

Institut für Energetik und Umwelt
gemeinnützige GmbH

Institute for Energy and Environment



Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext

Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen
festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern



Dr. Daniela Thrän
Michael Weber,
Anne Scheuermann,
Nicole Fröhlich



Prof. Dr. Drs. h.c. Jürgen Zeddies
Prof. Dr. Arno Henze



Prof. Dr. Carsten Thoroe
Dr. Jörg Schweinle



Uwe R. Fritsche
Dr. Wolfgang Jenseit, Lothar Rausch, Klaus Schmidt

Geschäftsführer:
Prof. Dr. Martin Kaltschmitt
Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 8071
Sitz und Gerichtsstand Leipzig

Deutsche Kreditbank AG
(BLZ 120 30 000)
Konto-Nr.: 1364280

Stadt- und Kreissparkasse Leipzig
(BLZ 860 555 92)
Konto Nr.: 1100564876 Zert.-Nr. 1210010564/1



Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit Referat KI I 2

Ansprechpartner: Dr. Daniela Thrän
daniela.thraen@ie-leipzig.de
Tel.: 0341 / 2434 435

Bearbeitung: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Torgauer Str. 116
04347 Leipzig

Universität Hohenheim (UHOH)
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
Schloss-Osthof-Süd
70599 Stuttgart Hohenheim

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH)
Institut für Ökonomie
Postfach 80 02 09
21002 Hamburg

Öko-Institut e. V. (ÖI)
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Leipzig, 30. November 2005

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis.....	XIV
1 Einleitung.....	1
2 Rahmenbedingungen	3
2.1 Europäische Energiepolitik	3
2.1.1 Europäische Maßnahmen	3
2.1.2 Ausrichtung und Entwicklungen	8
2.1.2.1 Strom.....	8
2.1.2.2 Wärme	9
2.1.2.3 Kraftstoff.....	10
2.1.2.4 Emissionshandel.....	10
2.1.2.5 Entwicklung der Rahmenbedingungen	10
2.1.3 Situation in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten	11
2.1.3.1 Deutschland.....	11
2.1.3.2 EU-25	14
2.1.4 Konsequenzen für die Biomassenutzung.....	22
2.2 Europäische Forstpolitik	23
2.2.1 Ausrichtung und Entwicklungen	23
2.2.2 Situation in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten	30
2.2.2.1 Deutschland.....	31
2.2.2.2 Finnland	37
2.2.2.3 Lettland	39
2.2.3 Konsequenzen für die Biomassepotenziale	41
2.3 Europäische Agrarpolitik	42
2.3.1 Ausrichtung und Entwicklungen	42
2.3.2 Situation in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten	49
2.3.3 Konsequenzen für die Biomassepotenziale	50
3 Biomasseangebot.....	53

3.1	Begriffsbestimmungen und Vorgehen	53
3.2	Forstwirtschaftliche Potenziale	54
3.2.1	Methodik.....	55
3.2.2	Ergebnisse.....	58
3.2.2.1	Deutschland.....	59
3.2.2.2	EU-15	62
3.2.2.3	EU-28	63
3.2.3	Szenarienvergleich.....	67
3.2.4	Einflussfaktoren auf die weitere Entwicklung.....	68
3.3	Landwirtschaftliche Flächenpotenziale	69
3.3.1	Begriffsbestimmungen und methodisches Vorgehen.....	69
3.3.2	Technisches Potenzial.....	71
3.3.3	Ergebnisse der Abschätzung des technischen Potenzials	80
3.3.3.1	Deutschland.....	81
3.3.3.2	EU-28	91
3.3.4	Szenarien realistischer Potenzialentwicklung	104
3.3.4.1	Current-Policy Szenario (CP)	105
3.3.4.2	Umweltorientiertes Szenario (E +)	105
3.4	Wirtschaftliches Potenzial für Bioenergieträger bei gegebenen und zukünftig erwartbaren Rahmenbedingungen	108
3.4.1	Methodik zur Bestimmung des wirtschaftliches Potenzial für Bioenergieträger	108
3.4.2	Angebotspotenziale für Bioenergieträger bei veränderten politischen Rahmenbedingungen	110
3.4.3	Ergebnisse der Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials	112
3.4.3.1	Deutschland.....	113
3.4.3.2	EU-15	117
3.4.4	Vergleich der wirtschaftlichen und technischen Potenziale für Bioenergieträger der Landwirtschaft.....	121
3.5	Potenziale für Produktgruppen (Energiepflanzen)	128
3.5.1	Methodik.....	128
3.5.1.1	Technische Annahmen.....	132
3.5.2	Ergebnisse.....	135
3.5.2.1	Deutschland.....	135
3.5.2.2	EU-28	137

3.6	Reststoffpotenziale	142
3.6.1	Methodik.....	142
3.6.1.1	Holzartige Reststoffe.....	142
3.6.1.2	Halmgutartige Reststoffe	148
3.6.1.3	Sonstige Reststoffe.....	149
3.6.2	Ergebnisse.....	155
3.6.2.1	Deutschland.....	155
3.6.2.2	EU-28	157
3.7	Gesamtes Potenzial	165
3.7.1	Deutschland	166
3.7.2	EU-28	166
3.8	Einordnung der Potenziale	170
3.8.1	Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien.....	170
3.8.1	Bedeutung der Potenziale im globalen Kontext der Welternährung	171
4	Biomassenachfrage	175
4.1	Gegenwärtige Nutzung	175
4.1.1	Deutschland	175
4.1.2	Europa.....	179
4.2	Die künftige Nachfrage	181
4.2.1	Energieszenarien.....	181
4.2.2	Deutschland	183
4.2.3	Europa.....	185
4.3	Optionen überregionaler Nachfragedeckung	188
5	Bereitstellungsketten	191
5.1	Technologien	191
5.1.1	Wärmeerzeugung.....	192
5.1.2	Stromerzeugung.....	192
5.1.3	Kraftstofferzeugung.....	194
5.2	Zuordnung zu Verwendungsbereichen	196
5.2.1	Ressourceneinsatz nach Verwendungsbereichen	196
5.2.2	Sensitivitätsanalyse.....	199
5.3	Nutzungsszenarien, Versorgungsbilanzen und Handelsströme	203
5.3.1	Modellbeschreibung	203

5.3.2	Szenarien der Biomassenutzung.....	205
5.3.3	Versorgungsbilanzen	207
5.4	Ökologische Aspekte der Bioenergiebereitstellung und -nutzung.....	220
5.4.1	Methodik.....	220
5.4.2	Datengrundlagen zur Umweltanalyse.....	223
5.4.2.1	Daten zu Bioenergieprozessen	223
5.4.2.2	Daten zu Strom und Transportprozessen	223
5.4.2.3	Daten zur Biomassebereitstellung.....	224
5.4.2.4	Daten zu Brennstoffeigenschaften	224
5.4.3	Umwelteffekte der Bereitstellung von Strom und Wärme	224
5.4.3.1	Umwelteffekte der konventionellen Strom- und Wärmebereitstellung	224
5.4.3.2	Umwelteffekte der Bereitstellung von Biomasse frei Verbraucher.....	227
5.4.3.3	Umwelteffekte bei der Nutzung von Biomasse für Strom und Wärme.....	228
5.4.3.4	Kosteneffekte bei der Nutzung von Biomasse für Strom und Wärme.....	232
5.4.4	Umwelteffekte der Bereitstellung von Biokraftstoffen frei Verbraucher	234
5.4.4.1	Bioethanol	235
5.4.4.2	Biodiesel.....	237
5.4.4.3	Synthetischer Dieselmotorkraftstoff.....	237
5.4.4.4	Gegenüberstellung der Kraftstoffoptionen.....	239
5.4.5	Zusammenfassung zur Umweltanalyse	242
6	Biomassemärkte	244
6.1	Holzmärkte.....	244
6.1.1	Globale Holzhandelsströme.....	245
6.1.2	Handelsströme ausgewählter Holzprodukte in der EU.....	245
6.1.2.1	Rundholzhandelsströme	246
6.1.2.2	Hackschnitzelhandelsströme	247
6.1.2.3	Energieholzhandelsströme	249
6.2	Pelletmärkte	251
6.2.1	Angebot und Nachfrage.....	252
6.2.2	Pelletehandelsströme	256

6.2.3	Pelletpreise	259
6.3	Altholzmärkte	260
6.4	Agrarprodukte.....	263
6.5	Bioethanol.....	271
6.5.1	Nachfrage	271
6.5.2	Angebot	276
6.5.3	Produktionskosten von Bioethanol in Brasilien und anderen Drittländern.....	277
6.5.4	Produktionskosten von Bioethanol in der EU	284
6.5.5	Marktmodell	290
6.5.6	Preisbeziehungen	293
6.6	Biodiesel.....	302
6.7	Biodiesel.....	302
6.7.1	Nachfrage	304
6.7.2	Angebot	305
6.7.3	Marktmodell	307
6.7.4	Exkurs: Weltweite Märkte für pflanzliche Öle.....	313
6.7.4.1	Angebot und Nachfrage	316
6.7.4.2	Weltweiter Handel	320
6.7.4.3	Preise für pflanzliche Öle.....	322
6.7.4.4	Zusammenfassung.....	323
6.8	Synthetische Kraftstoffe und Bioethanol aus Lignozellulose	323
6.9	Biostrom	324
7	Auswirkungen und Schlussfolgerungen.....	330
	Literaturverzeichnis.....	336
	Anhang	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 1997 und indikative Richtziele für 2010 in den Ländern der EU-25.....	15
Abbildung 2:	Häufigkeit energiepolitischer Instrumente zur Förderung von Strom aus Biomasse in der EU-25-Ländern	17
Abbildung 3:	Höhe der gewährten Einspeisevergütung für Strom aus Biomasse in ausgewählten EU-25-Ländern	17
Abbildung 4:	Maximaler Investitionskostenzuschuss für Biomasseanlagen in ausgewählten EU-25-Ländern	18
Abbildung 5:	Ziel- und Trend-Entwicklung für die Biomassenutzung im Wärmemarkt in den EU-15 Mitgliedstaaten.....	19
Abbildung 6:	Häufigkeit energiepolitischer Instrumente zur Förderung von Biokraftstoffen in EU-25-Ländern.....	22
Abbildung 7:	Modellstruktur der EFSOS Prognosen.....	57
Abbildung 8:	Rohholzpotenziale für Deutschland 2001	61
Abbildung 9:	Technisches Brennstoffpotenzial aus Forstwirtschaft im Jahr 2000 in den EU-28	65
Abbildung 10:	Technisches Brennstoffpotenzial aus Forstwirtschaft für das Jahr 2010 in den EU-28	65
Abbildung 11:	Technisches Brennstoffpotenzial aus Forstwirtschaft für das Jahr 2020 in den EU-28	66
Abbildung 12:	Technische Brennstoffpotenziale aus Forstwirtschaft 2000 – 2020 in den EU-28	66
Abbildung 13:	Berechnungsmatrix zur Ermittlung der Fläche zum Energiepflanzenanbau.....	71
Abbildung 14:	Technisches Potenzial für Bioenergieträger in ha Flächen in den Mitglieds- und Beitrittsstaaten (2000 - 2010 - 2020).....	93
Abbildung 15:	Technisches Potenzial für Bioenergieträger in ha Fläche in Deutschland, EU-15 und EU-25 (2000 - 2010 - 2020).....	101
Abbildung 16:	Entwicklung des Ackerflächenanteils der Hauptkulturen in Deutschland.....	131
Abbildung 17:	Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen in Deutschland im E+ und CP Szenario in PJ/a.....	137
Abbildung 18:	Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen in der EU-28 im E+ Szenario (2000 - 2010 - 2020)	138
Abbildung 19:	Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen in der EU-28 im CP Szenario (2000 - 2010 - 2020)	139
Abbildung 20:	Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen für die EU-28 im E+ und CP Szenario in PJ/a.....	141

Abbildung 21:	Energieträgerpotenzial für biogene Reststoffe Deutschland im Jahr 2020.....	156
Abbildung 22:	Entwicklung der Reststoffpotenziale für Deutschland (2000 - 2010 - 2020)	157
Abbildung 23:	Energieträgerpotenzial aus holzartigen Reststoffen in EU-28 im Jahr 2020.....	158
Abbildung 24:	Prozentualer Anteil der einzelnen Stroharten am energetisch nutzbaren Strohpotenzial in Deutschland und EU-28 im Jahr 2000.....	159
Abbildung 25:	Energieträgerpotenzial aus Stroh im Jahr 2020	159
Abbildung 26:	Energieträgerpotenzial aus Sonstigen Reststoffen in EU-28 im Jahr 2020.....	161
Abbildung 27:	Energieträgerpotenzial aus biogenen Reststoffen in den EU-28 im Jahr 2020.....	162
Abbildung 28:	Entwicklung der Reststoffpotenziale in der EU-28 (2000 - 2010 - 2020)	164
Abbildung 29:	Energieträgerpotenzial für Reststoffe in der EU-28 (2000 - 2010 - 2020)	165
Abbildung 30:	Energieträgerpotenzial für Deutschland	166
Abbildung 31:	Energieträgerpotenzial für die EU-28.....	167
Abbildung 32:	Energieträgerpotenzial in der EU-28 im CP Szenario	168
Abbildung 33:	Energieträgerpotenzial in der EU-28 im E+ Szenario	169
Abbildung 34:	Biomassepotenziale in verschiedenen Szenarien.....	171
Abbildung 35:	Weltweite technische Biomassepotenziale zur energetischen Nutzung	172
Abbildung 36:	Entwicklung der gesamten installierten elektrischen Leistung der Biomasse(heiz)kraftwerke in Deutschland	176
Abbildung 37:	Entwicklung der Biogasanlagenzahl und installierte elektrische Leistung in Deutschland	177
Abbildung 38:	Biokraftstoff-Produktionskapazitäten und der jeweilige jährliche Zubau	178
Abbildung 39:	Erzeugung nachwachsender Rohstoffe auf stillgelegten und nicht stillgelegten Flächen in Deutschland (in 1000 ha).....	179
Abbildung 40:	Entwicklung der Biomassenutzung in der EU	180
Abbildung 41:	Nachfrage nach Bioenergieträgern für Deutschland in unterschiedlichen Szenarien.....	184
Abbildung 42:	Nachfrage nach Bioenergieträgern und Anteil am Endenergiebedarf in den EU-28 im CP Szenario	186
Abbildung 43:	Nachfrage nach Bioenergieträgern und Anteil am Endenergiebedarf in den EU-28 im E+ Szenario	187
Abbildung 44:	Energiedichte im Vergleich	189

Abbildung 45:	Technologieszenarien bei Potenzialsituation „CP Szenario“ für die EU-28.....	202
Abbildung 46:	Technologieszenarien bei Potenzialsituation „E+“ für die EU-28	202
Abbildung 47:	Funktionsweise der Software-Tools „Bio-Flow“.....	205
Abbildung 48:	Versorgungsbilanz der Endenergieträger im CP Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2000	208
Abbildung 49:	Versorgungsbilanz der Endenergieträger im E+ Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2000	209
Abbildung 50:	Versorgungsbilanz der Endenergieträger im CP Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2010	210
Abbildung 51:	Versorgungsbilanz der Endenergieträger im E+ Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2010	211
Abbildung 52:	Versorgungsbilanz der Endenergieträger im CP Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2020	212
Abbildung 53:	Versorgungsbilanz der Endenergieträger im E+Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2020	213
Abbildung 54:	Angebot und Nachfrage in der EU-28	215
Abbildung 55:	Handelbare und nicht handelbare Biomassen im Basis-CP-Szenario 2020.....	217
Abbildung 56:	Handelbare und nicht handelbare Biomassen im E+ Szenario 2020	218
Abbildung 57:	Versorgungsbilanzen in den Szenarien in der EU-28 im Jahr 2020	219
Abbildung 58:	Sensitivität der Versorgungsbilanzen bei partieller Umweltorientierung des CP Szenarios in der EU-28 im Jahr 2020.....	219
Abbildung 59:	Der Ansatz der Stoffstromanalyse im Bereich Biomasse	221
Abbildung 60:	GEMIS als Datenbank für Stoffstromanalysen.....	222
Abbildung 61:	Treibhausgasbilanz der Bereitstellung von Strom frei Kraftwerksmix in DE und anderen EU-28-Ländern in 2010 und 2020	225
Abbildung 62:	Vergleich der Nutzung von Holz-Hackschnitzeln aus polnischem KUP zur Strom- und Wärmebereitstellung mit KWK in Polen und Deutschland.....	230
Abbildung 63:	Vergleich der Nutzung von Holz-Hackschnitzeln aus polnischem Restholz zur Strom- und Wärmebereitstellung mit KWK in Polen und Deutschland.....	232
Abbildung 64:	THG- und Kostenbilanzen für die Biokraftstoffvarianten im Jahr 2010 ...	241
Abbildung 65:	THG- und Kostenbilanzen für die Biokraftstoffvarianten im Jahr 2020 ...	241
Abbildung 66:	Die bedeutendsten Rundholzhandelsströme Europas im Jahre 2001 in 1000 US\$	247
Abbildung 67:	Die bedeutendsten Hackschnitzelhandelsströme Europas im Jahre 2001 in 1000 US\$	248

Abbildung 68:	Die bedeutendsten Energieholzhandelsströme Europas im Jahre 2001 in 1000 US\$	250
Abbildung 69:	Pelletproduktionsmenge und -Verbrauch	253
Abbildung 70:	Pellethandelsströme innerhalb der Europäischen Union	259
Abbildung 71:	Entwicklung der Altholzpreise (für größere Mengen frei Verwerter)	262
Abbildung 72:	Wertmäßiger Anteil der wichtigsten Importeure am Weltagarhandel 2003 in US-\$	263
Abbildung 73:	Wertmäßiger Anteil der wichtigsten Exporteure am Weltagarhandel 2003 in US-\$	264
Abbildung 74:	Zuckerrohrproduktion in Brasilien	277
Abbildung 75:	Kraftstoffpreise in Brasilien.....	281
Abbildung 76:	Internationaler Vergleich der Produktionskosten von Bioethanol.....	284
Abbildung 77:	Marktmodell für Bioethanol	292
Abbildung 78:	Entwicklung der Rohölpreise am Weltmarkt.....	295
Abbildung 79:	Entwicklung der Heizölpreise in Deutschland.....	296
Abbildung 80:	Maximal bezahlbarer Bioethanolpreis ab Werk in Abhängigkeit vom Benzineinstandspreis (ohne Steuern).....	298
Abbildung 81:	Maximal bezahlbarer Zuckerrübenpreis in Abhängigkeit vom Bioethanolpreis ab Werk.....	299
Abbildung 82:	Maximal bezahlbarer Weizenpreis in Abhängigkeit vom Bioethanolpreis ab Werk.....	300
Abbildung 83:	Abhängigkeit der Preise für Bioethanol, Zuckerrohr und Zucker vom Einstandspreis für fossilen Kraftstoff in Brasilien.....	302
Abbildung 84:	Rapsölverwendung in Deutschland.....	305
Abbildung 85:	Absatzmärkte für Rapssaaten und Rapsverarbeitungsprodukte im Jahr 2005.....	306
Abbildung 86:	Marktmodell für Biodiesel (RME).....	310
Abbildung 87:	Maximal bezahlbarer Biodiesel- und Rapspreis in Abhängigkeit vom Einstandspreis für fossilen Dieselmotorkraftstoff	311
Abbildung 88:	Maximal bezahlbarer Biodiesel- und Rapspreis in Abhängigkeit vom Einstandspreis für fossilen Dieselmotorkraftstoff	313
Abbildung 89:	Fettsäuremuster verschiedener pflanzlicher Öle.....	314
Abbildung 90:	Globaler Markt für Ölsaaten bzw. Markt für Rapssaaten in Mio. t	316
Abbildung 91:	Rapserzeugung in der EU im Wirtschaftsjahr 2003/2004	320
Abbildung 92:	Tagespreise für Raps- bzw. Sojaöl.....	323
Abbildung 93:	Verbundsysteme in Europa, Stromverbrauch und Stromaustausch der Länder, Stand 2003	325
Abbildung 94:	Übertragungsnetzkapazitäten im Netz der UCTE.....	327

Abbildung 95:	Entwicklung der Kraftwerksleistung im Netz der UCTE	327
Abbildung 96:	Höchstspannungsnetz und Kuppelstellen in Deutschland	328

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	EEG-Vergütungssätze für Biomasse im August 2004 in Cent/kWh _{el}	12
Tabelle 2:	Übersicht der energiepolitischen Instrumente zur Förderung von Strom aus Biomasse in EU-25	16
Tabelle 3:	Förderinstrumente für Biomasse im Wärmemarkt in den EU-25-Ländern	20
Tabelle 4:	Übersicht der energiepolitischen Instrumente zur Förderung von Biokraftstoffen in EU-25	21
Tabelle 5:	WTO II (2006 – 2012)	44
Tabelle 6:	Halbzeitbewertung der Agenda 2000 (2004 - 2013).....	45
Tabelle 7:	Wichtige Daten zum Zuckermarkt in der EU-25, Zeithorizont 2010 - 2015.....	47
Tabelle 8:	Flächenstilllegung nach Stilllegungsformen (Hektar) in Deutschland	52
Tabelle 9:	Forstwirtschaftliche Potenziale Deutschlands 2000 - 2020	60
Tabelle 10:	Forstwirtschaftliche Potenziale der EU-15 Staaten 2000 – 2020	62
Tabelle 11:	Forstwirtschaftliche Potenziale der EU-28 Staaten	64
Tabelle 12:	Szenarienvergleich technischer Brennstoffpotenziale aus der Forstwirtschaft	67
Tabelle 13:	Änderung der Agrarfläche und Erträge (Regressionsrechnungen).....	75
Tabelle 14:	Veränderung der Bevölkerungszahl, des Nahrungsmittelverbrauchs je Kopf und des Nahrungsmittelverbrauchs insgesamt in GE in % 2000/2010 und 2010/2020	77
Tabelle 15:	Technische Potenziale für Bioenergieträger in der Basis, Deutschland	82
Tabelle 16:	Tierbestände, GV-Einheiten und Bedarf an Raufutterfläche, Deutschland.....	84
Tabelle 17:	Zusammenstellung der Potenziale für Bioenergieträger in der Basis, Deutschland.....	84
Tabelle 18:	Abschätzung der Veränderung der Potenziale für Bioenergieträger bis 2010 und 2020, Deutschland.....	86
Tabelle 19:	Futtergetreideeinsparung in der Schweine- und Geflügelproduktion durch Verbesserung der Futtermittelverwertung, Deutschland.....	87
Tabelle 20:	Deutschland: Abschätzung des Flächenpotenzials für Bioenergieträger von Grünlandflächen in der Basis.....	87
Tabelle 21:	Deutschland: Abschätzung des Flächenpotenzials für Bioenergieträger von Grünlandflächen 2010 und 2020.....	88
Tabelle 22:	Technisches Potenzial für Bioenergieträger nach Ländern	92
Tabelle 23:	Flächenfreisetzung für Bioenergieträger von Grünland und insgesamt nach Ländern ¹⁾	98

Tabelle 24:	Flächenfreisetzung für Bioenergieträger insgesamt und davon von Grünland unter verschiedenen Szenarien ¹⁾	100
Tabelle 25:	Flächenfreisetzung für Bioenergieträger von Grünland und insgesamt nach Ländern, E + Variante ¹⁾	107
Tabelle 26:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen für Bioenergieträger Szenario: obligatorische Flächenstilllegung 10 %	114
Tabelle 27:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen für Bioenergieträger Szenario: ohne Flächenstilllegung	115
Tabelle 28:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen Szenario: ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von Ethanol zu 25 €/t möglich	116
Tabelle 29:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen Szenario: ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von Ethanol zu 25 €/t möglich, Getreidepreis + 40 %	117
Tabelle 30:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen obligatorische Flächenstilllegung 10 %	119
Tabelle 31:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen ohne Flächenstilllegung	119
Tabelle 32:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von Ethanolrüben zu 25 €/t möglich	120
Tabelle 33:	Potenziele an Fläche und Produktionsmengen ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von Ethanolrüben zu 25 €/t möglich; Getreidepreis + 40 %	120
Tabelle 34:	Deutschland: Abschätzung des Anteils mit 10 % Flächenstilllegung	122
Tabelle 35:	Deutschland: Abschätzung des Anteils ohne Flächenstilllegung	123
Tabelle 36:	Deutschland: Abschätzung des Anteils ohne Flächenstilllegung Ethanolrüben 25 €/t	124
Tabelle 37:	Deutschland: Abschätzung des Anteils ohne Flächenstilllegung Ethanolrüben 25 €/t Getreidepreis + 40 %	124
Tabelle 38:	EU-15: Abschätzung des Anteils mit 10 % Flächenstilllegung	125
Tabelle 39:	EU-15: Abschätzung des Anteils ohne Flächenstilllegung	126
Tabelle 40:	EU-15: Abschätzung des Anteils ohne Flächenstilllegung Ethanolrüben 25 €/t	126
Tabelle 41:	EU-15: Abschätzung des Anteils ohne Flächenstilllegung Ethanolrüben 25 €/t Getreidepreis + 40 %	127
Tabelle 42:	Technisches Brennstoffpotenzial der Energiepflanzen zur Festbrennstoffgewinnung	132
Tabelle 43:	Kenndaten der Energiepflanzen zur Festbrennstoffgewinnung	132
Tabelle 44:	Kenndaten der Energiepflanzen und Rückstände zur Biogasgewinnung ..	134

Tabelle 45:	Energieträgerpotenzial der Energiepflanzen in Deutschland im Jahr 2020.....	136
Tabelle 46:	Energieträgerpotenzial der Energiepflanzen EU-28 im Jahr 2020	141
Tabelle 47:	Energieträgerpotenzial der Reststoffe EU-28 im Jahr 2020	163
Tabelle 48:	Biomassenutzung in der Europäischen Union 1997, 2002 und 2004	181
Tabelle 49:	Kriterien der Handelbarkeit für verschiedene Biomassesortimente	190
Tabelle 50	Leistungsbereiche und Netto-Nutzungsgrade der relevanten Technologien zur Wärmerzeugung aus Biomasse.....	192
Tabelle 51	Leistungsbereiche und Netto-Nutzungsgrade der relevanten Technologien zur Stromerzeugung aus Biomasse	193
Tabelle 52	Leistungsbereiche und Netto-Nutzungsgrade der relevanten Technologien zur Kraftstofferzeugung aus Ganzpflanzen	196
Tabelle 53:	Ressourceneinsatz in den Technologieszenarien	201
Tabelle 54	Umweltbilanz der Bereitstellung von Wärme aus Ölheizungen in DE und ausgewählten anderen Ländern in den Jahren 2010 und 2020	226
Tabelle 55	Umweltbilanz der Bereitstellung von Holzpellets in CZ und DE.....	227
Tabelle 56	Umweltbilanz der Bereitstellung von Holzhackschnitzel aus Kurzumtrieb in CZ, DE und RO in 2010 und 2020.....	228
Tabelle 57	Umweltbilanz der Bereitstellung von Strom und Wärme aus Kraftwerksmix + Ölheizung versus Holz-Hackschnitzel mit KWK in PL und DE.....	229
Tabelle 58	Umweltbilanz der Bereitstellung von Strom und Wärme aus Kraftwerksmix + Ölheizung versus Holz-Hackschnitzel mit KWK in RO und DE.....	231
Tabelle 59	Kostenbilanz der Bereitstellung von Strom und Wärme aus Kraftwerksmix + Ölheizung versus Holz-Hackschnitzel mit KWK in PL bzw. RO und DE	233
Tabelle 60	Umweltbilanz der Bereitstellung von Bioethanol in verschiedenen Ländern (well-to-tank-Bilanz ohne Nutzung des Kraftstoffs).....	235
Tabelle 61	Umweltbilanz der Bereitstellung von RME in verschiedenen Ländern (well-to-tank-Bilanz ohne Nutzung des Kraftstoffs)	237
Tabelle 62	Umweltbilanz der Bereitstellung von BtL aus Kurzumtriebsholz in verschiedenen Ländern (well-to-tank-Bilanz ohne Nutzung des Kraftstoffs).....	238
Tabelle 63	Übersicht zu den Umwelt- und Kostenbilanzen der untersuchten Biokraftstoffvarianten.....	239
Tabelle 64.	Installierte Anzahl an Pelletkessel und Einzelöfen in einzelnen Ländern der EU.....	252
Tabelle 65:	Pellet – Importländer.....	257
Tabelle 66:	Weltproduktion und -handel von Getreide	266

Tabelle 67:	Weltproduktion und -handel von Ölsaaten und Zucker.....	267
Tabelle 68:	Mineralölsteuerermäßigung für Bioethanol in ausgewählten Ländern.....	272
Tabelle 69:	Produktionskosten von Bioethanol in Brasilien.....	279
Tabelle 70:	Absolute und prozentuale Zusammensetzung der Produktionskosten für Bioethanol in den USA	282
Tabelle 71:	Absolute und prozentuale Zusammensetzung der Herstellungskosten für Ethanol in Deutschland	285
Tabelle 72:	Zusammensetzung der Verkaufspreise von Benzin und Bioethanol in Deutschland.....	288
Tabelle 73:	Absolute und prozentuale Zusammensetzung der Herstellungskosten für Raps-Biodiesel in Deutschland	307
Tabelle 74:	Zusammensetzung der Verkaufspreise von Diesel und Biodiesel in Deutschland in €/hl	307
Tabelle 75:	Eigenschaften von Fettsäuremethylestern bzw. nach DIN 15 214	315
Tabelle 76:	Verfügbare freie Netzübertragungskapazitäten im UCTE-Netz am 3. Donnerstag des jeweiligen Monats	326

Abkürzungsverzeichnis

AF	Ackerfläche
a	annum (Jahr)
AI-AIV	Altholz Klasse I-IV
AKP	Afrika, Karibik und Pazifik
Art.	Artikel
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BeNeLux	Belgien, Nederland, Luxemburg
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIOBIB	Bioenergy Feedstock Development Program Bibliography
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BtL	Biomass to Liquid
CAPSIM	Common Agricultural Policy Simulation Model
CDM	Clean-Development-Mechanism
CFPP	Cold Filter Plug Point
cif	cost, insurance, freight
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna
COMELEC	Comité Maghrébin de L'Electricité / Stromverbundnetz Nordafrika
CP	Current Policy Szenario
DDGS	Distillers Dried Grains with Solubles
DIN EN	Deutsche Industrienorm
DME	Dimethyslether
E+	Umweltorientiertes Szenario
E+	Umweltorientiertes Szenario (Environmental Scenario)
EAGFL	Europäischer Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft
EBA	Everything But Arms
EC	European Commission
ECE	Economic Commission for Europe
EEA	European Environmental Agency
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EE-Richtlinie	Erneuerbare-Energien-Richtlinie
EES/VES	Russische Verbundgesellschaft (EES) Staaten der früheren Sowjetunion sowie Bulgarien und Rumänien. (VES)
EFISCEN	European Forest Information Scenario Model
Efm m. R.	Erntefestmeter mit Rinde
Efm o. R.	Erntefestmeter ohne Rinde
EFSOS	European Forest Sector Outlook Study
EG	Europäische Gemeinschaft
EGV	Europäische Gemeinschaftsvertrag
ELER	Entwicklung des ländlichen Raumes
ETBE	Ethyltertiärbutylether
EtOH	Ethanol
EU-10	Neuen EU Mitgliedstaaten seit 01.05.2004

EU-15	EU Mitgliedstaaten bis 01.05.2004
EU-25	EU Mitgliedstaaten gesamt seit 01.05.2004
EU-28	EU Mitgliedstaaten einschliesslich Anwarterstaaten (Bulgarien, Rumänien und Türkei)
EUROSTAT	Statistik der Europäischen Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
F & E	Forschung und Entwicklung
FAO	Food and Agricultural Organisation
FAOSTAT	Statistik der Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen
FAPRI	Food and Policy Research Institute
FFH	Fauna-Flora-Habitatrichtlinie
FLEGT	Forest Law Enforcement, Governance and Trade
fob	free on board
FSC	Forest Stewardship Council
FT-Diesel	Fischer Tropsch Diesel (Synthetischer Diesel)
GAK	Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes"
GAP	Geimansame Agrarpolitik (EU-Mitgliedstaaten)
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GE	Getreideeinheit
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GJ	Giga-Joule
GuD	Gas und Dampf
GV	Großvieheinheiten
H _u	Heizwert
INLB	InformationsNetz Landwirtschaftlicher Buchführungen
IPP	Integrierte Produktpolitik
ITTO	International Tropical Timber Organisation
JI	Joint-Implementation
Kap.	Kapitel
KfW	Kreditansatlt für Wiederaufbau
KOM	Kommission (EU)
KUP	Kurzumtriebige Baumarten
kw	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LDC	Least Developed Countries
LHO	Landeshaushaltsordnung
MAP	Marktanreizprogramm
MCPF	Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe
MDF	medium density fiberboard
Mercosur	Mercado Común del Sur
Mg	Mega Gramm
MinÖlSt.	Mineralölsteuer
MJ	Mega-Joule
Mtoe	million tons oil equivalent

MW	Megawatt
MW _{el}	Megawatt elektrische Leistung
MW _{th}	Megawatt thermische Energie
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NFFO	Non Fossil Fuels Obligation
NFP	Nationales Forstprogramm
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWP	Nationales Waldprogramm
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ORC	Organic Rankine Cycle
oTS	organische Trockensubstanz
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes
PJ	Peta-Joule (10 ¹⁵)
PME	Pflanzenmethylester
ProBAS	Prozeßorientierte Basisdaten
REF	Referenzfall
RME	Rapsmethylester
Roh-Z	Rohzucker
t atro	Tonne absolut trocken
TBFRA-2000	Temperate and Boreal Forest Resource Assessment der UN/ECE und FAO
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
TWh	Terrawattstunden
UCTE	Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transports elektrischer Energie Europäisches Verbundnetz
UN	United Nations
UNCED/IPF	United Nations Conference on Environment and Development International Panel on Forests
UNO	United Nations Organisation
Ust	Umsatzsteuer
Vfm m. R.	Vorratsfestmeter mit Rinde
VO	Verordnung
Vol-%	Volumenprozent
Weiß-Z	Weißzucker
WTA	World Trade Analyzer
WTO	World Trade Organisation
Z-Rohr	Zuckerrohr
Z-Rüben	Zuckerrüben

Umrechnung von Einheiten

	kJ	kcal	kWh	m³ Erdgas	kg SKE	kg RÖE	barrel
1 kJ	1	0,2388	0,000278	0,000032	0,000034	0,000024	$1,76 \cdot 10^{-7}$
1 kcal	4,1868	1	0,001163	0,00013	0,000143	0,0001	$7,35 \cdot 10^{-7}$
1 kWh	3.600	860	1	0,113	0,123	0,086	0,000063
1 kg SKE	29.308	7.000	8,14	0,924	1	0,70	0,0052
1 kg RÖE	41.868	10.000	11,63	1,319	1,428	1	0,0074
1 barrel	5.694.048	1.360.000	1.582	179,42	194,21	136	1
1 m ³ Erdgas	31.736	7.580	8,816	1	1,082	0,758	0,0056

Länderkürzel

A	Österreich
B	Belgien
BG	Bulgarien
CY	Zypern
CZ	Tschechische Republik
D	Deutschland
DK	Dänemark
E	Spanien
EST	Estland
F	Frankreich
FIN	Finnland
GB	Großbritannien
GR	Griechenland
H	Ungarn
I	Italien
IRL	Irland
L	Luxemburg
LT	Lettland
LT	Litauen
M	Malta
NL	Niederlande
P	Portugal
PL	Polen
RO	Rumänien
S	Schweden
SK	Slowakei
SLO	Slowenien
TR	Türkei

1 Einleitung

Die Erhöhung des Anteils regenerativer Energien im Energiesystem ist zentrales Ziel der Energieprogramme auf nationaler und europäischer Ebene. Dabei hat die Biomasse in allen Programmen einen sehr hohen Stellenwert. Auf den deutschen Energiemärkten hat die Bundesregierung u. a. durch die Mineralölsteuerbefreiung von Biokraftstoffen und das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) klare Schwerpunkte gesetzt, durch welche die Energiegewinnung aus Biomasse rasch und wirkungsvoll unterstützt werden soll.

Die durch solche Maßnahmen gesetzten Impulse zur Markteinführung neuer Technologien sind aber nur dann dauerhaft auf nationalstaatlicher Ebene erfolgreich, wenn sie auch im Rahmen eines angestrebten harmonisierten europäischen Energiemarktes ökologisch sinnvoll und ökonomisch attraktiv sind. Hier erhöhen sich auf europäischer Ebene zum einen durch die EU-Osterweiterung die verfügbaren Biomasse-Ressourcen, weiterhin ist – infolge der europäischen und der nationalstaatlichen politischen Zielvorgaben – eine signifikante Steigerung der Nachfrage nach verschiedenen Biomasseprodukten (d. h. Biobrennstoffe, Biokraftstoffe) in Europa zu erwarten. Daraus resultiert, dass es notwendigerweise zu einem verstärkten Handel mit Biobrenn- und Biokraftstoffen kommen wird. Dies zeichnet sich bereits heute ab und wird auch das deutsche Marktgeschehen signifikant beeinflussen und verändern.

Vor dem Hintergrund dieser Gesamtproblematik ist es das Ziel dieses Projektes, mögliche Strategien einer verstärkten Biomassenutzung zur Bereitstellung fester, flüssiger und gasförmiger Bioenergieträger zur Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung im Kontext der deutschen, der europäischen und der weltweiten Gegebenheiten, Zusammenhänge und Vorgaben für Deutschland zu analysieren und zu bewerten¹. Ausgehend davon werden Schlussfolgerungen gezogen, die Aussagen über die zukünftige Setzung der umwelt-, energie-, industrie- und agrarpolitischen Randbedingungen einer verstärkten Biomassenutzung in Deutschland und der Europäischen Union (EU) ermöglichen.

¹ Damit ergänzen die hier vorliegenden Untersuchungen das im Mai 2004 abgeschlossene BMU-Forschungsvorhaben „Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse“ (http://www.erneuerbare-energien.de/1024/index.php?fb=/sachthemen/ee/aktuell_biomasse/&n=11894).

Dazu erfolgt zunächst eine Übersicht über die europäischen **Rahmenbedingungen** in Hinblick auf die Energie-, Forst- und Agrarpolitik und ihre Ausgestaltung in den EU-28-Staaten² (Kapitel 2).

Anschließend erfolgt eine Potenzialanalyse des europäischen **Biomasseangebots** (Kapitel 3) sowie der **Nachfrage nach Bioenergie** (Kapitel 4), jeweils für unterschiedliche Szenarien bis zum Jahr 2020.

Die darauf aufbauende Untersuchung der **Bereitstellungsketten** umfasst die Analyse der technischen Systeme zur Bioenergiebereitstellung und Nutzung, die Ableitung von Nutzungsszenarien sowie ihre ökonomisch-ökologische Bewertung (Kapitel 5).

Schließlich erfolgt die Beschreibung und Bewertung wesentlicher **Biomassemärkte** innerhalb der EU und ihre Einordnung in Hinblick auf den zu erwartenden europäischen Biomassehandel. Zudem werden konkrete Teilmärkte, wie der Pelletmarkt und Bioethanolmarkt, auch im globalen Kontext untersucht (Kapitel 6).

Abschließend werden die Untersuchungen zusammengefasst und entsprechende **Schlussfolgerungen** gezogen. Zusammenfassend wird dargestellt, welche politischen Maßnahmen auf deutscher und auf EU-Ebene getroffen bzw. welche bereits eingeleiteten Maßnahmen wie modifiziert werden müssen, damit eine weitergehende Biomassenutzung unter weitgehender Umweltentlastung bei minimalen Kosten realisiert wird (Kapitel 7).

² EU-Mitgliedstaaten zum 1.1.2005 sowie Bulgarien, Rumänien und Türkei

2 Rahmenbedingungen

Die Darstellung der Rahmenbedingungen dient der Einschätzung der gegenwärtigen und künftigen Biomassenutzung in Europa. Sie umfasst jeweils eine Übersicht über die relevanten Instrumente der europäischen Energie-, Forst- und Agrarpolitik sowie ihre wesentlichen Ausrichtungen und Entwicklungen, die ergänzende Beschreibung der Situation in ausgewählten Mitgliedstaaten sowie die Einschätzung der Auswirkungen z.B. auf Biomasseangebot und -nachfrage, Herstellungskosten und Marktentwicklungen.

2.1 Europäische Energiepolitik

2.1.1 Europäische Maßnahmen

Weißbuch für erneuerbare Energien (1997)

In ihrem Weißbuch für Erneuerbare Energien hat sich die Europäische Kommission im Jahr 1997 die Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Bruttoinlandsverbrauch (Primärenergieverbrauch) bis 2010 auf dann 12 % zum Ziel gesetzt /1/. Weiterhin wurden im Weißbuch Ziele für die verschiedenen erneuerbaren Energieträger formuliert; das Ziel für Biomasse für das Jahr 2010 liegt bei 135 Mtoe/a (5 628 PJ/a), ohne dass eine weitere Differenzierung für biogene Festbrennstoffe, Biogas und Biotreibstoffe vorgenommen wird. Die Ziele des Weißbuchs bilden die wesentliche Grundlage für die verschiedenen Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils der Biomassenutzung, die nachfolgend beschrieben sind.

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

Um die Ziele des Weißbuchs zu erreichen, trat u. a. am 27. Oktober 2001 die *Richtlinie 2001/77/EG zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt* (EE-Richtlinie) in Kraft /2/. 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 steigen. Unter den verschiedenen europäischen Maßnahmen zur Verringerung der klimarelevanten Emissionen nimmt die EE-Richtlinie in Hinblick auf die erreichbaren Emissionsminderungen eine Schlüsselrolle ein und soll Einsparungen von 100

bis 125 Mio. Mg CO₂-Äquivalent erreichen /51/. In der Richtlinie wurden für alle Mitgliedstaaten indikative (nicht verbindliche) Richtziele festgelegt, wobei es ihnen freigestellt ist, welche Instrumente sie zur Erreichung verwenden. Für Deutschland besteht das Richtziel der Steigerung auf 12,5 % bis 2010; dies entspricht einer Verdopplung gegenüber rund 6,25 % im Jahr 2000. Damit wurde das alte Ziel aus dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung vom Oktober 2000 (Verdopplung auf einen Anteil von 10 % ausgehend vom Basisjahr 2000) deutlich nach oben gesetzt.

Richtlinie über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt (2004)

Die *europäische Richtlinie 2004/8/EC zur Unterstützung der Kraft-Wärme-Kopplung* (KWK-Richtlinie) vom 11. Februar 2004 fordert eine Vereinheitlichung der Bestimmungsmethoden von KWK-Strom, eine Vereinfachung des Netzzugangs und eine regelmäßige nationale und europäische Berichterstattung. Das in der ursprünglichen Fassung für die EU vorgesehene indikative Ziel von 18 % KWK-Strom an der Bruttostromerzeugung, das eine annähernde Verdoppelung gegenüber dem Jahr 2000 (10 % KWK-Strom an der Bruttostromerzeugung) beinhaltete, wurde nicht aufrecht erhalten. Vielmehr wird nun darauf hingewiesen, dass den speziellen nationalen Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen ist /77/. Europaweite Effekte in Hinblick auf den Aufbau der KWK können von der Richtlinie damit nur eingeschränkt erwartet werden. Ziele und Maßnahmen für den verstärkten Einsatz von Biomasse zur KWK sind nicht definiert.

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

Im Bereich der biogenen Kraftstoffe wurde am 8. Mai 2003 die *Richtlinie 2003/30/EG zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor* verabschiedet /3/. Demnach sollen die EU-Mitgliedstaaten sicherstellen, dass ein Mindestanteil an Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen auf ihren Märkten in Verkehr gebracht wird. Dieser Anteil soll – gemessen am Energiegehalt – bis zum 31. Dezember 2005 bei 2 % liegen und bis 31. Dezember 2010 auf 5,75 % steigen (Art. 3 (1)). Für das Jahr 2002 entspräche dies ca. 610 PJ/a in der EU-15 /114/. Nicht durchsetzbar war die Vorgabe verpflichtender Mengenziele sowie die Zwangsbeimischung von Biokraftstoffen zu herkömmlichen Kraftstoffen. Allerdings müssen der Kommission jährlich Förderungsmaßnahmen und Biokraftstoffabsatz gemeldet werden. Sollten die Ziele verfehlt

werden, so kann die EU einzelstaatliche Ziele verbindlich vorschreiben. Daher ist davon auszugehen, dass die in der Richtlinie vorgegebenen indikativen Mengenziele die EU-weite Markteinführung von Biokraftstoffen beschleunigen wird.

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

Am 27. Oktober 2003 verabschiedete der Europäische Rat die *Richtlinie 2003/96/EG zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischen Strom*. Demnach ist den Mitgliedstaaten eine Mineralölsteuerermäßigung bis hin zur totalen Befreiung für reine Biotreibstoffe bzw. den biogenen Anteil im Treibstoff gestattet. Allerdings darf es dabei nicht zu einer Überkompensation kommen (Art. 16 (1), (3)). Diese Richtlinie geht weiter als die ursprünglichen Kommissionsvorschläge, nur eine maximal 50 %-ige Mineralölsteuerbefreiung zuzulassen. Sie ist in Deutschland von besonders hoher Relevanz, da sie die totale Mineralölsteuerbefreiung ermöglicht.

Selbstverpflichtung der Automobilhersteller zur Reduzierung der durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen (1998/99)

Weiterhin haben sich die europäischen, japanischen und koreanischen Automobilhersteller im Jahr 1998/99 für den Pkw-Bereich zur Reduktion ihrer durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen von 25 % innerhalb von 10 Jahren verpflichtet, so dass diese ab 2008/2009 nur noch maximal 140 g CO₂/Fahrzeugkilometer betragen sollen. Diese Vereinbarung stellt eine wesentliche Maßnahme zur Umsetzung der europäischen Strategie zur Reduzierung der durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen im Pkw-Bereich auf 120 g CO₂/Fahrzeugkilometer bis zum Jahr 2010 dar /53/. Bis zum Jahr 2000 konnten die Emissionen von 187 auf 168 g CO₂/Fahrzeugkilometer gesenkt werden, was in erster Linie durch den verstärkten Absatz von Dieselfahrzeugen erreicht wurde /51/. Vor diesem Hintergrund wird die Erreichung der Selbstverpflichtung kritisch eingeschätzt /52/. Notwendig wäre eine weitere Reduktion von 17 % gegenüber dem Stand 2000 bzw. eine Steigerung der jährlichen Reduktionsrate von 1,5 auf 2 % /51/. Der Interimsbericht wird gegenwärtig von der Europäischen Kommission geprüft /52/.

Richtlinie über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft (2003)

Am 13. Oktober 2003 verabschiedete der Europäische Rat die *Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft* /78/. Darin ist vorgesehen, bis zum 1. Januar 2005 die Emissionszertifikate gemäß eines nationalen Zuteilungsplans an die Betreiber klimarelevanter Anlagen zu verteilen und ab dem Jahr 2008 jeweils in Fünfjahreszeiträumen eine neue Zuteilung vorzunehmen. Ergänzend wurde am 29. Januar 2004 über die Festlegung von Leitlinien für Überwachung und Berichterstattung betreffend Treibhausgasemissionen gemäß der oben genannten Richtlinie entschieden /79/. Entsprechende Maßnahmen zum Aufbau des Zertifikathandels befinden sich in den Mitgliedstaaten gegenwärtig im Aufbau (vgl. TGH-G und DEST in Deutschland), so dass eine termingerechte Einführung des Zertifikathandels erwartet werden kann und für den Zeitraum nach 2008 entsprechende Effekte zu berücksichtigen sind.

Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2002)

Das europäische Parlament und der Rat verabschiedeten am 16. Dezember 2002 die *Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden* (Gebäudedirektive). Ziel dieser EU-Richtlinie ist es, die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden unter Berücksichtigung der jeweiligen äußeren klimatischen und lokalen Bedingungen, sowie die Anforderungen an das Innenraumklima und der Kostenwirksamkeit zu unterstützen. Bei neuen Gebäuden sollen u. a. dezentrale Energieversorgungssysteme auf der Grundlage von erneuerbaren Energieträgern (also auch aus Biomasse) berücksichtigt werden (Art. 5). Eine explizite Nennung (Förderung) von Wärme aus Biomasse erfolgt nicht.

Campaign for take-off (2000 - 2003)

Um die Ziele des Weißbuchs zu erreichen wurde im Jahr 2000 eine vierjährige Informationskampagne gestartet, die die Marktdurchdringung der erneuerbaren Energiequellen unterstützen sollte. Hierbei wurden für den Zeitraum bis 2003 auch für die Biomassenutzung verschiedene indikative Ziel formuliert. Diese umfassten /55/:

- den Zubau von 10 000 MW_{th} aus Biomasse-KWK-Anlagen,
- eine Million zusätzliche mit Biomasse geheizte Gebäude,
- 1 000 MW zusätzlich installierte Biogasanlagen,
- die Produktion von 5 Mio. t Biotreibstoffe.

Die Ziele wurden für die verschiedenen Nationen nicht weiter spezifiziert und nur teilweise in die Berichterstattung integriert /56/ /51/.

Campaign Sustainable Energy Europe (2005 - 2008)

Zur Erreichung der Ziele der europäischen Energiepolitik wurde als Folgeaktivität der Campaign for take-off die Campaign Sustainable Energy Europe 2005 für weitere vier Jahre gestartet. Um den Erfolg der Kampagne messen zu können, wurden für ausgewählte Sektoren indikative Ziele formuliert. Im Biomassebereich sollen bis 2008 auf EU-Ebene folgende Vorgaben erreicht werden /116/:

- 6 000 neue Biogasanlagen,
- 450 neue Biomasse-KWK-Anlagen,
- 13 000 neu installierte mit Biomasse betriebene Zentralheizungsanlagen,
- Steigerung der Bioethanolproduktion um das 5-fache und
- Steigerung der Biodieselproduktion um das 3-fache.

Koordinierter europäischer Biomasse-Aktionsplan

In ihrer midterm-Auswertung des Fortschritts in Hinblick auf die EU-15-Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2010 kommt die EU zu dem Schluss, dass sich die Bereiche der Wärme- und Kälteerzeugung und die Stromerzeugung aus Biomasse nur unzureichend entwickelt haben. Um die Ausbauziele trotzdem zu erreichen, wird daher ein koordinierter Biomasseplan als notwendig erachtet/94/. Dieser Generaldirektorat-übergreifend erarbeitete Biomass Action Plan enthält weitere Instrumente zur Biomasseförderung (so auch zur Wärmegewinnung) und soll bis Ende 2005 beschlossen werden. Diskutiert werden gegenwärtig noch weitere gesetzliche Vorgaben, F&E-Maßnahmen sowie zusätzliche Öffentlichkeitsarbeit. Auch die Frage von Biomasseimporten wird in der EU kontrovers diskutiert, so dass an dieser Stelle die Ausgestaltung des vorgesehenen Plans noch offen ist /95/.

2.1.2 Ausrichtung und Entwicklungen

2.1.2.1 Strom

Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung kann durch verschiedene energiepolitische Instrumente gefördert werden.

Investitionsförderungen helfen, die "Barriere" eines hohen Startkapitals zu überwinden. Sie sollen v. a. die Investition in erneuerbare Energien, die sich z. Zt. (noch) nicht wirtschaftlich darstellen lassen, fördern. Die Investitionsförderung beträgt gewöhnlich zwischen 20 und 50 %, in einigen Fällen auch bis zu 100 % der Investitionskosten. Darlehen mit einem geringen Zinssatz werden nachfolgend auch als Investitionsförderung betrachtet.

Einige EU-Länder unterstützen die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien durch **steuerliche Vorteile** unterschiedlicher Form. Dies können u. a. Vergünstigungen oder Steuerbefreiungen bei der allgemeinen Energiesteuer oder speziellen Emissionssteuern sowie eine niedrigere Mehrwertsteuer sein.

Die **Einspeisevergütung** für Strom aus erneuerbaren Energien ist ein häufig genutztes Förderinstrument. Der Begriff umfasst sowohl eine garantierte Mindestvergütung als auch eine Zusatzvergütung gegenüber dem marktüblichen Strompreis. Fast immer werden die Stromversorger gesetzlich verpflichtet, die festgelegte Vergütung an den (unabhängigen) Stromerzeuger zu zahlen. Die Einspeisevergütung kann direkt vom Verbraucher oder durch Subventionen getragen werden. Die Höhe der Einspeisevergütung ist meist für einen gewissen Zeitraum festgelegt (mehrere Jahre), um die geforderte Investitionssicherheit geben zu können.

Durch die **Quotenregelung** soll ein Mindestanteil erneuerbarer Energien an Stromerzeugung oder -verbrauch gefördert werden. Der Staat gibt Rahmenbedingungen vor, innerhalb derer der Markt einen gewissen Anteil erneuerbarer Energien erzeugen, verkaufen oder vertreiben muss. Die Anteile können meist zwischen verschiedenen Unternehmen / Betrieben gehandelt werden (Zertifikathandel).

