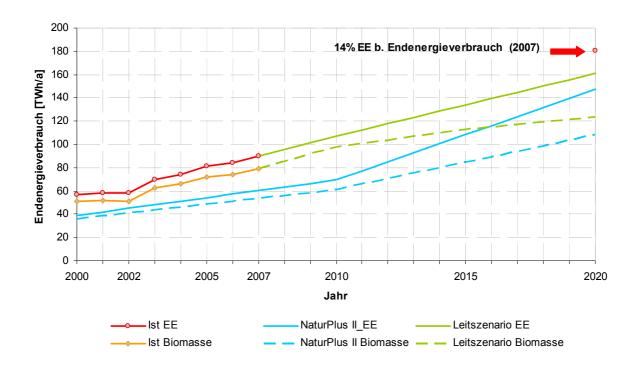


Abbildung 39: Szenarien zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Wärmemarkt auf Basis erneuerbarer Energieträger und Biomasse /121/,/163/,/184/

Im Leitszenario beträgt der Endenergieverbrauch von erneuerbaren Energieträgern rund 161 TWh/a im Jahr 2020. Dabei beziffert sich der Beitrag der Biomasse auf 123 TWh/a, was einem durchschnittlichen Wachstum von ca. 12 %/a von 2007 bis 2020 gleichkommt und insofern mit der Trendfortschreibung aus den Jahren 2002 bis 2007 übereinstimmt. Da des Weiteren ein Rückgang des Wärmebedarfs von etwa 20 % zu Grunde gelegt wird, entsprechen die 161 TWh/a einem Anteil von 14,4 % im Wärmemarkt. Im Szenario NaturPlus II bleibt die Entwicklung der erneuerbaren Energien und der Biomasse etwas hinter dem Leitszenario zurück und kommt auf einen Endenergieverbrauch von 108 TWh/a auf Basis von Biomasse im Jahr 2020.

Die Zunahme des Biomasseeinsatzes geht mit zahlreichen Neuinstallationen von Biomassefeuerungen vor allem in privaten Haushalten einher. Demnach hat sich die Anzahl der Scheitholzfeuerungen seit 2002 von rund 9 Mio. auf knapp 11 Mio. erhöht und auch die Anzahl der Heizwerke und Pelletfeuerungen ist in der Vergangenheit stark angestiegen.

Als eine Folge des massiven Zubaus an Biomassefeuerungen und der damit verbundenen Diskussion um die Feinstaubemissionen häuslicher Biomassefeuerungen sowie der in diesem Kontext geplanten Verschärfung der Grenzwerte für Neu- und Altanlagen war im Jahr 2008 teilweise eine Verkaufsrückhaltung zu verzeichnen.



6.1.3 Rahmenbedingungen für den Einsatz von Biomasse

Außer der Zielsetzung der Bundesregierung, den Anteil der erneuerbaren Energieträger im Wärmemarkt bis 2020 auf 14 % zu erhöhen, bestehen weitere Rahmenbedingungen, die den Beitrag von Biomasse im Wärmebereich beeinflussen. Dazu zählen Maßnahmen:

- zur Reduzierung des Wärmebedarfs
- zum Einsatz von Biomasse im Wärmemarkt
- zur Emissionsminderung von Biomassefeuerungen

Energieeinsparverordnung - EnEV

Die Bundesregierung misst in Bezug auf das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Senkung des Energieverbrauchs eine zentrale Bedeutung bei. Hinsichtlich der Energieeffizienz wurde im vergangenen Jahr die Vorgabe formuliert, bis zum Jahr 2020 insgesamt 20 % des jährlichen Energieverbrauchs einzusparen. Große Potentiale zur Verringerung des Energieverbrauchs liegen im Bereich der energetischen Optimierung des Gebäudebestandes und von Neubauten, die mittels der EnEV realisiert werden sollen.

Im vergangenen Jahr trat die EnEV 2007 in Kraft, deren Novellierung für das Jahr 2009 bereits wieder diskutiert wird. In der aktuellen Fassung von 2007 werden unter anderem Höchstwerte für Neubauten in Bezug auf den Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung und Lüftung sowie spezifische Transmissionswärmeverluste aufgeführt. Neu hinzukam der Energieausweis, der beim Verkauf oder der Vermietung von Wohnungen und Gebäuden Aufschluss über den berechneten Energiebedarf geben soll. Der Referentenentwurf für die Novellierung der EnEV zielt unter Wahrung der wirtschaftlichen Vertretbarkeit auf eine noch stärkere Erhöhung der Energieeffizienz ab und sieht bei der Errichtung von Neubauten oder bei größeren Änderungen im Bestand eine Senkung des Jahres-Primärenergiebedarf vor /170/,/171/.

CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

Die Senkung des Energieverbrauchs im Gebäudebestand findet durch das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm Unterstützung. Es soll einen Anreiz bieten, die energetische Sanierung von Altbauten voranzutreiben, und wird durch die KfW-Förderbank mit zinsgünstigen Darlehen und Tilgungszuschüssen unterstützt. Das Programm wurde für den Zeitraum von 2006-2009 um 1,4 Mrd. € aufgestockt /172/.

Erneuerbare Energien Wärmegesetz - EEWärmeG

Abgesehen von der Energieeffizienz besitzt der Einsatz von erneuerbaren Energien im Wärmesektor eine zentrale Bedeutung zur Senkung der CO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland. Die Potentiale für erneuerbare Energien im Wärmemarkt sollen effizienter und

schneller genutzt werden, weshalb zur Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien bei der Wärmebereitstellung ein Erneuerbares Energien Wärmegesetz EEWärmeG auf den Weg gebracht wurde.

Das EEWärmeG soll Eigentümer von Neubauten dazu verpflichten, ihren Wärmebedarf mindestens zu 15 % aus erneuerbaren Energien zu decken, in Baden-Württemberg liegt diese Quote sogar bei 20 %. Zu den relevanten Technologien zählen neben Solar- und Geothermie auch Biowärme aus Holzfeuerungen, Pflanzenölkessel und Biogasanlagen. Alternativ ist die Nutzung von Wärme aus hocheffizienten KWK-Anlagen oder eine verstärkte Gebäudeisolierung möglich. In welchem Maße die verschiedenen Technologien von diesem Gesetz profitieren oder alternative Maßnahmen durchgeführt werden, bleibt abzuwarten. Jährlich werden von diesem Gesetz schätzungsweise etwa 175.000 Neubauten und davon ca. 140.000 private Eigentümer betroffen sein /1/. Dies entspricht nicht einmal 1 % des aktuellen Gebäudebestandes von 17,7 Mio. Wohngebäuden /177/, sodass von diesem Gesetz erst langfristig eine spürbare Wirkung zu erwarten ist.

IKEP-Ziel

Im Wärmemarkt wurde bis 2020 das Ziel 14 % erneuerbare Energien festgelegt. Welcher Biomassebedarf bzw. welche Holzmengen zur Erreichung eines 14-prozentigen Anteils erneuerbarer Energien im Wärmemarkt notwendig sind, hängt von mehreren Faktoren ab. Einerseits konnte bereits gezeigt werden, dass die Entwicklung des Wärmebedarfs eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Zielerreichung für erneuerbare Energien im Wärmemarkt spielt (s. Kapitel 6.1). Je nachdem welches Szenario für den Wärmebedarf zu Grunde gelegt wird, beträgt der durch Bioenergieträger zu deckende Wärmebedarf zwischen 170 – 217 TWh/a.

Nach Einschätzung des Bundesverbandes BioEnergie e. V. (BBE) können 10% des für das Jahr 2020 prognostizierten Wärmebedarfs durch die energetische Nutzung von Biomasse bereitgestellt werden /186/. Prognosen der Verbände für Geothermie und Solarthermie gehen davon aus, dass die restlichen 4% oder 49-62 TWh/a durch diese Energieträger gedeckt werden können /212//213/.

Welchen Beitrag die energetische Nutzung von Holz im Wärmebereich zu diesen 14 % leisten muss, hängt wiederum mit der Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse und der damit verbundenen Wärmeauskopplung zusammen. Dazu zählt die Wärmeauskopplung aus Biogasanlagen, Biomasseheizkraftwerken und Pflanzenöl-BHKW, wobei davon ausgegangen wird, dass letztere im Jahr 2020 aufgrund der Marktsituation keinen relevanten Beitrag mehr leisten werden.

Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt

Zur Unterstützung der Maßnahmen des EEWärmeG wurde das bereits etablierte Marktanreizprogramm (MAP) finanziell aufgestockt und soll in den kommenden Jahren mit bis zu 500 Mio. € pro Jahr ausgestattet werden. Zentrales Ziel des MAP ist es, durch Investitionsanreize den Absatz an Technologien zum Einsatz erneuerbarer Energien zu steigern. Damit sollen Kostensenkungen bei der Herstellung von innovativen Anlagen und Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit erreicht werden. Biomasseanlagen werden daher mit zinsgünstigen Darlehen und Teilschuldenerlassen (> 100 kW) sowie mit Zuschüssen (< 100 kW) gefördert.

Nach den neuen Förderrichtlinien des BAFA werden automatisch beschickte Biomassefeuerungsanlagen und handbeschickte Scheitholzvergaserkessel ab 15 kW Nennwärmeleistung gefördert. Um eine Förderung zu erhalten, müssen die Kleinfeuerungsanlagen klare Qualitätskriterien⁷ erfüllen.

Eine Auswertung der nach dem MAP geförderten Holzkessel für die Jahre 2004 und 2005 zeigte, dass rund die Hälfte der geförderten Anlagen Scheitholzkessel waren. Zudem konnte aus den Förderdaten abgelesen werden, dass etwas mehr als 70 % der Anlagen ausgetauscht wurden und knapp 30 % Neuinstallationen waren /142/.

Des Weiteren bestehen zahlreiche regionale Programme und Initiativen zur Förderung von erneuerbaren Energien, vor allem auch im Wärmemarkt. In Bezug auf holzartige Biomasse zählen dazu unter anderem das Programm "Holzenergie 2000" des Landes Baden-Württemberg oder die Bio-Regio Holz Knüll in Hessen.

Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (1. BImSchV)

Noch in diesem Jahr soll eine Novellierung der 1. BImSchV in Kraft treten, die unter anderem den Betrieb von Feuerungsanlagen regelt, die keiner Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bedürfen und somit einen Großteil der Biomassefeuerungen bis 1.000 kW Leistung betrifft. Hintergrund der Novellierung ist der im Zusammenhang mit dem in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Ausbau von Holzfeuerungsanlagen kritisch zu betrachtende Ausstoß an Emissionen. Deswegen sieht der Referentenentwurf neben niedrigeren Emissionsgrenzwerten für Neuinstallationen auch strengere Auflagen für ältere Holzfeuerungsanlagen vor.

In Tabelle 15 sind die Emissionsgrenzwerte für die aktuellen und die im Referentenentwurf (Stand 12/2007) vorgesehenen Regelungen dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Grenz-

Nach den Richtlinien des BAFA müssen förderfähige Biomasseanlagen folgenden Qualitätskriterien erfüllen: Der feuerungstechnische Kesselwirkungsgrad muss mindestens 89 % betragen, die CO-Emissionen dürfen nicht über 250 g/Nm³ und die Staubemissionen nicht über 50 g/Nm³ liegen und alle Biomasseanlagen müssen mindestens über ein Pufferspeichervolumen von 55 l/kW verfügen /221/.



werte für Staub- und CO-Emissionen bei Neuinstallationen zeitlich gestaffelt abgesenkt werden sollen.

Tabelle 15: Grenzwerte nach aktueller und zukünftiger Fassung der 1. BImSchV/114/

	Brennstoff nach § 3 Absatz 1	Nennwärmeleistung in kW	Staub in mg/Nm³	CO in mg/Nm³
		4 - 50	150	4000
Aktuell gültige	Naturbelassenes	50 - 150	150	2000
1. BImSchV	Holz	150 - 500	150	1000
	Nr. 4-5a	500 – 1000	150	500
	Naturbelassenes Holz	> 4 - 500	100	1000
Stufe 1	Nr. 4-5	> 500	100	500
(nach Inkrafttreten der Verordnung)	Holzpresslinge	> 4 - 500	60	800
	Nr. 5a	> 500	60	500
Stufe 2 (nach 2014)	Naturbelassenes Holz Nr. 4-5a	>4	20	400

Für bestehende Kleinfeuerungsanlagen soll eine Übergangsregelung in Kraft treten, um höhere Emissionen älterer Feuerungsanlagen zu reduzieren. Mit Ausnahme von Badeöfen, offenen Kaminen und Anlagen, die vor 1950 hergestellt wurden, sollen bestehende Einzelfeuerungsanlagen anhand einer Typprüfung den Nachweiß erbringen, dass sie die Grenzwerte der Stufe 1 einhalten können. Wenn die Einhaltung der Grenzwerte bis 2012 nicht nachgewiesen werden können, sollen die Anlagen entweder nach dem Stand der Technik nachgerüstet oder zeitlich gestaffelt nach dem Anlagenalter außer Betrieb genommen werden. Es wird geschätzt dass, von rund 14 Mio. Einzelraumfeuerungsanlagen rund 6,5-7 Mio. Anlagen von einer Nachrüstung oder einem Austausch betroffen sein könnten /115/,/116/.

TA-Luft

Die TA-Luft beschreibt die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen für genehmigungspflichtige Biomassefeuerungsanlagen. Bei der Verbrennung von Stroh und ähnlichen pflanzlichen Brennstoffen unterliegen Feuerungsanlagen ab 100 kW Feuerungswärmeleistung der TA-Luft, bei der Nutzung von Brennstoffen aus naturbelassenem Holz greift die TA-Luft erst ab einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW. Hinsichtlich der Emissionen sind für Biomasse-



Feuerungsanlagen die Grenzwerte der TA Luft einzuhalten, die deutlich strenger als in der 1. BImSchV festgelegt sind.

6.2 Einflussfaktoren

6.2.1 Rohstoffpreise

Preise für Holzrohstoffe

Das turbulente Marktgeschehen bei nachwachsenden Rohstoffen schlägt sich auch auf die Preisentwicklung der Holzsortimente nieder. Im Folgenden wird auf die Preisentwicklungen der klassischen Rohholzsortimente Stamm- und Industrieholz eingegangen, die in der Holz be- und verarbeitenden Industrie eingesetzt werden. Darüber hinaus werden die Preise verschiedener Brennholzsortimente dargestellt und die wichtigsten Entwicklungen beschrieben.

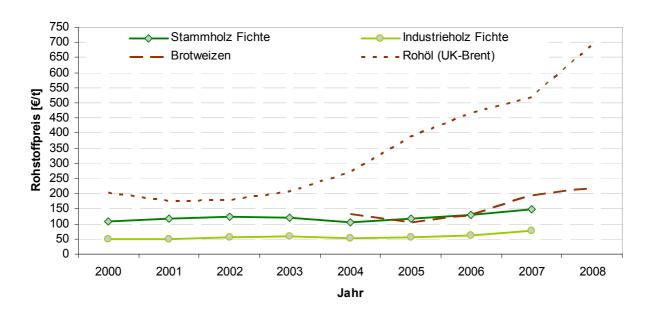


Abbildung 40: Entwicklung des Stamm- und Industrieholzpreises im Vergleich zum Weizen- und Rohölpreis (auf Basis von /136/,/174/)

Stamm- und Industrieholz

Die Preise für Stammholz hängen stark von den Einschlagstatistiken und damit auch von Schadensereignissen ab. Im Zusammenhang mit Sturmereignissen erreichten die Stammholzpreise 2004 ihren Tiefpunkt, erholen sich aber seitdem wieder (s. Abbildung 40). Unter anderem ist dieser Anstieg auf erhöhte Exporte und einer Zunahme der Baukonjunktur zurückzuführen /136/.

Die Industrieholzpreise steigen seit 2005 deutlich stärker als die Stammholzpreise. Bedingt wird dieser extreme Preisanstieg durch steigenden Bedarf in der Holzwerk- und Zellstoffindustrie sowie einer gestiegenen energetischen Nachfrage nach diesen Holzsortimenten /136/.

Brennholzpreise

C.A.R.M.E.N. e. V. erhebt vierteljährlich die Preise für Hackschnitzel. Die Preise beziehen sich auf eine Lieferung von 80 Schüttraummetern in einem Umkreis von 20 km mit einem Wassergehalt von 35 %. Die in Abbildung 41 dargestellten Hackschnitzelpreise sind seit Januar 2003 von etwa 1,5 Ct / kWh mit leichten Schwankungen auf knapp 2,5 Ct / kWh Mitte des Jahres 2008 angestiegen. Dabei weichen die Hackschnitzelpreise der verschiedenen Anbieter zum Teil um das Doppelte voneinander ab /139/.

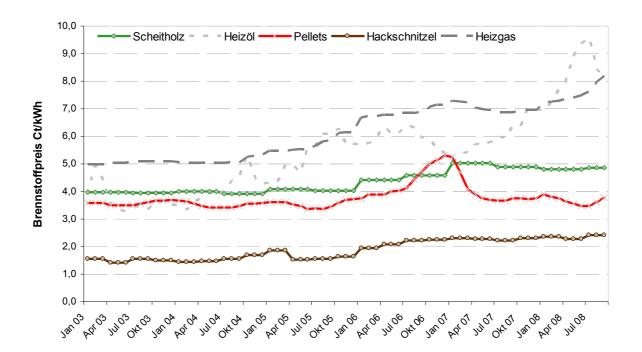


Abbildung 41: Preisentwicklung verschiedener Brennstoffe 2003-2007 /139/, /140/, /141/

Die Pelletpreise blieben bis zum Jahr 2006 relativ konstant unter 4 Ct / kWh bis sie im Jahr 2006 rapide auf über 260 €/ t bzw. rund 5,2 Ct / kWh anstiegen (s. Abbildung 41). Inzwischen sind die Preise wieder gesunken und bewegen sich auf dem Niveau von vor 2006 /140/.

Als bisher einzige Institution veröffentlicht das TFZ-Straubing zweimal im Jahr bundesweite Durchschnittspreise für Scheitholz. Die Preisangaben beziehen sich dabei auf die Abnahme von sechs Raummetern 33 cm langes und ofenfertiges⁸ Hartholz. Im Preis ist eine Anlieferung im Umkreis von 10 km enthalten. Bei der Umfrage beteiligen sich Waldbesitzer, private

⁸ Ofenfertig bedeutet, dass das Scheitholz einen Wassergehalt von weniger als 20 % besitzt.

Forstbetriebe, Forstbetriebsgemeinschaften und der Brennstoffhandel aus dem ganzen Bundesgebiet, sodass die Preise für den Scheitholzverkauf aus Baumärkten oder der Verkauf von frischem Holz aus staatlichen Forstbetrieben nicht in diesen Preisen abgebildet werden. In Baummärkten wird Scheitholz in Säcken oder Kartons angeboten. Bezüglich dieser verbraucherfreundlichen Verpackungsformen werden höhere Preise von bis zu 125 € je Raummeter verlangt und liegen damit über den vom TFZ ermittelten Scheitholzpreisen. Beim Bezug von frischem Holz aus Staatsbetrieben oder anderen Forsten beträgt der Scheitholzpreise aufgrund der Abholung ab Wald und dem höheren Wassergehalt zwischen 30 − 70 € je Raummeter und ist damit etwas niedriger als der Scheitholzpreis des TFZ. Dies verdeutlich gleichzeitig, dass die Schwankungsbreite der Scheitholzpreise relativ groß ist /150/.

Aus Abbildung 41 wird ersichtlich, dass wie bei den anderen Brennholzsortimenten 2006 eine Preissteigerung einsetzte. Die Preise haben sich von Januar 2003 durchschnittlich um mehr als 20 % auf rund 5 Ct / kWh oder etwa 75 € je Raummeter im Frühjahr 2007 erhöht. Die wachsende Nachfrage nach Scheitholz führte vor allem in waldarmen Regionen zu überdurchschnittlich stark steigenden Preisen /166/,/141/.

6.3 Nutzungsstand und Perspektiven

6.3.1 Exkurs Scheitholzfeuerungen

In privaten Haushalten wird - abgesehen von fossilen Brennstoffen und in zunehmendem Maße auch Pellets - zur Wärmebereitstellung fast ausschließlich Scheitholz eingesetzt. Die Nutzung einer Scheitholzfeuerung wie z.B. einem Kaminofen, einem offenen Kamin oder eines Scheitholzkessels geht auf unterschiedlichste Motive zurück. Dazu zählt einerseits die angenehme Atmosphäre, die ein offener Kamin- oder ein Kachelofen verbreiten, andererseits werden zunehmend ästhetische Gründe aufgeführt. Anspruchsvollerer Designs bei Kaminöfen belegen diesen Trend. Charakteristisch für diese Nutzergruppe ist die gelegentliche Verwendung der Scheitholzfeuerung. Bei der zweiten Nutzerkategorie tritt der Aspekt der Wärmebereitstellung aus Holz in den Vordergrund. Die Motivation beruht unter anderem auf ökologischen Überlegungen und der stetigen Verteuerung von Heizöl und Gas. Dadurch gewinnen Scheitholzfeuerungen als Ergänzungen oder Ersatz zu bestehenden Heizungsanlagen an Bedeutung /151/,/152/. Wie sich die Anlagenzahl in der Vergangenheit entwickelte und welche Holzmengen dabei eingesetzt wurden, wird über

- eine Abschätzung des Anlagenbestandes,
- eine Abschätzung des Wirkungsgrades und
- eine Abschätzung des Nutzungsgrades dargestellt.

Anzahl der Scheitholzfeuerungen

Über den Anlagenbestand für Festbrennstoffe in deutschen Haushalten bestehen verschiedene, jedoch kaum vergleichbare Daten. Abgesehen von den relativ gut erfassten Pelletfeuerungen und einigen Kohlefeuerungen, handelt es sich hierbei um verschiedenste Scheitholzfeuerungen. Zwar wurden bereits mehrere Erhebungen durchgeführt, allerdings erschweren die unterschiedlichen Methoden und Kategorisierungen die Vergleichbarkeit und damit die Überprüfung auf Plausibilität erheblich. Eine der ersten Erhebungen aus dem Jahre 1995 ergab knapp 11 Mio. Feuerstätten für Holz- und Kohlenbrennstoffe, obgleich bei der Kategorie Einzel- und Mehrraumöfen keine Unterscheidung zwischen Holz und Kohle vorgenommen werden konnte, was auch in Abbildung 42 erkennbar ist /157/.

In einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) wurde für das Jahr 2000 die Anzahl von Einzelfeuerstätten für feste Brennstoffe auf Grundlage einer Haushaltsbefragung zur Anzahl von Brennstofffeuerstätten ermittelt. Eine Unterscheidung zwischen Geräten, in denen ausschließlich Holz oder Kohle eingesetzt wird, wurde nicht durchgeführt. Die Zahl von rund 14 Mio. Feuerstätten für Festbrennstoffe liegt vor allem deshalb deutlich über den Zahlen von Pfeiffer aus dem Jahr 1995, weil dieser mehr Kohlefeuerungen bei der Datenerhebung ausschließen konnte /156/.

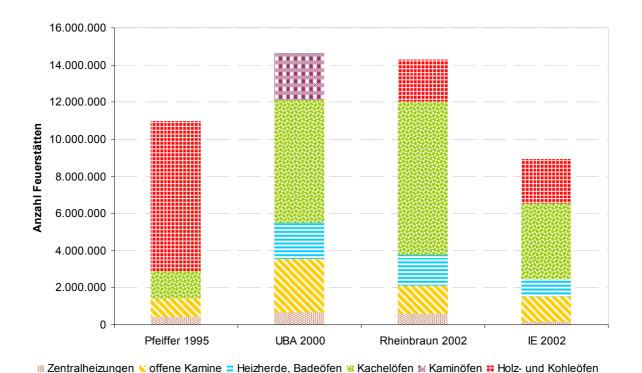


Abbildung 42: Anzahl von Festbrennstoffgeräten in privaten Haushalten aus verschiedenen Studien /154/, /156/,/157/

Auf derselben Datengrundlage wie die UBA-Studie basiert die Erhebung der Rheinbraun GmbH aus dem Jahr 2002, allerdings bietet eine andere Kategorisierung der Feuerstätten eine

bessere Vergleichbarkeit mit einer Studie des IE aus dem selben Jahr. In der zuletzt genannten Studie wurde eine Haushaltsbefragung durchgeführt, wobei nach der Hauptfeuerung und einer Zusatzfeuerung gefragt wurde. Existierten in einer Wohnung mehr als eine zusätzliche Feuerstätte gleichen Typs, wurden keine zwei Geräte registriert. Hierin besteht der wesentliche Unterschied zwischen beiden Studien, der auch ein möglicher Erklärungsansatz für die große Differenz der Anlagenzahl zwischen beiden Studien darstellt. Die IE-Studie weist ungefähr halb so viele Kamin- und Kachelöfen und deutlich mehr Heizherde und Badeöfen wie die Studie der Rheinbraun GmbH aus. Für die Kategorien der Holz- und Kohleöfen sowie offene Kamine liegt annähernd eine Übereinstimmung der Anlagenzahlen vor. In der Summe zählt die IE-Studie nur knapp 9 Mio. Einzelfeuerstätten für Kohle- und Holzbrennstoffe. Es ist davon auszugehen, dass sich die Anzahl der Kohlefeuerungen mit der Anzahl der nicht erfassten Zusatzfeuerungen für Holz deckt, sodass diese Abschätzung eine gute Basis zur Berechnung der Anlagenentwicklung bietet /154/.

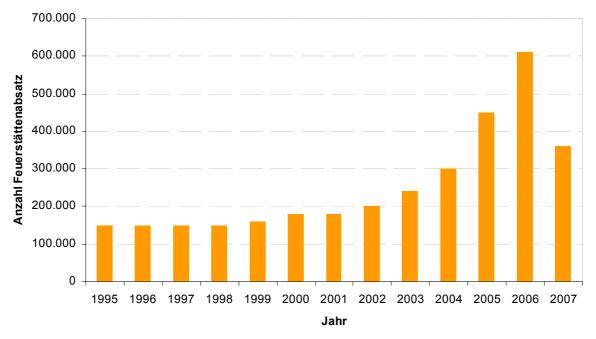


Abbildung 43: Absatz an Einzelfeuerstätten – Hochrechnung des HKI /159/

Seit der letzten Erhebung über die Zahl von Festbrennstofffeuerungen im Jahr 2002 erlebte der Markt einen sehr starken Aufschwung. Konservative Hochrechnungen des Industrieverbandes Haus-, Heiz- und Küchentechnik HKI beziffern die durchschnittliche jährliche Zunahme des Absatzes auf dem deutschen Markt für Einzelfeuerstätten zwischen 2002 - 2007auf etwa 28 %. Abbildung 43 veranschaulicht diese Entwicklung und zeigt außerdem auf, dass der Absatz bis 2002 relativ konstant blieb. Für das Jahr 2007 fällt ein deutlicher Rückgang der Verkaufszahlen auf, was u. a. mit der Verunsicherung der Käufer hinsichtlich der Novellierung der 1. BImSchV und der damit einhergehenden Kaufzurückhaltung in Verbindung stehen dürfte /159/,/160/.

Unter Berücksichtigung der Hochrechnung des HKI und den Daten über die Förderung von Scheitholzkesseln durch das BAFA wurden die Anlagenzahlen des IE aus dem Jahr 2002 fortgeführt. Demnach erhöhte sich der Gesamtbestand von Scheitholzfeuerungen im Zeitraum von 2002 – 2007 um rund 1,8 Mio. auf 10,8 Mio. Scheitholzfeuerungen, inkl. rund 60.000 Scheitholzfeuerungen, die im Bereich von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen betrieben werden. Abbildung 44 gibt diese Entwicklung wider. Die Berechnung basiert auf der Annahme, dass derzeit jährlich nur etwa 1 % des Anlagenbestandes außer Betrieb genommen wird, da momentan in vielen Haushalten stillgelegte Anlagen wieder aktiviert werden /178/.

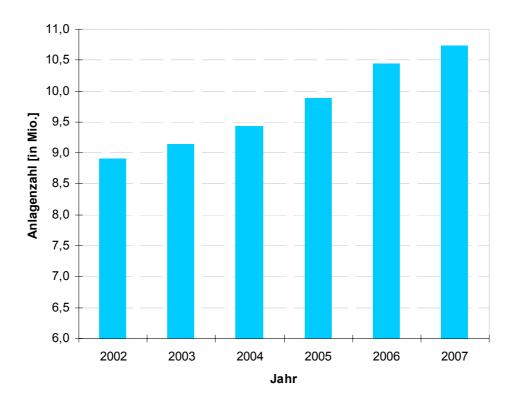


Abbildung 44: Anzahl der Scheitholzfeuerungen /154/, /159/

Entwicklung des Wirkungsgrades von Scheitholzfeuerungen

Bei den technischen Entwicklungen der Scheitholzfeuerungen ist zwischen Scheitholzkessel und Einzelfeuerstätten wie Kamin- und Kachelöfen zu unterscheiden. Über die Entwicklungen erstgenannter Scheitholzfeuerungen existieren relativ gute Informationen aus der Evaluierung des Marktanreizprogrammes. Vor allem im Bereich der Anwenderfreundlichkeit, der Betriebssicherheit, der Emissionsreduzierung und dem Wirkungsgrad konnten in den letzten drei bis fünf Jahren deutliche Fortschritte verzeichnet werden. Bedeutenden Einfluss auf die Weiterentwicklung der Holzfeuerungen besitzen die Novellierung der 1. BImSchV, aber in Bezug auf das MAP auch dort gestellte Anforderungen an die Wirkungsgrade, welche sich in der Vergangenheit stetig weiterentwickelt haben. Des Weiteren entwickelt sich der Trend wegen verbesserter Wärmedämmstandards im Immobilienbestand und bei Neubauten zu Anlagen mit geringerer Nennwärmeleistung /142/,/153/.

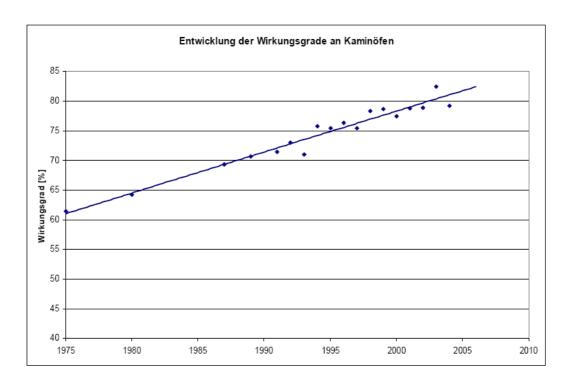


Abbildung 45: Entwicklung der Wirkungsgrade an Kaminöfen /116/

Abbildung 45 zeigt, dass vor allem der Wirkungsgrad an Kaminöfen stetig verbessert werden konnte und mittlerweile zwischen 75 – 80 % erreicht. In Bezug auf den Gesamtbestand an Festbrennstofffeuerungen ist dieser Effekt allerdings gering, da der jährliche Austausch von Altanlagen mit niedrigen Wirkungsgraden durch moderne hochwertige Anlagen mit hohen Wirkungsgraden als gering eingeschätzt wird. Weitere technische Entwicklungen wurden im Bereich der Emissionsminderung erzielt. Hierbei zeichnen sich strenge Emissionsauflagen von einzelnen Städten sowie die anstehende Novellierung der 1. BImSchV verantwortlich /116/,/152/.

Entwicklung des Holzeinsatzes in Scheitholzfeuerungen

Um die Entwicklung des Holzeinsatzes in Scheitholzfeuerungen für die Jahre 2002 bis 2007 in Deutschland abzubilden, wird auf die Daten des IE aus dem Jahr 2002 zurückgegriffen, die einen Holzverbrauch von etwa 45,6 TWh/a ausweisen. Legt man den von Mantau und Sörgel berechneten Scheitholzanteil von 80 % zu Grunde, beziffert sich der Scheitholzverbrauch auf 36,9 TWh/a /119/.

Auf Basis der beschriebenen Entwicklung des Anlagenbestandes wurde die Entwicklung für den Brennstoffverbrauch im Zeitraum von 2002 – 2007 abgeschätzt. Die Entwicklung des spezifischen Brennstoffverbrauchs für verschiedene Ofen- und Kesselkategorien wurde der Studie des IE aus dem Jahr 2002 entnommen und an aktuelle Entwicklungen angepasst. Es wird angenommen, dass der spezifische Brennstoffverbrauch von Zentralheizungen, offenen

Kaminen sowie Beistellherden unverändert blieb, jedoch im Bereich der Zusatzfeuerungen wie Kamin- und Kachelöfen eine spezifische Steigerung des Scheitholzbedarfs um ca. 15 % stattfand. Dieser Wert geht einerseits auf die Einschätzungen von Schornsteinfegern sowie den zunehmenden Bedarf an Ersatzteilen für Kaminöfen und -einsätze zurück /152/,/178/,/179/,/180/.

Des Weiteren ergab eine Befragung von verschiedenen Landesforstämtern, dass der Brennholzverkauf sowie der Einschlag von Selbstwerbern in diesem Zeitraum durchschnittlich um mehr als das Doppelte anstiegen. Im Jahr 2006 ist dabei mit durchschnittlich 50 % der stärkste jährliche Zuwachs zu verzeichnen. Der Verlauf des Brennholzverkaufs und des –einschlags wird entsprechend auf die Steigerung des Brennstoffverbrauchs der Zusatzfeuerungen übertragen. Der Effekt der Wirkungsgradsteigerung ist bei hochwertigen Neuanlagen in Bezug auf den durchschnittlichen Wirkungsgrad des Gesamtbestandes als gering zu erachten und wurde vernachlässigt. Auch die Entwicklung des Wärmebedarfs in privaten Haushalten blieb in diesem Zeitraum relativ konstant, weshalb ein Effekt auf den Scheitholzverbrauch ausgeschlossen wurde.

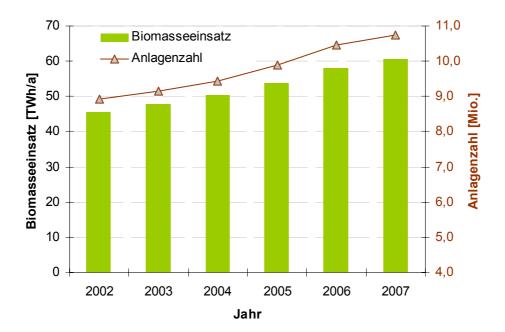


Abbildung 46: Entwicklung der Anzahl und des Biomasseeinsatzes von Scheitholzfeuerungen (basierend auf /154/, /159/)

Aus Abbildung 46 geht die Entwicklung des Holzverbrauchs in Scheitholzfeuerungen hervor, die verdeutlicht, dass der Anstieg des Holzverbrauchs nicht allein auf den größeren Anlagenbestand zurückzuführen ist, sondern auch der intensiveren Nutzung der Zusatzfeuerungen

geschuldet ist. Folglich betrug der Holzbedarf in 2007 rund 60,7 TWh/a, eine Steigerung von ca. 33 % gegenüber 2002. Davon waren etwa 49,2 TWh/a Scheitholz.

Die Scheitholzfeuerungen in privaten Haushalten und im Gewerbe, Handel und Dienstleistungsbereich machen nicht nur zahlenmäßig sondern auch mengenmäßig den größten Anteil der Biomasse im Wärmemarkt aus. Insgesamt wurden 2007 rund 61 TWh/a Wärme über Scheitholzfeuerungen bereitgestellt.

6.3.2 Pelletfeuerungen

Der Absatz an Pelletfeuerungen erlebte in den vergangenen Jahren einen sprunghaften Anstieg. Wurden 2002 gerade mal 13.000 Anlagen in Deutschland betrieben, so vervielfachte sich die Anzahl der Pelletfeuerungen bis 2007 auf etwa 92.000 Pelletfeuerungen. In ähnlichem Maße nahm auch der Pelletverbrauch und folglich der Endenergieverbrauch zu und erreichte 2007 erstmals etwa 4 TWh/a.

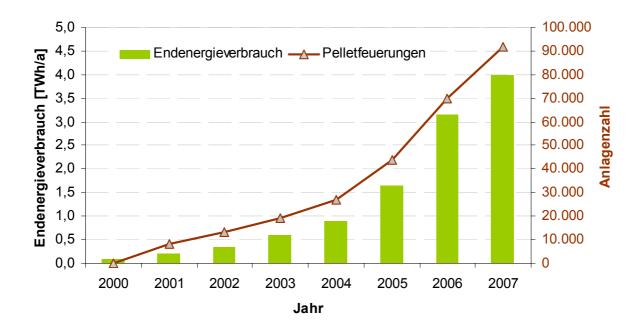


Abbildung 47: Entwicklung der Anlagenzahl und des Endenergieverbrauchs von Pelletfeuerungen (basierend auf /149/)

6.3.3 Hackschnitzelfeuerungen

In den vergangenen Jahren wurden vor allem im kommunalen aber auch im gewerblichen Bereich zahlreiche Heizwerke und Biomasseanlagen auf Basis von Holzhackschnitzeln in Betrieb genommen. Allerdings existiert keine aktuelle bundesweite Erhebung über die Anzahl von Hackschnitzelfeuerungen, weshalb der Brennstoffeinsatz und darauf basierend der Endenergieverbrauch anhand einer Abschätzung über die Anlagenzahl aus /149/ abgeleitet wer-

den. Zur Berechnung des Endenergieverbauchs wurden außer der spezifischen Leistung und spezifischen Volllaststunden für verschiedene Leistungsklassen auch Leistungsverluste berücksichtigt. Diese basieren auf der Annahme, dass im Leistungsbereich:

- < 100 kW keine Heizwerke angeschlossen sind und somit kein Leitungsverlust auftritt</p>
- 100 500 kW der Leitungsverlust im Durchschnitt 5 % beträgt
- 501 1.000 kW etwa 10 % Leitungsverluste auftreten
- > 1.000 kW wird davon ausgegangen, dass etwa die Hälfte der Feuerungsanlagen an ein Nahwärmenetz mit einem Leitungsverlust von 20 % angeschlossen ist.

Aus Abbildung 48 geht hervor, dass die Anzahl der Hackschnitzelfeuerungen zur reinen Wärmerzeugung bis 2007 auf rund 15.700 Anlagen stieg. Die Wärmebereitstellung bezifferte sich nach den genannten Annahmen auf 17,7 TWh/a.

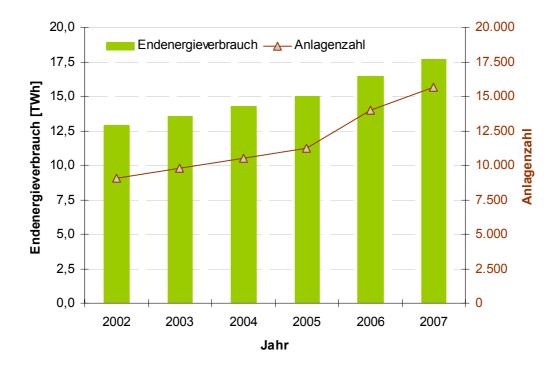


Abbildung 48: Entwicklung der Anlagenzahl und des Endenergieverbrauchs von Hackschnitzelfeuerungen zur Wärmebereitstellung (basierend auf /149/)

6.3.4 Wärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung

Die Wärmeauskopplung aus der Stromerzeugung in Biomasseheizkraftwerken, Biogasanlagen und Pflanzenöl-BHKW ist relativ gering. Es wird geschätzt, dass aus den genannten Bioenergiesystemen im Jahr 2007 zwischen 7,4-10,3 TWh/a Wärme ausgekoppelt wurde (siehe dazu Kapitel 4.2).



6.3.5 Zusammenfassung Nutzungsstand Wärmemarkt

Tabelle 16: Zusammenfassung Nutzungsstand im Wärmemarkt

	Einheit	Scheitholz- feuerungen	Hackschnitzel- feuerungen	Pellet- feuerungen	Wärme aus KWK	Summe
Anlagenzahl		10.790.000	15.700	92.000	-	10.897.700
Wärmenutzung	TWh _{th} /a	60,7	17,7	4	7,4 – 10,3	89,8 – 92,7
Biomassebedarf	PJ/a	218,5	74,3	14,4	-	307,2
Flächenbedarf	ha/a	-	-	-	-	-

6.4 Szenarien Wärmemarkt

6.4.1 Szenarien zur Scheitholznutzung

Bereits in den vorherigen Kapiteln wurden die steigenden Preise für Heizöl und Gas als wichtige Einflussfaktoren für den zunehmenden Scheitholzbedarf genannt. Jedoch bestehen weitere Einflussgrößen, die eine nachhaltige Wirkung auf den Scheitholzeinsatz entfalten können. Um sich einem möglichen Spektrum des zukünftigen Scheitholzbedarfs anzunähern, werden drei Ansätze verfolgt, deren Stärken und Schwächen anschließend erläutert werden:

statistisch: Korrelation zu Ölpreis

bottom-up: Fortschreibung der Anlagenzahl

top-down: Erreichung politischer Ziele

Weiterhin raten fachliche Informationsstellen wie die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe oder zahlreiche Energieagenturen zu technisch fortschrittlichen Holzfeuerungen mit hohen Wirkungsgraden und dem Einsatz von trockenem heizwertreichen Holz. Sollten sich solche Ratschläge in der breiten Masse durchsetzen, könnte dies mittelfristig den spezifischen Holzverbrauch je Holzfeuerung verringern. Bei einem konstanten Anlagenbestand und konstantem Wärmebedarf könnte der Scheitholzverbrauch theoretisch entsprechend der Verbesserung im Anlagenwirkungsgrad bzw. der Erhöhung des Heizwertes verringert werden. Eine kumulierte Wirkung der beiden Faktoren könnte den Scheitholzverbrauch bis 2020 unter optimistischen Annahmen etwa um 10 % reduzieren. Da genauere Angaben zu beiden Werten fehlen, wird auf ausführlichere Betrachtungen verzichtet.

Zusammenhang zwischen Ölpreissteigerungen und Scheitholzmengen bzw. -preise

Zwischen 2002 und 2007 stieg der Rohölpreis um etwa 155 %. Im selben Zeitraum legte auch der Scheitholzmarkt um rund 34 % deutlich zu. Die in Abbildung 49 dargestellte Korrelation zwischen der Preisentwicklung des Rohöls der Sorte UK Brent und der zuvor dargestellten Entwicklung des Scheitholzbedarfs bezieht sich auf den oben genannten Zeitraum und deutet auf einen Zusammenhang zwischen beiden Größen hin, denn das Bestimmtheitsmaß beträgt $R^2 = 0,89$. Inwiefern dieser Zusammenhang zur Erstellung einer Prognose herangezogen werden kann, ist fraglich, da sich derzeit die Rohölpreise und der Verkauf von Kamin- und Kachelöfen und insofern auch der Scheitholzbedarf entkoppelt voneinander entwickeln. Einerseits ist der Absatz an Holzfeuerungen für den privaten Bedarf im Jahr 2007 aufgrund der Verunsicherung der Kunden durch die Novellierung der 1. BImSchV eingebrochen (s. 6.1.3), andererseits erreicht der Rohölpreis ständig neue Höchstwerte. Zwar beeinflussen die Rohölpreisen unter anderem die Entwicklung der Scheitholzmengen, da aber die Rohölpreise von weltweiten Faktoren beeinflusst wird und der deutsche Scheitholzmarkt überwiegend von regionalen Faktoren abhängig ist, gehen von der Preisentwicklung von Rohöl eher langfristige Effekte auf die Scheitholznachfrage aus.

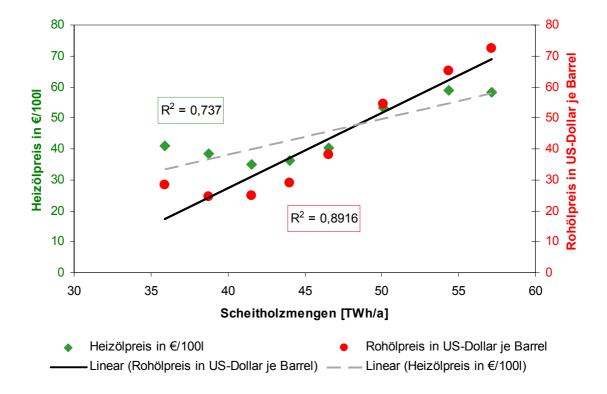


Abbildung 49: Korrelation zwischen Scheitholzmengen und Rohöl- sowie Heizölpreis 2000-2007 /140/,/174/

Das Ergebnis lässt vermuten, dass ein ähnlicher Zusammenhang zwischen den Scheitholzmengen und dem Heizölpreis besteht, zumal der Heizölpreis ein für den Verbraucher entscheidender Brennstoffpreis ist. In diesem Zusammenhang beträgt das Bestimmtheitsmaß jedoch nur $R^2 = 0.73$, was vor allem auf die im betrachteten Zeitraum stark schwankenden Wechselkurse zwischen Euro und US-Dollar zurückzuführen ist. Der Einfluss der Heizölpreise auf die Scheitholznachfrage ist aufgrund der eingeschränkten kurzfristigen Substituierbarkeit von Heizöl durch Scheitholz eher langfristiger Natur.

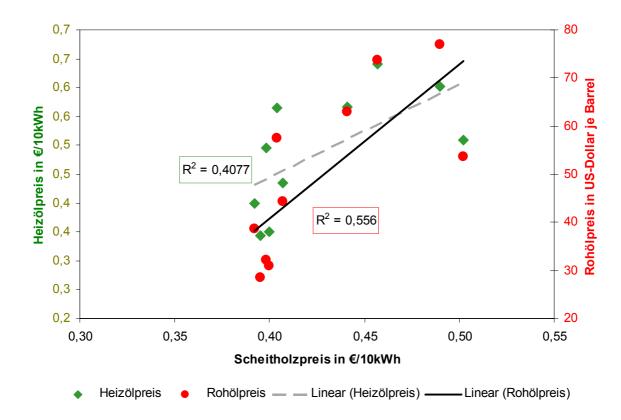


Abbildung 50: Korrelation zwischen Scheitholzpreisen und Rohöl- sowie Heizölpreis 2003-2007 /140/,/174/,/139/

Ähnliche Zusammenhänge wie bei den Scheitholzmengen sind zwischen den Scheitholzpreisen und den Preisentwicklungen bei Roh- und Heizöl zu beobachten. Zur Gegenüberstellung wurden erneut die Preise für leichtes Heizöl und Rohöl der Sorte UK Brent sowie die seit 2003 veröffentlichten Scheitholzpreise von C.A.R.M.E.N. e. V. herangezogen. Aus Abbildung 50 wird ersichtlich, dass der Preisanstieg des Scheitholzes stärker mit den Rohölpreisen korreliert als mit dem Preisanstieg des Heizöls. Das Bestimmtheitsmaß bei den Scheitholzpreisen ist allerdings deutlich niedriger als bei den Scheitholzmengen und liegt zwischen 0,41 – 0,56. Es ist somit nur eine geringe Korrelation feststellbar. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Preissteigerungen zeitverzögert und in unterschiedlichem Maße weiter-

gegeben werden, sodass in der Summe der Effekte keine eindeutigen kurzfristigen Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der Scheitholzpreise und dem Rohölpreis einerseits und dem Heizölpreis andererseits erkennbar sind. Die Entwicklung zeigt jedoch, dass mit einem Anstieg der Scheitholznachfrage, die besonders den gestiegenen Mineralölpreisen geschuldet ist, auch die Preise für Scheitholz angestiegen sind.

Die Anzahl der Ölpreisprognosen ist beachtlich und die daraus abgeleitete Spannweite zeigt, dass derzeit keine einheitliche Vorstellung über die zukünftige Entwicklung der Rohölpreise herrscht. Abbildung 51 gibt die Entwicklung und eine Bandbreite der nominalen Rohölpreise wider. Das mittelfristige Absinken der realen Rohölpreise nach diesen Studien wird vor allem damit begründet, dass bei einem Preis über 50 \$ je Barrel sowohl die Erschließung neuer Erdölreserven wirtschaftlich, als auch die Substitution durch andere fossile Energieträger rentabel wird /164/,/165/.

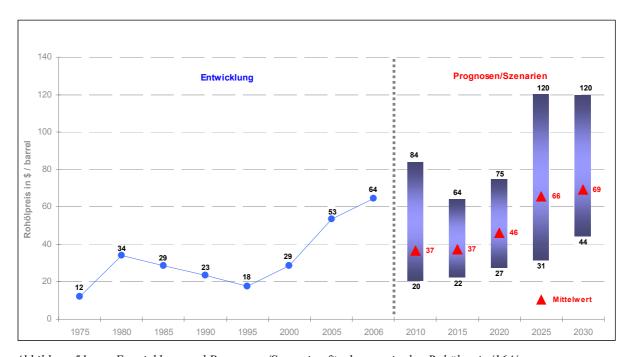


Abbildung 51: Entwicklung und Prognosen/Szenarien für den nominalen Rohölpreis /164/

Allerdings zeigt das Beispiel von Goldman Sachs, die eine Revidierung ihrer Ölpreisprognose im Mai 2008 vornahmen, dass der Markt für Rohöl nicht berechenbar ist. Wie in den vorherigen Abschnitten aufgezeigt wurde, eignen sich weder Rohöl- noch Heizölpreise, um sinnvolle Entwicklungen der Scheitholzmengen für die Zukunft zu prognostizieren.

Auch hinsichtlich der Prognose von Scheitholzpreisen eignen sich die Preisentwicklungen von Roh- und Heizöl nur bedingt. Ein Anstieg der Produktionskosten durch steigende Rohölpreise ist offensichtlich, aber andere Preiseffekte beim Scheitholz können durch Rohölpreise kaum erklärt werden.

Grundlegende Annahmen

Als Grundlage für alle Szenarien dienen die in Kapitel 6.3 dargestellten Werte für das Jahr 2007 hinsichtlich der Anzahl der Scheitholzfeuerungen und dem Scheitholzerbrauch mit rund 46 TWh/a. Des Weiteren wird in den Szenarien, falls nicht anders erwähnt, ein Rückgang des Endenergieverbrauchs privater Haushalte für Wärme nach dem von EWI und Prognos erstellten Szenario "Stärkerer Ausbau erneuerbarer Energien (Szenario EE)" angenommen, wobei der Rückgang des Wärmebedarfs der privaten Haushalte vor allem der energetischen Sanierung der Gebäude geschuldet ist. Ein prognostizierter Rückgang der Bevölkerung bis 2020 wird in seiner Wirkung auf den Wärmebedarf bis 2020 von der gleichzeitigen Zunahme der durchschnittlichen Wohnfläche je Einwohner nahezu ausgeglichen. Der Wärmebedarf von Privathaushalten geht dieser Prognose zu Folge von 675 TWh im Jahr 2005 um etwa 20 % auf 565 TWh im Jahr 2020 zurück /163/.

Es wird darüber hinaus davon ausgegangen, dass eine lineare Erhöhung des Wirkungsgrades im Bestand der Einzelfeuerungen von 3 % bzw. von Scheitholzkesseln um 2 % bis zum Jahr 2020 stattfindet. Die für die Steigerung der Anlagenwirkungsgrade eingesetzten Werte gehen auf die Entwicklungen der vergangenen Jahre zurück. Durch eine Gegenüberstellung der Szenarien soll eine realistische Bandbreite für den Scheitholzverbrauch im Jahr 2020 erstellt werden.

Tabelle 17: Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Scheitholznachfrage

Einflussfaktoren	Annahme
Rohölpreis	Korrelation zum Rohölpreis
Wärmebedarf	Szenarien zur Entwicklung des Wärmebedarfs
Heizwert	Effizientere Nutzung des Scheitholzes
Anlagenwirkungsgrad	Verbesserung des Anlagenwirkungsgrades von $2-3~\%$
Politische Vorgaben zum Ausbau der EE im Wärmemarkt	14 % erneuerbare Energien im Wärmemarkt 2020

Statistischer Zusammenhang Scheitholzverbrauch und Rohölpreis

Der zuvor ermittelte Zusammenhang zwischen Scheitholzverbrauch und Rohölpreisen dient als Grundlage für ein Szenario zur Entwicklung des Scheitholzeinsatzes in Abhängigkeit der Rohölpreise. Zur Veranschaulichung des möglichen Einflusses von Rohölpreisen auf den Scheitholzmarkt wurde eine Prognose der Energy Information Administration zu Grunde gelegt, die bis zum Jahr 2020 einen Rohölpreisen von 60 € je Barrel kalkuliert /175/. Im Unterschied dazu wurde ein häufig in der Presse zitierter Preis von 200 \$ je Barrel für das Jahr 2020 /176/. Wie aus Abbildung 52 hervorgeht, verringert sich der Scheitholzverbrauch in Abhängigkeit der EIA-Prognose mittelfristig auf knapp 37 TWh/a, da mit sinkenden Ölpreisen

gerechnet wird. Der im Vergleich zum Ölpreis stärkere Rückgang des Scheitholzbedarfs ist auf die Grundannahmen von höheren Wirkungsgraden und sinkendem Wärmebedarf zurückzuführen.

Eine andere Entwicklung zeigt das Szenario eines linear steigenden Rohölpreises bis zu 200 \$ je Barrel im Jahr 2020 auf. Zwar wirken die Grundannahmen dämpfend auf den Scheitholzverbrauch, jedoch führt der stark steigende Rohölpreis zu einem Anstieg der Scheitholznutzung auf mehr als 60 TWh/a.

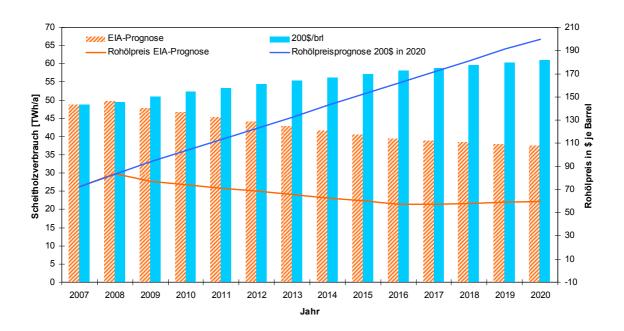


Abbildung 52: Entwicklung der Scheitholzmengen in Abhängigkeit des Rohölpreises bis zum Jahr 2020 /175/,/176/

Bottom-up Ansatz

Beim bottom-up Ansatz liegt das Augenmerk auf der Entwicklung der Anzahl an Scheitholzfeuerungen. Es wurden zwei Szenarien zur Entwicklung des Bestandes an Scheitholzfeuerungen erstellt. Als Grundlage der Szenarien dienen eine Umfrage zum Anteil der Holz-Zusatzfeuerungen aus dem Jahr 2002 und Auswertungen des Mikrozensus aus dem Jahr 2002 und 2006 zur Wohnungssituation /154/,/177/. Aus der Umfrage aus dem Jahr 2002 geht hervor, dass in rund 40 % der Einfamilienhäuser und 30 % der Zweifamilienhäuser eine Zusatzfeuerung⁹ für Holz vorhanden ist. In den Gebäuden mit mehr als drei Wohnungen lag der Anteil der Zusatzfeuerungen deutlich unter 10 %. Verbindet man die Anzahl der Zusatzfeuerungen aus dem Jahr 2006 (9,5 Mio.) mit der Anzahl der Wohnungen aus dem Jahr 2006 (39 Mio.), ergibt sich eine Steigerung des Anteils der Wohnungen mit Zusatzfeuerungen.

⁹ Es wird die Annahme getroffen, dass alle Holz-Zusatzfeuerungen mit Scheitholz befeuert werden.

Zur Berechnung der Anzahl an Scheitholzfeuerungen im Jahr 2020 werden eine Prognose über den Wohnungsbestand im Jahr 2020 herangezogen, die von knapp 41 Mio. Wohnungen ausgeht /163/, und zwei Annahmen über den zukünftigen Anteil der Wohnungen mit Scheitholzfeuerungen getroffen. Es wird zudem davon ausgegangen, dass sich das Wachstum des Anlagenbestandes auf alle Feuerungstechnologien und Leistungsbereiche gleichmäßig verteilt.