Beim "Vergabesystem" (**NFFO Non Fossil Fuels Obligation**) zählt das Angebot mit dem günstigsten Preis für die Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien. Dabei stehen die potenziellen Investoren oder Stromerzeuger innerhalb der jeweiligen Kategorien (Wind, Wasser, Biomasse etc.) zueinander im Wettbewerb. Es kann sowohl für Investitions-

förderungen als auch für Einspeisevergütungen oder begrenzte Rechte (wie Standortflächen für Windenergie) genutzt werden, wobei die Vergabekriterien bereits vor Auswertung der Angebote festgelegt werden. Der Zuschlag für ein Angebot ist mit der Verpflichtung verbunden, eine bestimmte Menge Strom aus erneuerbaren Energien zu einem Bestpreis zu verkaufen. Der Stromerzeuger erhält die Differenz zwischen diesem Bestpreis und dem marktüblichen Preis, die auf alle Energieverbraucher umgeschlagen wird. Da in jeder Biiterrunde das kostengünstigste Angebot den Zuschlag erhält, werden die durch die Nutzung erneuerbarer Energien zusätzlich verursachten Kosten so gering wie möglich gehalten.

2.1.2.2 Wärme

Im Rahmen der Zielsetzungen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, der mehr als ein Drittel des Energieverbrauchs der EU-15 umfasst, wird der Biomasse eine herausragende Stellung zugeschrieben /114/. Im Weißbuch der EU zur Nutzung erneuerbarer Energien wird von 1995 bis 2010 nahezu eine Verdoppelung von 1 593 auf 3 140 PJ für die EU-15-Mitgliedstaaten als Ziel definiert. Im Wärmemarkt ist Biomasse gegenwärtig und wohl auch künftig mit einem Anteil von etwa 95 % der bedeutendste erneuerbare Energieträger /115/.

In der EU sind zwar vereinzelt Initiativen zur Förderung und Unterstützung von Biomasse im Wärmemarkt durchgeführt worden und sind auch weiterhin geplant (vgl. Kap. 3.1.1), allerdings bei weitem nicht in dem Umfang, wie die bereits in Richtlinienform vorliegenden Zielvorgaben für Strom und Kraftstoffe (vgl. Kap. 3.1.2.3). Entsprechend nimmt auch im Rahmen der Berichterstattung zum Anteil der erneuerbaren Energien in der EU der Wärmemarkt nur einen geringen Umfang ein /6/.

Die Nutzung der Biomasse im Wärmemarkt kann grundsätzlich durch die gleichen energiepolitischen Instrumente gefördert werden, die bereits zuvor für den Stromsektor dargestellt wurden. Seitens der EU werden über den gegenwärtigen Maßnahmenstand hinaus folgende Aktivitäten erwogen bzw. angeregt /6/:

- Start einer Initiative speziell für erneuerbare Energien für Heiz- und Kühlanwendungen,
- Initiativen und Legislativvorschläge zur besseren Ausnutzung des Potenzials moderner Biomasseheizungen,

- Verpflichtung von Heizöl- und Gaslieferanten zur Erweiterung der Produktpalette zum Beispiel von Holzpellets und Biogas.

Es bleibt abzuwarten, ob und wie diese noch nicht weiter konkretisierten Vorstellungen in das Instrumentarium der europäischen Energiepolitik integriert werden. So spielt die Förderung von Wärme aus Biomasse im gegenwärtig diskutierten Biomass Action Plan (siehe Abschnitt 2.1.1) eine große Rolle. Diskutiert wird auch eine Wärmedirektive, die umweltfreundliche Wärme (moderne Technik, Nahwärmesysteme) aus Holz fördern soll. Allerdings gilt derzeit deren Umsetzung als nicht sicher /95/.

2.1.2.3 Kraftstoff

Die EU-Mitgliedstaaten sind gefordert, spätestens 18 Monate nach Inkrafttreten der Richtlinie 2003/30/EG ein nationales Konzept für die Markteinführung von Biokraftstoffen vorzulegen. Hierbei können die Mitgliedstaaten allerdings niedrigere als in der Richtlinie vorgegebene Mengenziele festlegen, wenn beispielsweise mangels Flächenkapazität die entsprechenden nationalen Ressourcen für die Rohstoffproduktion fehlen /4/.

2.1.2.4 Emissionshandel

Mit der Einführung des Emissionshandels in der europäischen Union werden sich ab 2008 zusätzliche Kosten für klimagasrelevante Aktivitäten ergeben. Im Energiebereich könnte hier die Mitverbrennung von Biomasse in Kohlekraftwerken relevant werden, allerdings hängen Art und Umfang solcher Maßnahmen von vielerlei Faktoren ab (Zertifikatspreise, Emissionen des Strommixes sowie Art und Umfang der Ersatzinvestitionen in den Kraftwerkspark etc.).

Die weiterhin im Rahmen des Emissionshandels vorgesehenen Möglichkeiten von Clean-Development-Mechanism (CDM) und Joint-Implementation (JI) sind gegenwärtig in den meisten Mitgliedstaaten noch wenig konkretisiert, so dass - mit Ausnahme der Niederlande - nennenswerte Effekte nicht vor 2012 erwartet werden /51/.

2.1.2.5 Entwicklung der Rahmenbedingungen

Im Rahmen der europäischen Energiepolitik wurde ein umfangreiches Instrumentarium geschaffen, die Nutzung von Biomasse zu erhöhen. Gleichzeitig ist aber zu beachten, dass die dem Weißbuch zu Grunde liegenden Klimaschutzziele der EU nach den gegenwärtigen

Projektionen nicht termingerecht erreicht werden können. Möglicherweise werden aus diesem Grunde die bestehenden Instrumente in den kommenden Jahren verschärft bzw. weitere Instrumente ergänzt. Dabei zeigt sich gegenwärtig, dass aus Sicht des Klimaschutzes für den Energiebereich insbesondere in folgenden Bereichen Handlungsbedarf besteht /51/:

- Der deutlich zunehmende Trend der Emissionen klimarelevanter Gase im Verkehrssektor konnte bisher nicht aufgehalten werden,
- Der Ausstoss an Treibhausgasen aus Haushalten konnte zwar vom relativ deutlich zunehmenden Gebäudebestand etwas entkoppelt werden, zeigt aber auch noch einen zunehmenden Trend,
- Während in den meisten EU-15-Staaten ein deutlicher Handlungsbedarf gegeben ist, haben die Beitrittsstaaten die Ziele aufgrund der durch wirtschaftliche Veränderungen weitgehend stillgelegten Anlagen mit extrem hohen Emissionen bereits überwiegend erreicht (Ausnahme: Slowenien).

Projektionen der gegenwärtigen Trends zeigen dabei eindeutig, dass die Klimaschutzziele der EU nur in einzelnen Mitgliedstaaten erreicht werden /51/. Es ist daher zu erwarten, dass weitere nationale Massnahmen zur Erfüllung der Richtlinien erfolgen werden und damit auch zusätzliche Impulse auf die Biomassenutzung gegeben werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für den Strom- und Kraftstoffbereich ein ausbaufähiges Instrumentarium geschaffen wurde, während derzeit im Wärmebereich weder auf EU-Ebene noch auf nationaler Ebene vergleichbare Ziele und Instrumente vorgesehen sind.

2.1.3 Situation in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten

2.1.3.1 Deutschland

Stromerzeugung aus Biomasse

Im April 2004 hatte der Deutsche Bundestag eine umfassende Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) verabschiedet, der der Bundesrat im Juli 2004 zugestimmt hat. Darin wird die Förderung für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien deutlich verbessert. Danach erhalten Anlagen, die Strom aus Biomasse produzieren

- eine leistungsgrößenabhängige Grundvergütung von 8,4 bis 11,5 Cent/kWh

- einen zusätzlichen Bonus von 2,5 bis 6 Cent/kWh beim Einsatz ausschließlich naturbelassener Produkte aus der Land- und Forstwirtschaft (NaWaRo-Bonus),
- einen zusätzlichen Bonus von 2 Cent/kWh beim Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Bonus)
- einen zusätzlichen Bonus von 2 Cent/kWh beim Einsatz innovativer Technologien (Technologie-Bonus)

Für kleine Biogasanlagen sind damit Vergütungssätze von bis zu 21,5 Cent/kWh erreichbar (Tabelle 1). Für eine 10-MW-Anlage mit Dampfmotor und KWK ergäbe sich beim Einsatz von Waldrestholz ein Vergütungssatz von 12,2 Cent/kWh.

Tabelle 1: EEG-Vergütungssätze für Biomasse im August 2004 in Cent/kWh_{el}

	aus Biomasse					aus Deponie-, Gruben- und Klärgas	
	Mindest-/ Grundvergütung		NawaRo-Bonus	KWK-Bonus	Techno-Bonus ¹⁾	Grund- vergütung	Techno- Bonus ¹⁾
	ab 01.01.2004	für AIII-AIV ab 01.07.06					
Leistung bis 150 kW	11,5	3,9	6,0	2,0	2,0		2,0
Leistung bis 500 kW	9,9	3,9	4,0			7,67	
Leistung bis 5.000 kW	8,9	3,9	2,5			6,65	
Leistung ab 5.000 kW	8,4	3,9	0,0			6,65	

¹⁾ der in § 8 Abs. 4 genannte Technologie-Bonus wird nur gewährt, sofern die Anlage in Kraft-Wärme-Kopplung betrieben wird und die Stromerzeugung mittels Brennstoffzellen, Gasturbinen, Dampfmotoren, Organic-Rankine-Cycle-Anlagen, Mehrstoff-Gemischanlagen (insbesondere Kalina-Cycle-Anlagen) oder Stirlingmotoren erfolgt

Wärmeerzeugung aus Biomasse

Zur Stärkung der Marktdurchdringung, zur Senkung der Systemkosten und zur Verbesserung der Anlagenwirtschaftlichkeit der Nutzungssysteme erneuerbarer Energien ist im Jahr 1999 von der Bundesregierung ein Marktanreizprogramm eingeführt worden. Die aktuelle Förderung innerhalb dieses Programms sieht für Biomasse im Wärmemarkt folgende Fördermöglichkeiten vor:

- Investitionsförderung für Anlagen mit automatischer Beschickung von 8 – 100 kW für feste Biomasse und Scheitholzkesselanlagen von 15 – 100 kW³. Die Förderung erfolgt in Form von Zuschüssen, die beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zu beantragen sind.

³ Leistungsbegrenzung hier und nachfolgend auf die Nennwärmeleistung bezogen.

- Investitionsförderung für Anlagen mit automatischer Beschickung ab 100 kW mit überwiegend naturbelassenem Holz durch zinsgünstige Darlehen und die Möglichkeit des Teilschuldenerlasses. Diese Förderung fällt in die Zuständigkeit der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).

Eine weitere Investitionsförderung kann im Rahmen von Gebäudesanierungsprogrammen (Bundes- und Länderebene) sowie CO₂-Minderungsprogrammen (Bundesebene) in Anspruch genommen werden.

Ergänzt wird die Förderung der Biomassenutzung im Wärmemarkt indirekt durch die Nichterhebung einer „Energiesteuer“ auf die biogenen Brennstoffe. Hierdurch erfolgt eine Begünstigung im Vergleich zu fossilen Brennstoffen auf der Basis von Öl und Erdgas, die aufgrund des Mineralölsteuergesetzes besteuert werden. Allerdings ist auch für die Kohlenutzung keine Besteuerung vorgesehen.

Weitere Maßnahmen zur Förderung des Biomasseeinsatzes im Wärmemarkt sind in der Diskussion. Hierzu zählt ein Quotenmodell für erneuerbare Energien im Wärmemarkt, das zum Beispiel im Rahmen eines „Wärmegesetzes“ umgesetzt werden könnte. Neue Impulse könnten sich durch die europäischen Initiativen Campaign Sustainable Energy Europe und Biomasse-Aktionsplan (gegenwärtig in Vorbereitung) ergeben.

Kraftstoffe aus Biomasse

In Deutschland ist durch die Änderung des Mineralölsteuergesetzes bereits im Juni 2002 eine 100 %-ige Steuerbefreiung für Biokraftstoffe in Reinform und in Gemischen vorbehaltlich der Zustimmung durch die EU-Kommission (die am 18. Februar 2004 erteilt wurde) im Bundestag beschlossen worden. Am 28. November 2003 hat der Bundesrat einer weiteren Änderung des Mineralölsteuergesetzes zugestimmt, die eine Verlängerung der Steuerbegünstigung (Mineralölsteuerbefreiung) von Biokraft- und Bioheizstoffen bis zum 31. Dezember 2009 vorsieht. Als Biokraft- und Bioheizstoffe werden Energieerzeugnisse definiert, die ausschließlich aus Biomasse im Sinne der Biomasseverordnung bestehen.

Des Weiteren

- muss Bioethanol, um als Biotreibstoff eingeordnet zu werden, mindestens 99 Vol-% Alkohol enthalten und nicht denaturiert sein (Ethylalkohol 2207 1000),
- darf es durch die Steuerbefreiung nicht zu einer Überkompensation der höheren Produktionskosten von biogenen gegenüber fossilen Kraftstoffen kommen,

- muss die Steuerbefreiung entsprechend der Entwicklung der Rohstoffpreise der Marktlage angepasst werden,
- werden bei der EU Kommission Schutzmaßnahmen beantragt, falls es durch Importe aus Drittländern zu Störungen des europäischen Biokraftstoffmarktes kommen sollte und
- muss bei nicht in Deutschland hergestelltem Bioethanol die zuständige Behörde eine Herstellerbescheinigung ausstellen.

Strittig wird unter Marktexperten die vereinbarte Beantragung von Schutzmaßnahmen gesehen, da diese in Zeiten des sukzessiven Abbaus von Handelshemmnissen bei der WTO nur schwer durchsetzbar sein dürften.

Derzeit gibt es weder gemäß EU noch gemäß deutschem Recht einen Beimischungszwang für Bioethanol (im Koalitionsvertrag der Bundesregierung ist ein Beimischungszwang vorgesehen). Das stärkt die Marktposition der Mineralölindustrie, die nun verstärkt über einen niedrigen Bioethanolpreis Anreize zu dessen Verwendung erwartet.

Ab 2005 hat das Bundesfinanzministerium dem Deutschen Bundestag jährlich einen Bericht über die Markteinführung von Biokraft- und Bioheizstoffen vorzulegen. Der erste vorgelegte Bericht vom 17. Juni 2005 hat für das Jahr 2004 ergeben, dass ein Liter Biodiesel in Reinform in Höhe von 5 Cent und ein Liter Biodiesel als Beimischungskomponente zu fossilem Diesel in Höhe von 10 Cent überfördert sind. Daher wird vorgeschlagen, Biodiesel künftig anteilig zu besteuern /117/.

2.1.3.2 EU-25

In Anhang 1 sind für die Länder der EU-25 wichtigen Zielvorgaben der EE-Richtlinie sowie auf nationaler Ebene dargestellt. Daneben werden derzeit wichtige energiepolitische Instrumente (Stand 2003), die die Umsetzung der Zielvorgaben hinsichtlich einer verstärkten Biomassenutzung fördern sollen, aufgeführt. Für die Beitrittskandidaten Türkei, Bulgarien und Rumänien wird auf Ausführungen verzichtet.

Strom

Die EU-25 hat es sich zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von 12,9 % im Jahr 1997 bis auf 21,0 % im Jahr 2010 zu steigern /2/.

In Abbildung 1 sind für die einzelnen Länder die Richtziele für das Jahr 2010 und dazu im Vergleich der Stand des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch für das Jahr 1997 zusammenfassend dargestellt. In einigen Ländern (Portugal, Österreich, Slowenien, Lettland, Schweden) ist nur ein geringer Anstieg (max. 1,2fach) notwendig. Andere Länder haben dagegen bislang kaum erneuerbare Energien im Stromverbrauch genutzt (Malta, Zypern) bzw. müssen diesen Anteil bis 2010 enorm steigern (Estland um das 25-fache, Großbritannien um das 6-fache, Belgien, Polen und Ungarn um das jeweils 5-fache). Deutschland stellt sich mit einer fast 3-fachen Erhöhung (von 4,5 % auf dann 12,5 %) ebenfalls ein anspruchsvolles Ziel.

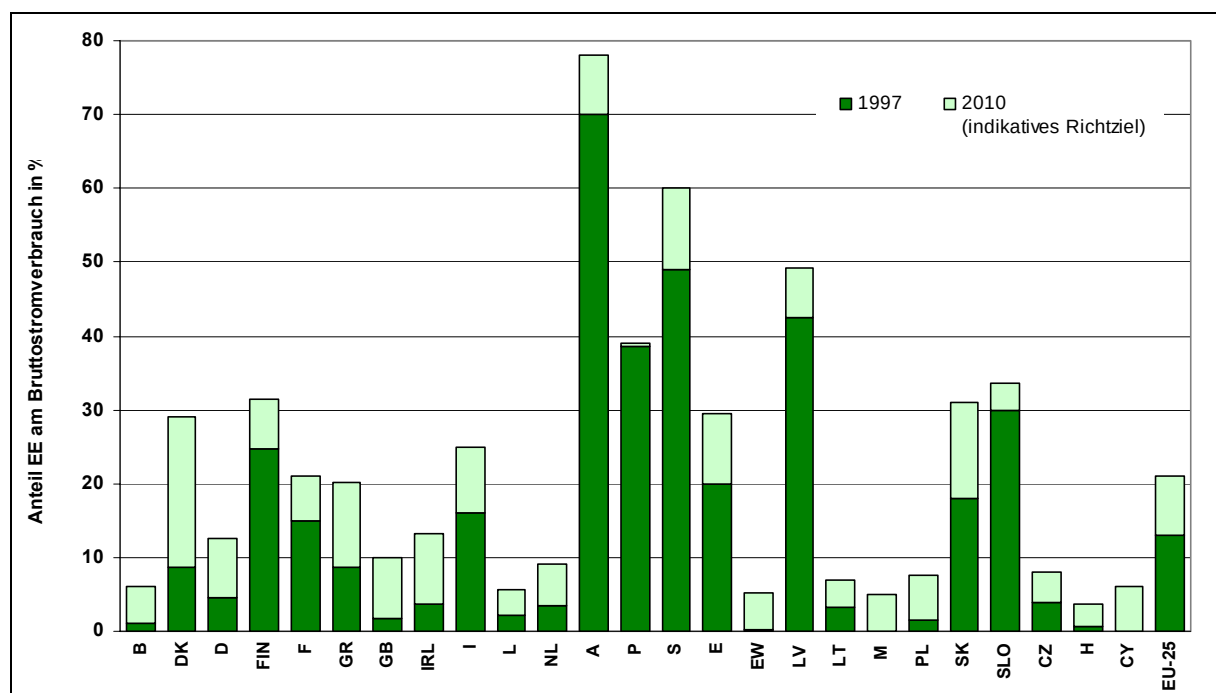


Abbildung 1: Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 1997 und indikative Richtziele für 2010 in den Ländern der EU-25

Quelle: /2/

Wie bereits erläutert, ist es den Mitgliedstaaten freigestellt, welche energiepolitischen Instrumente sie zur Umsetzung der genannten Richtziele einsetzen werden. Tabelle 2 fasst die energiepolitischen Instrumente zur Förderung von Strom aus Biomasse in den Ländern EU-25 zusammen. Demnach fördern die meisten der EU-25 Länder (jeweils 76 %) die Stromerzeugung aus Biomasse hauptsächlich durch Investitionsförderungen und die Gewährung einer Einspeisevergütung. Die Hälfte der Länder gewährt zusätzlich bzw. anstelle dessen eine Steuervergünstigung. Hierbei werden entweder ein Teil der Investitionskosten auf das zu versteuernde Einkommen angerechnet oder der aus Biomasse erzeugte Strom wird (teilweise) von der Steuer (Energiesteuer, Verbrauchssteuer, CO₂-Abgabe etc.) befreit. Knapp

30 % der EU-25 Länder fördern die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien durch Festlegung einer Quote und nur zwei Länder (Frankreich, Irland) durch NFFO (Non Fossil Fuels Obligation, Vergabe).

Tabelle 2: Übersicht der energiepolitischen Instrumente zur Förderung von Strom aus Biomasse in EU-25
Quelle: /5//7//8//9//10//11/ (Stand Juli 2004)

	Investitions- förderung	Steuer- vergünstigung	Einspeise- vergütung	Quoten- regelung	NFFO
Belgien	×	×	×	×	
Dänemark	×		×	×	
Deutschland	×		×		
Finnland	×		×		
Frankreich	×		×		×
Griechenland	×	×	×		
Großbritannien	×	×		×	
Irland		×			×
Italien	×		×	×	
Luxemburg	×	×	×		
Niederlande	×	×	×		
Österreich	×	×	×		
Portugal	×	×	×		
Schweden	×	×		×	
Spanien	×		×		
Estland		×	×		
Lettland			×	×	
Litauen	×		×		
Malta	Strategie zur Förderung von erneuerbaren Energien wird derzeit erarbeitet				
Polen	×	×		×	
Slowakei	×				
Slowenien	×	×	×		
Tschechische Republik		×	×		
Ungarn			×		
Zypern	×		×		
EU-25	19	13	19	7	2

Die Höhe der Einspeisevergütung für Strom aus Biomasse in ausgewählten EU-25 Ländern ist in Abbildung 3 dargestellt. In den meisten Ländern ist sie von der Anlagengröße und der eingesetzten Biomasse, teilweise auch von der Region und Tageszeit abhängig. Außerdem wird die Einspeisevergütung häufig für einen bestimmten Zeitraum (7 bis 20 Jahre) garantiert. Die durchschnittlich gewährte Vergütung beträgt etwa 5 bis 7 ct/kWh. Eine deutlich höhere

Vergütung für Strom aus Biomasse gewähren Deutschland (bis max. 21,5 ct/kWh) und Österreich (bis max. 16,5 ct/kWh).

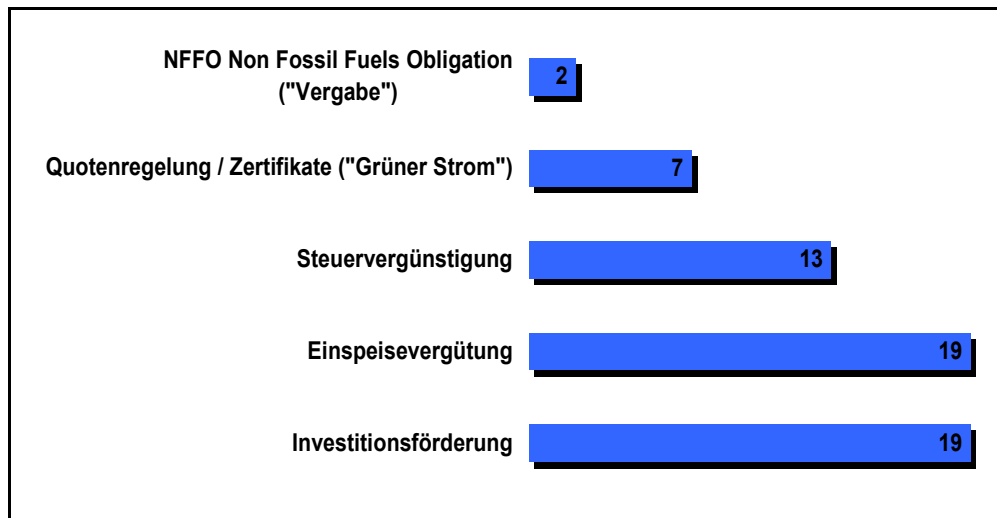


Abbildung 2: Häufigkeit energiepolitischer Instrumente zur Förderung von Strom aus Biomasse in der EU-25-Ländern

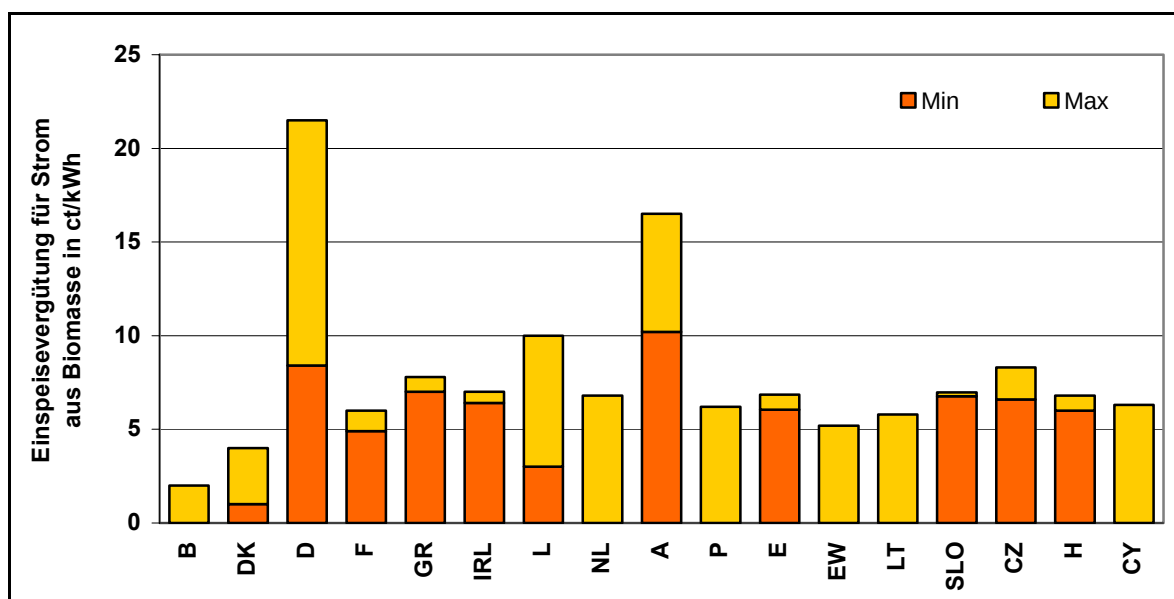


Abbildung 3: Höhe der gewährten Einspeisevergütung für Strom aus Biomasse in ausgewählten EU-25-Ländern

Der maximal gewährte Investitionskostenzuschuss beträgt für Biomasseanlagen zwischen 20 und 40 % (Abbildung 4). Die Höhe des Zuschusses ist meist von der Anlagenart (eingesetzte Technik) und -größe abhängig sowie auf einen bestimmten Förderbetrag begrenzt.

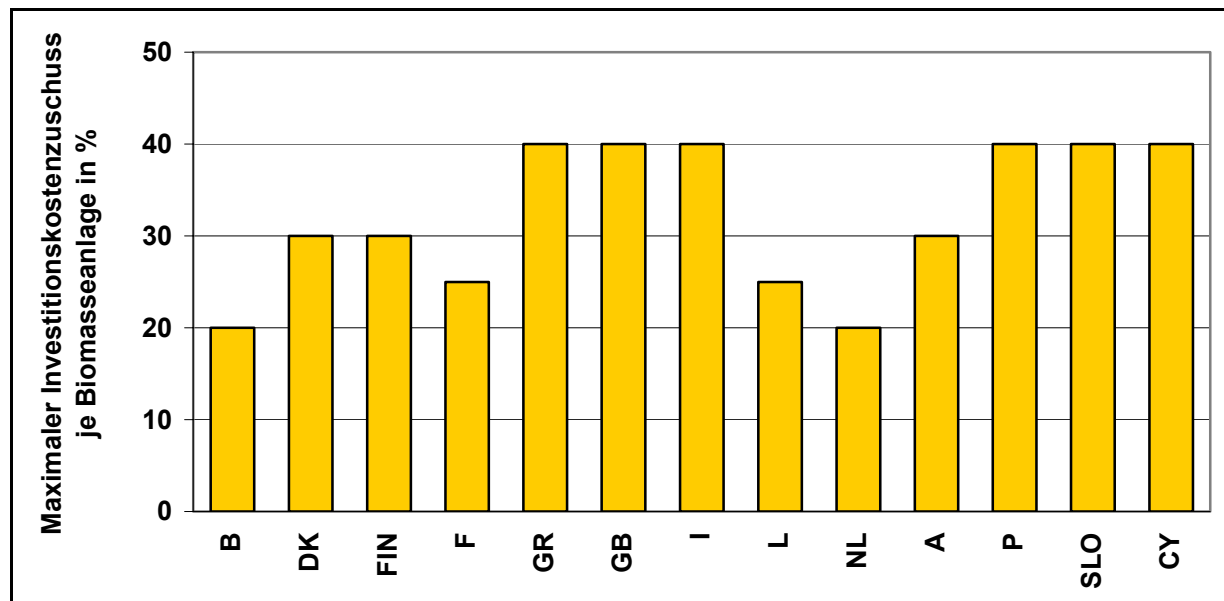


Abbildung 4: Maximaler Investitionskostenzuschuss für Biomasseanlagen in ausgewählten EU-25-Ländern

Wärme

Anders als für den zuvor dargestellten Stromsektor existieren für den Wärmemarkt auf Basis von Biomasse keine relevanten EU-Richtlinien oder gar hieraus abgeleitete quantifizierte Zielvorgaben für jeden einzelnen EU-Mitgliedstaat. Lediglich die bereits dargestellte Verdoppelung der Biomassenutzung von 1995 bis 2010 für die gesamte EU (EU-15) ist bisher indirekt als Ziel definiert worden, dessen Erreichung aber zusätzlicher Maßnahmen bedarf: Würde sich die bisherige Trend-Entwicklung unverändert fortsetzen, könnten bis zum Jahr 2010 lediglich knapp zwei Drittel des angestrebten Zielwertes erreicht werden (Abbildung 5).

Als Hintergrund dieser Entwicklung kann die zum Teil zögerliche Entwicklung energiepolitischer Instrumente zur Förderung der Biomassenutzung im Wärmemarkt angesehen werden. Dies beruht vermutlich auf den fehlenden einzelstaatlichen Zielvorgaben. Eine Übersicht der energiepolitischen Instrumente in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten ist in Tabelle 3 enthalten. Im Rahmen der Recherche konnte festgestellt werden, dass sowohl das Informationsangebot als auch die Informationstiefe zur Förderung der Biomassenutzung im Wärmemarkt bei weitem nicht so umfangreich sind wie zum Beispiel für den Stromsektor. Dem Stellenwert der Biomassenutzung im Wärmemarkt ist – obwohl in einzelnen EU-Mitgliedstaaten mit beachtlichen Anteilen – bei den energiepolitischen Instrumenten bisher weniger Beachtung geschenkt worden.

Die energiepolitischen Instrumente konzentrieren sich eindeutig auf die Investitionsförderung und Steuervergünstigungen. Im Bereich der Steuervergünstigungen ist Biomasse in der Regel von Steuern auf fossile Energieträger befreit. Zum Teil wird auch über eine CO₂-Steuer, von der dann die Biomasse nicht betroffen ist, eine indirekte Steuervergünstigung bewirkt. In Einzelfällen werden auch steuervergünstigte Abschreibungsmöglichkeiten auf die Investition als Förderinstrument eingesetzt. Als weiteres Instrument wurde lediglich die Einspeisevergütung in Polen identifiziert. Allerdings ist diese von der Höhe zwischen Wärmeerzeuger und Wärmeabnehmer frei aushandelbar.

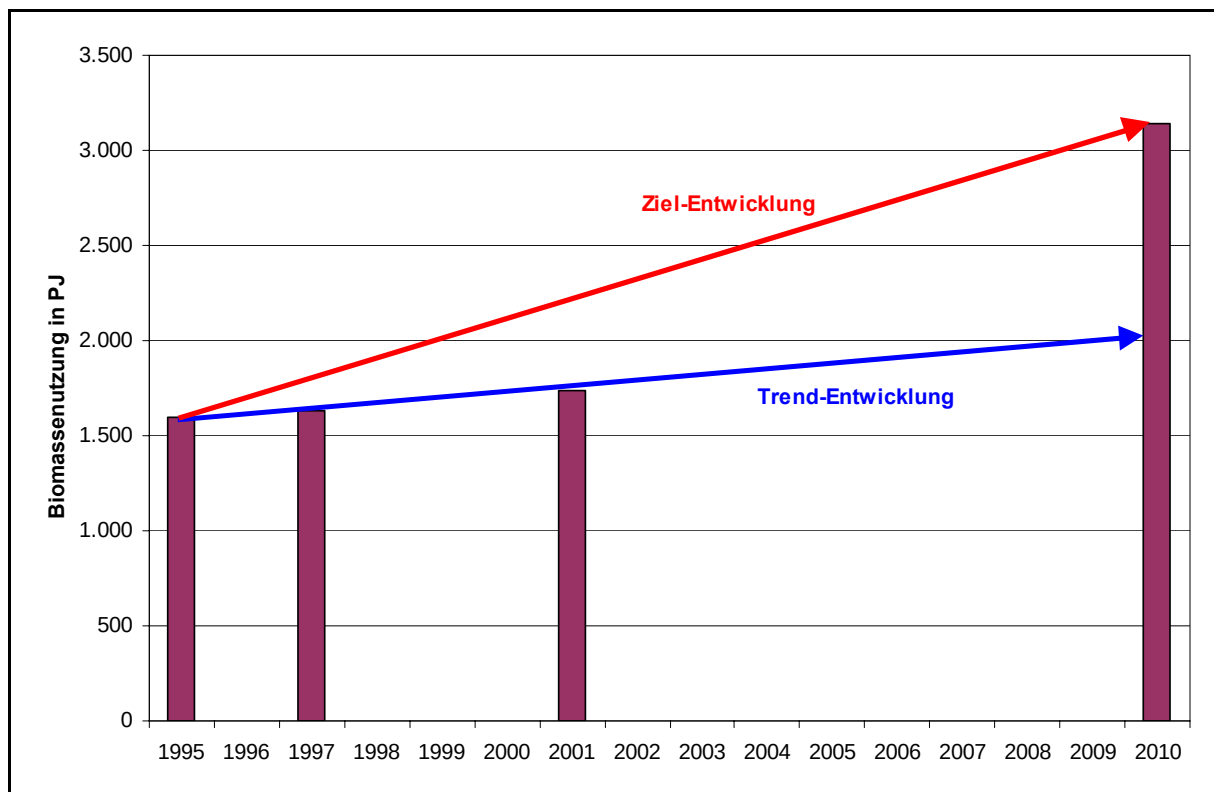


Abbildung 5: Ziel- und Trend-Entwicklung für die Biomassenutzung im Wärmemarkt in den EU-15 Mitgliedstaaten
Quelle: /1/5/6/

Tabelle 3: Förderinstrumente für Biomasse im Wärmemarkt in den EU-25-Ländern

	Investitions- förderung	Steuer- vergünstigung	Einspeise- vergütung	Quoten- regelung	NFFO
Belgien	X				
Dänemark	X	X			
Deutschland	X	X			
Finnland	X	X			
Frankreich	X	X			
Griechenland	X	X			
Großbritannien	X				
Irland		Keine Instrumente			
Italien	X	X			
Luxemburg		Förderung nur im Zusammenhang mit Stromerzeugung			
Niederlande		X			
Österreich	X				
Portugal	X				
Schweden	X	X			
Spanien	X				
Estland		X			
Lettland		Keine Informationen			
Litauen		Keine Informationen			
Malta	Strategie zur Förderung von erneuerbaren Energien wird derzeit erarbeitet				
Polen	X		X		
Slowakei		Keine Informationen			
Slowenien	X	X			
Tschechische Republik	X	X			
Ungarn	X				
Zypern	X				
EU-25	17	11	1	0	0

Kraftstoff

Die EU hat es sich zum Ziel gesetzt, den Anteil von Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen gemessen am Energieinhalt aller Otto- und Dieselmotorkraftstoffe bis 2005 auf 2 % und bis 2010 auf 5,75 % zu steigern /3/. Diese Zielsetzung gilt für alle Mitgliedstaaten. In Tabelle 4 sind die verschiedenen energiepolitischen Instrumente für die EU-25 Länder zusammenfassend dargestellt, die den Einsatz biogener Kraftstoffe fördern sollen. Allerdings werden in 30 % der Länder (hauptsächlich in den neuen Mitgliedstaaten) derzeit keine spezifischen Fördermaßnahmen durchgeführt. In weiteren 5 Ländern wird der Einsatz von Biokraftstoffen allein durch die meist finanzielle Unterstützung von Demonstrationsvorhaben und Pilotprojekten gefördert.

Tabelle 4: Übersicht der energiepolitischen Instrumente zur Förderung von Biokraftstoffen in EU-25
 Quelle: /5//7//8//9//10/ (Stand Juli 2004)

	Investitions- förderung	Steuer- vergünstigung	F & E	Beimischung zu herkömmlichem Kraftstoff
Belgien			×	
Dänemark			×	
Deutschland		×		×
Finnland			×	
Frankreich	×	×		×
Griechenland			×	
Großbritannien		×		
Irland			×	
Italien		×		×
Luxemburg				
Niederlande		×	×	
Österreich		×	×	×
Portugal		×	(×)	
Schweden		×	×	
Spanien	×	×		
Estland				
Lettland				
Litauen				
Malta				
Polen				×
Slowakei				
Slowenien				
Tschechische Republik		×		
Ungarn		×		
Zypern				
EU-25	2	11	9	5

Wie auch Tabelle 4 zeigt, erfolgt in den Ländern, die den Einsatz von Biokraftstoffen unterstützen, eine Förderung hauptsächlich durch die Gewährung von Steuervergünstigungen. Die Beimischung zu herkömmlichem Kraftstoff (meist bis zu einem bestimmten Anteil) verringert gegenüber dem alleinigen Einsatz von Biokraftstoff möglicherweise auftretende technische Probleme und kann damit zu einer breiten Markteinführung beitragen. Gelegentlich wird der Einsatz von Biokraftstoffen auch indirekt durch die finanzielle Unterstützung der Biokraftstoffproduktion gefördert. In Deutschland ist durch das Mineralölsteuergesetz eine Steuerbegünstigung für Biokraftstoffe (auch für biogene Komponenten in Mischtreib-

stoffen) bis Ende 2009 festgesetzt. Dabei kann die Höhe der Steuerbegünstigung an die Entwicklung des Rohölmarktes sowie der Preise für Biomasse und Kraftstoffe angepasst werden. Derzeit wird eine völlige Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe gewährt.

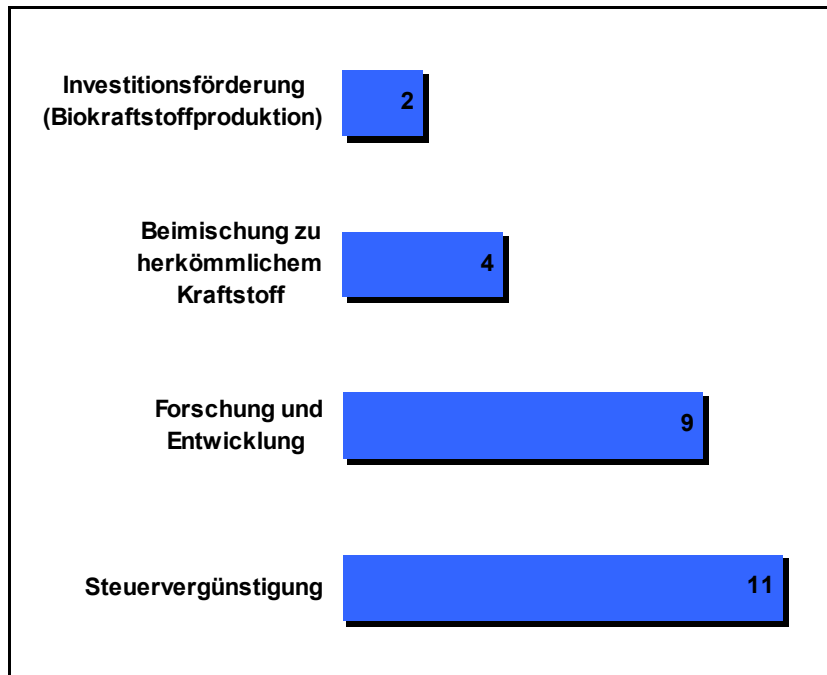


Abbildung 6: Häufigkeit energiepolitischer Instrumente zur Förderung von Biokraftstoffen in EU-25-Ländern

2.1.4 Konsequenzen für die Biomassenutzung

Im Rahmen der europäischen Energiepolitik wurden insbesondere für die Bereiche Stromversorgung und Verkehr deutliche Randbedingungen in Hinblick auf eine verstärkte Biomassenutzung gesetzt. Gegenwärtig befinden sich die entsprechenden Vorgaben in der nationalen Umsetzung, so dass zu erwarten ist, dass die in den letzten Jahren eher moderate Steigerung der energetischen Biomassenutzung künftig eine stärkere Dynamik erfahren wird. Da die europäischen Rahmenbedingungen die konkrete Umsetzung bisher den Mitgliedstaaten überlassen, kann sich die weitere Entwicklung zudem in den Mitgliedstaaten unterschiedlich gestalten. Es kann dabei erwartet werden, dass entsprechende Maßnahmen in den Beitrittsstaaten mit einer gewissen Verzögerung umgesetzt werden, da diese Staaten gegenwärtig mit vielfältigen Veränderungen konfrontiert sind und zudem der Handlungsdruck zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2010 in der Regel nicht gegeben ist. Der verstärkte Ausbau dürfte daher schwerpunktmäßig erst nach 2010 realisiert werden.

In allen EU-Staaten vergleichsweise ungewiss ist zudem der weitere Ausbau der Wärmeerzeugung aus Biomasse, der in den waldreichen Nationen (und damit auch in

Deutschland) vielfach traditionell die größte Bedeutung unter den erneuerbaren Energiequellen besitzt, für die aber bisher europäische Lenkungsinstrumente nicht vorgesehen sind.

Neue Impulse könnten sich hier aus dem koordinierten Biomasseplan der EU ergeben, der allerdings bisher noch nicht vorgelegt wurde.

2.2 Europäische Forstpolitik

2.2.1 Ausrichtung und Entwicklungen

Eine europäische Forstpolitik findet nicht statt! Diese Aussage stimmt und stimmt nicht. Wald und Forstwirtschaft sind durchaus Ziel politischer Entscheidungen und Maßnahmen auf Ebene der EU. Es wäre jedoch falsch, würde man dies, verglichen mit der gemeinsamen Agrarpolitik, als gezielte, koordinierte und kohärente EU-Forstpolitik bezeichnen. Es gibt zwar einige wenige originär forstpolitische Aktivitäten der EU, jedoch beeinflussen überwiegend Entscheidungen und Maßnahmen, die primär agrar-, umwelt-, energie- oder wirtschaftspolitischen Ziele dienen, direkt oder indirekt den Wald und die Forstwirtschaft. Die Ursache hierfür ist in den Anfängen der EU zu finden.

Die Gründungsverträge der damaligen EWG enthalten nämlich keine ausdrückliche Rechtsgrundlage für den Bereich Forstpolitik. Auch der Begriff Forstwirtschaft ist im Europäischen Gemeinschaftsvertrag (EGV) nicht näher definiert. Genannt werden hingegen in den Artikeln 34-35 des EGV die Mittel zur Erreichung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP):

- Gemeinsame Organisation der Agrarmärkte,
- Förderungsmaßnahmen,
- Wettbewerbskontrolle,
- Agrarstrukturpolitik.

In Artikel 37 des EGV wurde die Kommission beauftragt, nach Inkrafttreten des EGV eine agrarpolitische Konferenz einzuberufen, die dem Europäischen Ministerrat binnen zwei Jahren Vorschläge zur Gestaltung und Durchführung der GAP vorlegen sollte. Gegenstand der GAP sind die im Artikel 32 EGV definierten Erzeugnisse des Bodens, der Viehzucht und der Fischerei sowie die daraus hergestellten Erzeugnisse der ersten Verarbeitungsstufe. Diese

Definition ermöglichte grundsätzlich auch die Einbeziehung von Holz als Erzeugnis des Bodens. Da diese Definition nur eine Grundaussage ohne letzte Genauigkeit darstellte, entschied die Aufnahme in die „Positivliste“ des Anhangs II zum EGV darüber, was ein landwirtschaftliches Erzeugnis in Sinne des EGV war. Die Aufnahme landwirtschaftlicher Erzeugnisse in die Liste zum Anhang II war bis zum 31.12.1959 möglich. Im Rahmen der ersten europäischen Forstkonzferenz wurde von allen Mitgliedstaaten die Möglichkeit, Holz in die Liste aufzunehmen, abgelehnt. Allerdings hielten die Vertreter der sechs Mitgliedstaaten eine gemeinsame Forstpolitik für notwendig und forderten die Einrichtung eines „qualifizierten Forstsektor“ in der Generaldirektion für Landwirtschaft. Diese Forderung wurde nicht umgesetzt, so dass forstpolitische Kompetenzen auf nationaler Ebene verblieben.

Forstpolitische Aktivitäten waren aufgrund der fehlenden rechtlichen Kompetenzgrundlage daher nur in Verbindung mit den Zielen anderer Politikbereiche möglich, insbesondere dem Bereich der EU-Agrarpolitik. Da Holz, wie gesagt, nicht in die Liste des Anhangs II des EVG aufgenommen worden war, konnten im Rahmen der GAP nur forstwirtschaftliche Maßnahmen geringer Tragweite gestützt werden. Dies geschah im Rahmen der landwirtschaftlichen Strukturpolitik.

Vier Beispiele hierfür sind:

- Vorschlag der Kommission für eine Richtlinie zur Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen,
- Verordnung des Rates zum Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung,
- Verordnung des Rates zum Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Brände,
- Verordnung des Rates über die Aufgaben und Effizienz der Strukturfonds und über die Koordinierung ihrer Interventionen untereinander sowie mit denen der Europäischen Entwicklungsbank und der anderen Finanzinstrumente.

Die o. a. Beispiele an dieser Stelle näher zu erläutern, würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen. Zumal diese Maßnahmen zum Teil schon sehr weit zurückliegen. Im Folgenden sollen die Maßnahmen der jüngeren Zeit vorgestellt und etwas ausführlicher erläutert werden. Dabei sei darauf hingewiesen, dass - auch wenn die Europäische Union keine direkten Ziele und Vorgaben zur energetischen Nutzung von forstwirtschaftlichen Produkten formuliert hat - sich durch die energiewirtschaftlichen Randbedingungen (s. Kapitel 2.1) und insbesondere

durch das Ziel, den Einsatz nachwachsender Rohstoffe für die Energieerzeugung zu fördern, direkte Auswirkungen auf den Wald und die Forstwirtschaft ergeben.

Weiterhin haben unter der Überschrift nachhaltige Entwicklung und Bewirtschaftung der Wälder in jüngster Zeit auf europäischer Ebene neben den Ministerkonferenzen über den Schutz der Wälder folgende politische Aktivitäten direkten oder indirekten Einfluss auf Wald und Forstwirtschaft:

Strategie der Europäischen Union für die Forstwirtschaft

Die 1998 gemeinsam von Kommission, Rat und Europaparlament vorgestellte Strategie der Europäischen Union für die Forstwirtschaft [KOM(1998) 649, 03/11/1998] ist als eine Art Rahmenabkommen konstruiert, dessen Ausgestaltung und Umsetzung den Mitgliedstaaten obliegt. Die Strategie zielt zum einen darauf ab, zur Weiterentwicklung bereits bestehender Maßnahmen beizutragen – dazu gehören die o. a. Maßnahmen im internationalen Bereich – und zum anderen sollen durch eine gemeinsame Strategie

- die Entwicklung des ländlichen Raumes,
- die nachhaltige Waldbewirtschaftung,
- die multifunktionale Rolle der Wälder,
- der Schutz der Wälder,
- die Biodiversität,
- Maßnahmen gegen Klimaveränderung,
- die energetische Nutzung von Holz und
- Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft als umweltfreundlicher Rohstoff

unterstützt und gefördert werden.

Darüber hinaus soll dem Beitrag der Forst- und Holzwirtschaft zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung stärkere Beachtung geschenkt werden sowie der Wald und Holzprodukte in der Sektorpolitik (Landwirtschaft, Umwelt, Energie, Handel, Industrie, Forschung, Binnenmarkt und Entwicklung und Zusammenarbeit) stärker berücksichtigt werden.

In einem gesonderten Abschnitt wird auch auf die energetische Nutzung von Holz eingegangen. Es wird auf das Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und den Aktionsplan „Eine Energiepolitik für die Gemeinschaft“ verwiesen. Das Ziel, 12 % des Energieverbrauchs im Jahr 2010 durch erneuerbare Energieträger zu decken, wird hervorgehoben und darauf verwiesen, dass dies nur durch den vermehrten Einsatz von Biomasse zu erreichen sein wird. Die Rolle der Wälder als Energiequelle, kurzumtriebige Baumarten (KUP) und Holzabfälle oder minderwertiges Holz sollen grundsätzlich gefördert werden. Allerdings werden auch Einschränkungen dahingehend formuliert

- dass das Potenzial nicht überschätzt werden sollte,
- dass Holz derzeit der teuerste Energieträger ist und steuerliche Maßnahmen dies zu ändern nicht den Fortbestand einer nachhaltigen Versorgung der Holzindustrie gefährden dürfen und
- die Verwendung von Holz aus Kurzumtriebsplantagen nicht zu negativen Auswirkungen auf die Umwelt führen soll.

Trotz des jüngst gescheiterten Versuchs den Bereich Forst- und Holzwirtschaft als eigenständigen Sektor in der Europäischen Verfassung aufzunehmen, bemühen sich Teile des Europäischen Parlaments nach wie vor, dies zu erreichen. Parlament und Teile der Kommission drängen auf eine stärker koordinierte und kohärente Forstpolitik in der EU, um der Zersplitterung der Forstpolitik in der EU entgegen zu wirken.

Strategie der Europäischen Union für die nachhaltige Entwicklung

Im Rahmen der Strategie für eine nachhaltige Entwicklung [KOM(2001) 264, 15/05/2001] hat sich die EU zum Ziel gesetzt, die Strategien für die Einbeziehung der Umweltdimension in alle einschlägigen Bereiche der Gemeinschaftspolitik im Hinblick auf ihre möglichst baldige Umsetzung weiter zu entwickeln. Die nachhaltige Entwicklung soll dabei wie folgt strategisch umgesetzt werden:

- Nationale Nachhaltigkeitsstrategien: Die Mitgliedstaaten sind aufgefordert, eigene nationale Nachhaltigkeitsstrategien zu erarbeiten und umfassende nationale Konsultationsprozesse in diesem Bereich einzuleiten.
- Internationale Dimension: Nachhaltige Entwicklung erfordert auch globale Lösungen. Um diesem umfassenden Ansatz Rechnung zu tragen, wird die Union danach streben,

die nachhaltige Entwicklung zu einem Ziel in der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit und der Kooperation mit internationalen Organisationen zu machen.

Neben dem allgemeinen politischen Rahmen wurden vier vorrangige Bereiche ausgewählt, in denen das Prinzip der nachhaltigen Entwicklung forciert werden soll:

(1) Bekämpfung der Klimaänderungen:

Verpflichtungen im Rahmen des Kyoto-Klimaschutzprotokolls sollen eingehalten werden. Das Richtziel, bis zum Jahr 2010 22 % des gemeinschaftsweiten Gesamtstromverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen zu decken, wird bekräftigt.

(2) Nachhaltigkeit im Verkehrssektor:

Bis 2003 sollten überarbeitete Leitlinien für die transeuropäischen Netze festgelegt werden. Investitionen in den öffentlichen Verkehr, die Bahn etc. will man künftig Vorrang einräumen. Zudem soll im Rahmen einer nachhaltigen Verkehrspolitik auch die vollständige Internalisierung der sozialen und Umweltkosten gefördert werden.

(3) Abwendung von Gefahren für die öffentliche Gesundheit:

Bis 2004 soll die neue Chemikalienpolitik in Kraft treten, die sicherstellt, dass innerhalb einer Generation Chemikalien nur in einer Weise hergestellt und verwendet werden, die nicht zu negativen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt führen.

(4) Verantwortungsvolleres Management der natürlichen Ressourcen:

Im Zusammenhang mit der Gemeinsamen Agrarpolitik soll in Zukunft mehr Gewicht auf die Förderung gesunder, qualitativ hochwertiger Erzeugnisse, umweltfreundlicher Produktionsmethoden – einschließlich der ökologischen Erzeugung – gelegt werden. Auch die Förderung nachwachsender Rohstoffe und der Schutz der biologischen Vielfalt werden unterstrichen.

Vor allem im Bereich „Verantwortungsvolles Management der natürlichen Ressourcen“ werden Belange des Waldes und der Forstwirtschaft berührt.

Gemeinsame Agrarpolitik (GAP)

Wie bereits in den einführenden Abschnitten dieses Kapitels erläutert, sind forstpolitische Maßnahmen der EU nur im Zusammenhang mit Maßnahmen anderer Bereiche möglich. Ein wichtiger Bereich ist in diesem Zusammenhang die gemeinsame Agrarpolitik (GAP). Sie ist Grundlage der forstlichen Förderung. Zum einen ist die forstliche Förderung Bestandteil der

so genannten „Flankierenden Maßnahmen“ nach VO (EWG) Nr. 2078/92 und zum anderen agrarstrukturpolitischer Maßnahmen nach VO (EG) Nr. 1257/1999, dem Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL). Während über die „Flankierenden Maßnahmen“ die Aufforstung von Wäldern gefördert wird, werden über den EAGFL Beihilfen zur Erhaltung und Entwicklung der wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Funktionen in ländlichen Gebieten gezahlt.