Im ersten Szenario wird von einem kontinuierlichen Wachstum des Anlagenbestandes ausgegangen, das sich auf die Entwicklung der Anzahl zwischen den Jahren 2002 und 2006 stützt. Die Anzahl der Anlagen erhöht sich auf 17 Mio. Stück und der Scheitholzverbrauch auf rund 63 TWh/a. Das zweite Szenario basiert auf der Annahme, dass bis zum Jahr 2020 in 90 % der Wohnungen in Gebäuden mit ein und zwei Wohnungen sowie in 20 % der Wohnungen in Gebäuden mit mehr als drei Wohnungen Holz-Zusatzfeuerungen betrieben werden. Somit stellt dieses Szenario eine theoretische Obergrenze für den Ausbau der Holzfeuerungen im privaten Bereich dar. Der Scheitholzverbrauch würde nach diesem Szenario 2020 etwa 86 TWh/a betragen, wobei etwa 23,6 Mio. Holzfeuerungen inkl. Holz-Hauptfeuerungen berücksichtigt sind (s. Abbildung 53).

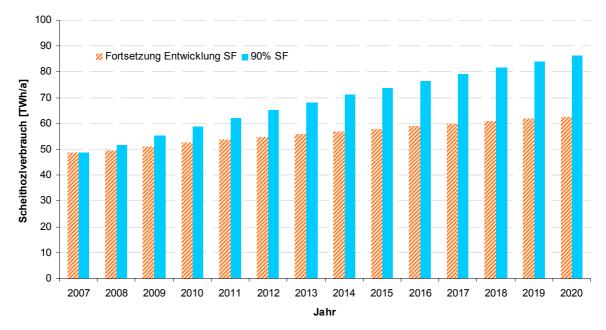


Abbildung 53: Szenarien zur Entwicklung der Anlagenzahl je Wohnung bis zum Jahr 2020

Top-down Ansatz

Ziel der Bundesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt auf 14 % bis zum Jahr 2020 zu steigern. Zur Modellierung des Scheitholzverbrauches hinsichtlich der Erreichung der 14 % - Quote wird unterstellt, dass der Gesamtbeitrag der Bioenergie im Wärmemarkt im Jahr 2020 10 % beträgt und damit den Erwartungen des Bundesverbandes BioEnergie e. V. (BBE) entspricht /186/. Des Weiteren wird angenommen, dass der Anteil

des Endenergieverbrauchs auf Basis von Scheitholz im Bereich der Bioenergie konstant bei rund 55 % bleibt.

Zur Entwicklung des Wärmebedarfs werden das Klimaszenario und das Szenario der Leitstudie herangezogen, die den Szenarien aus Abschnitt 6.1 in Bezug auf den gesamten Wärmebedarf entsprechen. Aus Abbildung 54 wird deutlich, dass der Scheitholzeinsatz deutlich zunehmen müsste und je nach Wärmeszenario 64 – 77 TWh/a Scheitholz nachgefragt werden würden.

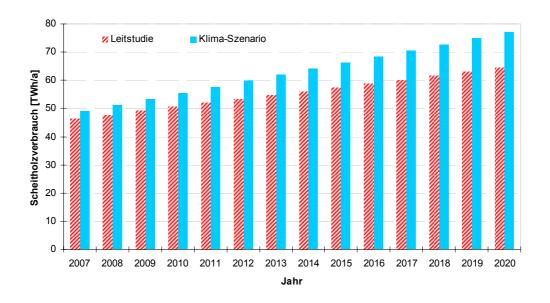


Abbildung 54: Szenarien des Scheitholzverbrauchs bei einem Anteil von EE im Wärmemarkt von 14 % bzw. 10 % Bioenergie bis zum Jahr 2020/121/

Zusammenfassung der Szenarien zum Scheitholzbedarf

Die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Szenarien decken die Entwicklung der aus heutiger Sicht einflussreichsten Faktoren in Bezug auf den Scheitholzverbrauch ab. In Abbildung 55 sind diese Szenarien dargestellt und weisen eine Spannbreite des Scheitholzverbrauchs von 37 – 86 TWh/a auf, wobei als realistisch erreichbare Obergrenze das 90 % SF-Szenario mit rund 86 TWh/a Scheitholzverbrauch betrachtet werden kann. Ein Vergleich mit den Szenarien zur Erfüllung von 10 % Bioenergie im Wärmemarkt zeigt, dass im Szenario "10 % Biowärme Klima" eine ähnlich hohe Anzahl an Scheitholzfeuerungen betrieben werden muss, um diese Annahme die genannten Ziele zu erreichen. Deutlich niedriger fällt der Scheitholzverbrauch in Kombination mit dem Wärmeszenario der Leitstudie aus. Demnach beträgt der Scheitholzverbrauch 2020 etwa 64 TWh/a

Schreibt man stattdessen die Entwicklung der Anlagenzahl aus den vergangenen Jahren fort, erreicht der Scheitholzverbrauch 2020 ein ähnliches Niveau, nämlich etwa 62,5 TWh/a. Etwas

unter diesem Niveau bewegt sich der Scheitholzverbrauch, wenn von einem Ölpreis von 200 \$ je Barrel und der zuvor aufgezeigten Korrelation zwischen Ölpreis und Scheitholzverbrauch ausgegangen wird. Unter Berücksichtigung der Ölpreisszenarien der EIA, fällt der Ölpreis in den nächsten Jahren auf ein Niveau unter 100 \$ je Barrel, wodurch bei einer unterstellten Korrelation zwischen Ölpreis und Anlagenzahl der Scheitholzverbrauch bis zum Jahr 2020 auf knapp 40 TWh/a zurückgehen könnte.

Folglich ist ein Steigerungspotential im Bereich der Scheitholzfeuerungen vorhanden, allerdings wird durch das Szenario 90 % SF verdeutlicht, dass maximal eine Verdopplung des Scheitholzeinsatzes realisiert werden kann und somit der zukünftige Beitrag von privaten Biomassefeuerungen im Wärmemarkt begrenzt ist.

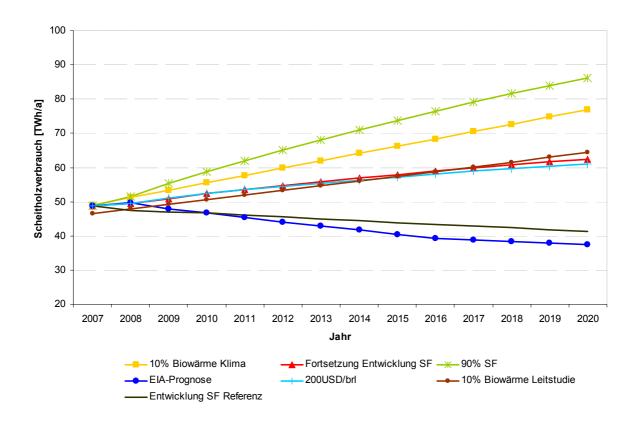


Abbildung 55: Vergleich der Szenarien zur Entwicklung des Scheitholzverbrauches bis zum Jahr 2020

6.4.2 Basis-Szenario Wärme

Das Basis-Szenario Wärme geht von einer Fortschreibung der Anlagenzahl und den bekannten technischen Entwicklungen für die beschriebenen Biomasseanlagen aus. Des Weiteren wird die im Basis-Szenario Strom genannte Wärmeauskopplung aus Stromerzeugung aus Biomasse (s. Kapitel 5) berücksichtigt. Dem Basis-Szenario Wärme liegen somit die folgenden Annahmen zu Grunde:

- Scheitholz-Szenario "Fortsetzung Entwicklung SF"
- Fortschreibung der Anlagenzahl von Biomassefeuerungen (ohne Scheitholz)
- Wärmeauskopplung aus der Stromerzeugung aus Biomasse nach dem Basis-Szenario Strom
- keine nennenswerte Zunahme der Brennstoffimporte

Bei Scheitholzfeuerungen wird im Basis-Szenario von einer Fortschreibung der bisherigen Anlagenzahl-Entwicklung ausgegangen, sodass bis 2020 etwa 17,1 Mio. Scheitholzfeuerungen in Deutschland im Einsatz sind. Aufgrund der Modernisierung des Anlagenbestandes wird davon ausgegangen, dass der durchschnittliche Wirkungsgrad um 2 % bei Scheitholzkesseln und um 3 % bei Einzelfeuerstätten bis 2020 zunimmt. Zusätzlich wird mit einem Rückgang des spezifischen Wärmebedarfs von Scheitholzfeuerungen von 15 % gerechnet, der die Verbesserungen in der Wärmedämmung berücksichtigt. Auf Basis dieser Annahmen beträgt die Wärmebereitstellung von Scheitholzfeuerungen im Jahr 2020 77 TWh/a.

Die zukünftige Wärmebereitstellung von Pelletfeuerungen basiert auf einer Fortschreibung der Anlagenzahl anhand der bisherigen Entwicklung. Demnach sind 2020 rund 295.000 Pelletfeuerungen in Betrieb, die etwa 12,3 TWh/a Wärme bereitstellen. Auch bei Hackschnitzelfeuerungen zur reinen Wärmegewinnung wird von einer Fortschreibung der Anlagenzahl ausgegangen, sodass sich die Anzahl auf 32.900 Hackschnitzelfeuerungen im Jahr 2020 in etwa verdoppelt. Die daraus bereitgestellte Wärme beziffert sich auf 29,7 TWh/a¹⁰. Die Wärmeauskopplung aus der Stromerzeugung geht auf das in Kapitel 4.4 dargestellte Basis-Szenario Strom zurück und beträgt 34 TWh/a, sodass sich die Wärmebereitstellung auf Basis von Biomasse im Basis-Szenario 2020 auf 156 TWh/a summiert.

In Abbildung 56 wird das Basis-Szenario Wärme dem Bedarf zur Erfüllung eines 14 % Anteils von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt gegenübergestellt. Dabei werden drei Szenarien zur Entwicklung des Wärmebedarfs berücksichtigt: Einerseits die Szenarien Referenz und Leitstudie 2008, wie in Abschnitt 6.1 dargestellt, andererseits das Basis-Szenario, das von einem gleich bleibenden Wärmebedarf ausgeht und sich auf den Wärmebedarf des Jahres 2007 bezieht. Für die Entwicklung sonstiger erneuerbarer Energieträger wird angenommen, dass diese bis zum Jahr 2020 jeweils 4 % des Wärmebedarfs decken. In Kombination mit allen drei Wärmeszenarien wird das 14 % Ziel erreicht.

Die Leitungsverluste basieren auf der Annahme, dass im Leistungsbereich von 100 – 500 kW der Leitungsverlust 5 %, zwischen 500 – 1.000 kW etwa 10 % beträgt. Bei Heizwerken mit mehr als 1.000 kW Leistung wird davon ausgegangen, dass etwa die Hälfte der Feuerungsanlagen an ein Nahwärmenetz mit einem Leitungsverlust von 20 % angeschlossen ist.

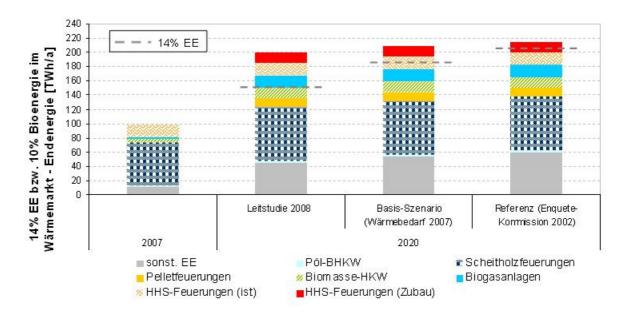


Abbildung 56: Basis-Szenario Wärme

In Tabelle 18 wird das Basis-Szenario Wärme zusammengefasst und der daraus ableitbare Biomassebedarf auf 442 PJ/a beziffert. Damit ist - unter der Annahme des Ausbaus der sonstigen erneuerbaren Energien im Wärmemarkt und einem Rückgang des Endenergiebedarfs wie im Szenario der Leitstudie 2008 - eine Fortführung der bisherigen Entwicklung des Biomasseeinsatzes ausreichend, um das 14 % Ziel zu erreichen. Wenn allerdings der Rückgang des Endenergiebedarfs bzw. der Ausbau sonstiger erneuerbarer Energien oder der KWK nicht in diesem Maße eintreten, sind zusätzliche Anstrengungen im Ausbau des Biomasseeinsatzes, z. B. durch den Zubau von Heizwerken erforderlich.

Tabelle 18: Zusammenfassung Basis-Szenario Wärme

	Einheit	Scheitholz- feuerungen	Hackschnitzel- feuerungen	Pellet- feuerungen	Wärme aus KWK	Summe
Anlagenzahl		17.090.000	32.900	295.000	-	17.417.900
Wärmenutzung	TWh _{th} /a	76,6	32,7	12,3	34	156
Biomassebedarf	PJ/a	276	122	44	-	442
Flächenbedarf ¹	ha/a	-	-	-	-	-

¹: Es wird davon ausgegangen, dass zunächst kein Holz aus KUP eingesetzt wird und insofern auch kein Flächenbedarf zur Versorgung der Scheitholz-, Hackschnitzel- und Pelletfeuerungen besteht.

7 MÄRKTE UND KONKURRENZFELDER

7.1 Holzmarkt

Holz stellt gegenwärtig und künftig den wichtigsten biogenen Energieträger dar, ist aber darüber hinaus ein hochwertiger nachwachsender Rohstoff für vielfältige Anwendungen. Die Bundesregierung intensiviert seit 2002 die Bemühungen um eine nachhaltige Holzverwendung in Deutschland. In der Charta für Holz wurden 2002 erste konkrete Ziele formuliert, die eine Steigerung des Pro-Kopf-Verbrauchs von Holz und Holzprodukten aus nachhaltiger Erzeugung innerhalb von zehn Jahren vorsehen. In der Vergangenheit wurde die Holznutzung nicht nur durch politische Zielvorgaben forciert, sondern auch die positiven Ergebnisse der Zweiten Bundeswaldinventur und gestiegene Preise für fossile Energieträger weckten zusätzliches Interesse an diesem Rohstoff. Welche Holzressourcen derzeit und perspektivisch verfügbar sind und welche Mengen stofflich und energetisch genutzt werden, wird nachfolgend aufgeführt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Scheitholznutzung gelegt, die traditionell einen hohen Stellenwert besitzt und zuletzt deutlich zugenommen hat.

7.1.1 Charakterisierung der verwendeten Rohstoffe

In der Literatur sowie im Sprachgebrauch werden zahlreiche Begriffe für Holz in seinen unterschiedlichen Erscheinungsformen verwendet. Die wichtigsten Begriffe in Bezug auf Waldholzsortimente sowie die wichtigsten Nutzungsformen und deren Bedeutung werden nachstehend erläutert. Zu Vergleichszwecken wurden alle Angaben wie Vorratsfestmeter Vfm, Erntefestmeter Efm, Festmeter Fm, oder Tonne in Energiegehalte umgerechnet. Zwar birgt diese Umrechnung die Gefahr von Unschärfen, weil die Umrechnungsfaktoren zwischen verschiedenen Sortimenten und Lagerungsformen differiert. Andererseits ergibt sich damit die Möglichkeit des sortiment- bzw. nutzungsübergreifenden Vergleichs, der ein kompletteres Bild der Marktsituation liefern soll. Die Umrechnungsfaktoren basieren auf /119/, sodass der durchschnittliche Umrechnungsfaktor von Festmeter in tatro 0,48 t/FM beträgt. Die weitere Umrechnung in PJ erfolgt über den durchschnittlichen Heizwert von absolut trockenem Holz von 18,36 MJ/kg.

In der klassischen Forstwirtschaft wird hauptsächlich Stamm- und Industrierestholz produziert. Sie erfüllen bestimmte vom Markt vorgegebene Qualitätsmerkmale. Neben diesen beiden Holzsortimenten sind weitere verfügbar, die i.d.R. keine Verwendung in der Holz bearbeitenden Industrie finden. Eine vereinfachte Unterscheidung der Holzsortimente ist wie folgt:

Stammholz wird als hochwertiges Holz am Markt verkauft. An das Holz werden gewisse Anforderungen wie Krümmung, Artigkeit und Durchmesser gestellt. Die untere Aufarbei-

tungsgrenze beträgt mindestens 7 cm im Durchmesser. Es kommt in der Sägeindustrie sowie in der Sperrholz- und Furnierindustrie zum Einsatz.

Industrieholz wird für u. a. für die Papierherstellung sowie in der Holzwerkstoffindustrie eingesetzt. Das Holz muss entsprechend geringere Anforderungen als Stammholz erfüllen. Als Industrieholz wird deswegen oft Holz verkauft, das nicht den hohen Ansprüchen des Stammholzes entspricht. Die Aufarbeitungsgrenze liegt auch hier bei mindestens 7 cm.

Schwachholz fällt bei Durchforstungsmaßnahmen an, bei denen kranke und minderwertige oder konkurrierende Bäume gefällt werden. Das dabei geerntete Holz besitzt meistens einen Brusthöhendurchmesser (BHD) von 7-20 cm. Es wird je nach Durchmesser und Erntekosten zu Industrieholz aufgearbeitet oder für die energetische Verwendung bereitgestellt.

Schlagabraum bezeichnet die bei der Ernte von Stamm- und Industrieholz sowie bei der Durchforstung primär im Wald verbleibenden Holzsortimente. Dazu zählen das Kronenderbholz mit mehr als 7 cm Durchmesser und Reisig mit weniger als 7 cm Durchmesser. Zusammen sind dies alle unter der jeweiligen Aufarbeitungsgrenze liegenden Holzsortimente im Ast- und Kronenbereich. Zudem fällt bei der Ernte Rinde an, die bei der Weiterverarbeitung des Stammholzes keine Bedeutung besitzt.

In der Literatur werden häufig die Begriffe Waldrestholz und Derbholz verwendet. Unter Waldrestholz versteht man Waldholzsortimente, die unter ökonomischen Gesichtspunkten keine weitere industrielle Verwendung finden. In der Regel werden dazu Reisig und Rinde gezählt sowie sonstiges nicht verwendetes Holz mit einem Durchmesser von weniger als 7 cm. Zu Derbholz zählt man die gesamte oberirdische Masse eines Baumes mit einem Durchmesser von mehr als 7 cm /117/, /134/.

Unter den Begriff **Altholz** wird im Rahmen der Altholzverordnung Industrierestholz und Gebrauchtholz gezählt. Entsprechend wird Waldrestholz nicht dazu gezählt. Mit steigender Schadstoffbelastung wird Altholz den Kategorien A I-IV zugeordnet. Dabei zählt Natur belassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Holz zu Kategorie A I, mit Holzschutzmitteln behandeltes Holz zu Kategorie A IV.

7.1.2 Inländische Verfügbarkeit von Holz

Bisheriges Holzaufkommen

_

Die Auswertung der zweiten Bundeswaldinventur im Jahr 2004 brachte zu Tage, dass der Holzvorrat seit der ersten Inventur um etwa 20 % auf 3,4 Mrd. Vfm¹¹ (entspricht ca. 30 EJ)

¹¹ Vfm = Vorratsfestmeter ist eine Maßeinheit für den stehenden Vorrat (Derbholz) und gibt somit nicht das gesamte Waldholzpotential wider.

anstieg und somit im historischen Vergleich hoch ist. Der durchschnittliche Holzvorrat beträgt 320 Vfm/ha (entspricht ca. 2,8 TJ/ha), wobei der höchste im Kleinprivatwald steht. Dies geht auf eine geringere Nutzungsintensität im Kleinprivatwald im Vergleich zu Körperschafts- und Staatswald oder großen Privatwaldbesitzern zurück /126/.

Mit dem Bekanntwerden dieser Auswertungen stiegen die Erwartungen an das Waldholzaufkommen und vor allem den Einschlag im Kleinprivatwald. Wie aus den offiziellen Einschlagstatistiken hervorgeht, nahmen der Einschlag in allen drei Besitzarten Staats-¹², Körperschafts-¹³ und Privatwald in den vergangenen Jahren zu (s. Abbildung 57). Größere Schwankungen in diesem Verlauf werden durch Schadensereignisse verursacht, dennoch ist ein positiver Trend erkennbar.

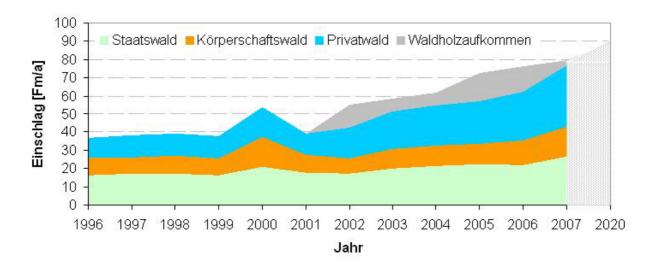


Abbildung 57: Einschlag und Waldholzaufkommen 1996 – 2007 (auf Basis von /127/, /119/, /222/)

Nach offiziellen Einschlagsstatistiken wurden 2007 knapp 77 Fm Holz (etwa 590 PJ/a) eingeschlagen¹⁴ und nähert sich damit dem geschätzten Waldholzaufkommen von etwa 80 Fm/a (ca. 710 PJ/a) an. Rund 34 Fm des Einschlages stammen aus dem Privatwald, was gegenüber früheren Jahren fast eine Verdreifachung bedeutet. Dieser Effekt ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass seit 2002 in der Bundesstatistik unvermarkteter Einschlag aus dem Privatwald in Bayern und Baden-Württemberg berücksichtigt und hochgerechnet wird /118/ und Privatwaldbesitzer verstärkt mobilisiert werden. Im Vergleich zur Waldfläche im Privatbesitz und dem hohen Holzvorrat ist der Mobilisierungsgrad dennoch relativ gering. Die Differenz des Einschlages zum Waldholzaufkommen ist einerseits der immer noch unvollständigen Er-

¹² Bundes- und Landesforsten einschließlich Treuhandforsten.

¹³ Gemeindeforsten und Forsten sonstiger Körperschaften des öffentlichen Rechts.

¹⁴ Der Holzeinschlag hat 2007 ein Rekordergebnis erzielt, wobei der Hauptgrund der Steigerung von 23 % ggü. dem Vorjahr in dem zusätzlichen Anfall durch den Sturm Kyrill zu suchen ist /136/.

fassung des Holzeinschlages sowie der Nicht-Berücksichtigung des Waldrestholzaufkommens in der Einschlagsstatistik geschuldet.

Um eine sinnvolle Aussage über potentielle Nutzungskonkurrenzen zu treffen, ist eine genauere Betrachtung des gesamten Holzaufkommens erforderlich. Außer den bereits genannten Einschlagsmengen kommen weitere Holzsortimente in Betracht, die überwiegend im Bereich der holzbe- und verarbeitenden Industrie und als Altholz anfallen. Wie Abbildung 58 zeigt, nehmen mit dem Stammholzeinschlag nicht nur das Aufkommen an sonst. Waldholz¹⁵ zu, sondern auch die Sägenebenprodukte. Weiterhin wird deutlich, dass vermehrt bisher kaum genutzte Holzpotentiale wie LP-Holz oder Waldrestholz mobilisiert werden. In dem betrachteten Zeitraum steigt das Holzaufkommen von etwa 730 PJ/a auf 1.120 PJ/a und entspricht damit einem Zuwachs von mehr als 50 %.

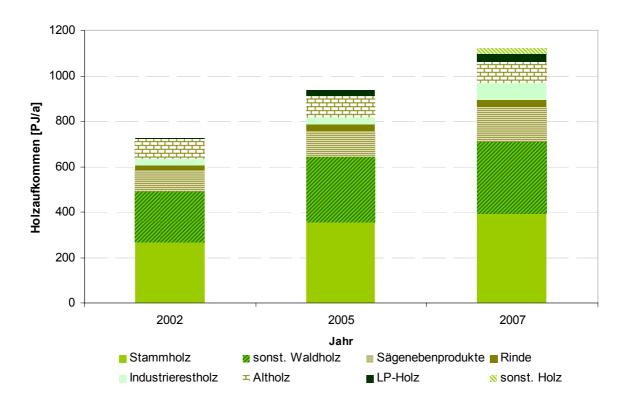


Abbildung 58: Entwicklung des Holzaufkommens 2002, 2005 und 2007(auf Basis von /118/,/222/)

Prognose zum zukünftigen Holzaufkommen

Es ist das Ziel der nachhaltigen Waldwirtschaft, die Waldfläche von rund 11 Mio. ha zu erhalten. In den vergangenen Jahren konnte sogar eine leichte Zunahme verzeichnet werden, sodass zukünftig von mindestens einer gleich bleibenden Fläche ausgegangen werden kann.

¹⁵ Dazu zählt neben Industrieholz auch Waldrestholz.

Auf Basis der zweiten Bundeswaldinventur wurde das zukünftige Holzaufkommen modelliert. Zur Modellierung wurden zahlreiche Parameter zum Waldwachstum festgelegt und die derzeit übliche Waldbewirtschaftung angenommen. Demnach wird das potentielle Rohholzaufkommen bis zum Jahr 2020 auf rund 80 Mio. Efm/a oder rund 705 PJ/a abgeschätzt.

Biomasse- und Derbholzpotenzial des WEHAM-Basisszenarios und WEHAM-Szenarios F bis 2042

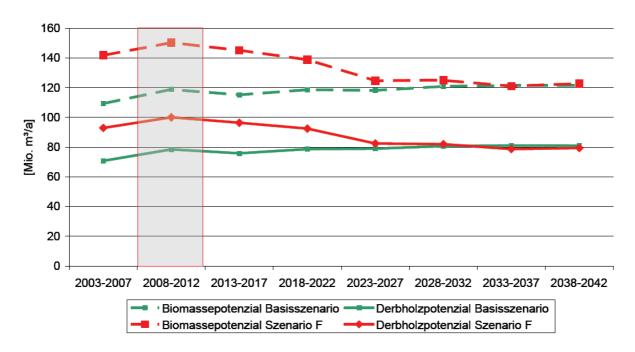


Abbildung 59: Biomasse- und Rohholzpotential des WEHAM-Basisszenarios und WEHAM-Szenarios F /167/

In Abbildung 59 sind weitere Szenarien dargestellt, die unter Berücksichtigung des anfallenden Waldrestholzes das gesamte Biomassepotential auf etwa 120 Mio. Fm/a (ca. 1.060 PJ/a) beziffern, die bis zum Jahr 2020 auf der bestehenden Waldfläche geerntet werden können. Die Ausschöpfung dieser Potentiale wäre allerdings nur unter einer verstärkten Mobilisierung zusätzlicher Holzrohstoffe im Privatwald, der Vernachlässigung der geforderten natürlichen Waldentwicklung auf 5 % der Waldfläche sowie einem hohen Nährstoffentzug möglich /167/, /211/. Unter Berücksichtigung von 5 % Waldfläche mit natürlicher Waldentwicklung und einem Verbleib der Wurzeln und Stubben sowie 65 %16 der Ernterückstände zur Aufrechterhaltung der Nährstoffbilanz reduzieren sich die nutzbaren Anteile des Waldrestholzes und des Waldholzes auf zusammen rund 90 Mio. Fm/a oder 790 PJ/a im Jahr 2020.

Darüber hinaus können weitere Holzmengen aus der Landschaftspflege bereitgestellt werden. Beim Landschaftspflegematerial wird davon ausgegangen, dass zukünftig etwa 10 Mio. Fm/A

¹⁶ In der Literatur liegt der Anteil der verwertbaren Ernterückstände zwischen 25 – 50 % /220/. Legt man eine Verwertung von 35 % der Ernterückstände zu Grunde und addiert dazu den Anteil der Wurzeln und Stubben, so verbleiben etwa 35 % der gesamten Biomasse im Wald.

(ca. 88 PJ/a) verfügbar gemacht werden können /187/. Allerdings ist dies eine grobe Schätzung, da bisher keine detaillierten Erhebungen für das Gebiet der Bundesrepublik durchgeführt wurden.

7.1.3 Nutzungsstand und Perspektiven

Stoffliche Holznutzung

Im Bereich der stofflichen Holznutzung zählen die Säge- und die Holzwerkstoffindustrie zu den größten Abnehmern von Holz. In den letzten Jahren wurden besonders in der Sägeindustrie die Kapazitäten ausgebaut, sodass sich deren Bedarf von 30 Fm/a auf nunmehr 40 Fm/a im betrachteten Zeitraum erhöhte. Auch für die Holzwerkstoff-, Holzschliff- und Zellstoffindustrie war in der Vergangenheit ein positives Wachstum zu verzeichnen, das inzwischen jedoch abflaut bzw. negativ ist. Die sonstige stoffliche Nutzung von Holz blieb konstant. Abbildung 60 fasst diese Entwicklungen zusammengefasst und zeigt in der Summe einen Holzbedarf von 73 Fm/a (ca. 640 PJ/a) für das Jahr 2007.

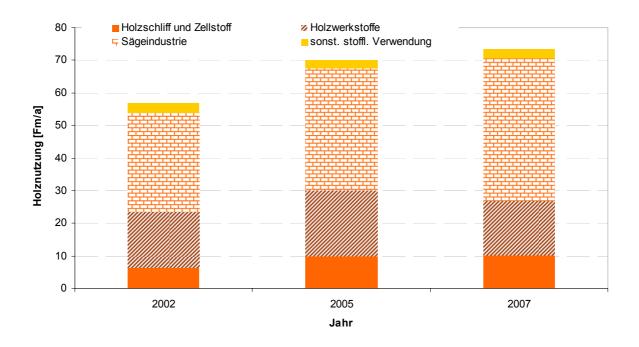


Abbildung 60: Entwicklung der stofflichen Nutzung von Holz 2002, 2005 und 2007 (auf Basis von /119/,/222/)

Bei einer Aufteilung der Holzsortimente nach Aufkommen und Verwendung ist eine Zuordnung nach unterschiedlichen stofflichen und energetischen Nutzungsoptionen möglich, wie aus Tabelle 19 hervorgeht. Mantau /118/, der diese Einteilung für das Jahr 2002 erstellte, berücksichtigte nicht nur Waldholz aus Einschlagstatistiken sondern auch Sägenebenprodukte, Altholz, Landschaftspflegeholz und sonstiges Industrierestholz. Stamm- und Industrieholz

sowie Sägenebenprodukte werden entsprechend überwiegend in der Sägeindustrie und Holzwerkstoffindustrie weiterverarbeitet. Waldrestholz und Schwachholz und zu geringeren Teilen auch Industrieholz und Sägenebenprodukte werden energetisch genutzt. Rinde, Altholz und Landschaftspflegematerial werden hauptsächlich energetisch verwendet. Wie sich der Einsatz von Holz – insbesondere Waldholz – seitdem entwickelt hat, wird nachfolgend dargestellt.

Tabelle 19: Aufkommen und Verwendung von Holzrohstoffen 2002 /118/

	Stoffliche Verwendung			Energetische Verwendung			
Holzsortiment	HuZ ¹⁷	HWS^{18}	SÄG ¹⁹	SsV^{20}	>1MW	<1MW	EFA ²¹
Stammholz	0,0%	0,0%	98,6%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%
Industrieholz (Sonstiges)	24,0%	42,1%	0,0%	1,7%	1,0%	0,0%	31,2%
Wald- Restholz/Schwachholz	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	24,5%	70,2%
Sägenebenprodukte	24,4%	34,9%	3,6%	17,2%	7,5%	9,4%	3,0%
Rinde	0,0%	0,0%	0,0%	54,2%	45,6%	0,2%	0,0%
Sonst. Industrierestholz	0,0%	15,3%	0,0%	22,2%	43,8%	18,7%	0,0%
Altholz	0,0%	21,1%	0,0%	2,6%	60,7%	2,1%	13,6%
Landschaftspflegeholz	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	52,5%	47,5%	0,0%

Scheitholzfeuerungen

Aus den vorhandenen Daten ist der Waldholzeinsatz nicht ableitbar, es ist aber davon auszugehen, dass er etwa 70 % des gesamten Brennholzeinsatzes von Scheitholzfeuerungen beträgt. Die restlichen Holzsortimente setzen sich überwiegend aus Gartenholz und Altholz zusammen Tabelle 20 fasst die Werte nochmals zusammen

¹⁷ HuZ = Holz- und Zellstoff

¹⁸ HWS = Holzwerkstoffe

¹⁹ SÄG = Sägeindustrie

²⁰ SsV = Sonstige stoffliche Verwendung

²¹ EFA = Einzelfeuerungsanlagen

	2002	2007
Scheitholzfeuerungen [Mio.]	9,0	10,8
Holzeinsatz [PJ/a]	164	219

70

153

Tabelle 20: Wald-/Holzeinsatz in Scheitholzfeuerungen /154/,/159/

70

115

Pellets

Anteil Waldholz [%]

Waldholz [PJ/a]

Die Pelletproduktion erlebte in den vergangenen Jahren einen sprunghaften Anstieg. Wie aus Abbildung 61 hervorgeht, vervielfachte sich die Pelletproduktion auf knapp 18 PJ/a (990.000 t) /146/. Damit überholte die Produktionsmenge im Zeitverlauf den Pelletabsatz in Deutschland, was dem starken Zubau an Produktionskapazitäten auf über 32 PJ/a geschuldet ist.

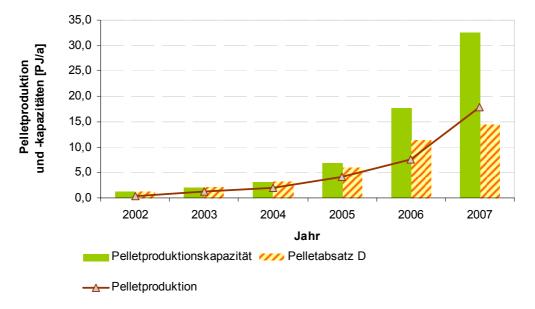


Abbildung 61: Pelletproduktion und Anlagenzahl (auf Basis von /146/,/149/)

Bei einer Befragung der Pelletproduzenten im Jahr 2002 wurde neben der Produktionsmenge auch nach dem Rohstoffeinsatz gefragt. Nach Angaben der Pelletproduzenten werden zu rund 86 % Säge- und Hobelspäne, knapp 10 % Hackschnitzel und fast 5 %Waldrestholz zu Holzpellets verarbeitet. Somit fällt das verwendete Rohmaterial überwiegend in der holzbe- und verarbeitenden Industrie an und nur ca. 7,5 % oder 0,09 PJ/a stammen direkt aus dem Wald /145/. Aufgrund der zunehmenden Pelletproduktion ist in den vergangenen Jahren auch der Anteil des Waldholzes am Rohmaterial gestiegen. Nach Schätzungen des IE lag der Anteil des Waldholzes an der Pelletproduktion 2006 bei rund 10 %. Das entspricht beim Pelletabsatz

1,2 PJ/a im Jahr 2006. In der Zwischenzeit dürfte sich der Anteil des Waldholzes an der Pelletproduktion erhöht haben, da vornehmlich die großen Pelletierwerke vermehrt Industrieholz und Schwachholz verarbeiten. Je nach Preissituation auf den Rohstoff- und Absatzmärkten werden in den neuesten Pelletierwerken zwischen 10 – 20 % Waldholz eingesetzt, wobei die Tendenz steigend ist, sodass von einem durchschnittlichen Waldholzeinsatz in deutschen Pelletierwerken von 10-15 % ausgegangen werden kann; das entspricht zwischen 1,4-2,2 PJ im Jahr 2007 /147/. Siehe dazu auch Tabelle 21.

Tabelle 21: Wald-/Holzanteil bei Pellets /145/,/146/ (verändert)

	2002	2007
Pelletabsatz	1,2	14,4
Pelletproduktion	0,35	17,8
Anteil Waldholz in %	7,5	10 - 15
Waldholz in Pelletfeuerungen PJ/a	0,1	1,4-2,2

Hackschnitzelfeuerungen

Entsprechend einer Hochrechnung nach /149/ kletterte die Anzahl der Heizwerke > 100 kW Leistung von 5.800 im Jahr 2002 auf 8.200 in 2007. Auch im kleinen Leistungsbereich unter 100 kW wurden zahlreiche Hackschnitzelfeuerungen zugebaut, sodass in 2007 ca. 7.450 Hackschnitzelfeuerungen geringer Leistung installiert waren. Der Holzeinsatz der Heizwerke summiert nach Schätzungen auf etwa 74 PJ/a in 2007.

Tabelle 22: Wald-/Hackschnitzeleinsatz in Holzheizungen und Heizwerken (basierend auf /149/)

		2002		2007
Anlagenzahl < 100 kW	3.250		7.450	
Anlagenzahl > 100 kW	5.800		8.200	
Holzeinsatz [PJ/a]/[%]	54,1	100	74,3	100
Waldholz [PJ/a]/[%]	27,0	50	37,1	50
Säge-/Industrierestholz [PJ/a]/[%]	18,9	35	25,9	35
LP-Holz / sonst. Biomasse [PJ/a]/[%]	8,1	15	11,1	15

Wie aus verschiedenen regionalen Studien zum Brennstoffeinsatz in Holzheizwerken hervorgeht, schwankt der Anteil am Einsatz von Waldhackschnitzel je nach Leistungsklasse und Region zwischen 20 - 80 % /181/,/182/,/183/. Im Durchschnitt liegt der Waldholzeinsatz bei etwa 50 %, der Einsatz von Sägerestholz bei 35 % und LP-Holz sowie sonstige Biomasse wird zu ca. 15 % eingesetzt (s. Tabelle 22).

Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke

Zur Abschätzung des Einsatzes an Biomasse in den 199 Biomasse-(Heiz)Kraftwerke im Jahr 2007 wurde eine Gesamtkapazität von 1.180 MW_{el} und 5.500 – 6.500 Volllaststunden pro Jahr zu Grunde gelegt. Für die in 2007 in Betrieb genommenen Anlagen wurde nur die Hälfte der angegebenen Volllaststunden angesetzt. Demnach wurden 2007 etwa 108 PJ/a Biomasse zur Stromerzeugung in Biomasse-(Heiz-)Kraftwerken in Deutschland eingesetzt. Die gleiche Berechnungsmethode wurde zur Abschätzung des Biomasse-Brennstoffbedarfs des Anlagenbestandes im Jahre 2002 herangezogen. In den 80 Biomasse-(Heiz)Kraftwerken mit einer Gesamtkapazität von 340 MW_{el} wurden 2002 44 PJ/a Biomasse eingesetzt /148/ (s. Tabelle 23).

Tabelle 23: Entwicklung Wald-/Holzeinsatz in Biomasse-(Heiz)Kraftwerken 2002 und 2007 /148/,/155/

		2002	2007		
Anlagenzahl		80		199	
Brennstoffbedarf [PJ/a]	44,1	100	108,3	100	
Waldholz [PJ/a]/[%]	2,2	5	13,0	12	
Altholz [PJ/a]/[%]	37,5	85	76,6 – 97,5	80 - 90	
Sonst. Biomasse [PJ/a]	4,4	10	-	-	

Nach Schätzung der Autoren wurden 2007 ca. 12 % Waldresthölzer sowie Hölzer aus der Landschaftspflege eingesetzt. Weitere Holzfraktionen sind Hölzer aus der holzbe- und verarbeitenden Industrie mit 25 – 30 % sowie Altholz mit 55 – 60 %. Für das Jahr 2002 wurde ein Waldholzanteil von knapp 5 % ermittelt. Die größte biogene Festbrennstofffraktion an der Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung stellte 2002 Altholz aller Kategorien mit über 85 % dar. Über ungefähr 8 % der eingesetzten Biomasse liegen keine näheren Informationen vor. Allgemein ist eine quantitative Aussage zum Einsatz verschiedener Holzsortimente zur Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung mit Unsicherheiten verbunden, da der Brennstoffeinsatz durch das rapide wechselnde Marktgeschehen kontinuierlich Veränderungen unterliegt. Jedoch kann die absolute wie relative Zunahme von Waldholz unter anderem auf den Bonus beim ausschließlichen Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo-Bonus) seit der Novellierung des EEG im Jahr 2004 zurückgeführt werden. Sowohl in bestehenden Biomasse-(Heiz)Kraftwerken als auch in Neuanlagen nahm der Einsatz an Waldrestholz und holzartigem Grünschnitt zu /148/,/155/.

Zusammenfassung Wald-/Holznutzung

Zusammenfassend war zwischen 2002 und 2007 eine sehr dynamische Entwicklung im Holzmarkt zu beobachten, die auf einen starken Ausbau der stofflichen und der energetischen Nutzung von Holz zurückgeht. Insgesamt stieg die Holznutzung um rund 40 % von etwa 85 Fm/a (ca. 750 PJ/a) auf 120 Fm/a (ca. 1.050 PJ/a) an. Davon waren 2007 fast 70 % Waldholz, sodass sich die Waldholznutzung auf rund (82 Mio. Fm/a) summierte. Der Großteil des Waldholzes wird in der Sägeindustrie verarbeitet, jedoch wird auch eine bedeutende Menge in Scheitholzfeuerungen energetisch genutzt (s. Abbildung 61).

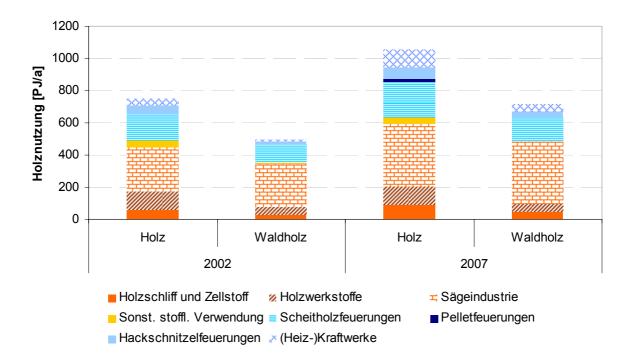


Abbildung 62: Wald-/Holznutzung zwischen 2002 und 2007(auf Basis von /119/,/222/,/149/, /148/,/155/)

7.1.4 **Basis-Szenario Holzmarkt**

Abgesehen von dem im vorherigen Kapitel dargestellten Holzbedarf für die Wärmebereitstellung wird auch Holz im Bereich der Stromerzeugung und bis 2020 in geringem Maße zur Kraftstoffherstellung eingesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass der in Kapitel 4.4 prognostizierte Ausbau der EEG-Anlagen den Holzbedarf von Biomasseheizkraftwerken auf rund 300 PJ/a steigert. Außerdem wird mit dem Betrieb von ersten großindustrielle BtL- und Bio-SNG-Anlagen zur Kraftstofferzeugung gerechnet, deren Holzbedarf auf ca. 105 PJ/a prognostiziert wird. Die Holznachfrage im Wärmebereich geht auf das im vorherigen Kapitel dargestellte Basis-Szenario Wärme zurück und steigt folglich auf rund 442 PJ/a. Unter diesen Annahmen summiert sich der Holzbedarf für energetische Zwecke im Jahr 2020 auf ca. 850 PJ/a (siehe Tabelle 24).

Tabelle 24: Basis-Szenario Holzmarkt

	Einheit	Wärmemarkt	Strommarkt	Kraftstoffmarkt	stofflich	Summe
Holzbedarf	PJ/a	442	300	106	716	1.564

Auch im Bereich der stofflichen Nutzung von Holz wird mit einem Ausbau der Kapazitäten gerechnet. Nach Schweinle steigt deren Bedarf bis zum Jahr 2020 auf über 715 PJ/a an /214/, sodass die gesamte Inlandsnachfrage nach Holz im Basis-Szenario ca. 1.560 PJ/a beträgt.

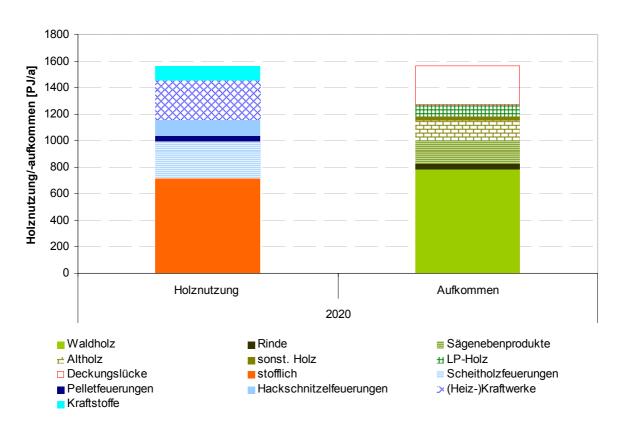


Abbildung 63: Zusammenfassung Holzaufkommen und –bedarf bis zum Jahr 2020 (auf Basis von /187/,/211/,/214/)

Wie aus Abbildung 63 hervorgeht, kann der Holzbedarf im Basis-Szenario von rund 1.560 PJ/a ohne die Mobilisierung von zusätzlichen heimischen Holzressourcen nicht gedeckt werden. Das potentielle Aufkommen an Wald- und Waldrestholz wurde in Abschnitt 7.1.2 auf rund 790 PJ/a geschätzt. Weitere Holzpotentiale fallen bei der stofflichen Nutzung als Sägenebenprodukte, Altholz oder sonstiges Holz an und betragen zusammen etwa 400 PJ/a /187/. Die Mobilisierung bisher weitgehend ungenutzter Potentiale von LP-Holz wird auf rund 90 PJ/a beziffert /187/. In der Summe beträgt das Holzpotential ca. 1.280 PJ/a, etwa

290 PJ/a weniger als zur Deckung des dargestellten Holzbedarfs im Jahr 2020 erforderlich wären. Um gut 100 PJ/a geringer könnte die Deckungslücke ausfallen, wenn die Etablierung von Produktionstechnologien für Biokraftstoffe auf der Basis von Holz fehlschlägt (BtL und Bio-SNG). Dies würde neben der Verringerung einer Lücke auf 185 PJ/a jedoch auch den weiteren Ausbau der Bereitstellung von Biodiesel und Bioethanol bedeuten.

7.1.5 Einflussmöglichkeiten

Der beschriebene Ausbau der energetischen und stofflichen Nutzung von Holz wird dazu führen, dass zukünftig zusätzliche Holzrohstoffe mobilisiert werden. Wie aber gezeigt werden konnte, reichen unter den getroffenen Annahmen die einheimischen Holzressourcen nicht aus, um den zusätzlichen Holzbedarf zu decken. Um die Überschussnachfrage dennoch zu decken, bestehen die folgenden Lösungsmöglichkeiten:

- Ausweitung der Produktion durch den Anbau schnellwachsender Baumarten
- Holzimporte
- Substitution durch Stroh und andere Reststoffe

Der **Anbau von schnell wachsenden Baumarten** auf Agrarflächen stellt eine Möglichkeit zur Ausweitung der Holzproduktion und damit zur Deckung der Überschussnachfrage dar. Es sind bereits mehrere KUP in Planung, die zur Versorgung von Pelletierwerken, (Heiz-)-Kraftwerken oder auch BtL-Anlagen dienen sollen. Bei einem zukünftigen durchschnittlichen Flächenertrag von 12,3 t_{atro}/ha*a⁻¹ (entspricht ca. 225 GJ/ha*a⁻¹) wären zur Deckung der Versorgungslücke ca. 1,3 Mio. ha/a KUP notwendig.

Auf den international etablierten Holzmärkten werden zunehmend auch Energieholzsortimente gehandelt. Allerdings liegt – wahrscheinlich wegen der geringeren Warenwerte - der Handel um Dimensionen unter dem Stammholzhandel. In Deutschland betrug der gesamte **Holzimport** im Jahr 2007 4,4 Mio. Fm (entspricht 33 PJ/a) /224/. Ob zukünftig mehr importiert werden kann, hängt unter anderem von den internationalen Holz- und Transportpreisen sowie den Fort- oder auch Rückschritten bei den Freihandelsabkommen mit waldreichen Ländern ab. Um die Deckungslücke allein durch Holzimporte zu schließen, müsste der Nettoimport rund 35 Mio. Fm/a Holz (entspricht ca. 300 PJ/a) betragen.

Eine weitere Möglichkeit den Holzbedarf zu verringern führt über die **Substitution durch Stroh und anderen Reststoffen**. Diese beschränkt sich allerdings fast ausschließlich auf den Neubau von Biomassefeuerungen, da die meisten bestehenden Anlagen nicht mit der erforderliche Verbrennungstechnik ausgestattet sind und nicht damit gerechnet wird, dass bis 2020 BtL-Anlagen oder Bio-SNG-Anlagen auf Basis von Stroh und ähnlichen halmgutartigen Pflanzen verfügbar sind. Die Mitverbrennung von nicht-holzartiger Biomasse wie z. B. Stroh in Kohlekraftwerken bzw. die Monoverbrennung in Biomasse-(Heiz-)Kraftwerken beschränkt sich aufgrund logistischer und feuerungstechnischer Schwierigkeiten auf wenige, logistisch

günstige Standorte. Bei Heizwerken im kleineren Leistungsbereich treten die logistischen Probleme in den Hintergrund, sodass zukünftig bei hohen Holzpreisen mit einer gewissen Substitution zu rechnen ist. Das maximale Substitutionspotential im Bereich der Heizwerke wird auf 20 % des Zubaus bis 2020 geschätzt. Im Bereich der Pelletfeuerungen wird davon ausgegangen, dass bei anhaltend hohen Holzpelletpreisen der Zubau von Pelletfeuerungen, die zur Verbrennung von Agropellets bzw. Mischpellets geeignet sind, bis zu 15 % der gesamten Neuinstallation bis zum Jahr 2020 betragen kann. Gemäß diesen Annahmen beträgt das maximale Substitutionspotential für Holz bis zum Jahr 2020 knapp 20 PJ/a. Demnach wären 270 PJ/a auf anderen Wegen zu decken.

7.2 Agrarprodukte

7.2.1 Inländische Verfügbarkeit von Agrarprodukten

Die inländische Verfügbarkeit von Agrarprodukten für die energetische Nutzung hängt insbesondere von der für den Anbau verfügbaren Fläche ab. Diese bestimmt sich ausgehend von der gesamten Ackerfläche unter Abzug von Anbauflächen für Nahrungsmittel bzw. für die stoffliche Nutzung. Wie in Abbildung 64 zu sehen ist, wurde im Betrachtungszeitraum besonders der Anbau von Raps, Mais und nach leichtem Rückgang auch Zuckerrüben ausgeweitet. Diese Entwicklung ging vor allem auf Kosten des Getreide- und des Kartoffelanbaus.

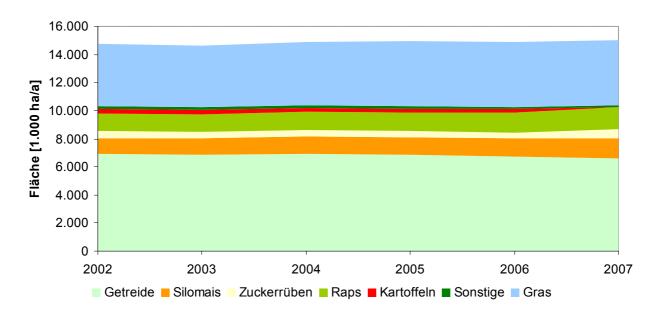


Abbildung 64: Entwicklung der Anbaufläche für Agrarprodukte (Zahlen von /226/,/227/,/228/)

Insofern ist die Verschiebung der Anbauflächen auch in den Erntemengen in Abbildung 65 erkennbar. Zwar werden in dieser Abbildung auch die Ernteschwankungen abgebildet, jedoch zeichnet sich ein positiver Trend bei Mais, Raps und Zuckerrüben ab. Demnach betrug die Getreideproduktion 2007 rund 40,6 Mio. t/a. Die Ernte von Silomais verzeichnete mit 69,1 Mio. t/a einen Rekord. Aber auch die Rapsernte und die Zuckerrübenernte konnten einen Höchststand vermelden und erreichten 5,3 Mio. t/a bzw. 26,2 Mio. t/a. Anbau und Ernte von Raufutter, das als Gras zusammengefasst wurde, blieb abgesehen von Ernteschwankungen relativ konstant.

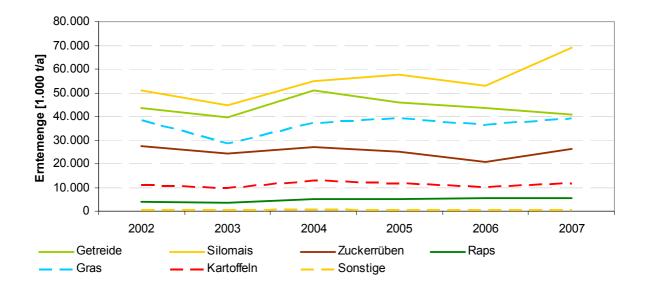


Abbildung 65: Entwicklung der Erntemengen (Zahlen von /226/,/227/,/228/)

7.2.2 **Stoffliche Nutzung**

Außer als Lebens- und Futtermittel werden Agrarprodukte auch von der chemischen Industrie, aber auch von der Pharma- und der Papierindustrie in bedeutenden Mengen nachgefragt. 2006/07 summierte sich der Bedarf an Agrarprodukten auf 3,1 – 3,5 Mio. t (~43 PJ/a). Die in Tabelle 25 aufgeführte stoffliche Nutzung zeigt, dass der größte Bedarf im Bereich von Ölen und Fetten (ca. 33 PJ/a) und zur Gewinnung von Stärke und Zucker (10 PJ/a) aus Weizen, Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben lag. Neben diesen spielen Naturfasern und sonstige NawaRo eine wichtige Rolle, diese müssen jedoch fast ausschließlich importiert werden, weshalb sie bei dieser Betrachtung eine untergeordnete Rolle spielen /225/.

Agrarprodukte für chemisch-technische Anwendungen 2006/07 und 2020 (Zahlen und Hoch-Tabelle 25: rechnungen auf Basis von /225/,/238/)

(davon Importe)	Jahr	Ölfrüchte	Getreide	Hackfrüchte	sonstige	Summe
Biomasse [Mio. t/a]	2007	1,15 – 1,4	0,5	0,4	1,05	~ 3,2
Biomasse [PJ/a]		33 (23) ²	9 (0,5)	1,5 (0,2)	1	43 (24)
Biomasse [Mio. t/a]	0.	1,7	0,9	0,6	1,44	4,5
Biomasse [PJ/a]	2020	61 (43)	15 (1)	2,5 (0,2)	1	79 (44)

^{1:} Geringe Mengen an Natur- und Heilpflanzen werden in Deutschland angebaut, jedoch werden nahezu 100 % der Naturfasern, der Cellulose und anderen nachwachsenden Rohstoffe importiert /225/.

²: Zur weiteren Berechnung wird angenommen, dass der Bedarf an Ölfrüchten rund 1,25 Mio. t bzw. 33 PJ/ betrug.

Nach Abschätzungen auf Basis von /238/ steigt der Biomassebedarf der stofflichen Nutzung bis 2020 auf etwa 4,5 Mio. t/a an. Der Ausbau konzentriert sich dabei vor allem auf Hackfrüchte und sonstige Biomasse wie Naturfasern und Cellulose, wobei der Bedarf an Ölfrüchten, Getreide und Hackfrüchten auf rund 3,2 Mio. t/a (entspricht ca. 79 PJ/a) abgeschätzt wird. Davon werden rund 44 PJ/a – hauptsächlich Ölfrüchte und Pflanzenöle – importiert. Darüber hinaus wird ein Großteil der sonstigen Biomasse wie Naturfasern oder Arznei- und Heilpflanzen importiert.

7.2.3 Nutzungsstand

Agrarprodukte werden bisher hauptsächlich im Strom- und im Kraftstoffmarkt verwendet. Dabei werden Pflanzenöle bisher überwiegend zur Produktion von Biodiesel und zur Stromerzeugung in Pflanzenöl-BHKW eingesetzt. 2007 betrug der Bedarf an Pflanzenöl zur energetischen Nutzung etwa 257 PJ/a, wovon mehr als die Hälfte der Rohstoffe und Pflanzenöle importiert wurden.

Getreide (hauptsächlich Weizen und Roggen) zählt ebenfalls zu den wichtigen Agrarprodukten im Bereich der energetischen Nutzung und wird in Biogasanlagen oder zur Erzeugung von Bioethanol eingesetzt. Bei Letzterem wird davon ausgegangen, dass 2007 70 % der verwendeten Rohstoffe Getreide waren, sodass in der Summe 16 PJ/a Getreide energetisch verwendet wurden. Die anderen 30 % der Bioethanolproduktion basieren auf dem Einsatz von Zucker aus Zuckerrüben, was etwa 6 PJ/a entspricht.

Mais ist das wichtigste Substrat für Biogasanlagen, wobei der Einsatz 2007 60,8 PJ/a erreichte. Die Grasmenge, die ebenfalls in Biogasanlagen vergärt wurde, betrug 7 PJ/a. Der Bedarf an Agrarprodukten für die energetischen Nutzung summierte sich somit 2007 auf 382 PJ/a (s. Tabelle 26), wovon ca. 175 PJ/a importiert wurden.

Tabelle 26: Energetische Nutzung von Agrarprodukten 2007(auf Basis von /148/)

Agrarprodukte	Biogas	Bioethanol	Biodiesel	Pflanzenöl- BHKW	Summe
(davon Importe)	PJ/a	PJ/a	PJ/a	PJ/a	PJ/a
Ölfrüchte	-	-	257 (155)	25 (20)	282 (175)
Getreide	8	16	-	-	24
Hackfrüchte	-	6	-	-	6
Silomais	61	-	-	-	61
Gras (Dauer- grünland)	7	-	-	-	7
Sonstige	2	-	-	-	2
Summe	77	22	257 (155)	25 (20)	382 (175)

7.2.4 Basis-Szenario Agrarprodukte

Im Basis-Szenario Agrarprodukte ist der Bedarf an Agrarprodukten aus den Basis-Szenarien Wärme, Strom und Kraftstoffe sowie einer Abschätzung über den zukünftigen Bedarf der stofflichen Nutzung zusammengefasst. Zusätzlich wird der Bedarf an Holz aus KUP berücksichtigt, der – nach Abzug des Substitutionspotenzials durch biogene Reststoffe - zur Deckung Holzlücke erforderlich wäre. Wie aus Tabelle 27 hervorgeht, summiert sich der Bedarf an Agrarprodukten bis zum Jahr 2020 auf etwa 830 PJ/a, was einer Zunahme um mehr als das Doppelte gegenüber 2007 gleicht. Der stärkste Zuwachs ist im Bereich von Silomais, Getreide und Hackfrüchten zu erwarten. Zudem werden auf den Ackerflächen bis 2020 in großem Umfang schnell wachsende Baumarten angebaut und rund 110 PJ/a Holz bereitgestellt. Sofern diese Menge an Agrarprodukten verfügbar ist, bleiben die Importe auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau von etwa 120 PJ/a.

Tabelle 27: Basis-Szenario Agrarprodukte 2020

	Strom- erzeugung	Biokraft- stoffe	Wärme	Holzlücke	Stoffliche Nutzung	Summe
(davon Importe)	PJ/a	PJ/a	PJ/a	PJ/a	PJ/a	PJ/a
Ölfrüchte	25 (20)	139 (57)	-	-	61 (43)	225 (120)
Getreide	21	38	-	-	15 (1)	73 (1)
Hackfrüchte		12	-	-	2,5 (0,1)	15 (0,1)
Silomais	152	19	-	-	-	172
Gras (Dauergrünland)	18	2	-	-	-	20
Sonstige/KUP	5	48		271	-	331
Summe	221 (20)	258 (57)	-	271	~ 79 (44)	829 (121)

7.2.5 Einflussmöglichkeiten

Wie im Holzmarkt bestehen bei Agrarprodukten ähnliche Möglichkeiten, die verfügbare Menge zu erhöhen.

- Ausweitung der Anbauflächen für Energiepflanzen
- Agrarimporte
- Substitution durch Reststoffe
- Ertragssteigerungen durch Weiterentwicklung von Kulturpflanzen und innovative Anbausysteme

Die Ausweitung der Anbauflächen kann nur in dem Rahmen stattfinden, wie Flächen für den Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln frei werden. Für einzelne NawaRo kann eine Flächenausweitung darüber hinaus durch die Einhaltung von Fruchtfolgen oder klimatische Restriktionen begrenzt sein.

Bedeutende Märkte bei Agrarprodukten bestehen vor allem im Bereich von Getreide und Ölfrüchten. Bei ersterem betrug im Jahr 2008 das Handelsvolumen zwischen Deutschland und dem Ausland knapp 16 Mio. t/a (ca. 270 PJ/a) und damit ein Vielfaches des Getreidebedarfs zur energetischen Nutzung. Der Import von Ölfrüchten spielt bereits jetzt eine bedeutende Rol-

le im Bereich der Pflanzenöl-BHKW und der Biodieselproduktion, die ohne **Importe** von Pflanzenöl die Produktionsmengen nicht erreichen könnten. Im Jahr 2008 wurden rund 3,2 Mio. t/a (entspricht ca. 85 PJ/a) Öle und Fette importiert. Auch im Bereich von Hackfrüchten haben sich in der Vergangenheit bedeutende Märkte etabliert /228/. Nach wie vor der Zuckermarktreform wird Zucker in großen Mengen im- und exportiert. Das Handelsvolumen bezifferte sich 2006/07 auf rund 1,2 Mio. t (entspricht ca. 5 PJ/a), wobei der Export überwog /234/.

Viele der Agrarprodukte können durch bislang ungenutzte Reststoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion wie Exkremente und Einstreu sowie durch biogene Gewerbeabfälle substituiert werden. Das **Substitutionspotential** durch den Einsatz von Exkrementen und Einstreu sowie Ernterückständen wie Rübenblätter oder Kartoffelkraut beträgt bei der bio-chemischen Verwertung etwa 140 PJ/a. Schadgetreide und ähnliche Rückstände aus der Landwirtschaft besitzen ein Potential von 20 PJ/a bei einer thermo-chemischen und rund 10 PJ/a bei einer bio-chemischen Verwertung. Abfälle aus dem Gewerbe und der Industrie eignen sich vor allem zu der bio-chemischen Verwertung und besitzen ein Substitutionspotential von 4 – 5 PJ/a. Das Substitutionspotential für KUP wurde bereits bei der Analyse des Holzmarktes berücksichtigt. Insgesamt können bis 2020 155 PJ/a bio-chemisch und/oder 20 PJ/a thermo-chemisch substituiert werden /235/ (s. Tabelle 29).

Darüber hinaus besteht bei Energiepflanzen ein großes Potential an **Ertragssteigerungen**, die einerseits durch Züchtungserfolge und den Einsatz neuer ertragreicher Kulturen andererseits durch die Entwicklung von innovativen Anbausystemen erzielt werden können. Bei Energiepflanzen wird allgemein davon ausgegangen, dass noch erhebliche Potentiale zur Ertragssteigerung vorhanden sind. Vor allem bei Silomais und neuen Anbausystemen wie Zwei-Kulturen-Systemen, Miscanthus oder schnell wachsenden Baumarten kann aufgrund der verstärkten Forschung mit zukünftig deutlich höheren Erträgen gerechnet werden. Die in Tabelle 28 dargestellten durchschnittlichen Hektarerträge stellen moderate Abschätzungen über die zukünftigen Ertragssteigerungen dar und beziehen sich auf den heizwertbasierten Energiegehalt.

Tabelle 28: Aktuelle und zukünftige Energieerträge von Energiepflanzen (auf Basis von /236/)

Ganzpflanzen	Durchschnittsertrag 2000 - 2007	Jährliche Ertragssteige- rung	Durchschnittlicher Ertrag 2020
	GJ/ha*a ⁻¹	%/a	GJ/ha*a ⁻¹
Silomais	253	3	361
Zwischenfrucht Senf-Mais ¹	~ 380	2	480
Zweikultur Roggen-Mais ¹	~ 390	2	500
Getreide-GP	180	0,6	193
Zuckerrübe	160	0,6	171
Miscanthus	~ 300	2	380
Raps (nur Samen)	84	0,6	90
KUP ²	205	2,5	225

^{1:} Die Daten spiegeln die Erträge von zwei Ernten wider. 2: Anbau von KUP findet tendenziell auf ertragsschwachen Ackerstandorten statt.

Des Weiteren ermöglicht der Einsatz von Ganzpflanzen bei der Energieerzeugung eine höhere Ausschöpfung des Energieertrages je Hektar, sodass von der gleichen Ackerfläche mehr Agrarprodukte genutzt werden können. Zwar kann z. B. bei der Biokraftstoffproduktion nur ein Teil der Ganzpflanzen genutzt werden, jedoch fallen dabei wertvolle Nebenprodukte wie Rapsextraktionsschrott und Rapspresskuchen (Biodieselproduktion) oder Trockenschlempe (Bioethanolproduktion auf Basis von Getreide) an, die zum Beispiel als Futtermittel Verwendung finden. Eine klare Zuordnung des Flächenbedarfs ist daher für Raps für Biodiesel und Getreide für Bioethanol nicht möglich.

Eine andere Möglichkeit den Hektarertrag zu erhöhen, besteht im Anbau von Zweikultursystemen, wobei entweder eine Zwischenfrucht wie Winterroggen oder eine Zweitfrucht eingeführt wird. Erste Ergebnisse für den Anbau von Biogassubstraten haben gezeigt, dass Ertragssteigerungen bei Zweikultursystemen möglich sind /237/; wie auch aus Tabelle 28 hervorgeht. Langjährige Erfahrungen mit Energiepflanzen bestehen allerdings bei Zweikultursystemen noch nicht. Letztlich zielen die genannten Einflussmöglichkeiten auf eine Verringerung

des Flächenbedarfs, der durch den Einsatz von Energiepflanzen entsteht; eine ausführlichere Betrachtung der Konkurrenz um Agrarflächen findet im nächsten Abschnitt statt.

Tabelle 29 liefert einen Überblick über die möglichen Maßnahmen zur Verringerung der Konkurrenz und welche Agrarprodukte dadurch substituiert werden können bzw. bei welchen die Verfügbarkeit gesteigert werden kann.

Tabelle 29: Beispiele für Substitutionsmöglichkeiten

Maßnahmen zur Verringerung der Konkurrenz	mit Einfluss auf:		
Ausweitung der Anbauflächen	 generell auf alle Agrarprodukte anwendbar, jedoch besonders bei Raps und Silomais Einschränkungen wegen der Fruchtfolge und Schädlingsbefall 		
Import von Agrargütern	GetreideHackfrüchteÖlfrüchte		
Substitution durch Reststoffe	substituierbare Anbaubiomasse [PJ/a] / Flächenfreisetzung [Mio. ha/a]		
Exkremente/Einstreu, sonst. Rückstände	Silomais [140] / [0,31]		
Schadgetreide/ -raps	• Getreide [9] / [0,04]		
Abfälle aus Gewerbe und Industrie	■ Ölfrüchte [4,5] / [0,05]		
Ertragssteigerungen / Zweikultursysteme	SilomaisKUPGanzpflanzen		

DBFZ

7.3 Flächen

7.3.1 Verfügbarkeit Inland

In Deutschland waren 2007 etwa 11,08 Mio. ha mit Wald bedeckt und 16,95 Mio. ha als land-wirtschaftliche Fläche ausgewiesen. Letztere teilt sich nochmals in 11,87 Mio. ha Ackerland, 4,87 Mio. ha Dauergrünland und 0,2 Mio. ha für sonstige Flächen wie Baumschulen und Streuobstwiesen auf (s. Abbildung 66). Gegenüber 2002 blieb die landwirtschaftlich genutzte Fläche relativ konstant, jedoch ging das Dauergrünland auf Kosten der Ackerfläche zurück /229/. Hingegen nahm die Waldfläche in Deutschland in der Vergangenheit zu, da eine nachhaltige Waldbewirtschaftung vorgeschrieben ist.

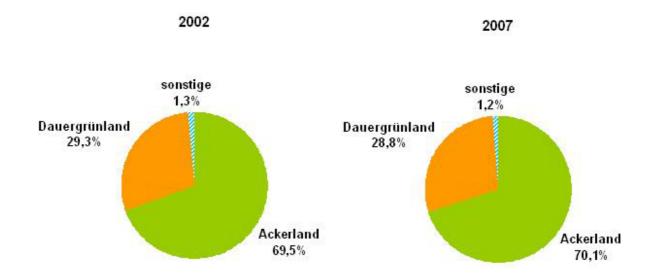


Abbildung 66: Anteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen /229/

Auf den Ackerflächen wird überwiegend Getreide angebaut, aber auch die Bestellung mit Ölund Hackfrüchten sowie Raufutter besitzt große Bedeutung. Dagegen sind die Anbauflächen für Gemüse und Hülsenfrüchte in der Summe relativ klein.

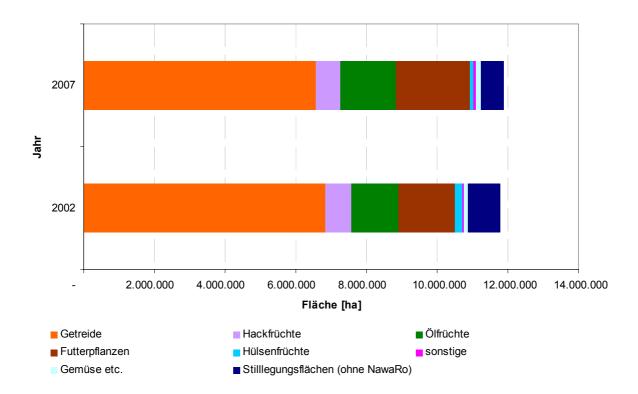


Abbildung 67: Anbaufläche Feldfrüchte und Grünland (auf Basis von /229/)

7.3.2 Stoffliche Nutzung

Der Flächenbedarf für die stoffliche Nutzung setzte sich 2006/07 einerseits aus Bedarf für den Anbau von NawaRo zur chemisch-technischen Nutzung und dem Anbau von Lebens- und Futtermitteln zusammen. Der Bedarf der chemisch-technischen Nutzung wurde auf Basis der in Abschnitt 7.2dargestellten Mengen für NawaRo abgeschätzt. Es wurde angenommen, dass rund 70 % der Ölfrüchte und 10 % des Getreides sowie Cellulose und Naturfasern zu 100 % importiert wurden /225/. Für den Anbau von Heilpflanzen, Kräutern und sonstigen NawaRo zur stofflichen Nutzung wird der von der FNR ausgewiesene Flächenbedarf von rund 0,12 Mio. ha/a herangezogen /216/. Der kumulierte Flächenbedarf für den Anbau von NawaRo beträgt folglich rund 0,2 Mio. ha (s. Tabelle 30).

Der heimische Flächenbedarf zum Anbau von NawaRo für die stoffliche Nutzung bis zum Jahr 2020 wird anhand der Prognose zur zukünftigen Entwicklung der stofflich genutzten Agrarprodukte (s. Abschnitt 7.2.4) ermittelt. Demnach steigt der Flächenbedarf auf etwa 0,26 Mio. ha/a an, wobei von denselben Importanteilen wie in 2007 und einem gleichbleibenden Flächenbedarf für Heil- und Kräuterpflanzen (s. Sonstiges) ausgegangen wird.

Tabelle 30: Flächenbedarf von NawaRo für chemisch-technische Anwendungen 2006/07 und 2020 (auf Basis von /225/, /230/)

Mio. ha	Ölfrüchte	Getreide	Hackfrüchte	Sonstige	Summe
2006/07	0,11	0,07	0,01	0,01	0,20
2020	0,13	0,11	0,01	0,01	0,26

7.3.3 Nutzungsstand

Der heimische Flächenbedarf, der aus der energetischen Nutzung von Biomasse hervorgeht, ist im Vergleich zum Absatz von Bioenergieträgern gering, da vor allem im Bereich der flächenintensiven Rohstoffe für Biokraftstoffe große Mengen im importiert werden. Welcher heimische Flächenbedarf 2007 bestand und wie sich dieser im Verhältnis zur gesamten Anbaufläche verhält, ist in Tabelle 31 dargestellt. Es zeigt sich, dass 2007 auf knapp 11 % der landwirtschaftlichen Fläche Biomasse zur energetischen Nutzung angebaut wurde. Die größten Anbauflächen machten Ölfrüchte (1,12 Mio. ha), Silomais (0,329 Mio. ha) sowie Getreide (0,273 Mio. ha) und Hackfrüchte (0,026 Mio. ha) aus, die vor allem in die Produktion von Biokraftstoffen und Biogas gehen.

Tabelle 31: Heimischer Flächenbedarf zum Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung

Einheit	Getreide	Ölfrüchte	Hack- früchte	Futter- pflanzen	Sonstige	Dauer- grünland	Summe
Mio. ha	0,273	1,120	0,026	0,329	0,013	0,049	1,810
Anteil an Anbau %	4,2	71,0	3,8	15,8	0,4	1,0	10,7

7.3.4 Basis-Szenario Flächen 2020

Um die Flächensituation im Jahr 2020 abzuschätzen, ist sowohl die Flächenverfügbarkeit als auch die potentielle Nutzung für den Energiepflanzenanbau einzuordnen. Hierzu wurden folgende Annahmen getroffen:

 die j\u00e4hrliche Waldmehrung auf dem Ackerland bis zum Jahr 2020 betr\u00e4gt 0,07 \u00d7/a, was dem Durchschnitt aus den Jahren 1992 - 2004 entspricht /218/

- der Anteil der FFH-/SPA-Flächen am Acker steigt bis 2020 auf 10 % /217/, wobei die Ertragsminderung auf diesen Flächen 3 % beträgt
- der Anteil der Schutzflächen nach WRRL erhöht sich von 1 % im Jahr 2007 auf 5 % im Jahr 2020 und unterliegt einer Ertragsminderung von 10 %
- die regionalen Ernteerträge gehen auf die durchschnittlichen Erträge auf Landkreisebene zwischen 2002 und 2007 zurück
- die jährliche Ertragssteigerungen liegen bei durchschnittlich 0,6 %/a für etablierten Fruchtarten und 2 3 %/a für Energiepflanzen

Nach diesen Annahmen geht die gesamte Ackerfläche auf 11,72 Mio. ha zurück, jedoch nimmt die verfügbare NawaRo-Fläche 2020 auf 3,76 Mio. ha im Basis-Szenario zu. Die Zunahme gegenüber 2007 geht vor allem auf eine negative Bevölkerungsvorausrechnung und den dadurch sinkenden Lebens- und Futtermittelbedarf und die prognostizierten Ertragssteigerungen zurück. Allerdings werden die Wechselwirkungen mit internationalen Agrarmärkten nicht berücksichtigt, die zu Im- bzw. Exporten von Agrarprodukten und damit zu einer Erhöhung bzw. Verringerung der Flächenpotentiale führen könnten. Die Im Jahr 2020 angenommenen durchschnittlichen Erträge für Energiepflanzen zeigt Tabelle 28. Das daraus abgeleitete Basis-Szenario ist in Tabelle 32 zusammengefasst.

Tabelle 32: Basis-Szenario Flächen 2020

Mio. ha/a (Ausland)	Strom	Biokraft- stoffe	Wärme	Holzlücke	Stoffliche Nutzung	Summe
Ölfrüchte	0,06 (0,2)	0,84 (1,0)	-	-	0,13	1,03 (1,2)
Getreide	0,27	0,33	-	-	0,11	0,71
Hackfrüchte	-	0,05	-	-	0,01	0,06
Silomais	0,6	0,08	-	-	-	0,67
Gras (Dauer- grünland)	0,11	0,01	-	-	-	0,13
Sonstige	0,03	0,004	-	1,2	0,01	1,25
Summe	1,13 (0,2)	1,2 (1,0)	-	1,2	0,26 (?)	3,85 (1,2)

Die unmittelbare zukünftige Nachfrage nach NawaRo-Flächen ergibt sich für den Bereich Biokraftstoffe und Biogas: Durch den starken Ausbau der Biogasgewinnung wird ein Flächenbedarf von knapp 0,7 Mio. ha erwartet. Im Bereich von Biokraftstoffen, geht zwar der Rapsanbau auf 0,8 Mio. ha/a zurück, jedoch werden die Anbauflächen für Hackfrüchte und Getreide sowie Mais ausgeweitet, sodass der Flächenbedarf für die Kraftstoffbereitstellung bei 1,2 Mio.ha/a liegt. Aus diesen Ausbauerwartungen ergibt sich ein Ackerflächenbedarf für die energetische Nutzung von NawaRo von 2,22 Mio. ha/a bzw. 2,47 Mio. ha/a inklusive der stofflichen Nutzung (siehe Abbildung 68), wobei die 0,13 Mio. ha Dauergrünland vernachlässigt wurden.

Eine zusätzliche mittelbare Nachfrage nach Nawaro-Flächen ergibt sich, wenn die Versorgungslücke im Holzmarkt durch den Anbau von KUP oder ähnlichen mehrjährigen Energiepflanzen geschlossen werden soll. Hier werden zur Bereitstellung der 270 PJ/a an Nettobedarf (nach Abzug des Substitutionspotenzials durch Reststoffe) 1,2 Mio. ha zusätzlich benötigt.

In der Summe beträgt die NawaRo-Anbaufläche im Basis-Szenario Flächen 2020 dann etwa 3,7 Mio. ha/a, abzüglich der 0,13 Mio. ha Dauergrünland. Wie Abbildung 68 zeigt, entspricht dieser Flächenbedarf ziemlich genau den theoretisch 2020 vorhandenen Ackerflächen, um sowohl NawaRo für die stoffliche und energetische Nutzung anzubauen als auch Futter- und Lebensmittel bereitzustellen. Da der dabei errechnete Flächenüberschuss lediglich 30.000 ha/a beträgt, dürfte es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Konkurrenzen kommen. Darüber hinaus beläuft sich der Flächenbedarf für die importierten Biomasse bzw. Bioenergieträger auf 1,2 Mio. ha/a.

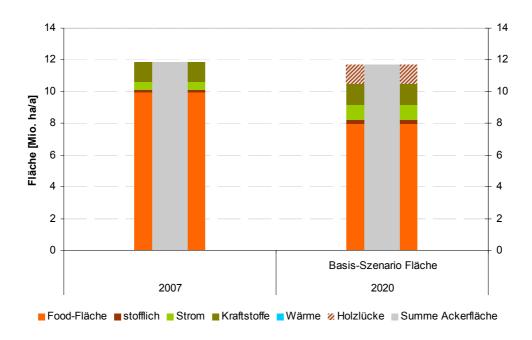


Abbildung 68: Flächenbedarf Basis-Szenario 2020

7.3.5 Einflussmöglichkeiten

Mögliche Maßnahmen zur Verringerung der Flächenkonkurrenz sind im Prinzip identisch mit den Einflussmöglichkeiten bei den Agrarprodukten im vorherigen Abschnitt. Wie sich dieselben Maßnahmen auf die verfügbaren Ackerflächen auswirken, wird nachfolgend ergänzt.

Die **Flächenausweitung** kann indirekt durch den Anbau von schnell wachsenden Baumarten auf Feldrändern, städtischen Brachflächen etc. erreicht werden, welche Potentiale hierbei verfügbar sind, ist allerdings schwer abzuschätzen.

Aufgrund der bisher geringen Erfahrungen auf dem Gebiet des Energiepflanzenanbaus wird davon ausgegangen, dass noch erhebliche **Ertragssteigerungen** möglich sind. Aber auch beim Anbau von bereits etablierten Fruchtarten kann – wenn auch in geringerem Maße – von weiteren Ertragssteigerungen ausgegangen werden. Geht man davon aus, dass der Flächenertrag statt 0,6 %/a jährlich um 1 %/a bei etablierten Feldfrüchten steigt und bei Energiepflanzen sogar eine Steigerung von 4 %/a statt 3 %/a bis 2020 erreicht wird, so würden zukünftig 4,3 Mio. ha für den Anbau von NawaRo zur Verfügung stehen.

Neben Getreide werden in Deutschland vor allem Hackfrüchte und Pflanzenöle international gehandelt. Allerdings finden bisher nur im Bereich von Pflanzenölen nennenswerte Nettoimporte von Agrarprodukten statt. Der vollständige **Import** von Pflanzenölen für die energetische Nutzung würde zu einer Flächenfreisetzung von 1,1 Mio. ha in Deutschland führen. Aufgrund der höheren Ölerträge je Hektar bei Palmöl würde der Flächenbedarf bei einer ausschließlichen Substitution der heimischen Rapsöle durch Palmöle lediglich rund 0,4 Mio. ha betragen.

Die Verringerung des Flächenbedarfs anhand einer **Substitution der Anbaubiomasse durch Reststoffe** und Gewerbeabfälle wurde bereits in Abschnitt 7.2 dargestellt. Insgesamt lassen sich dadurch ca. 0,4 Mio. ha/a Ackerfläche im Jahr 2020 substituieren. Davon gehen ca. 0,35 Mio. ha/a auf die Substitution von NawaRo für Biogasanlagen zurück. In geringem Maße ist auch die Substitution von Pflanzenölen zur Kraftstofferzeugung durch Industrieabfälle möglich, wodurch 0,05 Mio.ha/a Rapsfläche bis 2020 freigesetzt werden könnten.

Die Abschätzung des künftigen Flächenbedarfs als Basis für die Abmilderung potenzieller Nutzungskonkurrenzen ist elementar, jedoch mit vielfältigen Unsicherheiten bei den angenommenen Trends behaftet. Es existieren zudem weitere Faktoren, die bei der Szenarienanalyse nicht berücksichtigt wurden bzw. werden konnten. Auf die wichtigsten Unsicherheiten und Faktoren wird hier kurz verwiesen:

Mindernd auf den zukünftigen inländischen Flächenbedarf für die Produktion von Energiepflanzen wirken:

- das Ausbleiben der Markteinführung von Kraftstoffen der zweiten Generation, insbesondere BTL und Bio-SNG
- Rückgang des Selbstversorgungsgrades bei der Biodieselprodutkion auf Basis von Raps bzw. mittelfristig bei der Ethanolproduktion auf er Basis von Getreide, Mais und Zuckerrüben
- große Fortschritte bei der Energiepflanzenzüchtung und daraus resultierende Ertragssteigerungen beim Energiepflanzenanbau

Diese Effekte können durchaus dazu führen, dass die in Deutschland verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen nur teilweise genutzt werden und sich die gegenwärtigen Hoffnungen auf die Einbeziehung ländlicher Räume in die Energieversorgung von Morgen zumindest im Bereich Biomasse nicht erfüllen.

Dem gegenüber kann es aber auch zu einer **stärkeren Nachfrage** nach landwirtschaftlichen Produktionsflächen kommen, als im Basis-Szenario abgeschätzt wurde. Dies ist insbesondere dann zu erwarten, wenn die Nachfrage nach Nahrungsmitteln bzw. zur stofflichen Nutzung stärker steigt als erwartet. Auch ein stärkerer Boom im Bereich der Energiepflanzenproduktion scheint nicht ausgeschlossen. Hier könnte bei geeigneten Randbedingungen z. B. der Anbau von Biogassubstraten vermehrt zum Tragen kommen. Flächenbedarfssteigernd wirken damit:

- steigende Nahrungsmittelnachfrage auf dem Weltmarkt
- Forcierung der Biogaseinspeisung
- neue Absatzmärkte für NawaRo im Bereich der stofflichen Nutzung

7.4 Zusammenfassung Basis-Szenario 2020

Im Basis-Szenario wird der Strom- und Wärmemarkt weiter ausgebaut, sodass auch die Nachfrage nach Holz bis 2020 stetig zunimmt. Da mit einer Etablierung der Biokraftstoffproduktion der zweiten Generation gerechnet wird, drängt zukünftig auch die Biokraftstoffproduktion in den Holzmarkt. Der Holzbedarf aus der energetischen und stofflichen Nutzung übertrifft 2020 damit die verfügbaren inländischen Holzpotentiale, sodass theoretisch eine Holzlücke von rund 290 PJ/a entsteht. Der sich abzuzeichnenden Konkurrenz im Holzmarkt kann im Bereich der thermo-chemischen Verwertung mit der Substitution durch Stroh begegnet werden, deren Potential ca. 20 PJ/a beträgt. Zur Befriedigung der ganzen Holznachfrage wären darüber hinaus rund 1,2 Mio. ha mit schnellwachsenden Baumarten nötig, die auf den vorhandenen Ackerflächen kultiviert werden müssten (s. Abbildung 69).

Agrarprodukte wurden bisher hauptsächlich in Biogasanlagen und Pflanzenöl-BHKW sowie zur Produktion von Biokraftstoffen eingesetzt. Der im Basis-Szenario dargestellte Ausbau der Biogasanlagen und der Bioethanolproduktion führt zu einer Nachfragesteigerung nach den herkömmlichen Agrarprodukten. Der durch die Holzlücke entstehende KUP-Anbau auf Ackerflächen bewirkt, dass die Nachfrage nach Agrarprodukten und damit Ackerflächen insgesamt

stark zunimmt. Unter Berücksichtigung der Bereitstellung von Holz aus KUP, steigt der Flächenbedarf für den Anbau von NawaRo auf etwa 3,7 Mio. ha, der unter den getroffenen Annahmen zur Entwicklung der verfügbaren NawaRo-Flächen befriedigt werden kann. Insofern kann im Basis-Szenario möglichen Konkurrenzen im Holzmarkt vor allem durch den Anbau von KUP auf den verfügbaren Ackerflächen entgegengewirkt werden. Möglichkeiten zur Abmilderung der Konkurrenzen bestehen in der Substitution durch landwirtschaftliche und industrielle Reststoffe, wodurch ca. 0,5 - 0,6 Mio. ha an Flächen insbesondere für einjährige Anbaukulturen eingespart werden könnten.

Insgesamt bestehen damit gute, aber auch begrenzte Möglichkeiten, den angestrebten Biomasseausbau zu erheblichen Teilen mit inländischen Rohstoffen zu realisieren. Neben der hier vorgelegten eher technischen Betrachtung sind jedoch weitere Aspekte zu berücksichtigen. Hierzu zählen zum einen ökonomische Aspekte, nämlich die Möglichkeiten der Rohstoffbeschaffung der unterschiedlichen Nutzungsoptionen, zum anderen die Auswirkungen auf den Naturschutz. Beide Aspekte werden in den nachfolgenden Kapiteln diskutiert. Die Wechselwirkungen, die sich daraus ergeben, und deren Gestaltungsmöglichkeiten werden jedoch hier noch nicht betrachtet; sie sind der wesentliche Untersuchungsgegenstand der nächsten Bearbeitungsphase.

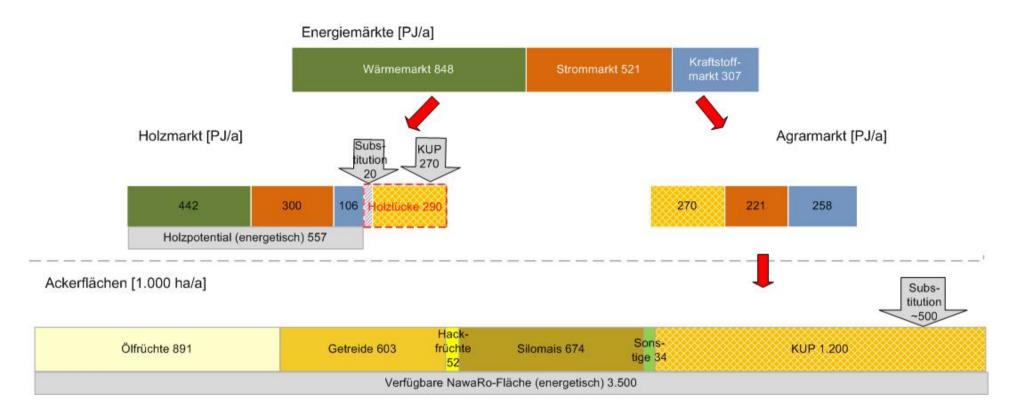


Abbildung 69: Zusammenfassung der Basis-Szenarien 2020

7.5 Energieträger

Die Konkurrenz zwischen verschiedenen Bioenergieträgern entsteht dann, wenn Nutzungskonkurrenzen um Biomassen bzw. Flächen auftreten und dadurch die Biomassepreise steigen. Bis zu welcher Obergrenze Biomassepreise bezahlt werden können, hängt vor allem von den Rohölpreisen und den Fördermaßnahmen wie EEG-Vergütung oder MAP ab und fällt insofern je nach Bioenergieträger unterschiedlich hoch aus. Im Bereich der Biomasse aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion entstehen Konkurrenzen zwischen Bioenergieträgern vor allem dann, wenn die Flächen knapp werden und die Pachtpreise und somit auch die Preise für Agrarprodukte steigen.

7.5.1 Preisobergrenze Holzbrennstoffe

Die Preisobergrenze verschiedener Bioenergieträger für Holz hängt – abgesehen vom Strommarkt – vor allem vom Rohölpreis ab. Abbildung 70 bildet diesen Zusammenhang für verschiedene auf Holz basierender Bioenergiepfade ab. Dabei steigt die Preisobergrenze für Holz bei der Pelletheizung (Wärme 50 kW), dem Heizwerk (Wärme 400 kW_{th}) und den Biokraftstoffen (Bio-SNG und BtL), wenn auch die Rohölpreise steigen. Bei den Biomasse-(Heiz-)Kraftwerken (20 MW_{el} Dampfturbine und 5 MW_{el} ORC-Vergaser) bleibt die Preisobergrenze konstant, da die EEG-Vergütung unabhängig vom Rohölpreis bezahlt wird.

Bereits ab einem Rohölpreis von 50 US\$/Barrel können theoretisch sowohl das Heizwerk als auch der Pelletkessel einen Holzpreis von mehr als 100 €/t bezahlen. Im Vergleich zu den aktuellen Pelletpreisen sind mittelfristig jedoch Rohölpreise von etwa 100 US\$/Barrel notwendig, um Pelletpreise um die 200 €/t bezahlen zu können. Diese Preisobergrenze wird weder bei der Erzeugung von BtL noch bei der Stromerzeugung im Rahmen der betrachteten Preisspanne für Rohöl erreicht. Die Preisobergrenzen von Bio-SNG und BtL steigen ebenfalls mit dem Rohölpreis, jedoch liegen die maximal zahlbaren Holzpreise der Bio-SNG-Anlagen deutlich über denen der BtL-Anlagen. Dennoch können letztgenannten bereits ab einem Rohölpreis von 25 \$/Barrel mehr für holz bezahlen als die betrachteten Biomasse-Heizkraftwerke. Deren Preisobergrenzen betragen auf Basis der Stromvergütung des EEG 2009 bis zu 50 €/t (5 MWel ORC) bzw. 35 €/t (20 MWel Dampfturbine) für Holz. Dabei basiert die Preisobergrenze des erstgenannten Biomasse-BHKW auf dem Einsatz von Waldholz und bei letztgenanntem auf dem Einsatz von Altholz. Leichte Zunahmen de Preisobergrenzen infolge steigender Wärmeerlöse bei steigenden Ölpreisen wurden dabei vernachlässigt.

Bei möglichen Nutzungskonkurrenzen um Holz und daraus resultierenden Preissteigerungen, können vor allem die Konversionstechnologien im Wärme- und Kraftstoffmarkt hohe Holzpreise bezahlen. Insofern können bei einer steigenden Nutzungskonkurrenz um Holz Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke gegenüber dem Wärmemarkt und der Biokraftstoffproduktion nur konkurrieren, wenn die Stromvergütung und/oder Wärmevergütung höher ausfallen bzw. der Strompreis hoch genug ist, um den Strom auf dem freien Markt abzusetzen.

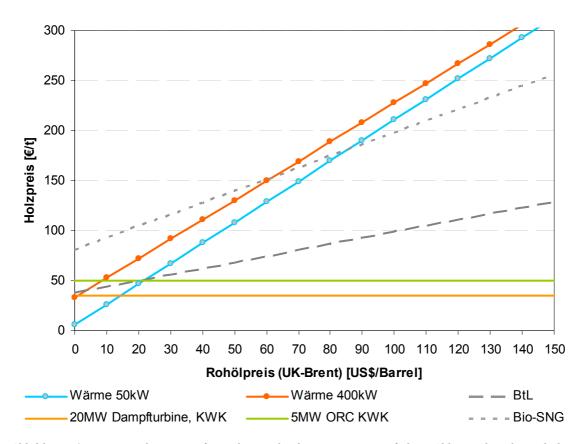


Abbildung 70: Preisobergrenze für Holz verschiedener Bioenergiepfade in Abhängigkeit des Rohölpreises

7.5.2 Preisobergrenze Agrarprodukte

Bei Agrarprodukten ist eine Unterscheidung zwischen den Preisobergrenzen für Körner/Saaten sowie Ganzpflanzen sinnvoll. Um Körner und Saaten konkurrieren vor allem die Produktion von Biokraftstoffen der ersten Generation sowie Pflanzenöl-BHKW. Bei niedrigen Rohölpreisen ist die Wettbewerbsfähigkeit von Biodiesel und Bioethanol auf Basis von Raps und Getreide sehr gering, sodass auch die Preisobergrenzen für die entsprechenden Biomassen gering ausfallen. Zum Beispiel kann die Bioethanolproduktion unter sonst gleichen Bedingungen ab etwa 60 \$/Barrel mehr als 100 €/t Getreide bezahlen.

Da bei Pflanzenöl-BHKW (10 kW Raps) die Haupterlöse aus der fixen Vergütung des Stromes nach dem EEG erfolgt, bleibt die Preisobergrenze konstant bei knapp 300 €/t Raps, wenn man von höheren Wärmepreisen absieht. Die Herstellung von Biodiesel erreicht diesen Wert schon ab einem Rohölpreis von 10 €/t (Biodiesel) bzw. (HVO). Liegen die Rohölpreise noch höher, können Rapspreise von über 800 €/t bezahlt werden (s. Abbildung 71).

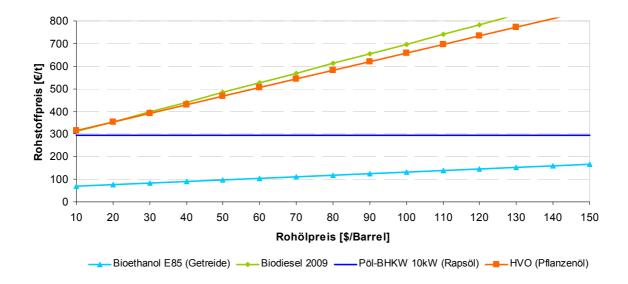


Abbildung 71: Preisobergrenze für Körner und Saaten in Abhängigkeit der Rohölpreise

Ganzpflanzen wie Maissilage oder Holz aus KUP können sehr vielseitig eingesetzt werden, sodass nicht nur Konversionstechnologien aus dem Kraftstoffmarkt und Strommarkt sondern auch aus dem Wärmemarkt diese Agrarprodukte nachfragen können. In Abbildung 72 sind die Preisobergrenzen von Biogasanlagen (150 kW und 500 kW) dargestellt, die etwa zwischen 20 − 40 €/t Maissilage liegen. Bei dem exemplarisch dargestellten Biomasse-Heizkraftwerk (5 MW ORC) liegt die Preisobergrenze für Holz aus KUP mit rund 50 €/t etwas darüber. Je nach Rohölpreis können allerdings von Pelletfeuerungen (Wärme 50 kW) oder Biokraftstoffen (Bio-SNG und BtL) teilweise deutlich höhere Holzpreise bezahlt werden.

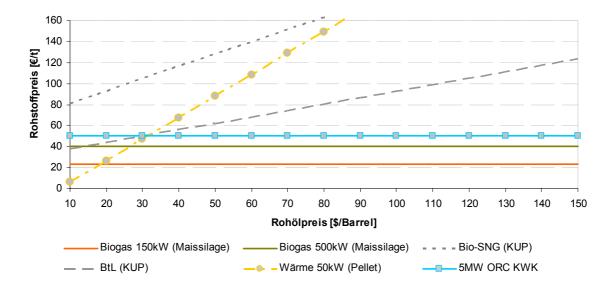


Abbildung 72: Preisobergrenze für Ganzpflanzen in Abhängigkeit der Rohölpreise

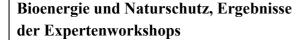
7.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Preisobergrenze gibt einen ersten Hinweis, welche Zahlungsfähigkeit für Biomasse verschiedene Nutzungsoptionen bei auftretenden Konkurrenzen besitzen und wie sie folglich reagieren. Daraus können für die drei Bioenergiemärkte folgende Schlüsse gezogen werden:

- Der Wärmemarkt wird unter sonst gleichen Bedingungen bei zunehmender Konkurrenz kaum beeinflusst, da auch bei niedrigen Rohölpreisen in der Regel hohe Preisobergrenzen realisiert werden.
- Sofern sich die Agrarpreise auf einem relativ niedrigen Niveau stabilisieren, bleiben die Rahmenbedingungen bei der Stromerzeugung konstant.
- Die Einflüsse im Kraftstoffbereich sind vielseitig und reichen von den Agrarpreisen über die Ölpreise bis hin zur Steuerpolitik. Außerdem besteht die Option durch die Kraftstoffe der zweiten Generation auf neue Märkte auszuweichen, sodass eine qualitative Steuerung die Gefahr birgt, Kraftstoffziele zu verfehlen.

Neben den Preisobergrenzen für Biomasse entscheiden weitere Faktoren über das Auftreten und das Ausmaß von Konkurrenzen. In Bezug auf die Flächenkonkurrenz kann mittels einer flächenbezogenen Preisobergrenze die Konkurrenzfähigkeit der verschiedenen Nutzungspfade abgeschätzt werden. Dazu werden in einem der nächsten Schritte die Kostenstrukturen der Biomassebereitstellung und –konversion exemplarisch ausgewählter Nutzungspfade ermittelt, woraus anschließend eine theoretische Preisobergrenze für die Pacht abgeleitet werden kann. Einen wesentlichen Einfluss auf Biomassekonkurrenzen besitzen darüber hinaus einzelne Akteure wie z. B. Landwirte, Energie- und Mineralölkonzerne, die unterschiedliche Gewinnerwartungen bezüglich der Bioenergie haben.

TEILBERICHT 2





8 RÄUMLICHE DIMENSIONEN DER BIOMASSEPRODUKTION

Herkömmliche Landwirtschaft ist in Europa, aber auch in vielen anderen Agrarregionen der Welt, seit langen von erheblichen öffentlichen Zuschüssen abhängig. Hieraus erwächst ein Mitbestimmungsrecht der Gesellschaft an Art, Umfang und Zielrichtung der Landwirtschaft. Zwar sind Betriebsbesitzer bereits wegen der allgemeinen Sozialbindung des Eigentums im Prinzip dazu verpflichtet, alle Entscheidungen im besonderen Maße hinsichtlich ihre Umweltbelastungen bzw. Naturverträglichkeit zu prüfen und dementsprechend anzupassen. Es ist allerdings die Aufgabe der Gesellschaft, die entsprechenden Bewertungsmaßstäbe zu entwickeln und die Rahmenbedingungen der Landwirtschaftlichen Produktion so zu gestalten, dass mit den unternehmerischen Maßnahmen und Zielen der Betriebe auch die Ziele der Gesellschaft erreicht werden können. Dafür ist zum einen ein verbindliches Regelwerk unerlässlich, aber auch die Konstruktion von ökonomischen Anreizsystemen, nach denen landwirtschaftliche Nutzung gelenkt werden kann /317/.

Bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts bestand die vorrangige Aufgabe des Landwirtes in der Produktion von Nahrungsmitteln. Etwa seit Beginn der 90er Jahre stellt die Gesellschaft zunehmend drei weitere Funktionen der Landwirtschaft in den Vordergrund:

- Sicherung der Produktion von gesunden und qualitativ besonders hochwertigen Lebensmitteln,
- Erhalt vielfältiger Kulturlandschaften, die als Lebens- und Erholungsräume geschätzt werden,
- Reduzierung der Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft /317/.

Durch die politischen Ziele der EU und der Bundesrepublik im Bereich der Erneuerbaren Energien, sind der Landwirtschaft noch zwei weitere Funktionen zuteil geworden. Zum einen die der Produktion von nachwachsenden Rohstoffen und zum anderen die der Erzeugung erneuerbarer Energie.

Im Bereich der Rohstofferzeugung für die Energiegewinnung darf auch die Forstwirtschaft nicht außer Acht gelassen werden, da ihr zukünftig eine große Rolle als Rohstofflieferant für die Biokraftstoffproduktion im BtL-Pfad zukommen könnte. Als Lieferant für Holz zur Wärmeerzeugung spielt der Wald seit der Beherrschung des Feuers eine wichtige Rolle, die im Zuge der Nutzung moderner Heizungstechniken an Bedeutung verlor, nun aber aufgrund der wachsenden Preise für fossile Brennstoffe und der damit verbundenen Zunahme von Holzfeuerungsanlagen wieder verstärkt an Bedeutung gewinnt.

Da die Rohstoffe für die Erzeugung erneuerbarer Energien in sehr viel geringerer räumlicher Dichte als Kohle, Gas und Erdöl vorliegen, sind die räumlichen Auswirkungen dieser regenerativen Energiegewinnung, vor allem auf Grund des Flächenbedarfes zum Anbau von Biomasse, um ein Vielfaches größer als die der Nutzung fossiler Energieträger /365/. So hat sich zwischen 2004 und 2006 die Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe (Industrie- und Energiepflanzen) von rund 1 Mio. auf rund 1,6 Mio. ha erhöht und verdoppelte sich bis 2007 auf 2 Mio. ha. Dabei stieg in den letzten Zehn Jahren der Energiepflanzenanbau aufgrund der verstärkten Förderung der erneuerbaren Energieträger um das Vierfache an und nahm im Jahr 2007 eine Fläche von rund 1,8 Mio. ha und damit mehr als 14 % der gesamten Ackerfläche ein /277/. Der SRU geht davon aus, dass bis zum Jahre 2030 eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Flächen zum Anbau von Biomasse auf 3 bis 4 Mio. ha möglich ist, was rund einem Drittel der im Jahr 2007 ackerbaulich genutzten Fläche entspricht /330/.

Die zunehmende Nachfrage der Biodieselerzeuger hat vor allem zu einer starken Ausdehnung der Rapsanbauflächen in Deutschland geführt. Im Jahr 2006 wurde Raps auf insgesamt 1,43 Mio. ha oder knapp 12 % aller Ackerflächen angebaut. Auf mehr als zwei Dritteln der Rapsflächen, rund 900.000 ha, wurde Raps für die Biodieselproduktion erzeugt. Weitere 100.000 ha wurden für andere industrielle Verwendungszwecke, etwa technische Öle und Fette genutzt. Die restlichen Flächen dienten der Erzeugung von Raps für die Nahrungs- und Futtermittelindustrie /250/. Im Jahr 2007 wurde der Rapsanbau um etwa 7 % gegenüber dem Vorjahr ausgeweitet und stand damit auf einer Fläche von gut 1,53 Mio. ha. In diesem Jahr hat sich die Anbaufläche gegenüber dem Vorjahr dagegen um 130 000 ha (– 8,5%) auf 1,41 Mio. ha verringert. Dafür dürften unter anderem die schwierigen Aussaatbedingungen im feuchten Spätsommer/Herbst 2007 eine Rolle gespielt haben /343/.

Das BMELV sieht dabei aus Umwelt- und Fruchtfolgegründen die Anbaufläche für Raps auf 1, 5 Mio. ha begrenzt, mit deren Erträgen 3,8 % des Dieselkraftstoffs ersetzt werden könnten /252/.

Da bei der Erzeugung von Biogas besonders Mais auf Grund hoher Methanerträge pro ha als Rohstoff verwendet wird, hat in den letzten Jahren ebenfalls die Anbaufläche von Silomais stark zugenommen /274/. In den Jahren von 1995 bis 2003 lag die Silomaisanbaufläche jeweils relativ konstant zwischen 1,1 und 1,2 Mio. ha. /347/. Danach ist die Anbaufläche bis zum Jahr 2006 auf 1,34 Mio. ha gestiegen und lag damit gegenüber dem sechsjährigen Durchschnitt von 1999 bis 2004 um 14 % höher/346/. Dies dürfte auf die zunehmende Anzahl von Biogasanlagen durch das 2004 in Kraft getretene novellierte EEG mit der festen Einspeisevergütung für 20 Jahre und der damit verbundenen Bonusregelung für nachwachsende Rohstoffe (NawaRo-Bonus) zurückgeführt werden.

2007 war noch einmal eine Steigerung der Anbaufläche um 0,14 Mio. ha auf insgesamt 1,48 Mio. ha zu verzeichnen /344/. Im April 2008 haben sich die Aussaatflächen für Silomais gegenüber dem Vorjahr auf 1,56 Mio. ha weiter erhöht /343/. Im Betrachtungszeitraum von 2003 bis 2008 hat die Silomaisfläche damit insgesamt um 0,39 Mio. ha zugenommen und lag dadurch 33 % höher als 2003 /346/.

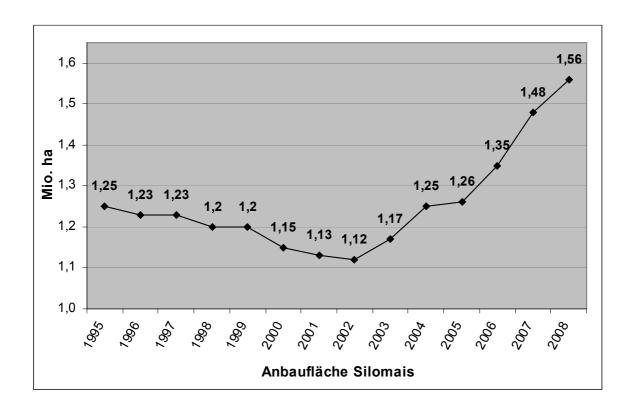


Abbildung 73: Anbaufläche von Silomais im Zeitraum 1995-2008

In Rheinland-Pfalz wurde hierzu in einer Untersuchung der Universität Trier ein klarer Zusammenhang zwischen einer zunehmenden Biogaserzeugung und einem vermehrten Silomaisanbau festgestellt. Insbesondere auf Betriebs- und Gemeindeebene zeigte sich, dass sich der Silomaisanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche verdoppeln bis vervierfachen und in Gemeinden mit Biogasanlagen zur dominierenden Kultur der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden kann /300/.

Eine weitere Untersuchung hierzu findet sich im Projekt Sunreg II, in dem der Umwelt- und raumverträgliche Ausbau der energetischen Biomassenutzung für drei Landkreise in Niedersachsen betrachtet wird.

Hier zeigte sich bei der Auswertung der Anbaudaten, dass es seit 2004 in den drei Landkreisen Soltau-Fallingbostel, Emsland und Hildesheim zu einer Verschiebung der Fruchtartenanteile gekommen ist und der Silomais jeweils die hauptsächlich genutzte Energiepflanze zur Produktion von Biogas darstellt. Allerdings ruft der Mais im Vergleich zum bisherigen Ackerbau regional sehr unterschiedliche Wirkungen hervor indem er bspw. in einer Region zur Verengung und in einer anderen Region zur Erweiterung der Fruchtfolge beiträgt.

Um die politisch vorgegebenen Ziele zur Nutzung nachwachsender Energieträger (siehe Kapitel 2) zu erreichen, werden in den kommenden Jahren weiterhin erhebliche Mengen landwirtschaftlicher Fläche von der Lebens- und Futtermittelproduktion auf die Energieproduktion

umgestellt werden müssen. Die räumlichen Dimensionen dieser Entwicklung werden bei der Abschätzung des zukünftigen Flächenbedarfs deutlich. Als verfügbare landwirtschaftliche Fläche für den Anbau energetisch nutzbarer Biomasse werden für Deutschland 2,5 bis 4,3 Mio. ha angegeben /277/. Zieht man hiervon die im Jahre 2007 bereits durch Energiepflanzen belegte Fläche von 1,77 Mio. ha ab, so verbleiben zukünftig nur noch 0,73 – 2,53 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche, die für die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen genutzt werden könnte. Hierbei darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Standortwahl für zusätzliche Anbauflächen mit den Anforderungen des Natur- und Landschaftsschutzes und den Anforderungen anderer Raumnutzungen abgewogen werden muss. So sind z. B. für den Biotopverbund gemäß § 3 Bundesnaturschutzgesetz, nach dem 10% der Landesfläche für die Schaffung eines Biotopverbundes bereitgestellt werden sollen bzw. für die Entwicklung des europäischen Schutzgebietsnetzes NATURA 2000, zusätzliche Naturschutzflächen erforderlich. Dabei werden die Flächenanforderungen des Naturschutzes auf je 7 % der Ackerfläche und 7 % der Grünlandfläche beziffert. Zudem sind auf ca. 5 % der Ackerstandorte Erosionsschutzmaßnahmen nötig, die eine Bewirtschaftung mit annuellen Kulturen ausschließen /299/.

Zudem nannte die Bundesregierung in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie von 2001 das Ziel, den Anteil des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche bis 2010 auf 20 % zu steigern /259/. Da in Deutschland Ende des Jahres 2006 17.557 landwirtschaftliche Betriebe auf etwa 4,7 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ökologisch nach den Bestimmungen der Öko-Verordnung wirtschafteten /252/, sind hier zur Erreichung des Ziels zukünftig weitere Einschränkungen des Biomassepotenzials zu erwarten. Zwar werden auch im ökologischen Landbau nachwachsende Rohstoffe erzeugt, doch ist hierbei durch die extensiveren Wirtschaftsweisen für die gleiche Produktionsmenge ein 30% höherer Bedarf an Fläche notwendig /244/. Allein schon bei der Betrachtung der Ziele zur stofflichen und energetischen Nutzung der nachwachsenden Rohstoffe, der Ziele zur Ökologisierung der Landwirtschaft und der Ziele des Natur- und Landschaftsschutzes wird deutlich, dass ihr Erreichen zu einem verstärkten Flächendruck führen wird (s. Kapitel 6.2.1). Durch die neuen Verwertungsmöglichkeiten energetisch nutzbarer Biomasse haben sich einerseits für den ländlichen Raum neue Perspektiven und Einkommensalternativen zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion ergeben. Andererseits konkurriert der Anbau von Energiepflanzen bereits heute mit der Produktion von Futter- und Nahrungsmitteln, mit dem Anbau von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Verwertung, aber auch mit weiteren raumwirksamen Nutzungen wie beispielsweise Trinkwassergewinnung, Hochwasserschutz, Tourismus, Naturschutz oder Jagd um die nur begrenzt zur Verfügung stehende Anbaufläche und um die natürlichen Ressourcen /245//322/. Aber auch innerhalb der Raumnutzung Landwirtschaft konkurrieren die Futter- und Nahrungsmittelproduktion und die Biomasseproduktion um knapper werdende Ackerflächen. Dies zeichne sich laut Landwirtschaftskammer Niedersachsen vor allem im Umfeld von Biogasanlagen ab und sorgen dort für einen Anstieg des Pachtpreisniveaus /304/. In Regionen mit hoher Dichte von Tierhaltungsbetrieben werde durch die Ausbringung der Biogasgülle zudem eine Konkurrenz um Flächen zur Ausbringung der Gülle erwartet /304/.