Von den Bestrebungen der GAP-Reform die Förderung von der Produktionsmenge zu entkoppeln und stattdessen

- Zahlungen für die Pflege und Unterhaltung der Landschaft,
- den Schutz natürlicher Ressourcen und
- ländlicher Regionen

zu ermöglichen, wird auch die Forstwirtschaft betroffen sein. Die o. a. Verordnung über den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL) wird im Jahr 2007 durch die kurz vor der Verabschiedung stehende Verordnung des Rates über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) ersetzt. Die Förderung des ländlichen Raums soll ab 2007 dann auf drei Achsen mit folgenden Maßnahmen erfolgen:

1. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Land- und Forstwirtschaft

- Verbesserung des wirtschaftlichen Wertes von Wäldern
- Erhöhung der Wertschöpfung von land- und forstwirtschaftlichen Produkten
- Verbesserung und Entwicklung der Infrastruktur in Verbindung mit der Entwicklung und Anpassung von Land- und Forstwirtschaft

2. Verbesserung der Umwelt und der Landschaft

- Erstaufforstung landwirtschaftlicher Flächen
- Erstanlage von Agroforstsystemen auf landwirtschaftlichen Flächen
- Erstaufforstung nicht-landwirtschaftlicher Flächen
- Natura 2000 Zahlungen

- Zahlungen für Umweltschutz im Wald
- Wiederherstellung forstlicher Potenziale und Einführung von Forstschutzmaßnahmen

3. Lebensqualität im ländlichen Raum und Diversifizierung der ländlichen Wirtschaft

(keine forstspezifischen Maßnahmen auf Achse 3)

Verglichen mit der alten VO (EG) Nr. 1257/1999 werden Maßnahmen im forstlichen Bereich ausgeweitet. Als neue, im Hinblick auf erneuerbare Energien wichtige Maßnahme, kann die Förderung von Agroforstsystemen gesehen werden. Hierunter fallen Kurzumtriebsplantagen, die auch energetisch genutzt werden können.

EU Action Plan for Forest Law Enforcement, Governance and Trade

Mit dem EU Action Plan for Forest Law Enforcement, Governance and Trade (FLEGT) reagiert die EU auf den zunehmenden Handel mit illegal eingeschlagenem Holz aus Südostasien, Südamerika, Russland, aber auch West- und Osteuropa. Die Zielrichtung von FLEGT ist daher nicht nur nach außen, sondern auch nach innen auf die Mitgliedstaaten gerichtet. Mit FLEGT soll durch enge Kooperation von öffentlichem und privatem Sektor vor allem der fortschreitenden Waldvernichtung, der dadurch gefährdeten Nachhaltigkeit und der Wettbewerbsverzerrung durch illegal eingeschlagenes Holz entgegen getreten werden. Durch freiwillige Partnerschaftsabkommen zwischen Erzeugerländern und der EU soll sichergestellt werden, dass nur noch rechtmäßig eingeschlagenes Holz gehandelt wird. Hierzu ist erforderlich, dass:

- sich alle Partnerländer auf eine einheitliche Definition legalen Holzeinschlags einigen,
- sich alle Partnerländer verpflichten, glaubwürdige rechtliche und administrative Strukturen aufzubauen, damit die Ausfuhr rechtmäßig eingeschlagenen Holzes gewährleistet werden kann.

Zusätzlich zu den bereits näher erläuterten politischen Aktivitäten und Maßnahmen mit Bedeutung für den Wald und die Forstwirtschaft, seien abschließend die Bereiche aufgeführt, die den Rahmen dieses Endberichtes sprengen würden. Das sind die Aktivitäten im Bereich:

- Integrierte Produkt Politik (IPP) – Life Cycle Thinking
- EU Ökolabel System.

In den letzten Jahren war und ist die EU unter der Überschrift nachhaltige Entwicklung und Bewirtschaftung der Wälder im internationalen Bereich aktiv an der Gestaltung des Rio-Prozesses beteiligt. Hinzu kommen Aktivitäten im Bereich der Entwicklungszusammenarbeit und des internationalen Handels: Folgende Zusammenstellung gibt einen Einblick in diese vielfältigen internationalen Aktivitäten:

UNCED/IPF

Nationale Waldprogramme, Kriterien und Indikatoren für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung

Konvention über Biodiversität

Schutz und nachhaltige Nutzung von Wäldern

Klima Konvention

Joint Implementation, Clean Development Mechanism

Wüsten Konvention

Trockenwälder

CITES

Kontrollierter Handel gefährdeter Arten

GATT und WTO Verhandlungen

Handel und Waldzerstörung (illegal logging), Zertifizierung

ITTO

Handel und Nachhaltige Waldbewirtschaftung

2.2.2 Situation in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt ein kurzer Einblick in die forstpolitischen Aktivitäten der EU gegeben worden ist, soll im Folgenden am Beispiel Deutschlands, Finnlands und Lettlands die unterschiedliche Ausrichtung nationaler Forstpolitik erläutert werden. Die Auswahl fiel auf Finnland, weil der Forst- und Holzsektor nach wie vor Grundpfeiler der finnischen Volkswirtschaft ist und die Forstpolitik aus diesem Grund einen hohen Stellenwert einnimmt. Lettland wurde ausgewählt, weil sich auch hier die Forstwirtschaft nach der

Unabhängigkeit zu einem volkswirtschaftlich bedeutenden Faktor entwickelt hat und aufgrund dessen die Grenzen der Nachhaltigkeit erreicht zu sein scheinen.

2.2.2.1 Deutschland

Ähnlich wie auf der EU-Ebene könnte auch in Deutschland von einer Zersplitterung forstpolitischer Aktivitäten gesprochen werden. Grund hierfür ist der föderale Aufbau der Bundesrepublik. Die Gesetzgebungskompetenz im forstlichen Bereich liegt gemäß Grundgesetz im Hoheitsbereich der Bundesländer. Dem Bund wird eine Rahmengesetzgebungskompetenz zugewiesen, die durch das Bundeswaldgesetz ausgefüllt worden ist. Der forstpolitische Gestaltungsspielraum des Bundes ist also sehr begrenzt. Da es an dieser Stelle zu weit führen würde, die forstpolitischen Ziele, Maßnahmen und Instrumente der 16 Bundesländer vorzustellen, sollen im Folgenden nur einige forstpolitische Maßnahmen und Initiativen des Bundes und/oder von nationaler Bedeutung umrissen werden.

Forstliche Förderung

Wie bereits in Abschnitt 2.1.2 erläutert, findet die forstliche Förderung im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik der EU statt. Die Umsetzung der relevanten EU-Verordnungen erfolgt in Deutschland durch die Bundesländer. Inhaltlich und finanziell ist die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) Kern der Förderprogramme. Die Förderung nach GAK erfolgt immer als Co-Finanzierung. D. h. ein Teil der Fördersumme übernimmt die EU, den anderen Teil übernimmt der Mitgliedstaat. Schwerpunkte der Förderungen forstwirtschaftlicher Maßnahmen im Rahmen der GAK sind in Deutschland:

- Waldbauliche Maßnahmen (Umstellung auf naturnahe Waldwirtschaft, Erst-aufforstung, Pflege von Jungbeständen),
- Förderung forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse,
- forstwirtschaftlicher Wegebau,
- Maßnahmen aufgrund neuartiger Waldschäden,
- Investitionen zur Verbesserung und Rationalisierung der Bereitstellung, Bearbeitung und Vermarktung forstwirtschaftlicher Erzeugnisse.

Die forstwirtschaftliche Förderung für Betriebe des Körperschafts- und Privatwaldes über GAK lag in Abhängigkeit von der Betriebsgröße im Jahr 2001 zwischen 13 und 27 €/ha Holzbodenfläche, während sie für landwirtschaftliche Haupterwerbsbetriebe bei 339 €/ha landwirtschaftlicher Fläche lag.

Nationales (Forst-) Waldprogramm

Auf den international eingegangenen Verpflichtungen der „Rio-Konferenz“ 1992 beruhend ist im Jahre 1999 ein Nationales Forstprogramm Deutschland als fortdauernder Dialogprozess unter Beteiligung aller am Wald interessierten Organisationen und Verbände initiiert worden /119/. Nach den Vereinbarungen der Sondergeneralversammlung der Vereinten Nationen wird der Begriff „Nationale Forstprogramme“ für einen umfassenden forstpolitischen Rahmen zur Erreichung nachhaltiger Waldwirtschaft verwendet. Dem gemäß soll ein Nationales Forstprogramm folgende Prinzipien berücksichtigen:

- Nationale Souveränität und Eigenverantwortung der Ressourcennutzung,
- Übereinstimmung mit den rechtlichen Rahmenbedingungen des Landes,
- Übereinstimmung mit den internationalen Vereinbarungen und Übereinkünften,
- Partnerschaft und Beteiligung aller interessierter Gruppen,
- ganzheitlicher und intersektoraler Ansatz zur Erhaltung und Entwicklung der Wälder,
- langzeitlicher und iterativer Planungs-, Implementierungs- und Überwachungsprozess.

Es soll u. a. folgende Elemente beinhalten:

- Forstpolitische Leitaussagen zu wichtigen Handlungsfeldern im Zusammenhang mit nachhaltiger Waldbewirtschaftung,
- Bedeutung von Wald und Forstwirtschaft für die Gesellschaft,
- Schnittstellen zu anderen Sektoren (Koordinierung),
- Formulierung der künftigen Forstpolitiken auf wichtigen Handlungsfeldern unter Einbeziehung der interessierten Öffentlichkeit (Identifizierung der Akteure),
- Strategien einer nachhaltigen Entwicklung im Wald zur Sicherung seiner ökonomischen, ökologischen und sozialen Funktionen,

➤ Identifikation von Handlungsbedarf.

In der gemeinsamen Diskussion der Akteure des Nationalen Forstprogramms wurden zunächst fünf Handlungsfelder ausgewählt, zu denen im Rahmen von „Runden Tischen“ aktueller Stand und Handlungsbedarf erörtert wurden. Ziel war dabei nicht, sämtliche forstpolitischen Problemfelder in der Bundesrepublik abschließend zu behandeln; vielmehr sollte zunächst ein möglichst weitgehender Konsens über Problemsichten und Lösungsmöglichkeiten hergestellt werden. Folgende Handlungsfelder wurden ausgewählt:

- Wald und Gesellschaft
- Wald und biologische Vielfalt
- Die Rolle des Waldes im globalen Kohlenstoffhaushalt
- Bedeutung des nachwachsenden Rohstoffes Holz
- Beitrag der Forst- und Holzwirtschaft zur Entwicklung ländlicher Räume

Als fortlaufender gesellschaftlicher Dialogprozess konzipiert, ist Ende des Jahres 2003 die zweite Phase des Dialoges, der vom Nationalen Forstprogramm zum Nationalen Waldprogramm /120/ führte, zu Ende gegangen. In der zweiten Prozessphase von 2001 bis 2003 wurden, basierend auf den Ergebnissen der ersten Phase, die folgenden Themen neu oder differenzierter diskutiert:

- Wald und internationale Zusammenarbeit / Internationaler Handel,
- Biodiversität, Waldbewirtschaftung und Naturschutz,
- Forstpolitische Instrumentenwahl,
- Ökonomische Bedeutung der Forst- und Holzwirtschaft,
- Die neue Rolle der Wälder.

Charta für Holz

Mit der Initiierung einer Charta für Holz setzt sich die Bundesregierung gemeinsam mit wichtigen gesellschaftlichen Gruppen für die verstärkte Verwendung des Rohstoffes Holz im Bereich Bauen, Wohnen und energetische Nutzung ein. Dies geschieht, weil durch eine verstärkte Verwendung klima-, energie-, umwelt-, und ressourcenpolitische vorteilhafte

Wirkungen erzielt, die wirtschaftliche Situation forst- und holzwirtschaftlicher Betriebe verbessert, Arbeitsplätze gesichert und neue Arbeitsplätze geschaffen werden können.

Novellierung des Bundeswaldgesetzes

Den sich wandelnden gesellschaftlichen Anforderungen an den Schutz und die Nutzung des Waldes Rechnung tragend, soll das seit fast 30 Jahren in nahezu unveränderter Form vorliegende Bundeswaldgesetz einer Novellierung unterzogen werden. Besonderes Augenmerk soll dabei den Kriterien der Nachhaltigkeit geschenkt werden. Die Ergebnisse des intensiven Dialogprozesses „Nationales Waldprogramm Deutschland“ berücksichtigend, sind wesentliche Aspekte der Gesetzesnovellierung in „Eckpunkte des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft zur Zukunft des Waldes“ dargelegt. Demnach soll das Bundeswaldgesetz im Wesentlichen in vier Bereichen verändert werden:

- Die bestehende Vorschrift zur ordnungsgemäßen und nachhaltigen Bewirtschaftung soll inhaltlich näher bestimmt werden
- Es soll klargestellt werden, dass das Belassen von Altbäumen und Totholz zu keiner erhöhten Verkehrssicherungspflicht der Waldbesitzer führt.
- Gemeinsamer Holzverkauf durch Vereinigungen der Waldbesitzer soll erleichtert werden
- Zahlreiche überflüssige Bestimmungen sollen entfallen.

Ausgliederung von Wirtschaftsbetrieben aus der Staatsforstverwaltung

Seit Mitte der 90iger Jahre wird die Ausgliederung von Wirtschaftsbetrieben aus den Staatsforstverwaltungen der Bundesländer diskutiert. Anstoß zu dieser Diskussion gab zum einen die von Helmstädt et al. vorgelegte Studie „Für eine leistungsfähige Forstwirtschaft“ und zum anderen der Wissenschaftliche Beirat beim damaligen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Beide fordern eine Trennung der Wirtschafts-, Beratungs- und Hoheitsaufgaben der Staatsforstbetriebe /220/. Als Rechtsform eines solchen Betriebes kommen der Landesbetrieb nach § 26 der LHO, die Anstalt des öffentlichen Rechtes oder die formelle und materielle Privatisierung in Frage.

Inzwischen ist die Ausgliederung von Wirtschaftsbetrieben aus den Staatsforstverwaltungen weit fortgeschritten. Für die Alternative eines Landesbetriebes haben sich die Bundesländer:

- Saarland (1999),
- Hessen (2001),
- Sachsen-Anhalt (2002).
- Nordrhein-Westfalen (2005)
- Sachsen (ab 01.01.2006)

entschieden.

Für die Gründung einer Anstalt des Öffentlichen Rechts hat man sich in der Bundesländern:

- Bayern (2005)
- Niedersachsen (2005)
- Mecklenburg-Vorpommern (ab 01.01.2006)

entschieden.

Über die Bildung einer solchen Anstalt wird auch in Brandenburg nachgedacht. In Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein und Thüringen will man die Rechtsform bislang nicht verändern, jedoch sind umfangreiche Änderungen der Verwaltungsstrukturen geplant bzw. schon umgesetzt.

Empfehlung des Rates für nachhaltige Entwicklung: „Waldwirtschaft als Modell für nachhaltige Entwicklung: ein neuer Schwerpunkt für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie“

Im April 2001 hat die Bundesregierung einen Rat für nachhaltige Entwicklung mit dem Auftrag ins Leben gerufen, die Fortentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung mit Vorschlägen zu Zielen und Indikatoren zu unterstützen sowie Projekte zur Umsetzung dieser Strategie vorzuschlagen /221/. Eine weitere Aufgabe des Rates für Nachhaltige Entwicklung ist die Förderung des gesellschaftlichen Dialogs zur Nachhaltigkeit.

Gemäß seinem Auftrag hat der Rat für Nachhaltige Entwicklung der Bundesregierung unlängst Forst- und Holzwirtschaft als Modell dafür empfohlen, das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung anschaulich zu machen. Der Rat sieht in einem Schwerpunktthema „nachhaltige Waldwirtschaft und Ressourcenschutz“ der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zwei Chancen:

- Einerseits könne dadurch das Leitbild der Nachhaltigkeit sektoral verknüpft und anschaulich transportiert werden;
- Andererseits würde die Wald- und Holzwirtschaft zu einer Neuausrichtung ihrer Leistungsfähigkeit aufgefordert.

Der Rat betont, dass eine nationale Nachhaltigkeitsstrategie ohne Bezugnahme auf die Wald- und Holzwirtschaft unvollständig ist. Beide Wirtschaftszweige haben eine Modellwirkung, in der Nachhaltigkeit die zentrale Rolle spielt. Der Rat begrüßt die Aktivitäten der Bundesregierung, den gesellschaftlichen Dialogprozess zum Thema Wald und Holz voran zu bringen und nennt das Nationale Waldprogramm (NWP) und die Charta für Holz. Er bemängelt aber, dass es keine einheitliche, in sich konsistente Strategie gibt, die Handlungsempfehlungen und Aktionspläne von Zielen ableitet, zusammenführt und operational macht. Er fordert daher eine Gesamtstrategie zu entwickeln, die eine sektorübergreifende Vernetzung mit anderen Politikbereichen, insbesondere der Energie- und Klimaschutzpolitik und des Verbraucherschutz gewährleistet. Im Dialog mit dem Wald- und Holzsektor und unter Bezug auf die nationale Nachhaltigkeitsstrategie richtet der Nachhaltigkeitsrat seine Empfehlungen an folgenden Orientierungspunkten aus:

- naturnahe Waldwirtschaft flächig umsetzen;
- mehr heimisches Holz verwenden;
- Holzimporte aus strittigen Quellen und Raubbau unterbinden;
- Verantwortung für den Erhalt der Wälder weltweit übernehmen;
- Wald- und Holznutzung als Modell für Nachhaltigkeit kommunizieren.

Darüber hinaus werden zu diesen Orientierungspunkten konkrete Handlungsempfehlungen gegeben, deren Erläuterung den Rahmen dieses Berichtes sprengen würde.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass trotz des eingeschränkten Handlungsrahmens die forstpolitischen Aktivitäten des Bundes vielfältig sind. Als wesentliche Eckpfeiler des politischen Handelns, der sich in allen Aktivitäten widerspiegelt, ist der Gedanke der nachhaltigen Entwicklung. Dieser ist im forstlichen Bereich zwar seit langem verankert, hat aber in den letzten Jahren eine Neuausrichtung erfahren. Vor allem das Bekenntnis zu einer naturgemäßen Waldbewirtschaftung ist Ausdruck dieser Neuausrichtung. Eine neue Qualität der Politikgestaltung ist auch im partizipativen Prinzip zu erkennen, dass

die Einbindung eines breiten Spektrums relevanter gesellschaftlicher Gruppen in die politische Entscheidungsfindung gewährleistet.

2.2.2.2 Finnland

In Finnland hat mit Beginn der 90iger Jahre ein forstpolitischer Paradigmenwechsel statt gefunden. Während noch zu Beginn der 90iger Jahre die finnische Forstpolitik fast ausschließlich darauf ausgerichtet war, die Rohstoffversorgung der finnischen Holzindustrie sicherzustellen, sind seit Mitte der 90iger Jahre andere forstpolitische Ziele hinzu gekommen. Ausschlaggebend für die Neuorientierung der finnischen Forstpolitik ist zum einen die fortschreitende Einbindung Finnlands in die Europäische Union und zum anderen die Internationalisierung der finnischen Papier- und Zellstoff- sowie Holzindustrie.

Die finnische Forstpolitik hat der stärkeren Einbindung Finnlands in die EU und damit in die internationalen Prozesse wie UNCED/IPF oder MCPF insofern Rechnung getragen, als dass die einseitige Ausrichtung auf Sicherstellung der Rohstoffversorgung um die Aspekte Biodiversität, Multifunktionalität der Wälder, Schutz der Wälder, ökologische und soziale Nachhaltigkeit, etc. erweitert worden ist. Durch die Internationalisierung der finnischen Holzindustrie sind zudem Ansprüche der Kunden im Hinblick auf die ökologische Verträglichkeit finnischen Zellstoffs und Papiers in den Blickpunkt finnischer Forstpolitik geraten. So ist auf den Druck der Märkte mit der Etablierung des finnischen Forstzertifizierungssystems reagiert worden.

Forstgesetz

Im Jahr 1997 sind die veränderten forstpolitischen Grundsätze Finnlands mit der Verabschiedung eines neuen Forstgesetzes und dem Gesetz zur Finanzierung der nachhaltigen Forstwirtschaft in einen neuen rechtlichen Rahmen gegossen worden. Ziel des Gesetzespaketes ist es, die ökonomisch, ökologisch, sozial und kulturell nachhaltige Nutzung der finnischen Wälder zu garantieren. Um diese gesetzliche Vorgabe umzusetzen, ist die Waldbewirtschaftung aller Waldeigentümer einer strengeren staatlichen Kontrolle und Reglementierung unterworfen worden. Vor allem ökologische Gesichtspunkte müssen seit Inkrafttreten der Gesetze bei der Waldbewirtschaftung stärker beachtet werden. Es wurden folgende grundsätzlichen Neuregelungen getroffen:

- Die Forstbehörden müssen regionale Nutzungspläne erstellen,

- Erntemaßnahmen sind nur noch in Waldbeständen eines bestimmten Alters erlaubt.
- Die Wiederaufforstung genutzter Bestände muss innerhalb eines festgelegten Zeitraums erfolgen.
- Die Biodiversität der finnischen Wälder soll durch angepasste Nutzung erhalten bleiben.

Neu geregelt wurde auch, dass besonders schutzwürdige Bestände nicht mehr genutzt werden dürfen. Für den Nutzungsverzicht wird dem betroffenen Waldeigentümer auf Basis des Gesetzes zur Finanzierung der nachhaltigen Forstwirtschaft eine staatliche Ausgleichszahlung geleistet.

Zertifizierung

Vor allem auf Druck der Abnehmer finnischer Papier- und Zellstoffprodukte ist gegen Ende der 90iger Jahre in einem partizipativen Prozess das finnische Forstzertifizierungssystem mit der Zielrichtung aufgebaut worden, anhand von Kriterien und Indikatoren die ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit der finnischen Forstwirtschaft nachzuweisen. Dieses Zertifizierungssystem ist im internationalen Bereich aber auf wenig Akzeptanz gestoßen, so dass insbesondere Finnland die Entwicklung der Kriterien und Indikatoren des „Programme für the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC)“ vorangetrieben hat. Das PEFC ist neben dem „Forest Stewardship Council“ (FSC) eine der beiden großen, weltweit agierenden forstlichen Zertifizierungsorganisationen. Beide Organisationen beurteilen die Nachhaltigkeit von Forstbetrieben nach Nachhaltigkeitskriterien und –indikatoren. Heute sind rund 21 Mio. ha der finnischen Wälder nach PEFC zertifiziert.

Nationales Forstprogramm

Wie in Deutschland, so ist auch in Finnland aufgrund der internationalen Verpflichtungen ein Nationales Forstprogramm (NFP) entwickelt worden (Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, 1999). Herangehensweise und Zielrichtung unterscheiden sich aber von der deutschen. Zusätzlich zu den „runden Tischen“ der Experten fanden in Finnland eine Vielzahl öffentlicher Foren statt, die der Öffentlichkeit die Möglichkeit gaben, an der Gestaltung des NFP direkt und aktiv teilzunehmen. Im Unterschied zum deutschen Nationalen Waldprogramm, das in erster Linie den Charakter einer Absichtserklärung der beteiligten Gruppen hat, und aufgrund der föderalen Struktur der Bundesrepublik haben muss, werden im finnischen NFP konkrete Ziele festgelegt:

- Die jährliche Nutzung heimischen Holzes durch die finnische Industrie soll bis 2010 um 5 bis 10 Mio. m³ gesteigert werden.
- Der Exportwert finnischer Holz-, Papier- und Zellstoffwaren soll bis 2010 verdoppelt werden.
- Die energetische Nutzung von Holz soll bis zum Jahr 2010 auf jährlich 5 Mio. m³ ansteigen.

Um diese ehrgeizigen Ziele erreichen zu können, garantiert der finnische Staat der Forst- und Holzindustrie wirtschaftliche Rahmenbedingungen, die eine herausragende Position im globalen Wettbewerb sicherstellen.

Die im finnischen NFP definierten ökologischen Ziele sind sehr viel weicher formuliert. So soll die ökologische Nachhaltigkeit im Privatwald vermehrt durch Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes, also Ausgleichszahlungen für entgangenen Nutzen, gesichert werden. Auch der Aspekt der Multifunktionalität der Wälder wird berücksichtigt, indem Forschungsaktivitäten in diesem Bereich verstärkt und die gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis umgesetzt werden sollen.

2.2.2.3 Lettland

Für Lettland gilt, wie für alle baltischen Staaten, dass im Gegensatz zu den anderen neuen Mitgliedstaaten der EU, nach der Unabhängigkeit von der Sowjetunion staatliche Strukturen erst aufgebaut werden mussten. Dies gilt auch für den forstlichen Bereich. Eine Forstpolitik nach westlichem Verständnis gab es nicht.

Die zu bewältigenden Aufgaben nach der Unabhängigkeit waren vielfältig:

- Aufbau einer funktionierenden Verwaltung,
- Schaffung eines rechtlichen Rahmens,
- Klärung der Eigentumsverhältnisse,
- Inventur der Wälder,
- Definition verbindlicher Bewirtschaftungsregeln.

Lettische Forstpolitik

Wie die anderen baltischen Staaten, so hat auch Lettland die Tatsache, bei Null anfangen zu müssen, genutzt und moderne, internationalen Vereinbarungen und Abkommen entsprechende forstpolitische Ziele und Prinzipien formuliert. Diese sind am 28.04.1998 vom lettischen Kabinett verabschiedet worden. Grundprinzip ist die ökologisch, ökonomisch, kulturell und sozial nachhaltige Nutzung der lettischen Wälder. Die staatliche lettische Forstpolitik ist darauf ausgerichtet, die unterschiedlichen gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald durch:

- Schaffung eines günstigen Umfelds für die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung,
 - Schutz der ökologischen Vielfalt der lettischen Wälder,
 - Sicherung der sozialen Funktionen der Wälder,
 - Optimierung des rechtlichen Rahmens
- auszugleichen.

Wie dieser Ausgleich stattfinden soll, wird für die Bereiche:

- Wald und Waldflächen,
- Waldeigentum,
- Ökonomie,
- Wald und Umwelt,
- Soziales,
- Staatliche Rolle bei der Sicherung der Nachhaltigkeit,
- Forstliche Ausbildung, Forstwissenschaften, forstliches Informationssystem

im einzelnen geregelt.

Eine forstpolitisch bedeutende Entwicklung, die in abgeschwächter Form (Landesanstalt, Anstalt des öffentlichen Rechts) in Deutschland auf Ebene der Bundesländer vollzogen wird, ist in Lettland bereits umgesetzt, nämlich durch die Überführung des staatlichen Waldeigentums in eine Aktiengesellschaft, die allein für die Bewirtschaftung des

Staatswaldes verantwortlich und von allen hoheitlichen Aufgaben befreit ist umgesetzt worden. Hohetliche Aufgaben werden nur von der staatlichen Forstverwaltung wahrgenommen.

Das der Nachhaltigkeitsbegriff unterschiedlich verstanden und interpretiert werden kann, zeigt die derzeitige Menge des lettischen Holzeinschlags (s. 3.2.2). Diese ist seit Beginn der Unabhängigkeit stark angestiegen und liegt in den letzten Jahren über dem jährlichen Zuwachs. Sollte dieser Trend auch in den nächsten Jahren anhalten, wäre die nachhaltige Holzproduktion in Lettland gefährdet.

Zertifizierung

Forstwirtschaft und Holzindustrie haben seit Beginn der Unabhängigkeit Lettlands eine erstaunliche Entwicklung genommen und sind zu einem Grundpfeiler der lettischen Wirtschaft geworden. Die starke Exportorientierung hat auch in Lettland zur Einführung forstlicher Zertifizierung geführt. Im Gegensatz zu Finnland, wo die Zertifizierung nach PEFC-Standard überwiegt, ist der überwiegende Teil des lettischen Waldes nach Kriterien des FSC zertifiziert. Hierzu gehört auch der gesamte Staatswald.

2.2.3 Konsequenzen für die Biomassepotenziale

Eine isolierte Beurteilung des forstpolitischen Handelns im Hinblick auf die Entwicklung der forstlichen Biomassepotenziale ist sowohl auf Ebene der EU als auch auf Ebene der Mitgliedstaaten wenig sinnvoll. Da auf EU-Ebene eine koordinierte und kohärente Forstpolitik nicht stattfindet, haben derzeit energie-, wirtschafts-, umwelt- und agrarpolitische Beschlüsse den stärksten Einfluss auf die Mobilisierung forstlicher Potenziale. Aufgrund der generellen politischen Ausrichtung in Richtung nachhaltige Entwicklung, Erhöhung des Anteils regenerativer Energie, etc erscheint es nicht unwahrscheinlich, dass auch die energetische Nutzung von Holz auf Ebene der EU eine stärkere Förderung erfahren wird. Zumal dann, wenn durch rechtliche Regelungen oder Zertifizierung sicher gestellt ist, dass das genutzte Holz den vielfältigen Kriterien an eine nachhaltige Erzeugung entspricht.

Auf nationaler Ebene gilt im Wesentlichen das Gleiche. Am Beispiel Deutschlands, das aufgrund seiner föderalen Struktur im Konzert der anderen Mitgliedstaaten der EU eine gewisse Sonderrolle einnimmt, wird deutlich, dass die im Erneuerbaren Energien Gesetz getroffenen Regelungen, die ja vornehmlich energie- und umweltpolitische Ziele umsetzen sollen, eine viel größere Wirkung auf die Mobilisierung forstlicher Biomassepotenziale

haben, als forstpolitische Beschlüsse des Bundes und der Länder. Hinzu kommt, dass die energetische Nutzung von Holz im forstpolitischen Raum bisher nicht thematisiert worden ist. Dass dies nicht so sein muss, zeigt das Beispiel Finnland. Dort ist die verstärkte energetische Nutzung von Holz im Nationalen Forstprogramm als ein prioritäres forstpolitisches Ziel verankert. Ob sich dieses Ziel angesichts des steigenden Holzbedarfs der finnischen Papier- und Zellstoffindustrie erreichen lassen wird, muss abgewartet werden. In Lettland ist die energetische Nutzung von Holz angesichts der starken Exportorientierung der Holzwirtschaft noch kein Thema, das forstpolitisch aufgegriffen worden ist. Im Zuge der stärkeren Integration in die EU und dem zunehmenden Einfluss politischer Vorgaben der EU ist mittelfristig auch in Lettland mit einer größeren Rolle der energetischen Nutzung von Holz zu rechnen.

2.3 Europäische Agrarpolitik

2.3.1 Ausrichtung und Entwicklungen

Europaweit werden die Möglichkeiten der Biomasseproduktion als auch die Herstellungskosten entscheidend von den folgenden agrarpolitischen Rahmenbedingungen geprägt:

- Weiterlaufende technische Fortschritte in Form von Ertragssteigerungen bei der agrarischen Rohstoffproduktion.
- Weiterlaufende technische Fortschritte in der Rohstoffumwandlung, sprich Futterverwertung in der tierischen Veredlung.
- WTO-Verpflichtungen zur Rückführung subventionierter Exporte überschüssiger Agrarprodukte der Europäischen Union.
- Entkopplung der bisher produktbezogenen Preisausgleichszahlungen für Getreide, Ölfrüchte und tierische Produkte, was zu einer stärkeren Flächenfreisetzung durch Abbau der Milch- und Rindfleischproduktion führen wird.
- EU-Osterweiterung, die zu schwer einschätzbaren Produktionssteigerungen, insbesondere bei Getreide und Ölfrüchten, führen wird.

Die für die relevante Fragestellung dieser Studie wichtigsten Triebkräfte und Entwicklungen der politischen Rahmenbedingungen werden im Folgenden erläutert.

Uruguay-Runde des GATT

Die Produktionsentwicklung der deutschen und europäischen Landwirtschaft wird durch die zentralen Bestimmungen der Uruguay-Runde des GATT maßgeblich bestimmt. Sie geben den Rahmen für das Niveau der inländischen Stützung, den Umfang der Exportsubventionen und den Marktzugang vor und verlangen, dass die EU durch Abbau der inländischen Stützung mehr internationalen Wettbewerb auf den Binnenmarkt zulässt, weniger agrarische Überschussprodukte mit hohen Subventionen auf dem Weltmarkt exportiert und Drittländern einen höheren Mindestmarktzugang ermöglicht.

EU-Agrarreform von 1992

Die europäische Agrarpolitik hat darauf mit der EU-Agrarreform (1992) reagiert, in dem sie eine grundsätzliche Trennung von Markt- und Einkommenspolitik eingeführt hat. Die Kernelemente bestanden in einer schrittweisen Senkung der administrierten Stützpreise, beispielsweise bei Getreide um –33 %, bei Butter –5 % und bei Rindfleisch –15 % sowie die Einführung von Weltmarktpreisen für Ölsaaten und Eiweißpflanzen gegen eine Gewährung von produktbezogenen Ausgleichszahlungen für die genannten Produktbereiche. Infolge des Abbaus der Exportmengen und -subventionen von EU-Agrarprodukten und der Gewährung eines höheren Marktzugangs musste eine Flächenstilllegungsverpflichtung eingeführt werden, die bis zum Jahr 2000 in Abhängigkeit von der Marktlage flexibel variierte und mit der Agenda 2000 auf 10 % festgeschrieben wurde. Gleichzeitig wurde vorgesehen, dass auf Stilllegungsflächen nachwachsende Rohstoffe produziert werden können.

EU-Agenda 2000

Als ein weiterer Schritt zur Anpassung der EU-Agrarpolitik an die Ziele und Bedingungen des in GATT bzw. WTO verfolgten internationalen Freihandels wurde auf dem EU-Sondergipfel der Staatsminister am 26. März 1999 in Berlin die Agenda 2000 beschlossen, die bis zum Jahr 2006 eine weitere Absenkung der Stützpreise für Getreide, Ölfrüchte, Eiweißpflanzen, Rindfleisch und Milchprodukte bei gleichzeitiger Erhöhung der Preisausgleichszahlungen einführt.

WTO II

Noch während der Laufzeit der Agenda 2000 wurden für die laufenden Verhandlungen der WTO II-Runde (2006 - 2012) neue Vorschläge vorgelegt, die von der EU-Agrarpolitik eine noch weitergehende Liberalisierung verlangen. Über einen eigenen Vorschlag der EU-

Kommission vom Dezember 2002 bezüglich Zollabbau, Exporterstattungen und Abbau der internen Stützung in erheblichem Umfang ging ein Vorschlag des WTO-Verhandlungsführers, Steward Harbinson, im Januar 2003 wesentlich hinaus. Die Vorschläge sind im Einzelnen in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: WTO II (2006 – 2012)

Vorschlag der EU-Kommission (Dezember 2002)			
<i>Zollabbau</i>			
Durchschnitt aller landwirtschaftlichen Produkte			- 36 %
Minimum			- 15 %
<i>Exporterstattungen (Budget)</i>			- 45 %
<i>Interne Stützung</i>			- 55 %
Vorschlag des WTO-Agrarverhandlungsführers, Stuart Harbinson, (Januar 2003)			
<i>Zollabbau (innerhalb von 5 Jahren)</i>			
	<i>Kategorie I</i> (Zollsatz >90 %)	<i>Kategorie II</i> (Zollsatz 15-90 %)	<i>Kategorie III</i> (Zollsatz <15 %)
Durchschnitt	- 60 %	- 50 %	- 40 %
Minimum	- 45 %	- 35 %	- 25 %
<i>Exporterstattungen (Budget)</i>			
- innerhalb von 5 Jahren			- 50 %
- innerhalb weiterer vier Jahre			- 50 %
<i>Interne Stützung (Direktbeihilfen)</i>			
Green box (Umweltmaßnahmen)			Kürzungen
Blue box (Flächen- und Tierprämien)			- 50 %
Yellow box (interne Preisstützung)			- 60 %

Da die wichtigsten Partner mit ihren Vorschlägen in der im September 2003 stattgefundenen Konferenz in Cancun (Mexiko) sehr weit auseinander lagen, scheiterten die Bemühungen zu einem Verhandlungsergebnis zu kommen. Gleichwohl wird es sehr wahrscheinlich zu einem Abschluss der WTO II-Verhandlungen kommen.

Midtermreview, GAP-Reform vom 26.06.2003 und deren Umsetzung

Bis zum Jahr 2012 hat sich die Europäische Union auf der Grundlage einer sog. Halbzeitbewertung der Agenda 2000 für die Zeit von 2004 -2012/13 im Juni 2003 auf die in Tabelle 6 dargestellten Eckpunkte der Politikrahmenbedingungen festgelegt.

Tabelle 6: Halbzeitbewertung der Agenda 2000 (2004 - 2013)

Eiweißpflanzen:	- Umwandlung des Zuschlages für Eiweißpflanzen in Höhe von 9,5 €/t in eine Flächenzahlung in Höhe von 55,57 €/ha
CO ₂ -Kredit:	- zusätzliche Flächenprämie von 45 €/ha für den Anbau von Energiepflanzen
Rindfleisch:	- Flächen, die zum 31.12.2002 als Dauergrünland bewirtschaftet wurden, müssen als Dauergrünland erhalten bleiben
Milch:	- Beibehaltung der Quoten bis 2014/15 - Preiskürzungen von 2004 bis 2007: MMP: -15 % (2004-2006: -5 %/Jahr) Butter: -25 % (2004-2006: -7 %/Jahr, 2007: -4 %/Jahr) - Einführung und stufenweise Anhebung einer Milchkuhprämie parallel zur Preissenkung (2004: 11,81 €/t, 2005: 23,65 €/t, 2006: 35,5 €/t) - Anhebung der Milchquoten von 2006 bis 2008 um 1,5 % (0,5%/Jahr), zusätzliche Quoten für Griechenland und Portugal (Azoren)
Flächenstilllegung:	- Konjunkturelle Flächenstilllegung 10% (2003/04 nur 5 %) - langfristige nicht rotierende Stilllegung (10 Jahre)
Entkoppelung:	- produktionsentkoppelte betriebsbezogene oder regional einheitliche flächenbezogene Einkommenszahlung (Prämiensumme einer Basisperiode) - Berechnung betriebsindividueller Prämienansprüche je ha - Handelbarkeit der Prämienansprüche
Umsetzung in Deutschland	- alle betriebsbezogenen Direktzahlungen werden ab 2005 stufenweise entkoppelt - ab 2005 wird im Durchschnitt des Bundesgebietes eine Grünlandprämie von 79 €/ha und eine Ackerlandprämie von 301 €/ha gezahlt - sie werden ab 2009 bis 2013 stufenweise in eine regional differenzierte einheitliche Prämie für landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland von durchschnittlich 328 €/ha überführt
Degression und Modulation:	- Modulation 2003-2013 - steigende Kürzungssätze: 3 % (2005), 4 % (2006), 5 % (2007), 5 % (2008-2013) - keine Kürzung bis 5 000 € Prämie je Betrieb
Cross Compliance:	- Teilweise oder vollständige Kürzung bei Nichteinhaltung bestimmter Auflagen
Betriebsbezogene Audits:	- Obligatorische Teilnahme von Betrieben mit mehr als 15 000 € Direktzahlungen oder 100 000 € Umsatz im Jahr

Der Anbau von so genannten Grandes-Cultures-Pflanzen verpflichtet die Landwirte bis 2002/03 nach der GAP der EU, 10 % ihrer Fläche stillzulegen. Dieser Anteil wurde zur Ernte 2004 auf Grund der Marktsituation auf 5 % reduziert. Auf der Stilllegungsfläche dürfen Kulturpflanzen angebaut werden, wenn diese nicht primär für Nahrungsmittelzwecke angebaut werden. Für die Stilllegungsfläche erhält der Landwirt eine Flächenprämie in Höhe der Kulturpflanzen, unabhängig davon, ob diese brach liegt oder mit Nachwachsenden Rohstoffen bestellt ist. Einzige Ausnahme ist der Anbau von Zuckerrüben (sowie Topinambur

und Zichorienwurzel). Diese dürfen angebaut werden und werden als Stilllegungsfläche anerkannt; es wird jedoch keine Flächenprämie gewährt.

Danach wird es in Zukunft in den EU-Mitgliedstaaten produktionsentkoppelte Einkommenszahlungen geben, die ab dem Jahr 2013 - von wenigen Ausnahmen abgesehen - als Flächenprämie gezahlt wird, und zwar unabhängig, ob darauf produziert wird oder eine Flächenpflege durchgeführt wird. In Deutschland wird die Einkommenszahlung nach der Entkopplung im Durchschnitt des Bundesgebietes 328 €/ha landwirtschaftlich genutzte Fläche betragen. Sie schwankt allerdings von Bundesland zu Bundesland zwischen 265 €/ha - 360 €/ha. Als Folge der Entkopplung werden die Deckungsbeiträge der Nahrungs- und Biomassekulturen um den bisher gewährten Prämiensatz niedriger sein. Für Energiepflanzenanbau gibt es eine zusätzliche gekoppelte Flächenprämie (CO₂-Kredit) in Höhe von 45 €/ha, von der allerdings keine nennenswerte Angebotswirkung zu erwarten ist.

Die am 1. Mai 2004 beigetretenen mitteleuropäischen Länder haben sich für die Gewährung einer entkoppelten Einkommenszahlung, gebunden an Grünland- und Ackerflächen entschieden, die derzeit in der Größenordnung von 100 € je ha liegt und sukzessive an das Niveau der Einkommenszahlungen in den Mitgliedstaaten EU-15 herangeführt werden kann. In den Beitrittsländern gab es vorher keine nennenswerte flächengebundene Einkommenszahlung. Insofern wird dort der Anbau von Nahrungs- und Biomassekulturen generell wettbewerbsfähiger. Ob sich daraus ein Angebotszuwachs durch Produktivitätssteigerung und Inanspruchnahme brach liegender Flächen ergibt, ist umstritten und schwer prognostizierbar, weil bei durchweg hohen Pachtlandanteilen auch ein Anstieg der Pachtpreise bereits zu beobachten ist, der den Produktionsanreiz teilweise kompensiert.

Reform der EU zur zukünftigen Zuckermarktordnung

Die europäische Zuckermarktordnung gilt noch bis zum Jahr 2006. Danach ist eine grundlegende Reform am 24.11.2005 beschlossen, die im Zeitraum 2006 - 2010 umgesetzt wird. Die Europäische Union produziert gegenwärtig etwa 30 % der Erzeugung für den Export auf dem Weltmarkt (einschließlich der Reexporte von zollfreiem Importzucker aus den AKP-Staaten). Die Exporterlöse für Zucker der Europäischen Union auf dem Weltmarkt waren in den letzten Jahren so gering, dass die Produktionskosten nicht gedeckt waren. Es zeigte sich auch, dass die in Frankreich schon vor zwei Jahrzehnten aufgebaute Bioethanolproduktion sich aus Zuckerrüben unter freien Wettbewerbsbedingungen am Markt bisher nicht durchsetzen konnte. Gleichwohl ist die Reform der Zuckermarktordnung der Europäischen Union von großer Bedeutung für die Potenziale der Biomasseproduktion von

agrarischen Nutzflächen. Deshalb werden im Folgenden die derzeitige Situation auf dem Zuckermarkt der Europäischen Union sowie die Reform der Zuckermarktordnung kurz dargestellt.

Tabelle 7 zeigt, dass nach der derzeitigen Zuckermarktordnung (Status quo) über 5 Mio. t Zucker exportiert wird und gegenüber der derzeitigen Produktion eine Quotenkürzung um mindestens 4 Mio. t stattfinden müsste. Aufgrund der Beschlüsse der EU mit Zollpräferenzländern (EBA für die LDC's) wird zukünftig nahezu eine Verdopplung der Einfuhr von Zucker in die Europäische Union erwartet.

Tabelle 7: Wichtige Daten zum Zuckermarkt in der EU-25, Zeithorizont 2010 - 2015
Quelle: nach Angaben der EU-Kommission

Option	Produktion		Einfuhr	Ausfuhr	
	Quote	Insgesamt		Erstattungen	Insgesamt
	Mio. t	Mio. t	Mio. t	Mio. t	Mio. t
Derzeit	17,5	20,0	1,9	2,8	5,3
"Status Quo" 2010 - 2015	13,5	16,0	4,0	1,5	4,0

Nachdem die EU-Kommission im Juli 2004 vorgeschlagen hatte, alle Elemente der Zuckermarktordnung weitgehend unverändert beizubehalten, hat es keinen Paradigmenwechsel für den Zuckermarkt sondern einen Kompromiss gegeben. Unter Beibehaltung der Quotenregelung sieht die Reform vom November 2005 zwar keine Quotenkürzung, aber eine Preissenkung bei Zucker und entsprechend bei Zuckerrüben in vier Stufen um 36 % bzw. 39 % vor. Für die Beitrittsländer ergibt sich keine Quotenkürzung, weil diese Länder im Durchschnitt keine nennenswerten Zuckerüberschüsse erzeugen. Für die EU-15 folgt aus der Reform der Zuckermarktordnung, dass von der derzeitigen Zuckerrübenanbaufläche für Quotenrüben voraussichtlich etwa 25 % freigesetzt werden; das sind in Deutschland etwa 100 000 ha und in der EU-15 knapp 400 000 ha. Diese Flächen eignen sich gut für Getreide-, Raps- und Sonnenblumenanbau, so dass sie nicht brach fallen werden. Stattdessen ist eventuell eine Anhebung des obligatorischen Stilllegungssatzes eine zwangsläufige Konsequenz.

Im Zusammenhang mit der Zuckermarktordnung ist in die Überlegungen einzubeziehen, dass im Rahmen von WTO ein sog. Panel von einigen Mitgliedsländern gegen die Europäische Union im Mai 2005 durchgesetzt worden ist. Danach muss die Europäische Union auf den Reexport von 1,3 Mio. t Zucker, importiert im Rahmen von Präferenzabkommen aus sog. AKP-Staaten, und den Export von sog. C-Zucker im Umfang von 3,0 Mio. t auf den

Weltmarkt verzichten. Entsprechend muss die Anbaufläche der EU-25 um weitere 20 % bzw. um 400 000 ha reduziert werden. Dies führt wiederum zu erhöhter Getreide-, Raps- und Sonnenblumenproduktion und möglicherweise zu einer zusätzlichen Ausdehnung der Flächenstilllegung.

Zuckerrüben bieten ein hohes Flächenpotenzial für die Biomasseerzeugung. Sie können zur Produktion von Bioethanol ebenso wie zur Stromerzeugung nach den im Jahr 2004 angehobenen Einspeisetarifen (EEG) verwendet werden. Dabei wird entscheidend sein, in wie weit die Unternehmen der Zuckerindustrie den Restrukturierungsfond der EU nach der Reform der nutzen werden, um bestehende Zuckerfabriken mit der gesamten oder mit Teilkapazitäten zur Ethanolproduktion nutzen werden. Die beschlossene Zuckermarktordnung sieht vor, dass die Zuckerindustrie bei Aufgabe der Zuckererzeugung eine einmalige Strukturprämie in Höhe von 730 € in 2006/07 und 2007/08, 625 € in 2008/09 und 520 € in 2009/10 je t Zucker erhält, die über eine obligatorisch zu leistende Strukturabgabe in Höhe von 126,4 bzw. 173,8 bzw. 113,3 und 0 €/t Zuckererzeugung in den jeweiligen Jahren finanziert wird.

Unabhängig davon müssen die WTO-Vereinbarungen in dieser und in der folgenden Periode umgesetzt werden. Schon daraus ergibt sich eine Einschränkung der europäischen Zuckerrübenproduktion für den Nahrungssektor bei einer gleichzeitigen Produktpreissenkung. Es kann derzeit nicht abschließend beurteilt werden, ob die europäische Zuckerindustrie zukünftig eine Aufrechterhaltung der Rübenproduktion anstrebt und die nicht für die Zuckerherstellung bestimmten Zuckerrüben zur Erzeugung von Bioethanol einsetzt oder eine entsprechende Reduzierung der Verarbeitungskapazitäten vornimmt, wodurch in Deutschland etwa 150 000 - 250 000 ha und in der EU-15 400 000 - 1 Mio. ha Rübenfläche freigesetzt wird, die entweder stillgelegt oder zur Biomasseproduktion herangezogen werden könnte.

In der EU-25 werden derzeit etwa 20 Mio. t Weißzucker auf rund 2 Mio. ha Zuckerrübenfläche produziert. Zur Selbstversorgung der EU-25 werden etwa 16 Mio. t Weißzucker benötigt.

Umwelt- und Naturschutzpolitik

Sowohl auf EU- als auch auf der Ebene der Mitgliedstaaten sind eine Vielzahl von Richtlinien und Verordnungen zum Schutz der biologischen Vielfalt erlassen worden. Mit der Umsetzung der FFH-Richtlinie und der stärkeren Integration von Naturschutz in die Nutzung der Landschaften sowie die Ausweisung von Naturschutzgebieten wurde ein zielführender Weg

beschritten. Wenn die FFH-Gebietsmeldungen in Deutschland knapp 10 % und Naturschutzgebiete etwa 3 % an der Landesfläche einnehmen, wird deutlich, dass der Flächenanspruch noch nicht vollständig gedeckt ist. EU-Programme werden in vielen Bundesländern durch Agrarumweltprogramme ergänzt, die auf die Verringerung stofflicher Belastungen vorrangig ausgerichtet sind, für den Artenschutz aber weniger Wirkung entfalten. Die im Juni 2003 auf europäischer Ebene beschlossene Reform der gemeinsamen Agrarpolitik strebt eine stärkere Mittelumwidmung von der sog. ersten Säule (Direktzahlungen) in die zweite Säule (Entwicklung des ländlichen Raumes) an. Dazu dient die Einhaltung von zusätzlichen Vorschriften in den Bereichen Umwelt, Futtermittel- und Lebensmittelsicherheit sowie Tiergesundheit und Tierschutz (Cross-Compliance). Diese 19 Einzelvorschriften umfassenden Regelungen werden einen Beitrag dazu leisten, landwirtschaftliche Flächen in gutem landwirtschaftlichem und ökologischem Zustand zu halten, Dauergrünland zu erhalten und stoffliche Belastungen zu verringern. Die Mitgliedstaaten haben bei der nationalen Umsetzung der Agrarreform einen größeren Spielraum erhalten, der in unterschiedlichem Ausmaß von den Mitgliedstaaten für ein beschleunigtes Wachstum des ökologischen Landbaus genutzt wird. Der Anteil der Betriebe des ökologischen Landbaus in Deutschland liegt bisher bei etwa 4 % an der Gesamtzahl der Betriebe und etwa auch an der Gesamtfläche. Seit dem Jahr 1994 hat sich die Zahl der ökologisch wirtschaftenden Betriebe zwar verdreifacht, es ist jedoch schwer prognostizierbar, wie sich der Umfang des ökologischen Landbaus weiter entwickelt und ob er bis zum Jahr 2020 Zielgrößen von 20 % erreichen wird. Festzuhalten bleibt, dass Umwelt- und Naturschutzziele teilweise in Konkurrenz zu Biomassezielen stehen.

2.3.2 Situation in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten

Bekanntlich ist der Agrarmarkt der Europäischen Union der Sektor, der seit 40 Jahren unter gemeinsamen politischen Rahmenbedingungen weitgehend harmonisiert wurde. Es gelten demnach gleiche Marktordnungen, Stützpreise und Außenhandelsregelungen für alle EU-Mitgliedstaaten. Dies gilt nicht gleichermaßen für die Steuer-, Umwelt-, Sozialpolitik und andere Bereiche. Letztere sind für die Erschließung von Biomassepotenzialen, beispielsweise durch Befreiung von der nationalen Mineralölsteuer, durch Mindesteinspeisungstarife in das Stromnetz und durch andere Instrumente von großer Bedeutung. Diese spezifischen Bedingungen werden zweckmäßigerweise im Zusammenhang mit den Märkten für Biomasse bzw. Bioenergieträger abgehandelt.

Für die Ausrichtung und Entwicklung der Agrarpolitik wird an dieser Stelle deshalb nur darauf hingewiesen, dass es im Rahmen der laufenden Umsetzung der GAP-Reform vom 26.06.2003 nur geringfügige Unterschiede in der Prämiengestaltung zwischen den Mitgliedstaaten gibt und dass insbesondere die Beitrittsländer die Möglichkeit haben, entkoppelte Direktzahlungen der EU durch nationale Ergänzungszahlungen aufzustocken. Nach Ablauf der Übergangsfristen wird es aber auch für die Beitrittsländer die gleichen agrarpolitischen Rahmenbedingungen geben. Auf die spezifische Situation der Förderung der Nachfrage von Bioenergieträgern wird in Kapitel 5 an Hand ausgewählter EU-Mitgliedstaaten eingegangen.

2.3.3 Konsequenzen für die Biomassepotenziale

Die bisherige Entwicklung der Agrarpolitik wurde maßgeblich von den Vereinbarungen der Uruguay-Runde des GATT, WTO I und den zu erwartenden noch etwas unsicheren Ergebnissen von WTO II bestimmt. Sie waren auf einen Abbau der inländischen Stützung, eine Reduktion der Exportsubventionen und Markttöffnung gegenüber Drittländern ausgerichtet. Die EU und andere Industrieländer mit hoher Agrarstützung haben ihre nationalen Politiken entsprechend reformiert. Es ist davon auszugehen, dass dieser Prozess nach Abschluss von WTO II beschleunigt fortgesetzt wird und nach Ablauf der Friedenspflicht in einer weiteren WTO-Runde zu einem weitgehenden Abbau aller agrarpolitischer Stützelemente führt, der etwa um das Jahr 2020 vollständig umgesetzt sein dürfte.