Über die zunehmende Inanspruchnahme der Flächen hinaus ist die verstärkte energetische Biomassenutzung an eine Umstrukturierung der landwirtschaftlichen Produktion gekoppelt, die neue, bislang weitgehend unerforschte naturraum-, regions- und akteursspezifische Wechselwirkungen hervorruft und sich nahezu auf alle anderen Raumnutzungen auswirkt /322/. Ein Beispiel für diese Wechselwirkungen ist in Abbildung 74 dargestellt. Hier sind der Landkreis Hildesheim mit den Raumnutzungen Hochwasserschutz und Wasserversorgung mit ihren jeweiligen Wirkbereichen sowie die Biogasproduktion mit ihren jeweiligen Einzugsbereichen dargestellt. Sie verdeutlicht besonders im westlichen Bereich die Überlagerung von potenziellen Einzugsbereichen der Biogasanlagen mit den Raumnutzungen Hochwasserschutz und Wasserversorgung.

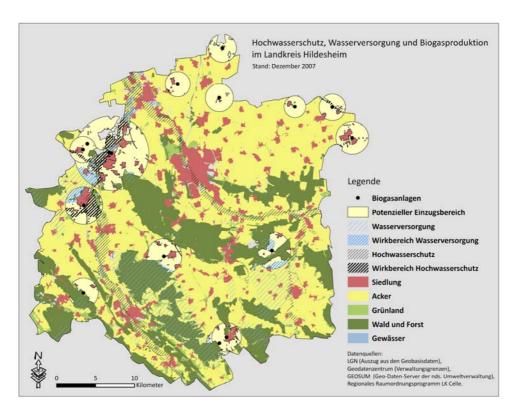


Abbildung 74: Biogasanlagen mit potenziellen Produktionsflächen im Landkreis Hildesheim /247/

Die bisher skizzierten Problemstellungen verdeutlichen bereits, dass, um den Einsatz von Biomasse zur Energiegewinnung im Sinne des Naturschutzes und einer nachhaltigen Raumentwicklung langfristig zu gestalten und vorhandene Potenziale zu optimieren, die Frage nach der Steuerung dieses dynamischen Prozesses gestellt werden muss. Dabei müssen - entsprechend den Zielen dieses Vorhabens - übergeordnete bundesweit relevante Ziele, Vorgaben und Regelungen zu den Bereichen Erneuerbare Energien aus Biomasse, Naturschutz, Wassernutzung etc. (z.B. gesetzliche Vorgaben, Nachhaltigkeitsverordnung, Gute fachliche Praxis, EU-Vorgaben wie Cross Compliance, Agrarumweltprogramme, WRRL), die in Wechselwirkung sowohl mit der Produktion und Nutzung landwirtschaftlicher als auch forstwirtschaftlicher Produkte stehen, sowie raumplanerische Steuerungsmöglichkeiten in den Fokus genommen werden.

9 BIOENERGIE UND NATURSCHUTZ

9.1 Natur- und umweltschutzfachlich relevante Regelungen und Instrumente im Biomasseanbau

Bei den Nutzungskonkurrenzen, die sich durch die Flächenansprüche der verschiedenen Raumnutzer ergeben, spielen nicht nur ökonomische Anreize wie Steuerentlastungen, Prämienzahlungen oder raumplanerische Instrumente wie Schutzgebietsausweisungen, Landschaftspläne oder Agrarstrukturelle Entwicklungsplanungen für die gezielte Förderung gewünschter Kulturen eine Rolle, sondern auch die ortsunabhängige "umsetzungsorientierte" Steuerung. Diese greift durch produktionsbezogene Ver- und Gebote bestehender naturschutzfachlicher Regelungen und Instrumente wie z. B. der Eingriffsregelung oder dem Bundesnaturschutzgesetz durch.

Dabei gibt es in ihrer Anwendung bisher keine Unterschiede zwischen der landwirtschaftlichen Erzeugung für die Bioenergienutzung oder der Nahrungs- und Futtermittelproduktion bzw. der Energieholzproduktion im Wald, wodurch alle gesetzlichen Regelungen mit Bezug zur Land- und Forstwirtschaft auch die Bioenergieproduktion betreffen. Im Folgenden werden daher zunächst naturschutzfachliche, aber auch förderechtliche Regelungen und Instrumente auf der EU- und Bundesebene mit Einfluss auf die Wirtschaftsweisen der Land- und Forstwirtschaft, vorgestellt. Daneben finden auch Gesetze und Richtlinien Berücksichtigung, deren Ziele und Vorgaben die Nahrungs- und Futtermittelproduktion und den Biomasseanbau betreffen, ohne dabei eine direkte steuernde Wirkung auf die Landwirtschaft auszuüben.

9.1.1 Regelungen im Bereich der Landwirtschaft

Cross Compliance

Bei der Cross Compliance, die im deutschsprachigen Raum auch als "Einhaltung anderweitige Verpflichtungen" bezeichnet wird, handelt es sich um ein ordnungsrechtliches Element der Bewirtschaftungsstandards, die seit 2005 im Rahmen der Direktzahlungen der EU-Agrarförderung einzuhaltenden sind. Die Cross-Compliance-Regelungen in den Bereichen Umwelt, Lebensmittelsicherheit, Tier-/Pflanzengesundheit und Tierschutz umfassen 19 Einzelvorschriften einschlägiger EU Regelungen gemäß Anhang III der EG-Verordnung Nr. 1782/2003, sowie Regelungen zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in gutem landwirtschaftlichem und ökologischem Zustand gemäß Anhang IV dieser Verordnung /254/.

Für den Energiepflanzenanbau sind besonders die Vorschriften in den Bereichen Nitrat, Klärschlamm und Grundwasserschutz, sowie Pflanzenschutz relevant. Dabei wird die Einhaltung der betroffenen fachrechtlichen Standards durch systematische Kontrollen und durch Prämienkürzungen forciert, die nicht nur von der Schwere eines Verstoßes, sondern auch von der Höhe der Direktzahlungen abhängen /279/.

Im Folgenden sind die für den Energiepflanzenanbau besonders relevanten Regelungen im Rahmen von Cross Compliance kurz erläutert:

Die Richtlinie 86/278/EWG des Rates über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (Klärschlammrichtlinie) ist in Deutschland in der Klärschlammverordnung umgesetzt, die die Anwendung von Klärschlämmen, Klärschlammkomposten und Klärschlammgemischen auf landwirtschaftlichen Flächen regelt. Sie setzt Obergrenzen für Schadstoffe im Boden und im Klärschlamm sowie für die aufbringbare Menge und enthält zudem Aufbringungsverbote.

Die Richtlinie 91/676/EWG des Rates zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (Nitratrichtlinie) ist in der Düngeverordnung (siehe unten) in deutsches Recht umgesetzt. Düngemittel müssen grundsätzlich so ausgebracht werden, dass Einträge von Nitrat in Gewässer durch Auswaschung oder oberflächlichen Abtrag so weit wie möglich vermieden werden. Deshalb sind Düngemittel so anzuwenden, dass die in ihnen enthaltenen Nährstoffe von den Pflanzen weitestgehend für ihr Wachstum ausgenutzt werden können.

Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (Grundwasserschutzrichtlinie). Die EG-Grundwasserschutzrichtlinie verbietet beziehungsweise begrenzt direkte und indirekte Ableitungen bestimmter gefährlicher Stoffe ins Grundwasser. Von den von der Richtlinie erfassten Stoffen werden in landwirtschaftlichen Betrieben in der Regel Mineralölprodukte und bestimmte chemische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe eingesetzt. Der Landwirt hat diese Stoffe so zu handhaben, dass Ableitungen ins Grundwasser nicht stattfinden. Die Gefahr der Ableitungen besteht insbesondere bei nicht sachgerechter Lagerung dieser Betriebsmittel und bei der nicht ordnungsgemäßen Beseitigung zum Beispiel von Resten.

Die Richtlinie 91/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzrichtlinie) ist in Deutschland durch das Pflanzenschutzgesetz, die Pflanzenschutzmittelverordnung, die Pflanzenschutzsachkundeverordnung, die Pflanzenschutzanwendungsverordnung und die Bienenschutzverordnung umgesetzt. Sie regeln das Inverkehrbringen und die sachgerechte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.

Die Richtlinie 79/409/EWG über die Erhaltung der wild lebenden Vogelarten (Vogelschutzrichtlinie) hat die Erhaltung aller europäischen wild lebenden Vogelarten zum Ziel. Sie ist sowohl innerhalb als auch außerhalb von Vogelschutzgebieten zu beachten und beinhaltet beispielsweise das Beseitigungsverbot bestimmter Landschaftselemente.

Die Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen (FFH-Richtlinie) verpflichtet die Mitgliedsstaaten die in FFH-Gebieten geschützten Lebensraumtypen und Arten in einem guten Erhaltungsstand zu bewahren und vor negativen Einflüssen zu schützen. Für den Landwirt ergeben sich insbesondere dann konkrete Bewirtschaftungsvorgaben, wenn diese von den Ländern in den Schutzgebietsverordnungen und Einzelanordnungen benannt wurden /254/.

Die unter Cross Compliance in der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (EG Nr. 17/2003) geregelte Verpflichtung zur Erhaltung der Flächen in gutem landwirtschaftlichem und ökologischem Zustand schreibt Maßnahmen in den Bereichen Erosionsvermeidung, Erhaltung der organischen Substanz im Boden und in der Bodenstruktur, die Instandhaltung aus der Erzeugung genommener Flächen und Landschaftselemente vor. Die Verpflichtung zur Erhaltung des Dauergrünlands entsprechend dieser Verordnung ist in Deutschland mit Hilfe eines mehrstufigen Verfahrens mit regionaler Bezugsebene (einzelnen Regionen = Bundesländer, teilweise auch zusammengeschlossen) umgesetzt. Der Umbruch von Dauergrünland ist solange genehmigungsfrei möglich und wird lediglich als Nutzungsänderung im Agrarförderantrag vermerkt, bis sich der regional aktuell ermittelte Dauergrünlandanteil gegenüber dem Basiswert um 5 % oder mehr verringert. Ab 5 % Verringerung ist das Land verpflichtet, eine Verordnung zu erlassen, nach der der Umbruch von Dauergrünland einer vorherigen Genehmigung bedarf. Hat sich der jeweils aktuell ermittelte Dauergrünlandanteil gegenüber dem Basiswert um mehr als 8 % verringert, kann oder um mehr als 10 % verringert, muss die Region Direktzahlungsempfänger, die in den vorhergehenden 24 Monaten Dauergrünland umgebrochen haben oder Ackerflächen bewirtschaften, die im genannten Zeitraum aus dem Umbruch von Dauergrünland entstanden sind, verpflichten, diese Flächen wieder einzusäen oder auf anderen Flächen Dauergrünland neu anzulegen. Zudem ist laut BNatSchG § 5 Abs. 4 auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand sowie auf Moorstandorten ein Grünlandumbruch unzulässig /253/. Über die Cross Compliance hinaus gilt der gesetzliche Biotopschutz, der auf der Rahmenvorgabe des § 40 Absatz 2 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) (siehe unten) beruht. Maßnahmen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen Beeinträchtigung eines der landesrechtlich geschützten Biotope führen, sind entsprechend der Rahmenvorgabe bis auf landesrechtliche Ausnahme- bzw. Befreiungsvorschriften unzulässig /279/.

Die Gute fachliche Praxis

Die Gute fachliche Praxis der pflanzlichen Erzeugung setzt sich aus den Rechtsbereichen Düngemittelrecht, Pflanzenschutzrecht, Cross-Compliance-Vorgaben zur Instandhaltung von Flächen, Bodenschutzrecht, Naturschutzrecht und Gentechnikrecht zusammen. Sie richtet sich an alle im Agrarraum tätigen landwirtschaftlichen Akteure und definiert verbindliche Mindeststandards. Gemäß dem Beschluss der Agrarministerkonferenz 2007 muss sie "auch künftig ein einheitliches Regelwerk sowohl für die Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln als auch für den Anbau nachwachsender Rohstoffe sein". § 5 Abs. 4 des BNatSchG legt fest, dass die Landwirtschaft neben den sich aus § 17 Abs. 2 des Bundesbodenschutzgesetzes ergebenden Anforderungen die Grundsätze der Guten fachlichen Praxis zu beachten hat /297/.

Die Gute fachliche Praxis im Naturschutzrecht

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) - Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 25. März 2002, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. April 2008

Im Bundesnaturschutzgesetz von 2002 ist die Erhaltung von Natur und Landschaft für die künftigen Generationen ein wichtiges Ziel. Dazu zählt auch die Sicherung der langfristigen ökologischen Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts. Im Rahmen der Novellierung des BNatSchG vom 21. September 1998 wurde der Begriff der "Guten fachlichen Praxis" (GfP) erstmals im Bereich des Naturschutzrechtes relevant und ist ein wichtiges Instrument zur Integration des BNatSchG in alle Landnutzungsbereiche. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde im Naturschutzgesetz der Begriff der "ordnungsgemäßen Landwirtschaft" verwandt. Bei beiden Begriffen handelt es sich um sog. "unbestimmte Rechtsbegriffe, die einer Konkretisierung bedürfen, um umsetzungsrelevant zu werden. Bis zur letzten Novellierung des Gesetzes lag eine Konkretisierung des Begriffes der "Guten fachlichen Praxis" lediglich in landwirtschaftlichen Fachgesetzen (z. B. Düngemittelgesetz, Pflanzenschutzgesetz) und deren Verordnungen vor. Im Zuge dieser Novellierung wurde in § 5 Abs. 4 erstmals der Versuch unternommen, für den Naturschutz eine Operationalisierung der GfP durch rechtlich verbindliche Kriterien zu schaffen /317/. Danach hat die Landwirtschaft neben den Anforderungen, die sich aus den für die Landwirtschaft geltenden Vorschriften und § 17 Abs. 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes ergeben, insbesondere die folgenden Grundsätze der Guten fachlichen Praxis zu beachten:

- Bei der landwirtschaftlichen Nutzung muss die Bewirtschaftung standortangepasst erfolgen und die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Flächen gewährleistet werden.
- Vermeidbare Beeinträchtigungen von vorhandenen Biotopen sind zu unterlassen.
- Die zur Vernetzung von Biotopen erforderlichen Landschaftselemente sind zu erhalten und nach Möglichkeit zu vermehren.
- Die Tierhaltung hat in einem ausgewogenen Verhältnis zum Pflanzenbau zu stehen und schädliche Umweltauswirkungen sind zu vermeiden.
- Auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand sowie auf Moorstandorten ist ein Grünlandumbruch zu unterlassen.
- Die natürliche Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) darf nicht über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus beeinträchtigt werden.
- Eine schlagspezifische Dokumentation über den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ist nach Maßgabe des landwirtschaftlichen Fachrechts zu führen.

Düngemittelgesetz (DüngMG) - vom 15. November 1977, zuletzt geändert 9. Dezember 2006

Mit dem Düngemittelgesetz werden vor allem die Zulassung von Düngemitteltypen sowie die Anwendung von Düngemitteln geregelt. Eine Voraussetzung für die Zulassung von neuen Düngemitteln ist, dass sie keine schädlichen Auswirkungen auf den Naturhaushalt haben. §1 im DüngMG regelt, dass Düngemittel und andere Stoffe (Bodenhilfsstoffe, Pflanzenhilfsstoffe, Kultursubstrate) gemäß §1 Nr. 2-5 DüngMG nur nach Guter fachlicher Praxis angewendet werden dürfen. Das Gesetzt formuliert in §1 Abs. 1 zwar ein entsprechendes Ziel - Versorgung der Pflanzen mit notwendigen Nährstoffen, Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit - und legt den Rahmen für die Ausgestaltung der GfP fest (§ 1a Abs. 2), überlässt die Konkretisierung der GfP aber der Düngeverordnung /317/.

Düngerverordnung (DüV) - Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der Guten fachlichen Praxis beim Düngen vom 16. Januar 1996 bzw. der Neufassung vom 27. Januar 2007

Die Düngeverordnung regelt die Gute fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, und das Vermindern von stofflichen Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und auf anderen Flächen, soweit diese Verordnung dies ausdrücklich bestimmt. Ziel ist es dabei, durch einen schonenden Einsatz von Düngemitteln und eine Verminderung von Nährstoffverlusten langfristig die Nährstoffeinträge in die Gewässer und andere Ökosysteme zu verringern. Mit der Düngeverordnung wurde in Deutschland die Nitratrichtline (siehe oben) umgesetzt /317/.

Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) - Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen vom 14. Mai 1998, zuletzt geändert 5. März 2008

Durch das Pflanzenschutzgesetz wird die oben erwähnte Richtlinie über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln auf diesem Gebiet in nationales Recht ungesetzt. Es regelt die Anwendung von und den Verkehr mit Pflanzenschutzmitteln und deren Überwachung. Ergänzt wird das PflSchG durch die Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung von 1992 und durch so genannte "Grundsätze für die Durchführung der Guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz, die zuletzt in ihrer aktuellen Fassung im Bundesanzeiger Nr. 58a vom 24. März 2005 bekannt gegeben wurden. Ziel dieser Grundsätze ist es, den Begriff GfP im Pflanzenschutz näher zu definieren, und dies vor allem "um sachgerechtes Handeln von nicht sachgerechtem Handeln" unterscheiden zu können /254/.

Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998, zuletzt geändert 15. Dezember 2004 Hauptziel des BBodSchG ist die nachhaltige Sicherung aller Funktionen des Bodens (Nutzungsfunktionen und natürliche Funktionen) sowie die Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen. Andere Schutzgüter werden nur indirekt berücksichtigt. Dementsprechend sind auch die Belange des Arten- und Biotopschutzes nur von untergeordneter Bedeutung /316/. § 17 Abs. 2 BBodSchG formuliert Grundsätze einer Guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Diese werden als nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens definiert und im Wege einer nicht abschließenden Aufzählung weiter konkretisiert. Insgesamt ist das Bodenschutzrecht in Deutschland in einer Reihe von Spezialgesetzen geregelt. Dazu zählen das bundes- und landesrechtliche Wasserrecht, Waldund Forstrecht, Raumordnungs-, Bau- und Naturschutzrecht. Greift keines dieser Spezialgesetze ein, findet laut Artikel 3 subsidiär das BBodSchG Anwendung /335/.

<u>Agrarumweltmaßnahmen</u>

Landwirte, die sich freiwillig für einen Zeitraum von mindestens 5 Jahren für die Durchführung von Landschaftspflege bzw. umweltschonende Produktionsverfahren entscheiden, können seit 1992 mit Fördermitteln im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen (AUM) rechnen. Dabei müssen die Anforderungen an die Produktionsverfahren über die Anforderungen der GfP hinausgehen /307/.

Dabei zählen zu den AUM

- naturschutzgerechte Bewirtschaftungsmaßnahmen,
- die Extensivierung von Acker-, Grünland- und Dauerkulturflächen im Einklang mit den Belangen des Umweltschutzes,
- die Anwendung umweltschonender Bewirtschaftungsweisen sowie die
- Erhaltung gefährdeter Nutztierrassen.

Agrarumweltmaßnahmen sind in allen EU-Staaten seit Einführung der Direktzahlungen im Jahr 1992 obligatorischer Teil der Maßnahmen zur ländlichen Entwicklung (siehe EU- Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 "ELER- Verordnung") und werden insbesondere auch als wichtiges Instrument zur Umsetzung der FFH-Richtlinie gesehen. In Deutschland werden sie von den Bundesländern im Rahmen ihrer Entwicklungsprogramme zur Förderung des ländlichen Raums aufgelegt. Dabei Insgesamt können 51 Einzelprogramme identifiziert werden, deren Maßnahmen sich zwischen den Bundesländern beträchtlich voneinander unterscheiden /309/. Dabei sollen durch Boden schonende Verfahren, extensive Landbewirtschaftung und den Verzicht auf synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel folgende Ziele angestrebt werden:

- Erhöhung der Artenvielfalt
- Reduzierung der Gefahr von N\u00e4hrstoff- und Schadstoffaustr\u00e4gen mit dem

- Bodensickerwasser
- Reduzierung der partikelgebundenen N\u00e4hrstoff- und Schadstoffaustr\u00e4ge
- Minderung der Bodenerosion
- Verminderung von klimarelevanten Schadstoffemissionen /307/.

Im Jahr 2007 begann eine neue, siebenjährige Förderperiode. Die aktuelle Ausgestaltung resultiert aus der Evaluierung der vergangenen Förderperiode, aus den Vorgaben des Rahmenplans der Gemeinschaftsaufgabe zur "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK), Ansprüchen des Naturschutzes sowie den vorhandenen Finanzmitteln und berücksichtigt die Interessen der Wirtschafts- und Sozialpartner /308/.

Weitere Regelungen mit Bedeutung für die Landwirtschaft

Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) - Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

Mit der Wasserrahmenrichtlinie fiel der Startschuss für eine integrierte Gewässerschutzpolitik in Europa, die auch über Staats- und Ländergrenzen hinweg eine koordinierte Bewirtschaftung der Gewässer innerhalb der Flusseinzugsgebiete bewirken soll. Sie fordert eine konsequente Umsetzung einer gesamtschaulichen Betrachtung der Gewässer, vor allem aus ökologischer Sicht. Gleichzeitig verfolgt sie zudem aber auch spezifische Sichtweisen. Beide Aspekte zeigen sich insbesondere im

- konsequent flächenhaften, auf das Flusseinzugsgebiet bezogenen Ansatz,
- gewässertypenspezifischen Ansatz,
- kombinierten Ansatz der Betrachtung von Schadstoffen (Emission und Immission)
 und
- einzelstoff- bzw. gruppenparameterbezogenen Ansatz /257/.

Insgesamt werden 7 EG-Richtlinien, die auf einen sektoralen, nutzungsspezifischen Gewässerschutz abzielen, nach Übergangsfristen (7 bzw. 13 Jahre) aufgehoben. Durch die Richtlinie werden insbesondere neue Impulse für einen stärker ökologisch ausgerichteten ganzheitlichen Gewässerschutz erwartet. Die bereits im deutschen Wasserrecht verankerten Bewirtschaftungselemente und immissionsbezogenen Instrumente müssen dadurch verstärkt angewendet werden

Die Richtlinie schafft einen Ordnungsrahmen für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers. Die eigentlichen Um-

weltziele der Richtlinie wurden in Artikel 4 festgelegt, der zentralen Vorschrift der Richtlinie. Bei oberirdischen Gewässern gelten folgende Ziele:

- Guter ökologischer und chemischer Zustand in 15 Jahren
- Gutes ökologisches Potenzial und guter chemischer Zustand bei erheblich veränderten oder künstlichen Gewässern in 15 Jahren
- Verschlechterungsverbot

Beim Grundwasser sind folgende Ziele zu erreichen:

- Guter mengenmäßiger und chemischer Zustand in 15 Jahren
- Umkehr von signifikanten Belastungstrends
- Schadstoffeintrag verhindern oder begrenzen
- Verschlechterung des Grundwasserzustandes verhindern.

Im Hinblick auf den Grundwasserschutz hatte das Europäischen Parlament und der Rat spezielle Maßnahmen zur Verminderung und Begrenzung von Verschmutzungen zu erlassen. Im September 2003 hat die Europäische Kommission daher die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzungen (Grundwasserschutzrichtlinie) vorgelegt (siehe unter Cross Compliance) /258/.

Da die stoffliche Belastung der Gewässer überwiegend aus diffusen Quellen und vorrangig aus der Landwirtschaft kommen, ist zur Erreichung der oben genannten Ziele vor allem eine stärkere Reduzierung der Einträge von Nährstoffen und wassergefährdenden Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft erforderlich /317/.

Wasserhaushaltgesetz (WHG) - Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts von 1957 zuletzt novelliert im Juni 2002 und neu bekannt gemacht am 19. August 2002, zuletzt geändert am 10. Mai 2007

Das Wasserhaushaltsgesetz trifft als Rahmengesetz des Bundes grundlegende Bestimmungen über die Gewässerbewirtschaftung. Grundsätzlich schreibt das WHG vor, dass die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern sind. Die Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen Einzelner dienen und dass vermeidbare Beeinträchtigungen ihrer ökologischen Funktionen unterbleiben (Vorsorgeprinzip) und damit insgesamt eine nachhaltige Entwicklung gewährleistet wird (vgl. § 1a WHG). Mit der jüngsten Novelle wurde die Umsetzung der EU-WRRL ins Bundesrecht abgeschlossen und insbesondere folgende Neuerungen eingefügt:

• Der ganzheitliche, flussgebietsbezogene Ansatz bei der Gewässerbewirtschaftung;

- Die Bewirtschaftungsziele, d.h. der gute (ökologische, chemische und mengenmäßige) Zustand für alle Gewässer (Oberflächengewässer und Grundwasser), der bis Ende 2015 überall zu erreichen ist;
- Grundsätze zur Ermittlung und Bewertung der Gewässerqualität;
- Die Verpflichtung zur Erstellung von einzugsgebietsbezogenen Maßnahmenprogrammen und Bewirtschaftungsplänen.

Als weiteres wichtiges wasserwirtschaftliches Instrument sieht das WHG vor, im Interesse der Wasserversorgung vor allem die Festsetzung von Wasserschutzgebieten vor, in denen bestimmte Handlungen eingeschränkt oder verboten werden können (§ 19 WHG). Im Zuge der Umsetzung der EG-WRRL sind als zentrales Planungsinstrument am Einzugsgebiet orientierte umfassende Bewirtschaftungspläne (§ 36b WHG) und Maßnahmenprogramme (§ 36 WHG) zu erstellen /355/.

NEC- Richtlinie -Richtlinie 2001/81/EG vom 23.10.2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (National Emission Ceilings)

Die Richtlinie legt nationale Emissionshöchstmengen für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_X), Ammoniak (NH3) und flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan) fest, die nach dem Jahre 2010 nicht mehr überschritten werden dürfen. Ziel ist, es dabei, die Fläche zu halbieren, auf denen die kritischen Eintragsraten überschritten werden. Die NEC-Richtlinie erweitert die bisherigen Konzepte im Kampf um saubere Luft (Luftqualitätsrichtlinien und Richtlinien mit Anforderungen zur Emissionsbegrenzung bei stationären und mobilen Quellen sowie Produkten) um einen dritten Weg der Gesamtbegrenzung der nationalen Emissionsfrachten, wobei den Staaten die Wahl der Maßnahmen zur Einhaltung der NECs überlassen bleibt. In Deutschland müssen zur Zielerreichung die Ammoniak-Emissionen, an denen die Landwirtschaft mit ca. 90 % beteiligt ist, auf 550.000 t gesenkt werden, was eine Reduktion um 28 % im Vergleich zu 1990 bzw. 10 % im Vergleich zu 2004 bedeutet /240/.

Hierzu hat die Bundesregierung das "Programm zur Senkung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft" erarbeitet, das neben den geplanten oder bereits durchgeführten Vorschriften (TA-Luft, Düngeverordnung) weitere Maßnahmen vorsieht, die zur Minderung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft führen sollen. Beispielsweise sollten im Rahmen der weiteren Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) die Auswirkungen auf die Art und Intensität der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Betriebe und deren Ammoniakemissionen berücksichtigt werden /356/.

9.1.2 Regelungen im Bereich der Forstwirtschaft

Die Gute fachliche Praxis in der Forstwirtschaft

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)

Im Gegensatz zur Landwirtschaft legt das BNatSchG in § 5 Absatz 5 für die Forstwirtschaft bislang nur Ziele fest:

"Bei der forstlichen Nutzung des Waldes ist das Ziel zu verfolgen, naturnahe Wälder aufzubauen und diese ohne Kahlschläge nachhaltig zu bewirtschaften. Ein hinreichender Anteil standortheimischer Forstpflanzen ist einzuhalten."

Die Gute fachliche Praxis als Maßstab für die naturschutzgemäße forstliche Nutzung wird im BNatSchG nicht festgelegt. Angesichts der geplanten Novellierung des BWaldG beschäftigte sich das Freiburger Institut für Forstpolitik im Auftrag des BfN mit der Frage, welche Kriterien die GfP in der Forstwirtschaft beschreiben könnten. Auf der Grundlage aktueller Forschungsergebnisse sowie Literaturauswertungen wurde eine 17-Punkte-Liste, die als "Mindestschwelle naturschutzfachlicher Anforderungen an das Handeln der Forstwirtschaft" und als Grenze der Sozialpflichtigkeit des Eigentums nach Artikel 14 Absatz 2 GG betrachtet werden können /335/. Zu den bodenrelevanten und für den Anbau nachwachsender Rohstoffe relevanten Kriterien zählen u. a.:

- Befahren des Waldbodens: Die Befahrung der Waldböden sollte sich auf wiederauffindbare (bzw. dokumentierte) Erschließungslinien beschränken.
- Bodenbearbeitung, Walderschließung: Schonung des Waldbodens, Beschränkung der Bodenbearbeitung auf ein absolut notwendiges Maß.
- Düngung des Waldes: Forstliche Düngung orientiert sich am Prinzip der Standörtlichkeit. Keine Verwendung von stickstoffhaltigen Düngern. Ausnahmen (beispielsweise in Waldschadensgebieten) bedürfen einer Genehmigung.
- Kahlhiebverbot: auf allen Flächen größer als 0,5 ha, wenn infolge dieser Nutzung eine erhebliche Beeinträchtigung des Bodens und der Bodenfruchtbarkeit zu befürchten ist /367/.

Bundeswaldgesetz (BWaldG) - Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft vom 2. Mai 1975, zuletzt geändert am 8. November 2006

Das Bundeswaldgesetz ist insbesondere für den Zweck erlassen worden, den Wald wegen seines wirtschaftlichen Nutzens und wegen seiner Bedeutung für die Umwelt, insbesondere für die dauernde Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, das Klima, den Wasserhaushalt, die Reinhaltung der Luft, die Bodenfruchtbarkeit, das Landschaftsbild, die Agrar- und Infrastruktur und die Erholung der Bevölkerung (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehren und seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern, die Forstwirtschaft zu fördern und einen Ausgleich zwischen dem Interesse der Allgemeinheit und den Belangen der Waldbesitzer herbeizuführen.

Das Bundeswaldgesetz als Rahmengesetz sieht allerdings keine der Guten fachlichen Praxis entsprechenden Anforderungen vor. Im Rahmen der forstwirtschaftlichen Bodennutzung richtet sich die bodenschutzrechtliche Vorsorgepflicht nach dem BWaldG sowie den Forst- und Waldgesetzen der Länder. Nach § 11 BWaldG soll der Wald im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden. Diese weit gefasste Forderung haben die Länder in eine grundsätzliche Verpflichtung der Waldbesitzer zu einer entsprechenden, im Detail aber sehr divergierenden Waldbewirtschaftung umgesetzt. Daher soll, wie bereits im vorigen Punkt angekündigt, angesichts der geplanten Novellierung des BWaldG die Aufnahme von naturschutzfachlichen Mindestanforderungen diskutiert werden /335/.

9.2 Konkurrenzen und Synergien zwischen der Bioenergieerzeugung und dem Naturschutz

Um eine aktuelle Einschätzung der Konkurrenzen und Synergien zwischen der Bioenergieerzeugung und dem Naturschutz vorzunehmen, einen Positionsaustausch zu ermöglichen und mögliche Wege zur Minderung von Konkurrenzen durch übergeordnete Regelungen aufzuzeigen, wurde am 6. Mai 2008 ein Expertenworkshop u. a. mit Vertretern aus Naturschutzverbänden, Land- und Forstwirtschaftsverbänden sowie Wasserverbänden durchgeführt.

Der Workshop gliederte sich in drei Arbeitsblöcke mit aufeinander aufbauenden Zielstellungen: Im ersten Arbeitsblock wurden die Teilnehmer gefragt, wo sie schon länger bestehende oder durch die Biomasseproduktion und -nutzung neu entstandene sowie verstärkte Konkurrenzen und Synergien zwischen der Land- und Forstwirtschaft und den anderen Raumnutzern sehen. Danach richtete sich die Frage auf Konkurrenzen und Synergien, die in der Zukunft entstehen oder verstärkt werden können. Darauf aufbauend wurden im dritten Arbeitsblock Lösungsstrategien zur Minimierung der Konkurrenzen zusammengetragen und diskutiert. Die Ergebnisse des Workshops dienten als Basis für eigene, weitergehende Analysen. Sie sind soweit zu diesem Zeitpunkt bereits möglich - zusammen mit den Ergebnissen der eigenen Analysen in den Kapiteln 6.2.1, 6.2.2 und 6.2.3 dargestellt.

9.2.1 Neue und alte Konkurrenzen und Synergien

Ein erstes Teilziel des Workshops war die Gegenüberstellung von aktuellen Konkurrenzen und Synergien zwischen Land- und Forstwirtschaft und den anderen Raumnutzern. Dabei sollte differenziert werden, ob es sich um Konkurrenzen oder Synergien handelt,

- ⇒ die schon seit einigen Jahrzehnten bestehen,
- ⇒ die durch die Biomassenutzung verstärkt wurden,
- ⇒ die erst durch die Biomassenutzung entstanden sind.

In Tabelle 33 sind die Ergebnisse dieses ersten Abschnitts dargestellt. Dabei wurden die genannten Konkurrenzen und Synergien den Bereichen Landwirtschaft und Forstwirtschaft zugeordnet.

Schon länger bestehende Konkurrenzen

Landwirtschaft versus andere Raumnutzungen und Naturschutz

Ein übergeordnetes Ergebnis des Workshops ist die Aussage, dass die Konkurrenzen zwischen der Landwirtschaft und den anderen Raumnutzern nicht erst durch die Biomassenutzung aufgetreten sind, sondern schon seit einigen Jahrzehnten bestehen und einige dieser Konkurrenzen durch die heutige Form der Biomassenutzung lediglich verstärkt werden.

Die Entwicklung der Landwirtschaft ist in den letzten Jahrzehnten insbesondere durch eine Intensivierung der Bewirtschaftung und die Zunahme von Schlaggrößen sowie immer weiter eingeengte Fruchtfolgen gekennzeichnet gewesen. Dabei führte die Flurbereinigung zu einer Angleichung von Standortbedingungen und der Beseitigung vielfältiger Kleinstrukturen, sodass in der Konsequenz vielerorts homogene, ausgeräumte Landschaften ohne regionalen Eigenart entstanden sind, die nur noch eine reduzierte Arten- und Strukturvielfalt aufweisen /323/.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2007) führt die Landwirtschaft in Deutschland als einen der wichtigsten Verursacher der Beeinträchtigungen von Boden, Wasser, Arten und Biotopen durch Stickstoffüberschüsse und Phosphorbelastungen an und sieht einen dringenden Handlungsbedarf zur Reduktion dieser landwirtschaftlichen Umweltbelastungen /330/. Eine dieser Umweltbelastungen wurde 2004 deutlich, als an ungefähr einem sechstel aller bundesweit beobachteten Messstellen die nach der EU-Nitratrichtlinie zulässige Maximalkonzentration von Stickstoff im Grundwasser nach wie vor überschritten wurde /254/.

Landwirtschaft - Flächenentzug durch Infrastrukturausbau

Problematisch wird auch der bisherige und zukünftige Entzug von landwirtschaftlichen Flächen durch den Infrastrukturausbau gesehen. Die Flächeninanspruchnahme durch Siedlung, Verkehr und Gewerbe ist seit Jahren unvermindert hoch. Bezogen auf ganz Deutschland hat die Siedlungs- und Verkehrsfläche in den Jahren 2001 bis 2005 insgesamt um 2.111 km² oder durchschnittlich 116 ha/Tag zugenommen. Nachdem der durchschnittliche Flächenverbrauch 1997 bis 2000 129 ha/Tag betrug, sank dieser zu Beginn des Jahrtausends vorerst, zurückzuführen auf die schlechte konjunkturelle Lage, nahm jedoch ab 2004 wieder neu Fahrt auf /342/. Vor allem durch Verkehrswege werden die Landschaft und damit die Lebensräume von Tieren und Pflanzen immer stärker zerteilt. Diese Flächenzerschneidung gilt als eine der wesentlichen Ursachen des Artenverlustes in Mitteleuropa. Zudem werden dadurch großflächige Erholungslandschaften immer weiter reduziert, sodass die Menschen am Wochenende immer weitere Strecken zurücklegen, um in die Natur zu gelangen. Gemäß der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung soll dieser Zuwachs bis 2020 auf 30 ha pro Tag reduziert werden /259/.

Nach Aussage von Köppel et al. (2004) muss aber in den nächsten Jahrzehnten durch Siedlung, Verkehr, Infrastruktur mit zusätzlichen Flächenforderungen an die landwirtschaftliche Nutzfläche in Größenordnungen von 400.000 ha bis 1 Mio. ha gerechnet werden. Darüber hinaus wird auf der beanspruchten landwirtschaftlichen Nutzfläche noch Fläche für die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen benötigt, die z. T. auch auf Kosten der Flächenkapazität von Ackerland und Grünland gehen wird. Hier ist bis 2030 mit ca. 100.000 – 300.000 ha an Flächen von Ackerfläche und Grünland als Kompensationsflächen zu rechnen /299/.

Hierdurch wird das Potenzial für den Anbau nachwachsender Rohstoffe merklich gesenkt. Dabei ist gemäß der im Bundesbaugesetz und im Bundesnaturschutzgesetz verankerten Eingriffsregelung der Verbrauch von Acker- und Grünlandflächen ausgleichspflichtig. Während jedoch Waldflächen nach Bundeswaldgesetz zu 100% kompensationspflichtig sind und damit ihre Fläche konstant bleibt, sind landwirtschaftliche Flächen die durch Siedlungs- und Verkehrsflächen in Anspruch genommenen werden, nur zu etwa einem Drittel ausgleichspflichtig /334/.

Verstärkte Konkurrenzen

<u>Landwirtschaft – Steigender Nahrungs- und Futtermittelbedarf und Situation auf dem Weltmarkt</u>

Nachdem die realen Agrarpreise über Jahrzehnte gesunken sind, hat sich in den letzten acht Jahren eine deutliche Trendwende vollzogen. Während der FAO Preis Index für Nahrungsmittel zwischen 2000 und 2005 noch mit moderaten 1,3 % pro Jahr anstieg, ist er in 2006 schon um mehr als 10 % gestiegen, um dann eine Steigerung von knapp 40 % zu erreichen. Zwischen 2007 und 2008 stiegen der Preis für Weizen dann noch einmal um weitere 130% und der Preis für Reis um 74 %. Im Unterschied zu den bekannten und historisch immer wieder auftretenden Schwankungen der Preise für Agrarprodukte scheint die derzeitige Entwicklung langfristig zu sein. Die Gründe dafür sind vielfältig und bislang nur in Ansätzen analysiert. Als Schlüsselfaktoren werden vor allem steigende Energiepreise, Finanzspekulationen, dürrebedingte Ernteausfälle, die steigende Weltbevölkerung und die Veränderung der Verbrauchergewohnheiten durch steigende Einkommen und der damit wachsende Bedarf an Nahrungs- und Futtermitteln diskutiert /270//281/. Ergebnisse einer detaillierten Analyse der Weltbank vom April 2008 zeigen hingegen, dass vor allem die Herstellung von Treibstoff aus Pflanzen die Nahrungsmittel weitweit um bis zu 75 % verteuert haben. Zunächst hat die Biosprit-Politik dazu geführt, dass ein zunehmend höherer Anteil der Ackerflächen für den Anbau der entsprechenden Pflanzen bereitgestellt wurde – in den USA geht nach dieser Analyse inzwischen mehr als ein Drittel der Getreideproduktion in die Ethanolherstellung und in Europa ist die Hälfte des Pflanzenöls für Biodiesel reserviert /341/.

Steigende Nachfrage an die gleiche Fläche, auch innerhalb der Landwirtschaft führt zum Anstieg der Pacht- und Bodenpreise

Aber auch innerhalb der Raumnutzung Landwirtschaft konkurrieren die Futter- und Nahrungsmittelproduktion und die Biomasseproduktion für Biogas um knapper werdende Ackerflächen. Hier ist ein Verdrängungseffekt vor allem im Pachtmarkt zu beobachten. Laut Grass (2007) gingen Pachtflächen in den letzten Jahren vor allem an Energieerzeuger /283/. Auch die Landwirtschaftskammer Hannover (2008) beobachtete vor allem im Umfeld von Biogasanlagen einen Anstieg des Pachtpreisniveaus. In Regionen mit hoher Dichte von Tierhaltungsbetrieben werde durch die Ausbringung der Biogasgülle zudem eine Konkurrenz um Flächen zur Ausbringung der Gülle erwartet /305/.

Landwirtschaft - Anstieg der Anbaufläche von Mais und Raps führt zu verengter Fruchtfolge

Eine verstärkte Konkurrenz, die von Seiten des Naturschutzes häufig angesprochen wird und die bereits in Kapitel 5.2 angerissen wurde, ist die flächenhafte Zunahme von Mais und Raps. Diese Kulturen werden in Deutschland schon seit Jahrzehnten als Nahrungs- und Futterpflanzen angebaut und zählen heute zu den wichtigsten Energiepflanzen. Dabei zeigt sich insbesondere auf Betriebs- und Gemeindeebene, dass sich bedingt durch die Energiepflanzenproduktion insbesondere im nahen Umfeld von Biogasanlagen der Silomaisanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche verdoppeln bis vervierfachen kann. In Gemeinden mit Biogasanlagen kann so der Maisanbau zur dominierenden Kultur der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden /301/. Dies ist zum einen auf die einfache und allgemein beherrschte Anbau- und Erntetechnik und zum anderen auf die hohe Selbstverträglichkeit von Mais, im Vergleich zu heimischen Getreidearten zurückzuführen /239/.

Als weiteres Problem bei engen Mais- und Rapsfruchtfolgen sind die auf Grund des erhöhten Krankheits- und Schädlingsdrucks erforderlichen Pflanzenschutzmaßnahmen anzusehen, da entsprechende Wirkstoffe relativ häufig in Gewässern gefunden werden /294//275/. Hierzu führte die Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2006) eine Studie mit Befragung unter deutschen Wasserversorgungsunternehmen zu Pflanzenschutzmitteln in Gewässern durch. Die Studie ergab, dass vier Wirkstoffe, die in Mais und/oder Raps eingesetzt werden, unter den TOP 10 der in der Unfrage genannten PSM-Befunde in Gewässern lagen /350/.

Der Anbau hochwüchsiger Kulturen (ab 2 m), wie Mais, führt außerdem zu Strukturveränderungen. Dabei kann es zu weiträumigen Sichteinschränkungen mit einem abrupten Wechsel hin zu einer eher ausgeräumten Landschaft nach der Ernte kommen /239/. Zudem tragen einseitige Anbaustrukturen zu einer Vereinheitlichung des Landschaftsbildes bei und können dort, wo sie eine vormalige vielfältige Anbauweise ablösen, zu einer Verringerung der Vielfalt sowohl der natürlichen Arten als auch der standorttypischen Agrobiodiversität beitragen /275//331/.

In einem offenen Brief an Bundesminister Seehofer machte das "Netzwerk Blühende Landschaft" deutlich, dass sich die Lebensbedingungen der Blütenbestäuber besonders im Bereich der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten dramatisch verschlechtert hätten. Klee, Wicken und viele andere blühende Kulturpflanzen, die vom Frühjahr bis zum Herbst reichlich Nahrung für Blüten besuchende Insekten boten, seien überwiegend durch Raps und Mais ersetzt worden und die blühenden Wildpflanzen durch Herbizide weitgehend verdrängt.

Zwar würden die Insekten auch diese Kulturen als Nahrungsquelle nutzen, doch würde Raps schon vor den entscheidenden Sommermonaten Juni bis September abblühen und Mais nur minderwertige Pollen und keinen Nektar bieten /312/.

Verengte Fruchtfolge und steigende Verwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln führen zu weiteren Beeinträchtigungen von Grund- und Oberflächengewässern und Trinkwasser

Da einerseits eine Ausweitung der Ackerfläche in Deutschland nicht oder nur sehr geringfügig möglich ist und um aber andererseits Biomasse für die Erzeugung von Biokraftstoffen und Strom in ausreichenden Mengen zur Erreichung der energiepolitischen Zielvorgaben bereit stellen zu können, ist eine weitere Intensivierung der Landnutzung und damit eine zunehmende Gefährdung für Grund- und Oberflächengewässer durch unerwünschte Einträge wahrscheinlich /270/.

Die Wasserversorgungswirtschaft sieht sich dadurch mit einem zunehmenden Gefährdungspotenzial für die Trinkwasserressourcen konfrontiert, da viele Trinkwasserschutz- und einzugsgebiete in ländlichen Regionen liegen und zu großen Anteilen landwirtschaftlich genutzte Fläche enthalten. Extensivierungsmaßnahmen, hatten in den letzten Jahren zumindest regional zu einer Entspannung der Konfliktsituation zwischen Wasserversorgern und Landwirtschaft bei den Problemkreisen Nitrat und Pflanzenschutzmittelrückstände in den Gewässern geführt. Dabei leistete der Beschluss des EU-Agrarministerrats vom September 2007, die obligatorische Flächenstilllegung für Herbst 2007 und 2008 auszusetzen, zusätzlichen Schub zur Bewirtschaftung von extensiv genutzten Flächen. Problematisch wird von den Wasserversorgern besonders gesehen, dass weder in der europäischen noch in der deutschen Politik die Förderungen derzeit an spezifische Vorgaben im Hinblick auf einen gewässerschützenden Anbau von Energiepflanzen geknüpft werden. Dabei steht eine Intensivierung der Landwirtschaft, die mit zunehmenden Düngegaben verbunden ist, auch außerhalb von Wasserschutz- oder einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungen den Zielen der EU-Nitratrichtlinie und der Wasserrahmenrichtlinie entgegen. Dies ist insbesondere deshalb bedeutsam, da 52 Prozent der im Nitratbericht 2004 /258/ bewerteten Grundwasserkörper in Deutschland den guten chemischen Zustand ohne weitere Maßnahmen wahrscheinlich nie erreichen werden /294/.

Besonders die beiden bedeutendsten Kulturen Raps und Mais bereiten den Wasserversorgern und dem Umweltschutz oft Probleme infolge hoher Nitratstickstoff-Restgehalte und daraus resultierender Belastungen des Grundwassers mit Nitrat. Raps kann als Folgekultur zwar auf-

grund seines hohen Stickstoffaufnahmevermögens in der Jugendphase und der daraus resultierenden Abschöpfung hoher Stickstoffrestgehalte vor der Auswaschungsperiode aus Sicht des Grundwasserschutzes positiv bewertet werden, nach der Rapsernte und auch im Folgejahr führen die mengenmäßig bedeutsamen stickstoffreichen Erntereste jedoch oftmals zu einem erhöhten Stickstoffauswaschungsrisiko. Flächen mit Raps als Hauptfrucht fallen laut Kiefer & Ball (2008) bei Herbstkontrollen zur Bestimmung der Nitratstickstoff-Restgehalte in den Böden von Wasserschutzgebieten immer wieder durch hohe Werte auf, die durch Stickstoffmineralisierung der Erntereste nach der Einarbeitung verursacht werden. Ohne entsprechende Maßnahmen kann diese Stickstoffanreichung nach der Ernte durch Auswaschung zu massiven Nitrateinträgen in das Grundwasser führen /294/.

Mais ist in vielen Anbauregionen als Problemkultur anzusehen, da in der landwirtschaftlichen Praxis Wirtschaftsdünger (z. B. Gülle, Jauche und Mist, Stroh, Rindenmulch) bevorzugt in Maisbestände ausgebracht wird und Maisflächen aufgrund des späten Saattermins und der geringen Bodenbedeckung (Reihenkultur) insbesondere im Frühsommer günstige Stickstoff-Mineralisierungsbedingungen aufweisen, was bei engen Maisfruchtfolgen mit langjähriger organischer Düngung, zu einer hohen bodenbürtigen Nitratstickstofffreisetzung führen kann /293/. Nach der Ernte muss der sofortige Anbau von Zwischenfrüchten oder Winterungen mit entsprechendem Stickstoffbedarf erfolgen, da sonst eine erhöhte Gefahr der Nitratauswaschung über den Herbst-Winter-Zeitraum besteht. Zusätzlich kann es insbesondere auf Hanglagen und schluffigen Böden zu Erosion und zu Abschwemmungen von Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphat, aber auch von Pflanzenschutzmitteln in die Gewässer kommen. Dies ist auch im Frühjahr als Folge des sich erst spät schließenden Pflanzenbestandes von Bedeutung /294//295/.

Neben dem Energiepflanzenanbau selbst ist auch die unsachgemäße Lagerung von festen Substraten mit relativ geringem Trockenmassegehalt, wie z. B. Grünroggen oder Sudangras ein Problem. Treten Silagesickersäfte aus, können mit diesen Stickstoff, Phosphat oder organische Säuren in die Umwelt, in angrenzende Gewässer oder in das Grundwasser gelangen. Außerdem wird auch die Zunahme der Stickstoffmengen im Nährstoffkreislauf, vor allem in viehstarken Regionen sowie insbesondere die landwirtschaftliche Verwertung der anfallenden Gärrückstände (s. u.) wegen möglicher Schadstoffgehalte kritisch angesehen /270/.

Landwirtschaft - Energiepflanzen auf Stilllegungsflächen

Die obligatorische Flächenstilllegung wurde 1992 als Instrument der EU-Agrarpolitik zur Begrenzung von Überschüssen im Ackerbau eingeführt und wurde ab 1993/94 zur Pflicht. Dabei sehen die Regelungen der Flächenstilllegung vor, dass die Flächen in einem "guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand" gehalten werden müssen. Obligatorisch stillgelegte oder freiwillig aus der landwirtschaftlichen Erzeugung genommene Ackerflächen müssen daher entweder begrünt oder einer Selbstbegrünung überlassen werden, dürfen nicht gedüngt und nicht mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden /253/.

Aus der Flächenstilllegung heraus haben sich als Nebeneffekt positive Auswirkungen für den Naturschutz ergeben. Selbstbegrünte oder mit standortangepassten Kultur- und Wildpflanzen angesäte Stilllegungsflächen sind ideale Lebensräume für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten und tragen laut Nabu 2008 maßgeblich zum Erhalt der Populationen von bedrohten Charakterarten wie Grauammer und Feldhase bei, wenn sie ökologisch hochwertig ausgestaltet und in ausreichendem Umfang (10 – 20 % der Fläche) in der Agrarlandschaft vorhanden sind. Da diese Flächen vom 1. April bis zum 30. Juni eines Jahres nicht bewirtschaftet werden, können hier viele Tier- und Pflanzenarten ihren Entwicklungszyklus abschließen. Dadurch haben sich die Stilllegungsflächen in vielen Ackerbauregionen Deutschlands zu wichtigen und vielerorts einzigartigen Rückzugsräumen für Tier- und Pflanzenarten in einer oftmals ausgeräumten Agrarlandschaft entwickelt. Zum Teil werden die Stilllegungsflächen auch gezielt dazu genutzt, ökologische Aufwertungen vorzunehmen, z. B. durch Anlage von Blühstreifen und Blühflächen (durch Jagd- und Naturschutzverbände oder mit Hilfe von Agrarumweltprogrammen) /316/.

Auch das Landschaftsbild und somit die Erholungsfunktion einer Landschaft wird durch die Brachflächen beeinflusst. Farbige Blühaspekte, strukturreiche Vegetation und erhöhte Aktivität der Tierwelt können Brachflächen zu attraktiven Orten in der Erholungslandschaft machen. Dabei heben sich mehrjährige Brachen im Gegensatz zu den Rotationsbrachen auch im Herbst und Winter von der umgebenden Agrarlandschaft ab /338/.

Seit der Einführung der Stilllegungspflicht können auf diesen Flächen auch nachwachsende Rohstoffe angebaut werden. Durch steigende Nachfrage und indirekte Subvention der nachwachsenden Rohstoffe wurden in den letzten Jahren auf großen Flächen Dauer- und Rotationsbrachen wieder genutzt /338/. Im Jahr 2007 waren in Deutschland von etwa 1,05 Mio. ha eigentlich stillgelegter Fläche ca. 450.000 ha mit nachwachsenden Rohstoffen bepflanzt /316/.

Im Herbst 2007 wurde der Prozentsatz für die Flächenstilllegung auf 0 % gesetzt. Die EU rechnet damit, dass dadurch von EU-weit derzeit 3,8 Mio. ha obligatorischen Stilllegungsflächen 1,6 bis 2,9 Mio. ha wieder in die Erzeugung genommen werden. Die Zukunft der Stilllegungsregelung gehört zu den Themen der Debatte, die am 20. November 2007 mit der Mitteilung der Kommission zur Vorbereitung auf den "Gesundheitscheck" ("Health Check") der Gemeinsamen Agrarpolitik eröffnet wurde. Dabei wurde vorgeschlagen, die Flächenstilllegung zwar ganz abzuschaffen, aber "den ökologischen Nutzen durch eine Aufstockung der Stützungszahlungen des zweiten Pfeilers für umweltfreundliche Formen der Boden-, Wasserund Ökosystembewirtschaftung zu erhalten und noch zu vergrößern" /296/.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe auf stillgelegten Flächen und vor allem eine mögliche Abschaffung der Flächenstilllegung stehen in Konkurrenz zu den positiven Auswirkungen, die diese Maßnahme auf die Tier- und Pflanzenwelt mit sich gebracht hat. Dabei muss allerdings bedacht werden, dass es sich um ein marktpolitisches Instrument handelt und die positiven Auswirkungen nur schmückendes Beiwerk und nie direkt als Ziel genannt wurden. Eine weitere Konsequenz, der Wiederaufnahme einer intensiven Bewirtschaftung auf bisher extensiv ge-

nutzten oder stillgelegten Flächen sind erhöhte Stickstoffauswaschungen, die zu deutlichen Nitratkonzentrationsanstiegen im Grundwasser führen können Kiefer et al. (2008).

Mindestens ebenso starke Beeinträchtigungen aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes wie auch des Grundwasserschutzes ergeben sich durch Grünlandumbruch oder durch Grünlandumnutzungen (z.B. durch starke Intensivierung der Schnittnutzung oder Überführung in KUP). Grünlandflächen dienen in weiten Bereichen, wie z. B. in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungen, zur "Verdünnung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser", da unter Grünland selbst bei nicht ausschließlich extensiver Nutzung in der Regel sehr niedrige Nitratstickstoffauswaschungen festgestellt werden. Dieser Nutzen wird bei einem Umbruch zukünftig nicht nur entfallen, vielmehr führt die Freisetzung von großen Stickstoffmengen durch Mineralisierung der organischen Substanz bei der Einarbeitung der Grasnarbe zu enormen Stickstoffauswaschungen und damit zu einer lang andauernden Erhöhung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser /294/. Überdies ist Grünlandumbruch mit einer nachhaltigen Veränderung des Landschaftsbildes verbunden, die sich nachteilig auf den Tourismus und die Naherholung auswirken kann /325/.

<u>Landwirtschaft – Agrarumweltmaßnahmen und Vertragsnaturschutz</u>

Aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach Biomasse und den damit einhergehenden verbesserten Einkommensmöglichkeiten aber auch aufgrund allgemein steigender Agrarpreise können Agrarumweltmaßnahmen und der Vertragsnaturschutz an Attraktivität verlieren. Als Beispiele werden genannt, dass insbesondere die freiwillige Stilllegung, bzw. von Acker in Grünland umgewandelte Flächen unter Druck kommen, Grünland auch in Wasserschutzgebieten verstärkt umgebrochen wird oder sich die Maisanbaufläche in einem Projektgebiet für grundwasserschonende Ackernutzung innerhalb eines Jahres verdoppelt hat /313//330/.

Dies ist besonders von Bedeutung, da in den vergangenen Jahren in vielen Naturschutzgebieten lediglich ein Grundschutz in den Schutzverordnungen festgelegt wurde und alle weitergehenden Extensivierungs- und Pflegemaßnahmen bevorzugt über zeitlich befristete Agrarumweltmaßnahmen (AUM) bzw. Vertragsnaturschutz umgesetzt werden. Hier besteht nun das Risiko, dass auch innerhalb von Schutzgebieten die Entscheidung zugunsten des einträglicheren Biomasseanbaus und einer Nutzungsintensivierung ausfallen wird oder Agrarumweltprogramme und der Vertragsnaturschutz erheblich höherer finanzielle Anreize bieten muss /331/.

Weiterhin hat die Ausgestaltung der EU-Agrarpolitik seit 2004 die in sie gesetzten Erwartungen bezüglich der Umweltentlastungen nicht in ausreichendem Maße erfüllt. Eine konsequente Integration von Umweltzielen sollte sich vor allem in einer entsprechenden Finanzmittelverteilung auf EU-, Bundes- und Länderebene ausdrücken. Anstatt die ländliche Entwicklung einschließlich der Agrarumweltmaßnahmen (2. Säule) konsequent zu stärken, haben der Europäische Rat und die Bundesländer die in der EU-Haushaltsperiode 2007 bis 2013 verfügbaren Mittel zum Teil drastisch gekürzt. In Deutschland stehen deshalb in der 2. Säule im

Durchschnitt circa 23 % weniger Mittel gegenüber der vorangegangen Förderperiode zur Verfügung, dabei sind im Durchschnitt nur 4 % der Zahlungen an die deutschen Landwirte für AUM vorgesehen Die verbleibenden Mittel werden von vielen Bundesländern zudem weder auf die AUM konzentriert noch gezielt mit höchster Umwelteffektivität ausgegeben. Die finanziellen Einschnitte und die mangelnde Umweltorientierung der Agrarpolitik stehen in keinem Verhältnis zu den gewachsenen Aufgaben, die unter anderem die Umsetzung von NATURA 2000 und der WRRL und Anpassungen an den Klimawandel umfassen. Problematisch ist vor allem, dass die Höhe der AUM-Prämien nur noch bedingt die mit den Bewirtschaftungsauflagen einhergehenden zusätzlichen Kosten und Einkommensverluste ausgleichen, die durch die Teilnahme an AUM entstehen. Die ungünstige Situation der AUM in Deutschland wird neben dem im Verhältnis sehr geringen verfügbaren Finanzvolumen zusätzlich dadurch verschärft, das die vorhanden Mittel nicht mit ausreichendem Nachdruck auf Umweltschutzziele ausgerichtet wurden und werden. Überwiegend werden die Programme flächendeckend angeboten und auf Maßnahmenvorgaben und nicht auf zu erzielende Ergebnisse ausgerichtet. Generell werden in der EU von den Landwirten solche AUM bevorzugt, die keine wesentlichen Änderungen der derzeitigen Bewirtschaftungsformen erfordern. Die meisten der umgesetzten Maßnahmen wie Reduzierung von Stoffeinträgen oder der Anbau bodenbedeckender Pflanzen sind zudem nicht an bestimmte Regionen, Flächenkulissen oder ökologische Bedingungen geknüpft. Insgesamt konzentrieren sich die Extensivierungsmaßnahmen auf die benachteiligten Gebiete, Regionen mit geringeren Viehbesatzdichten sowie Betriebe mit bereits extensiven Produktionsbedingungen, bei denen Aufwand und Kosten der Einhaltung der Programmbestimmungen geringer sind und die auf durchschnittliche landwirtschaftliche Rahmenbedingungen kalkulierte Pauschalprämie einen größeren Anreiz darstellt. Dies führt dazu, dass zum Beispiel überschussreduzierende Maßnahmen nur dort betrieben werden, wo der Stickstoff-Überschuss ohnehin gering ist. Insgesamt ist somit eine fehlende Umwelteffizienz der Maßnahmen zu bemängeln /331/.

Forstwirtschaft - Waldenergieholz versus Naturschutz / Nutzungsintensivierung

Bisher wurden bei Durchforstungs- und Erntemaßnahmen qualitativ minderwertige oder absterbende Bäume nach der Abwägung von Kosten und Nutzen durch den Bewirtschafter ggf. im Bestand belassen. Eine energetische Nutzung bietet jedoch zukünftig einen zusätzlichen Anreiz, auch stehendes Totholz und andere größer dimensionierte Anteile aus dem vorhandenen Totholzspektrum bzw. vorhandene und potentielle Nist- und Höhlenbäume für die Verarbeitung als Holzhackschnitzel zu entnehmen. Gerade diese Anteile sind jedoch als Lebensgrundlage tausender Arten von Tieren, Pflanzen, Pilzen und Flechten ein wichtiger Bestandteil des Ökosystems Wald und somit von besonders hoher naturschutzfachlicher Bedeutung /368/. Kleineres sowie zerstreut im Bestand liegendes Totholz, bzw. bereits stärker zersetzte Fraktionen mit hohen Feuchtegehalten kommen für eine energetische Nutzung aus Kosten-bzw. Qualitätsgründen dagegen kaum in Frage /324/.

Darüber hinaus kann eine verstärkte Nutzung des Restholzes und der damit verbundene Mineralienentzug des Waldbodens prinzipiell zu einer Abschwächung oder Unterbindung der Nährstoffkreisläufe führen, infolge dessen die nachhaltige Humusversorgung und die Bodenfruchtbarkeit nicht mehr gesichert ist und auch die Waldvegetation in ihrem Zuwachs potenziell beeinträchtigen kann. Sowohl durch die Aufnahme von Kationen während des Pflanzenwachstums als auch durch atmosphärische Säureeinträge können temporäre Versauerungstendenzen des Waldbodens auftreten. Diese Tendenzen werden beim Abbauprozess von verrottendem Pflanzenmaterial wieder ausglichen - könnten sich aber bei einer verstärkten Entnahme von Restholz verstärken und neben Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen zu einem verstärkten Säure- und Schadstoffaustrag Beeinträchtigungen der Gewässer führen /324/.

Inwiefern die Entnahme von Waldenergieholz in bestimmten Mengen zu kritischen Beeinträchtigungen der Nährstoff- und Humusbilanzen führt, ist im Einzelfall von den jeweiligen Standortbedingungen abhängig. Zum Beispiel ist die Entnahme von holzartiger Biomasse auf sandigen Standorten, die natürlicherweise durch ein Nährstoffdefizit geprägt sind, nur eingeschränkt möglich. Fest steht aber, dass Übernutzung der Systeme umso stärker ist, je mehr Fraktionen der vorhandenen Biomasse entnommen werden. Insbesondere die Vollbaumnutzung (Nutzung der gesamten überirdischen Biomasse) - und Ganzbaumnutzung (Nutzung des gesamten Baumes mit Wurzelstock) werden sehr kritisch betrachtet, da hier neben den gröberen Holzanteilen zusätzlich die Blatt- und Nadelmasse sowie Feinreisig und Reisig und bei der Ganzbaumernte zusätzlich der Wurzelstock anteilig oder ganz aus dem Bestand entnommen wird. Diese Fraktionen weisen im Vergleich zum Stamm-, Derb- und Reisholz deutlich höhere Konzentrationen an Nährstoffen auf und tragen maßgeblich zur Humusbildung im Waldboden bei. Sie sollten daher auf jeden Fall im Bestand bleiben. Darüber hinaus zieht die Rodung der Wurzelstöcke neben einem unzulässig hohen Nährstoffentzug eine starke Schädigung des Waldbodens nach sich /324//325/.

Auch bei der Neubegründung oder Erstaufforstung von Waldflächen könnte zukünftig der Aspekt einer energetischen Nutzung eine größere Rolle spielen. Dabei sind Privatforsten im Gegensatz zu den Landesforsten in der Regel nicht an langfristige Waldbauprogramme, wie z. B. das niedersächsische Programm zur "Langfristigen ökologischen Waldentwicklung" (LÖWE), gebunden und können daher flexibler auf die Anforderungen des Marktes reagieren und ihre Waldbausysteme schneller auf eine gezielte Energieholzproduktion umstellen. Sollten Monokulturen im Gegensatz zu Mischwäldern deutliche ökonomische Vorteile für die Biomassenutzung bieten, könnte diese Bewirtschaftungsform im Gegensatz zum derzeitigen Trend des ökologischen Waldumbaus bei der Stammholzproduktion, für die Biomassenutzung wieder an Bedeutung gewinnen. Ein Argument für die Wirtschaftlichkeit von Monokulturen könnte die Ernte im Kahlschlagsverfahren sein, da auf diese Weise große Mengen an Biomasse in kurzer Zeit zur Verfügung gestellt werden können. Weiterhin bedingt eine verstärkte Holznutzung zum einen vermehrten Transportverkehr auf Waldböden, sodass tendenziell die Gefahr der schädlichen Bodenverdichtung ansteigt. Zum anderen werden aus ökonomischen Gründen weitere Verfahrensschritte im Wald notwendig, die die Waldböden mechanisch in Anspruch neh-

men. So wird zur Reduzierung des Transportvolumens die Herstellung von Hackschnitzeln am Ort der Restholzgewinnung empfohlen, wodurch weitere Flächen beansprucht und durch Befahrungen verdichtet werden können /324/.

Darüber hinaus konkurriert die energetische Restholzverwertung mit der Verwendung des Restholzes zur Armierung der Rückergassen, wie sie sich in der Forstwirtschaft in den vergangenen Jahren insbesondere beim Einsatz moderner Harvester etabliert hat; fehlt Astwerk zur Armierung der Rücke- und Fahrgassen, dann werden in diesen Bereichen schädliche Bodenverdichtungen wahrscheinlicher /274/.

Neue Konkurrenzen

<u>Landwirtschaft – Gärresteausbringung und Grundwasserschutz</u>

Die Verwertung von Biomasse führt dazu, dass bisher viehlos und damit ohne Gülle wirtschaftenden Betriebe nunmehr mit dem Zwang zur Ausbringung der meist flüssigen Gärreste aus den Biogasanlagen mit allen damit zusammen hängenden Problemen (Lagerung, Ausbringung) für Gewässer und Atmosphäre konfrontiert werden /271/.

Die Rückführung der Gärrückstände aus Biogasanlagen auf die Anbauflächen kann dort zu erheblichen Nährstoffanreicherungen sowie zu Konflikten mit der Düngeverordnung führen. Die Düngeverordnung limitiert die Ausbringung von Wirtschaftsdünger und Sekundärrohstoffdünger auf maximal 170 kg Stickstoff pro ha und Jahr. Diese Stickstoffmenge würde bereits mit den Gärresten aus einem Maisertrag (Trockenmasse) von 16,2 t/ha erreicht. Für den Anbau ertragreicher Energiemaissorten werden aber Erträge von 30 t/ha in Aussicht gestellt. Die Folge wäre, dass einerseits Mineraldünger für die Erzielung der erwarteten Erträge eingesetzt werden müsste und gleichzeitig ein erheblicher Stickstoffüberschuss produziert würde, der bei hohen Energiemaisanteilen in der Fruchtfolge auf den Betriebsflächen nicht mehr untergebracht werden kann /288/.

Neben der Schaffung von weiteren baulichen Anlagen für die Lagerung der Gärreste bedarf es aufgrund der verbesserten Stickstoffverfügbarkeit einer umsichtigeren bzw. reduzierteren Düngung als bei Rohgülle. Daraus ergibt sich ein erhöhter Flächenbedarf zur Verwertung der Gärreste, was besonders dann von Bedeutung ist, wenn hoffremdes Material zur Beschickung der Biogasanlage in den Betrieb eingebracht wird. Als mögliche Probleme sind hier sind besonders die Nährstoffverluste durch Auswaschung/Austragung von Nitrat in das Grundwasser und somit die Trinkwasserbelastung zu nennen. Aber auch die Problematik der Freisetzung von Stickstoffüberschüssen in Form von Lachgas in die Atmosphäre, welches im Vergleich zu CO2 je Gewichtseinheit eine etwa 300-mal stärker klimaschädliche Wirkung aufweist, ist zu beachten /240/. Weiterhin besteht durch die Anreicherung des pflanzenverfügbaren Ammoniums (NH₄) im Gärrest und den Anstieg des pH-Wertes in den alkalischen Bereich die Gefahr erhöhter gasförmiger Stickstoffverluste in Form von Ammoniak (NH₃) /352/. Die Verweilzeit von

Ammoniak in der Atmosphäre liegt im Bereich von Stunden bis wenigen Tagen und wirkt daher hauptsächlich in der unmittelbaren Nähe des Emittenten. Als Base reagiert der größere Anteil des gasförmigen Ammoniaks mit sauren Luftschadstoffen (z. B. Schwefeldioxid, Stickoxide) relativ schnell zu Ammoniumsalzen. Die Partikel dieser Salze lagern sich aneinander und bilden Schwebstäube, so genannte Aerosole, die dann über weite Strecken verfrachtet und fern vom Emissionsort abgelagert werden. Der Eintrag von Ammoniak und Ammonium wirkt versauernd auf den Boden, belastet nährstoffarme, naturnahe Flächen mit zu viel Stickstoff und kann in unmittelbarer Nähe zu Schäden der Vegetation, vor allem von Bäumen, führen /240/.

Im Gegensatz zur Lagerung und Ausbringung unvergorener Gülle wird durch das geschlossene Biogasverfahren mit Verbrennung des gesammelten Gases die Methan- und Ammoniakbelastung der Luft verringert. Zudem können durch die besseren Sickereigenschaften der Gärreste, diese schneller in den Boden infiltrieren und dadurch die gasförmigen Stickstoffverluste reduziert werden /250/.

Ein weiterer Problempunkt sind die vorhandene Schwermetallgehalte in den Biogassubstraten, die durch den Fermentations-Prozess nicht reduziert, sondern auf Grund der Verringerung der Trockensubstanz relativ erhöht werden und sich verstärkt im Boden anreichern können /271//352/.

Bezüglich des Verkaufs und der Ausbringung von Gärresten gab die Landwirtschaftskammer Hannover folgende Stellungnahme ab:

Betreiber von Biogasanlagen, die ihre Gärreste als Düngemittel in Verkehr bringen, müssen diese in Abhängigkeit von Inputstoffen mit Lieferscheinen und einer Kennzeichnung gemäß Düngemittelverordnung abgeben. Der Abnehmer der Gärreste habe diese mit Lieferscheinen und Kennzeichnung entgegenzunehmen. Aus diesen Unterlagen seien nähere Hinweise, z. B. zur Zusammensetzung des Gärrestes (Nährstoffgehalte), zur Lagerung und zur Anwendung des Gärrestes zu entnehmen. Der Abnehmer habe die Aufnahme der Gärreste aufzuzeichnen und diese Unterlagen für den Fall einer Kontrolle vorzuhalten. Hinsichtlich der Ausbringung von Gärresten sei die Gute fachliche Praxis beim Düngen gem. der DüngeVO einzuhalten /304/.

Lothar Nolte vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt- und Klimaschutz gab zu bedenken, dass eine grundwasserverträgliche Rückführung der Gärsubstrate nicht gesichert sei, da die landwirtschaftlichen Böden, auch durch lange Zeiträume intensiver Düngung, ohnehin schon belastet seien. Die Problematik der Gärrestverwertung sei dabei die Zufuhr organisch gebundener und nicht unmittelbar pflanzenverfügbarer Nährstoffe. Wenn diese Stoffe - wie auch tierische Wirtschaftsdünger - zur Düngung eingesetzt würden, sei pflanzenbaulich (also aus Sicht des Landwirts) nur der verfügbare Nährstoffanteil zu berücksichtigen. Die Düngeverordnung schreibe für tierische Wirtschaftsdünger lediglich Mindestanrechenbarkeiten vor und Angaben für Gärreste fehlten ganz. Eine langjährige Düngung mit diesen Stoffen führe zum fortwährenden Aufbau eines unkontrolliert mineralisierenden organischen Nährstoffdepots mit

erheblichen Folgen für das Grundwasser. Dieser Effekt sei bereits aus viehintensiven Regionen bestens bekannt /314/.

Hier zeigen sich im Bereich der Düngung mit Gärresten einige Probleme, die gerade im Hinblick auf Erfüllung der Ziele von Grundwasserrichtlinie, Nitratrichtlinie und Wasserrahmenrichtlinie näher diskutiert und untersucht werden sollten.

Grünlandumbruch

Das Grünland zählt zu den artenreichsten Ökosystemen Mitteleuropas und beherbergt über die Hälfte der in Deutschland vorkommenden Pflanzenarten. Dabei kommt besonders den extensiv bewirtschafteten Grünlandflächen eine besondere Rolle zu, weil sie den größten Teil der 870 gefährdeten Pflanzenarten Deutschlands (58 %) aufweisen /327/. Ein Umbruch von Grünland, besonders von extensiv bewirtschaftetem Grünland bedeutet immer einen Verlust von Lebensräumen und eine Gefährdung von Arten und Lebensgemeinschaften. Der Verlust von Grünland hat aber auch direkte Auswirkungen auf den Menschen, da es durch die Veränderung des Landschaftsbildes zu einer Einschränkung der Erholungsfunktion kommen kann /330/.

Im Falle einer Landnutzungsänderung von Grünland ist die Kohlenstoffbilanz ebenfalls von Bedeutung und kann potenziell zusätzliche Treibhausgase freisetzen. So fungiert Grünland in Mitteleuropa als Kohlenstoffsenke mit einer mittleren Fixierung von 60g Kohlenstoff pro m² und Jahr. Von Ackerland wird hingegen im Mittel 70 g Kohlenstoff pro m² und Jahr freigesetzt, sodass sich beim Grünlandumbruch zur Neugewinnung von Ackerland eine Nettozunahme von 130 g C pro m² und Jahr ergibt /291/.

Weiterhin findet unter Grünland selbst bei nicht ausschließlich extensiver Nutzung eine nur geringe Auswaschung von Nitratstickstoff statt. Bei einem Umbruch werden durch die Mineralisierung der organischen Substanz große Stickstoffmengen freigesetzt, die zu enormen Stickstoffauswaschungen und damit zu einer lang andauernden Erhöhung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser führen kann /294/. Der darauf folgende Anbau, insbesondere der von Mais, führt (siehe oben) durch die damit verbundenen hohen Düngemittelgaben und aufgrund der großen Erosionsanfälligkeit zu erheblichen Nährstoff- und Nitratbelastungen von Grundwasser und Oberflächengewässern. Kiefer et al. (2007) schätzen, dass die zwischen 2005 und 2006 zu beobachtende Abnahme der gesamten Dauergrünlandfläche um 47.300 Hektar (1 Prozent der Grünlandfläche Deutschlands /346/) unter anderem auch eine Folge des zunehmenden Energiepflanzenanbaus sein könnte /294/.

Nutzung des Aufwuchses von extensiven Grünlandflächen birgt Gefahr der Intensivierung

Grundsätzlich ist die alternative Nutzungsoption für Grünlandüberschussflächen für die Herstellung von Grassilage für die Biogasgewinnung sinnvoll, weil dadurch vermieden werden

kann, dass diese Flächen zu Ackerland umgebrochen oder aufgegeben werden. Für den Landwirt sind dabei vom verfahrenstechnischen Standpunkt her gesehen der optimale Gärprozess und die maximal erreichbare Gasausbeute interessant. Beides hängt von der Beschaffenheit des Grüngutes ab, wobei Grundsätzlich Grassilage als auch frisches Gras oder Heu vergärt werden kann. Die aus Grassilage erzielten Gasausbeuten sind jedoch am höchsten und besonders dann, wenn diese von ertragreichen Grünlandstandorten mit häufigem Schnitt stammt, da der Rohfaseranteil im Gras im frühen Stadium gering und der Rohproteinanteil hoch ist /239//325/. In Fermentierungsversuchen verschiedener Grassorten schnitt die vierschürige Wiese im Rahmen der intensiven Grünlandnutzung bezüglich des Energiegehaltes am besten ab und lag sogar noch vor Silomais /315/. In diesem Zusammenhang wird daher befürchtet, dass der Anreiz zu häufigeren Schnitten Landwirte zum Ausstieg aus Extensivierungsprogrammen veranlassen könnte /239/.

Eine Intensivierung der Grünlandflächen durch die Erhöhung der Schnitthäufigkeit könnte genauso wie der Umbruch dieser Flächen einen Verlust der Artenvielfalt bedeuten.

Im bewirtschafteten Grünland kommen mehr als 350 Pflanzenarten vor, von denen etwa 150 Arten vor allem durch die Änderung der Bewirtschaftungsformen gefährdet sind. Weiterhin kommen in unseren Grünlandökosystemen rund 2000 höhere Tierarten vor, die vor allem von der Nutzungsintensität abhängig sind, da diese die Struktur der Vegetation, die Artenvielfalt, die Blühphasen, und die Dichte des Bestandes stark beeinflusst /327/.

Aus diesen Gründen sollte die Vergärungstechnik für Biogasanlagen weiter an die speziellen

Anforderungen der energetischen Biomassenutzung von Extensiv- und Naturschutzgrünland angepasst werden /324/. Einzelne Biogasanlagenbetreiber führen hierzu allerdings schon erste Versuche durch (siehe Kapitel 9.2.3).

Synergien zwischen dem Anbau Biomasse und Natur- und Umweltschutz

Landwirtschaft - Nutzung des Aufwuchses extensiver Flächen und Erhalt von Grünland

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Verwertung von Gras aus extensiver Grünlandnutzung anzustreben um, wie bereits im vorigen Abschnitt beschrieben, die Flächen vor einem Umbruch oder der Aufgabe (besonders ertragarme Trockengebiete, Mittelgebirgslagen, degradierte Niedermoore) zu schützen und dadurch einen Artenrückgang zu vermeiden /239/.

Generell sind nicht alle Grünlandflächen und besonders viele extensive Grünlandflächen nicht für die Gewinnung von Grassilage als Rohstoff für die Biogaserzeugung geeignet. Bemerkenswert ist aber, dass der Energiegehalt einer extensiv genutzten Wiese (zweischürig) nur rund 20 % unter dem von Silomais liegt und somit laut Oechsner 2005 auch die extensive Grünlandnutzung unter ökonomischen Gesichtpunkten Möglich ist /315/.

Ein Problem bei der Nutzung von Gras von extensiven Standorten ist, das der Gärrest nicht oder gegebenenfalls nur teilweise auf diesen Flächen ausgebracht werden sollte und daher auf anderen Flächen zusätzlich ausgebracht werden muss, wodurch es zu räumlichen Verlagerungen von Nährstoffeinträgen kommen kann /239/.

Tabelle 33: Bestehende, verstärkte und neue Konkurrenzen und Synergien zwischen der Land- und Forstwirtschaft und anderen Raumnutzern

	Konkurrenzen	Synergien
schon länger bestehend	 Landwirtschaft Landwirtschaft versus andere Raumnutzer und Naturschutz Flächenentzug durch Infrastrukturausbau Konkurrenz zwischen Naturschutz und Landwirtschaft: durch die Ausweisung von Naturschutzgebieten steigen die Boden- und Pachtpreise Naturschutz versus Ökonomie Konkurrenz zwischen Grünland und Acker (Natur- und Artenschutz) 	
verstärkt	 Steigender Nahrungs- und Futtermittelbedarf und Situation auf dem Weltmarkt erfordern hohe Flächenproduktivität und Anbauausweitung Steigende Nachfrage an die gleiche Fläche, auch innerhalb der Landwirtschaft → Anstieg der Pacht- und Bodenpreise Der Flächenverbrauch durch Siedlungserweiterungen und Infrastruktur lässt eine Ausweitung der Ackerfläche nicht zu. Da aber eigentlich mehr Ackerfläche gebraucht wird ist mit einem Anstieg von Düngemitteln, Pestiziden auf den verbleibenden Flächen zu rechnen, wodurch Grund- und Oberflächengewässer und somit auch das Trinkwasser weiter beeinträchtigt werden könnte. Verstärkte Nutzung von Gentechnik Anstieg der Anbaufläche von Mais und Raps und verengte Fruchtfolge durch die ertragsorientierte Förderung, z. B. zu hoher Rapsanteil an der Fruchtfolge, Raps ist nicht selbstverträglich und erfordert u. U. hohen PSM-Einsatz Druck auf Gewässerrandstreifen durch eine verstärkte Nutzung - mindert die Funktion der Biotopvernetzung und der Pufferung von Stoffen in die Gewässer Energiepflanzen auf Stilllegungsflächen sind ein Problem für den Naturschutz, positive Effekte wie Steigerung der Biodiversität und Biotopvernetzung fallen weg. Nährstoffkonzentration um Biogasanlagen besonders in Viehhaltungsregionen. Durch die Nutzung von Flächen zur Bioenergieproduktion wird die Futtermittelproduktion in Viehhaltungsregionen zurückgedrängt. Futter muss evtl. zugekauft werden. Dadurch kann ein Nährstoffüberschuss in diesen Regionen entstehen. Hinzu kommen z. 	 Schaffung zusätzlicher Einkommensquellen Nutzung des Aufwuchses von extensiven Flächen Grünlandnutzung gleichzeitig eine Chance für die Grünlanderhaltung Nutzung von Reststoffen Güllevergärung – Minderung des Methanaustrags Schließen des Nährstoffkreislaufs Forstwirtschaft Waldenergieholz belebt Preise bei der stofflichen Nutzung

- T. zu weite Wege, um den Überschuss in andere Regionen zu transportieren
- AUP können mit der neuen Einkommenssituation nur schwer Schritt halten

Forstwirtschaft

- Waldenergieholz versus Naturschutz: eine verstärkte Holzentnahme, vor allem von Rest- und Totholz führt zum Verlust von Kleinbiotopen und zur Beeinträchtigung der Biodiversität
- Die Ganzbaumnutzung (Nutzung des ganzen Baumes mit Wurzelstock) sowie auch die Vollbaumnutzung (Nutzung der gesamten überirdischen Biomasse) werden aufgrund des starken Nährstoffentzugs kritisch betrachtet und sollten daher nicht angestrebt werden.

neu Landwirtschaft

- Nahrungsmittel gegen Energieproduktion
- Grünlandumbruch
- Agrarumweltprogramme werden auf Marginalstandorten, d.h. Standorten mit weniger fruchtbaren Böden und in klimatisch ungünstigeren Regionen durch höhere Einkommenschancen im Biomasseanbau unattraktiv und diese Standorte in der Folge intensiver bewirtschaftet.
- Die Gärresteausbringung, theoretisch zum Schließen des Nährstoffkreislaufes, kann trotzdem zur Überdüngung führen, wenn die Reststoffe in der unmittelbaren Umgebung der Anlagen ausgebracht werden (Großer Bedarf an Fläche notwendig).
- Grundwasserschutz Grundwasserverträgliche Rückführung der Gärsubstrate ist nicht gewährleistet
- Nutzung des Aufwuchses von extensiven Grünlandflächen - Gefahr der Intensivierung

Forstwirtschaft

- Energieholz versus stoffliche Nutzung
- Bauern- und Privatwälder werden wieder verstärkt genutzt – Konkurrenz zum Naturschutzziel naturnaher Wälder

Landwirtschaft

- An vielen Standorten sind Hackfrüchte verschwunden, stattdessen wird Raps angebaut. Dieser fördert Humusaufbau und kann Getreidefruchtfolgen auflockern
- Abgepresste Gülle aus Veredelungsregionen an Biogasanlagenbetreiber zu verkaufen.
- Gärsubstrate als Dünger weisen positivere Eigenschaften als Gülle auf.

Forstwirtschaft

 Bauernwälder wieder verstärkt genutzt

9.2.2 Zukünftige Konkurrenzen und Synergien

In einem zweiten Teilschritt wurde über Konkurrenzen und Synergien diskutiert, die erst zukünftig durch eine weiter verstärkte Biomassenutzung auftreten können. Dies betrifft auf der Seite der Konkurrenzen zum Beispiel die Inbetriebnahme von BtL- Produktionsstätten (Biomass to Liquid) oder die Folgen von Veränderungen in der deutschen Land- und Forstwirtschaft, die zum Erreichen der energiepolitischen Ziele zur Bereitstellung von Energie aus Biomasse erforderlich sind.

- ➤ Konkurrenzen zwischen der Land- und Forstwirtschaft und anderen Raumnutzern wie dem Tourismus, der Wasserwirtschaft oder dem Naturschutz:
 - Welche Konkurrenzen können zukünftig neu entstehen?
 - Welche Konkurrenzen können sich zukünftig verstärken?
 - Wo können sich Synergien ergeben?

In diesem Abschnitt des Workshops wurden von den Teilnehmern keine zukünftig neuen Konkurrenzen, wohl aber viele Konkurrenzen, die sich zukünftig verstärken könnten, genannt. Viele dieser Konkurrenzen wurden schon im vorigen Kapitel detaillierter angesprochen, sodass im Folgenden lediglich auf ergänzende Aspekte eingegangen wird. Deutlich wurde auch, dass die Teilnehmer für die Zukunft vielfältige Chancen sehen, die Synergien zwischen der Biomassenutzung und den anderen Raumnutzern zu verstärken, oder sogar neue Synergien entstehen zu lassen

Zukünftig verstärkte Konkurrenzen

Landwirtschaft und Klimawandel

In bestimmten Regionen Deutschlands, und insbesondere in Ostdeutschland, sind erste Auswirkungen des Klimawandels verzeichnet worden. Im östlichen Brandenburg ist die Durchschnittstemperatur in den letzten 40 Jahren um 1,5 Grad gestiegen, dabei erwarten die Klimaforscher für die kommenden Jahrzehnte einen ebenso so hohen Anstieg. Diese Entwicklung könnte laut einer Studie des ZALF für einen Zeitraum von 50 Jahren einen Rückgang der Ernte von 5 % gegenüber dem Zeitraum von 1991 bis 2001 bedeuten. Dies erscheine nicht dramatisch; dennoch könne der Einfluss auf die verfügbare Fläche für die Biomasseerzeugung regional relevant sein, weil sich die Anbausysteme ändern könnten. Energiepflanzen wie Roggen und Mais vertrügen geringere Niederschläge besser und seien unter Umständen wirtschaftlich überlegen /274/.

Würden die Sommer trockener und gleichzeitig auch die Verdunstung zunehmen, könnte dies für die Landwirtschaft Brandenburgs und auch für die des Sandgürtels entlang der Elbe von Bremen bis Cottbus das Aus bedeuten. Dies würde weitere ökologische Folgen nach sich ziehen, da gerade die Landwirtschaft für die Grundwasserneubildung besonders wichtig sei. Dehnten sich nämlich die Wälder auf brachliegenden Flächen wieder wie vor fast 2000 Jahren aus, dann werde der Grundwasserpegel weiter sinken, da Wälder den Niederschlag fast komplett aufbrauchten, anders als bei landwirtschaftlicher Nutzung, die genug Wasser für ein Aufstocken des Grundwassers übrig lasse. Als Gegenmaßnahme für höherwertige Produkte wie Gemüse, Kartoffeln, Körnermais oder Rüben werden hier Beregnungen angedacht. Als Alternative wird aber auch der gezielte Anbau von Energiepflanzen wie langstrohiges Getreide, Gräser oder Sträucher für die Biomasse-Produktion gesehen /274/.

Allerdings müssten sich nicht nur die Landwirte in Brandenburg in Zukunft auf andere Bedingungen einstellen. Insgesamt werden sich wahrscheinlich extreme Wetterlagen häufen - große Hitze wird von Hagel, Starkregen und Stürmen abgelöst werden. Anders als im Osten wird im Westen mit teilweise besseren Wachstumsbedingungen auf Grund wärmerer Temperaturen und höherer Niederschläge gerechnet. Allerdings könnten sich durch diese warmen und feuchten Klimabedingungen insbesondere beim Getreide Qualitätsprobleme durch erhöhten Pilzbefall ergeben /359/.

<u>Landwirtschaft/Forstwirtschaft - Verstärkung regionaler Ungleichgewichte und Konkurrenzen</u> durch große Bioenergieanlagen

Besonders im Bezug auf den synthetischen Kraftstoff BtL (auch Synfuel oder Sunfuel), mit dem erhebliche Hoffnungen als Alternative zu fossilen Kraftstoffen verbunden sind, könnten sich nach Ansicht einiger Teilnehmer durch den immensen Rohstoffbedarf großer Anlagen erhebliche Auswirkungen ergeben. Infolge dessen werden vor allem ein erheblicher Ausbau der Infrastruktur und eine starke Erhöhung des Verkehraufkommens und ein damit verbundener Anstieg der Umweltbelastung im Bereich bzw. in der Region solcher Anlagen befürchtet. Zudem könnten sich ein regionaler Verlust der Nutzungsvielfalt und Probleme für den Gebietswasserhaushalt durch die großflächige Gewinnung von schnellwachsenden Hölzern im Kurzumtrieb sowie eine Konkurrenz zwischen der energetischen und stofflichen Verwendung von Waldholz ergeben.

Generell können für die Erzeugung von BtL-Kraftstoff verschiedene Rohstoffe genutzt werden, die Palette erstreckt sich von ohnehin anfallenden Reststoffen wie Stroh, Bioabfälle und Restholz bis hin zu Energiehölzern und Energiepflanzen, die eigens für die Kraftstofferzeugung angebaut und vollständig verwertet werden können /277/. Laut der BtL-Realisierungsstudie der Deutschen Energie-Agentur (dena) könne in Deutschland ein Biomassebedarf von einer Mio. Tonnen pro Jahr, wie ihn eine Sigma-Anlage von Choren benötigen würde, in einem Umkreis von 25 bis 60 Kilometern der Anlage bedient werden /265/.

Bisher gibt es keine konkreten Untersuchungen und Informationen bezüglich der Auswirkungen großer BtL-Anlagen auf die lokale und regionale Infrastruktur, den Verkehr oder die Umwelt. Erste Untersuchungsansätze hierzu finden sich im Projekt Sunreg II, in dem der Umweltund raumverträglicher Ausbau der energetischen Biomassenutzung betrachtet wird. Hier wurde festgestellt, dass auch die dem Rohstoffanbau und der -ernte folgenden Phasen der BtL-Produktion Auswirkungen auf den Naturhaushalt haben. Hierzu wurde die dezentrale Produktion in bäuerlichen Biogasanlagen mit den Auswirkungen der BtL-Herstellung in industriellem Maßstab verglichen. Als Ergebnis zeigten sich besonders große Unterschiede aufgrund der Mengenunterschiede in den transportintensiven Phasen der Rohstoffbereitstellung sowie der Reststoffverwertung, wodurch es durch den dafür notwendigen Ausbau von Feldwegen oder das Verkehrsaufkommen in bisher nicht davon betroffenen Regionen kommen kann und Beeinträchtigungen der Biotop- und Landschaftserlebnisfunktion zu erwarten sind.

Im Bereich der Biogaserzeugung, die seit ihrer Einführung in Deutschland durch dezentrale Hof-Anlagen geprägt war, geht der Trend nun zu großen Biogasparks, die z. B. durch große Strom- und Erdgasversorger in Kooperation mit großen Biogasanlagenherstellern finanziert werden. Im oberpfälzischen Schwandorf ist im Juli 2008 die größte europäische Bio-Erdgasanlage des E.ON-Konzerns und des Biogasanlagenherstellers Schmack offiziell in Betrieb genommen worden. In der Anlage werden pro Jahr aus 85.000 Tonnen in der Region angebauten Energiepflanzen etwa 16 Mio. Kubikmeter Biogas produziert und ins normale Gasnetz eingespeist. Im Unterschied zu normalen Betrieben wird das Gas der neuen Anlage auf Erdgasniveau aufbereitet, damit normale Heizungsanlagen damit betrieben werden können. Bei den bislang in Deutschland betriebenen Anlagen wird das Biogas zumeist gleich in einem benachbarten Kraftwerk in Strom und Wärme umgewandelt /269/.

Bereits im Herbst 2007 wurde in Penkun im Landkreis Uecker-Randow (Mecklenburg-Vorpommern) der weltgrößte Biogaspark der Welt fertig gestellt, der in 40 einzelnen Biogasmodulen bzw. Fermentern insgesamt eine Menge von 420.000 Tonnen Rohstoffen pro Jahr verwerten kann /273/.

Bezüglich der Auswirkungen ist im Februar 2007 eine Studie vom ehemaligen Institut für Energetik und Umwelt (heute Deutsches Biomasseforschungszentrum - DBFZ) zusammen mit dem Öko-Institut erschienen, in der die Auswirkungen, die mit der Errichtung und dem Betrieb von Biogasparks mit 40 Fermentern im Vergleich zu Einzelbiogasanlagen verbunden sind, abgeschätzt und beurteilt wurden.

Als Beispiel für einen Biogaspark wurde in der Studie die Anlage in Penkun herangezogen. Die Bereitstellung der für diese Anlage benötigten Substrate von rund 300.000 t Mais, 30.000 t Getreide und 80.000 t Gülle pro Jahr erfolgt aus den Regionen Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Polen und umfasst einen Radius von etwa 40 km um die Anlage. Bei dem Einsatz von Lkws mit einem Ladevolumen von 25 t und Gülletransportern mit einem Transportvolumen von 22 m³ sind zur Belieferung des Biogasanlagenparks pro Tag etwa 50 Fahrten notwendig. Einzelhofanlagen nutzen meist Traktoren oder Schlepper für den Substrattransport, sodass hier die Anzahl der Fahrten für die Beschickung eines Fermenters im Vergleich zu einem Fermenter in Biogasanlagenparks höher liegt; allerdings betragen die Transportdistanzen nur 5-10 km. Bei beiden Anlagegrößen kommt auch noch der Abtransport von Gärresten bzw. aufbereitetem Dünger durch landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge hinzu.

Insgesamt betrachtet ist das Verkehraufkommen bei Biogasparks deutlich höher als das einer Einzelanlage und somit die Lärmbelästigung in der Nähe solcher Anlagen bzw. in der Nähe von Zufahrtsstraßen zur Anlage als deutlich höher einzuschätzen.

Aufgrund des hohen benötigten Substratinputs von Mais - 300.000 t/a – ist im Einzugsbereich der Anlagen eine massive Ausweitung der Anbauflächen von Mais und eine damit verbundene deutliche Verengung der Fruchtfolge zu erwarten und bereits zu beobachten. Hierdurch kann es in den betroffenen Regionen besonders stark zu Bodenerosion, erhöhten Pflanzenschutzmittelanwendungen, Verringerung der Biodiversität sowie zu Nährstoff- und Pflanzenschutzmittel-

teleinträgen in Boden und Gewässer kommen /336/ (siehe verstärkte Konkurrenzen Kapitel 6.1.1).

Die Ausbringung des vergorenen Substrats aus Biogasparks bedingt das Handling sehr großer Gärrestmengen (445.000 t/a in Penkun) für die eine angepasste Logistik bzgl. der Ausbringung und der Dosierung von hoher Wichtigkeit ist. Als vorteilhaft ist bei großen Anlagen wie der in Penkun die Möglichkeit der Aufbereitung der Gärreste zu Düngerpellets (24.000 t/a) und Flüssigdünger (50.000 t/a) zu sehen. Dabei wird der Flüssigdünger in der Region und die Düngerpellets sogar international vermarktet werden. Dabei können im Vergleich zu einer direkten Ausbringung der Gärreste die zu transportierenden Mengen infolge der Aufkonzentrierung der Nährstoffe über 80 % reduziert werden. Diese technisch sehr aufwändige Aufbereitung wird bei Einzelhofanlagen aus Kostengründen höchst selten durchgeführt.

Landwirtschaft - Energieholzgewinnung auf landwirtschaftlichen Flächen

Eine Möglichkeit Holz als Rohstoff für die dezentrale Energieversorgung über Holzheizkraftwerke oder für die zentrale Erzeugung von BtL-Kraftstoffen zu erzeugen, ist der Anbau von schnellwachsenden Baumarten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Form so genannter Kurzumtriebsplantagen (KUP). Bei diesem Anbauverfahren werden im Frühjahr nach einer gründlichen mechanischen und chemischen Flächenvorbereitung Stecklinge von Pappeln und Weiden oder bewurzelten Pflanzen (z. B. Robinie) in regelmäßigen Reihen gepflanzt. Nach zwei bis vier Jahren werden im Winter die dann vier bis sechs Meter hohe Triebe mit umgebauten Maishäckslern oder speziell entwickelten Ganzrutenerntern beerntet und die Pflanzen auf den Stock gesetzt.

Nach Schätzungen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe können dabei auf einem Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche im Kurzumtrieb umgerechnet etwa 4.000 Liter BtL-Kraftstoff erzeugt werden /278/.

Mit der Anlage solcher Plantagen können aber auch negative Auswirkungen auf Natur und Landschaf verbunden sein. So wird bei Kurzumtriebsplantagen nicht ausgeschlossen, dass sich diese langfristig nachteilig auf den Gebietswasserhaushalt auswirken können. Konkurrenzstarke Gehölze wie Pappel und Weide stellen hohe Anforderungen an den Wasserhaushalt und können durch die deutlich geringere Grundwasserneubildung unter diesen Flächen im Vergleich zu herkömmlicher landwirtschaftlicher Fläche insbesondere auf nicht ausreichend wasserversorgten Standorten zur Wasserkonkurrenz führen Dies ist besonders im Hinblick auf die oben beschriebene Problematik des Klimawandels von großer Bedeutung. So könnte bei zukünftig trockeneren und heißeren Sommern die Anlage von KUP in Gebieten mit geringem Wasserrückhaltevermögen und geringer Grundwasserneubildung problematisch oder sogar unmöglich werden /354/.

Die Ernte der Hölzer wird durch schwere Erntemaschinen durchgeführt und findet zum Schutz des Bodens überwiegend bei gefrorenem Boden statt. Langfristig gesehen kann im Zuge der Klimaerwärmung und daraus resultierenden frostfreien Böden die Ernte Schäden verursachen. Aus Artenschutzsicht ist es entscheidend davon abhängig, auf welchen Standorten und in welchen Landschaften der Biomasseanbau z. B. über KUP stattfindet. In jedem Fall kommt es zu einer Verdrängung von Offenlandarten /354/.

Durch andere Wuchsformen, große Wuchshöhen und längere Standzeiten könnten diese Plantagen bei einem großflächigen Anbau das Landschaftsbild einer Region deutlich verändern und zu einem Verlust der Nutzungs- und Strukturvielfalt führen /324/.

Zukünftig neu entstehende Synergien

<u>Landwirtschaft - Neue Energiepflanzen und Erweiterung der Fruchtfolge → Steigerung der Agrobiodiversität</u>

Forschung und Züchtung sind stetig auf der Suche nach weiteren geeigneten Energiepflanzen. Derzeit werden vor allem Versuche mit Chinaschilf (Miscanthus x giganteus), Sudangras (Sorghum sudanense), Rutenhirse (Panicum virgatum L.), Zuckerhirse (Sorghum saccaratum), Topinambur (Helianthus tuberosus L), Sonnenblume (Helianthus annuus) und Hanf (Cannabis sativa) durchgeführt.

Bis auf Topinambur, Sonnenblume und Hanf handelt es sich hierbei um C4-Pflanzen, die im Vergleich zu den C3-Pflanzen eine höhere Photosyntheseleistung bei mehr Wärme und Licht besitzen. Zudem handelt es sich mit Ausnahme von Hanf durchgängig um Neophyten. Dabei beschränkt sich laut Agroplan 2006 der ökologische Vorzug solcher Pflanzen gegenüber dem Maisanbau in den meisten Fällen auf eine Diversifizierung im Energiepflanzenanbau bzw. die Einschränkung von Mais als Monokultur. Zudem sind die Auswirkungen auf Flora und Fauna, die von einem großflächigen Anbau dieser Kulturen ausgehen können, nur bedingt absehbar /239/.

Dabei liegen speziell zum Miscanthusanbau und seinen möglichen Umweltwirkungen umfangreiche Untersuchungsergebnisse aus Mecklenburg-Vorpommern vor. Danach birgt der Anbau von Miscanthus grundsätzlich positive Auswirkungen auf die Umwelt, die besonders auf die langjährige Nutzungsdauer von 20 bis 30 Jahren zurückzuführen sind. In dieser Zeitspanne wird der Boden nur während der Ernte mechanisch belastet, ansonsten findet keine Befahrung statt. Auf Grund der langjährigen Bodenruhe und der jährlichen Rückführung von großen Mengen organischer Substanz in Form von Stoppeln, Rhizomen, Triebspitzen, Blattspreiten und Wurzeln in Höhe von ca. 8 t/ha (bei etablierten Beständen) wird das Bodenleben angeregt und es bildet sich ein lockeres Bodengefüge aus mit erhöhten Humusgehalten und mit hohen Anteilen biogener Makroporen /250/.

Dadurch sinken die Trockenrohdichten (Verhältnis von trockener Masse eines Stoffes zu seinem Volumen) der Böden und die gesättigte Wasserleitfähigkeit nimmt zu. Bei gleichzeitig dichtem Pflanzenbewuchs besteht nur eine sehr geringe Erosionsgefährdung. Lediglich in der Phase der Bestandsgründung ist auf Grund der langsamen Bestandsentwicklung eine potenzielle Erosionsgefährdung gegeben, die jedoch vergleichbar der Erosionsgefährdung im Mais- oder Zuckerrübenanbau ist und durch Mulchsaatverfahren ausreichend begrenzt werden kann. Nährstoffauswaschungen sind im Regelfall im Vergleich zum klassischen Ackerbau deutlich geringer, weil auf eine Stickstoff-Düngung zumeist verzichtet werden kann und gleichzeitig in Folge des hohen Wasserbedarfs der Miscanthusbestände die Sickerwassermengen stark reduziert sind. Weiterhin sind Pflanzenschutzmittelanwendungen auf das Pflanzjahr beschränkt und umfassen vergleichbare Herbizidmengen wie der Zuckerrüben bzw. Maisanbau. Problematisch kann der Befall von Miscanthus mit Gerstengelbverzwergungsvirus sein, der zur Infektion von Wintergerstebeständen führen kann, sodass Fungizidanwendungen notwendig werden können. Bedeutende Insektenkalamitäten sind für Miscanthus nicht bekannt. Als problematisch wird der hohe Wasserbedarf von Miscanthus in Regionen mit geringer klimatischer Wasserbilanz angesehen; bei verbreitetem Anbau könnte die Grundwasserneubildung negativ beeinflusst werden /274/

Laut Roth et al. (2005) bieten perennierende Gräser auch die Chance, ergänzende Habitatangebote für wildlebende Tiere bereitzustellen. Am Beispiel des Anbaus von Rutenhirse (*Panicum virgatum*) als Energiepflanze wurde die Beeinflussung der Abundanz von Grünlandvogelarten in Nordamerika untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass im Jahr nach der herbstlichen Ernte der Rutenhirse Bodenbrüter auftreten und Bewohner von Langgrasbeständen wie der Seggen-Zaunkönig (*Cistothorus platensis*) die nicht abgeernteten Bestände bevorzugen. Daraus folgern Roth et al., dass das Habitatangebot in Ackerbauregionen durch den Anbau perennierender Gräser und insbesondere durch ein Nebeneinander von unterschiedlichen Entwicklungsstadien erweitert werden kann. Dieses Ergebnis aus Nordamerika ist möglicherweise auch auf den Anbau von Rutenhirse, Miscanthus oder Sudangras in Deutschland übertragbar /327/.

Mehrjährige Kulturen wie Chinaschilf oder Topinambur bieten zusätzlich den ökologischen wie ökonomischen Vorteil des weitgehenden Entfallens von Bodenbearbeitungs- und Pflegemaßnahmen in den Folgejahren /239/.

Weiterhin kann der Anbau neuer Kulturen die regionale Eigenart einer Landschaft verändern, andererseits aber z. B. durch ihre Wuchsformen, Blüten oder Früchte neue Reize bieten, die sich positiv auf die Vielfalt und das Landschaftserleben auswirken können /324/.

Landwirtschaft - Neue Anbaumethoden für die Biomassegewinnung

Ein Anbausystem, dass im Biomasseanbau sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele vereinbart, ist das so genannte Zweikulturnutzungssystem. Dabei wird als Erstkultur eine Winterfrucht angebaut, die bereits vor der Reife geerntet wird. Als Zweitkultur eignen sich Pflan-

zen, die an die Bedingungen des Hochsommers angepasst sind und deren Ernte dann im Herbst erfolgen kann. Als Erstkulturen eignen sich vor allem Wintergerste und Winterroggen, weil sie hohe Biomassezuwächse durch eine frühe generative Phase realisieren. Als Zweitkulturen kommen vorwiegend Mais, Sonnenblumen, Hirsen, Sudangras, Hanf und Amarant in Frage /275/.

Dieses Anbaukonzept wird auch als Mehrkulturnutzung bezeichnet, da in einem Jahr auch mehr als zwei Kulturen pro Flächeneinheit angebaut und genutzt werden können. In der Regel sind dies Hauptfrüchte in Kombination mit Zwischenfrüchten /333/.

Laut KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) (2006) /302/ kommen u. a. folgende Vorteile der Zweikulturnutzung zum tragen:

- Erweiterung der Pflanzenauswahl zur energetischen Verwertung
- Begünstigung von Arten- und Sortenmischungen mit den damit verbundenen Vorteilen hinsichtlich der Ertragsstabilität, geringerer Krankheitsanfälligkeit und den Kombinationsmöglichkeiten von Leguminosen und Nichtleguminosen.
- Anbau alter Sorten zum Erhalt genetischer Ressourcen. Zum Beispiel sind alte Getreidesorten bezüglich der Biomasseleistung bis zur Milchreife durchaus mit neuen Sorten konkurrenzfähig
- Nahezu ganzjährige Bodenbedeckung verhindert Bodenerosion und führt zu einem geringerem Austrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln als das Einkultur-Verfahren und schont dadurch Böden und Gewässer

Auf den Einsatz von Fungiziden und Insektiziden kann bei der Mehrkulturnutzung vollständig verzichtet werden, da die Kulturen bereits zu einem Zeitpunkt geerntet werden, in dem die Schaderreger den Ertrag erst wenig beeinflussen können. Darüber hinaus kann auch der Aufwuchs von Wildpflanzen in begrenztem Umfang toleriert werden /333/. Die Ertragseinbußen bei den Kulturpflanzen werden durch die Biomasseproduktion der Wildpflanzen zum Teil wieder ausgeglichen, da diese ebenfall problemlos als Biomasse in einer Biogasanlage genutzt werden können /293/. Allerdings ist zu vermuten, dass auf Grund der sehr frühen Ernte insbesondere krautige Arten, die eine relativ lange Zeit bis zur Samenreife benötigen, allmählich von den Äckern verdrängt werden. Ein dichterer Aufwuchs von Hauptfrüchten im Zweifruchtanbau könnte zudem lichtliebende Ackerwildkräuter unterdrücken und damit insgesamt das beim Verzicht von Herbiziden zu erwartende potentielle Artenspektrum einschränken. Werden auf einer Fläche über einen längeren Zeitraum ausschließlich nach dieser Methode Energiepflanzen angebaut, könnte nach einigen Jahren eine Ausbreitung von sich vegetativ vermehrenden Wurzelunkräutern wie Quecke oder Ackerkratzdistel möglicherweise doch den zumindest gelegentlichen Einsatz von Herbiziden erfordern /324/.

Allerdings sind die Klima- und Standortbedingungen für die Mehrkulturnutzung hoch und wird daher in der Praxis bisher kaum angewendet. Da das Anbaukonzept unter mitteleuropäischen Verhältnissen auf tiefgründigen Standorten mit hoher verfügbarer Wasserspeicherkapazität oder auf weniger tiefgründigen Böden mit ausreichenden Sommerniederschlägen entwickelt wurde, kann es nur in diesen Fällen optimale Erträge gewährleistet. Hinsichtlich der Eignung dieses Anbausystems für andere Standorte laufen derzeit aktuelle Projekte wie das vom BMELV geförderte Projekt EVA /324//333/.

Eine weitere Anbaumethode, die ebenfalls positive Potenziale für eine naturschutzverträgliche Energiepflanzenproduktion birgt, ist der Mischfruchtanbau, der bisher vor allem im ökologischen Landbau angewendet wird. Hierunter versteht man den Anbau verschiedener Feldfrüchte auf dem gleichen Feld in der gleichen Vegetationsperiode /292/.

Durch die Mischung verschiedener Kulturen wie z. B. Klee mit Gras, Wicken mit Roggen oder Mais mit Sonnenblumen ergeben sich ergänzende Effekte. Beispielsweise liefern Klee und Wicken dem Boden Stickstoff, Sonnenblumen wirken aufgrund des hohen Ölgehalts bei gleichzeitiger Vergärung mit Mais positiv auf die Biogasbilanz /239/.

Weitere Vorteile des Mischfruchtanbaus sind:

- Bessere Unkrauregulierung im Bestand
- Minderung des Krankheits- und des Schädlingsdrucks
- Reduzierung des Pflanzenschutzmittelaufwands
- Reduzierung der mineralischen N-Düngung bei Leguminosenbeimischungen
- Vermeidung oder Minderung von Lagerbildung (Umknicken der Halme)
- Stabilere bzw. höhere Ertragsleistungen durch geringere Stressanfälligkeit der Mischbestände /302/.

Eine Möglichkeit, außerhalb des Waldes Holz zu erzeugen, ist, wie bereits beschrieben, der Anbau von schnellwachsenden Baumarten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Form von Kurzumtriebsplantagen (KUP). Das hier erzeugte Energieholz stellt eine notwendige Ergänzung zu den aktuell stark nachgefragten Energieholzsortimenten aus der Forstwirtschaft dar und kann als Holzhackschnitzel zu dezentralen Energieversorgung oder als Rohstoff für die zentrale Erzeugung von BtL-Kraftstoffe genutzt werden /281/. Dabei ist ein ganz entscheidender Aspekt, dass KUP den rechtlichen Status landwirtschaftliche Nutzfläche behalten und damit im Rahmen der Betriebsprämie auch weiterhin Zahlungsansprüche an diese Flächen aktiviert werden können /289/.

Doch während sich dieses Produktionsverfahren, unter anderem aufgrund von staatlichen Fördermaßnahmen, beispielsweise in Schweden, Italien, Frankreich oder auch Ungarn schon seit

einigen Jahren als Form der Landnutzung etabliert hat, wurden in Deutschland bisher kaum praxisrelevante Plantagenflächen angelegt /300/.

Dabei stellt der Anbau von Agrarholz auf landwirtschaftlichen Flächen eine alternative Bewirtschaftlungsform und eine Erweiterung der Handlungsoptionen für landwirtschaftliche Betriebe dar auch wenn die Produktion von Energieholz in KUP - verglichen mit dem Anbau landwirtschaftlicher Marktfrüchte - durch sehr lange Produktionszeiten charakterisiert ist und je nach Produktivität und Vitalität der des eingesetzten Pflanzenmaterials eine Bewirtschaftungszeit zwischen 20 und 30 Jahren möglich ist. Für den Landwirt bedeutet dies, dass er seine Fläche für eine extrem lange Zeit binden muss und somit nur begrenzt auf Marktentwicklungen reagieren kann /255/.

Eine weitere Hürde können die unregelmäßigen Zahlungsströme während des Produktionsprozesses für den Landwirt darstellen. So erzielt er in den Anfangsjahren bis zur ersten Ernte keine Produktionserlöse, hat aber die hohen Anlagekosten und die kostenintensive Ernte zu tragen. Weitere Probleme stellen die Plantagenrückwandlung am Ende der Nutzung, der Mangel an Erfahrungen und Wissen und fehlende politische Signale für den Anbau dar /299/. Einzig im Freistaat Sachsen wird die erstmalige Anlage von mehrjährigen Energiepflanzenplantagen finanziell unterstützt /328/.

Probleme ergeben sich auch bei der Vermarktung der produzierten Biomasse. Dies betrifft vor allem Landwirte, die keine innerbetriebliche Verwendung für das Endprodukt haben. So ist es von großer Bedeutung, eindeutige und faire Abnahme-/Lieferverträge z. B. mit einem Biomasseheizwerk oder Heizkraftwerk bereits vor der Anlage der Kurzumtriebsplantage auszuhandeln. Dabei sollten angepasste Preisgestaltungen genauso geregelt sein wie eine Garantie der Biomasseabnahme. Hilfreich bei der Entwicklung von Vermarktungsstrategien kann beispielsweise der Zusammenschluss von Erzeugergemeinschaften sein /300/.