In diesem Prozess hat sich bereits gezeigt, dass in der EU in zunehmendem Umfang Flächen aus der Produktion fallen, die für die Nahrungsmittelproduktion nicht mehr benötigt werden. Diese sind bisher nur teilweise zur Erzeugung von Biomasse herangezogen worden, weil sich die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen erst in jüngster Zeit für diesen Produktionsbereich signifikant verbessert haben. Gleichwohl zeigt sich, dass die EU über ein vielfach höheres Potenzial für die Biomasseproduktion aus agrarischen Rohstoffen verfügt und dieses zunimmt, wenn die Osterweiterung vollzogen ist. Immerhin ist die Europäische Union ab dem 1. Mai 2004 mit acht mitteleuropäischen und zwei mediterranen Staaten um 75 Mio. Einwohner, und die landwirtschaftliche Nutzfläche um 38 Mio. ha angestiegen. Die ausgehandelten Beitragsbedingungen sehen eine besondere Förderung des ländlichen Raumes in den neuen Mitgliedsländern und die Einführung von Direktzahlungen an Landbewirtschafter vor. Daraus wird sich eine verbesserte Wettbewerbsfähigkeit auch für Energiepflanzen in den Beitrittsstaaten ergeben.

Ohne auf Details im Einzelnen einzugehen, können daraus folgende Schlüsse für die zukünftige Entwicklung der Biomasseproduktion aus agrarischen Rohstoffen gezogen werden.

- Die relative Vorzüglichkeit des Anbaus von Getreide, Ölsaaten und Eiweißpflanzen zur Versorgung der Nahrungsmittelnachfrage in der EU nimmt weiter ab.
- Die relative Vorzüglichkeit für den Anbau von Energiepflanzen wird marginal höher subventioniert (45 €/ha), erreicht dadurch aber nicht eine signifikant höhere Wettbewerbsfähigkeit.
- Die Flächennutzung für die Produktion von Rindfleisch und Milch wird durch Preissenkung und Entkopplung der bisher gewährten produktbezogenen Tierprämien und zukünftig auch Milchprämien auf marginalen Standorten zunehmend wirtschaftlich uninteressant und setzt somit Potenziale für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe frei.
- Die Flächenstilllegung wird fortgesetzt als obligatorische konjunkturelle Flächenstilllegung, wobei auf diesen Flächen nachwachsende Rohstoffe produziert werden dürfen.
- Von großer Bedeutung für die Potenziale und Kosten der Biomasseproduktion von agrarischen Nutzflächen wird die Reform der Zuckermarktordnung sein, die am 24. November 2005 definitiv beschlossen wurde, deren Einfluss auf die Reaktionen der Zuckerindustrie derzeit noch nicht abschätzbar ist.

Insgesamt folgt aus den Überlegungen und Kalkulationen, dass es für die Biomasseproduktion zukünftig mehrere zusätzliche Ressourcen gibt. Zunächst sind es die im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik stillgelegten landwirtschaftlich nutzbaren Flächen. Der Stilllegungssatz umfasst generell 10 % der sog. Marktordnungsfrüchte (Getreide, Öl- und Eiweißpflanzen). Wie die Tabelle 8 zur Flächenstilllegung nach Stilllegungsformen zeigt, spielt die mehrjährige Stilllegung für Umweltschutzzwecke in Deutschland derzeit keine Rolle. Die sog. konjunkturelle Flächenstilllegung umfasste im Jahr 2003 etwa 1,2 Mio. ha. Davon entfielen rund 820 000 ha auf obligatorische Stilllegung und rund 400 000 ha auf freiwillige Stilllegung. Auf beiden Flächenkategorien können nachwachsende Rohstoffe angebaut werden. In Deutschland wurden bis 2003 über 300 000 ha der Stilllegungsfläche durch Anbau nachwachsender Rohstoffe genutzt. Im Jahr 2003/04 wurde der Stilllegungssatz ausnahmsweise auf 5 % gesenkt. Die freiwillige Stilllegung ist gestiegen, der Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen gesunken.

Tabelle 8: Flächenstilllegung nach Stilllegungsformen (Hektar) in Deutschland
Quelle: /118/

Form der Stilllegung	1999	2000	2001	2002	2003	2004 ¹⁾
Flächenstilllegung insgesamt	1 164 891	1 113 046	.	.	.	.
davon						
konjunkturelle Flächenstilllegung	1 162 260	1 109 881	1 127 265	1 135 535	1 221 480	982 077
davon: obligatorische Stilllegung	827 209	807 742	818 533	814 530	817 829	427 838
freiwillige Stilllegung	335 051	302 139	308 732	321 005	403 651	554 239
davon: ohne Anbau nachw.						
Rohstoffe	796 772	778 167	805 110	792 779	893 088	766 822
mit Anbau nachw.						
Rohstoffe	365 488	331 714	331 640	342 756	328 392	215 255
mehrfährige Stilllegung für						
Umweltschutzzwecke (mind. 10 Jahre) ²⁾	2 631	3 165	.	.	.	.

1) Vorläufig. - 2) Angaben aufgrund geänderter Meldekategorien der Europäischen Kommission ab 2001 nicht möglich.

Eine andere Ressource für die Flächenbereitstellung für Biomasse stellen die Zuckerrübenanbauflächen dar. Diese Flächen können in Deutschland 150 000 - 200 000 ha und in der EU 400 000 - 1 Mio. ha ausmachen.

Weitere Flächenpotenziale ergeben sich bei einer Einschränkung der Milch- und Rindfleischproduktion durch die Entkopplung der produktbezogenen Prämien ab dem Jahr 2009. Es handelt sich dabei in Deutschland um 4,4 Mio. ha Grünland und Futterpflanzen, wovon schätzungsweise etwa 1/3 für die an Umfang verlierende Viehhaltung nicht mehr benötigt werden. Soweit es sich dabei um intensive Produktionsstandorte der Milcherzeugung und Rindermast handelt, stehen diese Flächen potenziell für die Biomasseerzeugung zur Verfügung; grob geschätzt 1 - 1,5 Mio. ha.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere in den neuen Mitgliedsländern der Osterweiterung Flächen- und Ertragspotenziale erschlossen werden, wenn neben der Nahrungsmittelproduktion wirtschaftlich interessante Bedingungen für Bioenergieträger geschaffen werden und entsprechende Herstellungsanlagen in den Ländern entstehen.

3 Biomasseangebot

3.1 Begriffsbestimmungen und Vorgehen

Bei den Energiepotenzialen der einzelnen Bioenergieträger kann zwischen theoretischen, technischen, wirtschaftlichen und erschließbaren Potenzialen unterschieden werden /62/.

- Das theoretische Potenzial regenerativer Energien ergibt sich aus dem physikalischen Angebot der erneuerbaren Energiequellen (sämtliche Phyto- und Zoomasse) und stellt damit eine theoretische Obergrenze des verfügbaren Energieangebots dar. Wegen grundsätzlich unüberwindbarer technischer, ökologischer, struktureller und administrativer Schranken kann es zumeist nur zu sehr geringen Anteilen erschlossen werden und ist deshalb zur Beurteilung der tatsächlichen Nutzbarkeit des erneuerbaren Energieangebots i. Allg. nicht relevant.
- Das technische Potenzial beschreibt demgegenüber den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der derzeitigen technischen Möglichkeiten nutzbar ist. Im Einzelnen werden bei der Berechnung die verfügbaren Nutzungstechniken, ihre Wirkungsgrade, die Verfügbarkeit von Standorten auch im Hinblick auf konkurrierende Nutzungen sowie "unüberwindbare" strukturelle, ökologische (z. B. Naturschutzgebiete) und weitere nicht-technische Beschränkungen berücksichtigt.
- Unter dem wirtschaftlichen Potenzial einer Option zur Nutzung regenerativer Energien wird der Anteil des technischen Potenzials verstanden, der im Kontext der gegebenen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wirtschaftlich genutzt werden kann. Um die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit des betrachteten regenerativen Energieträgers bzw. -systems beurteilen zu können, sind die innerhalb der jeweiligen Einsatzbereiche konkurrierenden anderen Energiebereitstellungssysteme zu definieren. Das wirtschaftliche Potenzial zur Nutzung regenerativer Energien wird damit sowohl von den konventionellen Energiesystemen als auch den Energieträgerpreisen beeinflusst.
- Das erschließbare Potenzial beschreibt den zu erwartenden tatsächlichen Beitrag einer Option zur Nutzung regenerativer Energien. Es ist in der Regel zumindest zeitweise geringer als das wirtschaftliche Potenzial, da dieses i. Allg. nicht sofort und

vollständig nur sehr langfristig (z. B. wegen begrenzter Herstellkapazitäten oder mangelnder Information) erschließbar ist. Das erschließbare Potenzial kann aber auch größer als das wirtschaftliche sein, wenn beispielsweise die betreffende Option zur Nutzung regenerativer Energien subventioniert wird (z. B. Markteinführungsprogramm).

Die Möglichkeiten der Bereitstellung von Energie aus Biomasse werden – neben der verfügbaren Umwandlungstechnik – ganz wesentlich vom Potenzial der nutzbaren Biomassen bestimmt. Dieses sog. technische Brennstoffpotenzial beschreibt den Anteil der insgesamt verfügbaren Biomasse, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist.

Zur Potenzialbestimmung werden für die hier untersuchten Sortimente – forstwirtschaftlichen Potenziale (Kapitel 3.2), die landwirtschaftlichen Flächenpotenziale (Kapitel 3.3) bzw. daraus abgeleitet die Energiepflanzenpotenziale (Kapitel 3.5) sowie die Potenziale aus Reststoffen (Kapitel 3.6) - zunächst die energetisch nutzbaren Mengen ermittelt. Daran anschließend erfolgt die Umrechnung dieser massenbezogenen Daten in Energieeinheiten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zur Biomassenutzung grundsätzlich thermo-chemische, bio-chemische und physikalisch-chemische Umwandlungsprozesse zum Einsatz kommen können, für die zur Ermittlung der Energiepotenziale jeweils unterschiedliche Wirkungs- bzw. Nutzungsgrade heranzuziehen sind (Kapitel 5). Entsprechend wird hier beispielsweise das technische Energieträgerpotenzial für thermo-chemische Umwandlungsprozesse über die substratspezifischen Heizwerte berechnet, während das technische Energieträgerpotenzial für bio-chemische Umwandlungsprozesse (z. B. Biogasgewinnung) über substratspezifische Gaserträge und einem mittleren Biogas-Heizwert von $21,4 \text{ MJ/m}^3$ ermittelt wird. Für die physikalisch-chemische Umwandlung, die nur für ölhaltige Energiepflanzen (z. B. Raps) relevant ist, erfolgt eine entsprechende Einzelfallbetrachtung.

3.2 Forstwirtschaftliche Potenziale

Holz war lange Zeit der wichtigste Energieträger in Europa. Erst mit fortschreitender Industrialisierung und dem damit verbundenen hohen Energiebedarf begann die Nutzung fossiler Energieträger. Holz spielt seit dem als Energieträger nur noch eine untergeordnete Rolle. Das Holz einen größeren Beitrag zur Energieversorgung leisten kann, soll die folgende Potenzialermittlung für die Jahre 2000, 2010 und 2020 zeigen.

3.2.1 Methodik

Herleitung der forstwirtschaftlichen Potenziale für das Jahr 2000

Die nachfolgende Herleitung der Rohholzpotenziale der EU-28 Staaten geht von der in FAOSTAT, EFSOS und TBFRA-2000 statistisch erfassten Ist-Situation des Jahres 2000 aus /222//223//224/. Da in den o. a. Statistiken ausschließlich Daten zur Waldfläche, Wirtschaftswaldfläche, Baumartenverteilung, Holzeinschlagsmenge, Rundholzproduktion, Import-, Exportmengen sowie Import- und Exportpreisen von Rund- und Brennholz erfasst sind, müssen die Rohholzpotenziale der EU-28 Staaten auf diesen Daten basierend hergeleitet werden. Ausgangsgrößen zur Herleitung der theoretischen und technischen Rohholzpotenziale sind jährlicher Zuwachs oberirdischer Holzbiomasse, Holzeinschlag und produzierte Rund- und Brennholzmenge.

$$\text{Jährlicher Zuwachs} = \text{Theoretisches Rohholzpotenzial}$$

Der jährliche Zuwachs an oberirdischer Holzbiomasse bezogen auf die Wirtschaftswaldfläche entspricht der Menge Holz, die jährlich genutzt werden kann, ohne gegen das Kriterium der Nachhaltigkeit zu verstoßen. Diese jährlich nachhaltig nutzbare Holzmenge kann mit dem **theoretischen Rohholzpotenzial** gleichgesetzt werden. Der Zuwachs auf Nicht-Wirtschaftswaldflächen, dazu gehören auch Naturschutzflächen, wird nicht berücksichtigt. Die Mengenangabe erfolgt in t atro und nicht wie sonst üblich in Vorratsfestmeter mit Rinde (Vfm. m. R.). Die Umrechnung von Vorratsfestmeter in t atro erfolgt durch Multiplikation mit dem Faktor 0,5.

$$\text{Einschlag} = \text{Rundholz} + \text{Brennholz} + \text{Waldrestholz} + (\text{Ernteverluste})$$

Als **Einschlag** wird alles Holz statistisch erfasst, das in einem Jahr gefällt wird. Der Einschlag besteht aus einem Derbholz- (Durchmesser > 8 cm) und Nicht-Derbholzanteil (Durchmesser < 8 cm). Der Derbholzanteil gliedert sich in Rundholz, das stofflich genutzt, und Brennholz, das energetisch genutzt wird. Rundholz und Brennholz sind in FAOSTAT erfasst. Hinzu kommen das weder stofflich noch energetisch verwertete Waldrestholz und sogenannte Ernteverluste. Die forstlich übliche Mengenangabe ist der Erntefestmeter mit Rinde (Efm. m. R.). Die Umrechnung in die hier verwendete Maßeinheit t atro erfolgt durch Multiplikation mit dem Faktor 0,5.

Den größten Mengenanteil am Einschlag hat das **Rundholz**. Es ist definiert als die Menge gefällten Holzes, die einer stofflichen Verwertung zugeführt wird. Die forstlich übliche

Mengenangabe ist der Erntefestmeter ohne Rinde (Efm o. R.). Durch Abzug des Rindenanteils vom Efm. m. R. gelangt man zum Efm. o. R.. Der Rindenanteil wird üblicherweise auf 10 % geschätzt. Die Umrechnung in das hier verwendete Maß t atro erfolgt inklusive Rinde durch Multiplikation mit dem Faktor 0,5.

Unter dem Oberbegriff **Brennholz** wird Derbholz zusammengefasst, das einer energetischen Nutzung zugeführt wird. Dabei kann es sich um Scheitholz oder Waldhackschnitzel handeln. Da für Scheitholz und Waldhackschnitzel unterschiedliche Maßeinheiten üblich sind, wird Brennholz in FAOSTAT in Efm. o. R. erfasst. Die Umrechnung in t atro erfolgt inklusive Rinde durch Multiplikation mit dem Faktor 0,5.

Der Derbholzanteil des Einschlags, der keiner stofflichen oder energetischen Nutzung zugeführt wird, wird als **Waldrestholz** bezeichnet. Waldrestholz wird statistisch nicht gesondert ausgewiesen, ist aber in der Mengenangabe für den Einschlag enthalten. Der Waldrestholzanteil am Einschlag wird hier für alle Länder pauschal auf 12,5 % geschätzt. Die Mengenangabe erfolgt als t atro.

Ernteverluste: Stockholz sowie Holz, das bei der Ernte verloren geht, wird unter dem Begriff Ernteverlust zusammengefasst. Die Ernteverluste werden statistisch nicht erfasst und ausgewiesen, sind aber in der Mengenangabe des Einschlags enthalten. Der Anteil am Einschlag wird auf 7,5 % geschätzt. Die Mengenangabe erfolgt in t atro.

Technisches Rohholzpotenzial aus Einschlag = Brennholz + Waldrestholz

Technisches Rohholzpotenzial aus Zuwachs = Theoretisches Rohholzpotenzial – Einschlag

Wie viel Rohholz unter Berücksichtigung heutiger technischer Möglichkeiten energetisch genutzt werden könnte, soll das **technische Rohholzpotenzial** vermitteln. Es setzt sich aus zwei unterschiedlichen Fraktionen zusammen. Das sind zum einen die nicht stofflich genutzten Anteile des Einschlags (Brennholz und Waldrestholz), im Folgenden „**technisches Rohholzpotenzial aus Einschlag**“ genannt, und zum anderen ist es der Anteil des jährlichen Zuwachses, der nicht eingeschlagen worden ist, im Folgenden „**technisches Rohholzpotenzial aus Zuwachs**“ genannt. Diese Differenzierung macht deutlich, wie viel Holz der energetischen Nutzung zur Verfügung stehen würde, wenn das Waldrestholz genutzt würde, und wie viel Holz durch Ausschöpfung des jährlichen Zuwachses zusätzlich mobilisiert werden könnte. Es wird angenommen, dass Waldrestholz und ungenutzter Holzzuwachs zu 100 % in das technische Rohholzpotenzial gehen. Die Mengenangabe erfolgt in t atro.

Herleitung der forstwirtschaftlichen Potenziale für die Jahre 2010 und 2020

Der Herleitung der forstwirtschaftlichen Potenziale 2010 und 2020 liegt eine im Vergleich zum Jahr 2000 veränderte Herangehensweise zugrunde. Die Herleitung der Potenziale beruht nicht wie im Jahr 2000 auf statistischer Datengrundlage sondern auf Modellannahmen der von UNECE und FAO durchgeführten European Forest Sector Outlook Study (EFSOS). Im Rahmen von EFSOS wurden die zukünftige Nachfrageentwicklung nach Holzprodukten und die sich daraus ergebene Veränderung der forstlichen Ressourcen in 37 europäischen Ländern prognostiziert. Die der EFSOS zugrunde liegende Modellstruktur zeigt Abbildung 7.

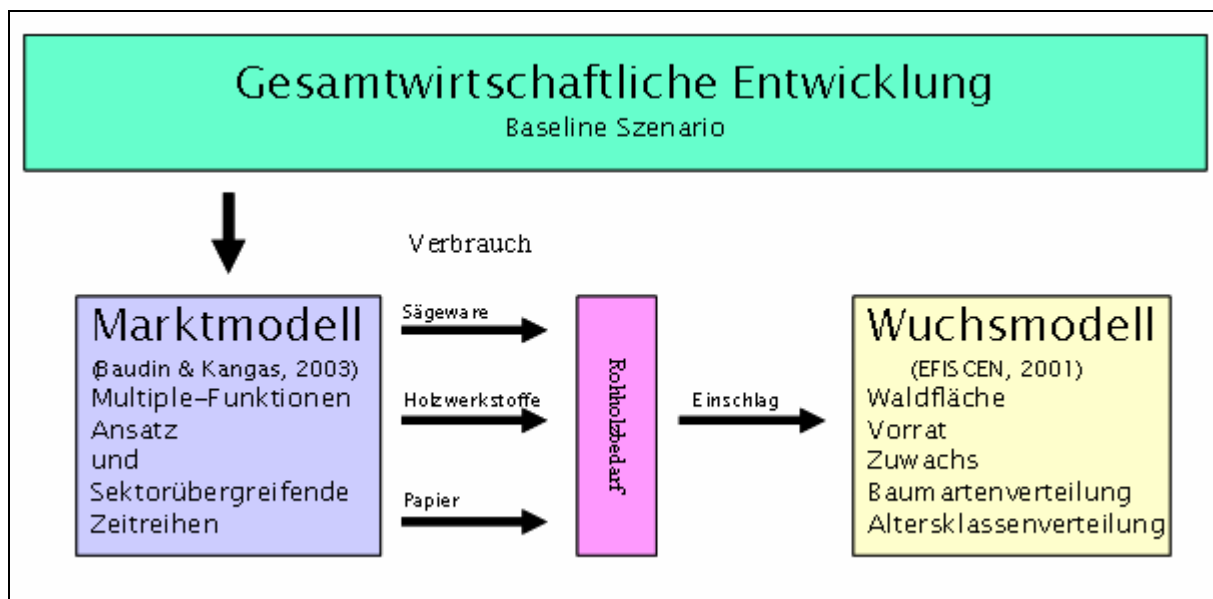


Abbildung 7: Modellstruktur der EFSOS Prognosen

Grundlage für die Prognose der Nachfrageentwicklung ist das sowohl auf Angebots- und Nachfragegleichungen als auch auf Zeitreihen beruhende Marktmodell von KANGAS und BAUDIN (2003)⁴ /121/. Dieses Marktmodell prognostiziert in Abhängigkeit von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung die Nachfrage nach Sägeware, Holzwerkstoffen, Zellstoff und Papier. Der zukünftige Bedarf an Energieholz wird nicht in die Simulation einbezogen. Der sich aus dieser Nachfrage ableitende Rohholzbedarf bzw. Einschlag dient als Eingangsgröße für die Modellierung der forstwirtschaftlichen Ressourcen in den untersuchten 37 europäischen Staaten. Diese Modellierung erfolgt mit dem von PUSSINEN et al. (2001) sowie NABUURS (2001) entwickelten European Forest Information Scenario Model

⁴ Nähere Informationen zur Modellspezifikation finden sich in: Kangas, K. und Baudin, A.(2003): Modelling and projections of forest products demand, supply and trade in Europe. Geneva Timber and Forest Discussion Paper 30 (ECE/TIM/DP/30). United Nations, Genf.

(EFISCEN) /129//131/. Dabei handelt es sich um ein flächenbasiertes Matrixmodell, das besonders für Prognosen auf regionaler oder Länderebene geeignet ist. Das Modell simuliert in Abhängigkeit vom Einschlag die Entwicklung von Holzvorrat, Holzzuwachs, Waldfläche, Baumartenverteilung und Alterklassenverteilung für Perioden von fünf Jahren.⁵ Die nachfolgende Abschätzung der forstwirtschaftlichen Potenziale für 2010 und 2020 beruht auf diesen Größen.

$$\text{Technisches Rohholzpotenzial aus Einschlag} = \text{Einschlag} - \text{Rundholz}$$

Da, wie bereits erläutert, das Marktmodell nur die Nachfrage nach stofflich genutztem Rohholz simuliert, ist eine Untergliederung des Einschlags in Rund-, Brenn- und Waldrestholz für die Herleitung der Potenziale 2010 und 2020 nicht möglich. Das **technische Rohholzpotenzial aus Einschlag** wird aus diesem Grund anders als für das Jahr 2000 aus der Differenz von Einschlagsmenge und stofflich genutztem Rundholz gebildet (s. o.). Das **technische Rohholzpotenzial aus Zuwachs** resultiert wie für das Jahr 2000 aus der Differenz von prognostizierter Einschlagsmenge und prognostiziertem Holzzuwachs. Beide zusammen bilden das gesamte technische Rundholzpotenzial. Die Herleitung des theoretischen Rohholzpotenzials entspricht ebenfalls der des Jahres 2000. Des Weiteren werden für 2010 und 2020 die Prognoseergebnisse über die Entwicklung von Wirtschaftswaldfläche, Einschlagsmenge und die Menge stofflich genutzten Rundholzes dargestellt.

Die wesentlichen Daten für die Potenzialermittlung sind auch in kurzen Ländersteckbriefen im Anhang B zusammengestellt.

3.2.2 Ergebnisse

Einen Gesamtüberblick der Ergebnisse für alle Länder findet sich im Anhang 3. Nachfolgend werden die forstwirtschaftlichen Potenziale für Deutschland, die EU-15 sowie die EU-28 zusammenfassend dargestellt.

⁵ Weitere Informationen zum Modell und Ergebnissen unter: Schelhaas, M.-J., Van Brusselen, J., Pussinen, A., Pesonen, E., Schuck, A., Nabuurs, G.-J., Sasse, V. (2003): Outlook for the development of European forest resources. Geneva Timber and Forst Discussion Papers (ECE/TIM/DP/C), United Nations, Genf.

3.2.2.1 Deutschland

Die Ergebnisse für Deutschland unterscheiden sich von denen der anderen EU-28 Staaten in zweierlei Hinsicht. Erstens ist aufgrund der guten Datenlage eine differenziertere Darstellung der Zusammensetzung der Rohholzpotenziale möglich und zweitens beziehen sich die Angaben aufgrund des Sturmes im Jahr 1999 und den damit verbundenen Verschiebungen auf den Holzmärkten nicht auf das Jahr 2000 sondern auf das Jahr 2001. Einschlagsmenge und Rundholzproduktion lagen im Jahr 2000 etwa 25 % über dem langjährigen Durchschnitt und wären daher ebenso wenig repräsentativ wie die technischen Rohholzpotenziale.

Zusätzlich zur Standarduntergliederung des Einschlags in Rund-, Brenn- und Waldrestholz ist es aufgrund der vorliegenden Erfahrungen für Deutschland möglich, auch die Ernteverluste und den Nicht-Derbholzanteil des Einschlags abzuschätzen.

Deutschland gehört mit 31 % Waldanteil zu den stärker bewaldeten EU-28 Staaten. Frankreich, Polen und Italien sind ähnlich stark bewaldet. Der jährliche Zuwachs wird allerdings nur vom nahezu doppelt so stark bewaldeten Schweden übertroffen. Bezogen auf die Wirtschaftswaldfläche lag der Zuwachs im Jahr 2001 mit 4,4 t atro/ha über dem mittlereuropäischen Durchschnitt und auf vergleichbarem Niveau mit der Tschechischen Republik. Insgesamt ist für Deutschland das höchste technische Rohholzpotenzial zu verzeichnen.

In Abbildung 8 sind für das Jahr 2001 die Verhältnisse zwischen theoretischen Rohholzpotenzial, Einschlag und technischem Rohholzpotenzial einmal grafisch aufbereitet. Vom jährlichen Zuwachs von rund 45 Mio. t atro wurden nur rund 55 % abgeschöpft. Entsprechend groß ist der Anteil des ungenutzten Zuwachses am technischen Rohholzpotenzial (17 Mio. t atro), während das Restholzpotenzial etwa 7,5 Mio. t atro umfasst.

Wie Tabelle 9 zeigt, wurden im Jahr 2001 rund 1,5 Mio. t atro Brennholz statistisch erfasst. Diese und eine statistisch nicht erfasste und nur schwer zu quantifizierende Menge, die wahrscheinlich dem Waldrestholz zuzurechnen war, wurde energetisch genutzt. Das technische Rohholzpotenzial aus Einschlag betrug 2001 insgesamt rund 7,5 Mio. t atro.

Während für die Jahre 2010 und 2020 ein leicht abnehmendes theoretisches Rohholzpotenzial prognostiziert wird (Tabelle 9), ist der Rückgang des technischen Rohholzpotenzials bedeutend. Es soll sich aufgrund der steigenden Nachfrage nach Rundholz bis 2020 um ca. 36 % auf rund 7,0 Mio. t atro verringern. Innerhalb der EU-28 lässt sich für Deutschland aber weiterhin das größte technische Rohholzpotenzial herleiten.

Tabelle 9: Forstwirtschaftliche Potenziale Deutschlands 2000 - 2020

	Einheiten [in 1000]	2000	2010	2020
Wirtschaftswald	ha	10 142	10 403	10 612
Holzvorrat	t atro	1 690 301	1 769 572	1 906 010
Theoretisches Rohholzpotenzial	t atro	45 051	43 394	42 027
Einschlag	t atro	24 677	27 122	29 262
Davon Rundholz	t atro	18 251	20 613	22 239
Brennholz	t atro	1 491		
Waldrestholz	t atro	3 085		
Technisches Rohholzpotenzial aus ungenutztem Zuwachs	t atro	17 412	16 273	12 765
Technisches Rohholzpotenzial aus ungenutztem Einschlag	t atro	7 537	6 509	7 023
Technisches Rohholzpotenzial insgesamt	t atro	24 949	22 782	19 788

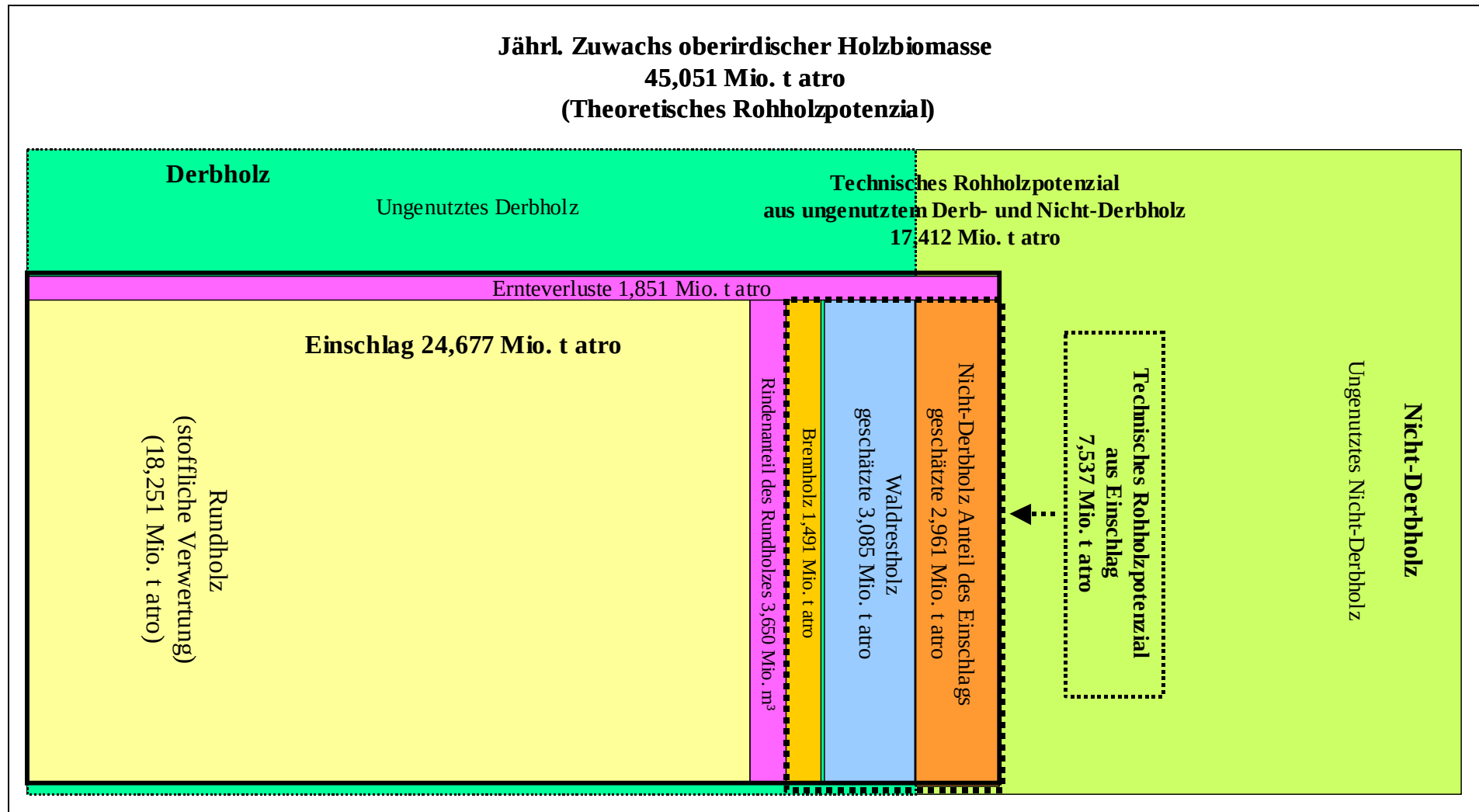


Abbildung 8: Rohholzpotenziale für Deutschland 2001
 Quelle: abgeleitet aus FAOSTAT und EFSOS

In Mitteleuropa wird Deutschland vor Frankreich und Polen auch in Zukunft aller Voraussicht nach den höchsten jährlichen Holzzuwachs bzw. das höchste theoretische Rohholzpotezial verzeichnen. Innerhalb der EU-28 wird Deutschland 2010 und 2020 nur von Schweden übertroffen.

3.2.2.2 EU-15

Das theoretische Rohholzpotezial (jährlicher Zuwachs) der EU-15 Staaten im Jahr 2000 war, wie Tabelle 10 zeigt, mit nahezu 241 Mio. t atro erheblich. Bezogen auf die Wirtschaftswaldfläche entspricht dies einer Masse von 2,54 t/ha. Davon wurden rund 67 % durch Einschlag genutzt. Der statistisch erfasste Brennholzanteil am Einschlag lag bei 9 %. Das technische Rohholzpotezial setzte sich zu 67 % aus ungenutztem Zuwachs und zu 33 % aus stofflich nicht genutztem Brenn- und Waldrestholz zusammen und umfasste umgerechnet 2 056 PJ/a. Diese Menge hätte der energetischen Nutzung maximal zur Verfügung gestanden. Das technische Rohholzpotezial aus Einschlag lag bei etwa 36 Mio. t atro/a oder 664 PJ/a.

Tabelle 10: Forstwirtschaftliche Potenziale der EU-15 Staaten 2000 – 2020
Quelle: ¹/224/, ²/223/, ³/222/

	Einheiten [in 1000]	2000	2010	2020
Waldfläche:	ha	113 567 ¹		
Wirtschaftswaldfläche:	ha	94 833 ²	95 536	96 091
Jährlicher Zuwachs oder Theoretisches Rohholzpotezial:	t atro	240 942 ²	237 011	237 064
Einschlag:	t atro	166 707	171 871	186 649
davon Rundholz:	t atro	118 302	132 648	144 052
Brennholz:	t atro	15 064		
Waldrestholz:	t atro	20 838		
Technisches Rohholzpotezial aus Einschlag:	t atro	35 902	39 223	42 597

Bis zum Jahr 2010 sinkt das theoretische Rohholzpotezial voraussichtlich um etwa 2 % auf 237 Mio. t atro, um bis 2020 konstant zu bleiben. Der Einschlag soll 2010 rund 172 Mio. t atro und 2020 rund 187 Mio. t atro betragen. Dies bedeutet eine Steigerung um gut 11 %. Der Bedarf an stofflich genutztem Rundholz steigt bis 2020 um 22 % von 118 Mio. t atro/a auf 144 Mio. t atro/a. Das insgesamt sinkende theoretische Rohholzpotezial und der höhere Bedarf stofflich genutzten Rundholzes führen zu einem sinkenden technischen

Rohholzpotenzial. Sind es im Jahr 2010 noch rund 105 Mio. t atro/a oder 1 943 PJ/a, so sollen es 2020 noch 94 Mio. t atro/a oder 1 739 PJ/a⁶ sein.

3.2.2.3 EU-28

Fasst man die theoretischen Rohholzpotenziale der EU-28 Staaten im Jahr 2000 zusammen, so gelangt man zu der bemerkenswert großen Menge von nahezu 349 Mio. t atro (Tabelle 11). Das sind 2,61 t/ha Wirtschaftswaldfläche. Dieses erhebliche Potenzial wurde zu 69 % durch Einschlag genutzt. Der Brennholzanteil am Einschlag belief sich auf rund 11 %. Das technische Rohholzpotenzial setzt sich überwiegend, nämlich zu 66 %, aus ungenutztem Zuwachs und zu 34 % aus Brenn- und Waldrestholz zusammen. Das „minimale“ Rohholzpotenzial lag im Jahr 2000 bei rund 56 Mio. t atro oder 1 024 PJ. Maximal hätten 165 Mio. t atro oder 3 046 PJ energetisch genutzt werden können.

Wie für die EU-15 so nimmt auch in den EU-28 das theoretische Rohholzpotenzial bis zum Jahr 2020 um etwas mehr als 2 % auf 341 Mio. t atro/a ab. Im Vergleich zu den EU-15 Staaten wird für die neuen Mitgliedstaaten aber ein höheres Wirtschaftswachstum erwartet. Dies soll zu einem vergleichsweise größeren Rundholzbedarf und damit Einschlag in den zehn neuen Mitgliedstaaten führen. Der prognostizierte Rundholzbedarf soll daher bis zum Jahr 2020 insgesamt um 27 % auf 212 Mio. t atro/a ansteigen. Da der Einschlag nicht um die gleiche Größenordnung steigt, sondern nur um rund 15 %, wird das technische Rohholzpotenzial bis 2020 um etwas mehr als 17 % auf rund 137 Mio. t atro/a sinken. Dies entspricht einer verfügbaren Energiemenge von 2535 PJ/a.

Abbildung 9 zeigt die technischen Brennstoffpotenziale der EU-28 Staaten mit den jeweiligen Anteilen an Brennholz, Restholz und ungenutztem Zuwachs im Jahr 2000 in PJ. Die größten Potenziale finden sich in Deutschland, gefolgt von Frankreich, Schweden, Polen, Rumänien, Italien, Finnland und Österreich. Das Brennstoffpotenzial aus Einschlag ist in den skandinavischen Ländern am höchsten. Das Brennstoffpotenzial aus Zuwachs zeigt eine sehr große Bandbreite und wird in einzelnen Staaten für das Jahr 2000 sogar negativ ausgewiesen (Portugal, Litauen, Estland). Hier überstieg der realisierte Einschlag das theoretische Rohholzpotenzial, d.h. für andere Jahre muss eine entsprechend reduzierte Nutzung

⁶ unterstellter Heizwert: 18,5 MJ/kg atro

sichergestellt werden. Insgesamt betrug das Potenzial für die EU-28 im Jahr 2000 ca. 3 070 PJ/a.

Tabelle 11: Forstwirtschaftliche Potenziale der EU-28 Staaten
Quelle: ¹/224/, ²/223/, ³/222/

	Einheiten [in 1000]	2000	2010	2020
Waldfläche ¹ :	ha	156 905 ¹		
Wirtschaftswaldfläche:	ha	133 579	134 493	134 274
Jährlicher Zuwachs oder Theoretisches Rohholzpotenzial:	t atro	348 847²	344 452	341 040
Einschlag:	t atro	240 604	250 594	276 522
davon Rundholz:	t atro	166 343 ³	191 852	211 606
Brennholz:	t atro	26 141 ³		
Waldrestholz:	t atro	30 076		
Technisches Rohholzpotenzial	t atro	56 216	58 742	66 451

Bis zum Jahr 2010 ändert sich an der Potenzialverteilung wenig. Die größten Potenziale werden, wie Abbildung 10 zeigt, nach wie vor in Deutschland, Schweden, Frankreich, Polen, Finnland und Rumänien zu finden sein. Die technischen Rohholzpotenziale aus Einschlag werden, getrieben durch den prognostizierten höheren Einschlag, besonders in Frankreich, Deutschland und Finnland ansteigen. Wie im Jahr 2000 wird in Lettland und erstmals in Belgien der Einschlag über dem theoretischen Rohholzpotenzial liegen. In beiden Ländern stehen für die energetische Nutzung keine ungenutzten Potenziale zur Verfügung. Insgesamt sinkt das Brennstoffpotenzial um etwas mehr als 7 % auf 2 841 PJ/a.

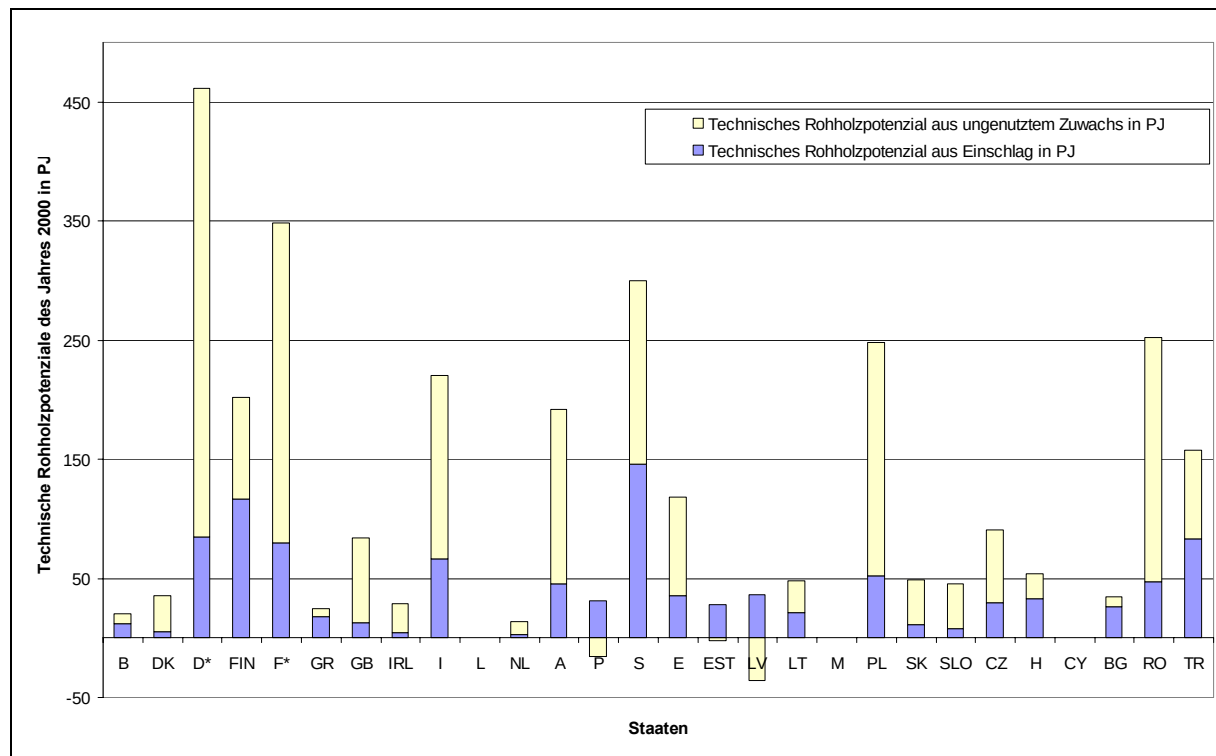


Abbildung 9: Technisches Brennstoffpotenzial aus Forstwirtschaft im Jahr 2000 in den EU-28

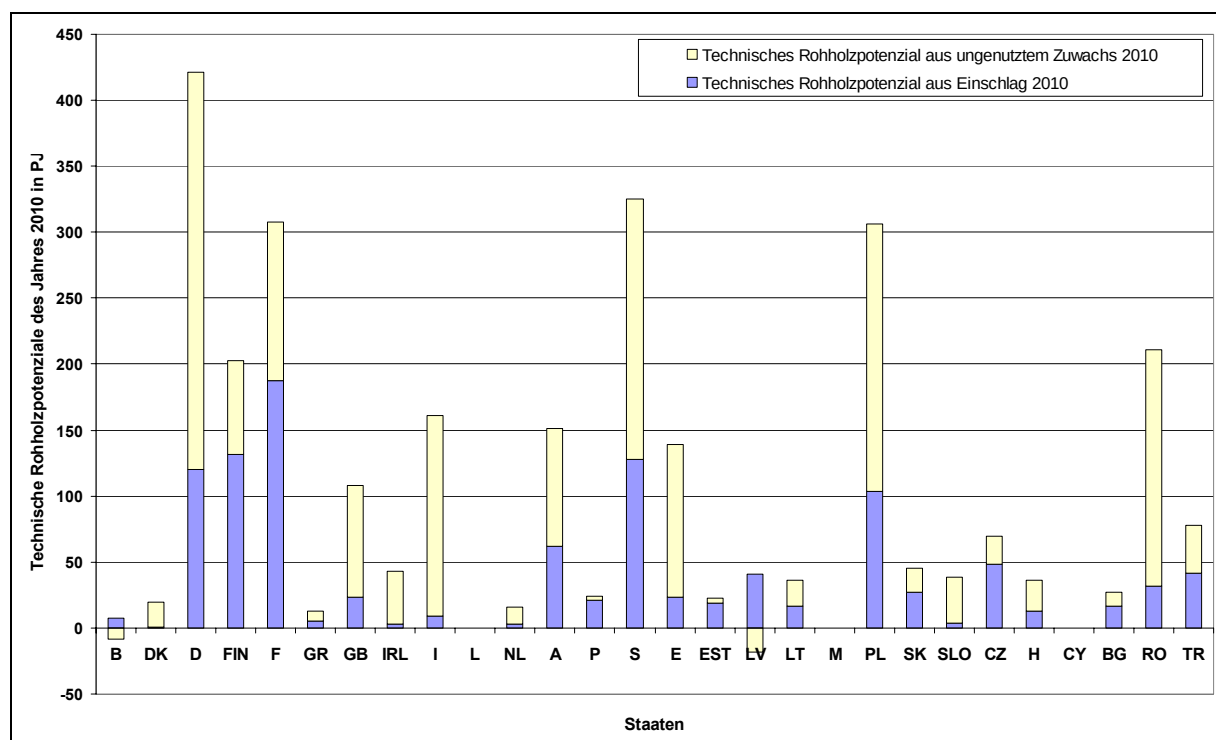


Abbildung 10: Technisches Brennstoffpotenzial aus Forstwirtschaft für das Jahr 2010 in den EU-28

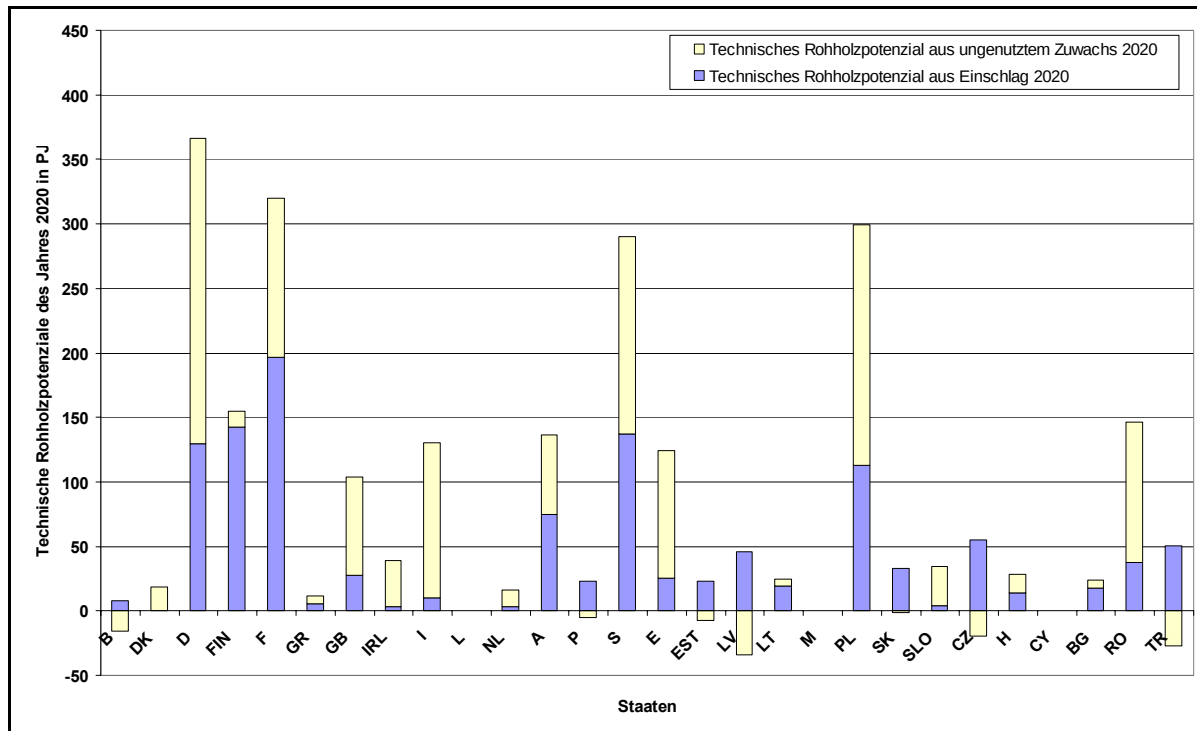


Abbildung 11: Technisches Brennstoffpotenzial aus Forstwirtschaft für das Jahr 2020 in den EU-28

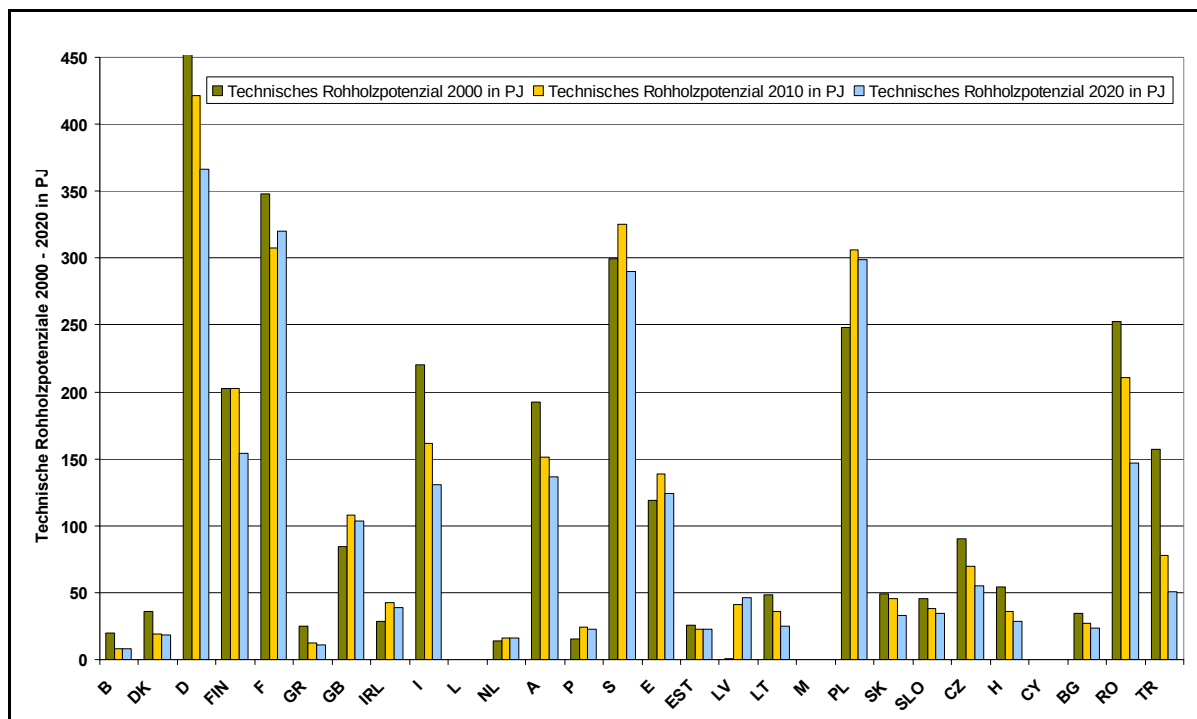


Abbildung 12: Technische Brennstoffpotenziale aus Forstwirtschaft 2000 – 2020 in den EU-28

Der Trend eines sinkenden Brennstoffpotenzials setzt sich, basierend auf den Prognosen von EFSOS bis zum Jahr 2020 fort. Bis zu diesem Zeitpunkt soll das Brennstoffpotenzial auf 2 484 PJ/a absinken. Wie Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen, verringert sich das Brennstoffpotenzial von 2010 bis 2020 mit Ausnahme Frankreichs in allen EU-28 Staaten.

Zusätzlich zu Belgien und Lettland wird auch in Portugal, der Tschechischen Republik und der Türkei erwartet, dass der Einschlag über dem theoretischen Rohholzpotenzial liegt. In diesen Ländern stehen daher 2020 voraussichtliche keine Reserven aus ungenutztem Zuwachs für die energetische Nutzung zur Verfügung.

3.2.3 Szenarienvergleich

Die im voran gehenden Kapitel dargestellten Potenzialentwicklungen basieren auf der Annahme, dass die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in den EU-28 Staaten fortgeschrieben wird und Nutzungseinschränkungen für die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern nicht ausgeweitet werden. Um abschätzen zu können, wie sich die forstwirtschaftlichen Potenziale entwickeln, wenn forstwirtschaftlich genutzte Flächen in größerem Maße als bisher zugunsten des Naturschutzes weniger intensiv nachhaltig bewirtschaftet oder ganz aus der nachhaltigen Bewirtschaftung genommen werden, soll der folgende Vergleich mit den Ergebnissen einer Potenzialabschätzung im Auftrag der European Environmental Agency (EEA).