Auch konkurriert der Anbau von Energieholz im landwirtschaftlichen Betrieb mit anderen Produktionsverfahren, um die Anbaufläche und die Arbeitskapazität. Verfolgt der Landwirt klar das Ziel der Maximierung seines Betriebsergebnisses, so wird er unter Berücksichtigung bestehender Regelungen (Cross Compliance) ausschließlich die Kulturen anbauen, mit denen er dieses Ziel optimal erreicht. Bei Betrachtung der aktuellen Preise für landwirtschaftliche Marktfrüchte und Holzhackschnitzel wird deutlich, dass der Energieholzanbau momentan nicht konkurrenzfähig ist (2007: Feldholz 9,30 €/dt, Wintergerste 19,55 €/dt, Winterrogen 20,75 €/dt). 2006 war der Anbau von Energieholz gegenüber dem Marktfruchtanbau hingegen absolut konkurrenzfähig. Mittelfristig ist aber mit steigenden Preisen für Waldhackschnitzel zu rechnen, wodurch die Wirtschaftlichkeit des gesamten Produktionsverfahrens erhöht werden wird /358/. Eine Flächenkonkurrenz kann vor allem beim Anbau von anderweitigen Energiepflanzen, beispielsweise zur Versorgung der Biogasanlage bestehen. Je nach Anteil der Biomasse am Substrat wird ein mehr oder weniger großer Teil der Ackerfläche für den Anbau von Mais oder Ganzpflanzensilage benötigt /284/.

Ein arbeitswirtschaftlicher Vorteil besteht beim Produktionsverfahren Kurzumtrieb in der Tatsache, dass die Ernte der Holzbiomasse im Winter erfolgt. Dadurch können Arbeitsspitzen im landwirtschaftlichen Betrieb reduziert und vorhandene Technik- und Arbeitsspitzen innerhalb der Wintermonate besser ausgelastet werden /358/.

Für die Anlage von Holzplantagen ist die Auswahl geeigneter Anbauflächen ein ganz wichtiger Aspekt. Da der Landwirt seine produktiven und hochproduktiven Standorte für den Marktfruchtanbau nutzt, kommen für den Anbau von Energieholz in der Regel zunächst ertragsschwächere – evtl. stillgelegte und/oder aus der Produktion genommene Flächen mit ausreichender Wasserverfügbarkeit in Frage. Auch weit vom Hof entfernte Flächen, bei denen der häufige Einsatz der Technik für die Bewirtschaftung von Ackerfrüchten (Saat, Düngung, PSM-Einsatz) zu aufwändig ist, sind geeignet /300/. Weiterhin können Feldgehölzstreifen entlang der Uferbereiche von Gewässern etabliert werden. Dadurch kann einerseits die Einhaltung der Abstandregelungen für Dünge- und Pflanzenschutzmittel gewährleistet werden und andererseits ein Nährstoffeintrag in die Gewässer vermieden werden /336/. Weitere Flächenpotenziale bieten Böden mit regelmäßiger Vernässung bzw. eingeschränkter Befahrbarkeit und landwirtschaftliche Nutzflächen in Wasserschutzgebieten bei Verzicht auf Düngung- und Pflanzenschutzmaßnahmen während der Bewirtschaftung der Plantagen. Nicht zu vergessen sind außerdem Klein- und Splitterflächen, sie aufgrund ihrer Flächengröße für einen intensiven Marktfruchtanbau ungeeignet sind /255//300//358/.

Als sehr positive Wirkung des Anbaus schnellwachsender Baumarten wird die Möglichkeit der ökologischen und optischen Aufwertung ausgeräumter Agrarlandschaften gesehen. Die entstehenden Gehölzstrukturen bieten dabei zum einen Rückzugsgebiete für zahlreiche Tiere, zum anderen können verschiedenste Strukturelemente der Agrarlandschaft sinnvoll vernetzt werden /254//357/. Dabei sollte zur Aufrechterhaltung von schnellwachsenden Hölzern als Landschaftselemente in der Landschaft über Systeme mit unterschiedlichen Rotationszeiten und einer diversifizierten Arten- und Sortenstruktur nachgedacht werden /282/.

Ebenso dient die Anlage von Kurzumtriebsgehölzen sowohl im flächigen Anbau als auch in Streifenform in sehr hohem Maße dem Bodenschutz, da die Bodenerosion durch Wasser und Wind deutlich reduziert werden kann Hinsichtlich des Einsatzes von Pestiziden und Düngemitteln ist von einer extensiveren Nutzung der Fläche gegenüber einer konventionellen landwirtschaftlichen Nutzung auszugehen./255//358/.

Weiterhin können Energieholzplantagen einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, da sie sowohl in der oberirdischen als auch in der unterirdischen Biomasse erhebliche Mengen an Kohlendioxid speichern, die allerdings nach der Rodung wieder freigesetzt werden. Zudem tragen Gehölzanlagen zur Reduktion bodenbürtiger Emissionen bei, das sie im Vergleich zu landwirtschaftlichen Kulturen beispielsweise deutlich geringere Mengen an Lachgas emittieren /300/.

Landwirtschaft - Schilfanbau auf wiedervernässten Niedermoorstandorten

Niedermoorstandorte sind insbesondere seit dem letzten Jahrhundert größtenteils durch Kultivierung in ihrer Funktion zerstört oder geschädigt worden /335/. Auf intakten Niedermoorstandorten verhindert der hohe Grundwasserstand eine Sukzession zum Waldstadium. Bei degradierten Niedermooren kann die Offenhaltung der Landschaft selbst nach einer Wiedervernässung z. T. nur durch Pflegemaßnahmen gewährleistet werden. Die Möglichkeiten zur standortangepassten Nutzung und Erhaltung von Niedermooren sind grundsätzlich mit hohem Pflege- und Kostenaufwand verbunden /324/. Der Anbau von torfbildenden Pflanzen wie Schilf, Seggen, Rohrkolben oder Erlen zur energetischen Nutzung auf wiedervernässten Niedermoorstandorten bietet laut Wichtmann & Koppisch (1998) u. U. die Chance zur standorterhaltenden und kostendeckenden Bewirtschaftung dieser Standorte. Dabei lassen sich insbesondere mit Schilfbeständen (*Phragmites australis*) im Vergleich zu anderen Sumpfpflanzanarten die größten Biomasseerträge erzielen /364/.

Schilfanbau zur stofflichen oder energetischen Nutzung kann aus ökologischer Sicht eine sinnvolle Alternative zur extensiven Grünlandnutzung darstellen, da hierdurch die Torfmineralisierung im Vergleich zur intensiven Grünlandnutzung verlangsamt wird. Dabei muss die Option für einen Schilfanbau vorab mit den regionalen naturschutzfachlichen Zielsetzungen für die betroffenen Niedermoorstandorte abgestimmt werden /324/.

Nach Wichtmann & Koppisch (1998, 1999) führt regelmäßige Mahd generell zu einer Erhöhung der Biomasseproduktion sowie zu besserer Qualität des Schilfs. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass der Erntevorgang Bestand und Boden schädigen kann und die Gefahr der Beeinträchtigung von Brutmöglichkeiten der auf Röhrichte spezialisierten Vogelarten besteht. Da die gemähten Flächen nach der Ernte mindestens drei Jahre lang nicht besiedelt werden würden, ist ein großflächiger Schnitt zu vermeiden /363//364/.

Zukünftig verstärkte Konkurrenzen

<u>Landwirtschaft - Konkurrenz um Dünger durch sinkende Phosphorvorräte - könnte die Biomasseproduktion zurückgehen lassen</u>

Der BBE (Bundesverband Erneuerbare Energie e. V.) (2006) machte in einem Hintergrundpapier bereits 2006 deutlich, dass in der Diskussion um die Kraftstoffe der 2. Generation wie BtL das Problem offener Nährstoffkreisläufe zu wenig betrachtet werde. Offene Nährstoffkreisläufe verursachten nicht nur höhere Energieverluste durch zusätzlichen Düngerbedarf sondern auch den Verlust wichtiger Nährstoffe, die nur zum Teil ersetzt werden können. Bei den BtL-Verfahren die mit sehr hohen Temperaturen (über 1000 °C) arbeiten, entsteht das Problem der Verglasung der Nährstoffe, d.h. die Einbindung der Nährstoffe in Schlacke, aus der heraus die Nährstoffe nicht mehr pflanzenverfügbar sind und aus der sie nur durch zusätzlichen Aufwand wieder zurück gewonnen werden können. Unter diesen Nährstoffen befindet sich auch Phos-

phor dessen kontinentale Vorkommen nach Schätzungen in 50 bis 130 Jahren aufgebraucht sein werden und das in Düngemitteln derzeit durch keinen anderen Stoff ersetzt werden kann /262/.

Interessant ist im Zusammenhang der Nährstoffproblematik bei BtL-Verfahren das Verfahren der mechanischen Entwässerung von Ganzpflanzensilagen, das bereits 1993 von Scheffer und Stülpnagel beschrieben wurde. Durch dieses Verfahren können bei geringem Energieeinsatz aus unterschiedlichen Biomassen trockene und schadstoffarme Brennstoffe oder aber auch Rohstoffe für die BtL-Produktion hergestellt werden /333/.

Nach diesem Konzept wird die Silage mechanisch entwässert und dadurch ca. 40 bis 50 % der Biomasse-Trockensubstanz in die flüssige Phase überführt. Es handelt sich dabei um Substanzen, die in einer Biogasanlage leicht und somit schnell vergoren werden, wie Zucker, Stärke, Eiweiß und Fette, aber auch um die Nährstoffe Phosphor und Kalium. Damit kann ein Biogasfermenter von sehr viel kleinerem Volumen mit geringerem technischem Aufwand (Verzicht auf Rührtechnik) betrieben werden. Der in der Biogasanlage vergorenen Presssaft kann dann als Düngemittel ausgebracht werden und schließt damit den Nährstoffkreislauf. Das Pressgut mit einen Wassergehalt von ca. 40 bis 50 % kann nach weiterer Trocknung entweder als Rohstoff für die BTL-Produktion verkauft, oder aber auch vor Ort zu Pellets verarbeitet werden. Die brenntechnische Qualität des Brennstoffs wird durch den mechanischen Entwässerungsprozess erheblich verbessert /329/.

Forstwirtschaft - Ausbringung von Asche aus der Holzverbrennung zum Schließen der Nährstoffkreisläufe im Wald bei naturnaher Waldwirtschaft nicht möglich

Wie bereits in Kapitel 6.1.1 beschrieben, könnte es durch die erhöhte Entnahme von Waldholz für die Holzfeuerung und als Rohstoff für die BtL-Produktion zukünftig zu einer Abschwächung oder Unterbindung der Nährstoffkreisläufe kommen. Daher stellt sich schnell die Frage, ob es nicht sinnvoll wäre, die nach der Verbrennung zurückbleibende Asche wieder im Wald auszubringen und so den Nährstoffkreislauf zu schließen. Laut Kölling & Stetter (2008) ist Holzasche wegen ihrer im trockenen Zustand pudrigen und im feuchten Zustand klumpigen Konsistenz sowie der teilweisen Verunreinigung mit Schlackebrocken oder Metallresten bei einer Ausbringung im Wald schwierig zu handhaben. Der hohe pH-Wert von über 10 kann bei empfindlichen Organismen, beispielsweise Moosen, zu Verätzungen führen. Darüber hinaus enthält Holzasche die Nähr- und Schadstoffe in leicht löslichen Formen, die unter normalen Bedingungen im Wald nicht vorkommen, sodass leicht Überdosierungen und Auswaschungen dieser Stoffe möglich sind. Vor allem Kalium wird aus der Holzasche in viel höheren Konzentrationen als bei der Streuzersetzung frei. Wichtige andere in der Biomasse enthaltene Elemente wie Kohlenstoff und Stickstoff fehlen der Asche hingegen weitgehend, weil sie bei der Verbrennung als Gas entweichen. Ein wichtiger Unterschied der Rückführung von Holzasche im Vergleich zur natürlichen Streuzersetzung besteht darin, dass aus wirtschaftlichen und technischen Gründen immer nur die Asche mehrerer Nutzungen auf einmal ausgebracht werden

kann. Die daraus resultierende Überdosierung geht am Bedarf der Waldbäume vorbei und läuft damit dem Grundsatz der bedarfsgerechten Düngung zuwider. Sinnvoll sei nach Meinung der Autoren, Holzasche als Sekundärrohstoff zur Herstellung von Düngemitteln zu verwenden, die dann als Ersatz- oder Zuschlagsstoff in der Waldkalkung oder für Ausgleichsdünger bei starker, nicht nachhaltiger Energieholz- oder Biomassenutzung eingesetzt werden könnten /298/.

Schwieriger stellt sich die Sachlage bei der thermischen Vergasung von Holz in der BtL-Produktion dar. Hier bleibt, wie im vorigen Punkt bereits beschrieben, eine Schlacke zurück, aus der die Nährstoffe nur unter zusätzlichem Aufwand zurück gewonnen werden können. Eine direkte Ausbringung dieser Schlacke ist, auch auf Grund der Tatsache, dass hier auch Reststoffe und Altholz mit verwertet werden, wohl kaum möglich. Vielleicht ist hier aber u. U. auch eine Verwertung als Sekundärrohstoff für die Düngerherstellung möglich.

Tabelle 34: Zukünftig neue und verstärkte Konkurrenzen und Synergien zwischen Land- und Forstwirtschaft und anderen Raumnutzern

	Konkurrenzen	Synergien
zukünftig neu ent- stehend		■ Neue Energiepflanzen – und Erweiterung der Fruchtfolge - Steigerung der Agrobiodiversität ■ Neue Anbaumethoden ■ Schilfanbau für stoffliche und energetische Nutzung auf wiedervernässten Niedermoorstandorten - neue Einkommensquelle - positiver Effekt auf das Klima - Steigerung der Biodiversität - Low Input-System mit hohem Output - Verlangsamt Abbau von Torf im Gegensatz zu als Grün-
1 11 50	Landa de de la companya de la compan	land genutzten Nieder- moorstandorten
zukünftig verstärkt	 Landwirtschaft Biologische Invasionen - u. a. kann der Anbau von invasiven Neophyten für Biogasanlagen zu Problemen für den Naturschutz führen. Klimawandel – geringere Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode verändern die Anbaubedingungen (Welche Biomasse ist in Zukunft anbaugeeignet?) Neue Formen der Bioenergieproduktion (z. B. BtL) bedingen einen hohen Nutzungsdruck auf naturnahe und natürliche Syste- 	■ Biomassenutzung nach dem Prinzip: Low Input – High Diversity (LIHD) – Nutzung wenig produktiver Flächen über die anfallende Biomasse bei nur geringem Bewirtschaftungsaufwand (Bearbeitung, Düngung etc.) ■ Bioenergie aus Landschaftspflegematerial bietet Chancen für den Naturschutz: der Aufwuchs

me

- Wettbewerb der Rohstoffmobilisierung
- Konkurrenz zwischen energetischer und stofflicher Holznutzung
- Weitere Preissteigerungen
- Food versus Fuel Food gewinnt
- Konflikt zwischen Nahrungsmitteln und Energiepflanzen
- Biokraftstoffe versus Kraft-Wärme-Kopplung und thermische Verwertung
- Intensivierung von Grünlandnutzung (Düngung und Schnitthäufigkeit) nehmen durch die verstärkte Grasnutzung für Biogaserzeugung zu. Durch die Intensivierung kann es z. B. zur Verdrängung von Salbei-Glatthaferwiesen kommen.
- Durch den zusätzlichen Flächenbedarf zur Erzeugung von Energiepflanzen für die Biogaserzeugung kommt es zu Grünlandumbrüchen.
- Grünlandschnitt kann verstärkt als Viehfutter genutzt werden, weil auf den Äckern Silomais für die Biogasanlage angebaut wird.
- Verstärkung regionaler Ungleichgewichte durch große Bioenergieanlagen: Infrastruktur – Verkehr – lokale Umweltbelastungen: Lärm, Emissionen
- Regionaler Verlust von Nutzungsvielfalt und Beeinträchtigung des Gebietswasserhaushaltes durch großflächigen Anbau von KUP
- Naturschutz und Biodiversität versus maximale Agrarflächennutzung (keine Stilllegungsflächen mehr)
- Energieertrag wichtiger als Naturschutz
- Abnahme der Planungssicherheit "Cash-Crop-Denken" – Landwirte bauen die gerade gewinnbringendsten Pflanzen an
- Erhalt und Neuanlage von Gewässerrandstreifen durch Flächeninanspruchnahme gefährdet
- Zu starke Beschneidung von Hecken zur Gewinnung von Landschaftspflegematerial eine Regulierung durch Naturschutzbehörden ist erforderlich, aber kaum möglich
- Ein fortwährender Flächenentzug durch Infrastrukturentwicklung verschärft die Konkurrenz um Flächen: In bisherigen Szenarien nicht berücksichtigt?
- Beeinträchtigung von Grund- und Oberflächenwasser durch zunehmende Anbaufläche und somit insgesamt zunehmenden Einsatz von Pestiziden, Düngemitteln, evtl. genverändertem Material
- Nutzung bzw. Wegfall von Stilllegungsflächen, negative Effekte auf Biodiversität und Biotopverbund
- Konkurrenz um Dünger durch sinkende

- extensiver Flächen (z. T. Naturschutzflächen) ist nutzbar
- Nutzung von Biomasse aus der Gewässerunterhaltung
- Kulturartenvielfalt steigt
- Beim Biogas ist die Vergütung festgelegt – dadurch ist die Kostendeckung problematisch. Alternativen: verstärkte Nutzung von Grünland und Gülle.
- Freiere Fruchtfolgengestaltung durch Entkoppelung

Forstwirtschaft

- Belebung der Preise für Waldholz
- Die Bewirtschaftung von Wäldern (Bauernwälder) wird durch den gestiegenen Holzpreis (im Zusammenhang mit den gestiegenen Ölpreisen) wieder aufgenommen. Vorher z. T. völlig ungenutzte Flächen werden wieder genutzt (Waldpflege und Wiederaufforstungen). (würde noch was dazu schreiben wollen)

Phosphorvorräte

Forstwirtschaft

- Energetische Nutzung von Holz kann eine Konkurrenz zur stofflichen Nutzung ergeben. Die Frage nach der Qualität des genutzten Holzes, hängt stark von der regionalen Verfügbarkeit ab (Vorhandensein von Waldbeständen, Art der Bestände, etc.).
- Zu starke Nutzung der Wälder für energetische Zwecke: Für die thermische Nutzung von Holz wird die Ganzbaumnutzung diskutiert; dadurch kann es zur Verarmung der Waldböden kommen, da umso mehr Nährstoffe pro Holzmasse ausgetragen werden je feiner die Äste sind.
- Ganzbaum- vs. Vollbaumnutzung: Die Vollbaumnutzung ist unerwünscht, da auch die Wurzeln mit entnommen werden müssten.
- Nährstoffrückführung: Ausbringung von Asche aus der Holzverbrennung zum Schließen der Nährstoffkreisläufe (besonders von Phosphor) im Wald ist bei naturnaher Waldwirtschaft nicht möglich. Asche enthält problematische Stoffe und Düngung bedeutet Einschränkung der Diversität innerhalb des Waldes.
- Die Nutzungspotenziale des Waldes sind langfristig nicht steigerbar.
- Eine Wiederaufnahme der Waldnutzung in Naturwäldern ist negativ für den Naturschutz (wurden ausreichend Flächen gesichert?)
- Mehrfache Überplanung der Produktionsfläche – energetisch und stofflich – besonders bei privaten Waldstücken.
- Holzeinkauf für Großanlagen notwendige kontinuierliche Beschickung führt zu Unzeiten bei der Ernte (Problem schon in Ansätzen erkennbar).
- Problem Bodenschutz bei zu starker Reststoffentnahme (BtL) sinkt der Humusgehalt des Bodens.

9.2.3 Lösungsstrategien zur Minimierung der Konkurrenzen

Im dritten Block des Workshops stand die Ermittlung der Ziele, gesetzlichen Regelungen und Instrumente auf der EU- und Bundesebene, die sich nach Ansicht der verschiedenen Raumnutzer gegenseitig negativ beeinflussen, sich gegenseitig behindern oder aufheben und somit derzeitig bzw. zukünftig zu Nutzungskonkurrenzen zwischen der Biomassenutzung und den Bereichen Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Naturschutz und Tourismus beitragen im Mittelpunkt. Dabei war auch von Interesse, ob Defizite eher in der Ausgestaltung oder im Vollzug der Instrumente gesehen werden.

Abschließend sollten Lösungsstrategien diskutiert werden, durch die eine Minimierung der Konkurrenzen erreicht werden kann. In diesem Zusammenhang sollte auch über mögliche Instrumente zur Erreichung dieser Ziele diskutiert werden. Dabei war unter anderem von Bedeutung, ob die Ausrichtung der Ziele und / oder die Ausgestaltung der Instrumente für eine nachhaltige Biomasseproduktion zur energetischen Nutzung angepasst werden muss.

- ⇒ Müssen Ziele im Bereich Erneuerbare Energien, Naturschutz, Land- und Forstwirtschaft für eine nachhaltige Biomassenutzung angepasst werden?
 - Sind zusätzliche übergeordnete Leitlinien notwendig?
- ⇒ Welche Instrumente sind zur Erreichung dieser Ziele geeignet?
 - Nachhaltigkeit eher über formelle oder informelle Instrumente steuern?
- ⇒ Welche Instrumente müssen angepasst werden?
 - Auf welcher Ebene (EU, Bund, Region) sollte geregelt werden?

Im Folgenden sollen einige Aussagen der Experten durch Informationen und Aussagen, die bisher im Zuge eigener Recherchen gewonnen werden konnten, näher erläutert werden. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** wird eine Übersicht über die Expertenaussagen gegeben, in der diese - soweit möglich - den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, den unterschiedlichen Typen von Instrumenten sowie der unterschiedlichen politischen Ebenen zugeordnet sind.

Ziele

Allgemein - Reststoffnutzung stärker fördern

Nach Leible (2003) beträgt das in Deutschland jährlich verfügbare Aufkommen an energetisch nutzbaren biogenen Reststoffen und Abfällen rund 75 Mio. t an organischer Trockensubstanz (oTS). Davon kommen rund 60 % aus der Land- und Forstwirtschaft. Berücksichtigt man in dieser Potenzialabschätzung zusätzlich das Pflegegut von Landschaftspflegeflächen, insbesondere von stillgelegten bzw. brachgefallenen Flächen in der Landwirtschaft, Festmist aus der Landwirtschaft sowie biogene Rest- und Abfallstoffe aus dem produzierenden Gewerbe, so könnte das Aufkommen von 75 Mio. t oTS um ca. 5 - 15 Mio. t oTS erhöht werden. Dieses Aufkommen an biogenen Rest- und Abfallstoffen von 75 Mio. t oTS entspricht über 11 % des Primärenergiebedarfs in Deutschland und besitzt damit ein Potenzial, das keinesfalls als gering einzustufen ist /306/.

Laut Heißenhuber (2007) sollte vor allem die Verwertung von Reststoffen der Nahrungsmittelproduktion forciert werden, da hier positive Nebeneffekte erzielt werden, ohne dass Nutzungskonkurrenzen auftreten und diese Art von Rohstoff relativ günstig zu beziehen ist /287/.

Von Seiten des Naturschutzes als auch von Seiten der Bioenergieerzeuger besteht großes Interesse an der energetischen Nutzung von Biomasse aus der Biotop- und Landschaftspflege. Ers-

terer erhofft sich aus dem Verkauf der erzeugten Energie eine zusätzliche Einnahmequelle, durch deren Erlöse die Kosten für die Biotoppflege gesenkt werden können. Die Energiewirtschaft interessiert sich besonders für die kostengünstige Erschließung bisher noch brachliegender Bioenergiepotenziale, durch deren Nutzung zusätzliche CO2-Mengen eingespart werden könnten /306/.

Ein Beispiel für das Interesse an der Nutzung dieser Potenziale findet sich im Ort Simbach Bayern. Dort wurde 2007 in einer Biogasanlage ein Versuch zur Verwertbarkeit von faserreichem Landschaftspflegematerial aus technischer und biologischer Sicht durchgeführt. Seit Betriebsbeginn 2006 wurde in dieser Anlage zunächst Entenmist mit hohen Strohanteilen vergoren und zu Biogas umgesetzt - ein Jahr später folgte ein Versuch mit einer Mischung von 50 % Landschaftspflegematerial und 50 % Silomais. Hier zeigte sich, dass Landschaftspflegematerial durchaus ein sinnvoller Einsatzstoff in der Biogasanlage sein kann, wenn der Methanbildung entsprechende Technik vorgeschaltet ist. Damit das Material für die Methanisierung nutzbar ist, muss zuvor ein Versauerungsprozess zur Aufschließung des Landschaftspflegeheus stattfinden. Weiterhin war bei diesem Versuch der Biogasertrag nicht das alleinige Kriteriumnach Abschluss des Vergärungsprozesses wurde die Festfraktion abgetrennt, getrocknet und zu Brennstoff aufbereitet. Dabei zeigten Analysen, dass der Brennstoff aus dem Gärrest einen Heizwert und Schadstoffwerte ähnlich dem von Hackschnitzeln aufwies /264/.

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Verwertung von Gras aus extensiver Grünlandnutzung und speziell von artenreichem Grünland anzustreben (siehe Kapitel 9.2.1). Ohne entsprechende finanzielle Honorierung dieser freiwilligen Leistung im Sinne des Erhaltes und der Entwicklung von Grünlandflächen, lässt sich der Einsatz dieses Materials in einer Biogasanlage mit konventionellen Verfahren jedoch nicht wirtschaftlich betreiben. Denn hohe Biogasausbeuten lassen sich vor allem durch intensive Grünlandwirtschaft mit drei oder vier Schnitten erzielen. Deshalb wäre hier eine zusätzliche Regelung im EEG wünschenswert, die extensive landschaftspflegerische Leistungen ausreichend honoriert /239/86/. Inwieweit sich solches Landschaftspflegematerial zukünftig zur BtL-Herstellung eignen wird ist derzeit noch nicht abzusehen.

Im aktuellen Entwurf des Gesetzes zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich vom Februar 2008 wurde kein gesonderter Bonus für Landschaftspflegematerial eingeführt. In einem Änderungsantrag der Mitglieder der CDU/CSU-Fraktion und der SPD-Fraktion im Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 4.06.2008 wird eine Änderung dahingehend gefordert, dass sich der Bonus für Nachwachsende Rohstoffe für Strom aus Biogasanlagen bis einschließlich einer Leistung von 500 Kilowatt um 2,0 Cent pro Kilowattstunde erhöht, wenn zur Stromerzeugung überwiegend Pflanzen oder Pflanzenbestandteile, die im Rahmen der Landschaftspflege anfallen, eingesetzt werden.

Allerdings wird in Anlage 2 des vom Kabinett verabschiedeten Entwurfs des EEG konkretisiert, für welche Stoffe NawaRo-Bonus gedacht ist und für welche nicht. Die durch die in der aktuellen Fassung des Gesetzes fehlenden Voraussetzungen und Abgrenzungen entstandenen Unsicherheiten, werden dadurch nunmehr behoben. NawaRo-Bonus fähige Stoffe sind künftig

in einer "Positiv-Liste" und Stoffe, für die der Bonus nicht vorgesehen ist, werden in einer "Negativ-Liste" benannt /267/.

Auch haben sich im EEG-Entwurf Änderungen zum Ausschließlichkeitsprinzip beim Einsatz von NawaRo in Biogasanlagen und deren Vergütung im Bezug auf Nebenprodukte ergeben.

Durch die bisherige strenge Handhabe des Ausschließlichkeitsprinzips blieben bzw. bleiben viele landwirtschaftliche pflanzliche Nebenprodukte energetisch ungenutzt, obwohl diese im direkten Umkreis der Biogasanlage anfallen. Auch im Hinblick auf die gestiegenen Energiepflanzenpreise und die sinnvolle energetische Verwertung von Biomasse ist die Flexibilisierung der Ausschließlichkeit sinnvoll /290/. So dürfen rein pflanzliche Nebenprodukte der NawaRo-Positivliste, die unter Nummer V der Anlage 2 des Entwurfes zu finden ist, ohne Verlust des NawaRo-Bonus mit vergärt werden. Allerdings kann für das aus diesen Nebenprodukten gewonnene Biogas nur die Grundvergütung in Anspruch genommen werden und der NawaRo-Bonus bleibt auf den Anteil entsprechend der NawaRo-Positivliste beschränkt. Durch die anteilige Mitvergärung von Nebenprodukten in Biogasanlagen ist eine genaue, nachvollziehbare und transparente Dokumentation für die Bilanzierung als Grundlage für die Vergütung notwendig, bei dem ein Nachweis durch Vorlage eines Gutachtens eines Umweltgutachters zu führen ist /267/.

Allgemein betrachtet ist die Gewinnung biogener Roh- und Reststoffe nicht per se nachhaltig. Bei der Ermittlung von energetischen Nutzungspotenzialen von Biomasse aus Abfällen und Reststoffen muss berücksichtigt werden, ob diese Biomasse bereits in konkurrierenden Nutzungen, also z. B. der stofflichen Nutzung als Holzwerkstoff oder in der Spanplatten- oder Papierindustrie verwendet wird /331/.

Bei der Entnahme von biogenen Reststoffen wie Stroh und Waldrestholz müssen für eine nachhaltige Bewirtschaftung Nährstoffkreisläufe berücksichtigt werden. Die intensive Nutzung von land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen (Waldrestholz, Stroh, Rübenblatt) kann, wie bereits in Kapitel 9.2.1 für Waldreststoffe beschrieben, zu ernst zu nehmenden Umweltgefährdungen führen. Die Verwertung von Ganzpflanzen und die Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen wie Stroh, können zu einer Reduzierung des Humusgehaltes führen. Besonders Stroh nimmt eine wichtige Rolle bei der Humusbildung ein und sollte zu ca. 80 % auf dem Acker verbleiben /280//359/.

In Kapitel 9.2.1 sind bereits die möglichen Risiken der Gärresteausbringung auf Boden und Gewässer beschrieben. Hier wird deutlich, dass sich durch die Vergärung von Gülle auch positive Effekte ergeben. Das Gärsubstrat ist gegenüber unvergorener Gülle geruchsärmer, homogener, pflanzenverträglicher und enthält höhere Anteile an pflanzenverfügbarem Stickstoff und Phosphor /292/. Darüber hinaus ist die Gülle dünnflüssiger, kann schneller einsickern und von den Pflanzen ablaufen, wodurch die N-Verluste reduziert werden. Außerdem werden in der Gülle enthaltene Pflanzensamen durch die Fermentation vernichtet, sodass in der Folge gegenüber der Ausbringung unvergorener Gülle ein reduzierter Pflanzenschutzeinsatz nötig ist /319/.

EU/Bund - Reduzierung der Neuversiegelung

Um die Flächenkonkurrenz zwischen der Bioenergieerzeugung und der Nahrungs- und Futtermittelproduktion zukünftig nicht zu verschärfen, muss die Neuversigelung von Flächen in Zukunft drastisch gesenkt werden. Dazu hat die Bundesregierung im April 2002 die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie unter dem Titel "Perspektiven für Deutschland" verabschiedet. Im Bezug auf die Flächeninanspruchnahme wurde das Ziel formuliert, diese bis zum Jahr 2020 auf maximal 30 ha pro Tag zu begrenzen. Gefordert sind hierbei in erster Linie die für die Landesund Bauleitplanung zuständigen Länder und Kommunen /259/.

Weiterhin müssen auch die EU-weit zur Verfügung stehenden Flächen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe, Futter- und Lebensmittel betrachtet werden.

In der von Steger (2005) durchgeführten Untersuchung wurde deutlich, dass die europäischen Konsummuster im Ausland durch die Importe von Agrorohstoffen- und –produkten zu einer nennenswerten Flächenbelegung, auch als "Flächenrucksack" bezeichnet, führen, die die innereuropäische Flächenverfügbarkeit (EU-15) zwischen 1990 und 2000 um rund 20 % überstieg. Vor dem Hintergrund einer weiter stark wachsenden Weltbevölkerung (wenigstens 3 Mrd. Menschen in den nächsten 50 Jahren) und angesichts der Tatsache, dass heute weltweit etwa 840 Mio. Menschen unterernährt sind, muss viel genauer betrachtet werden, inwieweit die außereuropäische Nahrungs-, Futtermittel- und Energiepflanzenproduktion für die EU-15 dort zu einer Konkurrenz um Anbauflächen und somit zu einem verstärkten Nahrungsmitteldefizit führt /349/.

<u>EU/Bund</u> - <u>Eine Anpassung der Ziele im Bereich der EE ist nicht notwendig - Revision zu</u> Ambitionierter Ausbauziele - Ziele vor ihrer Aufstellung stärker auf ihre Nachhaltigkeit prüfen

Die gegensätzlichen Meinungen gegenüber den Zielen der EU und der Bundesregierung im Bereich der Erneuerbaren Energien und die oben gemachten Ausführungen machen deutlich, dass hier ein Informationsdefizit bezüglich der Nachhaltigkeit der aufgestellten Ziele vorliegt.

Schon bei der Berechnung des zukünftigen Biomassepotenzials in Deutschland werden in vielen Studien wichtige naturschutzfachliche Aspekte nicht berücksichtigt. Dazu gehört zum Beispiel § 3 des Bundesnaturschutzgesetzes in der die Länder aufgefordert werden, ein Netz verbundener Biotope, das mindestens 10 Prozent der Landesfläche umfassen soll, zu schaffen. Dabei gehen Fritsche et al. (2004) davon aus, dass zusätzlich zu den schon bestehenden Biotopflächen je 7 % der Acker- und Grünlandfläche noch für Biotopverbundflächen unter Naturschutz gestellt werden müssen, um die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen /280/.

Auch die Forderungen des SRU, 5 % der Waldfläche Deutschlands als Totalreservate auszuweisen und mittelfristig 15 % der Gesamtfläche Deutschlands für Naturschutzziele bereitzustellen sowie die Natura 2000 Gebiete werden je nach Studie gar nicht bzw. nicht vollständig

einkalkuliert. Zudem gibt es auch Unterschiede in der Flächenberechnung für den ökologischen Landbau oder den Anteil an Brachflächen /330/.

Auch muss der weiter fortschreitende Flächenentzug durch den Infrastrukturausbau und Kompensationsflächen berücksichtigt werden (siehe Kapitel 9.2.1), die in den nächsten Jahrzehnten die landwirtschaftliche Nutzfläche, die im Jahr 2007 16,9 Mio. ha. Betrug, um 500.000 bis 1,33 Mio. ha reduzieren könnte /299/.

Die maximal verfügbare Anbaufläche für Energiepflanzen im Jahr 2010 wurde im Umweltszenario des Projekts "Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse" unter Einbeziehung der oben genannten umweltpolitischen Restriktionen, einer Halbierung des Flächenverbrauchs und einen Anteil ökologischer Landwirtschaft von 20 % mit 0,82 Mio. ha angegeben /279/. Betrachtet man den Ist-Zustand, zeigt sich aber, dass im Jahr 2007 bereits auf einer Fläche von rund 1,8 Mio. ha Energiepflanzen angebaut wurden /278/ und ein weiterer Anstieg dieses Flächenanteils zu erwarten ist.

Der SRU geht davon aus, dass bis zum Jahr 2030 eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Flächen zum Anbau von Biomasse auf 3 bis 4 Mio. ha möglich ist /330/ und in der oben genannten Stoffstromanalyse wurde im Umwelt-Szenario für 2030 eine Fläche von 3,01 Mio. ha berechnet /279/. Das bedeutet, dass eine Erfüllung der derzeitigen Biokraftstoffquote von 6,75 % bis zum Jahr 2010 beim Zugrundelegen einer derzeitigen Nutzung von Biokraftstoffen der ersten Generation, bei der fast die gesamte theoretisch zur Verfügung stehende Fläche von ca. 3 Mio. ha erforderlich wäre /330/, vor allem unter umweltpolitischen Gesichtpunkten, nicht möglich ist.

Aus diesen Darstellungen ergibt sich, dass die ambitionierten Ziele für die Bereitstellung von Kraftstoffen <u>und</u> Strom <u>und</u> Wärme aus biogenen Roh- und Reststoffen nicht mit Biomasse nationaler Herkunft erreichbar sind. Weitere Ausbauziele, wie sie von der Europäischen Union beispielsweise für den Kraftstoffsektor geplant sind (10 % Beimischung bis 2020), werden den Importdruck auch bei weiteren Ertragsteigerungen in der Pflanzenproduktion oder durch effizientere Techniken weiter erhöhen. Diese Forcierung durch die ambitionierten Bioenergieausbauziele könnte zu einer Verringerung des Selbstversorgungsgrades für Nahrungsmittel führen, wodurch höhere Importe von Nahrungsmitteln notwendig wären und gleichzeitig negative Folgen durch diese Importe entstehen können /319//330/.

Eine Studie der unabhängigen britischen Agentur für erneuerbare Kraftstoffe (RFA) (2008) für die britische Regierung, in der Daten von Experten aus der ganzen Welt zusammengeführt und analysiert wurden, kommt zu dem Ergebnis, dass eine nachhaltige Biokraftstoffindustrie durchaus Zukunftschancen hat, der Anbau von Energiepflanzen aber nicht auf Agrarflächen erfolgen darf, die sonst zur Nahrungsproduktion genutzt werden. Durch die Verdrängung bisheriger Agrarerzeugnisse beschleunige sich die Veränderung der Landnutzung, sodass möglicherweise schädliche Folgen für die Biodiversität auftreten können und möglicherweise jeder Nutzen der Biokraftstoffe zur Einsparung von THG-Emissionen zunichte gemacht werde. Um diesen Entwicklungen entgegenzutreten, wird in der Studie vorgeschlagen, den Ausbau der

Biokraftstoffe zu verlangsamen; weitere Erkenntnisse über indirekte Landnutzungsänderungen zu sammeln und ein wirksames Risikomanagement zur Begrenzung der Verdrängungseffekte zu etablieren /321/.

Bund - Nutzung heimisch erzeugter Biokraftstoffe anstatt Importe

Das Ziel, in Deutschland heimisch erzeugte Biokraftstoffe statt Importe zu nutzen, gestaltet sich schwierig. Laut Grünwald (2006), wird für eine Deckung des gesamten Kraftstoffbedarfs des PKW-Sektors durch Biokraftstoffe der ersten Generation (Biodiesel aus Raps, Bioethanol aus Weizen) im Jahr 2010 eine Fläche von über 18 Mio. ha benötigt werden /284/. Dies entspricht deutlich mehr als der gesamten landwirtschaftlichen Fläche von rund 16,9 Mio. ha des Jahres 2007, von der wiederum nur 11,8 Mio. ha als Ackerfläche genutzt wurden /346/. Werden die Naturschutzziele zu 50 % berücksichtigt, so wird die maximal verfügbare Anbaufläche für Energiepflanzen in Deutschland im Jahr 2010 mit etwa 1,97 Mio. ha angegeben /280/ und würde das vorläufige EU-Ziel von 10 % Biokraftstoffanteil im Jahr 2020 durch den Einsatz von Biodiesel aus Rapsbasis und Bioethanol auf Weizenbasis möglich machen. Bei dieser Umsetzung wäre dann allerdings keine Fläche für den Anbau weiterer Energiepflanzen mehr verfügbar. Würde das EU-Ziel durch Biokraftstoffe der sog. zweiten Generation realisiert, betrüge der Flächenbedarf zur Substitution von Dieselkraftstoff 1,1 Mio. ha, wenn BtL aus Holz von Kurzumtriebsplantagen zum Einsatz käme. Aber auch hier ergibt sich schon eine starke Konkurrenz innerhalb der Energiepflanzenproduktion /280/.

Instrumente - informell

<u>Allgemein – Raumordnung und Landschaftsplanung sind zu träge, daher Informelle Instrumente für die nachhaltige Biomassenutzung einsetzen</u>

Generell ist die Landschaftsplanung als Fachplanung des Naturschutzes, die nach § 13ff. BNatSchG flächendeckend und auf mehreren Planungsebenen zu erstellen, ist als formelles Instrument geeignet, den Biomasseanbau mit zu beeinflussen. Denn eine ureigene Aufgabe der Landschaftsplanung ist die Ermittlung der Naturraumpotenziale bzw. Landschaftsfunktionen für die verschiedenen anthropogenen Nutzungen /323/. Ausgehend von der Landschaftsanalyse hat sie über die Bewertung des gegenwärtigen und zu erwartenden Zustands von Natur und Landschaft Ziele zur nachhaltigen Entwicklung verschiedener Landschaftsfunktionen abzuleiten und Maßnahmen zur räumlich-konkreten Umsetzung zu erarbeiten. Somit könnte die Landschaftsplanung grundsätzlich naturraumbezogen zur Ermittlung natur- und umweltverträglicher nutzbarer Biomassepotenziale sowie zur Erstellung regionaler Versorgungsszenarien und - strategien beitragen. Außerdem wäre sie fachlich in der Lage, die Eignung von Standorten für den Anbau von Energiepflanzen, von bestimmten Arten und Anbauverfahren in Relation zu deren Wechselwirkungen mit den Landschaftsfunktionen abzuschätzen und somit zur Vermei-

dung von Konflikten beizutragen. Im Prinzip sind diese Aufgaben in § 2 Abs.1, Nr. 2 und 6 Bundesnaturschutzgesetz, dem beim Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung insbesondere durch zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien besondere Bedeutung beigemessen wird, bereits vorgedacht /279/.

Dem beigemessenen Potenzial der Landschaftsplanung stehen allerdings einige Probleme entgegen. Die größten Defizite wurden von den Teilnehmern des Workshops in der langen Planungsdauer und den langen Zeiträumen von 10 bis 15 Jahren, auf die die Planung ausgelegt ist, gesehen. Aufgrund der sich weiter entwickelnden Technik für die Bioenergieerzeugung und Forschung im Bereich der Energiepflanzen und Energiepflanzenerzeugung unterliegt der Biomasseanbau einer fortwährenden Entwicklung, sodass konkrete landschaftsbezogene Aussagen zum Biomassenbau kaum möglich seien, bzw. nach wenigen Jahren nicht mehr den aktuellen Gegebenheiten passen würden. Daher wurden von den Teilnehmern nicht "förmlich" geregelte bzw. informelle Planungsinstrumente gefordert, die eine größere Flexibilität aufweisen würden.

Die Basis und der Rahmen für eine Initiative zur Förderung des Anbaus von umweltverträglicher Biomasse könnte eine informelle Konzeptplanung sein, die offen für die verschiedenen Akteure auf lokaler/regionaler Ebene erstellt wird /279/ und z. B. im Rahmen der Erstellung von Regionalen Entwicklungskonzepten für das EU-Förderinstrument LEADER+ oder bei anderen Formen des integrierten Regionalmanagements vorgenommen werden können. Dabei sollte die Konzeption zur umweltverträglichen Biomassebereitstellung in einem wirklich flächenscharfen Maßstab und unter Berücksichtigung von standörtlichen Faktoren auf regionaler/kommunaler Ebene im Zusammenschluss aller betroffenen Akteure erarbeitet werden. Potenziale und Restriktionen können dort nicht nur qualifiziert, sondern auch quantifiziert werden. Später könnte auch eine behördliche und rechtliche Verankerung und Darstellung durch eine Übernahme der Ergebnisse in Fachplanungen wie z. B. Landschaftsrahmenplan, den Landschaftsplan, in Pflege- und Entwicklungspläne, die Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung (AEP) oder in die räumliche Gesamtplanung wie den Regional- oder Flächennutzungsplan folgen /338/.

Da vor allem die AEP die Entwicklung von Maßnahmen zur Sicherung eines nachhaltig leistungsfähigen Naturhaushaltes, die Lösung spezifischer agrarstruktureller Problemstellungen, die Beseitigung von Landnutzungskonflikten, die Integrative Entwicklung ländlicher Gemeinden und die Ressourcenschutzplanung beinhaltet, eignet sie sich besonders zur Integration von Ergebnissen aus informellen konzeptionellen Planungen für eine angepasste, umweltgerechte Bereitstellung von Anbaubiomasse. Weiterhin handelt es sich hier um ein rechtlich unverbindliches, informelles Instrument, deren Unverbindlichkeit und die fehlende strenge Verfahrensstruktur eine große Flexibilität aufweist. Je nach Bedarf und Ausgangslage kann das Planungsinstrument inhaltlich-sachliche Schwerpunkte setzen. Eine Umsetzungs- und Handlungsorientierung kann ebenso den lokalen Bedürfnissen angepasst werden wie die Möglichkeiten der Partizipationsformen für die lokalen Akteure. Da es sich per se um eine agrarische Fachplanung handelt, können Landwirte erfahrungsgemäß besser erreicht werden als durch Naturschutzfachplanungen. Der lokale Maßstab der Planung (1:10.000) mit einer parzellenscharfen Darstellung der landwirtschaftlichen Nutzfläche bietet eine gute Genauigkeit um die

Umweltgüter und ihre Funktionen bewertend zu erfassen und eine räumliche Steuerung sowie produktionsbezogene Konzepte für die Biomassenutzung zu planen. Gehemmt werden diese Funktionen aber auch hier ebenso wie bei der Landschaftsplanung durch die starke Dynamik des Biomasseanbaus, außerdem garantiert der informelle und rechtlich unverbindliche Charakter der Planung keine Umsetzung des Planes /338/.

Die Praktikabilität der Integration der Ergebnisse informeller Konzeptplanungen auf der lokalen Ebene in gesamträumliche Planwerke, wie den Regional- oder Flächennutzungsplan wird unterschiedlich gesehen. Schultze (2004) scheint diese Möglichkeit wenig praktikabel und realistisch, da in den gesamträumlichen Planwerken keine Feindifferenzierung von Bewirtschaftungsformen innerhalb der Landwirtschaftlichen Nutzfläche dargestellt werden /337/. Entgegen dieser Meinung verfolgen bspw. die Länder Rheinland-Pfalz und Brandenburg diesen Ansatz im Zusammenhang mit der Erarbeitung von räumlichen Leitbildern für den Einsatz erneuerbarer Energien und von regionalen Konzepten über das Potenzial und die zukünftige Nutzung Erneuerbarer Energien, die dann im Rahmen der regionalen Raumordnungspläne (in anderen Bundesländern Regionalplan, Regionales Raumordnungsprogramm etc. benannt) konkretisiert und umgesetzt werden sollen /279/.

Region / Allgemein - Erstellung von Management-Konzepten für Wald- und Landschaftspflege

In vielen Schutzgebieten und geschützten Biotopen fällt regelmäßig Biomasse aus der Biotoppflege an. Dabei handelt es sich im Vergleich zu durchschnittlichen Ackerflächen zum gezielten Anbau von Energiepflanzen um in der Regel verhältnismäßig kleine Flächen, bei denen in Abhängigkeit des Standortes und der jeweiligen Pflegekonzepte die Menge und Qualität der holz- und halmgutartigen Biomasse stark schwankt /244//366/. Das in der Biotoppflege anfallende Material fällt vorrangig in relativ kleinen Mengen an und ist in der Regel wesentlich inhomogener als z. B. eigens zur energetischen Nutzung angebaute Biomasse. Das gilt für die vorwiegend holzigen Biotoppflegematerialien aber besonders für die krautigen und halmgutartigen Materialien. Darüber hinaus ist der Zeitpunkt der Biomasseentnahme und damit verbunden die Qualität der Biomasse nicht auf eine Optimierung der Biogaserträge ausgerichtet sondern nach den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Dieses hat zur Folge, dass die Flächen- und Energieerträge geringer als beim gezielten Biomasseanbau sind, wodurch der Flächenenergieertrag niedrig und die Produktionskosten pro Substrateinheit hoch sind /244/.

Gleichzeitig ist die für die Pflege verantwortliche öffentliche Hand durch eine entsprechende Energienachfrage gekennzeichnet, die ggf. durch die energetische Nutzung zu entsorgenden Biomassen gedeckt werden könnte. Hinzu kommt, dass insbesondere die Strombereitstellung aus Biomasse durch das EEG mit vergleichsweise hohen Sätzen vergütet wird und die ökonomischen Randbedingungen einer Biomassenutzung in diesem Bereich somit auf den ersten Blick als vielversprechend anzusehen ist.

Für holz- und halmgutartige Grünabfälle aus der Biotoppflege können sich günstige Effekte ergeben, wenn es gelingt, eine effektive Kopplung zwischen den anfallenden Stoffströmen und den kostengünstig verfügbaren Nutzungstechnologien durch geeignete Verfahrens- bzw. Logistikkonzepte zu erreichen und die Verwertung der Biomasse mit den Betriebsabläufen in den Pflegemaßnahmen abzustimmen /366/.

Um Biomasse aus der Biotoppflege energetisch verwerten zu können, ist eine Bündelung aller in der Regel kleinen und räumlich verteilt anfallenden Biomasseaufkommen im Einzugsgebiet einer Anlage sinnvoll. Hier kommen sowohl Biomassen aus der Biotoppflege als auch aus der sonstigen Landschaftspflege (z. B. Straßenränder, Gewässer) bis hin zu Materialien aus der kommunalen Grünflächenpflege aber auch Substrate aus der Landwirtschaft, dem Gartenbau oder der Abfallwirtschaft in Frage. Mit den unterschiedlichen Biomassen müssen auch die verschiedenen zuständigen Akteure zusammengebracht werden, um ein gemeinsames Energienutzungskonzept zu entwickeln. Hierin besteht eine besondere Herausforderung, da diese aus verschiedenen Branchen stammen und ihre Zusammenarbeit zunächst nicht eingespielt ist. Ein organisatorisch zuständiger Ansprechpartner ist für einen reibungslosen Ablauf der Beschickung einer Bioenergieanlage unerlässlich. Darüber hinaus muss aber auch ein enger Dialog zwischen Naturschutzvertretern, den Anlagenbetreibern und den übrigen als Biomasselieferanten fungierenden Akteuren geführt werden. Nicht zuletzt um eine Anpassung der Schnittzeitpunkte zu regeln und um gleichzeitig die kontinuierliche Belieferung der Anlage zu sichern, sind besondere Abstimmungen zwischen den Akteuren erforderlich /244/.

Aus diesen spezifischen Eigenschaften der aus der Biotop- und Landschaftspflege anfallenden Biomasse resultieren bei und vor der Erstellung von Management-Konzepten für eine angepasste und wirtschaftlich tragfähige energetische Nutzung einige grundlegende Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt und organisatorisch und fachlich gefördert werden sollten /244/.

Dazu zählt:

- der Aufbau neuer bzw. die Nutzung vorhandener regionaler Strukturen und Netzwerke mit dem Ziel Informationsquelle, Beratung und Kontaktbörse in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden zu sein,
- die Bewältigung des Zusammenführens der Biomasseströme aus mitunter vielfältigen Quellen zu einer Nutzung,
- die Planung von Logistikkonzepten zur nutzungsgerechten Bergung, Lagerung und Transport der von unterschiedlichen Flächen zusammenzuführenden Materialien
- sowie die Einführung und Nutzung angemessener und angepasster Techniken zur energetischen Verwertung der unterschiedlichen Materialien /244//366/.

Weiterhin sollte der Bund Untersuchungen innovativer und ökonomisch tragfähiger Verfahrensketten bzw. Energiebereitstellungskonzepte aus Biomassegewinnung, Bereitstellung, Auf-

bereitung und Verwertung weiter fördern, da diese für die bei der Landschaftspflege anfallenden Biomassen bisher nur sehr eingeschränkt vorliegen. Ebenso sollte die Entwicklung von Methoden zur Ermittlung der Biomassepotenziale aus der Landschaftspflege mit Hilfe von Ansätzen aus der Fernerkundung und die Unterstützung von Modellprojekten zur lokalen Bündelung der Biomassestoffströme gefördert werden wie auch bereits bestehende Fördermöglichkeiten und Best-Practice-Beispiele durch Bund bzw. Länder aufgezeigt und beworben werden /244//366/.

Im BfN-Skript 136 "Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung" werden einige Aussagen getroffen, die auch von Bedeutung für die Erstellung von Managementkonzepten für die Waldpflege sind.

Vor dem Hintergrund der Ausweitung der energetischen Holznutzung ist zu überprüfen, in welchem Umfang einzelne Standorttypen für eine verstärkte Holzentnahme zusätzlich zur Stammholznutzung geeignet sind, ohne eine dauerhafte Beeinträchtigung der Nährstoffgehalte im Boden und damit eine Verminderung der Nachhaltigkeit der Produktivität zu verursachen. Es sollten also auf Standorttypen bezogene Entnahmehöchstgrenzen benannt werden, an denen sich die Holzentnahme in der forstwirtschaftlichen Praxis orientieren sollte. Hierzu bieten Standorts- und Forsteinrichtungskarten zwar Anhaltspunkte für die vorhandenen Nährstoffverhältnisse, diese sind jedoch um detailliertere Daten zum Stoffhaushalt zu ergänzen. Auch in Schutzgebieten entstehen mit der verstärkten energetischen Holznutzung neue Vermarktungswege, über die ein erweitertes Spektrum von Holzfraktionen genutzt werden kann. Es sollte daher untersucht werden, ob die bestehenden Schutzgebietsverordnungen diese Nutzungsoptionen im Hinblick auf die jeweiligen Schutzziele berücksichtigen und sollte diese ggf. möglichst frühzeitig an diese Entwicklungen anpassen, um klare Vorgaben für die Nutzung der Waldbestände innerhalb von Schutzgebieten zu geben. Dazu sollte in den jeweiligen Schutzgebietsverordnungen definiert werden, ob und in welchem Umfang eine Holzentnahme zur energetischen Nutzung zulässig ist, welche Holzfraktionen dafür in Frage kommen und wie eine bodenschonende Erntetechnik bzw. Erntelogistik durchgeführt werden soll. Dazu gehört ggf. auch die Planung einer entsprechenden Infrastruktur bzw. wo und in welchem Umfang Ernteschneisen gelegt werden dürfen /324/.

Instrumente – formell

<u>Allgemein / Landwirtschaft - Steuerungsabgaben bzw. Umweltabgaben zur Vermeidung von negativen Umweltauswirkungen</u>

Während die Europäische Gemeinschaft vor allem mit Subventionen ihre Ziele verfolgt, setzt Deutschland bei der Einhaltung von umweltrechtlichen Standards neben den Subventionsauflagen auf das Ordnungsrecht, mit dem es vor allem die Einhaltung der Guten fachlichen Praxis (GfP) vorschreibt. Spezielle Regelungen enthalten das Düngemittelgesetz, das Pflanzenschutzgesetz aber auch das Bundesbodenschutzgesetz sowie das Bundesnaturschutzgesetz (siehe Ka-

pitel 9). Beide Arten von Instrumenten zeigten in ihrer praktischen Wirkung indes Schwächen und erwiesen sich als kontrollintensiv, weshalb sich die Frage nach Alternativen stellt. Augrund der verwaltungstechnischen Unmöglichkeit einer umfassenden Kontrolle der Bewirtschaftungsmethoden aller Landwirte bieten sich ökonomische Instrumente wie Umweltabgaben (Sondersteuern oder zweckgebundene Abgaben) an, die mit finanziellem Druck Verhaltensänderungen anregen. Konkret werden dabei die Einführung einer regionalspezifisch ausdifferenzierten Stickstoffüberschussabgabe und einer Pflanzenschutzmittelabgabe gefordert /331//286/. Je teurer ein Produktionsmittel ist, desto zielgerichteter und verlustfreier erfolgt der Einsatz in den Produktionsverfahren mit der höchsten Grenzproduktivität. So ließen sich die ökologischen Folgekosten einer Intensivbewirtschaftung auf die Verursacher umlegen und so in den Wirtschaftskreislauf zurückführen. Im Gegensatz zu Subventionen werden über Abgaben die Landwirte als Verursacher in die Verantwortung genommen /309/.