Grundlage der Potenzialabschätzung der EEA ist wie in dieser Studie das EFISCEN Wachstumsmodell. Neben einem maximal nachhaltig zu erzielenden technischen Brennstoffpotenzial, das in seiner Zusammensetzung aus Waldrestholz und ungenutztem Zuwachs dem technischen Brennstoffpotenzial dieser Studie entspricht, haben LINDNER et al. (2005) auch ein „protected area scenario“ hergeleitet. Dieses Szenario unterstellt, dass 5 % des bewirtschafteten Waldes unter Schutz gestellt werden (z. B. als Natura 2000 Flächen) und 5 % des Potenzials durch Belassen von Totholz einer Nutzung entzogen werden. Vergleicht man die technischen Brennstoffpotenziale dieser Studie mit den Prognosen der EEA, so ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 12: Szenarienvergleich technischer Brennstoffpotenziale aus der Forstwirtschaft

	EFISCEN		EEA			
	Technisches Brennstoffpotenzial 2010	Technisches Brennstoffpotenzial 2020	Forest Energy Potential 2010	Forest Energy Potential 2020	Forest Energy Potential (Max protected area 2010)	Forest Energy Potential (Max protected area) 2020
EU-15	1 931	1 721	2 071 ¹	1 927 ¹		
EU-25	2 526 ²	2 263 ²	2 481 ³	2 305 ³	1 850 ³	1 840 ³

¹ ohne Griechenland, Luxemburg; ² ohne Malta, Zypern; ³ ohne Griechenland, Luxemburg, Malta, Zypern

Wie Tabelle 1 zeigt, liegen die Prognosen der maximal nachhaltig nutzbaren technischen Brennstoffpotenziale für 2010 und 2020 sowohl für die EU-15 als auch für die EU-25 Staaten sehr eng beieinander. Die EEA schätzen das technische Brennstoffpotenzial für die EU-15 Staaten 2010 um rund 100 PJ und 2020 um rund 200 PJ höher ein. Für die EU-25 Staaten sind die Potenzialabschätzungen der EEA 2010 niedriger und 2020 höher als die dieser Studie. Sowohl für die Abschätzungen auf Ebene der EU-15 als auch auf Ebene der EU-25 Staaten ist es unerheblich, dass die EEA Griechenland bei der Potenzialabschätzung nicht berücksichtigt hat, da das technische Brennstoffpotenzial Griechenlands nur bei maximal 20 PJ/a liegt.

Die Ausweitung von Naturschutzflächen und das vermehrte Belassen von Totholz in den Wäldern der EU-Staaten würden, wie das „protected area scenario“ für 2010 und 2020 zeigt, zu einer Verringerung des technischen Brennstoffpotenzials von rund 25 % gegenüber der maximal nutzbaren Menge führen. Nutzungsrestriktionen auf einer relativ geringen Fläche können, wie das Szenario zeigt, eine signifikante Reduktion des technischen Brennstoffpotenzials zur Folge haben.

3.2.4 Einflussfaktoren auf die weitere Entwicklung

Die weitere Entwicklung der forstlichen Potenziale ist im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängig: den zukünftigen politischen Rahmenbedingungen auf Ebene der EU und Ebene der Mitgliedstaaten sowie den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, insbesondere den Marktpreisen für fossile Energieträger und stofflich genutzte Rohholzsortimente.

Hinsichtlich der zukünftigen politischen Rahmenbedingungen auf Ebene der EU liegt die Vermutung nahe, dass die Reduktion von Treibhausgasen und die Hinwendung zu einer nachhaltigen Entwicklung Umwelt-, Energie-, Wirtschafts-, und Agrarpolitik diese mitbestimmen werden. Die energetische Nutzung von Biomasse wird in diesem Zusammenhang sicher eine Rolle spielen. Ob die Kommission der energetischen Nutzung von Biomasse im allgemeinen und von Holz im besonderen höhere Priorität einräumt, als dies zur Zeit der Fall ist, und durch Fördermaßnahmen untermauern wird, lässt sich nur schwer abschätzen.

Neben den politischen sind natürlich auch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen von Einfluss auf die energetische Nutzung von Holz. Sollte die wirtschaftliche Integration der neu hinzugekommenen mittel- und osteuropäischen Staaten zügig voranschreiten, kann mit einem überproportional steigenden Bedarf nach Rohholz zur stofflichen Verwertung und

abnehmenden technischen Rohholzpotenzialen in einzelnen EU-Mitgliedstaaten gerechnet werden. Auf die Mobilisierung der vorhandenen Potenziale kann dies dann positive Auswirkungen haben, wenn im Zuge steigender Preise für stofflich genutztes Holz, auch die Marktpreise für Brenn- und Waldrestholz ansteigen und dadurch die Aufarbeitung bisher ungenutzter Rohholzpotenziale rentabel wird. Den gleichen Effekt auf die Mobilisierung vorhandener Potenziale dürften höhere Marktpreise für fossile Energieträger haben. Auch diese dürften bewirken, dass für Brenn- und Waldrestholz wahrscheinlich höhere Marktpreise durchsetzbar sein werden, und dadurch bisher ungenutzte Potenziale mobilisiert werden können.

Nur schwer einzuschätzen sind Optionen im Bereich der Forstpflanzenzüchtung. Der Anbau ertragreicher Baumarten oder Provenienzen heimischer Baumarten scheint in Mitteleuropa (vor allem Deutschland) aufgrund der derzeitigen Naturschutz- aber auch Waldbaupolitik, die auf eine natürliche Verjüngung der Wälder setzen, nur schwer durchsetzbar. Theoretisch könnte der Anbau ertragreicher Baumarten langfristig zu einer Erhöhung der Biomassepotenziale führen. In Portugal und Spanien hat man diese Strategie durch den Anbau von Eukalyptus bereits verfolgt. Dass dieses Vorgehen aber auch erhebliche Risiken haben kann, zeigen die verheerenden Waldbrände der letzten Sommer in Portugal.

3.3 Landwirtschaftliche Flächenpotenziale

3.3.1 Begriffsbestimmungen und methodisches Vorgehen

Landwirtschaftliche Potenziale für Bioenergieträger existieren in außerordentlich vielfältigen Formen. In der folgenden Quantifizierung geht es im Wesentlichen um den Anbau von Energiepflanzen, die nach den derzeitigen technischen Möglichkeiten als Bioenergieträger nutzbar sind. Reststoffe aus der Landwirtschaft wie Gülle, Getreidestroh u. a. werden wie auch die forstlichen Potenziale aus land- und forstwirtschaftlichen Betrieben in gesonderten Kapiteln behandelt. Energiepflanzen, die als Dauerkulturen auf landwirtschaftlich genutzten oder nutzbaren Flächen angebaut werden, wie Kurzumtriebsplantagen (Weiden u.a.), Miscanthus und andere Energiegräser fallen unter die landwirtschaftlichen Potenziale. Sie können im Austausch mit klassischen landwirtschaftlichen Energiepflanzen als Bioenergieträger produziert und verwendet werden.

In den Potenzialabschätzungen geht es gemäß eingangs gegebener Definition um das technische Potenzial. Dabei wird definitionsgemäß der Bereitstellung von Nahrungsmitteln Vorrang gegenüber Bioenergieträgern insoweit eingeräumt als deren Produktion unter gegebenen und auf absehbare Zukunft definierte politische Rahmenbedingungen komparative Kostenvorteile gegenüber Importen besitzt und diese Flächen nicht „unüberwindbaren“ strukturellen, ökologischen (z. B. Naturschutzgebiete) und weiteren nicht-technischen Beschränkungen unterliegen. Diese Definition impliziert, dass beispielsweise aus wirtschaftlichen Gründen brachgefallene Flächen, die bis zur Stilllegung landwirtschaftlich genutzt wurden, ein technisch nutzbares Potenzial für Bioenergieträger darstellen, denn auch auf wirtschaftlich marginalen Standorten würden bei komparativen Kostenvorteilen für die Energieerzeugung z. B. auf Grund höherer Energiepreise vielfältige Nutzungsformen für die Bioenergieerzeugung möglich sein. Standortangepasste Formen wären je nach natürlichen Verhältnissen Schnellwuchsplantagen, Dauergrasland bis hin zur Aufforstung.

Wie die späteren Berechnungen zeigen, verfügt die Landwirtschaft in Deutschland und in der EU über ein sehr hohes technisches Potenzial zur Biomasseproduktion. Das wirtschaftliche Potenzial der Landwirtschaft wird außer von den Energieträgerpreisen wesentlich von der Agrarpolitik bestimmt, beispielsweise dem Anteil obligatorischer Flächenstilllegung, der Subventionierung agrarischer Überschüsse für den Export, der Preispolitik für einige bisher stark gestützte Produkte (Zucker), der Kopplung/Entkopplung der Direktzahlungen von der Produktion u.a. Deshalb ist die Einschätzung des wirtschaftlichen Potenzials bei gegebenen und nach Umsetzung beschlossener agrarpolitischer Rahmenbedingungen eine für Politikentscheidungen unverzichtbare Entscheidungsgrundlage.

Die Potenzialabschätzung für nutzbare Biomasse aus der Landwirtschaft kann auf verschiedenen methodischen Vorgehensweisen basieren. Für die vorliegende Untersuchung wurde zunächst eine Ermittlung von Flächenpotenzialen durchgeführt, die getrennt für Ackerland und Grünland ausgewiesen wird. In einer darauf folgenden Analyse werden die potenziell verfügbaren Flächen für die Erzeugung von Bioenergieträger nach wirtschaftlichen Allokationsprinzipien auf Produkte bzw. Produktgruppen zugeteilt, die unter den gegebenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen von der Landwirtschaft angeboten werden (Kapitel 3.5).

Im Folgenden wird in einem ersten Schritt das technische Potenzial auf der Grundlage verfügbarer Statistiken abgeschätzt. Im darauf folgenden Schritt wird das wirtschaftliche Potenzial entsprechend vorangehender Definition auf der Grundlage von repräsentativen

landwirtschaftlichen Betrieben unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit der Bioenergieträger quantifiziert. In einem dritten Schritt werden weitere Potenziale unter der hypothetischen Annahme veränderter Rahmenbedingungen zur Abschätzung der Angebotsreaktion für Bioenergieträger abgeschätzt.

3.3.2 Technisches Potenzial

Die Abschätzung der Potenziale stützt sich auf die für alle Länder konsistent ermittelten Daten von EUROSTAT und FAO. Für die Basis wird ein 3-, teilweise 5-Jahresdurchschnitt um das Basisjahr 2000 herangezogen, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen. Das in der Basis verfügbare Biomassepotenzial wird in absoluten Anbauflächen und Anteilen der potenziellen Biomassefläche an der Gesamtfläche ausgedrückt. Das Potenzial für Bioenergieträger besteht in der Basisperiode aus den nachfolgend erläuterten Elementen (siehe Abbildung 13):

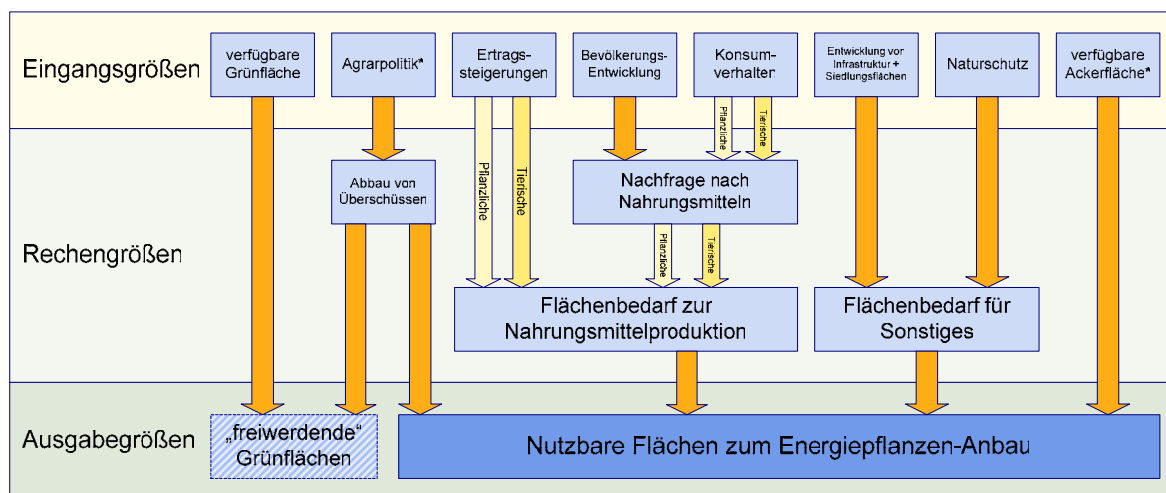


Abbildung 13: Berechnungsmatrix zur Ermittlung der Fläche zum Energiepflanzenanbau

Brachflächen

Brachflächen, die in EUROSTAT als Grün- und Schwarzbrache geführt werden, sind definiert als landwirtschaftlich nutzbare Flächen. Sie beinhalten obligatorisch stillgelegte Flächen, die nicht zur Produktion nachwachsender Rohstoffe genutzt werden und freiwillig stillgelegte Flächen, für die in der Basisperiode Direktzahlungen der EU gewährt werden konnten

Überschüsse der Marktordnungsprodukte

Agrarflächen, auf denen Überschüsse sog. Marktordnungsprodukte (Getreide, Zucker, Ölfrüchte, Eiweißpflanzen, Milch, Rindfleisch u.a.) produziert werden, die überwiegend mit Subventionen auf den Weltmarkt exportiert wurden, werden als potenzielle Flächen für Bioenergieträger angesehen. Dies gilt streng genommen nur für die Überschüsse, die in Drittländer exportiert werden. Die später folgenden Berechnungsergebnisse für die EU-15 und EU-25/28 berücksichtigen nur Drittlandsexporte. Die Berechnungen für einzelne Mitgliedsländer beinhalten alle Export- Importüberschüsse, also auch wenn sie in andere EU-Mitgliedsländer gehen. Gleichwohl werden die Importe aus EU- Mitgliedsländern bei diesen jeweils von den Exporten subtrahiert. Deshalb stimmt die Summe der Import- Exportsalden der Mitgliedsländer mit dem Saldo der EU-15/25 überein.

Produkte mit Exportüberschüssen aus der sog. Veredlungsproduktion der Schweine- und Geflügelproduktion werden nicht als Potenzial für Bioenergieträger betrachtet. Hier kann unterstellt werden, dass Länder mit Exportüberschüssen bei diesen Produkten wie Dänemark, Niederlande u.a. komparative Kostenvorteile besitzen oder Qualitäten herstellen, die im oberen Markt- und Preissegment exportiert werden können. Gleichmaßen wird bei Agrarprodukten mit defizitärer Selbstversorgung z. B. Soja unterstellt, dass das jeweilige Land nicht über komparative Kostenvorteile einer konkurrenzfähigen Eigenerzeugung verfügt, so dass diese Importe weiter getätigt werden und nicht etwa eine zunehmende Selbstversorgung bei diesen Produkten zu Lasten der Biomassepotenziale angestrebt oder durchgesetzt würde.

Projektion der zukünftigen Entwicklungen

Die Abschätzung der Potenziale für Bioenergieträger für das Jahr 2010 und 2020 berücksichtigt gegenüber der Basis folgende Veränderungen:

- Den Nahrungsmittelverbrauch aus der Entwicklung der Bevölkerung und des Pro-Kopf-Verbrauchs. Ein Mehrverbrauch reduziert, ein Minderverbrauch vermehrt die verfügbaren Potenziale für Bioenergieträger.
- Die erwartbare Umwidmung von bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen zu Siedlungs- und Verkehrsflächen und anderen Zwecken. Diese Flächenumwidmung reduziert das Potenzial für Bioenergieträger.

- Die Ertragssteigerungen in der Pflanzenproduktion. Sie führt zu einer Freisetzung von Potenzialen für Bioenergieträger.
- Leistungssteigerungen in der Tierproduktion. Sie führen zu einer Reduzierung des Futtereinsatzes und entsprechenden Freisetzung von Potenzial für Bioenergieträger.

Aus der Saldierung der einzelnen Variablen ergibt sich akkumuliert ein zukünftiges Potenzial einer gesteigerten oder reduzierten Bioenergieträgerproduktion. Dieses kann für verschiedene Energiepflanzen genutzt werden, deren Umfangsverhältnis im Rahmen dieser statistisch basierten Analyse nicht bestimmt wird.

Die Durchführung der Abschätzungen setzt vereinfachende Annahmen voraus, die im Folgenden kurz erläutert werden.

- Anbauflächen, Brachflächen, Erntemengen, Durchschnittserträge, Importe, Exporte, Selbstversorgungsgrad der Agrarprodukte für die Nahrungsmittelerzeugung, landwirtschaftlich genutzte Flächen, Bevölkerung und Pro-Kopf-Verbrauch basieren auf der amtlichen Statistik. Die entsprechenden Grunddaten der Agrar-, Handels- und Verbrauchsstruktur sind im Anhang „Strukturdaten“ für die Länder der EU und die Aggregate EU-15, EU-25 und, soweit vorhanden, EU-28 im Anhang präsentiert (F 1 – F 30, Tabellen 1 - 7).
- Die Berechnung der Flächenfreisetzung für Bioenergieträger aus existierender Überproduktion wird aus dem Saldo des Export/Importüberschusses berechnet. Dabei wird bei Zucker mit dem Faktor 7 (1 t Zucker = 7 t Zuckerrüben) auf Rüben umgerechnet und die so ermittelte Rübenproduktionsmenge unter Verwendung des Durchschnittsertrages an Zuckerrüben auf potenzielle freigesetzte Rübenfläche für Bioenergieträger umgerechnet.
- Eine Überproduktion an Milch und Milchprodukten wird auf Vollmilchäquivalente umgerechnet, indem 1 kg Butter = 20 kg und 1 kg Käse = 10 kg Vollmilchäquivalent gleich gesetzt wird. Die für die Exportüberschüsse verwendete Menge an Vollmilchäquivalenten wird zur Gesamtproduktion Milch als Überschussproduktion in Prozent ausgedrückt. Dabei wird der Überschussanteil aus dem Vollmilchäquivalent für Export dividiert durch die Gesamtproduktion abzüglich des Vollmilchäquivalents für den Export (anderenfalls würde der Exportanteil unterschätzt). Analog wird für die Berechnung des Anteils der Exportüberschüsse bei Rindfleisch, Schweine- und

- Geflügelfleisch verfahren. Allerdings wird - wie schon erwähnt - ein Exportüberschuss bei Schweine- und Geflügelfleisch nicht als potenzielle Fläche für Bioenergieträger angerechnet.
- Zur Abschätzung der Flächenfreisetzung für Bioenergieträger aus einer Überschussproduktion von Milch- und Rindfleisch wird die Raufutterfläche (Grünland und Ackerfutter für Wiederkäuer) nach dem Schlüssel der Großvieheinheiten des Tierbestandes auf die Produktionsrichtungen Milch, Rindfleisch u. a. (Ziegen, Schafe u.a.) zugeordnet. Der Bestand an Großvieheinheiten aus Milchkühen, Färsen über zwei Jahre, weibliche Rinder ein bis zwei Jahre und weibliche Kälber werden der Milcherzeugung und Schlachtkälber, männliche Kälber, männliche Rinder ein bis zwei Jahre, männliche Rinder über zwei Jahre, Schlachtfärsen und sonstige Kühe der Rindfleischproduktion zugeordnet. Unter Berücksichtigung sonstiger Raufutterfresser (Schafe und Ziegen) werden die verfügbaren Raufutterflächen anteilig auf Milch, Rindfleisch und andere Tierarten verteilt. Nach diesem Schlüssel können Milchexportüberschüsse in Flächenfreisetzungen für Bioenergieträger umgerechnet werden.
 - Futtereinsparungen durch Verbesserung der Futterverwertung gegenüber der Basis basieren auf der Feststellung, dass sich die Futterverwertung in der Schweine- und Geflügelproduktion vergleichsweise einheitlich in den Ländern der EU-15 in den letzten drei Jahrzehnten um etwa 0,5 % pro Jahr verbessert hat. Für die Erzeugung von Schweinefleisch wird die 3,75-fache Getreidemenge benötigt, bei Geflügelfleisch die 1,8-fache. Die gesamte Futtergetreide-Einsparung wird für die Jahre 2010 und 2020 in Flächenfreisetzung umgerechnet unter Berücksichtigung der bis zu den jeweiligen Zeitpunkten zu erwartenden Ertragssteigerung. Ohne Berücksichtigung der Ertragssteigerung würde die Flächenfreisetzung überschätzt.
 - Die Wirkung einer veränderten Bevölkerungszahl und eines veränderten Pro-Kopf-Verbrauchs ergibt sich aus der Saldierung der Änderungsraten. Der Saldo drückt bei positiven Vorzeichen einen Mehrverbrauch bzw. eine Verringerung des Potenzials für Bioenergieträger aus. Diese Änderungsrate wird mit dem Faktor der Ertragsänderung korrigiert, weil bei der Projektion der Potenziale für 2010 und 2020 höhere Flächenerträge erreicht werden und bei Verzicht auf die Ertragskorrektur die potenzielle Freisetzung für Bioenergieträger unterschätzt würde.

Die Vorschätzung der Flächen-, Ertrags-, Bevölkerungs- und Pro-Kopf-Verbrauchs-Entwicklung basiert auf vorliegenden Vorschätzungen (Bevölkerungszahl), auf Zeitreihen ab 1994 (in wenigen Ländern nicht so lange verfügbar), Regressionsanalysen und Plausibilitätsüberlegungen. Die einzelnen Annahmen werden im Folgenden erläutert.

Tabelle 13: Änderung der Agrarfläche und Erträge (Regressionsrechnungen)

Land	Änderungsraten der Agrarfläche ¹⁾ in % pro Jahr	Änderungsraten der Erträge in % pro Jahr (gewogenes Mittel 1994 - 2002)	Angenommene Änderungsraten in % pro Jahr		Ertragsniveau Getreide (gewogenes Mittel) dt/ha		
			2000 - 2010	2010 - 2020	2000	2010	2020
Deutschland	-0,051	1,516	1,516	1,516	65,9	76,5	89,0
Großbritannien	-0,571	0,268	1,000	1,500	68,4	75,6	92,2
Frankreich	-0,246	1,108	1,108	1,500	71,5	79,8	96,3
Italien	-0,270	0,670	1,000	1,500	49,4	54,6	66,5
Spanien	-0,113	3,738	3,000	3,000	32,1	43,2	58,0
Niederlande	-0,214	-0,168	1,000	1,500	73,4	81,1	98,8
Belgien/Lux	0,315	1,943	1,943	1,943	80,1	97,1	117,7
Griechenland	-0,911	0,064	1,000	1,500	37,6	41,6	50,7
Portugal	0,544	3,341	3,000	3,000	27,7	37,3	50,1
Schweden	-0,752	1,400	1,400	1,500	46,8	53,8	63,0
Österreich	-0,313	0,634	1,000	1,500	56,5	62,4	76,1
Dänemark	-0,385	0,354	1,000	1,500	60,4	66,7	81,3
Finnland	-0,947	-1,849	1,000	1,500	33,2	36,7	44,7
Irland	-0,003	1,492	1,492	1,500	73,6	85,3	99,1
EU 15	-0,264	1,432	1,432	1,500	56,3	64,9	75,9
Zypern	-2,640	-2,540	-2,540	-2,540	18,7	14,4	11,2
Tschechien	-0,009	0,736	1,000	1,500	42,5	46,9	57,2
Estland	-5,712	11,878	3,000	3,000	20,6	27,7	37,2
Ungarn	-0,628	4,661	3,000	3,000	54,9	73,8	99,2
Lettland	-0,266	2,662	2,662	2,662	22,2	28,9	37,5
Litauen	-0,089	3,839	3,000	3,000	26,8	36,0	48,4
Malta	-4,160	0,047	1,000	1,500	40,0	44,2	53,9
Polen	-0,222	1,297	1,297	1,500	29,4	33,5	39,7
Slowakei	-0,030	-1,796	1,000	1,500	35,7	39,4	48,1
Slovenien	-1,244	1,369	1,369	1,500	52,2	59,8	70,3
EU 25	-1,422	1,360	1,356	1,500	48,1	55,0	64,8
Bulgarien	-1,457	0,833	1,000	1,500	28,6	31,6	38,5
Rumänien	0,029	-2,319	1,000	1,500	24,3	26,9	32,8
Türkei	0,127	1,451	1,451	1,500	22,3	25,7	30,0

1) entspricht der landwirtschaftlich genutzten Fläche

Quelle: FAOSTAT <http://faostat.fao.org/faostat/collections>

Flächenumwidmungen

Die Flächenumwidmung landwirtschaftlich genutzter Flächen zu anderen Nutzungszwecken wird auf der Datengrundlage der sog. „Agricultural Area“ der FAO-Statistik von 1991 - 2002

bestimmt. Der Regressionskoeffizient wurde grundsätzlich für die Flächenveränderung zu Grunde gelegt. Die Daten in Tabelle 13 zeigen, dass die Ergebnisse in einigen Ländern kaum plausibel erscheinen, z. B. Zypern, Malta, Estland). Es kann nicht geklärt werden, inwieweit dies auf Brüche durch statistische Umdefinition, fehlerhafte Datenerhebung oder tatsächliche Umwidmung agrarischer Flächen zurückzuführen ist. Wegen der vergleichsweise geringen Bedeutung für die Biomassepotenzialabschätzung für die gesamte EU wurde von dem Prinzip der Regressionsanalyse nicht abgewichen.

Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs

Das energetisch nutzbare landwirtschaftliche Biomassepotenzial wird vom gesamtwirtschaftlichen Nahrungsmittelverbrauch determiniert. Ein Bestimmungsfaktor des gesamtwirtschaftlichen Nahrungsmittelverbrauchs ist die Bevölkerungszahl, der zweite der Nahrungsmittelverbrauch je Kopf. Die Prognosen der Änderungsraten der Bevölkerungszahl und des in Getreideeinheiten (GE) aggregierten Pro-Kopf-Verbrauchs und die daraus resultierenden Änderungsraten des gesamtwirtschaftlichen Nahrungsmittelverbrauchs sind in der Tabelle 14 für die EU 28 für die Zeiträume 2000 bis 2010 und 2010 bis 2020 dargestellt (vgl. dazu Anhänge C, D und E).

Wie Tabelle 14 zeigt, weisen bis 2010 alle Länder der EU-15 noch eine Zunahme der Bevölkerungszahl auf, von den 10 neuen Mitgliedsländern nur Zypern und Malta, von den 3 Beitrittskandidaten nur die Türkei. Für das Jahrzehnt 2010 bis 2020 wird auch für Länder der EU-15 - Deutschland, Italien, Spanien und Griechenland - eine Abnahme der Bevölkerungszahl prognostiziert. Für die EU-15 wird für das Jahrzehnt 2000 bis 2010 eine Zunahme der Bevölkerungszahl von 1,83 % und für das Jahrzehnt 2010 bis 2020 von 0,65 % erwartet, für die EU-25 von 2000 bis 2010 von 1,32 % und von 2010 bis 2020 von 0,22 %.

Für die Welt insgesamt wird die Zunahme der Bevölkerungszahl von 2000 bis 2010 auf 12,45 % und von 2010 bis 2020 auf 10,74 % geschätzt. Ausgehend von der Bevölkerungsentwicklung ist somit insbesondere in der EU, aber auch in der Welt insgesamt, langfristig eine Verringerung des Zuwachses der Nahrungsmittelnachfrage zu erwarten. Die Prognosen der Bevölkerungszahl für 2010 und 2020 basieren auf den Daten des Statistischen Bundesamtes, der Europäischen Kommission und der UNO, die im Anhang C dargestellt sind.

Tabelle 14: Veränderung der Bevölkerungszahl, des Nahrungsmittelverbrauchs je Kopf und des Nahrungsmittelverbrauchs insgesamt in GE in % 2000/2010 und 2010/2020

	Veränd. Bevölkerung		Veränd. Verbrauch je Kopf		Veränd. Verbrauch insges.	
	2000 - 2010	2010 - 2020	2000 - 2010	2010 - 2020	2000 - 2010	2010 - 2020
Deutschland	1,07	-0,29	2,10	0,00	3,17	-0,29
Großbritannien	3,56	3,49	7,00	0,00	10,56	3,49
Frankreich	3,17	1,10	3,20	0,00	6,37	1,10
Italien	1,53	-0,75	4,40	0,00	5,93	-0,75
Spanien	0,17	-1,18	5,50	0,00	5,67	-1,18
Niederlande	6,30	3,72	-1,50	0,00	4,80	3,72
Belgien/Lux.	2,75	2,22	1,40	0,00	4,15	2,22
Griechenland	1,50	-0,65	7,10	0,00	8,60	-0,65
Portugal	1,09	2,10	8,00	0,00	9,09	2,10
Schweden	3,63	3,51	5,70	0,00	9,33	3,51
Österreich	1,47	1,17	4,80	0,00	6,27	1,17
Dänemark	3,28	2,49	6,00	0,00	9,28	2,49
Finnland	1,80	1,10	3,30	0,00	5,10	1,10
Irland	8,63	4,36	2,00	0,00	10,63	4,36
EU 15	1,83	0,65	5,00	0,00	6,83	0,65
Polen	-0,75	-1,69	6,60	5,40	5,85	3,71
Tschechien	-1,06	-2,22	3,20	5,50	2,14	3,28
Ungarn	-2,97	-3,34	7,30	5,30	4,33	1,96
Slowakei	0,00	-0,93	0,00	5,60	0,00	4,67
Litauen	-4,06	-4,29	8,10	5,00	4,04	0,71
Lettland	-5,27	-5,29	5,70	5,70	0,43	0,41
Slowenien	-0,41	-2,14	6,50	3,90	6,09	1,76
Estland	-4,24	-2,83	5,40	5,00	1,16	2,17
Zypern	12,09	10,33	9,20	5,00	21,29	15,33
Malta	4,85	3,65	5,60	3,70	10,45	7,35
EU 25	1,32	0,22	5,20	0,90	6,52	1,12
Türkei	14,43	11,13	0,00	7,00	14,43	18,13
Rumänien	-3,75	-4,19	6,90	7,00	3,15	2,81
Bulgarien	-6,89	-7,88	6,90	7,00	0,01	-0,88

Über die Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs je Kopf liegen keine verwendbaren Prognosen für die Jahre 2010 und 2020 vor. Die Basis der für die Länder der EU-25 und die 3 Beitrittsländer erstellten Prognosen 2010 und 2020 bilden die Verbrauchsentwicklungen der wichtigsten 11 bzw. 10 Nahrungsmittel in diesen Ländern von 1994 bis 2002 (Vgl. Anhang D 1 – D 29). Diese Verbrauchsentwicklungen sind außer in Produktgewichten auch in Getreideeinheiten (GE) dargestellt und in Form der Getreideeinheiten länderweise und EU-weit aggregiert.

Für alle Länder wurden für das Aggregat Getreideeinheiten (GE) insgesamt sowie für die Produkte Rindfleisch und Milch sowie die Aggregate Rindfleisch/Milch und restliche Nahrungsmittel auf Basis der Verbrauchsdaten 1994 bis 2002 die linearen Verbrauchstrends geschätzt (Vgl. Anhang D 30). Die Schätzergebnisse zeigen, dass einfache lineare Trendprognosen nicht plausibel sind. Dies gilt in den Ländern der EU-15 – vorrangig Deutschland – insbesondere für Einzelprodukte wie Rindfleisch (extremer Verbrauchsrückgang wegen BSE-Krise), in den 10 neuen Mitgliedsländern mehr oder weniger für die Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs insgesamt. Hier hat sich aufgrund der Erweiterung des Produktangebots im Nahrungsmittel- und vor allem im Nichtnahrungsmittelbereich der Nahrungsmittelverbrauch nicht nur strukturell, sondern niveaumäßig verändert. So ist z.B. der extrem hohe Rindfleischverbrauch in Lettland auf weniger als ein Drittel gesunken und der in Getreideeinheiten aggregierte Gesamtverbrauch an Nahrungsmitteln hat in den meisten der 10 neuen Mitgliedsländer zugunsten der Nachfrage nach Nichtnahrungsgütern abgenommen.

Der Vergleich der Entwicklung des realen Pro-Kopf-Einkommens (wegen der statistischen Verfügbarkeit stellvertretend des realen BIP) - der wichtigste Bestimmungsfaktors des aggregierten Nahrungsmittelverbrauchs pro Kopf – mit der Entwicklung des in Getreideeinheiten aggregierten Nahrungsmittelverbrauchs je Kopf von 1995 bis 2000 führt zu unterschiedlichen Erkenntnissen zwischen den Ländern der EU-15 und den neuen Mitgliedsländern und stützt die zuvor getroffenen Aussagen. Bei in allen Ländern gestiegenem realen Pro-Kopf-Einkommen ist in den Ländern der EU-15 mit Ausnahme der Niederlande und Deutschland der in Getreideeinheiten aggregierte Pro-Kopf-Verbrauch gestiegen, in Spanien, Großbritannien und Dänemark mit einer Einkommenselastizität von größer als 0,5. Während der geringe aggregierte Verbrauchsrückgang in Getreideeinheiten in Deutschland auf die Substitution von Rindfleisch zurück zuführen ist, nahm der Verbrauch in den Niederlanden bei allen wichtigen Nahrungsmitteln ab. Im Gegensatz zu den meisten Ländern der EU-15 war der aggregierte Verbrauch pro Kopf in den neuen Mitgliedsländern mit Ausnahme von Zypern, Ungarn, Slowenien trotz meist höheren realen Einkommenszuwachses pro Kopf rückläufig.

Hieraus lässt sich folgern, dass die Prognose der Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs äußerst schwierig ist. Der allgemeine Verbrauchsrückgang pro Kopf in den Niederlanden könnte als erstes Anzeichen zu einer gesünderen Ernährung gedeutet werden. Würde man dies auch in anderen Ländern erwarten, dann müsste insbesondere in Ländern der EU-15 mit hohem Verbrauchsniveau langfristig ein Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs prognostiziert

werden. Die in einigen Ländern sogar noch recht starke Verbrauchszunahme lässt diese Entwicklung jedoch vorerst unrealistisch erscheinen. Im Gegensatz zu den Ländern der EU-15 ist in den neuen Mitgliedsländern mit vergleichsweise niedrigem und in den letzten Jahren noch rückläufigem Verbrauchsniveau pro Kopf langfristig mit einem Verbrauchsanstieg zu rechnen, da von einer Konvergenz der Entwicklungen zwischen alten und neuen Mitgliedsländern auszugehen ist.

Wie in Tabelle 14 dargestellt, wird mit Ausnahme der Niederlande in allen Ländern der EU-15 von 2000 bis 2010 noch eine Zunahme des aggregierten Pro-Kopf-Verbrauchs in GE insgesamt prognostiziert, für 2020 wird für alle Länder der EU-15 der Prognosewert von 2010 beibehalten. Eine mögliche Überschätzung der Verbrauchsentwicklung bis 2010 könnte durch die Beibehaltung der Prognosewerte von 2010 für 2020 korrigiert werden. Für die neuen Mitgliedsländer und die Beitrittsländer wird für 2010 gegenüber 2000 kein Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs erwartet, in den meisten Ländern eine Verbrauchszunahme. Von 2010 bis 2020 wird für alle neuen Mitgliedsländer und die Beitrittsländer eine Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs prognostiziert. Die geschätzten bisherigen Verbrauchstrends und die Prognosen des absoluten Pro-Kopf-Verbrauchs sind in Anhang D 30 und E dargestellt und erläutert.

Aufteilung der Flächenpotenziale für Bioenergieträger auf Ackerland und Grünland

Da Grünland, das für die Nahrungsmittelproduktion nicht mehr benötigt wird, in Zukunft nur noch in Ausnahmefällen zu Ackerland umgewandelt werden darf und auf Grünland andere Bioenergieträger erzeugt werden als auf Ackerland, ist eine Aufteilung der Potenziale für Bioenergieträger nach Grünland und Ackerland von Interesse. Bei der folgenden Abschätzung wird deshalb eine gesonderte Berechnung für den Anteil der Grünlandflächen an dem gesamten Flächenpotenzial durch folgende methodische Vorgehensweise durchgeführt:

- Für die Berechnungen der Basisperiode ergibt sich ein Flächenpotenzial für Bioenergieträger auf Grünland durch Abbau der Überschussproduktion bei Milch und Rindfleisch. In Ländern mit einer Überschussproduktion an Milch wird die für die Milcherzeugung zugewiesene Grünlandfläche in Höhe der Überproduktion an Milch anteilig reduziert und die nicht mehr benötigte Grünlandfläche für die Milcherzeugung als potenzielle Freisetzungsfläche für Bioenergieträger ausgewiesen.
- Analog wird im Falle einer Überproduktion bei Rindfleisch verfahren. Die aus beiden Produktionsrichtungen freigesetzten Grünlandflächen werden addiert und als Anteil an der gesamten Freisetzung landwirtschaftlich genutzter Flächen ausgewiesen.

Für die Abschätzung der Grünlandflächenpotenziale für die Jahre 2010 und 2020 ist eine Veränderung bei der Freisetzung von Grünlandflächen zu erwarten. Zum einen ergibt sie sich durch Flächenumwidmung zu nicht landwirtschaftlichen Nutzungen und zum anderen durch Mehr- oder Minderverbrauch bei Milch und Rindfleisch, bedingt durch veränderten Pro-Kopf-Verbrauch und Bevölkerungsentwicklung. Ferner wird davon ausgegangen, dass die Ertragssteigerungen auch auf dem Dauergrünland umgesetzt werden. Die Quantifizierung des zukünftig freigesetzten Potenzials für Bioenergieträger vom Grünland wird wie folgt vorgenommen:

- Die Umwidmung landwirtschaftlich genutzter Flächen zu außerlandwirtschaftlichen Zwecken betrifft Grünland in dem Umfang des Anteils an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in der Basis.
- Der Mehr- oder Minderbedarf an Grünland durch Veränderung der Bevölkerungszahl und des Pro-Kopf-Verbrauchs bei Milch und Rindfleisch errechnet sich aus der für die Milch- bzw. Rindfleischerzeugung genutzten Grünlandfläche, multipliziert mit der Änderungsrate der Bevölkerungszahl und der Änderungsrate des Pro-Kopf-Verbrauchs.
- Freisetzung von Grünland in Höhe der unterstellten Ertragssteigerung, bezogen auf die gesamte Grünlandfläche.

Die gesamte Änderung des Bedarfs an Grünlandflächen gegenüber der Basis sowie 2010 und 2020 wird als Potenzial für Bioenergieträger ausgewiesen.

3.3.3 Ergebnisse der Abschätzung des technischen Potenzials

Die Ergebnisse der umfangreichen Berechnungen weisen die Potenziale für Bioenergieträger in der Basis und projiziert auf das Jahr 2010 und 2020, differenziert nach Ländern, aus. Im Folgenden werden sie zunächst für Deutschland und danach für die EU-15 bzw. EU-25/28 diskutiert. Für jedes Mitgliedsland der EU und die Beitrittsanwärterstaaten befinden sich im Anhang F (F 1 - 30, Tabellen 8 - 14), wie sie im Folgenden für Deutschland im Einzelnen kommentiert werden.

3.3.3.1 Deutschland

Die Potenzialabschätzung für Bioenergieträger ist zunächst in Tabelle 15 für die Basis dargestellt. Im Durchschnitt der vier Basisjahre 2000 - 2003 gab es nach EUROSTAT in Deutschland Grün- und Schwarzbracheflächen im Umfang von 861 657 ha. Darüber hinaus sind in der Statistik Stilllegungsflächen geführt, die bereits zum Anbau nachwachsender Rohstoffe genutzt werden und deshalb nicht in die Potenzialschätzung eingehen. Unter Berücksichtigung des Getreidedurchschnittsertrages von 6,585 t/ha lässt sich die auf der Basisfläche erzielbare Produktmenge ausweisen. Zu den weiteren Biomassepotenzialen in der Basisperiode werden die Exportüberschüsse der wichtigsten Energiepflanzen gerechnet. Der in der Statistik ausgewiesene Exportüberschuss für Getreide betrug im Durchschnitt der Jahre 2000 - 2003 etwa 8,3 Mio. t, der in Drittländer mit Subventionen - wenn auch in geringer Höhe - und in Mitgliedsländern (etwa 3 Mio. t.) exportiert oder anderweitig verwendet wurde. Unter Zugrundelegung des Getreidedurchschnittsertrages entsprechen 8,3 Mio. t Getreide einer potenziellen Fläche für Bioenergieträger von 1,264 Mio. ha. Für Raps und Sonnenblumen sind aus entsprechenden Importsalden unter Berücksichtigung der Durchschnittserträge Flächenpotenziale ausgewiesen, die das Biomassepotenzial reduzieren. Denn es wird davon ausgegangen, dass durch Anbausubstitution für diese Produkte Selbstversorgung angestrebt werden sollte. Aus den Exportüberschüssen bei Zucker ergibt sich bei Verzicht auf diese Überschussproduktion ein Potenzial für Bioenergieträger im Umfang von rund 130 000 ha. Insgesamt ergibt sich für die Basisperiode ein Saldo von mehr als 1 Mio. ha und unter Berücksichtigung der Brachflächen ein Potenzial von fast 2 Mio. ha für die Erzeugung von Biomasse (die bereits existierende Produktion von Bioenergieträgern zählt hier nicht zum Potenzial).

Tabelle 15: Technische Potenziale für Bioenergieträger in der Basis, Deutschland

Potenzial aus:	ha	Durchschnitts- ertrag t	Produkt- menge t
Brachfläche	861.657	6,585	5.674.410
Export(+)/Import(-) Überschuss der Pflanzenproduktion			
- Getreide	1.263.765	6,585	8.322.481
- Raps	-194.722	3,317	-645.835
- Sonnenblumen	-116.143	2,212	-256.877
- Zuckerrüben	129.714	58,407	7.576.251 ¹⁾
Saldo Pflanzenproduktion	1.082.614		14.996.020

Potenzial aus:	Produkt- menge t
Export(+)/Import(-) Überschuss der Tierproduktion	
- Milch	1.058.833
- Butter	²⁾ -1.522.705
- Käse	³⁾ 1.187.255
Saldo Vollmilchäquivalent	723.383
Milch-Gesamtproduktion	28.155.219
dgl. in %	2,64

Potenzial aus:	Produkt- menge t
Export(+)/Import(-) Überschuss der Fleischproduktion	
- Rindfleisch	288.114
Gesamtproduktion	1.327.125
dgl. in %	27,73
- Schweinefleisch	-281.318
Gesamtproduktion	4.055.460
dgl. in %	-6,49
- Geflügelfleisch	-191.351
Gesamtproduktion	850.667
dgl. in %	-18,36

1) 1 t Zucker = 7 t Zuckerrüben

2) Vollmilchäquivalent 1 kg Butter = 20 kg Vollmilch

3) Vollmilchäquivalent 1 kg Käse = 10 kg Vollmilch

Aus der Tierproduktion ergibt sich eine Überproduktion von 2,64 % bei Milch durch Exporte von Milch und Käse bei gleichzeitigen Importen von Butter. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass Käseexporte teilweise ohne Exportsubventionen realisiert werden können. Sie wären eigentlich gemäß den hier unterstellten Prinzipien nicht als potenzielle Biomassefläche zu quantifizieren. Da es daneben aber Subventionsprogramme für den Absatz von Milch und Milchprodukten im Inland gibt, die schwer zu quantifizieren und deshalb nicht berücksichtigt sind, wurden vereinfachend die nicht subventionierten Käseexporte und der subventionierte Inlandsabsatz von Milchprodukten nicht berücksichtigt. Deutlich höhere Exportüberschüsse gab es bei Rindfleisch, während bei Schweine- und Geflügelfleisch in erheblichem Umfang ein Importüberschuss über die Exporte bestand.

Die Daten in Tabelle 16 zeigen die Struktur der Tierbestände und die Aufteilung nach Großvieheinheiten auf die Produktionsrichtungen Milch, Rindfleisch, Ziegen und Schafe. Danach entfielen auf die Milchproduktion 74 % der Großvieheinheiten, auf die Rindfleischproduktion 24 % und auf andere Raufutterfresser 2 %. Von der gesamten Raufutterfläche im Umfang von 7,7 Mio. ha werden demnach 74 % auf die Milcherzeugung und 24 % auf die Rindfleischerzeugung zugeordnet. Eine weitere Differenzierung nach Grünland- und Ackerfutterflächen für die Produktionsrichtungen ist mangels Daten schwierig und kann nicht weiter verfolgt werden. Wie die Daten in Tabelle 17 ausweisen, ergibt sich aus der Überproduktion bei Milch und Rindfleisch bei Rückführung auf die Selbstversorgung eine potenzielle Flächenfreisetzung für Bioenergieträger im Umfang von rund 150 000 bzw. 510 000 ha. Umgekehrt würde für eine Ausdehnung der Schweine- und Geflügelfleischproduktion bis zur Selbstversorgung Fläche im Umfang von 160 000 und 52 000 ha benötigt, die in dem Fall nicht für Bioenergieträger zur Verfügung gestanden hätte. Da es sich hier aber um Einfuhren wegen komparativer Kostennachteile (Holland, Dänemark, Übersee) handelt, werden diese Potenziale nicht in der Gesamtschätzung als Bioenergieträger-Potenzial berücksichtigt (deshalb in der Tabelle nach rechts versetzt). Die Saldierung aller Flächenpotenziale für Bioenergieträger ergibt 2,6 Mio. ha, bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche von 17 Mio. ha, etwa 15 %.

Tabelle 16: Tierbestände, GV-Einheiten und Bedarf an Raufutterfläche, Deutschland

Tierzahlen	Stück	GV Schlüssel	Aufteilung GV			Summe GV
			Milch	Rindfleisch	Andere	
Schlachtkälber	120.188	0,25		30.047		30.047
Kälber						
männlich	1.882.762	0,3		564.829		564.829
weiblich	2.343.847	0,19	445.331			445.331
Rinder 1 - 2 Jahre						
männlich	1.215.716	0,7		851.001		851.001
weiblich	2.069.365	0,65	1.345.087			1.345.087
Rinder > 2 Jahre						
männlich	129.805	1,2		155.766		155.766
Schlachtfärsen	75.157	1,2		90.189		90.189
sonst. Färsen	918.961	1,2	1.102.753			1.102.753
Milchkühe	4.437.358	1,2	5.324.830			5.324.830
sonst. Kühe	784.868	1,2		941.842		941.842
Ziegen	155.000	0,1			15.500	15.500
Schafe	2.155.000	0,1			215.500	215.500
Summe			8.218.000	2.633.673	231.000	11.082.674
Anteile %			74,15	23,76	2,08	100,00
Raufutterfläche ha						6.582.920
davon für...			4.881.353	1.564.357	137.210	

Tabelle 17: Zusammenstellung der Potenziale für Bioenergieträger in der Basis, Deutschland

Ressource	ha	% der landw. genutzten Fläche
Brachfläche	861.657	5,06
Abbau der Überproduktion		
- Pflanzenproduktion	1.082.614	6,36
- Tierproduktion		
- Milch	125.415	0,74
- Rindfleisch	339.616	2,00
- Schweinefleisch ¹⁾	-160.192	-0,94
- Geflügelfleisch ²⁾	-52.302	-0,31
Saldo Flächenpotenzial ³⁾	2.409.302	
Landw. genutzte Fläche	17.022.667	
dgl. in %	14,15	14,15

1) 3,75 t Getreide je t Schweinefleisch

2) 1,8 t Getreide je t Geflügelfleisch

3) ohne Schweine- und Geflügelfleisch

Die Projektion der Entwicklung der Potenziale zeigen die Daten in Tabelle 18 für die Jahre 2010 und 2020 im Vergleich zur Basis. Gegenüber der Basis wird mit einem Bevölkerungswachstum im Zeitraum von 10 Jahren von 1,0683 % in Deutschland gerechnet. Die Schätzung des Pro-Kopf-Verbrauchs auf der Basis von Getreideeinheiten lässt eine Zunahme im Zeitraum 2000 - 2010 von insgesamt 2,11 % erwarten. Somit wird für

zusätzliche Nahrungsmittelproduktion eine aggregierte Änderung von 3,18 % erwartet. Da gleichzeitig die Erträge um rund 15 % steigen, werden aber nicht 3,18 % mehr Fläche für die Nahrungsmittelerzeugung gebunden, sondern nur 2,76 %. Die Berechnungen gehen weiter davon aus, dass im 10-Jahres-Zeitraum 0,509 % landwirtschaftlich genutzte Fläche zu anderen Zwecken umgewidmet wird. Als Saldo aller Änderungen unter Berücksichtigung der Flächeneinsparung durch Ertragssteigerungen von 15,157 % ergibt sich eine relative Flächenfreisetzung (deshalb negatives Vorzeichen) in Höhe von 11,888 % der derzeitigen in der Basis verfügbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Die Tabelle 18 zeigt auch absolute Zahlen der verfügbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche (17,023 Mio. ha). Diese wird um rund 87 000 ha durch Umwidmung reduziert. Rund 470 000 ha werden unter Berücksichtigung steigender Erträge für den Mehrbedarf an Nahrungsmittel benötigt. 2,58 Mio. ha werden durch die Ertragssteigerungen freigesetzt aus der Nahrungsmittelproduktion für Exporte, Stilllegung oder Bioenergieproduktion. Hinzu kommt eine Flächenfreisetzung durch bessere Futterverwertung in der Schweine- und Geflügelproduktion in Höhe 0,5 % pro Jahr (die Zahlen sind in Tabelle 19 abgeleitet, wiederum unter Berücksichtigung der Ertragssteigerungen bis zum Jahre 2010). Im Vergleich zur Basis, in der schon ein Flächenpotenzial für Bioenergieträger von 2,6 Mio. ha geschätzt wurde, ergibt sich eine zusätzliche Flächenverfügbarkeit im Umfang von 2,134 Mio. ha, so dass akkumuliert im Jahr 2010 mit 4,74 Mio. ha potenzielle Fläche für Bioenergieträger, entsprechend 28 % der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche, gerechnet werden kann. Die entsprechende Projektion für das Jahr 2020 führt zu weiteren 2,757 Mio. ha Flächenfreisetzung für Bioenergieträger, in der Summe also zu etwa 7,23 Mio. ha bzw. 42,5 % der verfügbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland.

Tabelle 18: Abschätzung der Veränderung der Potenziale für Bioenergieträger bis 2010 und 2020, Deutschland

	Basis 2000	2010	2020
Bevölkerung abs.	82.188.000	83.066.000	82.822.000
- Änderung in % bis		1,0683	-0,2937
Pro-Kopf-Verbrauch GE	1.104,5	1.127,8	1.127,8
- Änderung in % bis		2,11	0,00
Verbrauchs-Änderung in % bis		2,7596	-0,255
landw. gen. Fläche abs. ha	17.022.667		
- Flächenumwidmung in % bis 1)		0,509	0,509
Ertragssteigerung in % bis 2)		-15,157	-15,157
Saldo aller Änderungen in % bis		-11,8880	-14,9027
Bilanz der landw. gen. Fläche			
- Basis verfügbar ha	17.022.667		
- Mehr(+) Weniger(-) durch Umwidmung in ha		86.678	86.678
- Mehr(+)Minderbedarf(-) für Nahrungsmittel in ha		469.753	-43.421
- Freisetzung durch Ertragssteigerungen in ha (-)		-2.580.090	-2.580.090
- Freisetzung durch bessere Futterverwertung in ha (-)		-110.364	-220.728
- Potenzial für Biomasse in ha im Jahr	-2.409.302	-2.134.023	-2.757.561
dgl. akkumuliert in ha		-4.543.325	-7.300.886
- dgl. in % der in der Basis verfügbaren landw. gen. Fläche	14,15	26,69	42,89
- dgl. Mengenäquivalente			
- Getreide 3)	15.866.375	34.454.811	55.367.086
- Stroh	12.693.100	27.563.848	44.293.669

1) nach Trendschätzung

2) nach Trendschätzung aus Tabelle REG bzw. mindest Ertragsfortschreibung pro Jahr 1 % bzw. 1,5 %, max. 3 %, bei Flächenumwidmung max. 1 %

3) Korn-Stroh-Verhältnis 1:0,8

Tabelle 19: Futtergetreideeinsparung in der Schweine- und Geflügelproduktion durch Verbesserung der Futterverwertung, Deutschland

Produktion nach Verbrauch	Basis 2000	2010	2020
- Schweinefleisch t	4.055.460		
- Futtergetreideverbrauch t ¹⁾	15.207.974	-760.399 ³⁾	-1.520.797 ³⁾
Flächenäquivalent ha Getreide	2.309.324	-115.466	-230.932
- Geflügelfleisch t	850.667		
- Futtergetreideverbrauch t ²⁾	1.531.200	-76.560 ³⁾	-153.120 ³⁾
Flächenäquivalent ha Getreide	232.512	-11.626	-23.251
Summe Flächenäquivalent ha	2.541.836	-127.092	-254.184

¹⁾ 3,75 t Getreide für 1 t Schweinefleisch²⁾ 1,8 t Getreide für 1 t Geflügelfleisch³⁾ jährliche Verbesserung der Futterverwertung 0,5 %

Die Aufteilung der für Bioenergieträger verfügbaren Flächen auf Ackerland und Grünland ist in den Tabelle 20 und Tabelle 21 abgeleitet. In der Basis ergeben sich für Deutschland als verfügbare Grünlandfläche knapp 5 Mio. ha, wovon rund 3,7 Mio. ha auf Grünland für die Milchproduktion entfallen. Bei Rückführung der Milchproduktion auf die Selbstversorgung um rund 2,6 % werden ca. 95 000 ha Grünlandfläche freigesetzt. Bei Verzicht auf die Überproduktion bei Rindfleisch werden entsprechend ca. 258 000 ha Grünland für die Produktion von Bioenergieträgern verfügbar. Zusammen ergibt sich ein Anteil von 7,06 % des Grünlandes, der auf die Überproduktion zugeordnet werden kann. Vom gesamten Flächenpotenzial für Bioenergieträger in der Basis (etwa 2,6 Mio. ha) entfallen knapp 15 % auf Grünland und gut 85 % auf Ackerland.