Laut Hampicke (2006) wirken durch die ökonomischen Rahmenbedingungen in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft seit Jahrzehnten die schärfsten Leistungsanreize bzw. Leistungszwänge, die unablässig insbesondere den Landwirt zu Intensivierung, Rationalisierung und betrieblichem Wachstum zwingen, wodurch die Rücksichtnahme auf die Artenvielfalt kaum möglich ist und die Landwirte oftmals um ihre wirtschaftliche Existenz kämpfen müssen /309/.

Hier stellt sich die Frage, ob eine Gesellschaft, die solche ökonomischen Rahmenbedingungen und eine damit verbundene intensive Nutzung der Landschaft trägt und Nahrungsmittel zum billigsten Preis will, die ökologischen Folgekosten mittragen sollte.

Allgemein – Behebung von Vollzugsdefiziten bei Kontrollen

Eine Überwachung der gesetzlich geregelten Vorgaben für die Landwirtschaft lässt sich über die Kontrollmechanismen der Cross Compliance oder die Überwachungsbefugnisse der Umweltbehörden angesichts stark eingeschränkter behördlicher Kapazitäten nur begrenzt sicherstellen

Eine Kontrolle der Einhaltung der Regelungen sollte daher im Interesse eines wirksamen Umweltschutzes in das im Aufbau befindliche Zertifizierungssystem für Biokraftstoffe aus umweltgerechter Erzeugung gemäß § 37 d BImSchG inkorporiert werden. Nach dieser Regelung kann die Anrechnung der Kraftstoffe auf die Biokraftstoffquote vom Nachweis der Einhaltung näher zu bestimmender Nachhaltigkeitsstandards abhängig gemacht werden. Dabei wird auch für die Förderung der Stromerzeugung nach dem EEG erwogen, diese von der Zertifizierung des eingesetzten Materials abhängig zu machen. Zertifizierungssysteme bieten die Möglichkeit, die Beweislast für die Einhaltung der Standards auf den Erzeuger der nachwachsenden Rohstoffe zu verlagern und die Kontrollkosten insofern verursachergerecht anzulasten. Nicht verzichtet werden sollte allerdings auf eine Anpassung des einschlägigen Umwelt- und Landwirtschaftsrechts. Es wäre unzureichend, umweltfachliche Standards allein als Kriterien für die Förderung von nachwachsenden Rohstoffen zu verorten. Eine derartige Vorgehenswei-

se würde bereits der Tatsache nicht gerecht werden, dass die Umweltprobleme ganz überwiegend nicht allein durch den Ausbau von nachwachsenden Rohstoffen verursacht werden. Darüber hinaus würde eine Formulierung von spezifischen Standards für die Förderung von nachwachsenden Rohstoffen in der Praxis zu erheblichen Abgrenzungsschwierigkeiten führen /330/.

Allgemein / Landwirtschaft - Grünlandnutzung stärker steuern bzw. Umbruchverbot stärken

Dem geltenden Recht ist kein umfassendes Verbot des Umbruchs von Dauergrünland zu entnehmen. § 5 Abs. 4 BNatSchG verbietet den Umbruch von Grünland nur auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand sowie auf Moorstandorten /330/. Innerhalb des Workshops kam die Forderung auf, den Umbruch von Dauergrünland nur dann zuzulassen, wenn die Fläche unter einem definiertem "Naturschutzwert" liege. Zudem sollten entsprechende Umbruchverbote stärkeren Kontrollen unterliegen.

Der SRU (2007) geht noch weiter und fordert im Bundesnaturschutzgesetz ein generelles Verbot des Dauergrünlandumbruchs. An einem stringenten Schutz des Dauergrünlandes fehlt es auch im europäischen Recht, da die Cross-Compliance-Regelungen für Dauergrünland nur einen mengenbezogenen Schutz in Form eines "Grünlandsaldoerhaltungsgebots" vorsehen. Zwar verpflichtet Art. 5 Abs. 2 der "Verordnung 1782/2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsrege-Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe" allgemein zur Erhaltung Dauergrünlandes. Von dieser Verpflichtung kann nach Abs. 2 UAbs. 2 aber in "ausreichend begründeten Fällen" abgewichen werden, sofern eine erhebliche Abnahme der gesamten Dauergrünlandfläche verhindert wird. Wann ein ausreichend begründeter Fall gegeben ist, bestimmt weder die VO 1782/2003 noch die auf sie bezogene Durchführungsverordnung 795/2004. Letztere legt lediglich fest, dass der Umbruch von Dauergrünland bei einer Abnahme der Gesamtfläche von 5 % von einer behördlichen Genehmigung abhängig zu machen ist. Ein Verlust von Dauergrünlandflächen um mehr als 10 % bezogen auf das Basisjahr 2003 ist zudem durch behördliche Anordnungen zur Neuaussaat von Grünland zu verhindern. Durch eine enge Interpretation des unbestimmten Rechtsbegriffs der "ausreichend begründeten Fälle" im Rahmen einer Novelle der Durchführungsverordnung ließe sich relativ kurzfristig der Schutz des Dauergründlands erhöhen. Ein umfassendes Umbruchverbot auf europäischer Ebene erfordert allerdings eine Anpassung der Cross-Compliance-Verordnung selbst. Auf nationaler Ebene bedürfte es der Formulierung eines Verbotes des Umbruchs von Dauergrünland im BNatSchG bzw. im zukünftigen Umweltgesetzbuch. Problematisch ist in diesem Zusammenhang auch die Förderung der nachwachsenden Rohstoffe in Kombination mit anderen Elementen der Agrarförderpolitik die Anreize für einen erhöhten Grünlandumbruch bieten und somit kritisch hinterfragt und angepasst werden sollten. Anreize für den Umbruch sind durch

- die bis 2013 vorgesehene Benachteiligung des Grünlands gegenüber dem Ackerland im Rahmen der Berechnung der einheitlichen Betriebsprämie,
- die Rücknahme der Agrarstützung für die Viehwirtschaft mit naturschutzfachlich förderungswürdigen Beweidungssystemen und
- die Kürzung der Finanzmittel für Agrarumweltmaßnahmen nach der 2. Säule zur Honorierung des Schutzes von Dauergrünland bzw. seiner angemessenen Nutzung gegeben /331/.

Allgemein / Landwirtschaft – Prämien Agrarumweltmaßnahmen anpassen

Um eine effiziente, inhaltliche Weiterentwicklung der AUM zu gewährleisten, muss in Zukunft der Aspekt der Förderfähigkeit von Maßnahmen differenzierter betrachtet werden. In Zusammenhang mit dem Diskurs zur GfP muss deutlich werden, dass längerfristig nur Maßnahmen, die inhaltlich über die GfP hinausgehen, auch den Anspruch auf eine Förderung haben /338/. Erste Ansätze in verschiedenen Bundesländern, die auf eine Effizienzverbesserung von AUM abzielen, sollten gestärkt werden. Die AUM sollten auf Bedarfsflächen gelenkt, Leistungen ausgeschrieben und Zahlungen am erzielten Ergebnis orientiert werden. Der finanzielle Anreiz muss erhöht werden und das Budget besonders in Schutzgebieten so ausgestattet sein, dass ausreichende Entschädigungen für in Schutzverordnungen vorgeschriebene Maßnahmen gezahlt werden können und darüber hinaus für Landwirte ausreichende Anreize bestehen, standortabhängige Umweltanforderungen, die nicht durch die GfP geregelt oder in Schutzgebietsverordnungen vorgeschriebenen sind, freiwillig und gegen Bezahlung zu erfüllen. Weitere wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Förderung von Arten und Biotopen scheint zu sein, dass die Maßnahmen langfristig, über einen Zeitraum von mindestens oder mehr als 15 Jahren angelegt sind und die Landwirte aktiv einbezogen werden. Letzteres bedeutet, dass die Landwirte über die konkreten Ziele von AUM informiert bzw. bei der Durchführung beraten werden /331/.

Will man Agrarumweltmaßnahmen als ein mögliches Steuerungsinstrument für den Anbau von Biomasse in Betracht ziehen, müssen zur Weiterentwicklung diesbezüglicher Maßnahmen genaue Ziele formuliert werden, die deutlich förderwürdige Leistungen über das Niveau der GfP hinaus gewährleisten. Die verschiedenen "Kulturlandschaftsprogramme" der Länder könnten spezifische Maßnahmen integrieren, die einen umweltverträglichen Anbau von Biomasse unter bestimmten Voraussetzungen fördern. Solche Voraussetzung könnte beispielsweise die Berücksichtigung von Vorrangflächen als Förderkulisse sein. Besonders mehrjährige Energiepflanzen, die an geeigneten Standorten und bei extensiver Nutzung den Zielen des Natur- und Umweltschutzes entgegenkommen, sollten durch spezielle Agrarumweltmaßnahmen gefördert werden. Konkret könnten die Maßnahmen bspw. folgendermaßen betitelt werden:

Bereitstellung von mehrjähriger Anbaubiomasse auf ausgewiesenen Flächen (Vorrangflächenkonzept)

- Bereitstellung von mehrjähriger Anbaubiomasse unter extensiven Produktionsbedingungen
- Bereitstellung von einjähriger Anbaubiomasse unter extensiven Produktionsbedingungen
- Bereitstellung von Anbaubiomasse unter ökologischen Produktionsbedingungen /338/.

<u>Bund / Landwirtschaft - Bioabfallverordnung im Bereich Landschaftspflegematerial überarbeiten</u>

Folgender Sachverhalt in Niederbayern zeigt, dass bezüglich der Definition bzw. Benennung der unterschiedlichen Biomassearten Unklarheiten bestehen, die zu Problemen und Hemmnissen bei der Verwertung von Biomasse führen können.

Pflanzen und Pflanzenbestandteile, die im Rahmen der Landschaftspflege anfallen, zählen laut § 8 Absatz 2 EEG zu den nachwachsenden Rohstoffen, können aber u. U. nicht ohne weiteres als Biogassubstrat eingesetzt werden. Da Grünschnitt, der nach dem 15.07. z. B. von Naturschutzflächen geerntet wird, als Tierfutter nicht mehr verwendbar ist, wird dieser von der Regierung Niederbayerns als Landschaftspflegematerial angesehen. Damit gehört es laut Anhang 1 der Bioabfallverordnung (BioAbfV) zum Abfall (subjektiver Entledigungswille), der entweder in einer Kompostieranlage oder einer Biogasanlage verwertet werden kann. Um diese Art von Abfall in der Biogasanlage zu verwerten, wird eine Zulassung für die Anlage nach 8. 6 der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) bzw. eine Änderungsgenehmigung, in deren Rahmen Auflagen nach der BioAbfV erteilt werden, notwendig. Die BioAbfV gilt dabei nicht für die Eigenverwertung von Bioabfällen pflanzlicher Herkunft in landwirtschaftlichen Betrieben, wenn die Verwertung nach Maßgabe der §§ 6 und 7 auf betriebseigenen Flächen gewährleistet ist. Hier ist also keine besondere Zulassung bzw. Änderungsgenehmigung notwendig /360/.

Bisher konnte keine gesetzliche Regelung gefunden werden, die besagt, dass Grünschnitt ab dem 15.07 als Landschaftspflegematerial zählt. In der BioAbfV taucht der Begriff Grünschnitt gar nicht auf. Hier liegen Unstimmigkeiten bezüglich der Definition des Landschaftspflegematerials bzw. des Grünschnitts vor. Daher wird hier im Hinblick auf die, aus naturschutzfachlicher Sicht, gewünschte Verwertung von Landschaftspflegematerial bzw. Grünschnitt eine Überprüfung und ggf. Überarbeitung der Bioabfallverordnung als sinnvoll erachtet.

Bund / Landwirtschaft - Düngemittelrecht

Im Bereich des Düngemittelrechts kam innerhalb des Expertenworkshops die Forderung auf, Kontrollinstrumentarien und Auflagen zur Dokumentation des Verbleibs von Nährstoffen bzw. der Gärreste aus Biogasanlagen zu schaffen. Hierzu wurde die Landwirtschaftskammer Han-

nover bezüglich des Verkaufs und der Ausbringung von Gärresten befragt und gab folgende Stellungnahme ab:

"Betreiber von Biogasanlagen, die ihre Gärreste als Düngemittel in Verkehr bringen, müssen diese in Abhängigkeit von Inputstoffen mit Lieferscheinen und einer Kennzeichnung gemäß Düngemittelverordnung abgeben. Der Abnehmer der Gärreste muss diese mit Lieferscheinen und Kennzeichnung entgegennehmen. Aus diesen Unterlagen sind nähere Hinweise, z. B. zur Zusammensetzung des Gärrestes (Nährstoffgehalte), zur Lagerung und zur Anwendung des Gärrestes zu entnehmen. Der Abnehmer hat die Aufnahme der Gärreste aufzuzeichnen und diese Unterlagen für den Fall einer Kontrolle vorzuhalten. Hinsichtlich der Ausbringung von Gärresten ist sowieso immer die GfP beim Düngen gemäß der Düngeverordnung einzuhalten"/304/.

Ein Teilnehmer des Workshops vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt- und Klimaschutz hielt die Düngeverordnung nicht für ausreichend, und gab zu bedenken, dass eine grundwasserverträgliche Rückführung der Gärsubstrate nicht gesichert sei, da die landwirtschaftlichen Böden, auch durch lange Zeiträume intensiver Düngung, ohnehin schon belastet seien. Die Problematik der Gärrestverwertung sei dabei die Zufuhr organisch gebundener und nicht unmittelbar pflanzenverfügbarer Nährstoffe. Wenn diese Stoffe - wie auch tierische Wirtschaftsdünger - zur Düngung eingesetzt würden, sei pflanzenbaulich (also aus Sicht des Landwirts) nur der verfügbare Nährstoffanteil zu berücksichtigen. Die Düngeverordnung schreibe für tierische Wirtschaftsdünger lediglich Mindestanrechenbarkeiten vor und Angaben für Gärreste fehlten ganz. Eine langjährige Düngung mit diesen Stoffen führe zum fortwährenden Aufbau eines unkontrolliert mineralisierenden organischen Nährstoffdepots mit erheblichen Folgen für das Grundwasser. Dieser Effekt sei bereits aus viehintensiven Regionen bestens bekannt /314/.

Auch der SRU sieht die partiellen Verschärfungen der düngemittelrechtlichen Anforderungen an die GfP durch die Novelle der Düngeverordnung aus dem Jahre 2006, in der unter anderem einer weitere Begrenzung des Einsatzes von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft, konkrete Mindestabstandsregelungen, das Verbot bestimmter Aufbringungstechniken und Vorgaben für die Düngung von stark zu Gewässern geneigten Ackerflächen vorgenommen wurden, nicht als ausreichend für die Sicherstellung eines umweltschonenden Düngemitteleinsatz an /331/.

In diesem Zusammenhang äußerte sich auch der wissenschaftliche Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007) in seinem Bericht "Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik" zur Problematik der Nährstoffüberschüsse. Der Beirat gab die Empfehlung, dass die Bundesländer ihre Bemühungen um eine möglichst lückenlose Dokumentation und Begrenzung der Nährstoffüberschüsse auf landwirtschaftlichen Betrieben verstärken sollten, da der Betrieb von Biogasanlagen ohne eine wirksame Kontrolle der Nährstoffmengen zu einer Erhöhung der regionalen Nährstoffüberschüsse und damit auch zu einer Verschärfung der Treibhausgas-Emissionen führen kann /215/.

Bund / Forstwirtschaft – Kurzumtriebsplantagen temporär im Wald anlegen

Für den Anbau von schnellwachsenden Gehölzen kommen grundsätzlich auch Waldflächen in Betracht. Waldflächen sind nach § 2 Abs. 1 des Bundeswaldgesetzes (BWaldG) und den Waldgesetzen der Bundesländer alle mit Forstpflanzen bestockten Grundflächen, also so genannte Holzbodenflächen. Holzbodenflächen können zur Erzeugung von Biomasse z. B. im Rahmen der Verjüngung von Beständen durch Einbringen als Vorwaldbaumarten, die dann vorzeitig genutzt und dem Bestand pfleglich entnommen werden, genutzt werden /284/. Weiterhin sind auch Agrarholzflächen bzw. Kurzumtriebsflächen dem Waldrecht zugeordnet und könnten auf Holzbodenflächen angelegt werden. Da Kurzumtriebsflächen mit ihrer Bewirtschaftung (siehe Kapitel 9.2.2) und Nutzung im Gegensatz zu den Leitbildern der Waldgesetze stehen und zudem stillegelegte und landwirtschaftlich genutzte Flächen, die Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik erhalten, auch beim Anbau von Holz im Kurzumtrieb weiterhin landwirtschaftliche Fläche bleiben, sollen Kurzumtriebsflächen bis zu 20 Jahren im novellierten Bundeswaldgesetz vom Waldstatus ausgenommen werden /297/.

Aber auch Flächen, wie Leitungstrassen, Waldschneisen, u. a., die aktuell nicht bestockt sind, sind rechtlich dem Wald gleichgestellt und werden als Nichtholzbodenflächen bezeichnet. Sollen solche Flächen dauerhaft oder auch nur vorübergehend zum Anbau schnellwachsender Baumarten genutzt werden, würde sich nach derzeitigem Recht die Frage einer Waldumwandlungsgenehmigung stellen, sofern die Flächen dadurch ihre rechtliche Bewertung als Waldflächen verlieren, weil sie nicht mehr im Rahmen der "ordnungsgemäßen Forstwirtschaft genutzt werden. Sollte die oben beschriebene Änderung des Bundeswaldgesetzes erfolgen, wäre eine Waldumwandlungsgenehmigung in jedem Falle erforderlich, was insbesondere für Flächen unter oberirdischen Leitungsstrassen zutreffen würde, für die ein hohes Flächenpotenzial geschätzt wird /285/.

Kommune / Allgemein - UVP auf Produktionsfläche beziehen

Bei baurechtlichen Genehmigungsverfahren für Biomasseanlagen, die z. B. aufgrund einer besonders hohen Gesamtfeuerungswärmeleistung des Blockheizkraftwerks, beim Einsatz von Abfällen oder bei Besonderheiten im Einzelfall einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterliegen, wird die stärkere Berücksichtigung ökologischer Aspekte gefordert. Es sollte eine Art "Nachhaltigkeitsprüfung" vollzogen werden, bei der insbesondere die Rechtsbereiche des Arten- und Biotopschutzes (FFH-Gebiete, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete) sowie der Fließgewässer- und Grundwasserschutz nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie Berücksichtigung finden. In diese Betrachtung sollte nicht nur den Betrieb selbst und seine Betriebsflächen in den Blick genommen werden, sondern auch die Region in einem Umkreis von ca. 5 bis 10 km. Dabei sollte diese Analyse nach klar formulierten Kriterien durchgeführt werden und möglichst bundeseinheitlich gestaltet sein /239/. Bei der Betrachtung von großen Biogasparks sollte

der Untersuchungsraum entsprechend dem Einzugsgebiet für die Substrate ausgeweitet werden. In der in Kapitel 9.2.2 beschriebenen Anlage in Penkun erfolgt die Bereitstellung der benötigten Substrate aus den Regionen Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Polen und umfasst einen Radius von etwa 40 km um die Anlage.

Kommune / Allgemein - Betriebswirtschaftliche Auswirkungen stärker in Genehmigungsverfahren einbeziehen (z. B. Flächennachweis)

Innerhalb des Workshops wurde die Forderung genannt, die ökologischen Auswirkungen einer Biomasseanlage auf die Betriebsflächen stärker, z. B. über einen Flächennachweis, in das Genehmigungsverfahren einzubeziehen.

Bei Biogasanlagen ist diese Forderung zum Teil erfüllt, da vom Antragssteller im Rahmen der Genehmigung, ebenso wie bei Neuanträgen für die Errichtung von Tierställen einen Flächennachweis vorlegen vorgelegt werden muss. Dieser belegt, dass der Betrieb über genügend landwirtschaftliche Fläche verfügt und somit eine ordnungsgemäße Verwertung der Gärrückstände gemäß den Vorgaben der Düngeverordnung im Sinne der GfP pflanzenbedarfsgerecht und umweltverträglich möglicht ist /239//304//313/.

Da nach Düngeverordnung nach Umsetzung der EG-Nitrat-Richtlinie eine Ausbringungsobergrenze je Hektar nur für organischen Stickstoff aus tierischen Ausscheidungen von in der Regel 170 kg Stickstoff gilt, nicht jedoch für Wirtschaftsdünger pflanzlicher Herkunft, gibt es für Gärrückstände im Ländervergleich keine einheitliche, mit den Auflagen für tierischen Wirtschaftsdünger harmonisierte Anforderungen für den Flächennachweis /313/.

Die Notwendigkeit des Flächennachweises ist daher zunächst positiv zu bewerten, sollte allerdings deutschlandweit stärker auf die Nährstoffgehalte von Gärresten angepasst werden. Zudem sollten, wie im vorigen Punkt angesprochen, die ökologischen Auswirkungen auf Natur und Landschaft, bzw. die Rechtsbereiche des Arten- und Biotopschutzes sowie der Fließgewässer- und Grundwasserschutz nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie im Genehmigungsverfahren stärker berücksichtigt werden.

Bei Anlagen zur Produktion von Rapsöl und Biodiesel aus Raps bestehen hinsichtlich der Verwertung des Reststoffes, der nach der Abpressung des Öls übrig bleibt, keine Probleme. Hierbei handelt es sich um ein Nebenprodukt, dass als Rapskuchen, bzw. nach der Trocknung als Rapsextraktionsschrot bezeichnet wird und als hochwertiges Futtermittel in der Tiermast eingesetzt wird /353/. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit diese Stoffe in Biogasanlagen mit zu vergären. Im Entwurf zum novellierten EEG stehen sie auf der Positivliste der rein pflanzlichen Nebenprodukte, durch die der NawaRo-Bonus für die Anlage erhalten bleibt, aber für deren Anteil kein Bonus vorgesehen ist /267/ und somit bisher keine besonders interessante Alternative zur Verwertung als Futtermittel darstellen /338/.

Tabelle 35: Lösungsstrategien zur Minimierung der Konkurrenzen zwischen der Land- und Forstwirtschaft und anderen Raumnutzern

Ebono	Ziele	Instrumente			
Ebene		informell	informell/formell	formell	
Allgemein	 Allgemein Mix von Erneuerbaren Energien Reststoffnutzung stärker fördern Forstwirtschaft Multifunktionalität des Waldes erhalten Waldumbau und standortangepasste Baumarten auch im Hinblick auf den Klimawandel 	Allgemein Raumordnung und LSP sind zu träge – informelle Instrumente für eine nachhaltige Biomassenutzung nutzen!	■ Policy-Mix – Kombination verschiedener Steuerungsinstrumente ■ Verlässliche politische Rahmenbeding-ungen schaffen – besonders bei der Biokraftstoff-Steuerpolitik ■ Für Nachhaltigkeit: Der bürokratische Aufwand bzw. das Ordnungsrecht sollte reduziert werden, da Kontrollen kaum möglich sind. Eine Steuerung sollte eher über marktwirtschaft- liche Anreize erfolgen.	 Allgemein Ausstiegsprogramme für Fehlentwicklungen anbieten Regelungen aufgrund des Wettbewerbs auf der EU-Ebene treffen – Verbände beteiligen und Regelungen in Deutschland dann 1:1 umsetzen Gesetzliche Regelungen vereinfachen Behebung der durch fehlende Stellen in den Behörden vorhandenen Vollzugsdefizite im Kontrollbereich. Biomasseanbau nicht als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme zählen Landwirtschaft Steuerungsabgaben bzw. Umweltabgaben zur Vermeidung von negativen Umweltauswirkungen Grünlandnutzung stärker steuern: Umbruchverbot evtl. nach Naturschutzwert beschließen und stärker kontrollieren Umweltschutzauflagen in einem Konzept für die ganze Kette erstellen – Problem: die Ketten der Lebens- und Futtermittel sowie der Energieproduktion lassen sich z. T. schlecht oder gar nicht voneinander trennen - bei bestimmten Produkten (Getreide, Zuckerrübe, Raps usw.) entscheidet sich erst sehr spät in welcher Kette sie genutzt werden. Wenn AUM noch funktionieren sollen, müssen diese liberalisiert und jährlich angepasst werden (Kopplung an Agrarpreise). 	
Welt	Biomassenutzung muss in jedem Bereich nachhaltig sein.			 Allgemein WTO-Kompatible Zertifizierung bzw. WTO-Auflagen bei der Biomasseförderung Bilaterale Regelungen mit Drittstaaten (siehe Entwicklung EU- RL, Förderung EE und Kraftstoffqualitätsrichtlinie) 	

EU	 Revision zu ambitionierter Ausbauziele Ziele vor ihrer Aufstellung stärker auf ihre Nachhaltigkeit prüfen Eine Anpassung der Ziele im Bereich der EE ist nicht notwendig Raumordnung: Neuversiegelung senken 	 Allgemein (Mindest)-Ökobilanz im EEG verankern Umwelt-Mindeststandards einführen bzw. vereinheitlichen und Umweltschutz stärker integrieren Cross Compliance: Einhaltung der hieran geknüpften Standards vermehrt überprüfen Das Umweltaktionsprogramm ist in der derzeitigen Form ausreichend – die Umsetzung ist voranzubringen. Landwirtschaft Prämien bei Verträgen zur Umsetzung umweltfreundlicher und den natürlichen Lebensraum schützender Produktionsverfahren im Rahmen der Agrarumweltprogramme anheben. Nur so kann die Konkurrenzfähigkeit zu herkömmlichen Produktionsverfahren gewährleistet werden. Aufstockung der 2. Säule der GAP - Problem: die Kofinanzierung durch die Bundesländer ist nicht gewährleistet.
Bund	Allgemein Revision zu ambitionierter Ausbauziele Ziele vor ihrer Aufstellung stärker auf ihre Nachhaltigkeit prüfen Eine Anpassung der Ziele im Bereich der EE ist nicht notwendig Raumordnung: Neuversiegelung senken Nutzung heimisch erzeugter Biokraftstoffe anstatt Importe Landwirtschaft Keine weitere Steigerung der landwirtschaftlichen	Allgemein Im Hinblick auf die Etablierung kleiner Biomasseanlagen ist ein Zertifizierungssystem wünschenswert. Landwirtschaft Prämien bei Verträgen zur Umsetzung umweltfreundlicher und den natürlichen Lebensraum schützender Produktionsverfahren im Rahmen der Agrarumweltprogramme anheben. Nur so kann die Konkurrenzfähigkeit zu herkömmlichen Produktionsverfahren gewährleistet werden. Die Bioabfallverordnung (BioAbfV) sollte im Bereich Landschaftspflegematerial überarbeitet werden Das Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien geht zuwenig auf das Fruchtfolgesystem ein. Düngemittelrecht: Zur Dokumentation des Verbleibs von Nährstoffen aus Biogasanlagen sollten Kontrollinstrumentarien und Auflagen

	Erträge durch einen vermehrten Einsatz von Düngemitteln, um die Nährstoffsättigung der Böden nicht noch weiter zu erhöhen.		geschaffen werden. - Abstimmung auf die Ziele bzw., stärkere Unterstützung der Ziele der WRRL wie z. B. "Reduzierung der Verschmutzung des Grundwassers" oder "Guter ökologischer und chemischer Zustand oberirdischer Gewässer in 15 Jahren." Forstwirtschaft • Möglichkeiten von KUP temporär im Wald: - Waldgesetze müssten dazu überarbeitet werden - Umwidmung der Fläche ist problematisch - Maßnahme sichert nicht die Multifunktionalität des Waldes - hoher Biomasseertrag und Erlös erst nach längerer Zeit - Konkurrenz gegenüber der regulären Waldnutzung zu groß - Denkbar sind dauerhafte Nutzungen z. B. unter Stromleitungen.
Region		■ Es sollten regionale Energiekonzepte unter Einbeziehung aller Akteure erstellt werden – keine überregionalen Anlagen planen ■ In regionalen Management-Konzepten für Wald- und Landschaftspflege sollten Entnahmegrenzen klar definiert werden	

Kommune		All	gemein
		•	UVP für Energiegewinnungsanlagen sollte auch auf die Produktionsfläche bezogen werden (bundeseinheitliche Regelung).
		•	Ökologische Auswirkungen sollten stärker in die Genehmigungsverfahren einbezogen werden, z. B. ein Flächennachweis
		•	Erstellung vorhabenbezogener Bebauungspläne bzw. Vorhaben- und Erschließungspläne für Anlagen mit voraussichtlich großer Wirkung (§ 12 BauGB)
		•	Bau- und Genehmigungsverfahren für Anlagen zur Energiegewinnung aus Biomasse sollten vereinheitlicht werden – z. Z. sind sie in den Bundesländern sehr unterschiedlich.



9.3 Weiteres Vorgehen

Um weitere aktuelle Expertenaussagen zu den sich zukünftig verstärkenden, den zukünftig neu entstehenden Konkurrenzen und Synergien sowie Lösungsansätze zur Minimierung der Konkurrenzen zu erhalten, wurde am 16. September 2008 in Hannover ein Workshop mit Vertretern des behördlichen Bereichs der Land- und Forstwirtschaft, der Umweltplanung und Landschaftspflege sowie mit Forschern und Promotoren aus dem Bereich Energiepflanzenanbau, Energieholzanbau und Forstwirtschaft durchgeführt. Die dort gemachten Aussagen wurden anhand eines Protokolls festgehalten und auf der Internetseite des Deutschen BiomasseForschungszentrums (DBFZ) zur Verfügung gestellt. Derzeit werden die Ergebnisse dieses zweiten Workshops anhand eigener Erhebungen näher diskutiert und verglichen. Die Ergebnisse des ersten und zweiten Workshops werden in einer tabellarischen Übersicht zusammengeführt.

Ein weiterer Arbeitsschritt ist die Herausarbeitung und Gegenüberstellung der Konkurrenzen, die zwischen den naturschutzfachlichen Regelungen und Zielen und den Auswirkungen der Erzeugung und Nutzung von Biomasse bestehen bzw. zukünftig entstehen können. Sobald erste Szenarienanalysen des DBFZ vorliegen, werden, entsprechend dieser und unter Heranziehung kürzlich abgeschlossener und laufender Projekte, potenzielle Konkurrenzen zu den unterschiedlichen Zielen und Belangen des Naturschutzes herausgearbeitet werden.

Im weiteren Verlauf der Arbeit sollen dann formelle und informelle Instrumente, durch die der Bau von Bioenergieanlagen und/oder der Biomasseanbau im raumplanerischen Sinne gesteuert und beeinflusst werden können, einer näheren Betrachtung unterzogen und eine Einschätzung bezüglich ihrer Eignung für die Minimierung der Konkurrenzen bzw. der Verstärkung der Synergien abgegeben werden.

LITERATUR- UND REFERENZVERZEICHNIS

- /1/ Bioenergy Action Plan for Ireland. Department of Communications, Marine and Natural Resources, Dublin. www.dcmnr.gov.ie, Zugriff: Mai 2007
- COM(97) 599 of 26.11.1997 European Commission 1997 White Paper for a Community Strategy and Action plan .Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. 54 p.
- /3/ COM(2004) 366 final of 26.5.2004 Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. The share of renewable energy in the EU.
- /4/ COM(2005) 628 final Communication from the Commission of 7.12.2005 on Biomass action plan. 16 p. + Annex 31 p.
- /5/ COM(2005) 627 final Communication from the Commission of 7.12.2005 on the support of electricity from renewable energy sources
- /6/ European Commission 2008: National biomass action plans. http://ec.europa.eu/energy/renewables/bioenergy/national_biomass_action_plans_en. htm, Zugriff: Dezember 2008
- /7/ EU-Kommission, 2008: National biomass action plans. http://ec.europa.eu/energy/renewables/bioenergy/national_biomass_action_plans_en. htm, Zugriff: Dezember 2008
- /8/ EU-Kommission, 2007. Second expert meeting on national biomass action plans:
 Minutes of the meeting.
 http://ec.europa.eu/energy/renewables/bioenergy/national_biomass_action_plans_en.
 htm, Zugriff: Dezember 2008
- /9/ Lebensministerium Österreich, 2007: Entwurf eines nationalen Biomasseaktionsplans für Österreich. http://www.umweltnet.at/article/articleview/51702/1/7068, Zugriff: Dezember 2008
- /10/ Council Regulation (EC) No 1782/2003 of 29 September 2003 establishing common rules for direct support schemes under the common agricultural policy and establishing certain support schemes for farmers and amending Regulations (EEC) No 2019/93, (EC) No 1452/2001, (EC) No 1453/2001, (EC) No 1454/2001, (EC) 1868/94, (EC) No 1251/1999, (EC) No 1254/1999, (EC) No 1673/2000, (EEC) No 2358/71 and (EC) No 2529/2001. Official Journal of the European Union L 270/1, 21.10.2003, pp. 1-69.
- /11/ Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport. Official Journal of the European Communities L 123, 17.5.2003, pp. 42-46.

- /12/ Economic Research Service. Webseite: http://www.ers.usda.gov. Link: http://www.ers.usda.gov/Briefing/FarmPolicy/BasicsOfPolicy.htm. Washington, USA.
- /13/ EU-Kommission, 2006. Report from the Commission to the Council on the review of the energy crop scheme.

 http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/com2006_500_en.pdf, Zugriff:

 Dezember 2008
- /14/ EREC, 2008. Renewable energy policy review in the Czech Republic. http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RES2020/CZECH_RE PUBLIC RES Policy Review April 2008.pdf, Zugriff: Dezember 2008
- /15/ IEA, 2008. Climate Change Database, Addressing climate change: policies and measures. International Energy Agency. http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=cc&id=4055&action=detail, Zugriff: Dezember 2008
- /16/ Rural development programme for England, 2008. Energy Crops Scheme: Establishment Grants Handbook. http://naturalengland.communisis.com/naturalenglandshop/docs/NE125.pdf, Zugriff: Dezember 2008
- /17/ Terms and Conditions of the Bioenergy Scheme for Willow and Miscanthus, 3rd Round. Department of Agriculture and Food, Dublin. www.agriculture.gov.ie, Zugriff: Dezember 2008
- /18/ England Rural Development Programme, Energy Crops Scheme Establishment grants. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), London. www.defra.gov.uk, Zugriff: Mai 2007
- /19/ England Rural Development Programme, Energy Crops Scheme. Kurzmitteilung, Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), London. www.defra.gov.uk. Zugriff: Mai 2007
- /20/ Europäische Kommission. Webseite: http://ec.europa.eu/research . Link: http://ec.europa.eu/research/environment/themes/article_1348_en.htm. Zufriff: Mai 2007
- /21/ European Commission: http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/biofuels_members_states_en.htm
- /22/ Henniges, O.: Die Bioethanolproduktion Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland unter Berücksichtigung der internationalen Konkurrenz. Dissertation, Josef Eul Verlag GmbH, Lohmar.
- /23/ Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.: Energie aus Biomasse Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2001
- /24/ Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg Vorpommern:Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik und ihre Umsetzung in Deutsch-

- land und M-V. Die wichtigsten Regelungen. Informationsbroschüre. Schwerin, 13. September 2004 (2. Auflage). Von Webseite: http://www.mv-regierung.de/lm/. Link: http://www.mv-regierung.de/lm/doku/broschuere_GAP-Reform_MELA_04.pdf. Zugriff: Mai 2007
- /25/ Rural Affairs, Section G: Energy Crops. A&Q, Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), London. www.defra.gov.uk, Zugriff: Mai 2007
- 726/ Terms and Conditions of the Bioenergy Scheme for Willow and Miscanthus. Department of Agriculture and Food, Dublin. www.agriculture.gov.ie, Zugriff: Mai 2007
- /27/ Wikipedia. Webseite: http://en.wikipedia.org. Link: http://en.wikipedia.org/ wi-ki/Lisbon_Strategy. Zugriff: Mai 2007
- Witt, J.; Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien Stand 2006 weltweit und in Europa. BWK 59 (2007), Nr. 1/2, Seite 52-63.
- /29/ IEA 2008: Key world energy statistics 2008. International Energy Agency (IEA), Paris. www.iea.org
- /30/ Berndes, G., M. M. Hoogwijk, and R. van den Broek (2003): The contribution of biomass in the future global energy system: a review of 17 studies. In Biomass & Bioenergy, Vol. 25(1), p. 1-28. (NWS-E-2003-40).
- 731/ Thrän, D.; Piepenbrink, M.; Kicherer, A.; Kaltschmitt, M.: Kriterienmatrix zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Initiativen zum Umweltschutz Band 69. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2008.
- /32/ Seidenberger, T., Thrän, D., Offermann, R., Seyfert, U., Buchhorn, M., Zeddies, J. 2008: Global Biomass Potentials Investigation and assessment of data, Country-specific energy crop potentials, Remote sensing in biomass potential research. Endbericht, DBFZ. Bearbeitung im Auftrag von Greenepace International. Veröffentlichung in Vorbereitung.
- /33/ WBGU 2008: Welt im Wandel Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), Berlin.
- /34/ Smeets, E., Faaji, A. and Lewandowski, I. 2004: A quickscan of global bioenergy potentials to 2050. An analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to the underlying factors. Report NWS-E_2004-109, ISBN 90-393-3909-0, Utrecht
- /35/ Fischer, G. and Schrattenholzer, L. 2001: Global Bioenergy Potentials through 2050. Biomass and Bioenergy: 20, p. 151-159.
- /36/ Hoogwijk, M. 2004: On the global and regional potential of renewable energy sources. Chapter Three: Potential of biomass under four land-use scenarios. Part A: The geographical and technical potential. Proefschrift Universiteit Utrecht, ISBN 90-393-3640-7, Utrecht

- Eurostat 2009: Datenbankabfrage beim Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften. http://epp.eurostat.ec.europa.eu, Zugriff: Janau 2009.
- /38/ EurObserv'ER 2007: State of renewable energies in Europe, Edition 2007. http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/barobilan/barobilan7.pdf
- /39/ BMU 2008: Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklung, Stand Juni 2008. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- /40/ FAOSTAT 2009: Datenbankabfrage bei der Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rom. http://faostat.fao.org, Zugriff: Januar 2009.
- 41/ Eurostat 2008: Europa in Zahlen, Eurostat Jahrbuch 2008. Eurostat, Statistisches Amt der Europaischen Gemeinschaften, Luxemburg. http://ec.europa.eu/eurostat
- /42/ Destatis 2009: Datenbankabfrage beim Statistischen Bundesamt Deutschland, Destatis, Wiesbaden. www.destatis.de, Zugriff: Januar 2009.
- /43/ Flammini, A., 2008: Biofuels and the underlying causes of high food prices. Bericht unter Koordination des Global Bioenergy Partnership Secretariat und der Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Verfügbar unter http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/BIOENERGY_INF O/0810_Flammini_-_Biofuels_and_the_underlying_causes_of_high_food_prices_GBEP-FAO.pdf, Zugriff: Januar 2009
- /44/ Europäische Kommission 2009: Internetpräsenz der Europäischen Kommission, Bereich Agriculture and Rural Developpment, Bioenergy. http://ec.europa.eu/agriculture/bioenergy/index_en.htm#feed, Zugriff: Januar 2009.
- /45/ FNR 2009: Internetpräsenz der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR). Bereich Daten und Fakten. http://www.nachwachsende-rohstoffe.de/cms35/Daten-und-Fakten.64.0.html?&spalte=3, Zugriff: Januar 2009.
- /46/ Zeddies, J. mündliche Mitteilung. Prof. an der Universität Hohenheim
- /47/ Deutsche Bundesregierung, 2008: Forschungsförderung sichert Energieversorgung. Regierung online (01.12.2008), http://www.bundesregierung.de/nn_1272/Content/DE/Artikel/2008/12/2008-12-01-hightech-serie-energie-forschungfoerderung-sichert-die-energieversorgung.html, Zugriff: Dezember 2008
- /48/ BMWi, 2008: Förderdatenbank. http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=26b7661f03e5622c0331311b0fbe4 28e;views;document&doc=10156, Zugriff: Dezember 2008
- /49/ BMBF, 2008: Grundlagenforschung Energie 2020+: Die Förderung der Energieforschung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. http://www.bmbf.de/pub/grundlagenforschung energie.pdf, Zugriff: Dezember 2008
- /50/ IEA, 2008: Global renewable energy policies and measures database. http://www.iea.org/textbase/pm/grindex.aspx, Zugriff: Dezember 2008

- /51/ TEKES, 2008: Biorefine 2007-2011. http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/Ohjelma Portaali/ohjemat/BioRefine/en/etusivu.html, Zugriff: Januar 2009
- /52/ Chagas, C., 15. Juli 2008: Brazil bioenergy receives US\$64 million bonus. http://www.scidev.net/en/news/brazil-bioenergy-research-receives-us-46-million-b.html, Zugriff: Januar 2009
- /53/ Government of India, Ministry for New and Renewable Energy, 2006: XIth Plan proposals for new and renewable energy. http://mnes.nic.in/pdf/11th-plan-proposal.pdf, Zugriff: Januar 2009
- /54/ Government of India, Ministry for New and Renewable Energy, 2008. http://mnes.nic.in/, Zugriff: Januar 2009
- /55/ Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), 2008: Cool Earth Energy Innovative Technology Program. http://www.meti.go.jp/english/newtopics/data/nBackIssue20080305_04.html, Zugriff: Janaur 2009
- /56/ Biomass Research & Development Initiative (BRDI), 2009: USDA, DOE Announce Up to \$25 Million in Funding for Biomass Research and Development Initiative. http://www.brdisolutions.com/default.aspx, Zugriff: Januar 2009
- 757/ Thrän, D., Weber, M., Scheuermann, A., Fröhlich, N., Zeddies, J., Henze, A., Thoroe, C., Schweinle, J., Fritsche, U., Jenseit, W., Rausch, L., Schmidt, K., 2005: Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Verbundprojekt unter Leitung des Institutes für Energetik und Umwelt, wissenschaftliche Partner Universität Hohenheim (UHOH), Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) und Öko- Institut e.V. (ÖI), gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Endbericht.
- /58/ Fritsche, U., Dehoust, G., Jenseit, W., Hünecke, K., Rausch, L., Schüler, D., Wiegmann, K. u.a., 2005: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Verbundprojekt unter Leitung des Öko-Institutes e.V., wissenschaftliche Partner: Fraunhofer Institut UMSICHT, Institut für Energetik und Umwelt, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Institut für ZukunftsEnergieSysteme, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig und Technische Universität Münschen, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Endbericht.
- /59/ Fritsche, Uwe R. u.a. 2005: Environmentally compatible bioenergy potentials in the EU-25; study commissioned by the European Environment Agency (EEA), prepared by Öko-Institut/AEAT/Alterra/EFI, Darmstadt.
- /60/ Kunikowski, G., Wróbel, A., Rutkowska, M., Gańko, E. 2006: Residue biomass potential inventory results. ECBREC Baltic Renewable Energy Centre. Deliverable D5.01.03 of project Renewable fuels for advanced power-trains (RENEW). www.renew-fuel.com
- /61/ Gańko, E., Kunikowski, G., Wróbel, A. 2007: Energy crops potentials inventory results. ECBREC Baltic Renewable Energy Centre. Deliverable D 5.01.07 of project Renewable fuels for advanced power-trains (RENEW). www.renew-fuel.com
- /62/ Kaltschmitt, M., Thrän, D. 2003: Biomasse für Strom, Wärme, Kraftstoff Was kann die Land- und Forstwirtschaft bereitstellen? in: ufop Jahresbericht 2003, Berlin.

- /63/ Thrän, D. 2008: Ressourcen für die Biokraftstoffe von morgen. In: Dettling, D. (Hrsg.): Die Zukunft der Bioenergie Herausforderungen und Perspektiven für die globale Nahrungs- und Energiesicherheit. berlinpolis e.V., Berlin 2008.
- /64/ Klima- und Energiefonds, 2008. Förderguide. http://www.klimafonds.gv.at/home/foerderguide.html, Zugriff: Dezember 2008
- /65/ Klima- und Energiefonds, 2008. Austrian climate research program. http://www.klimafonds.gv.at/home/foerderguide/details/themenfeld/austrian-climate-research-program.html, Zugriff: Dezember 2008
- /66/ Eureka, 2008. http://www.eureka.dlr.de/de/96.php, Zugriff: Dezember 2008
- Danish Energy Agency, 2008: Agreement on Danish energy policy for the years 2008-2011. http://www.ens.dk/sw70590.asp, Zugriff: Januar 2009
- /68/ SUPERGEN Bioenergy, 2008: Advancing UK bioenergy. http://www.supergen-bioenergy.net/, Zugriff: Dezember 2008
- /69/ UNFCCC 2007: National greenhouse gas inventory data for the period 1990 2005. FCCC/SBI/2007/30. Subsidiary body for implementation, 27th session, Bali, 3 11 Zugriff: Dezember 2007.
- /70/ BMU 2007: Das integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Dezember 2007, Berlin. www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_meseberg.pdf Zugriff: Januar 2008
- /71/ BMU 2008: Entwurf zum Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen. Beschlossen von Bundeskabinett am 22.10.2008. http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/42435/4593/ Zugriff: Januar 2009
- /72/ EU 2007: Ein europäischer Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan). KOM(2007) 723 endgültig, 22.11.2007. Kommission der Europäischen Gemeinschaft, Brüssel.
- /73/ EU 2008: Vorschlag für eine Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. KOM(2007) 19 endgültig, 23.1.2008. Kommission der Europäischen Gemeinschaft, Brüssel.
- /74/ EU 2008: Legislative Entschließung des Europäischen Parlaments vom 17. Dezember 2008 zu dem Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (KOM(2008)0019 C6-0046/2008 2008/0016(COD))
- /75/ Energy in Japan 2006, Status and Policies. Agency for Natural Ressources and Energy, Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokyo.
- New National Energy Strategy (Japan), May 2006. Agency for Natural Ressources and Energy, Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokyo.
- /77/ Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries, Japan. Presentation of the Biomass-Nippon Strategy.
- /78/ Australian Government: Renewable Energy Policies and Programs, Fact sheet. http://www.ret.gov.au/Documents/RE_Fact_Sheet25_9_0720071015171309.pdf Zugriff: April 2008

- /79/ Australian Government, Department of Climate Change: Australian Government action on climate change.
 www.climatechange.gov.au Zugriff: April 2008
- /80/ Brazzale, Ric 2006: AIE Sydney Branch: Does Renewable Energy have a role to play in NSW's energy mix? Presentation, Australian Business Council for Sustainable Energy, Melbourne.

 www.bcse.org.au Zugriff: April 2008
- /81/ IEA 2005: Energy Policies of IEA countries, Australia, Review 2005. International Energy Agency (IEA), Paris.
- /82/ Australian Government, Department of Innovation, Industry, Science and Research. AusIndustry Product Summary. http://www.innovation.gov.au/General/Corporate-WebPublishing/Pages/ AusIndustryProductSummary.aspx Zugriff: April 2008
- /83/ BGB 1993: Gesetz zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt vom 30.08.1993, BGBl. II Nr. 32, S. 1741 ff
- /84/ BMU 2007: Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Beschluss des Bundeskabinetts am 7. November 2007. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- /85/ World Trade Organisation. Agriculture, 2008. Agriculture. www.wto.org/english/tratop e/agric e/agric e.htm, Zugriff: Dezember 2008
- /86/ Euractiv.com, April 2008. Biokraftstoffe, Handel und Nachhaltigkeit. Stand: September 2008. http://www.euractiv.com/de/handel/biokraftstoffe-handel-nachhaltigkeit/article-171968, Zugriff: Dezember 2008
- /87/ Euractiv.com, August 2006. Die Doha-Entwicklungsrunde der WTO. http://www.euractiv.com/de/handel/doha-entwicklungsrunde-wto/article-157101, Zugriff: Dezember 2008
- /88/ BMWi, 2008. Stand der Welthandelsrunde (Doha Development Agenda DDA). http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/WTO/wto-handelsrunde-stand-juli-august-2007,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf, Zugriff: Dezember 2008
- /89/ Hanrahan, C., Schnepf, R., 2007. WTO Doha-Round: The agricultural negotiations. http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/WTO/wto-handelsrunde-stand-juli-august-2007,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf, Zugriff: Dezember 2008
- /90/ BBC News, 2008. Dismay at collapse of trade talks. 30. Juli 2008. http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/7532302.stm, Zugriff: Dezember 2008
- /91/ Deutsche Bank Research, http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD00000000194347.pdf, Zugriff: Juni 2008
- /92/ Department of Energy, http://www.doe.gov/energysources/electricpower.htm, Zugriff: Juni 2008
- /93/ Department of Energy, http://www.doe.gov/energysources/renewables.htm, Zugriff: Juni 2008

- /94/ Department of Energy, http://www.doe.gov/energysources/bioenergy.htm, Zugriff: Juni 2008
- /95/ Department of Energy-Energy Efficiency and Renewable Energy, State Policy, http://www.eere.energy.gov/states/state_policy.cfm, Zugriff: Juni 2008
- /96/ Bundesagentur für Außenwirtschaft, https://www.bfai.de/DE/Content/_SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument.html?fIdent=MKT20080316180828, Zugriff: Juni 2008
- /97/ YaleGlobal Online, David Luhnow, Geraldo Samor, The Wall Street Journal, 16 January 2006. http://yaleglobal.yale.edu/display.article?id=6817, Zugriff: Juni 2008
- /98/ Munir Y. Soares, Margareth O. Pavan, Clara Barufi, Célio Bermann, Virgínia Parente, The Brazilian Biodiesel Program, http://www.2007amsterdamconference.org/Downloads/AC2007_Soares.pdf, Zugriff 23.06.08
- /99/ Leena Srivastava, Riri Mathur, India's Energy Security, Friedrich Ebert Stiftung, http://library.fes.de/pdf-files/iez/global/04809.pdf, Zugriff 18.06.08
- /100/ India Energy Portal, http://www.indiaenergyportal.org/overview_detail.php, Zugriff 17.06.08
- /101/ European Energy Forum, http://www.europeanenergyforum.eu/archives/europeanenergy-forum/energy-management-and-policy/energy-policy-in-india, Zugriff 17.06.08
- /102/ India Energy Portal, http://www.indiaenergyportal.org/subthemes_link.php?text=biomass&themeid=5, Zugriff 16.06.08
- /103/ YaleGlobal Online, David Luhnow, Geraldo Samor, The Wall Street Journal, 16 January 2006 http://yaleglobal.yale.edu/display.article?id=6817, Zugriff 20.06. 2008
- /104/ Ruth Kirchner, Chinas Energiepolitik am Scheideweg, Sendung von 09.02.07 von DRS 2 (Schweitzer Radio), http://www.weltreporter.net/texte/44/kirchner1.pdf, Zugriff 16.06.08
- /105/ Li Junfeng, Shi Jinli and Ma Lingjuan, China: Prospect for Renewable Energy Development, http://www.hmtreas-ury.gov.uk/media/5/2/final_draft_china_mitigation_renewables_sector_research.pdf, Zugriff 16.06.08
- /106/ German.china.org.cn, Energiewirtschaft, http://german.china.org.cn/china/archive/china2007/2008-01/02/content_9466343.htm, Zugriff 16.06.08
- /107/ Miriam Schröder, Unbegrenzter Rohstoff Biomasse? Stand und Potenzial der Stromerzeugung aus Biomasse in China, http://www2.tu-berlin.de/foreign-relations/archiv/tui_60/schroeder_tui_60.pdf, Zugriff 16.06.08
- /108/ T. Koizumi, K. Ohga, biofuel policies in asia: trade effects on world agricultural and biofuels trade. USDA agricultural outlook forum, 15.05.2007

- /109/ Ren21, 2008. Renewables 2007 Global Status Report. http://www.ren21.net/pdf/RE2007 Global Status Report.pdf, 03.12.2008
- /110/ Australian Government, Department of Climate Change, 2008. Australia's renewable energy target. http://www.climatechange.gov.au/renewabletarget/index.html, 03.12.2008
- /111/ econsense, 2008. Fact Sheet Renewable Energy. http://www.climate-policy-map.econsense.de/factsheets_download/factsheet-renewable-energy.pdf, 03.12.2008
- /112/ Eurostat, 2008. Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (% am Bruttostromverbrauch).
 http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,39140985&_dad=portal&
 _schema=PORTAL&screen=detailref&language=de&product=REF_TB_energy&ro
 ot=REF_TB_energy/t nrg/t nrg indic/tsien050
- /113/ Entwurf und Begründung eines Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich Stand 12/2007.
- /114/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2006): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005. Stuttgart, Straubing.
- /115/ Entwurf- Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen 1. BImSchV). Stand 12/2007.
- /116/ Begründung Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV). Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bimschv1_begruendung.pdf, Zugriff: 20.03.2008.
- /117/ Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik HKI (Hrsg.) (2007): Stand der Novellierung der 1. BImSchV Altanlagenregelung. Präsentation für die Veranstaltung "Initiative Individuelles Heizen Sicherheit und Umwelt".
- /118/ Dieter, M. Englert, H., Klein, M. (2001): Abschätzung des Rohholzpotentials für die energetische Nutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Arbeitsbericht an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Hamburg.
- /119/ Mantau, U. (2004): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Hamburg.
- /120/ Mantau, U., Sörgel, C. (2006): Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente Zwischenbericht vom 06.07.2006. Hamburg.
- /121/ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft BDEW e. V. (Hrsg.) (2008): Energie-Info Endenergieverbrauch in Deutschland 2007. Berlin. Internet: http://www.ag-energiebilanzen.de/, Zugriff: 12/2008.
- /122/ Umweltbundesamt (Hrsg.) (2007): Nachhaltige Wärmeversorgung Sachstandsbericht. Reihe: Climate Change. Heft 3. Jg. 2007. Dessau.

- /123/ AG Energiebilanzen e.V. (Hrsg.) (2008): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2007. Berlin, Köln. Internet: http://www.ag-energiebilanzen.de/, Zugriff: 27.03.2008.
- /124/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2008): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007. Internet: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_hintergrund2007.pdf, Zugriff: 27.03.2008.
- /125/ Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH EUWID: Marktbericht für Altholz. In: EUWID Neue Energien. Diverse Ausgaben 2006-2008.
- /126/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2007): Erneuerbare Energien in Zahlen nationale und internationale Entwicklungen. Stand: November 2007. Berlin. Internet: http://www.windenergie.de/fileadmin/dokumente/statistiken/EE%20Deutschland/D_2007-11_ee_in_zahlen.pdf, Zugriff: 26.03.2008.
- /127/ Polley, H., Henning, P., Schwitzgebel, F. (2004): Ergebnisse der zweiten Bundeswald-inventur: Holzvorrat, Holzuwachs und Holznutzung. Göttingen.
- /128/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft BMELV (Hrsg.) (2008): Holzmarktbericht 2007. Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2007. Bonn.
- /129/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft BMELV (Hrsg.) (2004): Zweite Bundeswaldinventur Prognostizierte Flächen [%] des Auswertungsgebietes nach Eigentumsart. Bonn. Internet: http://www.bundeswaldinventur.de/enid/4089f4b6bf1e47b77fd0822cd53571eb,0/96. html, Zugriff: 28.03.2008.
- /130/ Beck, R., Perschl, H. (2006): Einschlag und Verkauf im Privatwald bis 200 ha Große Teile des Einschlags werden als Brennholz benutzt. In: LWF aktuell. Heft 52. Jg. 2006. S. 29-32.
- /131/ Mantau, U. (2007): Energetische und stoffliche Holzverbrauchsentwicklung in Deutschland. Präsentation auf der Veranstaltung Rohholzmanagement in Deutschland vom 22.-23. März in Hannover.
- /132/ Marutzky, R. (2004): Biomassen auf Basis von Holz als Brennstoffe in Österreich, der Schweiz und Deutschland. Nutzungssituation Theoretische und reale Potentiale Qualitäten Wettbewerbssituation Preistendenzen. Referat zum Seminar "Energetische Biomasseverwertung Neue Konzepte für den kommunalen und gewerblichen Bereich" des VDI-Wissensforums am 29. und 30. Januar in Salzburg. Internet: http://www.wki.fraunhofer.de/publikat/Biobrennstoffe.pdf, Zugriff am 03.04.2008.
- /133/ Leible, L., Arlt, A. Fürniß, B., Kälber, S., Kappler, G., Lange, S., Nieke, E., Rösch, C., Wintzer, D. (2003): Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen. In: Wissenschaftliche Berichte FZKA. Nr. 6882. Karlsruhe.
- /134/ Hartmann, H., Thuneke, K., Höldrich, A., Roßmann, P. (2003): Handbuch Bioenergie Kleinanlagen. Gülzow.
- /135/ Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Hrsg.) (2000): Energie aus Biomasse Grundlagen, Techniken und Verfahren. Stuttgart, Freising.

- /136/ Mantau, U., Weimar, H. (2003): Standorte der Holzwirtschaft Einsatz von Biomasse in Energieanlagen. Hamburg.
- /137/ Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle ZMP (2008): ZMP-Marktbilanz Forst und Holz 2008. Bonn.
- /138/ Bardt, H., (2008): Entwicklungen und Nutzungskonkurrenz bei der Verwendung von Biomasse in Deutschland. In: IW-Trends Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung aus dem Institut der Deutschen Wirtschaft Köln. 35. Jahrgang. Heft 1/2008. Köln.
- /139/ C.A.R.M.E.N. e. V. (Hrsg.) (2008): Preisentwicklung bei Hackschnitzeln. Internet: http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnipreise.html, Zugriff: 11.04.2008.
- /140/ Initiative pro Schornstein e. V. (Hrsg.) (2008): Preisvergleich Heizöl EL / Gas. Internet: http://www.waerme.org/download/pdf/Preisvergleich_gesamt.pdf Zugriff: 01.06.2007.
- /141/ Technologie und Förderzentrum TFZ (Hrsg.) (2008): Aktuelle Scheitholzpreise. Straubing. Internet: http://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/17385/, Zugriff: 01.04.2008.
- /142/ Langniß, O. Böhnisch, H., Buschmann, A., Musiol, F., Hartmann, H., Reisinger, K., Höldrich, A., Turowski, P., Pauschinger, T. (2006): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005. Stuttgart, Straubing.
- /143/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft TA Luft.
- /144/ Deutscher Energie-Pellet Verband e. V. (2008): Pelletbranche prognostiziert stärkeres Wachstum für 2008. Internet: http://www.depv.de/nc/aktuelles/startmeldungen/article/pelletbranche-prognostiziert-staerkeres-wachstum-fuer-2008/, Zugriff 05/2008.
- /145/ Mantau, U., Keimer, J. (2004): Standorte der Holzwirtschaft Der Markt für Pellets. Hamburg.
- /146/ Deutscher Energie-Pellet Verband e. V. (2008): Entwicklung Pelletproduktion in Deutschland. http://www.depv.de/marktdaten/entwicklung-pelletproduktion/, Zugriff 05/2008.
- /147/ Telefonische Auskunft Hr. Gunze von German Pellets GmbH, Hr. Scholz von EPC GmbH und Hr. Meckel von HPS Schwedt GmbH. 05/2008.
- /148/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2008): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energie-Gesetzes (EEG) auf die Stromerzeugung aus Biomasse Endbericht. Leipzig.
- /149/ Lenz, V., Edel, M., Kaltschmitt, M. (2008): Erneuerbare Energien. In: BWK Das Energie Fachmagazin. Heft 4. Jg. 2008. S. 106-117.
- /150/ Stang, S., Beinhofer, B. (2007): Zur Preisentwicklung auf dem Energieholzmarkt. In: AFZ DerWald. Heft 3. Jg. 2007. S. 126-129.

- /151/ Anonymus (2007): Dynamik bei den Festbrennstoffen hält an. In: Brennstoffspiegel. Heft 2. Jg. 2007. S. 47-49.
- /152/ Persönliche Mitteilung Hr. Astfalk von der Fa. Wodtke. 05/2008.
- /153/ Lasselsberger, Baumgartner (Hrsg.): Schriftliche Mitteilung. Bundesanstalt für Landtechnik. Wieselburg.
- Merten, D., Falkenberg, D., Nill, M., Kaltschmitt, M. (2004): Wärmegewinnung aus Biomasse Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD). Anlagenband zum Abschlussbericht. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH. Leipzig.
- /155/ Scheuermann, A., Thrän, D., Scholwin, F., Dilger, M., Falkenberg, D.,Nill, M., Witt, J. (2003): Monitoring zur Wirkung der Biomasseverodrnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Leipzig.
- /156/ Struschka, M., Zuberbühler, U., Dreiseidler, A., Dreizler, D., Baumbach, G., Hartmann, H., Schmid, V., Link, H. (2003): Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Berlin.
- /157/ Pfeiffer, F. (2001): Bestimmung der Emissionen klimarelevanter und flüchtiger organischer Spurengase aus Öl- und Gasfeuerungen kleiner Leistung Dissertation. In: Universität Stuttgart. Institut für "Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen Abteilung Luftreinhaltung der Luft. Bericht Nr. 48 2001. Stuttgart.
- /158/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2007): Gabriel: Klimaschutz bedeutet Umbau der Industriegesellschaft. Berlin.
- /159/ Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e. V. (Hrsg.) (2008): Markteinschätzung des Verbandes zum Absatz von Kaminöfen, Kamineinsätzen und Dauerbrandöfen. Frankfurt.
- /160/ Persönliche Mitteilung Fr. Mosch vom Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e. V. 05/2008.
- /161/ Wallstreet Online (2008): Goldman Sachs hebt Prognose für Ölpreis an. Internet: http://www.wallstreet-online.de/nachrichten/nachricht/2386216.html. Zugriff: 05/2008.
- /162/ Hamburger Abendblatt (2008): Heizöl Preisinformationen vom Mittwoch, den 21.05.2008. Internet: http://www.abendblatt.de/extra/service/769610.html. Zugriff: 05/2008.
- /163/ Schlesinger, M., Hofer, P., Rits, V., Lindenberger, D., Wissen, R., Bartels, M. (2007): Energieszenarien für den Energiegipfel 2007. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln und Prognos AG. Berlin, Basel.
- /164/ Bohnenschäfer, W., Ebert, M. (2007): Analyse zur Entwicklung ausgewählter Energiepreise. Insitut für Energetik und Umwelt. Leipzig.
- /165/ Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung Empfehlung an die Politik.

- /166/ Persönliche Mitteilung Hr. Klaus Reisinger vom Technologie- und Förderzentrum (TFZ). 05/2008.
- /167/ Polley, H., Kroiher, F. (2006): Struktur und regionale Verteilung des Holzvorrates und des potentiellen Rohholzaufkommens in Deutschland im Rahmen der Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht des Institut für Waldökologie und Waldinventuren 2006/3. Eberswalde.
- /168/ Polley, H. (2007): Mangel oder Überfluss? Verschiedene Szenarien zum potentiellen Rohholzaufkommen in Deutschland. Vortrag auf dem Kongress "Rohholzmanagement in Deutschland" am 22. und 23. März in Hannover.
- /169/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft BMELV (Hrsg.) (2004): Verstärkte Holznutzung Zugunsten von Klima, Lebensqualität, Innovation und Arbeitsplätzen (Charta für holz). Berlin.
- /170/ Begründung zum Entwurf zur EnEV Verordnung der Bundesregierung zur Änderung der Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung). Stand: 18. April 2008.
- /171/ Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energiesparverordnung EnEV). Fassung vom 24. Juli 2007.
- /172/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2007): Klimaagenda 2020: Der Umbau der Industriegesellschaft. Berlin.
- /173/ Hoelzel, M. (2007): Eine gute Lösung für alle zeichnet sich nicht ab. In: Holz-Zentralblatt. Nr. 14. Jg. 2007. S. 363-364.
- /174/ Mineralölwirtschaftsverband MWV (o. J.): Rohölpreisentwicklung 1960 2007 (Jahresdurchschnitte). Internet: http://www.mwv.de/cms/front_content.php?idcat=14&idart=63 (04/2008).
- /175/ Energy Information Administration (Hrsg.) (2008): Annual Energy Outlook 2008. Washington.
- /176/ Anonymus (2008): 200 Dollar sind möglich. Manager Magazin. Internet: http://www.manager-magazin.de/geld/artikel/0,2828,552032,00.html (08/2008).
- /177/ Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2008): Bautätigkeit und Wohnungen Mikrozensus Zusatzerhebung 2006. Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Wohnsituation der Haushalte. Fachserie 5. Heft 1. Wiesbaden.
- /178/ Persönliche Mitteilung von Hr. Thomschke vom Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen vom 22.05.2008.
- /179/ Persönliche Mitteilung von Hr. Wazula vom Bayrischen Kaminkehrerhandwerk Landesinnungsverband vom 22.05.2008.
- /180/ Persönliche Mitteilung von Hr. Gralapp vom Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Sachsen vom 27.05.2008.
- /181/ Langer, Riebeling, Tenagels (2005): Auswertung der Fragebogenaktion zu automatisch beschickten Holzfeuerungsanlagen. Bonn.
- /182/ Ehrler, C. (2007): Der Markt für Holzhackschnitzel zur Energieerzeugung in Rheinland-Pfalz 2006. Freiburg.

- /183/ Neugebauer, G., Wittkopf, S., Baudisch, C., Günsche, F. (2004): Hackschnitzel auf dem Vormarsch Umfrage bei bayerischen Biomasseheizwerken. In: LWF aktuell 48/2004. S. 9-10.
- /184/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2007): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland.
- /185/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2008): Leitstudie 2008 Ausbaustrategie erneuerbarer Energien. Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Stuttgart.
- /186/ Bundesverband BioEnergie e. V. (BBE) (2008): BBE sieht Chancen für Ausbau der Bioenergie im Wärmemarkt durch das Erneuerbare Energien Wärmegesetz (EE-WärmeG). In: BBE Aktuell 3/2008. Bonn.
- /187/ Mantau, U. (2008): Die Bedeutung von Holz wird wachsen. In: Erneuerbare Energien. (10) 2008. S. 94-97.
- /188/ Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG). Vom 25.10.2008.
- /189/ Verordnung zur Änderung der Gasnetzzugangsverordnung, der Gasnetzentgeltverordnung, der Anreizregulierungsverordnung und der Stromnetzentgeltverordnung. Vom 08.04.2008.
- /190/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2008): Weiterentwicklung der Strategie zur Bioenergie.
- /191/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2008): Bundeskabinett beschließt Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen. Pressemitteilung vom 22.10.2008.
- /192/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2008): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Stromerzeugung aus Biomasse. Leipzig.
- /193/ Schütte, A. (2007): Energiepflanzen in Deutschland Rahmenbedingungen und Potentiale. Internationl Energy Farming Congress in Papenburg am 13.04.2007. Pappenburg.
- /194/ Interne Daten DBFZ.
- /195/ Scholwin, F., Jung, U., Daniel, J. (2008): Erschließung des Biogasmarktes in Deutschland. Interne Studie des DBFZ. Leipzig.
- /196/ Bundesverband Gas- und Wasserwirtschaft BGW (2007): Aktionsprogramm der Gaswirtschaft für Klimaschutz, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien.
- /197/ Bundesministerium der Finanzen (BMF) (2008): Biokraftstoffbericht 2007.
- /198/ Wörgetter, M. (2008): Biotreibstoffe heute, morgen, übermorgen. In: Fachartikel der FJ-BLT Wieselburg für Forum saatbaulinz.at vom 18.09.2006. http://www.saatbaulinz.at/sor_showArtikel.asp?id=62.09/2008.

- /199/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2008): Bundeskabinett beschließt Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen. Pressemitteilung vom 22.10.2008.
- /200/ Entwurf einer Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Erzeugung von Biomasse zur Verwendung als Biokraftstoff (Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung BioNachV).
- /201/ Interne Daten, DBFZ Juni 2008.
- /202/ Mineralölwirtschaftsverband e. V. (2006): MWV-Prognose 2025 für die Bundesrepublik Deutschland. Hamburg.
- /203/ ISTA Mielke GmbH (2008): Versorgungsengpass bei Ölsaaten und Pflanzenölen. Hamburg.
- /204/ F. O. Licht (2008): World Ethanol & Biofuels Report Februar-Juli.
- /205/ Statistisches Bundesamt (2008): Statistisches Jahrbuch 2007. Wiesbaden.
- /206/ Bundesverband der Bioethanolwirtschaft e. V. (2008): Rückschlag für Biokraftstoffe im Europäischen Parlament. Pressemeldung LAB e. V. vom 12. September.
- /207/ Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (2008): ZMP-Marktbilanz Getreide, Ölsaaten, Futtermittel 2008. Bonn.
- /208/ Thrän, D.; Müller-Langer, F. (2007): Wie alternativ sind Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation? Potentiale von Biokraftstoffen in Deutschland und Europa. Vortrag auf der 7. Vilmer Sommerakademie, 16. Juli 2007.
- /209/ Thrän, D.; Seiffert, M. (2008): Is the future relevance of wooden biomass mirrored in today's global policies? Abschlusssymposium DENDROM Zukunftsrohstoff Holz. 11.07.2008 in Berlin.
- /210/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2008): Weiterentwicklung der Strategie zur Bioenergie.
- /211/ Dieter, M., Elsasser, P., Küppers, J., Seintsch, B. (2008): Rahmenbedingungen und Grundlagen für eine Strategie zur Integration von Naturschutzanforderungen in die Forstwirtschaft. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie und der Forst- und Holzwirtschaft 2008/02. Hamburg.
- /212/ Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) (2007): Statistische Zahlen der deutschen Solarwirtschaft.
- /213/ Agentur für erneuerbare Energien (2008): Fakten Die wichtigsten Daten zu den Erneuerbaren Energien. 6/2008.
- /214/ Schweinle, J. (2008): Bioenergie aus forstwirtschaftlichen Biomassen Stand und Perspektiven. Vortrag im Rahmen des Workshops "Energie aus Biomasse Aufgaben für die Raumplanung? am 17.11.2008 in Leipzig.
- /215/ Röhricht, C. und Ruscher, K., 2004: Anbauempfehlung für schnellwachsende Baumarten. Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig.
- /216/ Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2008): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Internet: http://www.nachwachsenderohstoffe.de/cms35/Daten-und-Fakten.64.0.html. (11/2008).

- /217/ Manderbach, R. (2008): Flora-Fauna-Habitatrichtlinie und Vogelschutzgebiete. Gebiete und Arten in Deutschland.
- /218/ Statistisches Bundesamt Deutschland (2006): Deutschlands Waldfläche wächst weiter. Wiesbaden.
- /219/ Thrän, D., Seiffert, M., Müller-Langer, F., Plättner, A., Vogel, A. (2007): Möglichkeiten einer europäischen Biogaseinspeisestrategie. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH. Leipzig.
- /220/ Smeets, E., Faaij, A. (2006): Bioenergy potentials from forestry in 2050. An assessment of the drivers that determine the potentials. In: Climatic Change. (81) 2007: S. 353-390.
- /221/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt. Berlin.
- /222/ Mantau, U. (2008): Entwicklung der stofflichen und der energetischen Nutzung von Holz. Präsentation im Rahmen der Veranstaltung Gesamtstrategie Wald 2020. 10.12.2008 in Berlin.
- /223/ Bundesministerium der Finanzen (BMF) (2008): Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Christel Happach-Kasan, Michael Kauch, Jens Ackermann und weiterer Abgeordneter der Fraktion der FDP Drucksache 16/7881.
- /224/ Bundesministerium Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (2008): Holzmarktbericht 2007. Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2007. Berlin.
- /225/ Carus, M. (2008): Stoffliche versus energetische Nutzung sind die Weichen richtig gestellt? Präsentation im Rahmen der Veranstaltung "Nachwachsende Rohstoffe für die Industrie (BMELV/FNR) am 27.11.2008 in Berlin.
- /226/ DESTATIS (2004): Fachserie 3, Reihe 3.2.1. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung Auszug Feldfrüchte 2003. Bonn.
- /227/ DESTATIS (2006): Fachserie 3, Reihe 3.2.1. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung Auszug Feldfrüchte 2005. Bonn.
- /228/ DESTATIS (2008): Fachserie 3, Reihe 3.2.1. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung Auszug Feldfrüchte 2007. Bonn.
- /229/ DESTATIS (2009): Landwirtschaftlich genutzte Fläche. Genesis-Tabelle 41241.
- /230/ Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe e. V. (2008): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland.
- /231/ Flachsbarth, M. (2008): EEG 2009 Betrieb von Pflanzenöl-BHKW-Altanlagen. Internet: http://www.bhkw-infozentrum.de/service/download.html (01/2009).
- /232/ Choren Industries GmbH (2008): Geschichte gestern Heute Morgen. In: http://www.choren.com/de/choren industries/unternehmen/geschichte/ (01/2009).

- /233/ Murach, D., Hartmann, H., Walotek, P. (2008): Ertragsmodelle für landwirtschaftliche Dendromasse. In: Vorläufiger Endbericht des Verbundforschungsvorhabens DENDROM Zukunftsrohstoff Dendromasse. Tagungsband des Abschlusssymposiums DENDROM 10. 11. Juli 2008, Berlin.
- /234/ Wirtschaftliche Vereinigung Zucker (2008): Zuckerbilanz. In: http://www.zuckerwirtschaft.de/2 1 2.html (01/2009).
- /235/ Thrän, D., et al (2005): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Leipzig.
- /236/ Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft KTBL (2006): Energiepflanzen. Darmstadt.
- /237/ Stülpnagel, R. (2008): Zweikultur-Nutzungssystem (2cult) auf mitteldeutschen Trockenstandorten? Forum Energiepflanzen Optimierung des Energiepflanzenanbaus am 07./08.10.2008 in Jena.
- /238/ Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (Hrsg.) (2006): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe. O. O.
- /239/ Agroplan Büro für Umwelt- und Agrarfachplanung: Bioenergie und Biogasförderung nach dem neuen EEG und ihre Auswirkungen auf Natur und Landschaft. Wolfenbüttel, 2006.
- /240/ Bayrisches Landesamt für Umweltschutz: Ammoniak und Ammonium. Augsburg, 2004. http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen
- /241/ Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: Cross Compliance 2008 Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen. München, 2008. http://www.stmlf.bayern.de/agrarpolitik
- /242/ Boelcke, B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 2006.
- /243/ Boelcke, B.; Beuch, S.; Zacharias, S.; Kahle, P.; Belau, L.; Amelung, D.: Bewertung der Umweltwirkung des Anbaus von Miscanthus als nachwachsender Rohstoff. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg- Vorpommern, Heft 16, Gülzow, 1998.
- /244/ Bosch und Partner, FH Eberswalde Prof. Dr. J. Peters, IE Leipzig, RA Bohl & Coll.: Flächenbedarfe und kulturlandschaftliche Auswirkungen regenerativer Energien am Beispiel der Region Uckermark-Barnim. Hannover, Eberswalde, Leipzig, Würzburg, 2006.
- /245/ Bringezu, S.; Steger, S., 2005: Biofuels and Competition for Global Land Use. In: Global Issue Papers, Nr. 20, Heinrich Böll Stiftung, Berlin, 2005.
- /246/ Buhr, N.; Steinkraus, K.; Wiehe, J.; Kanning, H.; Rode, M.W.: Umwelt- und raumverträglicher Ausbau der energetischen Biomassenutzung. In: UV-Report 20 (4), S. 168-173, Berlin, 2006.
- /247/ Buhr N.; Kanning, H.: Auf dem Weg in Richtung Nachhaltigkeit. In: Erneuerbare Energien Deutschlands größtes unabhängiges Monatsmagazin für die Zukunftsenergien, Heft 6/08, S. 76-77, SunMedia Verlags GmbH, Hannover, 2008.

- /248/ Buhr N.; Kanning, H.: Raumverträglichkeit erneuerbarer Energien Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Strategien: In: Die Planerin, Heft 3/08, S. 23-24, Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung SRL e.V. (Hrsg.), Berlin, 2008.
- /249/ Buhr, N.; Steinkraus, K.; Wiehe, J.: Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade (SUNREG II). Hannover, 2008.
- /250/ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL): Jahresbericht 2003. Braunschweig, 2004. http://www.fal.de
- /251/ Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Mehr Raps durch Biodiesel. Internetportal bioSicherheit.de des Projektverbundes Kommunikationsmanagement in der Biologischen Sicherheitsforschung. Webseite: http://www.biosicherheit.de Link: http://www.biosicherheit.de/de/raps/landwirtschaft/50.doku.html, Zugriff: Juli 2008.
- /252/ Bundesministerium Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV): Ökologischer Landbau in Deutschland, Stand: Januar 2008. Webseite: http://www.bmelv.de. Link: http://www.bmelv.de/nn_750598/DE/04Landwirschaft/OekologischerLandbau/_OekologischerLandbau_node.html_nnn=true, Zugriff: Juni 2008
- /253/ Bundesministerium Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV):
 Memorandum Bioenergie und Biokraftstoffe. Webseite:
 http://www.verbraucherministerium.de Link:
 http://www.verbraucherministerium.de/index000704B3EE3E10D6A6646521C0A8D816.html, Zugriff: April 2008
- /254/ Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV): Meilensteine der Agrarpolitik Die EU-Agrarreform Umsetzung in Deutschland. Bonn, 2006. http://www.bmelv.de
- /255/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Mindestvergütungssätze nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom 21. Juli 2004, Berlin. http://www.erneuerbareenergien.de
- /256/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz 2007 (EEG-Erfahrungsbericht), Bonn, 2007. http://www.bmu.de
- /257/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und ihre Umsetzung in Deutschland. Bonn, 2007. http://www.bmu.de
- /258/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2004: 3. Bericht gemäß Artikel 10 der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. http://www.bundesumweltministerium.de
- /259/ Bundesregierung: Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Entwurf der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, Berlin, 2001. http://www.bundesregierung.de

- /260/ Bundesverband BioEnergie e.V. (BBE): Bioenergie Marktzahlen 2007, Bonn, 2007. http://www.bioenergie.de
- /261/ Bundesverbandes Erneuerbare Energie e.V. (BBE) 2006: Vergleich der Umweltbilanzen der Biokraftstoffe der 1. und 2. Generation. Bonn, 2007. http://www.bee-ev.de
- /262/ Bundesverband BioEnergie e.V. (BEE). 2004: Daten und Fakten zur BioEnergie Wirtschaftsfaktor BioEnergie Multitalent zur Produktion von Strom, Wärme und Kraftstoffen. Bonn, 2004 http://www.bee-ev.de
- /263/ Choren Industries: Bundeskanzlerin und sächsischer Ministerpräsident besuchen CHOREN, Pressemitteilung vom 17.0 4.2008. Webseite: http://www.choren.com Link: http://www.choren.com/de/choren_industries/informationen_presse/pressemitteilung en/?nid=184
- /264/ Danner, W.: Rottaler Modell Landschaftspflegematerial in der Biogasanlage. E-Mail vom 25.03.2008 (Fachverband Biogas e.V. Regionalgruppe Niederbayern).
- /265/ Deutscher Bauernverband e. V. (DBV), Union zur Förderung von Öl und Proteinpflanzen (UFOP), Bundesverband BioEnergie e. V. (BBE): Strom, Wärme und Kraftstoffe aus Biomasse. http://www.bioenergie.de
- /266/ Deutscher Bundestag, Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Ausschussdrucksache 16(16)446. Änderungsantrag der Mitglieder der CDU/CSU-Fraktion und der SPD-Fraktion im Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 4.06.2008. http://www.biogas.org
- /267/ Deutscher Bundestag: Bundestagsdrucksache 16/9477. Entwurf eines Gesetzes zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG), 2008. http://www.erneuerbare-energien.de
- /268/ Deutsche Energie-Agentur (Dena): Biomass to Liquid BtL Realisierungsstudie Zusammenfassung. Berlin, 2006. http://www.dena.de
- /269/ Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2008: Schwandorf Im oberpfälzischen Schwandorf ist am Montag die nach Angaben der Betreiber größte europäische Bio-Erdgasanlage offiziell in Betrieb gegangen. Pressemeldung vom 15.07.2008. Webseite: http://www.agrarheute.com Link: http://www.agrarheute.com/neue_m%E4rkte/energie/gr%F6%DFte_europ%E4ische_bio-erdgasanlage_offiziell_in_betrieb_genommen_.html?redid=217320, Zugriff: Mai 2008
- /270/ Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG): Stellungnahme für die Öffentliche Anhörung des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Deutschen Bundestages zum Thema "Bioenergie/Ressourcenkonkurrenz" am 12.11.2007. http://www.bundestag.de/Ausschuesse
- /271/ Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL), Naturschutzbund Deutschland (NABU): Biogas aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes. Ansbach, 2007. http://www.lpv.de
- /272/ Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW): Position des DVGW zum Thema: "Gewässerschonende Produktion von Energiepflanzen und ge-



- wässerschonender Einsatz von Gärrückständen aus Biogasanlagen in der Pflanzenproduktion aus Sicht des Gewässerschutzes". Bonn, 2007. http://www.dvgw.de
- /273/ EnviTec Biogas GmbH: Penkun: Weltgrößtes Biogaskraftwerk geht ans Netz EnviTec Biogas baut für die NAWARO BioEnergie AG 40 Module zu je 500 kWel, Newsletter von EnviTec Biogas vom 11.05.2007. http://www.envitec-biogas.de
- /274/ Eulenstein, F.; Olejnik, J.; Willms, M.; Schindler, U.; Chojnicki, B.; Meißner, R.: Mögliche Auswirkungen der Klimaveränderungen auf den Wasserhaushalt von Agrarlandschaften in Nord-Mitteleuropa. In Fachzeitschrift: Wasserwirtschaft, Heft Nr.9/06, S. 32-36, Vieweg+Teubner Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2006. http://www.baufachinformation.de
- /275/ Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Biogas. Gülzow, 2008. Webseite: http://www.fnr.de Link: http://www.fnr.de/cms35/Biogas.304.0.html, Zugriff: Dezember 2007
- /276/ Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Biokraftstoffe. Gülzow, 2008. Webseite: http://www.bio-kraftstoffe.info Link: http://www.bio-kraftstoffe.info/cms35/Biokraftstoffe.817.0.html, Zugriff Januar 2008
- /277/ Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).: Biokraftstoffe Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Gülzow, 2007.
- /278/ Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Daten und Fakten zu Nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow, 2007.
- /279/ Feldwisch, N.; Meyer-Marquart, D.: Vorstudie Rahmenbedingungen und Potenziale für eine natur- und umweltverträgliche energetische Nutzung von Biomasse im Freistaat Sachsen Abschlussbericht. Obernburg und Bergisch Gladbach, 2006.
- /280/ Fritsche, U. R.; Dehoust, G.; Jenseit, W.; Hünecke, K.; Rausch, L.; Schüler, D.; Wiegmann, K.; Heinz, A.; Hiebel, M.; Ising, M.; Kabasci, S.; Unger, C.; Thrän, D.; Fröhlich, N.; Scholwin, F.; Reinhardt, G.; Gärtner, S.; Patyk, A.; Baur, F.; Bemmann, U.; Groß, B.; Heib, M.; Ziegler, C.; Flake, M.; Schmehl, M.; Simon, S.: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Öko-Institut Darmstadt, 2004.
- /281/ Germanwatch e.V.: "Hohe Agrarpreise Mehr Hunger oder mehr Chancen für den ländlichen Raum?" Zusammenfassung vom Fachgespräch am 5. Mai 2008, Bonn, 2008. http://www.germanwatch.org
- /282/ Gerold, D.; Landgraf, D.; Böcker, L.: Vorschläge für Bewirtschaftungsstrategien von KUP basierend auf Erfahrungen der letzten Jahre. In: Holzerzeugung in der Landwirtschaft Beiträge zur 3. Fachtagung "Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen" Cottbuser Schriften zur Ökosystemegenese und Landschaftsentwicklung Band 6, S. 75-82, Cottbus, 2008.
- /283/ Grass, R. (Universität Kassel): Stellungnahme für die Öffentliche Anhörung des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Deutschen Bundestages zum Thema "Bioenergie/Ressourcenkonkurrenz" am 12.11.2007. http://www.bundestag.de/Ausschuesse
- /284/ Grünwald, R.: Perspektiven eines CO2- und emissionsarmen Verkehrs Kraftstoffe und Antriebe im Überblick. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), TAB-Arbeitsbericht Nr. 111, Berlin, 2006. http://www.tab.fzk.de

- /285/ Günther-Dieng, K.; Schlepphorst, R.: Kurzumtriebsplantagen im Wald rechtlich möglich? In: Forst und Holz 63, Heft 2, S. 41, Hannover, 2008.
- /286/ Hampicke, U.: Anreiz Ökonomie der Honorierung ökologischer Leistungen. Beiträge zur Tagung "Workshopreihe "Naturschutz und Ökonomie", Teil I: Anreiz, BfN-Skripten 179, Bonn, 2006. http://www.bfn.de
- /287/ Heißenhuber, A. (Uni Weihenstephan): Antworten zum Fragenkatalog zur Anhörung des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Deutschen Bundestages zum Thema Bioenergie/Ressourcenkonkurrenz am 7.11.2007. http://www.bundestag.de/Ausschuesse
- /288/ Herrmann, A.; Taube, F.: Die energetische Nutzung von Mais in Biogasanlagen Hinkt die Forschung der Praxis hinterher? Berichte über Landwirtschaft 84, S. 165-197, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Berlin, 2006.
- /289/ Hoffmann, M.: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.), Gülzow, 2007. http://www.fnr-server.de
- /290/ Institut für Energetik und Umwelt Leipzig gGmbH: Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. i. A. des BMU. Leipzig, 2007.
- /291/ Janssens, I. A., Freibauer, A., Schlamadinger, B., Ceulemans, R., Ciais, P., Dolman, A. J., Heimann, M., Nabuurs, G. J., Smith, P., Valentini, R., Schulze, E. D.: The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale a European case study. Biogeosciences 2005 (2), S. 15-26, Copernicus GmbH, Katlenburg-Lindau, 2005. http://www.biogeosciences.net
- /292/ Karpenstein-Machan, M.: Energiepflanzenanbau für Biogasanlagenbetreiber. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M., 2005.
- /293/ Karpenstein-Machan, M. 1997: Perspektiven eines pestizidfreien Anbaus von Energiepflanzen zur thermischen Verwertung im System der Zweikulturnutzung. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M., 1997.
- /294/ Kiefer, J.; Ball, T.: Beurteilung der Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung aus Sicht des Gewässerschutzes Energie. In: DVGW energie|wasser-praxis 6/2008, S. 36-43, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) (Hrsg.), Bonn, 2008. http://www.dvgw.de
- /295/ Kiefer, J.: Biomasseproduktion zur Energieerzeugung aus Sicht der Trinkwassererzeugung. Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) (Hrsg.), Bonn, 2008. http://www.dvgw.de
- /296/ Kommission der europäischen Gemeinschaften: KOM(2007) 722 endgültig Mitteilung der Kommission an den Rat und das europäische Parlament: Vorbereitung auf den "GAP-Gesundheitscheck vom 20.11.2007. Brüssel, 2007. http://europa.eu
- /297/ Knur, L.; Murach, D.: Agrarholzproduktion in der Landwirtschaft: Der rechtliche Weg ebnet sich. In: Forst und Holz 2008, Jahrgang 63, Heft 5, S. 30-33, Hannover, 2008.
- /298/ Kölling, C.; Stetter, U.: Holzasche Abfall oder Rohstoff. Wege zu einer sinnvollen Verwertung. In: LWG aktuell 63/2008 S. 54-56, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.), Freising, 2008. http://www.lwf.bayern.de

- /299/ Köppel, J.; Peters, W.; Schultze, C.: Integration naturschutzfachlicher Ziele in Szenarien und Modelle zur energetischen Nutzung von Biomasse; Kurzgutachten zum Umfang der Flächenrestriktionen der energetischen Biomassenutzung durch Naturschutz. Institut für Landschafts- und Umweltplanung TU Berlin, 2004.
- /300/ Kröber, M; Heinrich, J.; Wagner, P.: Energieholzanbau aus Sicht des Landwirts Dafür oder dagegen? Einflüsse betrieblicher und regionaler Rahmenbedingungen auf die Entscheidung zur Anlage von Kurzumtriebsplantagen. In: Holzerzeugung in der Landwirtschaft - Beiträge zur 3. Fachtagung "Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen" Cottbuser Schriften zur Ökosystemegenese und Landschaftsentwicklung Band 6, S. 1-14, Cottbus, 2008.
- /301/ Kruska, V.; Emmerling, C.: Flächennutzungswandel durch Biogaserzeugung Regionale und lokale Erhebung in Rheinland-Pfalz Naturschutz und Landschaftsplanung 40 (3), S. 69-72, Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2008.
- /302/ Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Energiepflanzen Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus, Darmstadt, 2006.
- /303/ Land und Forst: Wochenblatt für Landwirtschaft, Familie und Landleben/Die Grüne, Mitteilungsblatt der Landwirtschaftskammer Hannover, 18, 156. Jg. S. 36-38, Hannover, 2003.
- /304/ Landwirtschaftskammer Niedersachsen, E-Mail vom 9.06.2008.
- /305/ Landwirtschaftskammer Niedersachsen: Biogas: Fachliche Stellungnahme der LWK vom 12.07.07 zit. in: Buhr N.; Kanning, H.: Auf dem Weg in Richtung Nachhaltigkeit. In: Erneuerbare Energien Deutschlands größtes unabhängiges Monatsmagazin für die Zukunftsenergien, Heft 6/08, S. 76-77, SunMedia Verlags GmbH, Hannover, 2008.
- /306/ Leible, L.: Energie aus Biogenen Reststoffen und Abfällen. In: Ergebnisse von TA-Projekten Neue TA-Projekte "Technikfolgenabschätzung", Nr. 1, 12. Jg. März 3/03, S. 76-86, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, 2003. http://www.itas.fzk.de
- /307/ Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Sachsen-Anhalt: Agrarumweltmaßnahmen. Webseite: http://www.sachsen-anhalt.de Link: http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=1856, Zugriff: Mai 2008
- /308/ Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig- Holstein: Umbruch von Dauergrünland nur noch mit Genehmigung möglich . Pressemitteilung vom 3.06.2008. http://www.schleswig-holstein.de
- /309/ Ministerium für Umwelt, Saarland: Die Saarländischen Agrarumweltmaßnahmen. Webseite: http://www.saarland.de, Link: http://www.saarland.de/8346.htm, Zugriff: Mai 2008
- /310/ Möckel, S.: Umweltabgaben zur Ökologisierung der Landwirtschaft. Schriften zum Umweltrecht, Band 146, Duncker & Humblot, Berlin, 2006
- /311/ Naturschutzbund Deutschland (NABU) und Birdlife International: Die Zukunft der Flächenstilllegung Ein Positionspapier von NABU und Birdlife International. Berlin, 2007

- /312/ Netzwerk Blühende Landschaft: Aussetzung der Flächenstilllegung gefährdet Blütenbesucher. Offener Brief an Bundeslandwirtschaftsminister Seehofer vom 7.5.2008. www.bluehende-landschaft.de
- /313/ Nitsch, H.; Osterburg, H.; von Butlar, C.; von Butlar, H.B.: Aspekte des Gewässerschutzes und der Gewässernutzung beim Anbau von Energiepflanzen. Arbeitsberichte aus der vTI Agrarökonomie, 3/08, Braunschweig, 2008.
- /314/ Nolte, L. (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Küstenschutz): Beantwortung der Frage zum Thema Umweltabgaben, E-Mail vom 2.6.2008.
- /315/ Oechsner, H.: Möglichkeiten zur energetischen Verwertung von Landschaftspflegeheu. In: Natur und Landschaft, 9/10, S. 456-459, 2005
- /316/ Oppermann, R.; Neumann, A.; Huber, S.: Bedeutung der Flächenstilllegung für die biologische Vielfalt Fakten und Vorschläge zur Schaffung von ökologischen Vorrangflächen im Rahmen der EU-Agrarpolitik. Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V. (Hrsg.), Berlin, Januar 2008.
- /317/ Plachter, H.; Stachow, U.; Werner, A. 2005: Methoden zur naturschutzfachlichen Konkretisierung der "Guten fachlichen Praxis"
- /318/ Reiche, D.: Rahmenbedingungen für Erneuerbare Energien in Deutschland: Möglichkeiten und Grenzen einer Vorreiterpolitik. Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main 2004.
- /319/ Reinhardt, G.A.; Gärtner, S.O.: Biokraftstoffe made in Germany: Wo liegen die Grenzen? In: Natur und Landschaft, Jg.: 80, Nr.9/10, S.400-402, W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 2005.
- /320/ Reinhold, G.: Eigenschaften und Einsatz der Gärreste in der Pflanzenproduktion. Vortrag auf dem KONaRo-Fachgespräch, 25. Oktober 2005, Bernburg. http://www.tll.de/ainfo/pdf/gaer1005.pdf
- /321/ Renewable Fuels Agency (RFA): The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production, East Sussex, 2008. http://www.dft.gov.uk
- /322/ Reulein, J.; Stülpnagel, R.; Scheffer, K.; Wachendorf, M.: Verbesserung der Brennstoffeigenschaften landwirtschaftlicher Biomasse durch eine mechanische Entwässerung von Silagen. Workshop-Beitrag zur 51. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (AGGF) in Göttingen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., 2007. http://www.lfl.bayern.de
- /323/ Rode, M.W.; Kanning, H.: Beiträge der räumlichen Planungen zur Förderung eines natur- und raumverträglichen Ausbaus des energetischen Biomassepfades. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.): Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. IzR-Themenheft, 1/2 2006, S.103-111, Bonn, 2006.
- /324/ Rode, M.W.; Schneider, C.; Ketelhake, G.; Reißhauer, D.: Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. BfN-Skripten 136, Bonn, 2005.
- /325/ Rode, M.W.: Energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial Neue Perspektiven für den Naturschutz? Bundesverband Beruflicher Naturschutz (Hrsg.), Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 55, S. 235-247, Bonn 2005.

- /326/ Rode, M.W.; Schmitt, U.: Nutrient distribution and enrichment within the above-ground biomass of three successional ecosystems. In: Aarhus Geoscience 4, S. 45-52, Aarhus, 1995.
- /327/ Rösch, C.; Raab, K.; Skarka, J.; Stelzer, V. Energie aus dem Grünland eine nachhaltige Entwicklung? Wissenschaftliche Berichte, FZKA 733, Forschungszentrum Karlsruhe, 2007. http://www.itas.fzk.de
- /328/ Roth, A.M.; Sample, D.W.; Ribic, C.A.; Paine, L.; Undersander, D.J.; Bartelt, G.A.: Grassland bird response to harvesting switchgrass as a biomass energy crop. Biomass and Bioenergy 28, 490-498, Elsevier B.V., Amsterdam, 2005. http://www.sciencedirect.com
- /329/ Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL): Merkblatt zur Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur nachhaltigen Entwicklung der Landwirtschaft (RL-Nr. LuE/2007, Nr. 2.4), Dresden, 2007. http://www.smul.sachsen.de/foerderung
- /330/ Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU): Klimaschutz durch Biomasse, Sondergutachten. Berlin, 2007. http://:www.umweltrat.de
- /331/ Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU): Umweltgutachten 2004. Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern. Baden-Baden, 2004. http://:www.umweltrat.de
- /332/ Scheffer, K.: Bereitstellungskonzepte von Biomasse für die Kraftstoffproduktion Beitrag zur 7. EUROSOLAR-Konferenz, 17.-18.Februar 2005, Bonn, 2005. http://www.agrar.uni-kassel.de
- /333/ Scheffer, K.: Die Bedeutung einer integralen Landwirtschaft: Vortrag anlässlich der 5. EUROSOLAR-Konferenz am 30. 31. Januar 2003 in Bonn-Bad Godesberg/Stadthalle, 2003. http://www.castor.de/
- /334/ Scheffer, K.: Ein produktives, umweltschonendes Ackernutzungskonzept zur Bereitstellung von Energie und Wertstoffen aus der Vielfalt der Kulturpflanzen Ansätze für neue Wege. Dokumentation des Fachkongresses "Biomasse: Umweltschonender Energie- und Wertstofflieferant der Zukunft" am 18.-19.03.1998. Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz, Baden-Württemberg 27, Stuttgart, 1998. http://www.agrar.uni-kassel.de
- /335/ Schlegel, S.; Kraemer, R.; Schaffrin, D.: Bodenschutz und nachwachsende Rohstoffe Gutachten für die Kommission Bodenschutz des Umweltbundesamtes. Ecologic, Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik, 2005. http://www.ecologic.de
- /336/ Scholwin, F.; Fritsche, U.R.; Daniel; J., Hofmann, F.; Seiffert, M.; Fischer, E.; Wiegmann, K.: Beurteilung von Biogasanlagenparks im Vergleich zu Hof-Einzelanlagen. Kurzstudie des Instituts für Energetik und Umwelt gGmbH und Öko-Institut für die Deutsche Umwelthilfe e.V., Darmstadt/Leipzig, 2007. http://:www.duh.de
- /337/ Schultze, C.; Köppel, J.: Gebietskulissen für den Energiepflanzenanbau? Steuerungsmöglichkeiten der Planung. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 39. Jg., Heft 9/07, S. 269-272, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2007.
- /338/ Schultze, C.: Anbaubiomasse und Naturschutz Steuerungsmöglichkeiten der Landschaftsplanung. Diplomarbeit an der TU Berlin, 2004. http://www.tfz.bayern.de

- /339/ Schumann, W.: Rapspresskuchen als Futtermittel und sonstige Verwertungsmöglichkeiten. Vortrag im Rahmen des Workshops Erzeugung von Rapsölkraftstoff am 23.03.2006 am Technologie- und Förderzentrum Straubing. http://www.tfz.bayern.de
- /340/ Schwabe, M.; Reinhold, G.: Standpunkt Energieholzanbau auf gewässernahen Ackerflächen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena, 2008. http://www.tll.de
- /341/ Spiegel Online: Weltbank identifiziert Biosprit als Preistreiber für Lebensmittel. Pressemeldung vom 4.08.2008. http://www.spiegel.de/wirtschaft/
- /342/ Statistisches Bundesamt (Destatis) 2008: Flächennutzung 2005. Wiesbaden, 2005. http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/
- /343/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Umweltnutzung und Wirtschaft Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden, 2008. http://www-ec destatis de
- /344/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Aussaatflächen 2008: Mehr Getreide, weniger Raps. Pressemitteilung Nr. 192 vom 27.05.2008. Webseite: http://www.destatis.de Link: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008 /05/PD08__192__412,templateId=renderPrint.psml, Zugriff: Mai 2008
- /345/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Getreideanbau nimmt ab Höchststand bei Winterraps und Silomais. Pressemitteilung Nr. 304 vom 31.07.2007. Webseite: http://www.destatis.de Link: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2007/07/PD07 304 412.psml, Zugriff: Mai 2008
- /346/ Statistisches Bundesamt (Destatis) 2007: Das statistische Jahrbuch 2007. Statistisches Bundesamt (Hrsg.), 742 S. Wiesbaden. Webseite: http://www.destatis.de, Link: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/SharedContent/Oeffentlich/AI/IC/Publikationen/Jahrbuch/Statistisches_20Jahrbuch2007,property=file.pdf, Zugriff: Mai 2008
- /347/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Ölfruchtanbau auf Höchststand Anbau von Zuckerrüben nimmt ab. Pressemitteilung Nr. 308 vom 27.07.2006. Webseite: http://www.destatis.de Link: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2006/07/PD06_308_411.psml, Zugriff: Mai 2008
- /348/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Landwirtschaft in Deutschland 2003 Konzentrationsprozesse und Ernteausfälle. Wiesbaden, 2004. http://www.destatis.de
- /349/ Steger, S.: Der Flächenrucksack des europäischen Außenhandels mit Agrarprodukten. Wuppertal Paper, Wuppertal, 2005. http://www.wupperinst.org
- /350/ Sturm, S.; Kiefer, J.: Erhebung zur aktuellen Gewässerbelastung mit Pflanzenschutzmitteln. In: DVGW energie|wasser-praxis 6/08, S. 30-33, DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Technisch-wissenschaftlicher Verein (DVGW) (Hrsg.), Bonn, 2008. http://www.dvgw.de
- /351/ Technologie- und Förderzentrum e.V. (TFZ) 2008: Dezentrale Ölmühlen in Deutschland, Webseite: http://www.tfz.bayern.de Link: http://www.tfz.bayern.de/biokraftstoffe/26816/, Zugriff: Februar 2008

- /352/ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL): Merkblatt Eigenschaften von Biogasgülle. Jena, 2004. http://www.tll.de
- 7353/ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL): Biokraftstoff-Portal Raps regional produzieren und verwenden. Webseite: http://www.biokraftstoff-portal.de Link: http://www.biokraftstoff-portal.de/th/index.php?tpl=be&red=bs&id=2303&bkr=&kr=2&bk=2&bs=3, Zugriff: März 2008
- /354/ Uckert, G.; Schuler; J., Matzdorf, B.; Lorenz, J.; Hucke, I.; Hildebrand, S.; Herrmann, C.: Grünes Gold im Osten?! Flächenansprüche von Biomassepfaden durch klimabedingte Ausbauziele und Handlungsoptionen für die Raumordnung. Endbericht des Forschungsprojektes "Kulturlandschaftliche Wirkungen eines erweiterten Biomasseanbaus für energetische Zwecke". Müncheberg, Berlin 2007. http://www.zalf.de
- /355/ Umweltbundesamt: Wasser, Trinkwasser und Gewässerschutz, Wasserrecht. Dessau-Roßlau. Webseite: http://www.umweltbundesamt.de Link: http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/gewschr/whg.htm, Zugriff: April 2008
- /356/ Umweltbundesamt: Luftreinhaltung 2010 Nationales Programm zur Verminderung der Ozonkonzentration und zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen Programm gemäß § 8 der 33. BImSchV und der Richtlinie 2001/81/EG (NEC RL). Dessau-Roßlau, 2007. http://www.umweltdaten.de/publikationen
- /357/ Verband der deutschen Holzwerkstoffindustrie e. V.: Die Rohstoffversorgung in der Holzwerkstoffindustrie. Vortrag auf der 2. Bioregionen-Konferenz in Berlin am 29. u. 30. Oktober 2007. www.bioregio.info
- /358/ Vetter, A.; Werner, A.; Reinhold, G.: Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, 2006. www.tll.de
- Vetter, A.: Qualitätsanforderungen an halmgutartige Bioenergieträger hinsichtlich der energetischen Verwertung. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (Hrsg.): Energetische Nutzung von Stroh, Ganzpflanzengetreide und weiterer halmgutartiger Biomasse. Stand der Technik und Perspektiven für den ländlichen Raum. Gülzower Fachgespräche 17, S. 36-50, Gülzow, 2001.
- /360/ Völk, E. (Regierung von Niederbayern, Bereich 5 Umwelt Gesundheit und Verbraucherschutz): Rottaler Modell Landschaftspflegematerial in der Biogasanlage, E-Mail vom 28.03.2008.
- /361/ Wechsung, F., Becker, A., and Gräfe, P.: Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet. In: Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft, Band 6, Weißensee Verlag, S. 407, Berlin, 2005. http://www.weissensee-verlag.de
- /362/ Wegener, U. (Hrsg.): Naturschutz in der Kulturlandschaft Schutz und Pflege von Lebensräumen. Gustav-Fischer-Verlag, Jena, 1998.
- /363/ Wichtmann, W.: Schilfanbau als Alternative zur Nutzungsauflassung von Niedermooren. In: Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 38(2), S. 97-110, Remagen-Oberwinter, 1999.

- /364/ Wichtmann, W.; Koppisch, D.: Nutzungsalternativen für Niedermoore am Beispiel Nordostdeutschlands. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, 4, S.162-168. Berlin, 1998.
- /365/ Widmann, B.A.: Hintergründe und Zielsetzungen der dezentralen Ölsaatenverarbeitung. In: Dezentrale Ölsaatenverarbeitung, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.), S. 13-21, Darmstadt, 2005.
- /366/ Wiegmann, K.; Heintzmann, A.; Peters, W.; Scheuermann, A; Seidenberger, T.; Thoss, C. Bioenergie und Naturschutz: Sind Synergien durch die Energienutzung von Landschaftspflegeresten möglich? Darmstadt, 2007. http://www.oeko.de
- /367/ Wiehe, J.; Rode, M.W.: Auswirkungen des Anbaus von Pflanzen zur Energiegewinnung auf den Naturhaushalt und andere Raumnutzungen. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 33 "Energie aus Biomasse", S. 101-114, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 2007.
- /368/ Winkel, G.; Volz, K.R.: Naturschutz und Forstwirtschaft. Kriterienkatalog zur Guten fachlichen Praxis.. Schriftenreihe "Angewandte Landschaftsökologie", Band 52, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 2003.
- /369/ Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (WBA): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung Empfehlungen an die Politik. Berlin, 2004. http://www.bmelv.de

ANHANG Ausgesuchte Förderprogramme der Bioenergieforschung natioanl und international

Land (Zustän- digkeit)	Förderpro- gramm	Beschreibung	Volumen	Laufzeit		
Deutschland	Deutschland					
Deutschland (BMU)	Optimierung der energeti- schen Bio- massenutzun g (im Rah- men der Klimaschutz- initiative des BMU) /48/	Förderung von Entwicklungen und Demonstrationsprojekten in Bezug auf Reststoffe, Bereitstel- lung nachhaltiger Biomasse, Vergasung, Biomethan	30 Mio. € für Kli- maschutzinitiative insgesamt, davon 280 Mio. € für nationale Projekte	2008- 2012		
Deutschland (BMELV)	Nachwach- sende Roh- stoffe /47/	Energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (u. a. Biokraftstoffe)	2008: 33,4 Mio. Euro 2009: 45 Mio. Euro (vorgese- hen)	unbe- grenzt		
Deutschland (BMBF)	BioEnergie 2021 /48/	Branchenübergreifende Nutzungskonzepte, enge interdisziplinäre Verzahnung von Pflanzenzüchtung und Pflanzenbiotechnologie mit industrieller Biotechnologie, chemischphysikalischen Konversionsprozessen, Aufarbeitungstechnologien sowie mit nachgelagerten Anwenderbranchen	50 Mio. Euro	2008- 2013		
Deutschland (BMBF)	Grundlagen- forschung Energie 2020+ /49/	Molekularbiologische Entwick- lung und Optimierung von Pflanzen für die Biomasseer- zeugung; Grundlagenforschung zu Biomasse- Konversionspfaden (chem therm., biotech. Verfahren)	2008: 325 Mio. (davon erneuer- bare Energien 68 Mio. Euro)	Förder- mittel werden bis 2010 ausge- wiesen		



BMELV	5. Energie- forschungs- programm /48/	u. a. Technologien und Verfah- ren zur energetischen Biomas- senutzung	Jährlich 9 Mio. Euro für Bioener- gie-Projekte in 2009 und 2010	2005- 2010
EU und EU-Mitg	liedsländer			
EU (Generaldi- rektion For- schung)	7. For- schungs- rahmenprogr amm der Europäi- schen Ge- meinschaft	Biomasse-Förderung: - Stromerzeugung (Cofiring, Vergasung, Biostrom-Systeme) - Kraftstoffe (1. und 2. Generation, Bioraffinerien, Energiepflanzen) - Wärmeerzeugung	32,4 Mrd. Euro /48/ Davon Energie- forschung: 2,35 Mrd. Euro /50/	2007- 2013
EU (Kommission)	EUREKA – Die europäi- sche Initiati- ve für marktnahe Forschung und Entwick- lung /66/	Anwendungsnahe Forschung, grenzüberschreitende Koopera- tionsprojekte. Alternative zum EU-Forschungsplan	Juni 2008: 1,4 Mrd. Euro in lau- fende Projekte; 16,6 Mrd. Euro in beendete Projek- te	unbefris- tet
Dänemark (Danish Energy Agency)	Agreement on Danish energy policy 2008-2011 /50/ /67/	u. a. Biomasse zur Stromerzeu- gung	2009: 750 Mio. DKK 2010: 1 Mrd. DKK	2008- 2011
Dänemark (Da- nish Energy Agency)	Energy tech- nology de- velopment and demon- stration pro- gramme /67/	u. a. Bioethanol der 2. Generation	2008: 300 Mio. DKK	
Finnland (The Finnish Fund- ing Agency for technology and innovation, Tekes)	BioRefine technology programme for new bio- mass prod- ucts /50/ /51/	Wärme- Strombereitstellung aus Biomasse, Bioraffinerien	137 Mio. Euro	2007- 2012

Frankreich (ADEME: Envi- ronment and Energy Man- agement Agency)	New energy technologies demonstra- tion fund /50/	u. a. Förderung von Entwicklungen der 2. Generation von Biokraftstoffen	400 Mio. Euro	Juli 2008 bis 2012
Spanien	National plan for scientific research, development and techno- logical inno- vation 2008- 2011 /50/	Biokraftstoffe	120 Mio. Euro	2008- 2011
Großbritannien	SUPERGEN Bioenergy Phase 2 /68/	Sämtliche Forschungsaktivitäten bezüglich Bioenergie	6,4 Mio. Pfund	2007- 2011
Außereuropäische Länder				
Australien (Department of Resources Energy and Tourism)	Renewable Energy Fund /50/	Biokraftstoffe der 2. Generation	15 Mio. australi- sche Dollar	2008/09- 2011/12
Brasilien	Bioenergy Research Programme /52/	Ethanol-Forschung	130 Mio. US Dol- lar	2008- 2013
China	US China MOU on biomass development /50/	Forschungskooperation zwischen China und USA, Biomasseproduktion und Konversionstechniken, Biomassepotenziale Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.		
Indien	11. Plan des Ministeriums für neue und erneuerbare Energien /53/ /54/	Versch. Konversionstechnologien, Anwendungen und Biokraftstoffarten	1,5 Mrd. Rupien	2007- 2011



Japan	Cool Earth Energy Inno- vative Tech- nology Plan /55/	Technologie-Roadmaps bis 2050, u.a. Biokraftstoffe der 2. Generation (Niedrig-Temperatur-Vergasung, Ethanol aus Zellulose)		
Japan (METI)	Subsidy for RD&D for new and renewable energy /50/	F&E-Projekte, die zur Verbreitung erneuerbarer Energien beitragen; sämtliche Erneuerbare in allen Sektoren (Wärme, Strom, Kraftstoffe)	2008: 30,9 Mrd. Yen	unbe- fristet
USA (DOE, Department of Energy, USDA, Department of Agriculture)	Funding opportunity announce- ment /50/ /56/	Biokraftstoffe, Biobased prod- ucts, Bioenergie	25 Mio. Dollar	Projekte mit Lauf- zeiten bis zu 4 Jah- ren
USA (DOD, Department of Defense)	Energy Provisions - National Defense Authorization Act for fiscal year 2009 /50/	Alternative und synthetische Kraftstoffe für militärische Fahr- zeuge und Flugzeuge	90 Mio. US Dollar (nur ein Teil für Bioenergie- Projekte)	Bis 01.03.200 9
USA (DOE)	Biofuels re- search and development enhance- ment act /50/	Sämtliche Forschung rund um Biomasse	963 Mio. US Dollar bis 2010	2007-
USA (DOE)	Funding for cellulosic ethanol plants /50/	Bioraffinerien zur Produktion von Ethanol auf Zellulose-Basis	Bis zu 500 Mio. US Dollar	2007-