Tabelle 20: Deutschland: Abschätzung des Flächenpotenzials für Bioenergieträger von Grünlandflächen in der Basis

Grünland insgesamt	ha	4.999.537
Grünland für Milchproduktion	ha	3.707.246
Überproduktion Milch	%	2,64
Freisetzung Grünland bei Verzicht auf Überproduktion	ha	-95.249
Grünland für Rindfleischproduktion	ha	1.188.084
Überproduktion Rindfleisch	%	27,73
Freisetzung Grünland bei Verzicht auf Überproduktion	ha	-257.929
Summe Grünlandfreisetzung	ha	-353.178
dgl. in % von Grünland insgesamt		7,06
dgl. in % von Flächenpotenzial für Bioenergieträger		14,66

Tabelle 21: Deutschland: Abschätzung des Flächenpotenzials für Bioenergieträger von Grünlandflächen 2010 und 2020

		2010	2020
Umwidmung landwirtschaftlich genutzter Fläche	ha	86.678	86.678
Grünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche	%	29,37	29,37
Umwidmung Grünland	ha	25.457	25.457
Flächenänderung Grünland durch Verbrauchsänderung			
- Änderungsrate Bevölkerung	%	1,0683	-0,2937
- Änderungsrate des Milch- und Rindfleischverbrauchs	%	0,7000	0,0000
Summe der Änderungen	%	1,7683	-0,2937
Grünland für Milch- und Rindfleisch-erzeugung	ha	4.895.330	4.895.330
Mehr-(+)/Minderbedarf(-) für Nahrungs-verbrauch von Milch und Rindfleisch	ha	86.563	-14.380
Freisetzung durch Ertragssteigerung (-)	ha	-757.769	-757.769
Summe Flächenänderung Grünland	ha	-645.749	-746.692
Grünlandpotenzial für Bio-energieträger akkumuliert	ha	998.927	1.745.618
dgl. In % von Grünland insgesamt		19,98	34,92
dgl. In % von Flächenpotenzial		21,99	23,91

Für das Jahr 2010 reduziert sich das verfügbare Grünland durch Umwidmung landwirtschaftlich genutzter Flächen (86 678 ha). Es wird unterstellt, dass gemäß der gegenwärtigen Flächenverteilung auf Ackerland und Grünland knapp 30 % der umgewidmeten Flächen auf Grünlandflächen im Umfang von rund 25 000 ha entfallen.

Durch Änderung der Bevölkerung und Änderung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Milch und Rindfleisch ergibt sich bis 2010 ein zusätzlicher Bedarf für die Nahrungsmittelversorgung von rund 1,77 % bis 2020. Bezogen auf die für die Milch- und Rindfleischerzeugung eingesetzte Grünlandfläche sind das rund 86 000 ha. Infolge weiterer Ertragssteigerungen auf dem Grünland werden bis zum Jahr 2010 etwa 758 000 und bis zum Jahr 2020 weitere 758 000 ha Grünland freigesetzt. Per Saldo wird im Jahr 2010 gegenüber der Basis 645 749 ha Grünland freigesetzt. Diese Fläche wurde zu der in der Basis verfügbaren Grünlandfreisetzung addiert. In 2010 werden daher 998 927 ha Grünlandfläche für Bioenergieträger zur Verfügung stehen und im Jahr 2020 entsprechend 1 745 618 ha. Die Berechnungen führen zu dem Ergebnis, dass von dem gesamten Flächenpotenzial für Bioenergieträger in der Basis 14,66 %, im Jahr 2010 21,99 % und im Jahr 2020 23,91 % auf

Grünland entfällt. In Deutschland wird also vor allem Ackerland für Bioenergieträger verfügbar.

Bewertung der Ergebnisse

Zur Qualität der Ergebnisse sind vielfache Einschränkungen zu berücksichtigen. Die ausgewiesenen Zahlen sind Projektionen unter vereinfachten Annahmen, die im Folgenden noch einmal unter verschiedenen Aspekten zu beleuchten sind:

- Die für die Basis zu Grunde gelegte Brachfläche umfasst in Deutschland 861 657 ha, wovon etwa 400 000 ha auf obligatorisch stillgelegte Fläche entfallen, die jährlich wechselnd in die Rotation einbezogen ist und insofern zu 100 % als potenzielle Fläche für Bioenergieträger mit dem geltenden Durchschnittsertrag bewertet werden kann. Bei den restlichen Flächen handelt es sich teilweise um Grenzstandorte, die nicht den Durchschnittsertrag bei Wiederaufnahme der Bewirtschaftung bringen. Für die Zukunftsprojektionen in 2010 und 2020 können diese Flächen oder darüber hinausgehend weitere Flächen auf Grund bestehender nationaler und europäischer Naturschutzziele voll aus der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen oder teilweise extensiviert werden. Diese mit Bioenergieerzeugung konkurrierenden Ziele sind in dieser Potenzialschätzung nicht berücksichtigt worden. Die Nutzung dieser technischen Potenziale setzt ohnehin eine höhere Wirtschaftlichkeit von Bioenergieträgern voraus. Wenn die gegeben ist, bieten auch Brachflächen auf Grenzstandorten vielfältige Möglichkeiten bis hin zur Aufforstung, wirtschaftlich konkurrenzfähig Bioenergieträger bereitzustellen. Die in der Statistik für Deutschland und auch für die anderen EU-Mitgliedstaaten/Anwärterstaaten ausgewiesenen Brachflächen ganz aus der Potenzialschätzung herauszunehmen, wäre deshalb nicht sachgerecht.
- Für die Schätzung der Biomassepotenziale aus der Überproduktion der pflanzlichen Erzeugung wurden Flächenbindungen für Agrarprodukte, die in dem jeweiligen Land produziert werden können (außer Soja), insofern unterschätzt, als der Import von Raps und Sonnenblumen in Deutschland auf Grund mangelnder komparativer Kostenvorteile tatsächlich weiter stattfinden wird. Analog gilt das auch für Mitgliedstaaten mit Einfuhrbedarf an Milch und Rindfleisch. Aus inländischer Produktion würde deshalb mehr Potenzial bei gegebener Nachfrage nach Bioenergieträgern zur Verfügung stehen.

- Bei der Vorschätzung der Biomassepotenziale für 2010 und 2020 wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass die Selbstversorgung in der Tierproduktion unverändert bleibt. Es besteht aufgrund der agrarpolitischen Beschlüsse aber eher die Tendenz, dass zukünftig auf Grund komparativer Kostenvorteile mehr tierische Produkte importiert statt wie bisher selbst erzeugt werden und vor allem bei Rindfleisch das Versorgungsniveau unter die Selbstversorgung absinken kann, was zu einer zusätzlichen Freisetzung von Potenzialen für Bioenergieträger führt.
- Die Projektionen des Biomassepotenzials berücksichtigen nicht, dass auch in der Milch- und Rindfleischproduktion eine Steigerung der Leistungen und auch der Futterverwertung stattfindet. Dadurch wird die Zahl der Milchkühe bei gegebenem Verbrauchsniveau zurückgeführt und mehr Raufutterfläche für Bioenergiepflanzen freigesetzt werden. Dabei wird es sich überwiegend um Grünland handeln, für das, abgesehen von Biogas und Verbrennung des Aufwuchses, wenig attraktive Verwendungen verfügbar sind, so dass dieses Potenzial in der Berechnung vernachlässigt wurde.
- Von entscheidendem Einfluss auf das Ergebnis sind die Annahmen bezüglich der zukünftigen Ertragsentwicklung. Für Deutschland entspricht die Annahme der Ertragsentwicklung in dem Betrachtungszeitraum dem Ergebnis der Regressionsrechnung. Es lassen sich sowohl Argumente für optimistischere als auch für pessimistischere Annahmen anführen. Höhere Ertragssteigerungsraten ließen sich mit der zukünftig starken Fokussierung der Pflanzenzüchtung auf höhere Energieerträge (bis zu 50 % mehr Ertrag in weniger als 10 Jahren bei Mais /237/), raumdifferenzierter Landbewirtschaftung und besseres Management durch rasant ablaufenden Strukturwandel begründen. Für die Potenzialabschätzung wurde unterstellt, dass die aus den Ertragsentwicklungen der Hauptkulturen des Ackerlandes abgeleiteten Ertragsfortschritte in gleicher Höhe auch für Futterpflanzen vom Ackerland und für Dauergrünland gelten. Über die Flächenerträge von Dauergrünland und deren Entwicklung liegen bei EUROSTAT nur vereinzelt längere Zeitreihen vor. Beispielsweise ist nach EUROSTAT der Ertrag der Dauerwiesen in Deutschland von 73,7 dt Trockenmasse/ha im Jahr 1992 auf 82,5 dt Trockenmasse/ha im Jahr 2001 gestiegen. Die Änderungsrate des Ertrages lag damit in Deutschland in den letzten zehn Jahren nur bei gut 1 % gegenüber etwa 1,5 % bei den Marktfrüchten des Ackerbaus. Für viele Länder liegen überhaupt keine Ertragsinformationen bei

EUROSTAT vor, und eine repräsentative Schätzung und länderübergreifend vergleichbare Ertragsfeststellung existiert nicht. Deshalb kann in der für die vorliegenden Berechnungen unterstellten Übertragung des Ertragsfortschritts vom Ackerland auf das Dauergrünland eine erhebliche Fehlerquelle liegen. Ertragsfortschritte beim Dauergrünland ganz auszuschließen, entspricht in den meisten Mitgliedstaaten allerdings auch nicht der Realität.

- Selbst wenn durchgesetzt würde, dass weitere 20 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche im ökologischen Landbau genutzt werden und dabei nur 50 % der bisherigen Erträge erzielt würden, wären in Deutschland im Jahr 2010 3 Mio. ha und im Jahr 2020 5,8 Mio. ha, entsprechend ein Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Basis, als Flächenpotenzial für Bioenergieträger verfügbar. Dasselbe Ergebnis würde eintreten, wenn weitere 10 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche im vollen Umfang aus der Agrarproduktion zu Naturschutzzwecken umgewidmet würden

Insgesamt ist festzustellen, dass es im Vergleich zu der vorgelegten Berechnung Varianten der Schätzmethode gibt, die im Ergebnis entweder zu einer Steigerung oder zu einer Minderung des Potenzials für Bioenergieträger führen. Um den quantitativen Einfluss abzuschätzen, wird am Ende dieses Kapitels eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

3.3.3.2 EU-28

Die für Deutschland ermittelten Daten sind für alle EU-Mitgliedstaaten und Beitrittsanwärterstaaten sowie für die EU-15, EU-25 und EU-28 berechnet worden und im Anhang F, F 1 - F 30 (Tabellen 8 - 14) dargestellt. Die im Folgenden gegebene Kommentierung der Ergebnisse beschränkt sich auf Daten der in Tabelle 22, Abbildung 14 dargestellten Übersichtsergebnisse nach Ländern und konzentriert sich dabei auf die jeweiligen Besonderheiten.

Tabelle 22: Technisches Potenzial für Bioenergieträger nach Ländern

Land	Bevölkerung			Pro-Kopf-Verbrauch			Landwirtschaftlich genutzte Fläche			Änderungsraten der Erträge in % (gewogenes Mittel)		Flächenpotenzial in ha und %					
	2000 (Tsd)	Änderung in % bis		2000 (GE)	Änderung in % bis		2000 ²⁾ (Tsd ha)	Änderung in % bis		2000 - 2010	2010 - 2020	2000	%	2010	%	2020	%
		2010	2020		2010	2020		2010	2020								
Deutschland	82.188	1,07	-0,29	1.104,5	2,11	0,00	17.023	0,509	0,509	-15,16	-15,16	2.409.302	14,15	4.543.325	26,69	7.300.886	42,89
Großbritannien	59.623	3,56	3,49	998,2	7,00	0,00	16.954	5,708	5,708	-10,00	-15,00	-1.841.626	-10,86	-2.703.560	-15,95	-1.568.179	-9,25
Frankreich	58.749	3,17	1,10	1.328,9	3,29	0,00	29.631	2,465	2,465	-11,08	-15,00	6.722.083	22,69	7.629.654	25,75	11.214.504	37,85
Italien	57.680	1,53	-0,75	1.180,9	4,36	0,00	15.527	2,698	2,698	-10,00	-15,00	-2.652.431	-17,08	-2.280.070	-14,68	-132.652	-0,85
Spanien	39.733	0,17	-1,18	1.223,4	5,48	0,00	29.914	1,132	1,132	-30,00	-30,00	652.192	2,18	8.145.458	27,23	17.363.878	58,05
Niederlande	15.864	6,30	3,72	1.087,8	-1,43	0,00	1.945	2,137	2,137	-10,00	-15,00	-308.240	-15,85	-198.557	-10,21	70.630	3,63
Belgien/Lux	10.675	2,75	2,22	1.203,1	1,43	0,00	1.518	-3,146	-3,146	-19,43	-19,43	-620.472	-40,87	-307.198	-20,24	54.895	3,62
Griechenland	10.554	1,50	-0,65	1.149,0	7,09	0,00	8.492	9,113	9,113	-10,00	-15,00	-26.126	-0,31	-604.295	-7,12	-37.576	-0,44
Portugal	10.198	1,09	2,10	1.018,3	8,04	0,00	4.142	-5,436	-5,436	-30,00	-30,00	-1.312.674	-31,69	-112.259	-2,71	1.335.635	32,25
Schweden	8.861	3,63	3,51	1.120,3	5,71	0,00	3.143	7,516	7,516	-14,00	-15,00	389.115	12,38	346.555	11,03	508.645	16,18
Österreich	8.103	1,47	1,17	1.175,9	4,76	0,00	3.392	3,129	3,129	-10,00	-15,00	347.843	10,25	409.372	12,07	817.048	24,09
Dänemark	5.330	3,28	2,49	1.195,2	6,05	0,00	2.663	3,851	3,851	-10,00	-15,00	737.888	27,71	726.583	27,28	1.063.183	39,92
Finnland	5.171	1,80	1,10	1.057,5	3,38	0,00	2.220	9,467	9,467	-10,00	-15,00	388.344	17,50	306.668	13,82	429.084	19,33
Irland	3.777	8,63	4,36	1.087,8	2,00	0,00	4.410	0,027	0,027	-14,92	-15,00	1.492.239	33,84	1.747.281	39,62	2.253.293	51,10
EU 15¹⁾	376.482	1,83	0,65	1.154,8	5,37	0,00	140.974	2,643	2,643	-16,03	-18,69	10.737.522	7,62	21.943.932	15,57	45.027.911	31,94
Zypern	786	12,09	10,33	1.098,6	9,28	5,00	127	26,403	26,403	25,40	25,40	-329.446	-259,41	-411.437	-323,97	-481.882	-379,43
Tschechien	10.267	-1,06	-2,22	1.006,1	3,20	5,51	4.277	0,095	0,095	-10,00	-15,00	528.230	12,35	890.254	20,82	1.446.831	33,83
Estland	1.367	-4,24	-2,83	930,4	5,43	5,00	858	10,000	10,000	-30,00	-30,00	-1.094	-0,13	164.797	19,21	326.307	38,03
Ungarn	10.266	-2,97	-3,34	895,6	7,27	5,31	5.862	6,275	6,275	-30,00	-30,00	1.187.649	20,26	2.406.215	41,05	3.751.584	64,00
Lettland	2.373	-5,27	-5,29	786,3	5,68	5,66	2.480	2,658	2,658	-26,62	-26,62	152.965	6,17	745.455	30,06	1.337.538	53,94
Litauen	3.500	-4,06	-4,29	889,2	8,12	5,00	3.488	0,891	0,891	-30,00	-30,00	703.491	20,17	1.614.814	46,30	2.621.052	75,15
Malta	392	4,85	3,65	1.051,0	5,57	3,70	10	41,596	41,596	-10,00	-15,00	-46.590	-481,97	-50.028	-517,53	-52.200	-540,00
Polen	38.649	-0,75	-1,69	984,4	6,60	5,43	18.383	2,221	2,221	-12,97	-15,00	1.898.375	10,33	3.050.733	16,60	5.054.230	27,49
Slowakei	5.400	0,00	-0,93	862,0	0,00	5,59	2.441	0,295	0,295	-10,00	-15,00	132.973	5,45	380.209	15,57	659.883	27,03
Slovenien	1.967	-0,41	-2,14	1.063,0	6,50	3,86	511	12,436	12,436	-13,69	-15,00	-14.623	-2,86	-32.570	-6,37	-21.122	-4,13
Summe (10)	74.967			1.063,0			38.436					4.211.930		8.758.442		14.642.222	
Bulgarien	7.997	-6,89	-7,88	786,8	6,86	7,01	5.468	1,457	1,457	-10,00	-15,00	817.886	14,96	1.304.019	23,85	2.120.113	38,77
Rumänien	22.117	-3,75	-4,19	811,7	6,87	7,00	14.849	-0,286	-0,286	-10,00	-15,00	285.104	1,92	1.434.611	9,66	3.424.658	23,06
Türkei	68.234	14,43	11,13	721,9	0,00	7,00	40.543	-1,271	-1,271	-14,51	-15,00	-742.840	-1,83	570.522	1,41	823.172	2,03
Beitrittsanwärter	98.348						60.860					360.150		3.309.152		6.367.943	
EU 25	451.449	1,32	0,22	1.132,8	5,20	0,90	179.410	2,604	2,604	-16,39	-18,89	14.445.153	8,05	30.009.163	16,73	59.249.232	33,02
EU 28	549.797						240.269,667					15.309.601		34.011.526		66.038.076	

1) stimmt nicht mit Saldo aus Ländern in allen Spalten überein wegen unterschiedlicher Datenquellen und Datengenauigkeit; 2) Durchschnitt aus drei Jahren

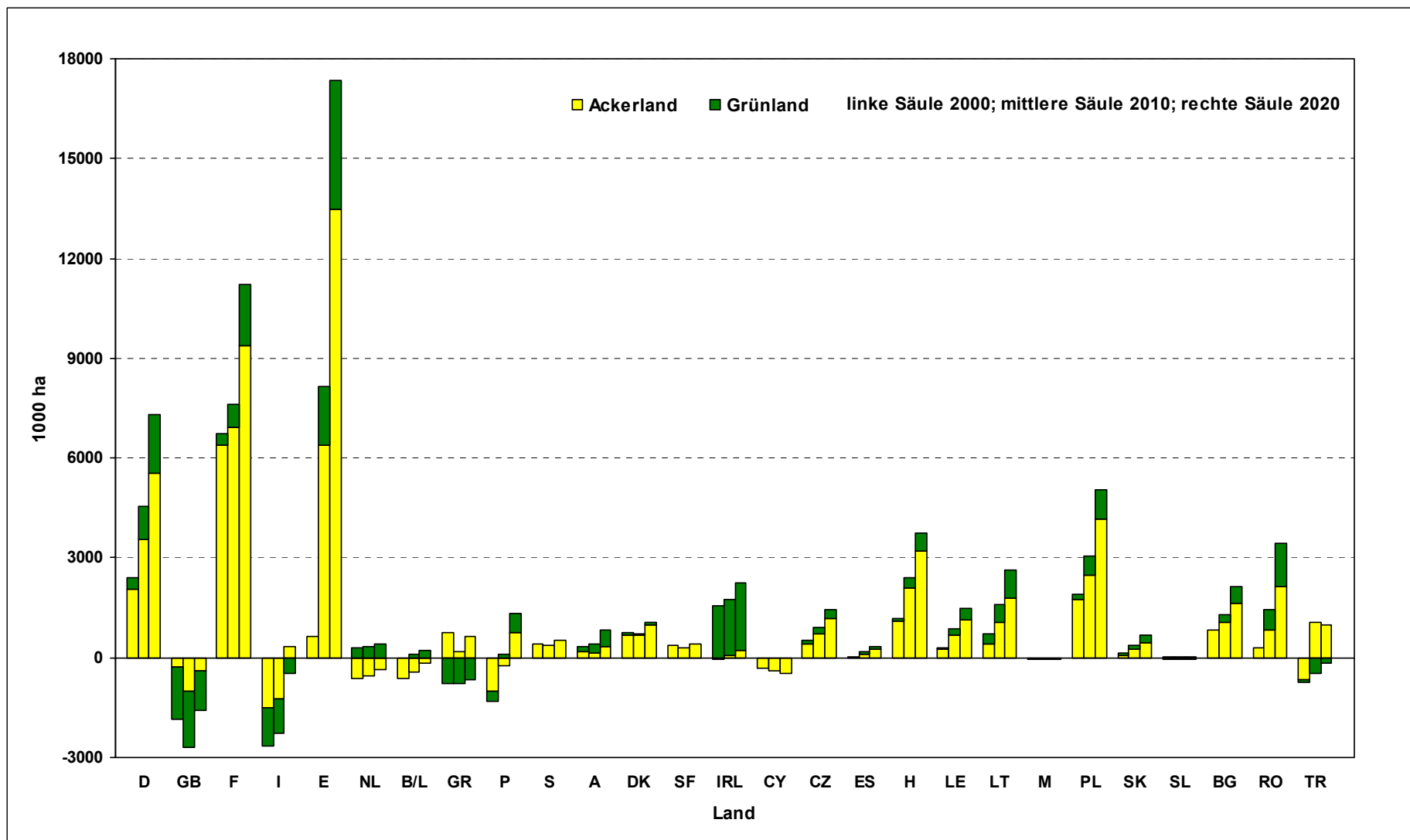


Abbildung 14: Technisches Potenzial für Bioenergieträger in ha Flächen in den Mitglieds- und Beitrittsstaaten (2000 - 2010 - 2020)

Ergebnisse für andere Mitgliedsländer

- Im Vergleich zu Deutschland ergeben sich für Großbritannien sowohl in der Basis als auch in den Projektionen für 2010 und 2020 keine Potenziale für Bioenergieträger. In der Basis lag das an geringer Verfügbarkeit von Brachflächen und einer insgesamt defizitären Selbstversorgung mit Ausnahme von Getreide. In der Projektion für 2010 und 2020 wirken sich eine weiter wachsende Bevölkerung, ein vorübergehend noch zunehmender Pro-Kopf-Verbrauch und erhebliche Flächenumwidmungen trotz beachtlicher Ertragssteigerungsraten in einer Vergrößerung der Defizite für die Nahrungsmittelversorgung aus, und erst ab 2010 werden diese wieder geringer.
- Das Gegenteil ist in Frankreich der Fall. Aufgrund der umfangreichen landwirtschaftlichen Nutzfläche gibt es ähnlich wie in Deutschland umfangreiche Brachflächen durch obligatorische Stilllegung und erhebliche Überschüsse bei allen pflanzlichen Marktordnungsprodukten, die exportiert werden und für Bioenergieträger potenziell zur Verfügung stünden. Infolge weiterer Ertragssteigerungen und moderat zunehmender Bevölkerung sowie des Nahrungsmittelverbrauchs ergibt sich ein Potenzial für Bioenergieträger in ähnlicher relativer Größenordnung wie in Deutschland, absolut allerdings deutlich mehr.
- Die Länder Italien, Niederlande, Belgien-Luxemburg und Griechenland spielen eine untergeordnete Rolle für Biomassepotenziale.
- Spanien ist wiederum ein Sonderfall mit auffallend hohen Freisetzungspotenzialen für Bioenergieträger, obgleich in der Basis kaum ein verfügbares Potenzial existiert hat. Gründe für diese Feststellung liegen in stagnierender Bevölkerungsentwicklung und kräftig steigenden Ertragserwartungen. Die für Spanien in allen Statistiken übereinstimmend ausgewiesenen Ertragszuwächse der letzten Jahre sind am Durchschnittsertrag beispielsweise für Getreide von 3,2 t/ha zu relativieren. Absolut liegen die Ertragssteigerungen pro Jahr so hoch wie beispielsweise in Deutschland bei einem Ertragszuwachs von nur 1,5 gegenüber 3 % pro Jahr. Für Spanien wird im Jahr 2020 eine Flächenfreisetzung von 58 % für Bioenergieträger ausgewiesen bzw. absolut 17,4 Mio. ha. Auch diese hohen Werte erscheinen plausibel. Im Jahr 2020 wird der Durchschnittsertrag in Spanien für Getreide von 3,2 auf etwa 5 - 5,5 t/ha

gestiegen sein, während der Durchschnittsertrag in Deutschland bei 7,5 t je ha liegen wird. In Spanien werden in der Basis 40 Mio. Menschen von knapp 30 Mio. ha landwirtschaftlich genutzter Fläche ernährt, während in Deutschland 82 Mio. Menschen von 17 Mio. ha landwirtschaftlich genutzter Fläche bei nicht wesentlich unterschiedlichem Selbstversorgungsgrad ernährt werden. Im Jahr 2020 werden in Deutschland noch etwa 10 Mio. ha Fläche für die Ernährung von 82 Mio. Menschen benötigt und in Spanien werden noch 12 Mio. ha für weniger als die Hälfte der Bevölkerungszahl zur Verfügung stehen. Bemerkenswert hoch ist in Spanien auch die in der Basis vorhandene Brachfläche mit 3,3 Mio. ha. Diese ist derzeit unter den schwierigen natürlichen Verhältnissen neben der obligatorischen Flächenstilllegung, die in Spanien über 1 Mio. ha beträgt, wirtschaftlich bedingt. Abgesehen von zukünftig stärker konkurrierenden Zielen des Naturschutzes kann aber angenommen werden, dass ein wesentlicher Teil dieser Brachflächen technisch für Bioenergieträger nutzbar gemacht werden kann, wenn dabei alle sinnvollen Alternativen einer extensiven Nutzung bis zur Aufforstung mit in Betracht gezogen werden.

- Dänemark verfügt ebenfalls über vergleichsweise hohe Flächenpotenziale für Bioenergieträger. In der Basis steht vergleichsweise viel landwirtschaftlich genutzte Fläche (2,6 Mio. ha) für eine kleine Bevölkerung (5,3 Mio. Menschen) zur Verfügung. Dänemark könnte aus einem Abbau der Überschüsse in der Milchproduktion überproportional viel Fläche für Bioenergieträger freisetzen. Wenn im Jahr 2020 fast 40 % für Bioenergieträger freigesetzt und nur noch 60 %, entsprechend 1,6 Mio. ha landwirtschaftlich genutzte Fläche, für die Ernährung von gut 5 Mio. Menschen ausreichen, finden wir auch hier die Relation zwischen benötigter landwirtschaftlich genutzter Fläche für die Nahrungsmittelerzeugung und Bevölkerung wie in Deutschland und anderen Industrieländern der EU.
- Extrem hohe Potenziale weisen die Berechnungen auch für Irland aus. Es ist das Land mit den relativ höchsten Agrarüberschüssen, bezogen auf die Bevölkerung. Irland erzeugt vor allem subventionierte tierische Produkte, die nach der gewählten Vorgehensweise potenzielle Flächen für Bioenergieträger darstellen. Wenn für das Jahr 2020 projiziert wird, dass etwa 50 % der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche der Basis umgewidmet werden könnte zur Nutzung durch Bioenergieträger und nur 50 % für die Nahrungsmittelversorgung benötigt werden, verbleiben immer

noch 2,2 Mio. ha, um 4 Mio. Menschen zu ernähren, was bei der klimatischen Gunstlage und hohen Produktivität des Agrarsektors nicht überrascht.

- Die Ergebnisse für die EU-15, die nur die Drittlandsexporte erfassen, spiegeln die Teilergebnisse der Überschuss- und Defizitländer wider. Danach besteht unter Beibehaltung des innergemeinschaftlichen Güterausbaus ein zusätzliches Flächenpotenzial für Biomasseproduktion von mehr als 10 Mio. ha in der Basis, etwa 22 Mio. ha im Jahr 2010 und etwa 45 Mio. ha im Jahr 2020. Zur Relativierung der Schätzung gelten die insbesondere bei der Besprechung der Ergebnisse Deutschlands angeführten Argumente sowie auch die Besonderheiten der Ausführungen zu den einzelnen Ländern, wobei sowohl Argumente für eine Unterschätzung als auch für eine Überschätzung anzuführen sind. Selbst wenn es Argumente dafür gibt, dass im Betrachtungszeitraum ein erheblicher Teil landwirtschaftlicher genutzter Fläche vollkommen zu Naturschutzzwecken umgewidmet wird, verbleibt bei einer Umwidmung in der Größenordnung von 10 % im Jahr 2020 immer noch ein Flächenpotenzial von mehr als 30 Mio. ha für die Produktion von Bioenergieträgern, für Stilllegung, für subventionierte Exporte oder für eine Unterbringung im Binnenmarkt.
- Von den neuen Mitgliedsländern sind die Potenziale in den kleinen Mitgliedstaaten Zypern und Malta ohne weitere Recherchen teilweise nicht erklärbar, aber insgesamt für die absoluten Potenziale unbedeutend.
- Auffallend hoch sind die Freisetzungspotenziale für Bioenergieträger in den baltischen Ländern und in Ungarn, wo hohe Ertragszuwachsraten auf niedrigem absoluten Ertragsniveau, abnehmende Bevölkerung und eine vergleichsweise große Flächenausstattung mit landwirtschaftlich genutzter Fläche zusammentreffen. Aber auch in Litauen, wo 3,5 Mio. ha landwirtschaftlich genutzte Fläche für die Ernährung von 3,5 Mio. Menschen in der Basis zur Verfügung stehen, verbleiben im Jahr 2020 rund 900 000 ha für die Bereitstellung der Nahrungsgüter, was im Vergleich zu anderen Ländern immer noch einen komfortableren Flächenanteil darstellt.
- Auffallend ist das große verfügbare Potenzial für Bioenergieträger in der Basis in Polen. Dies ist auf die im Transformationsprozess brachgefallenen umfangreichen

Flächen zurückzuführen. Mit dem EU-Beitritt ist auch wegen der Direktzahlung eine Tendenz zur Wiederinnutzungsnahme zu erkennen. In der Endphase des Transformationsprozesses sind vergleichsweise hohe Ertragsfortschritte statistisch belegt, was zu weiterer Flächenfreisetzung für Bioenergieträger führt. An 5 Mio. ha potenzieller Fläche im Jahr 2020 sind daher eine eher vorsichtige Schätzung. Ob die in der Basis existierende Brachfläche in vollem Umfang als technisches Potenzial für Biomasse mit Blick auf den teilweise vergleichsweise hohen Wert als Naturschutzfläche in die Berechnungen eingehen sollte, kann man hinterfragen.

- Von den Beitrittsanwärterstaaten verfügt die Türkei wegen des starken Bevölkerungswachstums und des langfristig erwarteten Anstiegs des Pro-Kopf-Verbrauchs über keine nennenswerten Potenziale für Bioenergieträger. Bulgarien und Rumänien als Agrarländer mit abnehmender Bevölkerung werden vor allem nach dem geplanten EU-Beitritt größere Potenziale für Bioenergieträger besitzen.

Das für Bioenergieträger verfügbare Flächenpotenzial setzt sich in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten und Beitrittsanwärterstaaten in unterschiedlichem Maße aus Grünland und Ackerland zusammen. Wie die Daten in Tabelle 23 zeigen, wird in Ländern mit dominierender Ackerlandnutzung fast ausschließlich Ackerland für die Erzeugung von Bioenergieträger freigesetzt. So ist beispielsweise in Deutschland die freigesetzte Grünlandfläche relativ und absolut vergleichsweise gering. Dies gilt auch für Frankreich, Spanien und Dänemark. Dem gegenüber wird in den von Grünland dominierten Ländern teilweise mehr als zwei Drittel des für Bioenergieträger freigesetzten Flächenpotenzials aus Grünland bereitgestellt, für das es nur eingeschränkte Produktionsalternativen gibt. Zu diesen Ländern gehören beispielsweise Irland, Österreich, Niederlande und Großbritannien.

Tabelle 23: Flächenfreisetzung für Bioenergieträger von Grünland und insgesamt nach Ländern¹⁾

Land	Flächenfreisetzung und Grünlandanteil für Bioenergieträger					
	Basis		2.010		2.020	
	insgesamt ha	davon Grünland ha	insgesamt ha	davon Grünland ha	insgesamt ha	davon Grünland ha
Deutschland	2.409.302	353.178	4.543.325	998.927	7.300.886	1.745.618
Großbritannien	-1.841.626	-1.564.700	-2.703.560	-1.704.503	-1.568.179	-1.176.368
Frankreich	6.722.083	332.236	7.629.654	704.716	11.214.504	1.850.498
Italien	-2.652.431	-1.136.467	-2.280.070	-1.031.078	-132.652	-465.587
Spanien	652.192	18.032	8.145.458	1.764.751	17.363.878	3.879.522
Niederlande	-308.240	311.124	-198.557	343.867	70.630	424.691
Belgien/Lux	-620.472	-8.330	-307.198	110.958	54.895	231.060
Griechenland	-26.126	-777.158	-604.295	-782.900	-37.576	-674.569
Portugal	-1.312.674	-311.703	-112.259	116.567	1.335.635	587.219
Schweden	389.115	-23.192	346.555	-22.019	508.645	-4.483
Österreich	347.843	168.773	409.372	268.641	817.048	484.123
Dänemark	740.947	76.685	729.641	69.080	1.066.242	85.010
Finnland	388.344	6.290	306.668	6.401	429.084	7.539
Irland	1.492.239	1.543.352	1.747.281	1.666.733	2.253.293	2.022.054
EU 15²⁾	10.737.522	867.728	21.943.932	4.227.585	45.027.911	11.176.923
Zypern	-329.446	-129	-411.437	-742	-481.882	-1.333
Tschechien	528.230	106.145	890.254	184.553	1.446.831	281.858
Estland	-1.094	12.104	164.797	43.697	326.307	67.034
Ungarn	1.187.649	68.709	2.406.215	313.636	3.751.584	539.677
Lettland	289.691	15.897	882.180	193.791	1.474.264	332.127
Litauen	703.491	281.743	1.614.814	550.245	2.621.052	826.796
Malta	-46.590	0	-50.028	0	-52.200	0
Polen	1.898.375	160.678	3.050.733	579.147	5.054.230	878.267
Slowakei	132.973	59.914	380.209	138.328	659.883	212.196
Slovenien	-14.623	43.287	-32.570	34.067	-21.122	40.897
EU 25²⁾	14.445.153	747.682	30.009.163	5.009.717	59.249.232	13.159.127
Bulgarien	817.886	-14.418	1.304.019	224.099	2.120.113	476.137
Rumänien	285.104	-26.626	1.434.611	615.795	3.424.658	1.272.361
Türkei	-742.840	-89.048	570.522	-488.892	823.172	-173.535

1) Positives Vorzeichen bedeutet Flächenfreisetzung für Bioenergieträger, negatives Vorzeichen bedeutet zusätzlichen Flächenbedarf für Nahrungsmittelproduktion

2) stimmt nicht mit Saldo aus Ländern in allen Spalten überein wegen unterschiedlicher Datenquellen und Datenungenauigkeit

Für die EU-15 beträgt der Anteil des Grünlandes an der Flächenfreisetzung in der Basis 8 % im Jahr 2010 ca. 20 % und im Jahr 2020 ca. 25 %.

In den neuen Mitgliedsländern liegt der Grünlandanteil an der Flächenfreisetzung für Bioenergieträger in den baltischen Ländern Lettland und Litauen überproportional hoch. Unter den Beitrittsanwärterstaaten verfügt Rumänien über einen vergleichsweise hohen Grünlandanteil am Flächenfreisetzungspotenzial.

Sensitivitätsanalyse

Wie an anderer Stelle bereits ausgeführt, beinhaltet die Methodik zur Abschätzung der Bioenergiepotenziale zahlreiche Annahmen. Diese sind zum Teil von erheblichem Einfluss auf die Ergebnisse. Sie werden deshalb im Folgenden einer Sensitivitätsanalyse unterzogen. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind für alle Varianten ausführlich im Anhang E dargestellt. An dieser Stelle werden sie lediglich an Hand der nachfolgenden Tabelle 24 kommentiert, siehe auch Abbildung 15.

Tabelle 24: Flächenfreisetzung für Bioenergieträger insgesamt und davon von Grünland unter verschiedenen Szenarien¹⁾

Szenario Land	Flächenfreisetzung und Grünlandanteil für Bioenergieträger					
	Basis		2010		2020	
	insgesamt ha	davon Grünland ha	insgesamt ha	davon Grünland ha	insgesamt ha	davon Grünland ha
Standardvariante						
Deutschland	2.409.302	353.178	4.543.325	998.927	7.300.886	1.745.618
EU 15	10.737.522	867.728	21.943.932	4.227.585	45.027.911	11.176.923
EU 25	14.445.153	747.682	30.009.163	5.009.717	59.249.232	13.159.127
Potenzialsteigernd						
I 1: Getreide, Raps, Sonnenblumen und Rüben müssen nicht bis zum Selbstversorgungsgrad ausgedehnt werden						
Deutschland	2.720.167	353.178	4.854.190	998.927	7.611.751	1.745.618
EU 15	11.729.724	867.728	22.936.134	4.227.585	46.020.113	11.176.923
EU 25	15.119.556	747.682	30.683.567	5.009.717	59.923.636	13.159.127
I 2: wie 1; Milch und Rindfleisch müssen nicht bis zum Selbstversorgungsgrad ausgedehnt werden						
Deutschland	2.720.167	353.178	4.854.190	998.927	7.611.751	1.745.618
EU 15	11.729.724	867.728	22.936.134	4.227.585	46.020.113	11.176.923
EU 25	15.558.738	747.682	31.122.749	5.009.717	60.362.818	13.159.127
I 3: wie 2, Nahrungsmittelmehr/minderproduktion betrifft nur den Anteil der Selbstversorgung an der Produktion						
Deutschland	2.720.167	353.178	4.810.931	998.927	7.572.491	1.745.618
EU 15	11.729.724	867.728	24.219.126	4.227.585	47.422.596	11.176.923
EU 25 ²⁾						
Potenzialmindernd						
II 1: Brachflächenfreisetzungspotenzial um 30 % reduziert						
Deutschland	2.150.805	353.178	4.284.828	998.927	7.042.389	1.745.618
EU 15	8.305.273	867.728	19.511.682	4.227.585	42.595.662	11.176.923
EU 25	11.271.064	747.682	26.835.074	5.009.717	56.075.143	13.159.127
II 2: wie 1; Ertragssteigerung betrifft nur die AF						
Deutschland	2.150.805	353.178	3.493.643	241.157	5.460.020	230.080
EU 15	8.305.273	867.728	8.780.235	-2.963.663	19.348.062	-4.401.522
EU 25	11.271.064	747.682	14.284.488	-3.728.798	29.064.877	-5.647.135
II 3: wie 2; 2010 5%, 2020 10% Umwidmung von AF zu Naturschutzflächen						
Deutschland	2.150.805	353.178	2.814.065	241.157	3.421.284	230.080
EU 15	8.305.273	867.728	4.486.880	-2.963.663	6.270.761	-4.401.522
EU 25	11.271.064	747.682	8.299.432	-3.728.798	10.853.282	-5.647.135
Kombination						
III: Nahrungsmittelmehr/minderproduktion betrifft nur den Anteil der Selbstversorgung an der Produktion³⁾; Brachflächenfreisetzungspotenzial um 30 % reduziert; Ertragssteigerung bei Grünland 50%; 2010 2,5%, 2020 5% Umwidmung von AF zu Naturschutzflächen						
Deutschland	2.150.805	353.178	3.489.480	620.042	5.159.161	987.849
EU 15	8.305.273	867.728	11.512.174	631.961	22.001.116	3.387.700
EU 25	11.271.064	747.682	15.661.217	640.459	29.362.210	3.755.996

1) Positives Vorzeichen bedeutet Flächenfreisetzung für Bioenergieträger, negatives Vorzeichen bedeutet zusätzlichen Flächenbedarf für Nahrungsmittelproduktion

2) Berechnung wegen fehlender Daten der neuen Mitgliedsländer nicht möglich

3) nicht bei den neuen Mitgliedsländern und EU-25

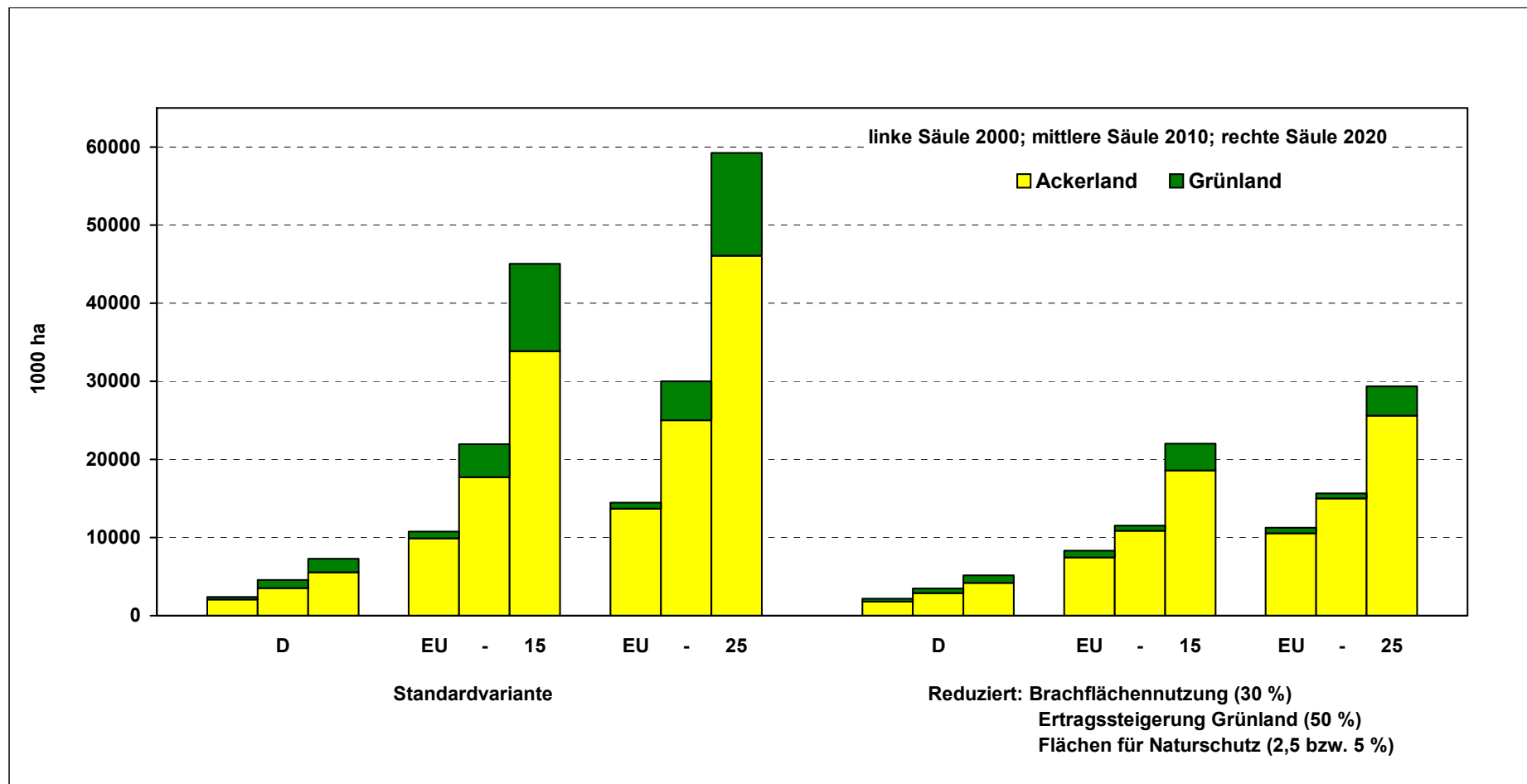


Abbildung 15: Technisches Potenzial für Bioenergieträger in ha Fläche in Deutschland, EU-15 und EU-25 (2000 - 2010 - 2020)

Varianten mit Potenzial steigernder Wirkung:

- **Variante I.1:** Länder mit einem Einfuhrbedarf an Sonnenblumen und Raps werden nicht zur Ausdehnung der Produktion bis zur Selbstversorgung gezwungen, sondern es bleibt bei der bisherigen Einfuhr dieser Produkte.
Gegenüber der Standardvariante, die eine Flächenfreisetzung in der Basis von rund 2,4 Mio. ha für Deutschland und 10,7 Mio. ha für die EU-15 ausweist, ergibt sich eine geringfügige Steigerung des Potenzials auf 2,7 bzw. auf 11,7 Mio. ha. Die Veränderung ist gering, weil der Einfuhrbedarf der EU-15 an Marktordnungsprodukten vergleichsweise unbedeutend ist. Entsprechend erhöhten sich die Flächenfreisetzungspotenziale für 2010 und 2020. Größere Auswirkungen hat diese Variante auf die Flächenfreisetzungspotenziale von Spanien und Portugal, die diese Marktordnungsprodukte in erheblichem Umfang einführen.
- **Variante I.2:** Länder mit Einfuhrbedarf an Milch, Milchprodukten und Rindfleisch werden nicht zur Ausdehnung dieser Produktion bis zur Selbstversorgung gezwungen, sondern sie führen die Importe dieser Produkte weiterhin durch.
Die Ergebnisse zu dieser Variante sind für Deutschland und für die EU insgesamt von noch geringerer Wirkung auf die Potenziale für Bioenergieträger, weil die Einfuhren an Milch, Milchprodukten und Rindfleisch für die EU weitgehend ausgeglichen ist. EU-Mitgliedsländer mit einem hohen Einfuhrbedarf an Milch, Milchprodukten und Rindfleisch wie Großbritannien und Italien erfahren eine beträchtliche Steigerung der Flächenfreisetzung für Bioenergieträger.
- **Variante I.3:** In der Standardvariante wurden vereinfacht die Änderungsraten des Nahrungsmittelverbrauchs und der Agrarproduktion bis 2010 und 2020 ungewogen miteinander verrechnet. Dies ist nur bei einem Selbstversorgungsgrad von 100 % korrekt. Anders als in der Standardvariante wird die Änderungsrate der Fläche in der Variante 3 unter Berücksichtigung des Selbstversorgungsgrades der Nahrungsmittelproduktion des jeweiligen Landes (des Anteils des Inlandverbrauchs an der Inlandsproduktion) ermittelt. In Agrarüberschussländern ergibt sich dadurch eine höhere, in Agrarzuschussländern eine geringere Flächenfreisetzung für Bioenergieträger gegenüber der Standardvariante.

Varianten mit Potenzial mindernder Wirkung:

- **Variante II.1:** Brachflächen (hier geht es nur um die jährlich rotierende Stilllegung) werden nicht in vollem Umfang, sondern nur zu 70 % als Potenzialflächen für Bioenergieträger angerechnet. Damit soll grob berücksichtigt werden, dass bei Beibehaltung der Rotationsbrache höherer Erträge bei der ersten oder auch weiteren Folgefrüchten erzielt werden und darüber hinaus die Rotationsbrache im Rahmen der Möglichkeiten eher auf ertragsschwächeren Standorten durchgeführt wird.
Die Ergebnisse der Berechnungen ändern sich gegenüber der Standardvariante erheblich in der Basis, weil das wesentliche Potenzial der Flächenfreisetzung in der Basis aus der Nutzung von Brachflächen zur Produktion besteht. Die Flächenfreisetzung für Bioenergieträger geht um ca. 2,5 Mio. ha auf 8,3 Mio. ha zurück. In 2010 und 2020 bleibt das Potenzial um diese 3 Mio. ha unter der Standardvariante. An der Grünlandfreisetzung ändert sich nichts.
- **Variante II.2:** Die aus den Kulturarten der Ackerfläche abgeleiteten Ertragssteigerungen, die in der Standardvariante auch für Dauergrünland zu Grunde gelegt wurden, werden nur auf die Ackerflächen bezogen, so dass für Dauergrünland überhaupt keine Ertragssteigerungen unterstellt werden.
Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen, dass bei dieser sehr pessimistischen Annahme das Flächenpotenzial für Bioenergieträger im Jahr 2010 und 2020 gegenüber der Standardvariante deutlich geringer ist. Es fällt für die EU-25 von rund 30 Mio. auf 14 Mio. ha im Jahr 2010 und im Jahr 2020 von rund 60 Mio. ha auf 29 Mio. ha zurück. Die Grünlandfreisetzung wird erwartungsgemäß geringer.
- **Variante II.3:** Von der Ackerfläche werden bis zum Jahr 2010 5 % und bis zum Jahr 2020 insgesamt 10 % zu Naturschutz- und anderen Zwecken aus der Agrarproduktion genommen. Für diese Flächen wird unterstellt, dass sie überhaupt keine Erträge für die Nahrungsmittel- und Bioenergieproduktion bereitstellen.
Die weitere Umwidmung von Ackerflächen zu Naturschutz- und anderen Zwecken reduziert die Flächenfreisetzung für Bioenergieträger deutlich, so dass im Jahr 2010 bei Addition aller Potenzial mindernden Annahmen nur noch ein für Bioenergieträger von ca. 4,5 Mio. ha und im Jahr 2020 nur 6,3 Mio. ha ausgewiesen werden.

Zusammenfassend kann zu der Sensitivitätsanalyse festgestellt werden, dass die oben erläuterten potenzial steigernden Varianten gegenüber der Standardvariante nur noch eine vergleichsweise geringe Steigerung des Potenzials für Bioenergieträger erwarten lassen. Die geprüften Potenzial mindernden Varianten wirken sich dem gegenüber deutlich stärker auf das Potenzial für Bioenergieträger aus. Die Annahme, dass Brachflächen nur 70 % des Potenzials durchschnittlicher Flächen beizutragen vermögen, reduziert das Gesamtpotenzial für Bioenergieträger gegenüber der Standardvariante in Deutschland zwar nur um knapp 4 %, in der EU-15 beträgt die Potenzialminderung allerdings schon knapp 6 %. Den höchsten Einfluss auf das Potenzial für Bioenergieträger ergibt sich aus der Annahme, dass Grünlandflächen aufgrund des natürlichen Potenzials, aufgrund der Nachfrage nach Milch und Rindfleisch und aufgrund des Grünlandumbruchverbots zukünftig überhaupt keine Ertragssteigerungen mehr ermöglichen wird. Gegenüber der vorher diskutierten Variante reduziert sich das Potenzial für Bioenergieträger dadurch in Deutschland von rund 7 auf 5,5 Mio. um nahezu 30 % und in der EU-15 von 42,6 Mio. auf 19,3 Mio. um deutlich mehr als die Hälfte. Ähnlich durchschlagend ist die Annahme, dass in Zukunft bis zum Jahr 2010 5 % und bis zum Jahr 2020 10 % der Ackerfläche in Naturschutzfläche umgewidmet werden könnte, wobei unterstellt wurde, dass die umgewidmeten Flächen überhaupt keine Erträge zur Nahrungsmittel- oder Energieversorgung leisten würden. Vergleichsweise würde dieses Umwidmungspotenzial ausreichen, um bis zum Jahr 2020 einen Anteil von 25 - 30 % Ökolandbau zu kompensieren. Als Folge davon wäre für Deutschland mit einer weiteren Abnahme des Potenzials für Bioenergieträger gegenüber der zuvor erörterten Variante um weitere 60 % und für die EU-15 um eine Minderung des Flächenpotenzials von 19,3 auf 6,3 Mio. ha bedeuten. Als Ergebnis ergibt sich für Deutschland ein Spektrum möglicher Potenziale von 7,6 Mio. ha bis 3,4 Mio. ha und für die EU-15 zwischen 47 Mio. und 6 Mio. ha.

3.3.4 Szenarien realistischer Potenzialentwicklung

Um einen realistischen Ergebnisraum einzugrenzen, werden die Annahmen noch einmal unter dem Aspekt ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit hinterfragt. Dabei wird das Ziel verfolgt zwei realistische Eckpunktszenarien zu definieren, zwischen denen sich die zukünftige Entwicklung mit hoher Wahrscheinlichkeit ergeben wird. Im Folgenden werden diese

Eckpunktszenarien mit den Begriffen Current-Policy (CP) und Umweltorientiertes Szenario (E +) bezeichnet.

3.3.4.1 Current-Policy Szenario (CP)

Für das Current-Policy Szenario steht die Standardvariante (Tabelle 24). Sie gilt für die bereits von der Agrar- und Energiepolitik festgelegten Rahmenbedingungen, wie sie den Berechnungen zur Abschätzung des technischen Potenzials bis zum Jahr 2020 zugrunde liegen.

Wenn es entgegen der CP-Annahmen sogar zu einer stärkeren Nachfrage nach Bioenergieträgern in einzelnen EU-Mitgliedsländern oder im gesamten Binnenmarkt der EU kommen sollte, werden die Länder nicht dazu übergehen, bisher bestehende Importe an weltweit handelbaren Produkten, bei denen sie keine komparativen Kostenvorteile besitzen, selbst zu erzeugen. Im Gegenteil, es wird eine Tendenz zur Erhöhung weiterer Einfuhren bei diesen Produkten bestehen, insofern sind die potenzial steigernden Szenarien nicht illusorisch, unter CP-Annahmen allerdings auszuschließen.

3.3.4.2 Umweltorientiertes Szenario (E +)

Unter den Szenarien mit Potenzial mindernder Wirkung ist die Annahme, dass bisherige Brachflächen in der Rotationsbrache nicht zu 100 % als Potenzial für Bioenergieträger bewertet werden können. Bei der in Variante II.1 unterstellten Annahme, dass sie nur zu 70 % als Fläche für Bioenergieträger anzusehen sind, handelt es sich aber doch um eine eher pessimistische Unterstellung. Dass zukünftig Ertragssteigerungen nur noch auf Ackerflächen realisiert werden, erscheint sehr unrealistisch. Insbesondere die große Zahl der Länder, die auch in Zukunft durch Bevölkerungs- und Nachfragewachstum bei Milch und Rindfleisch auf die intensive Nutzung von Grünlandflächen angewiesen sind, wird mit steigenden Erträgen gerechnet werden müssen. Hier wie auch bei der Variante II.3, der Annahme, dass bis zu 10 % der Ackerfläche bis zum Jahr 2010 für Naturschutz und Umstellung auf extensivere Bewirtschaftung in Anspruch genommen werden, ist eher eine über die Realität hinaus gehende Annahme. Sie mag für einige Mitgliedstaaten bzw. Regionen innerhalb Mitgliedstaaten begründbar sein, erscheint aber sehr weitgehend für die gesamte EU. Insofern

wird das E+ Szenario mit hoher Wahrscheinlichkeit als Minimum für das technische Potenzial betrachtet.

- Diese Überlegungen haben dazu geführt, mit Hilfe einer Kombination aus verschiedenen Varianten ein mit hoher Wahrscheinlichkeit erwartbares Umweltorientiertes Szenario zu quantifizieren. Dabei sind die Varianten I.3, II.1 und von Variante II.2 eine Ertragssteigerung auf dem Grünland in Höhe von 50 % der Ackerflächen und von II.3 eine Umwidmung von 2,5 % bis 2010 und 5 % bis 2020 der verfügbaren Ackerfläche unterstellt worden. Die Ergebnisse (Tabelle 24, Variante III) zeigen, dass unter solchen Annahmen immer noch ein beachtliches Potenzial für Bioenergieträger zu erwarten ist, dass im Jahr 2020 in Deutschland mehr als 5 Mio., in der EU-15 22 Mio. und in der EU-25 fast 30 Mio. ha umfassen wird. Der Anteil des Grünlandes an der Flächenfreisetzung beträgt in Deutschland etwa 1 Mio., in der EU-15 3,4 Mio. und in der EU-25 ca. 3,8 Mio. ha. Die Ergebnisse der einzelnen Länder sind in der folgenden Tabelle 25 detailliert dargestellt.

Tabelle 25: Flächenfreisetzung für Bioenergieträger von Grünland und insgesamt nach Ländern, E + Variante¹⁾

Land	Flächenfreisetzung und Grünlandanteil für Bioenergieträger					
	Basis		2010		2020	
	insgesamt ha	davon Grünland ha	insgesamt ha	davon Grünland ha	insgesamt ha	davon Grünland ha
Deutschland	2.150.805	353.178	3.489.480	620.042	5.159.161	987.849
Großbritannien	-1.852.641	-1.564.700	-4.595.956	-2.103.854	-5.188.396	-2.174.746
Frankreich	6.333.756	332.236	6.234.044	152.863	7.859.289	551.399
Italien	-2.853.961	-1.136.467	-3.483.572	-1.249.493	-2.529.965	-1.011.624
Spanien	-342.532	18.032	3.062.570	694.582	7.510.622	1.739.183
Niederlande	-316.680	311.124	-273.563	300.552	-133.353	316.403
Belgien/Lux	-629.081	-8.330	-414.636	53.688	-178.076	116.520
Griechenland	-167.520	-777.158	-1.855.162	-872.350	-2.136.137	-898.194
Portugal	-1.481.489	-311.703	-1.089.644	-91.909	-278.940	170.266
Schweden	309.629	-23.192	157.823	-51.938	129.841	-66.467
Österreich	316.135	168.773	235.945	172.771	407.809	244.449
Dänemark	680.755	76.685	670.954	59.883	856.823	62.018
Finnland	327.301	6.290	190.656	5.121	186.056	4.339
Irland	1.486.473	1.543.352	1.609.961	1.425.595	1.861.984	1.538.443
EU 15³⁾	8.305.273	867.728	11.512.174	631.961	22.001.116	3.387.700
Zypern	-331.666	-129	-403.786	-622	-465.883	-1.091
Tschechien	494.936	106.145	697.452	139.380	964.787	168.926
Estland	-10.012	12.104	108.272	24.097	199.067	27.834
Ungarn	1.095.457	68.709	1.947.544	154.689	2.776.610	221.784
Lettland	261.251	15.897	706.261	112.584	1.092.640	169.714
Litauen	655.738	281.743	1.450.866	404.182	2.245.652	534.671
Malta	-46.665	0	-50.441	0	-53.261	0
Polen	1.331.628	160.678	1.752.479	343.001	2.563.167	369.007
Slowakei	129.703	59.914	277.921	97.927	385.596	111.196
Slovenien	-14.820	43.287	-63.081	13.002	-89.358	-3.245
EU 25³⁾	11.271.064	747.682	15.661.217	640.459	29.362.210	3.755.996
Bulgarien	676.742	-14.418	955.075	135.142	1.403.417	253.745
Rumänien	119.644	-26.626	712.786	368.335	1.715.639	653.710
Türkei	-742.840	-89.048	-1.462.446	409.197	-4.018.479	754.740

1) Positives Vorzeichen bedeutet Flächenfreisetzung für Bioenergieträger, negatives Vorzeichen bedeutet zusätzlichen Flächenbedarf für Nahrungsmittelproduktion

2) nicht bei den neuen Mitgliedsländern und EU-25

3) stimmt nicht mit Saldo aus Ländern in allen Spalten überein wegen unterschiedlicher Datenquellen und Datenungenauigkeit

In Deutschland wie auch in der Summe der EU-15 und EU-25 ergibt sich eine Differenz im technischen Potenzial zwischen den Szenarien von bis zu 50 %.

3.4 Wirtschaftliches Potenzial für Bioenergieträger bei gegebenen und zukünftig erwartbaren Rahmenbedingungen

Unter dem Begriff wirtschaftliches Potenzial für Bioenergieträger wird im Folgenden der Anteil des technischen Potenzials verstanden, der unter den gegebenen agrarpolitischen Rahmenbedingungen wirtschaftlich erzeugt werden kann. Das gegenüber der Basis zusätzliche Angebot an Agrarprodukten wird für die Jahre 2010 und 2020 geschätzt. Es kann zur Deckung zusätzlicher Nahrungsmittelnachfrage, als Bioenergieträger, für den Export subventioniert oder für die Inlandsverwendung genutzt werden. Im Folgenden wird zunächst die Weiterentwicklung des Angebots von Agrarprodukten unter den beschlossenen politischen Rahmenbedingungen, weiterlaufenden Ertragsfortschritten, unter Berücksichtigung sich ändernder Wettbewerbsfähigkeit der Produktionsverfahren und darauf beruhende Substitutionen abgeschätzt. Die Ergebnisse dieser Angebotsprojektion basieren auf der Produktionsstruktur in der Basis im Jahr 2000 und zeigen deren Veränderung nach Umsetzung der agrarpolitischen Beschlüsse im Jahre 2010 und 2020. Um diese Ergebnisse mit den vorausgegangenen Abschätzungen des technischen Potenzials für Bioenergieträger vergleichen zu können, werden anschließend die in die technische Potenzialabschätzung eingehenden Veränderungen der Nahrungsmittelnachfrage, Flächenumwidmung Verbesserung der Futterverwertung in der Tierproduktion exogen berücksichtigt.

3.4.1 Methodik zur Bestimmung des wirtschaftliches Potenzial für Bioenergieträger

Die Schätzung der wirtschaftlichen Angebotspotenziale aus der Landwirtschaft ist derzeit wegen der Datenverfügbarkeit auf die EU-15 beschränkt. Sie basiert auf Betriebsmodellen repräsentativer Betriebe. Sie geht aus von den derzeitigen rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen und gibt den nach Gewinnmaximierung strebenden Betrieben die zukünftig noch umzusetzenden Beschlüsse der Agrarreform vor. Die Ergebnisse beziehen sich dabei auf den Endzeitraum der Reformperiode etwa um das Jahr 2010 und durch Fortschreibung auch auf das Jahr 2020. Für die Basisperiode werden 5-Jahres-Durchschnitte (1998 - 2002) der Betriebsergebnisse von Buchführungsbetrieben verwendet. Für die Vorschätzung werden Ertragssteigerungen berücksichtigt, die in Politikevaluierungsmodellen zu Grunde gelegt sind (CAPSIM). Diese liegen zwischen 1,0 und 2,0 % und im Durchschnitt nicht ganz so hoch wie die für die technische Potenzialabschätzung unterstellten

Ertragsfortschritte. In dem Szenario der wirtschaftlichen Potenzialabschätzung wird davon ausgegangen, dass die derzeitige Agrarpolitik, die auf Nahrungsmittelversorgung fast ausschließlich ausgerichtet ist, fortgeführt wird. Dann gelten neben Energieertrag zahlreiche Qualitätsparameter, die zu niedrigeren mengenmäßigen Ertragssteigerungen führen. Demgegenüber wird bei der technischen Potenzialabschätzung davon ausgegangen, dass der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen, der für Bioenergieträger verwendet wird, gezielt mit ausgewählten Sorten und Arten genutzt wird, die einen deutlich höheren Energieertrag erwarten lassen.

Die Preise für Agrarprodukte werden nach den Beschlüssen der Agrarreform vorgegeben, und die Direktzahlungen sind für die Jahre 2010 und 2020 nach den nationalen Umsetzungsverordnungen der Mitgliedsländer vollständig oder teilweise entkoppelt. Die Preisentwicklung für Betriebsmittel orientiert sich an der Entwicklung der Vergangenheit und entspricht etwa im Durchschnitt der Inflationsrate. Für die zukünftige Reform der Zuckermarktordnung wurde angenommen, dass die aktuellen Vorschläge vom Mai 2005 bis zum Jahr 2010 umgesetzt sind.

Die Datengrundlage⁷ des Modells besteht aus einer Stichprobe von Buchführungsbetrieben. Sie umfasst etwa 1 - 3 % der Grundgesamtheit. Für jeden Betrieb der Stichprobe sind Deckungsbeiträge für alle Produktionsverfahren des Marktfruchtbaus integriert. Jeder individuelle Betrieb ist als Betriebsmodell formuliert, d. h. bei einer Änderung von Preisen oder Mengenvorgaben wird durch Deckungsbeitragsvergleich die neue Produktion unter der Zielsetzung Gewinnmaximierung bestimmt. Ausdehnungen und Einschränkungen von Produktionsverfahren sind durch Festsetzung von Fruchtfolgegrenzen nur in vertretbarem Rahmen möglich. So kann eine einzelne Kulturart nicht mehr als 70 % der Ackerfläche einnehmen. Dies gilt nur für Weizen und Mais. Rüben und Raps dürfen zusammen nicht mehr als 33 % der Ackerfläche einnehmen. Als Konkurrenzfrüchte für Energiepflanzen werden Sonderkulturen durch Nachfragemengen und andere Restriktionen im Umfang beschränkt sind. Die Kartoffelnachfrage ist unelastisch und verändert sich in den meisten Mitgliedstaaten der EU-15 nur noch im Umfang der Bevölkerungsveränderung. Daraus ergibt sich, dass bei

⁷ Die am 24.11.2005 beschlossene Zuckermarktordnung führt zu geringfügig veränderten Preisen für Zucker und Zuckerrüben gegenüber dem Kommissionsvorschlag, der in den Berechnungen berücksichtigt wurde. Die Ergebnisse werden dadurch aber nicht entscheidend beeinflusst.

weiterlaufenden Ertragssteigerungen bei Kartoffeln der Flächenumfang an die Nachfrage angepasst werden muss, zumal Kartoffeln als Bioenergieträger in gewissem Umfang zwar verwendet werden, aber in Konkurrenz zu anderen Energiepflanzen nicht wettbewerbsfähig sind. Darüber hinaus ist für das Betriebsmodell festgelegt, dass Energiepflanzen nur gegen solche Kulturen ausgetauscht werden können, die ähnlich hohe Ansprüche an Boden und Klima stellen. Mit einer Ausdehnung der „Grandes Cultures“ muss die Flächenstilllegung entsprechend erweitert werden. Sie wurde für das Jahr 2010 entsprechend der Beschlüsse zur Agrarreform mit 10 % zu Grunde gelegt.

3.4.2 Angebotspotenziale für Bioenergieträger bei veränderten politischen Rahmenbedingungen

Die oben erläuterten Methoden der Potenzialabschätzung gehen entweder von gegebenen technischen Rahmenbedingungen (technisches Potenzial) oder von gegebenen und für die Zukunftsperioden eindeutig definierten politischen Rahmenbedingungen bei gegebener Technologie aus (wirtschaftliches Potenzial). Sie berücksichtigen insofern nicht, welche Angebotspotenziale für Bioenergieträger mobilisiert werden, wenn beispielsweise Politikmaßnahmen zur Förderung des Energiepflanzenanbaus oder technische Neuerungen in der Bioenergienutzung nachfragebedingt Preissteigerungen bei potenziellen Energiepflanzen unter sonst gleichen politischen Rahmenbedingungen hervorrufen. Zur quantitativen Einschätzung solcher Potenziale wird im Folgenden die Angebotsreaktion für Bioenergieträger an ausgewählten Fallbeispielen dargestellt.

Solche Untersuchungen sind keineswegs theoretische Planspiele. Die jüngste Entwicklung hat gezeigt, dass politische Entscheidungen zur Unterstützung der Markteinführung erneuerbarer Energien auch die Nachfrage nach bestimmten Produkten der Landwirtschaft erhöht und preisstabilisierend oder preissteigernd und produktionsfördernd wirkt. Als Beispiele wären zu nennen der Anbau von Raps zur Herstellung von Biodiesel und der Anbau von Silomais als Co-Substrat für die Biogaserzeugung. Im Folgenden werden drei Maßnahmen analysiert:

- Verzicht auf obligatorische Flächenstilllegung
- Gezielte Förderung des Ethanolrübenanbaus und
- Gezielte Förderung aller Energiepflanzen

Dabei wird unterstellt, dass die Maßnahmen jeweils für die gesamte EU Anwendung finden würden.

Ein Verzicht auf die obligatorische Flächenstilllegung wäre durch einen Beschluss des Ministerrats der EU herbeizuführen und kurzfristig umsetzbar.

Eine gezielte Förderung des Anbaus von Ethanolrüben ist im Rahmen der reformierten Zuckermarktordnung umsetzbar. Nach den Beschlüssen der EU wird eine Produktionsabgabe auf die Zuckererzeugung für den Nahrungsmittelmarkt von allen Herstellern in der EU-25 in Höhe von 126,4 €/t Zucker (2006/07, in den Folgejahren 173,3 €/t und 113,3 €/t), erhoben werden. Aus diesem Fonds können Zuckerunternehmen eine Produktionsaufgabepremie in Höhe von einmalig 730 €/t Zucker (625 bzw. 520 €/t) in Anspruch nehmen. Zuckerunternehmen können Fabrikstandorte ganz oder teilweise auch für die Ethanolproduktion umwidmen und je nach geographischer Lage etwa 100 Tage im Jahr Ethanol aus Zuckerrüben und für den Rest des Jahres Ethanol aus Getreide herstellen. Die Nicht-Vermarktungsprämie in Höhe von 730 €/t Zucker, äquivalent zu etwa 104 €/t Zuckerrüben, bietet einen hohen Anreiz zur Umstellung auf die Ethanolproduktion. Dies würde positive Beschäftigungseffekte bewirken, Kapitalvernichtung bei Fabrikschließungen vermeiden und wirtschaftliche Vorteile für die Zuckerunternehmen beim Zertifikatshandel für CO₂ gegebenenfalls ermöglichen. Nach Darstellung der Zuckerindustrie kann bei Herstellung von Ethanol aus Zuckerrüben nur eine Verwertung von etwa 10 - 15 €/t Rüben erreicht werden. Zum Auszahlungspreis für Zuckerrüben für die Zuckerherstellung (30 €/t) müsste ein Differenzbetrag von 5 - 10 €/t Zuckerrüben als finanzieller Anreiz aus dem Strukturförderplan der EU bezahlt werden. Nur unter solchen oder ähnlichen Rahmenbedingungen würde die hoch energieproduktive Zuckerrübe dem Getreide für die Ethanolherstellung vorgezogen. Es würde damit gleichzeitig gewährleistet, dass dem Verzicht auf Mineralölsteuer eine Produktion aus inländischen Ressourcen und nicht aus importierten weltweit handelsfähigen Agrarprodukten oder Bioenergieträgern gegenüber stünde (wie z. B. bei Getreide und Raps für Biotreibstoff oder Bioethanol aus Brasilien).

In einem weiteren Szenario wird hypothetisch davon ausgegangen, dass sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für eine Verbrennung von Getreideganzpflanzen (Korn und Stroh) so weit effizienter gestalten, dass auf lokaler Ebene für den Energiewert des Strohs etwa 50 % des Getreidepreises geboten wird. Bei einem Korn: Stroh: Verhältnis von 1 : 0,8 würde 1 t Getreidekornenertrag zusätzlich mit 40 € für Stroh honoriert, so dass beispielsweise

gegenüber einem derzeit gegebenen Weizenpreis von 100 €/t bei der energetischen Verwertung von Korn und Stroh 140 €/t Weizenkorn erlöst werden könnte. Bei einem Durchschnittsertrag von 7 t Weizen je ha entspräche das einer Erlössteigerung bei Ganzpflanzennutzung von 280 €/ha. Dieses Szenario ist mit Blick auf die Erwartungen neuer Technologien zur Herstellung von BTL sowie aber auch im Fall einer Überwälzung von CO₂-Zertifikatswerten bei voller Preistransmission bis zum Hersteller der Bioenergieträger nicht utopisch.

Für die Rechnung wird deshalb unterstellt, dass der Verwertungserlös bei Ganzpflanzen aus Weizen, Gerste, Roggen, Hafer und Mais um 40 % je t Kornertrag, bezogen auf den geltenden Getreidepreis, höher liegt. Für die Berechnung wird auch ein Anbau von Ethanolrüben zum Preis von 25 €/t zugelassen, um zu prüfen, ob Ganzpflanzengetreide bei entsprechender wirtschaftlicher Verwertung Ethanolrüben und Ölfrüchte aus der Produktion verdrängen würde.

3.4.3 Ergebnisse der Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials

Die Ergebnisse der umfangreichen Berechnungen beziehen sich auf die sektoralen Produktionsmengen der FAO-Statistik (nicht etwa auf die der ausgewählten Betriebe). Dargestellt sind in den Tabellen nur die als Energieträger in Frage kommenden Nutzpflanzen. Die Aggregation erfolgt über die Fläche und über die Produktionsmenge, wobei die einzelnen Kulturen nach dem Getreideeinheitenschlüssel gewichtet sind. Dabei werden die Mengen der Getreidearten und Eiweißpflanzen mit 1, die Ölfrüchte mit 1,7, Rüben mit 0,25 und Kartoffeln mit 0,2 multipliziert. Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Basis zu den Jahren 2010 und 2020 kann auf die unter den zu erwartenden wirtschaftlichen Bedingungen auf die Produktionssteigerung geschlossen werden. Im Vergleich zu 2010 werden bis 2020 die Trends der Erträge und Betriebsmittelpreise fortgeschrieben, während in Ermangelung entsprechender Informationen davon ausgegangen wird, dass sich die politischen Rahmenbedingungen für die Agrarproduktion nach 2010 überhaupt nicht ändern. Diese Unzulänglichkeiten müssen bei der Interpretation der Daten für das Jahr 2020 jeweils angemessen berücksichtigt werden.

3.4.3.1 Deutschland

Zunächst wird die Produktionsentwicklung dargestellt, die ohne biomassesteigernde Maßnahme zu erwarten ist. Die in Tabelle 26 ausgewiesenen Daten (bei obligatorischer Flächenstilllegung) machen deutlich, dass in Deutschland der Weizenanbau weiter an Wettbewerbsfähigkeit gewinnt und auf Grund der überproportionalen Ertragsfortschritte auch die Gerste stärker verdrängt. Roggen gewinnt an Wettbewerbsfähigkeit auf den besseren Sandorten, und Körnermais setzt sich in den Gunstlagen stärker durch. Demgegenüber stößt Raps in den Gunstlagen an Fruchtfolgegrenzen. Der Zuckerrübenanbau muss an die unterstellten Vorgaben der zukünftigen Zucker-Marktordnung angepasst werden, und die Kartoffelfläche wird in Orientierung an die Nachfrage infolge weiter steigender Erträge angepasst. Die obligatorische Flächenstilllegung variiert mit dem Umfang des Anbaus der sog. Marktordnungsfrüchte.

Die Angebotsmenge, ausgedrückt in Getreideeinheiten, wächst unter den gegebenen politischen Rahmenbedingungen von rund 59 auf 69 Mio. t von der Basis bis zum Jahr 2010, also pro Jahr um etwa 1,7 %. Dieser Trend setzt sich bei Fortschreibung der Ergebnisse bis zum Jahr 2020 in etwa gleichem Tempo fort.

Tabelle 26: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen für Bioenergieträger
Szenario: obligatorische Flächenstilllegung 10 %

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
Deutschland						
Weizen	2.856,87	21.016,00	3.121,14	27.175,83	3.253,93	33.534,13
Roggen	816,52	4.411,31	1.109,00	7.232,25	1.148,18	9.038,52
Gerste	2.108,70	12.468,39	1.338,70	9.006,89	1.304,37	9.985,91
Hafer	247,08	1.174,54	205,32	1.178,18	228,74	1.584,35
Körnermais	373,58	3.321,08	645,20	6.991,89	680,49	8.989,22
Hülsenfrüchte	178,84	595,74	58,10	220,23	57,17	246,55
Raps	1.143,58	3.853,06	1.390,11	5.382,31	1.282,77	5.707,52
Sonnenblumen	28,76	70,36	76,81	195,57	64,76	171,59
Flächenstilllegung ¹	749,29	0,00	745,82	0,00	752,02	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zuckerrüben	470,33	26.751,83	326,47	20.512,29	283,99	19.710,17
Kartoffel	295,36	12.169,15	252,22	12.299,36	212,48	12.264,07
Summe	9.268,90	85.831,44	9.268,90	90.194,80	9.268,90	101.232,01
Summe in GE		58.778,63		68.875,62		80.753,52

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

Vergleicht man dazu die Berechnungsergebnisse unter der Annahme, dass die Flächenstilllegungsverpflichtungen aufgehoben wird (Tabelle 27), werden die obligatorisch stillgelegten Flächen der Basisperiode im Jahr 2010 fast vollständig zur Produktion genutzt. Sie werden überwiegend zum Anbau von Weizen, Roggen und Körnermais verwendet. Im Ergebnis führt das zu einer Angebotssteigerung im Jahr 2010 gegenüber der Basis 2000 von 15,85 Mio. t Getreideeinheiten, was einem jährlichen Zuwachs von etwa 2,7 % entspricht. Eine wesentliche Steigerung des Angebotspotenzials wäre erreichbar, wenn unter den zukünftigen Bedingungen der reformierten Zuckermarktordnung zusätzlich ein finanzieller Anreiz für den Anbau von Ethanolrüben entstehen würde, der so hoch wäre, dass für Ethanolrüben ein Preis von 25 €/t bezahlt würde und auch bisher nicht Rüben anbauenden Betrieben den Anbau von Ethanolrüben gestatten würde (Tabelle 28). Die deutsche Landwirtschaft würde im Jahr 2010 neben 324 000 ha Rübenanbau für die Zuckerproduktion bis an die Fruchtfolgegrenzen in vielen Rübenanbaugebieten bis zu 1,3 Mio. ha Ethanolrüben anbauen können. Aus 80 Mio. t Ethanolrüben könnten etwa 80 Mio. hl Ethanol hergestellt werden, womit die Zielgröße 5,75 % vom Ottotreibstoff um das Dreifache überschritten würde. Das Angebotspotenzial der deutschen Landwirtschaft in Getreideeinheiten würde

dadurch gegenüber der Basis von 59 Mio. auf 85 Mio. t steigen, was einem jährlichen Angebotszuwachs von 44 % entspräche. Die Abschätzungen machen deutlich, welche Potenziale die inländischen Ressourcen ermöglichen. Gegenwärtig halten es die Investoren noch für wirtschaftlicher, Getreide für die Ethanolherstellung zu verwenden oder überseeisches Ethanol aus Zuckerrohr einzusetzen. Die Berechnungen zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit von Ethanolrüben auch bei einem Preis von 20 €/t schon auf vielen Standorten für etwa 1 Mio. ha gegeben ist, während bei einem Preis von 30 €/t Ethanolrüben mit 1,7 Mio. ha Anbaugrenzen erreicht werden.

Tabelle 27: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen für Bioenergieträger
Szenario: ohne Flächenstilllegung

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
Deutschland						
Weizen	2.856,87	21.016,00	3.321,69	28.922,02	3.478,15	35.844,84
Roggen	816,52	4.411,31	1.287,34	8.395,30	1.363,26	10.731,57
Gerste	2.108,70	12.468,39	1.258,99	8.470,60	1.190,34	9.112,93
Hafer	247,08	1.174,54	230,62	1.323,36	257,84	1.785,96
Körnermais	373,58	3.321,08	810,64	8.784,70	859,30	11.351,25
Hülsenfrüchte	178,84	595,74	49,79	188,71	48,99	211,31
Raps	1.143,58	3.853,06	1.594,31	6.172,94	1.446,95	6.438,03
Sonnenblumen	28,76	70,36	107,82	274,52	90,19	238,98
Flächenstilllegung ¹	749,29	0,00	29,01	0,00	37,39	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zuckerrüben	470,33	26.751,83	326,47	20.512,29	284,01	19.711,32
Kartoffel	295,36	12.169,15	252,22	12.299,36	212,48	12.264,07
Summe	9.268,90	85.831,44	9.268,90	95.343,78	9.268,90	107.690,27
Summe in GE		58.778,63		74.633,30		87.769,42

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

Tabelle 28: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen
Szenario: ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von Ethanol zu 25 €/t möglich

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
Deutschland						
Weizen	2.856,87	21.016,00	2.831,73	24.655,89	2.910,66	29.996,47
Roggen	816,52	4.411,31	1.063,55	6.935,87	1.151,28	9.062,88
Gerste	2.108,70	12.468,39	1.208,39	8.130,11	1.133,24	8.675,75
Hafer	247,08	1.174,54	218,68	1.254,85	245,47	1.700,24
Körnermais	373,58	3.321,08	615,90	6.674,29	657,56	8.686,30
Hülsenfrüchte	178,84	595,74	62,33	236,25	61,75	266,32
Raps	1.143,58	3.853,06	1.321,04	5.114,87	1.260,63	5.609,01
Sonnenblumen	28,76	70,36	61,76	157,24	53,43	141,58
Flächenstilllegung ¹	749,29	0,00	19,82	0,00	25,37	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	1.289,42	81.014,04	1.276,29	88.579,00
Zuckerrüben	470,33	26.751,83	324,08	20.361,90	280,74	19.484,56
Kartoffel	295,36	12.169,15	252,22	12.299,36	212,48	12.264,07
Summe	9.268,90	85.831,44	9.268,90	166.834,67	9.268,90	184.466,19
Summe in GE		58.778,63		84.653,73		97.632,69

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

E

Unterstellt man auch für Getreide und Körnermais eine nahezu flächendeckende Verwertungsmöglichkeit als Bioenergieträger unter Nutzung von Korn und Stroh, die sich in einer Erhöhung der Produktpreise, bezogen auf den Kornertrag um 40 % niederschlägt, kommt es zu dem in Tabelle 29 dargestellten Produktionseffekten. Der Anbau von Ethanolrüben (Preisbasis 25 €/t) wird durch die wettbewerbsstarken Getreidearten Weizen, Roggen und Körnermais erheblich eingeschränkt. Auch Raps verliert an Wettbewerbsfähigkeit und wird im Flächenumfang weiter reduziert. Die Gesamtproduktion in Getreideeinheiten, wobei die energetische Nutzung von Stroh nicht mitberechnet wird, da sie in der Reststoffbilanz erfasst ist, steigt gegenüber der Vergleichsalternative ohne Preissteigerung mit Ethanolrübenanbau nur noch geringfügig an. Daraus folgt, dass das Angebotspotenzial der Landwirtschaft in diesem Szenario durch die unterstellten politischen Maßnahmen weitgehend ausgeschöpft ist.

Tabelle 29: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen
Szenario: ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von Ethanol zu 25 €/t möglich, Getreidepreis + 40 %

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
Deutschland						
Weizen	2.856,87	21.016,00	3.457,56	30.104,99	3.604,86	37.150,66
Roggen	816,52	4.411,31	1.181,46	7.704,83	1.290,92	10.162,13
Gerste	2.108,70	12.468,39	1.432,02	9.634,75	1.322,34	10.123,48
Hafer	247,08	1.174,54	248,11	1.423,70	281,64	1.950,81
Körnermais	373,58	3.321,08	714,29	7.740,55	794,86	10.500,03
Hülsenfrüchte	178,84	595,74	25,62	97,11	24,85	107,16
Raps	1.143,58	3.853,06	556,49	2.154,65	517,16	2.301,03
Sonnenblumen	28,76	70,36	33,20	84,53	23,08	61,14
Flächenstilllegung ¹	749,29	0,00	6,51	0,00	7,69	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	1.089,29	68.440,38	975,08	67.673,97
Zuckerrüben	470,33	26.751,83	272,12	17.097,61	213,95	14.848,72
Kartoffel	295,36	12.169,15	252,22	12.299,36	212,48	12.264,07
Summe	9.268,90	85.831,44	9.268,90	156.782,44	9.268,90	167.143,17
Summe in GE		58.778,63		84.356,90		97.093,43

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

Im Ergebnis zeigen die Szenarienrechnungen für Deutschland, dass bei gezielter Förderung bestimmter Bioenergieträger erhebliche Substitutionen stattfinden, die das Angebotspotenzial beträchtlich erhöhen können. Einschränkend zu den Ergebnissen muss hinzugefügt werden, dass nur ein Teil der Getreideanbauflächen als Ganzpflanzen für Bioenergie genutzt werden kann, weil zum einen keine flächendeckende Nachfrage wegen der Transportempfindlichkeit entstehen wird und zum anderen die regionale Grundversorgung mit einigen wichtigen Getreidearten aufrecht erhalten bleiben muss.

3.4.3.2 EU-15

Die nach analoger Vorgehensweise berechneten Potenziale für Bioenergieträger für die EU-15 sind in den Tabelle 30 bis Tabelle 33 dargestellt. Einzelne Ländertabellen befinden sich im Anhang. Bei der gegebenen Situation mit obligatorischer Flächenstilllegung steigt das Angebotspotenzial bis 2010 gegenüber der Basis von 266 Mio. auf 307 Mio. t Getreideeinheiten, wobei die Anbauflächen für Zuckerrüben und Kartoffel nachfragebedingt reduziert und der Produktionszuwachs vor allem dem Körnermais zu Gute kommt. Bei einer

politischen Entscheidung zu Gunsten eines Verzichts auf die obligatorische Flächenstilllegung steigt das Potenzial für Bioenergieträger im Zeitraum bis 2010 mit einer Wachstumsrate von 2,6 % pro Jahr. Da es sich mit der Flächenstilllegung um einen einmaligen Effekt handelt, wächst das Angebot von 2010 - 2020 nur noch um etwa 1,4 % pro Jahr. Die bisher obligatorisch stillgelegten Flächen wachsen vor allem dem Körnermaisbau, dem Rapsanbau und dem Roggenanbau zu. In der Variante des geförderten Ethanolrübenanbaus (25 €/t) zeigt sich auch für die EU-15 insgesamt eine beträchtliche Ausdehnung des Zuckerrübenanbaus von 2 Mio. auf 3,5 Mio. ha Ethanolrüben und etwa 1 Mio. ha Rüben zur Zuckerherstellung. Die Ausdehnung der Rübenfläche geht zu Lasten von Gerste und Weizen, nicht aber zu Lasten von Körnermais und Raps. Das Förderszenario für Ethanolrüben und Getreide als Energieganzpflanzen führt zwar zu einer weiteren Erhöhung des gesamten Potenzials für Bioenergieträger. Aber auch hier scheint das sektorale Gesamtpotenzial für Bioenergiepflanzen weitgehend ausgeschöpft zu sein. Bei dem unterstellten Preisanstieg für Getreidepflanzen erhöht sich die Wettbewerbsfähigkeit derart, dass in diesem Szenario Raps und Ethanolrüben durch Getreide stärker verdrängt werden.

Die Ergebnisse für die EU-15 insgesamt bestätigen die vergleichsweise hohe Angebotsreaktion bei gezielten Fördermaßnahmen für ausgewählte Energiepflanzen, wenn auch im Vergleich zu Deutschland mit abgeschwächten relativen Änderungsraten. Da solche energiewirtschaftlichen Szenarien für die EU-15 flächendeckend real kaum angenommen werden können, sollen die EU-15-Ergebnisse nicht weiter kommentiert werden.

Tabelle 30: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen
obligatorische Flächenstilllegung 10 %

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
EU-15 gesamt						
Weizen	17.410,14	100.645,96	17.128,08	113.347,45	17.417,51	132.141,58
Roggen	1.216,81	5.651,42	1.638,28	9.329,37	1.686,94	11.525,11
Gerste	10.849,83	49.626,33	10.389,70	52.446,09	10.278,41	57.243,37
Hafer	1.994,93	6.537,67	1.895,00	7.169,18	1.980,44	8.938,65
Körnermais	4.313,46	38.994,83	6.240,34	66.259,96	6.352,12	79.378,88
Hülsenfrüchte	1.692,70	4.783,04	1.016,53	2.921,00	978,58	2.983,64
Raps	3.138,93	9.619,94	3.347,41	11.967,56	3.334,70	13.795,60
Sonnenblumen	1.932,69	3.192,51	1.664,29	2.906,70	1.567,02	2.892,35
Flächenstilllegung ¹	4.172,69	0,00	4.252,90	0,00	4.276,17	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zuckerrüben	1.953,82	115.021,91	1.247,39	82.192,36	1.088,31	79.374,34
Kartoffel	1.329,62	47.020,73	1.185,68	48.337,73	1.045,41	49.013,37
Summe	50.005,59	381.094,38	50.005,59	396.877,41	50.005,60	437.286,88
Summe in GE		266.180,03		306.975,00		350.227,00

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

Tabelle 31: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen
ohne Flächenstilllegung

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
EU-15 gesamt						
Weizen	17.410,14	100.645,96	18.008,38	119.245,27	18.290,17	138.854,98
Roggen	1.216,81	5.651,42	1.972,67	11.107,64	2.065,70	13.985,66
Gerste	10.849,83	49.626,33	10.854,55	55.237,94	10.613,58	59.595,93
Hafer	1.994,93	6.537,67	2.029,92	7.751,40	2.144,71	9.831,33
Körnermais	4.313,46	38.994,83	7.463,86	79.402,42	7.632,81	95.634,89
Hülsenfrüchte	1.692,70	4.783,04	903,14	2.623,66	862,18	2.667,45
Raps	3.138,93	9.619,94	3.958,60	14.057,40	3.936,50	16.171,50
Sonnenblumen	1.932,69	3.192,51	1.977,61	3.439,04	1.805,89	3.354,82
Flächenstilllegung ¹	4.172,69	0,00	403,42	0,00	519,85	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zuckerrüben	1.953,82	115.021,91	1.247,76	82.214,50	1.088,80	79.405,07
Kartoffel	1.329,62	47.020,73	1.185,68	48.337,73	1.045,41	49.013,37
Summe	50.005,59	381.094,38	50.005,60	423.417,00	50.005,60	468.515,00
Summe in GE		266.180,03		335.333,47		383.418,97

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

Tabelle 32: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen
ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von
Ethanolrüben zu 25 €/t möglich

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
EU-15 gesamt						
Weizen	17.410,14	100.645,96	16.440,06	108.186,13	16.500,17	124.128,96
Roggen	1.216,81	5.651,42	1.719,43	9.494,30	1.841,03	12.230,53
Gerste	10.849,83	49.626,33	9.991,42	49.853,84	9.809,12	54.086,68
Hafer	1.994,93	6.537,67	2.001,86	7.584,75	2.118,52	9.631,73
Körnermais	4.313,46	38.994,83	7.252,84	77.164,52	7.458,46	93.333,32
Hülsenfrüchte	1.692,70	4.783,04	1.021,00	2.976,96	940,17	2.981,22
Raps	3.138,93	9.619,94	3.545,01	12.506,16	3.647,01	14.879,86
Sonnenblumen	1.932,69	3.192,51	1.797,40	3.114,89	1.649,41	3.061,38
Flächenstilllegung ¹	4.172,69	0,00	344,25	0,00	444,42	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	3.553,11	239.102,69	3.555,24	268.597,84
Zuckerrüben	1.953,82	115.021,91	1.153,54	75.378,71	996,65	72.055,13
Kartoffel	1.329,62	47.020,73	1.185,68	48.337,73	1.045,41	49.013,37
Summe	50.005,59	381.094,38	50.005,59	633.700,69	50.005,60	704.000,06
Summe in GE		266.180,03		370.104,19		421.858,53

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

Tabelle 33: Potenziale an Fläche und Produktionsmengen
ohne Flächenstilllegung, bei zuckerrübenanbauenden Betrieben Anbau von
Ethanolrüben zu 25 €/t möglich; Getreidepreis + 40 %

Land	Ø 1998 - 2002		2010		2020	
	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t	Fläche TSD ha	Menge TSD t
EU-15 gesamt						
Weizen	17.410,14	100.645,96	19.446,50	130.323,98	19.596,92	150.349,23
Roggen	1.216,81	5.651,42	1.849,31	10.338,65	2.007,32	13.508,90
Gerste	10.849,83	49.626,33	10.590,55	53.048,61	10.349,24	57.337,08
Hafer	1.994,93	6.537,67	2.214,67	8.455,85	2.382,55	10.931,25
Körnermais	4.313,46	38.994,83	7.542,03	80.239,27	7.780,63	97.466,00
Hülsenfrüchte	1.692,70	4.783,04	612,28	1.514,53	536,46	1.481,09
Raps	3.138,93	9.619,94	1.542,93	5.356,85	1.669,27	6.676,54
Sonnenblumen	1.932,69	3.192,51	819,21	1.267,49	704,54	1.185,96
Flächenstilllegung ¹	4.172,69	0,00	129,39	0,00	173,30	0,00
Ethanolrüben	0,00	0,00	3.102,74	211.619,39	2.970,99	228.988,59
Zuckerrüben	1.953,82	115.021,91	970,31	64.636,42	788,98	58.737,52
Kartoffel	1.329,62	47.020,73	1.185,68	48.337,73	1.045,41	49.013,37
Summe	50.005,59	381.094,38	50.005,60	615.138,81	50.005,60	675.675,56
Summe in GE		266.180,03		373.913,81		426.174,03

1) nach INLB

Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

3.4.4 Vergleich der wirtschaftlichen und technischen Potenziale für Bioenergieträger der Landwirtschaft

Um die Ergebnisse der beiden methodisch unterschiedlichen Schätzverfahren für die Potenziale der Biomasseträger aus der Landwirtschaft miteinander vergleichen zu können, wird folgende Vorgehensweise gewählt:

Die Ergebnisse der wirtschaftlichen Potenzialschätzung für die Zeiträume bis 2010 und 2020, die auf der Standardvariante (Current-Policy) basieren, werden um die Änderungen korrigiert, die in der Abschätzung des technischen Potenzials enthalten, in der Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials aber nicht berücksichtigt worden sind. Es sind im Einzelnen:

- der Mehr (-)- bzw. Minderverbrauch (+) an Nahrungsmitteln
- Flächenumwidmung (-)
- die Freisetzung von Potenzialen aus der Verbesserung der Futterverwertung in der Schweine- und Geflügelproduktion (+)
- Die zusätzlichen Produktionspotenziale aus der wirtschaftlichen Potenzialabschätzung werden als Anteil der zusätzlichen Potenziale für Bioenergieträger aus der statistischen Schätzmethode ausgedrückt.

Eine quantitative Ergänzungsrechnung zur Ermittlung des Anteils des wirtschaftlichen Potenzials am technischen Potenzial für Bioenergieträger ist in Tabelle 34 für Deutschland zunächst für die derzeitigen Rahmenbedingungen und 10 % Flächenstilllegung vollzogen. Sie geht aus von dem Produktionszuwachs des wirtschaftlichen Potenzials von der Basis bis zum Jahr 2010 bzw. 2020, der im jeweiligen Abschnitt 10,1 Mio. bzw. 11,9 Mio. t Getreideeinheiten beträgt, das sind 17,2 bzw. 20,2 % Zuwachs. Nach Korrektur um die Verbrauchsänderung für Nahrungsmittel, Flächenumwidmung sowie Verbesserung der Futterverwertung errechnet sich bis zum Jahr 2010 ein wirtschaftliches Gesamtpotenzial bzw. gegenüber der Basis von 14,6 bzw. 20,6 % in den zwei Zeiträumen bzw. 35,2 % über den gesamten Zeitraum. Bezogen auf die in der Basis vorhandene landwirtschaftlich genutzte Fläche für die erfasste Produktion (9.268.900 ha) beträgt die Flächenfreisetzung von 2000 - 2010 rund 1,35 Mio. ha und von 2010 - 2020 rund 1,9 Mio. ha, zusammen 3,26 Mio. ha. Im Vergleich dazu ergab die statistisch basierte Schätzung des technischen Potenzials für die

entsprechenden Zeiträume eine Flächenfreisetzung von 2,134 Mio. bzw. 2,76 Mio. ha. Der Anteil des wirtschaftlichen Potenzials an dem technischen Potenzial beträgt somit in dem ersten Zeitraum 63 %, im letzten Zeitraum 70 % und über den gesamten Zeitraum 67 %.

Tabelle 34: Deutschland: Abschätzung des Anteils mit **10 % Flächenstilllegung**

	Einheit	Änderung und Saldo		
		Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	68.875.620	80.753.520	
Mehrproduktion in GE	t	10.096.990	11.877.900	21.974.890
	%	17,2	20,2	37,4
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-2,8	0,3	-2,5
Flächenumwidmung	%	-0,5	-0,5	-1,0
Einsparung aus verbesserter Futterverwertung	%	0,6	0,6	1,3
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	%	14,6	20,6	35,2
	ha	1.349.342	1.909.596	3.258.938
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	2.134.023	2.757.561	4.891.584
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	63,2	69,2	66,6

Kommt es im Betrachtungszeitraum zur Einführung neuer Instrumente für die Förderung von Bioenergieträgern, erhöht sich der Anteil des wirtschaftlichen am technischen Potenzial. Die entsprechende Berechnung, bei einem Verzicht auf die obligatorische Flächenstilllegung, in Tabelle 35,, weist die Produktionssteigerung im Zeitraum bis 2010 in Höhe von 15,9 Mio. t Getreideeinheiten und in der zweiten Betrachtungsperiode 2020 in Höhe von 13,1 Mio. t Getreideeinheiten aus. Nach entsprechender Korrektur der Potenzialschätzung errechnet sich eine potenzielle Flächenfreisetzung von 24,4 % bis 2010 und 22,7 % bis 2020. Bezogen auf die berücksichtigte landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Basis ergibt sich daraus eine potenzielle Flächenfreisetzung für Bioenergieträger bis zum Jahr 2010 um 2,26 Mio. ha und im Zeitabschnitt von 2010 - 2020 um 2,11 Mio. ha, zusammen 4,37 Mio. ha. Im Vergleich zu der Schätzung des technischen Potenzials für Bioenergieträger ergibt sich ein wirtschaftliches Potenzial, das in 2010 sogar um 6 % (123.257 ha) größer ist als das geschätzte technische Potenzial. Es kommt zu Stande durch die bei der Schätzung des technischen Potenzials nicht berücksichtigte Substitution traditioneller Kulturpflanzen durch hoch ertragreiche

Energiepflanzen. In 2020 beträgt das wirtschaftliche Potenzial ca. 76 % des technischen Potenzials. Über den gesamten Zeitraum würde ca. 90 % des technischen Potenzials bereitgestellt.

Tabelle 35: Deutschland: Abschätzung des Anteils **ohne Flächenstilllegung**

	Einheit	Änderung und Saldo		
		Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	74.633.300	87.769.420	
Mehrproduktion in GE	t	15.854.670	13.136.120	28.990.790
	%	27,0	22,3	49,3
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-2,8	0,3	-2,5
Flächenumwidmung	%	-0,5	-0,5	-1,0
Einsparung aus verbesserter Futterverwertung	%	0,6	0,6	1,3
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	%	24,4	22,7	47,1
	ha	2.257.280	2.108.007	4.365.287
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	2.134.023	2.757.561	4.891.584
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	105,8	76,4	89,2

Unter der Annahme, dass zusätzlich zu dem Verzicht auf Flächenstilllegung eine Förderung des Zuckerrübenanbaus zur Ethanolherstellung in der Weise erfolgt, dass ein Auszahlungspreis von 25 €/t Zuckerrüben bezahlt werden kann, wächst das Angebot der Landwirtschaft bis 2010 gegenüber der Basis um 44 %, von 2010 - 2020 um weitere 22 % und über den gesamten Zeitraum um 66 % (Tabelle 36). Durch die Substitution von Getreide und Raps durch die Zuckerrübe, die die höchste Energieproduktivität je ha liefert, übersteigt das wirtschaftliche Potenzial das technische Potenzial um 80 % im Jahr 2010; im Zeitraum 2010 - 2020 bleibt das wirtschaftliche Potenzial bei 76 % des technischen Potenzials. Wenn darüber hinaus auch für alle Getreidearten eine Verwertung von Ganzpflanzen und dadurch eine höhere Wirtschaftlichkeit des Getreideanbaus unterstellt wird, lässt sich das technische Potenzial nicht in noch höherem Ausmaß ausschöpfen. Die Daten in Tabelle 37 deuten darauf hin, dass unter den angenommenen günstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Energiepflanzen in den zuletzt diskutierten Szenarien das Angebotspotenzial des Agrarsektors nahezu ausgeschöpft wird.

Tabelle 36: Deutschland: Abschätzung des Anteils **ohne Flächenstilllegung Ethanolrüben 25 €/t**

	Einheit	Änderung und Saldo		
		Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	84.653.730	97.632.690	
Mehrproduktion in GE	t	25.875.100	12.978.960	38.854.060
	%	44,0	22,1	66,1
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-2,8	0,3	-2,5
Flächenumwidmung	%	-0,5	-0,5	-1,0
Einsparung aus verbesserter Futterverwertung	%	0,6	0,6	1,3
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	%	41,4	22,5	63,9
	ha	3.837.418	2.083.224	5.920.642
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	2.134.023	2.757.561	4.891.584
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	179,8	75,5	121,0

Tabelle 37: Deutschland: Abschätzung des Anteils ohne Flächenstilllegung **Ethanolrüben 25 €/t Getreidepreis + 40 %**

	Einheit	Änderung und Saldo		
		Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	84.356.900	97.093.430	
Mehrproduktion in GE	t	25.578.270	12.736.530	38.314.800
	%	43,5	21,7	65,2
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-2,8	0,3	-2,5
Flächenumwidmung	%	-0,5	-0,5	-1,0
Einsparung aus verbesserter Futterverwertung	%	0,6	0,6	1,3
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	%	40,9	22,1	63,0
	ha	3.790.610	2.044.995	5.835.606
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	2.134.023	2.757.561	4.891.584
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	177,6	74,2	119,3

Die nach analoger Vorgehensweise berechneten Potenziale für die EU-15, Tabelle 38 bis Tabelle 41) führen zu dem Ergebnis, dass im Zeitraum 2000 - 2010 ca. 41 % des technischen

Potenzials wirtschaftlich genutzt werden könnte. Das entspricht rund 3,6 Mio. ha. In dem Zeitabschnitt 2010 - 2020 würden 38 % des technischen Potenzials wirtschaftlich genutzt werden, entsprechend einer Flächenfreisetzung von etwa 6,7 Mio. ha. Über den gesamten Zeitraum wäre von einem Anteil des wirtschaftlichen Potenzials am technischen Potenzial von etwa 39 % für die EU-15 auszugehen. Bei Verzicht auf Flächenstilllegung

Tabelle 39 steigt die Ausschöpfung des technischen Potenzials deutlich an. Ohne Flächenstilllegung und einem Ethanolrübenpreis von 25 €/t steigt die Ausschöpfung des technischen Potenzials weiter an (Tabelle 40).

Tabelle 38: EU-15: **Abschätzung des Anteils** mit 10 % Flächenstilllegung

	Einheit	Änderung und Saldo Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	306.975.000	350.227.000	
Mehrproduktion in GE	t	40.794.970	43.252.000	84.046.970
	%	15,3	16,2	31,6
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-6,0	-0,6	-6,5
Flächenumwidmung	%	-2,6	-2,6	-5,3
Einsparung aus verbesserter Futtermittelverwertung	%	0,5	0,5	0,9
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	% ha	7,2 3.585.010	13,5 6.748.420	20,7 10.333.430
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	8.688.976	17.896.547	26.585.523
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	41,3	37,7	38,9

Tabelle 39: EU-15: **Abschätzung des Anteils** ohne Flächenstilllegung

	Einheit	Änderung und Saldo		
		Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	335.333.470	383.418.970	
Mehrproduktion in GE	t	69.153.440	48.085.500	117.238.940
	%	26,0	18,1	44,0
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-6,0	-0,6	-6,5
Flächenumwidmung	%	-2,6	-2,6	-5,3
Einsparung aus verbesserter Futtermittelverwertung	%	0,5	0,5	0,9
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	%	17,8	15,3	33,1
	ha	8.912.540	7.656.459	16.568.999
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	8.688.976	17.896.547	26.585.523
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	102,6	42,8	62,3

Tabelle 40: EU-15: **Abschätzung des Anteils** ohne Flächenstilllegung Ethanolröben 25 €/t

	Einheit	Änderung und Saldo		
		Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	370.104.190	421.858.530	
Mehrproduktion in GE	t	103.924.160	51.754.340	155.678.500
	%	39,0	19,4	58,5
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-6,0	-0,6	-6,5
Flächenumwidmung	%	-2,6	-2,6	-5,3
Einsparung aus verbesserter Futtermittelverwertung	%	0,5	0,5	0,9
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	%	30,9	16,7	47,6
	ha	15.444.699	8.345.701	23.790.401
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	8.688.976	17.896.547	26.585.523
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	177,8	46,6	89,5

Tabelle 41: EU-15: **Abschätzung des Anteils** ohne Flächenstilllegung Ethanolrüben 25 €/t
Getreidepreis + 40 %

	Einheit	Änderung und Saldo		
		Zeitraum		
		2000 -2010	2010 -2020	2000 - 2020
Gesamtproduktion GE	t	373.913.810	426.174.030	
Mehrproduktion in GE	t	107.733.780	52.260.220	159.994.000
	%	40,5	19,6	60,1
Mehr(-)/Minderverbrauch für Nahrungsmittel	%	-6,0	-0,6	-6,5
Flächenumwidmung	%	-2,6	-2,6	-5,3
Einsparung aus verbesserter Futtermittelverwertung	%	0,5	0,5	0,9
Zuwachs des wirtschaftlichen Potenzials	% ha	32,3 16.160.389	16,9 8.440.738	49,2 24.601.127
Zuwachs des techn.Potenzials	ha	8.688.976	17.896.547	26.585.523
Anteil des wirtschaftlichen am techn. Potenzial	%	186,0	47,2	92,5

Die Analyse des wirtschaftlichen Potenzials zeigt, dass bei einer in allen Mitgliedstaaten gezielten Förderung von Ethanolrüben etwa 5 Mio. ha statt bisher 2 Mio. ha Zuckerrüben angebaut würden. Das würde voraussetzen, dass neben der Nutzung bestehender Überkapazitäten in existierenden Fabrikstandorten die Saisonkapazitäten erweitert und eine nicht geringe Anzahl neuer Zuckerfabriken gebaut würde. Der Angebotszuwachs würde im ersten Zeitraum 40 % und im zweiten Zeitraum 20 % betragen. Bei zusätzlicher Berücksichtigung der Veränderungen im Bereich der Nahrungsmittelnachfrage, Flächenumwidmung und Futtermittelverwertung errechnet sich eine Flächenfreisetzung von 2000 - 2010 in der Größenordnung von 16 Mio. ha, die den Schätzwert des technischen Potenzials wiederum durch die Substitutionswirkungen der flächenproduktiven Energiepflanze Zuckerrübe deutlich überschreitet. Demgegenüber bliebe die Flächenfreisetzung im Zeitraum 2010 - 2020 deutlich unter dem technischen Potenzial mit 8,4 Mio. ha im Vergleich zu 16,2 Mio. ha. Über den gesamten Zeitraum würde das wirtschaftliche Potenzial fast 25 Mio. ha betragen, womit das technische Potenzial zu etwa 92 % wirtschaftlich genutzt würde.

Die Alternativrechnungen zeigen im Vergleich zur derzeitigen Situation (ohne Förderung einer flächenproduktiven Energiepflanze), dass die wesentlichen Ansatzpunkte zur Ausschöpfung des technischen Potenzials in einem Verzicht auf die obligatorische

Flächenstilllegung und einer Substitution wenig flächenproduktiver durch hoch flächenproduktiver Bioenergieträger liegen. Ähnliche Wirkungen wie sie am Beispiel von Ethanolrüben demonstriert wurden, wären von einer stärkeren Verbreitung von Neuzüchtungen von Energiepflanzen zu erwarten. Da diese Bioenergieträger in aller Regel weniger energieproduktive Pflanzen ersetzen, können die Auswirkungen additiv das wirtschaftliche und technische Potenzial noch stärker erhöhen als es in dieser Studie berechnet wurde.

3.5 Potenziale für Produktgruppen (Energiepflanzen)

Zur Einordnung der landwirtschaftlichen Biomassepotenziale für die energetische Nutzung stellt das technische Brennstoffpotenzial die relevante Größe dar. Das technische Brennstoffpotenzial umfasst den Energieinhalt der Produktgruppen, das auf landwirtschaftlichen Flächen bereitgestellt werden kann. Diese Produktgruppen (Energiepflanzen) sind ein- oder mehrjährige Kulturen, die auf landwirtschaftlichen Nutzflächen zur ausschließlichen energetischen Verwendung angebaut werden. Die Abschätzung des Potenzials basiert auf den technischen Flächenpotenzialen der Landwirtschaft, die in Kapitel 3.3.4 bestimmt wurden.

3.5.1 Methodik

Die Bestimmung des Energiepflanzenpotenzials baut auf den landwirtschaftlichen Flächenpotenzialen auf. Für diese Flächen werden bestimmte Anbauregime unterstellt und Erträge abgeschätzt, so dass Massenpotenziale an Energiepflanzen kalkuliert werden können. Aus diesen Massen lässt sich mit der in Kapitel 3.1 beschriebenen generellen Vorgehensweise das Energieträgerpotenzial ermitteln.

Wesentlich ist die Abschätzung der Anbaukulturen und –intensitäten zur Energiepflanzenproduktion. Diese können sowohl traditionelle Nahrungsmittel (Stärkepflanzen, Zuckerpflanzen, Ölpflanzen etc.) umfassen als auch spezielle Energiepflanzenkulturen (z.B. Energiemais, mehrjährige Gräser) oder aber auch ein spezielles Energiepflanzen-Anbauregime (z.B. Zwei-Kulturen-System).

Das hier gewählte Vorgehen versucht, die prinzipiell denkbare Vielfalt der Produkte (Energiepflanzen) und Anbausysteme durch zwei Grundannahmen zu lenken und damit einie

transparente und nachvollziehbare Potenzialermittlung für alle EU-28 Staaten zu gewährleisten:

1. Die in den einzelnen Ländern für den Nahrungsmittelbereich über Jahrzehnte optimierten Anbaumixe aus Getreide, Ölpflanzen etc. sollen auch die Ausgangsbasis für den Energiepflanzenmix bilden. D.h. in Ländern mit hohem Anteil an Getreideanbau hat auch der Energiegetreideanbau einen roßen Stellenwert, in Ländern mit großen Silomaisflächen ist eher Anbau von Energiemais vielversprechend.
2. Die neuen Anbaukulturen und –systeme werden nicht gesondert betrachtet sondern durch etablierte Systeme abgebildet. D.h. der Energiegetreideanbau steht nachfolgend auch als Stellvertreter für den Anbau mehrjähriger Lignozellulosebiomassen, da diese einen ähnlichen Ertrag und – zumindest grundsätzlich – ähnliche Standortansprüche haben und damit auf den Getreideflächen alternativ erzeugt werden könnten.

Zu Grunde gelegt werden zudem die beiden Szenarien der Flächenfreisetzung (Kapitel 3.3), deren Rahmenannahmen nachfolgend noch einmal stichpunktartig dargestellt sind:

CP Szenario

- Brachflächen stehen zu 100 % für den Energiepflanzenanbau zur Verfügung.
- Abbau der Überschussproduktion für Marktordnungsprodukte und Freisetzung der Flächen zum Energiepflanzenanbau (ausgenommen Schweine und Geflügel)
- Produktionsdefizite bei Raps und Sonnenblumen reduzieren das technische Potenzial.
- Für Soja wird bei defizitärerer Selbstversorgung keine Korrektur der Fläche für Bioenergieträger vorgenommen
- Deckung des Nahrungsmittelbedarfs gemäß Entwicklung von Bevölkerung und Pro-Kopf-Verbrauch
- Umwidmung von Flächen: Siedlung, Verkehr, Naturschutz
- Ertragssteigerungen Pflanzen- und Tierproduktion

E+ Szenario

- Keine Selbstversorgung bei Raps und Sonnenblumen
- Keine Selbstversorgung bei Milch und Rindfleisch
- Verbrauchsentwicklung auf Selbstversorgungsgrad bezogen
- Nutzung der Brachflächen nur zu 70 % zum Anbau
- Ertragssteigerungen für Grünlandflächen um 50 % reduziert im Vergleich zum CP Szenario
- Ackerflächen werden zu 2,5 % (2010) bzw. 5 % (2020) zu Naturschutzzwecken umgewidmet (unter der Annahme, dass die Erträge der Flächen mit null anzusetzen sind)

Auf den nach Tabelle 24 ermittelten potenziellen Flächen wird der Anbau der folgenden Energiepflanzen betrachtet:

- Ölpflanzen (d. h. Raps, Sonnenblume)
- Getreide (d. h. Weizen, Roggen, Gerste, Körnermais, Triticale)
- Zuckerrüben
- Silomais und Luzerne

Ein Anbau von nachwachsenden Rohstoffen und Energieträgern muss in die bestehende Landwirtschaft integriert werden, d.h. es sind die jeweiligen Flächenqualitäten (z.B. Klima- und Bodenverhältnisse) umfassend zu berücksichtigen. Geht man davon aus, dass die bestehenden Anbausysteme hinsichtlich der Flächenqualitäten eine langjährige Optimierung der Anbausysteme erfahren haben, kann die Integration nachwachsender Rohstoffe und Energieträger zunächst um so einfacher erfolgen, je näher sie dem bestehenden Anbaumix kommt. Folglich wird unterstellt, dass die Anbausysteme auf der für Bioenergieträger verfügbaren Fläche eine gleiche Verteilung wie auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche Ackerfläche zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion haben (wird in einem Land z. B. 40 % der Ackerfläche mit Weizen bebaut, wird angenommen, dass auf zusätzlich verfügbarer

Fläche auch 40% mit Weizen bebaut wird). Die betrachteten Pflanzenarten bilden ein Großteil der in Europa angebauten Hauptkulturen, deren Ackerflächenanteil über die letzten Jahrzehnte weitestgehend stabil ist (Abbildung 16).

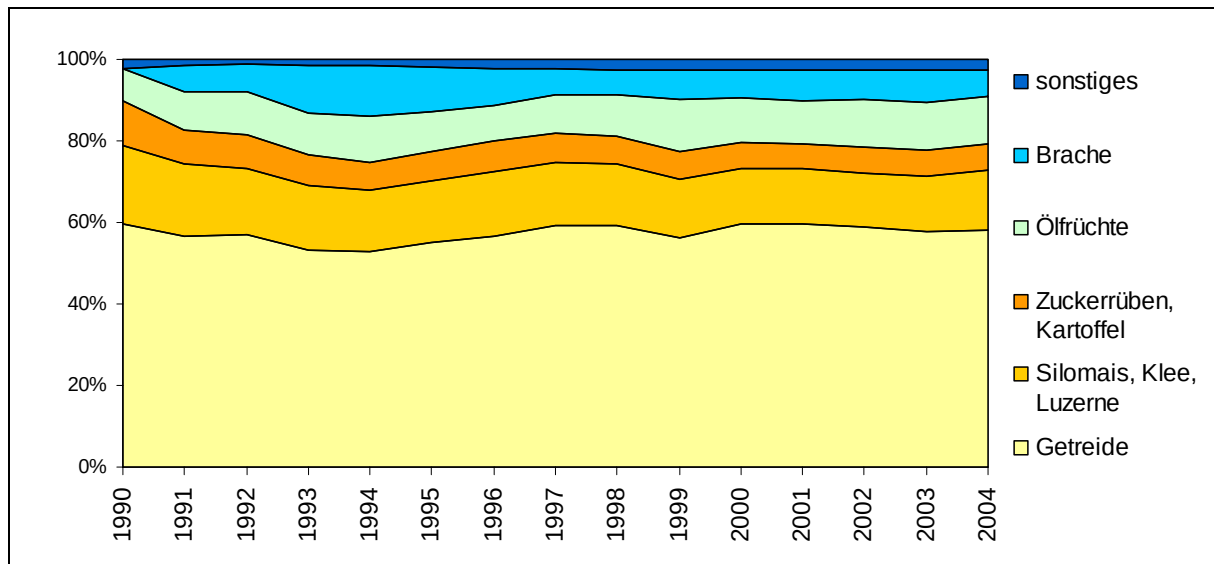


Abbildung 16: Entwicklung des Ackerflächenanteils der Hauptkulturen in Deutschland
Quelle /118/

Um die bei der Ermittlung der Flächenpotenziale ausgewiesenen Flächendefizite verschiedener Länder (Nahrungsmittelunterversorgung) zu berücksichtigen, wurde zudem unterstellt, dass die Länder mit Flächenüberschuss diese Defizite anteilige ausgleichen (EU-interner Versorgungsausgleich). Die Ermittlung des Brennstoffpotenzials aus Energiepflanzen stützt sich für die EU-28 auf die jeweiligen Anbauflächen und Erträge der betrachteten Kulturen nach EUROSTAT. Um klimabedingte Ertragsschwankungen abzumildern wurden jeweils 5-Jahres-Mittel (1998 bis 2002) ermittelt. Die Ertragsfortschritte der EU-15 bis 2020 wurden basierend auf die Modellannahme nach CAPSIM berechnet. Für die neuen Beitrittsstaaten bzw. die anwärter Staaten wurde eine durchschnittliche Ertragssteigerung von 1,5 % festgelegt. Weiterhin wurde die Entwicklung der Ackerflächenverteilung bis 2020 analog zu Kapitel 3.4.3 berücksichtigt. Die erzeugte Biomasse kann als Festbrennstoff, zur Gewinnung flüssiger Energieträger oder als Substrat zur Biogasgewinnung eingesetzt werden:

3.5.1.1 Technische Annahmen

Festbrennstoffe

Zur Bestimmung der resultierenden Energieträgerpotenziale für Festbrennstoffe sind die erzielbaren flächenspezifischen Trockenmasseerträge sowie die Heizwerte entscheidend. Als potenzielle Festbrennstoffe werden nur Getreideganzpflanzen betrachtet. Aufgrund der großen Bedeutung des Getreideanbaus in Deutschland und Europa stellt dieser das größte Biomassepotenzial aus Energiepflanzen dar.

Bei diesem Vorgehen werden innovative Anbausysteme wie Kurzumtriebsholz (Pappel und Weide) und Energiegräser (*Miscanthus*) nicht explizit analysiert, da sie hinsichtlich des zu erwartenden Energieertrags und der Kosten mit denen von Getreideganzpflanzen durchaus vergleichbar sind (Tabelle 42). D.h. die angenommen Flächenpotenziale zur Festbrennstoffgewinnung verhalten sich äquivalent für die verschiedenen potenziellen Kulturen und sind somit wahlweise durch diese zu ersetzen.

Tabelle 42: **Technisches Brennstoffpotenzial der Energiepflanzen zur Festbrennstoffgewinnung**
Quelle: /28/

Kulturen	Trockenmasseertrag	Heizwert	Energieträgerpotenzial
	[t _{TM} / (ha·a)]	[MJ/kg _{TM}]	[MJ/ha]
Getreidepflanzen	10 ^a	17	170
Energiegräser	12	17,6	211
Kurzumtriebsplantagen	9	18,5	165

^agewogenes Mittel der Kulturen

Die Annahmen zur Ermittlung der Potenziale sind aus (Tabelle 43) ersichtlich. Es wurde angenommen, dass bei einer Ganzpflanzennutzung 100 % des anfallenden Strohs energetisch nutzbar gemacht werden kann.

Tabelle 43: **Kenndaten der Energiepflanzen zur Festbrennstoffgewinnung**
Quelle: /179/

Kulturen	Trockenmasseertrag	Heizwert	Energieträgerpotenzial
	[t _{TM} / (ha·a)]	[MJ/kg _{TM}]	[MJ/ha]
Getreidepflanzen	10 ^a	17	170
Energiegräser	12	17,6	211
Kurzumtriebsplantagen	9	18,5	165

^agewogenes Mittel der Kulturen

Eine detaillierte Übersicht der ermittelten Potenziale ist im Anhang in Tabelle H abgebildet.

Biodieselgewinnung

Zur Potenzialermittlung der Biodieselproduktion wurde der Anbau von Raps und Sonnenblumen unterstellt. Das Energieaufkommen ergibt sich aus dem Energieinhalt des Pflanzenöls, des nach der Ölextraktion zurückbleibenden Schrots bzw. des nach der Pressung verbleibenden Presskuchens. Das energetische Potenzial aus Raps- und Sonnenblumenstrohs wird nicht in der Potenzialermittlung betrachtet, um den fossilen Energieinput der Biodieselherstellung energetisch auszugleichen.

Zur Potenzialermittlung wird von einer Ausbeute von 0,41 t Rapsöl und 0,59 t Schrot je t Rapssaat, von einem Heizwert von Biodiesel von 32,65 MJ/kg und von Schrot von 15,8 MJ/kg (Wassergehalt 15 %) ausgegangen.

Für Sonnenblumen wird von einer Ausbeute von 0,42 t Sonnenblumenöl und 0,58 t Schrot je t Rapssaat, von einem Heizwert von Biodiesel von 32,65 MJ/kg und von Schrot von 15,8 MJ/kg (Wassergehalt 15 %) gerechnet /180/.

Im Anhang H sind in die ermittelten Potenziale im Detail aufgelistet.

Bioethanolgewinnung

Bioethanol kann aus Stärkepflanzen wie (Weizen, Roggen, Gerste, Mais, Kartoffeln) und Zuckerpflanzen (Zuckerrüben) gewonnen werden. Für die Stärkepflanzen bedeutet dieses, dass eine direkt Nutzungskonkurrenz zwischen der Bioethanolgewinnung und der Festbrennstoffgewinnung besteht. Da somit keine eindeutige Zuordnung dieser Sortimente aufgrund technischer Restriktionen gegeben ist, werden diese gemäß Kapitel 5.3 durch die Annahme unterschiedlicher Szenarien betrachtet. Das Potenzial der Stärkepflanzen wird in diesem Kapitel als reines Energieträgerpotenzial auf Basis der Festbrennstoffeigenschaften bestimmt.

Das Energieaufkommen durch den Anbau dieser Energiepflanzen ergibt sich aus dem Energieinhalt des gewinnbaren Bioethanols und dem Energieinhalt der anfallenden Rückstände (d. h. Weizenstroh als Festbrennstoff). Analog zur Biodieselgewinnung wird die anfallende Schlempe nicht in der Energiepotenzialberechnung betrachtet, um den fossilen Energieinput der Bioethanolproduktion energetisch auszugleichen.

Für Weizen wird eine Ethanolausbeute von $440 \text{ l}_{\text{Ethanol}}/\text{t}_{\text{Weizen}}$, für Triticale von $437 \text{ l}_{\text{Ethanol}}/\text{t}_{\text{Triticale}}$, und für Roggen und Gerste von $430 \text{ l}_{\text{Ethanol}}/\text{t}_{\text{Roggen}}$ unterstellt. Für die Bioethanolproduktion aus lignozellulosehaltige Biomasse wird von einer durchschnittlichen Bioethanolausbeute von 310 l/t ausgegangen. Die Bioethanolausbeuten beziehen sich hier jeweils auf eine Tonne Trockenmasse /181/.

Bei der Bioethanolgewinnung aus Zuckerrüben wird von einer Ethanolausbeute von $107,5 \text{ l}_{\text{Ethanol}}/\text{t}_{\text{Rüben}}$ ausgegangen. Für die Nutzung der Rückstände zur Biogasgewinnung wurde von einem Biogaspotenzial für Rübenblatt (Frucht/Blattverhältnis 1:0,8), Melasse und Rübenschnitzel (36,5 kg Melasse und 76,5 kg je Tonne Zuckerrüben) anhand der Annahmen aus Tabelle 44 ausgegangen /179/ /180/.

Eine detaillierte Übersicht der ermittelten Potenziale ist im Anhang in Tabelle H abgebildet.

Biogasgewinnung

Für eine Flächennutzung mit Energiepflanzen als Substrat für die Biogasgewinnung, wird der Anbau von Silomais und Luzerne unterstellt. Die aufgrund des Abbaus der Überschussproduktion bei Milch und Rindfleisch freiwerdenden Grünlandflächen (Kapitel 3.3.3), können prinzipiell zur Gewinnung von Grünschnitt zur Verfügung. Für die ermittelten Grünlandflächen wird unterstellt, dass maximal 50 % der Flächen bzw. Mengen energetisch nutzbar gemacht werden können. Zur Berechnung des Biogasaufkommens wurden die Werte aus Tabelle 44 als Kenndaten angenommen:

Tabelle 44: Kenndaten der Energiepflanzen und Rückstände zur Biogasgewinnung
Quelle: /199/

Kulturen	oTS-Gehalt	Biogasertrag	Methan-Gehalt
	[%]	[$\text{m}^3/\text{kg oTS}$]	[%]
Grünschnitt	95	0,5	52
Luzerne	89	0,45	52
Silomais	88	0,58	55
Rübenblatt	77,5	0,48	54,5
Rübenschnitzel	66	0,60	70

3.5.2 Ergebnisse

Nachfolgend werden die technischen Energiepflanzenpotenziale für Deutschland sowie für die EU-28 zusammenfassend dargestellt und diskutiert. Die detaillierten Ergebnisse für alle Länder finden sich im Anhang H.

3.5.2.1 Deutschland

Die für das Basisjahr 2000 sowie für die weiteren Betrachtungsjahre 2010 und 2020 ermittelten Potenziale für Energiepflanzengruppen in Deutschland sind in Abbildung 17 dargestellt. Für das Basisjahr ergibt sich in dem E+ Szenario, d.h. unter Annahme einer entsprechend den Nachhaltigkeitskriterien orientierten Agrar- und Umweltpolitik, ein Potenzial von rund **100 PJ/a** in Deutschland. Unter der Annahme einer Nutzung sämtlicher freiwerdenden Ackerflächen – dem CP Szenario – liegt das zur Verfügung stehende Potenzial für Deutschland bei **175 PJ/a**.

Aufgrund der weiteren Flächenfreisetzung von landwirtschaftlicher Nutzfläche aus der Nahrungsproduktion zum Energiepflanzenanbau wächst das Potenzial im E+ Szenario für das Jahr 2010 auf **185 PJ/a** und bis 2020 auf **486 PJ/a** an. In dem CP Szenario ist ein deutlich höheres Ansteigen der zur Energiepflanzenproduktion verfügbaren Potenziale zu erwarten. Im Jahr 2010 wächst das Energiepflanzenpotenzial auf **560 PJ/a** und bis 2020 auf **1 274 PJ/a** an. Aufgrund der unterschiedlichen Dynamik der Flächenfreisetzung unterscheiden sich die beiden Szenarien bis 2020 um den Faktor 2-3 (Tabelle 45).

Unter Beibehaltung der Anbaustruktur zur Nahrungsmittelproduktion auf den freigesetzten Flächen setzt sich das Energiepflanzenpotenzial vorwiegend aus dem Anbau von Getreide zusammen. Für Deutschland kommt dem Weizenanbau gefolgt vom Gerste- und Roggenanbau die größte Bedeutung zu. Silomais, als Substrat zur Biogasgewinnung, ist neben dem Getreide der zweitgrößte Potenzialträger in Deutschland. Aufgrund der Beibehaltung der Anbaustruktur kommt dem Rapsanbau eine relativ untergeordnete Rolle zu. Bei dieser Betrachtung ist jedoch zu bemerken, dass die weitere Entwicklung der Anbaustrukturen in den kommenden Jahren vergleichsweise offen ist. So konnten sich aufgrund einer stark steigenden Nachfrage nach Raps der Anbauumfang entsprechend verschoben werden. Jedoch

ist der Rapsanbau aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen nicht beliebig ausbaubar⁸. Werden diese Flächen teilweise mit mehrjährigen Kulturen bebaut (Miscanthus, Kurzumtriebsplantagen), können ähnliche Erträge wie beim Getreideanbau erwartet werden (Tabelle 42), jedoch bei anderen ökonomischen und ökologischen Effekten (Kapitel 5.4).

Tabelle 45: Energieträgerpotenzial der Energiepflanzen in Deutschland im Jahr 2020

Energieträgerpotenzial in PJ/a		
	E+ Szenario	CP Szenario
<i>Ölhaltige Energiepflanzen (Trockene)</i>		
Sonnenblumen	2	5
Raps	31	83
<i>Stärkehaltige Energiepflanzen (Trockene)</i>		
Weizen	172	458
Triticale	26	69
Roggen	61	163
Gerste	56	150
Körnermais	49	131
<i>„Feuchte“ Energiepflanzen</i>		
Silomais	53	141
Luzerne	0	1
Zuckerrüben	14	38
Grünschnitt	20	36
Summe	486	1 274

⁸ Raps und Sonnenblumen können nicht in Monokultur angebaut werden. Die obere Grenze ist ein Anteil von 25 % der Ackerfläche (4jähriger Rhythmus in der Fruchtfolge). /231/

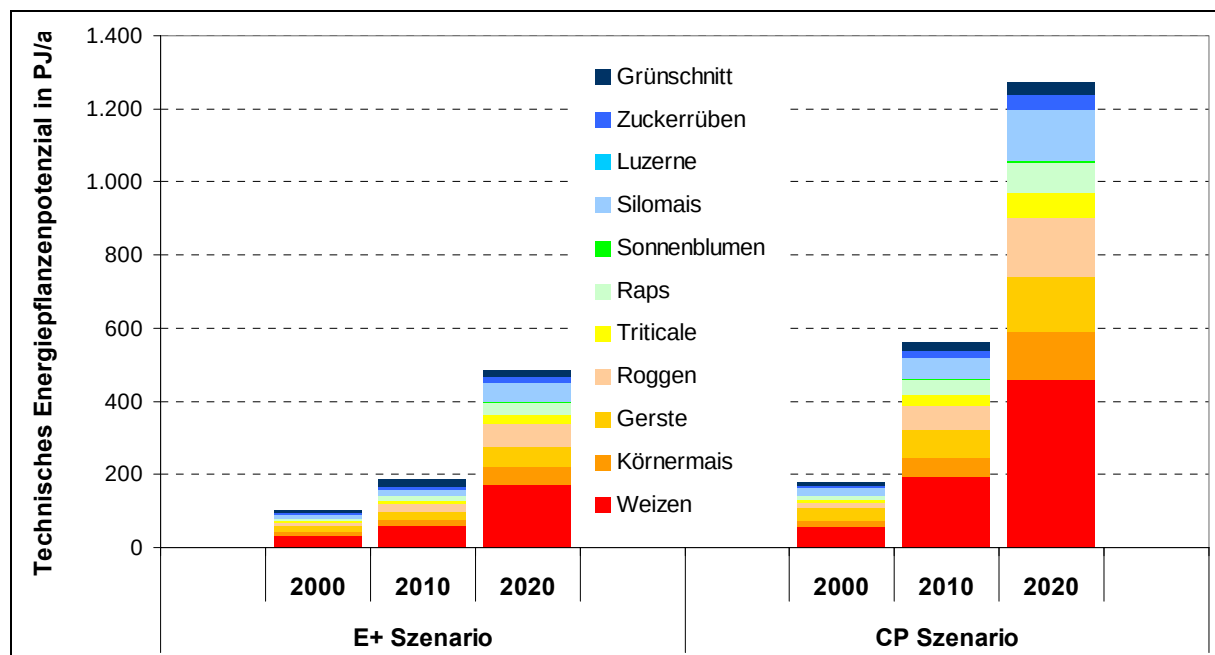


Abbildung 17: Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen in Deutschland im E+ und CP Szenario in PJ/a

3.5.2.2 EU-28

Die für das Basisjahr 2000 sowie für die weiteren Betrachtungsjahre 2010 und 2020 ermittelten Energiepflanzenpotenziale in den EU-28 werden nachfolgend beschrieben (Abbildung 19 und Abbildung 18).

Deutschland stellt zusammen mit Frankreich und Spanien künftig die wesentlichen Energiepflanzenpotenziale in Europa bereit. Dieses ist im Wesentlichen auf beachtliche Flächenfreisetzungspotenziale basierend auf die Brachflächen der obligatorischen Stilllegung sowie den umfangreichen Überschüssen bei fast allen pflanzlichen Marktordnungsprodukten zurückzuführen. Zu dem ist der Anstieg der Energiepflanzenpotenziale auf die weiteren Ertragssteigerungen zurückzuführen.

In nicht unerheblichen Maße stellen jedoch auch die neuen EU-Betriebsstaaten, angeführt von Polen und Ungarn, ein beachtliches Energiepflanzenpotenzial zur Verfügung. Diese Staaten befinden sich in der Endphase des Transformationsprozesses. Bedingt durch sinkende Bevölkerungsraten und vergleichsweise hohe Ertragszuwachsrate haben diese Länder ein relativ großes Potenzial für den Energiepflanzenanbau.

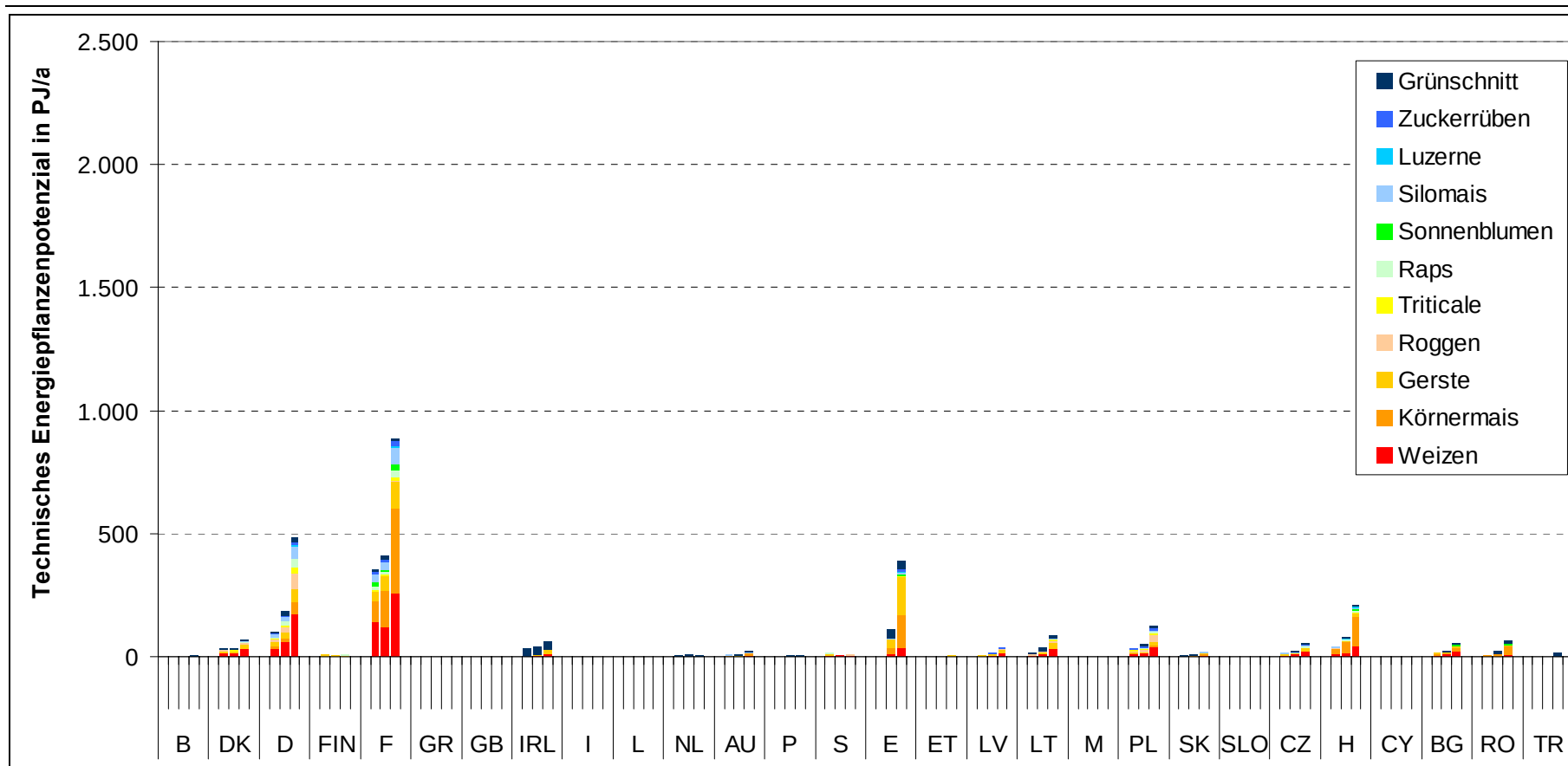


Abbildung 18: Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen in der EU-28 im E+ Szenario (2000 - 2010 - 2020)

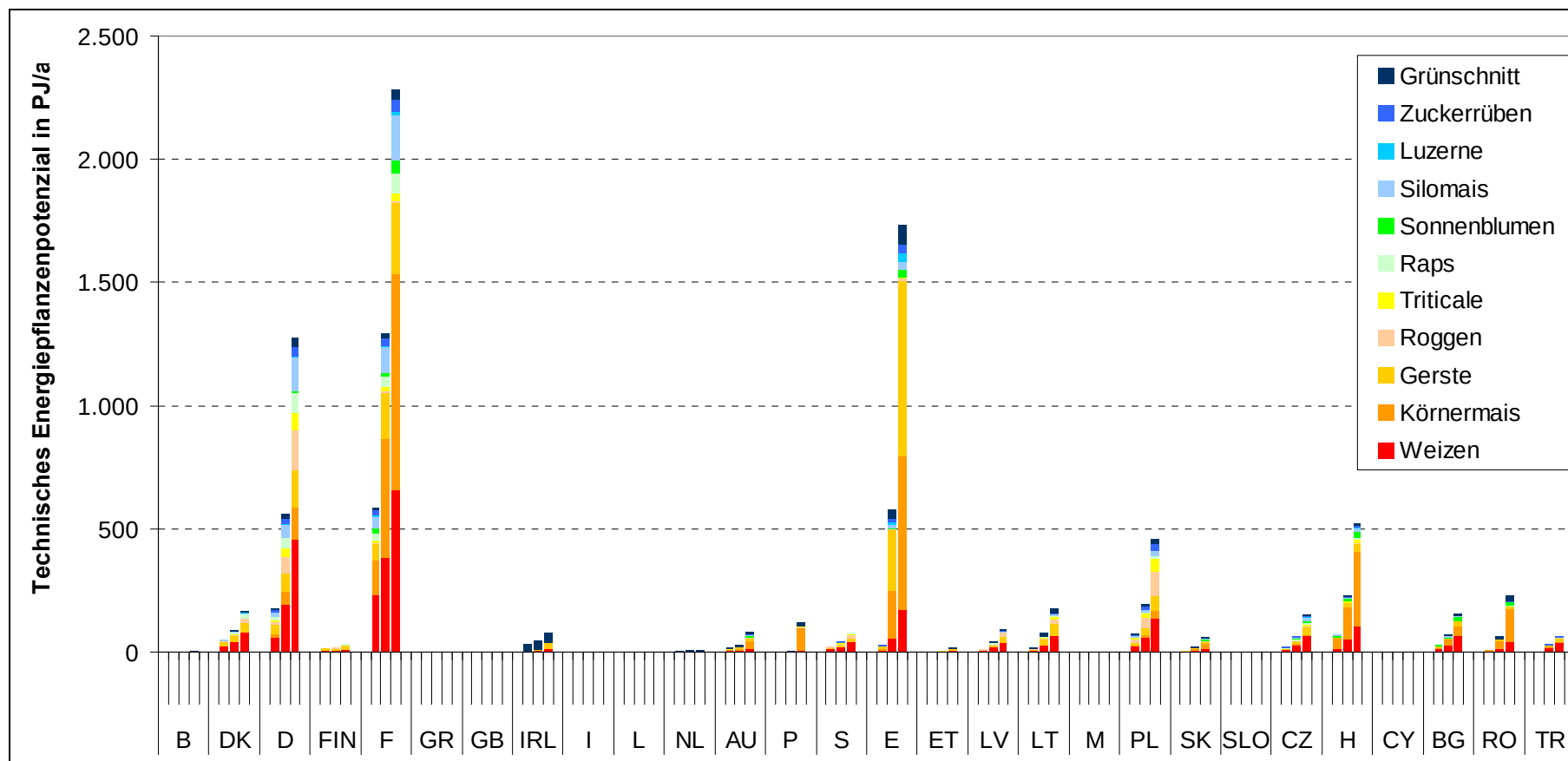


Abbildung 19: Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen in der EU-28 im CP Szenario (2000 - 2010 - 2020)

Die Option des Energiepflanzenanbaus nicht in allen europäischen Ländern gegeben. Einige Länder wie beispielweise Finnland, Griechenland, Großbritannien, Italien, Slowakei und die Türkei zeigt die Entwicklung bis 2020 in beiden Szenarien vergleichsweise niedrige Potenziale. Dieses ist vornehmlich auf die geringe Verfügbarkeit von Brachflächen sowie einer insgesamt defizitären Selbstversorgung von Nahrungsmitteln zurückzuführen.

Im Vergleich der beidem Szenarien zeigt sich auch hier, dass die beiden Szenarien aufgrund der unterschiedlichen Dynamik in der Entwicklung der Flächenfreisetzung um den Faktor 2-3 differieren.

Für das Basisjahr 2000 ergibt sich für die EU-28 im E+ Szenario ein Potenzial von **690 PJ/a**. Im CP Szenario liegt das zur Verfügung stehende Potenzial für die EU-28 im Basisjahr bei **1 180 PJ/a**.

Diese Energiepflanzenpotenziale wachsen aufgrund der weiteren Flächenfreisetzung im E+ Szenario für das Jahr 2010 auf **1075 PJ/a**. Bis 2020 vervierfacht sich das Potenzial auf **2 614 PJ/a**. Im CP Szenario steigert sich das Energiepflanzenpotenzial für das 2010 auf **3 465 PJ/a** und bis 2020 auf **7 792 PJ/a** an. Im CP Szenario liegt somit das Potenzial im Jahr 2020 um fast den Faktor 3 höher als im E+ Szenario.

Auch in der EU-28 ist der Getreideanbau, aufgrund der Beibehaltung der Anbaustrukturen, mit mehr als 80 % der wesentliche Potenzialgeber. Unter den Getreidesorten ist Körnermais auf Platz dicht gefolgt von Weizen. Das Potenzial aus ölhaltigen Energiepflanzen in der EU-28, das sich vergleichend zu Deutschland vermehrt auch aus dem Anbau von Sonnenblumen zusammensetzt, spielt ebenfalls eine untergeordnete Rolle. Auch hier kann sich aufgrund einer steigenden Nachfrage nach ölhaltigen Energiepflanzen die Anbaustrukturen entsprechend verschieben.

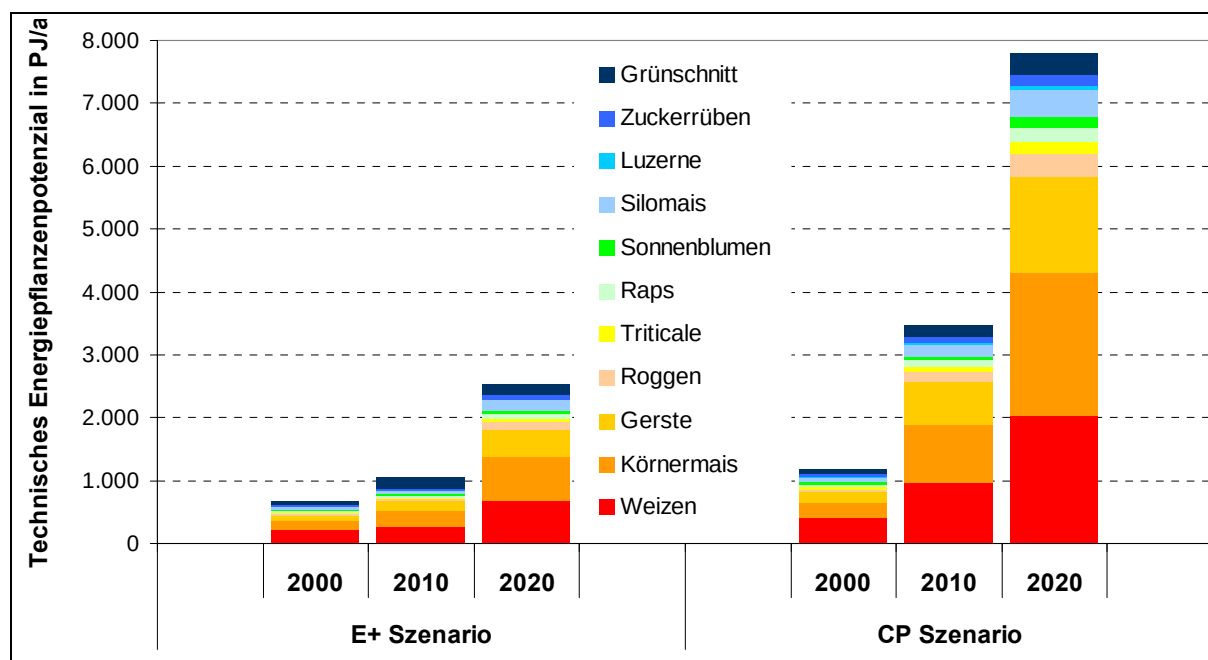


Abbildung 20: Energieträgerpotenzial für Energiepflanzen für die EU-28 im E+ und CP Szenario in PJ/a

Tabelle 46: Energieträgerpotenzial der Energiepflanzen EU-28 im Jahr 2020

Energieträgerpotenzial in PJ/a		
	E+ Szenario	CP Szenario
<i>Ölhaltige Energiepflanzen (Trockene)</i>		
Sonnenblumen	54	165
Raps	83	224
<i>Stärkehaltige Energiepflanzen (Trockene)</i>		
Weizen	704	2 024
Triticale	67	194
Roggen	120	364
Gerste	451	1 517
Körnermais	717	2 293
<i>Feuchte Energiepflanzen</i>		
Silomais	155	428
Luzerne	16	58
Zuckerrüben	62	191
Grünschnitt	185	334
Summe	2 614	7 792

3.6 Reststoffpotenziale

3.6.1 Methodik

Reststoffe umfassen Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle, die in der Landwirtschaft, der Holz- und Lebensmittelverarbeitung sowie am Ende der Nutzungskette anfallen. Es stehen die Biomassen zur Verfügung, die nicht zur stofflichen Nutzung vorgesehen sind und/oder aus dieser ausscheiden. Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Erhebung der einzelnen Reststoffpotenziale für das Jahr 2000 und als Fortschreibung für 2010 und 2020 beschrieben. Dabei wird auch auf die zur Verfügung stehenden Statistiken eingegangen. Die Potenziale Altholz, Gehölzschnitt aus der Landwirtschaft, Abfälle aus Gewerbe und Industrie, Klärschlamm sowie Organische Siedlungsabfälle einschließlich Deponiegas werden für 2010 und 2020 als unverändert angenommen.

3.6.1.1 Holzartige Reststoffe

Industrierestholz

Unter Industrierestholz werden alle Hölzer verstanden, die im Rahmen der Holzaufbereitung, der Produktion von Holzwerkstoffen und Holzprodukten sowie bei der Holzverarbeitung als Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle anfallen. Diese Hölzer werden hauptsächlich direkt vor Ort stofflich oder energetisch verwertet bzw. an weiterverarbeitende Betriebe abgegeben. Ein Teil des Industrierestholzes fällt über Verwertungs- und Entsorgungswege auch als Altholz an. Diese Mengen werden ggf. doppelt berücksichtigt, aufgrund ihrer Geringfügigkeit im Weiteren jedoch vernachlässigt. Nachfolgend betrachtet werden Industrieresthölzer, die im Bereich der Sägeindustrie (Sägenebenprodukte und Rinden), der Holzwerkstoffindustrie (Produktionsreste und Rinden) sowie der Holzschliff-/ Zellstoffindustrie (Rinden) anfallen. Aufgrund der eingeschränkten Handelbarkeit sowie des dezentralen Anfalls werden Resthölzer im Bereich der Holzmöbelindustrie, der sonstigen Holzverarbeitenden Industrie (z.B. Herstellung von Holzverpackungen) sowie des Holzverarbeitenden Handwerks nicht berücksichtigt.

Die Fortschreibung der Industrierestholzpotenziale für 2010 und 2020 basiert auf der Entwicklung von Rundholz (ausschließlich stoffliche Nutzung) nach EFSOS⁹. Dabei werden die prozentualen Veränderungen der Rundholzmenge gegenüber dem Basisjahr 2000 auf das Industrierestholz entsprechend übertragen. Mit dieser Methodik wird unterstellt, dass die Entwicklung in der Holzindustrie in allen Bereichen (Sägewerke, Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff-/Zellstoffindustrie) gleichartig verläuft.

Sägewerke

Das Industrierestholzpotenzial im Bereich der Sägeindustrie (auf Basis von Sägenebenprodukten, d.h. Sägespäne, Spreißel/ Schwarten und Hackschnitzel) wurde auf Basis der Produktionsmenge unter Berücksichtigung des spezifischen Restholzfaktors/ der Schnittholzausbeute abgeleitet. Der Potenzialableitung zugrunde liegt die Schnittholzproduktion im Jahr 2000 /65/, zur Ermittlung wurden weitgehend Werte angesetzt, die für Deutschland differenziert für Nadel- und Laubhölzer vorliegen /64/.

Das Energiepotenzial der Industrieresthölzer/ Sägenebenprodukte im Bereich Sägeindustrie berücksichtigt die Konkurrenzsituation energetische und stoffliche Nutzungsmöglichkeiten und errechnet sich unter Berücksichtigung des Außenhandels /71/ aus dem Gesamtrestholzanfall abzüglich der im Jahr 2000 stofflich verwendeten Menge. Auf Basis der Ergebnisse der Holzrohstoffbilanz Deutschland /64/, verschiedener Holzverbandsstatistiken /69//70/, sowie weiterer Untersuchungen /60/ wird der Gesamtrohholzbedarf sowie der Anteil der Sägeresthölzer zur Rohholzbedarfdeckung in der Holzwerkstoffindustrie und der Holzschliff-/ Zellstoffindustrie ermittelt. Weiterhin berücksichtigt wurde die Verwendung von Sägenebenprodukten für sonstige stoffliche Nutzung (z. B. Sägespäne/ Sägemehl im Rahmen der Pferdehaltung). Aufgrund großer Unsicherheiten bei der Abschätzung der Sägerestholznachfrage für stoffliche Zwecke und des Sägerestholzaußenhandels lassen die Ergebnisse nur erste Rückschlüsse hinsichtlich des Umfangs der stofflichen Nutzung sowie des insgesamt resultierenden Energiepotenzials zu. Ergaben sich auf Basis der oben genannten Bilanzierung bei einzelnen Ländern aufgrund der großen Datenfehler negative Werte für die verbleibenden energetischen Nutzungsmöglichkeiten, wurde pauschal 10 % des gesamten Restholzauf-

⁹ EFSOS: European Forest Sector Outlook Studies von UN/Economic Commission for Europe (UN/ECE) und FAO

kommens als Energiepotenzial angesetzt. Für Finnland und Schweden – den beiden Ländern mit dem am Abstand höchstem Restholzaufkommen – stützt sich die Energiepotenzialermittlung weitgehend auf inländische Datengrundlagen /73//74/.

Neben den Sägenebenprodukten fallen in Sägewerken auch Rinden an, die ebenfalls energetisch genutzt werden können und im großen Umfang bereits werden. Das Gesamtrindenaufkommen wird für alle betrachteten EU-Länder auf Basis der für Deutschland detailliert und differenziert für Nadel- und Laubhölzer vorliegenden Kenngrößen abgeleitet /64/. Es wird unterstellt, dass 80 % der Rinden für energetische Zwecke zur Verfügung stehen.

Holzwerkstoffindustrie

Der Industrierestholzanfall in der Holzwerkstoffindustrie in den einzelnen europäischen Ländern lässt sich überschlägig auf Basis des Produktionsumfangs der einzelnen Holzwerkstoffe (Spanplatten, Faserplatten, OSB-Platten) sowie des spezifischen Restholzanfalls ableiten. Hinsichtlich der Produktion im Jahr 2000 wurden wiederum die Angaben der UNO zugrundegelegt /65/. Für den spezifischen Restholzanfall wurden die für Deutschland im Rahmen einer Ökobilanzierung ermittelten Ergebnisse für alle betrachteten EU-Länder angesetzt /67/:

- Bei der Spanplattenherstellung fallen etwa $82 \text{ kg}_{\text{atro}}/\text{m}^3$ Holzreste bezogen auf die Produktion von 1 m^3 Platten an (darunter ca. $5 \text{ kg}_{\text{atro}}/\text{m}^3$ Schonplatten/ Kanthölzer/ Leisten, ca. $8 \text{ kg}_{\text{atro}}/\text{m}^3$ sonstiger Ausschuss, etwa $69 \text{ kg}_{\text{atro}}/\text{m}^3$ Schleifstäube) /67/. Schonplatten/ Kanthölzer/ Leisten sowie der sonstige Ausschuss fließen wieder in den Produktionsprozess ein (stoffliche Nutzung) und stehen damit als möglicher Energieträger nicht zur Verfügung, so dass nur Schleifstäube ein Energiepotenzial darstellen.
- Im Rahmen der MDF-Produktion (welche die Faserplattenherstellung deutlich dominiert und deren spezifischen Faktoren für die gesamte Restholzberechnung im Bereich Faserplatten herangezogen werden) fallen Holzreste in einem Umfang von knapp $300 \text{ kg}_{\text{atro}}$ bezogen auf 1 m^3 Plattenproduktion an. Der Anfall von Schonplatten, Kanthölzer sowie der sonstige Ausschuss beläuft sich dabei auf ca. $225 \text{ kg}_{\text{atro}}/\text{m}^3$ und der von Schleifstäuben auf ca. $74 \text{ kg}_{\text{atro}}/\text{m}^3$ /67/. Eine stoffliche (Wieder-)Nutzung der Holzreste erfolgt bei der MDF-Herstellung aus Qualitätsgründen in der Regel nicht. An

Standorten, die neben der MDF-Produktion – was üblich ist - auch eine Spanplattenherstellung besitzen, werden die Holzreste vollständig der stofflichen Nutzung zugeführt und nur die Schleifstäube energetisch verwertet. Bei der Potenzialermittlung werden daher wiederum nur die Schleifstäube berücksichtigt.

- Bei der OSB-Herstellung ist von einem spezifischen Industrierestholzanfall von ca. 70 kg_{atro} je 1 m³ produzierter Platten auszugehen. Das Aufkommen resultiert durch Fixmaße sowie Nut und Feder und beläuft sich auf ca. 50 kg_{atro}/m³ und das der Schleifstäube beträgt ca. 20 kg_{atro}/m³ /67/. Eine stoffliche Nutzung der Holzreste erfolgt bei der OSB-Produktion aus Qualitätsgründen i. d. R. nicht, sie werden jedoch in der Regel – wie schon bei MDF – meist in sich in der Nähe befindlichen Spanplattenbetrieben stofflich verwendet. Daher werden auch nur die Schleifstäube als Energiepotenzial definiert.

Zusätzlich wurde der Rindenanfall auf Basis der verarbeiteten Industrieholzmenge als Energiepotenzial berücksichtigt /64/. Hier wird wiederum davon ausgegangen, dass 80 % der Rinden für energetische Zwecke verwendbar sind.

Zellstoff- und Holzschliffindustrie

In der Zellstoff- und Holzschliffindustrie fallen Industrieböhlen in Form von Rinden an. Das Rindenaufkommen wurde – wie bereits bei der Holzwerkstoffindustrie - auf Basis des Industrieholzeinsatzes unter Berücksichtigung des spezifischen Rindenaufkommens abgeleitet. Der Gesamtumfang des Rohholzbedarfs wurde auf Basis Deutschland /64/ und der Anteil der Industrieböhlen unter Hinzuziehungen der Statistik des europäischen Papier- und Zellstoffverbandes abgeleitet /69/. Es wird ebenfalls unterstellt, dass 80 % des Gesamtrindenaufkommens als Energiepotenzial zur Verfügung stehen.

Schwarzlauge (Black Liquor)

Im Rahmen der Zellstoffgewinnung werden die in cellulosehaltigen Materialien (in Europa in der Regel Holz) enthaltenen Cellulosebegleitstoffe mittels verschiedener Holzaufschlussverfahren unter Erhalt der Cellulosestruktur abgebaut oder abgetrennt. Die Inhaltsstoffe des Holzes sind untereinander chemisch vor allem durch Wasserstoffbrücken oder Etherbrücken verbunden, die gespalten werden können und damit ein Aufschluss des Holzes erfolgt. Dazu kocht man zerkleinerte Holzstückchen unter Druck mit bestimmten Chemikalienlösungen.

Dabei gehen Harze, Lignin und andere Holzbestandteile in Lösung, der Zellstoff bleibt zurück. Er wird anschließend gewaschen und gebleicht. Es können dabei verschiedene Aufschlussverfahren unterschieden werden (insbesondere Sulfitverfahren und Sulfatverfahren), wobei das Sulfatverfahren aufgrund der einhergehenden geringeren Umweltbelastungen in Europa unterdessen eine dominierende Rolle besitzt. Im Rahmen des Aufschlussverfahrens fallen Ablaugen an (auch Schwarzlauge bzw. Dicklauge genannt), die sich aus dem herausgelösten Lignin, den Hemicellulosen, verschiedenen prozessbedingten Chemikalien und Wasser zusammensetzen. In einem Aufarbeitungsprozess werden die Chemikalien zurückgewonnen und als Rohstoff wiederverwendet. Die Laugen werden eingedickt und dann in speziellen Laugenkesseln verbrannt und in der Regel zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung und seltener zur ausschließlichen Prozesswärmebereitstellung verwendet /82/.

Die Ableitung des Energiepotenzials der Schwarzlauge stützt sich auf zwei aktuell erarbeitete Studien für Europa zu den verschiedenen Biomassepotenzialen im Jahr 2000, welche auch detaillierte Angaben zu Schwarzlauge beinhalten /83//84/. Die teilweise differierenden Ergebnisse wurden unter Hinzuziehung des Zellstoffproduktionsvolumens im Jahr 2000 /69//65/ und unter Berücksichtigung durchschnittlicher Werte für den Schwarzlaugenanfall je produzierter Tonne Zellstoff auf ihre Plausibilität geprüft und in einigen Fällen daraufhin geringfügige Anpassungen vorgenommen. Der Wert für die Türkei – hier waren keine Potenzialangaben vorhanden – wurde auf diesen Weg direkt abgeleitet. Für Länder mit hohem Zellstoffproduktionsvolumen und damit hohem Mengenaufkommen an Schwarzlauge /87//88//89//90/ wurden detaillierte landesspezifische Veröffentlichungen zur Höhe der energetischen Nutzung von Schwarzlauge im Jahr 2000 als Grundlage für die Potenzialableitung herangezogen. Eine Gleichsetzung des Potenzials mit der Nutzung ist möglich, da das resultierende Aufkommen in der Regel vollständig energetisch genutzt wird.

Das Potenzial an Schwarzlauge für 2010 und 2020 wird anhand der Abschätzung der Entwicklung der Zellstoffindustrie (basierend auf den Daten für Rundholz von EFSOS für 2010 und 2020) ermittelt. Prozentuale Veränderungen gegenüber dem Basisjahr 2000 werden entsprechend auf das Aufkommen an Schwarzlauge übertragen.

Altholz

Altholz besteht aus Gebrauchtholz (gebrauchte Erzeugnisse aus Holz, Holzwerkstoffe oder Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil) und Industrierestholz, das als Abfall anfällt.

Gebrauchtholz fällt dort an, wo Holz aus dem Nutzungsprozess ausscheidet, z. B. bei Baumaßnahmen (Gebäudeabbrüche, Neubauten, Renovierungen) und am Ende einer bestimmten stofflichen Nutzung (Altmöbel, Verpackungsmaterial).

Auf europäischer Ebene sind nur allgemeine Abfallstatistiken (z. B. Aufkommen kommunaler Siedlungsabfall) verfügbar, nicht jedoch spezielle Statistiken zum Altholzaufkommen. Daher wird für das Altholzpotezial im Jahr 2000 ein für Deutschland detailliert ermitteltes spezifisches Aufkommen von 97 kg je Einwohner und Jahr¹⁰ auf die einzelnen Länder übertragen /25/. Um die stoffliche Altholznutzung in der Spanplattenindustrie zu berücksichtigen, wird davon ausgegangen, dass 75 % (etwa 73 kg/(E·a)) des Altholzaufkommens für eine energetische Verwertung zur Verfügung stehen.

Die Einflussfaktoren auf das Altholzaufkommen sind sehr vielfältig (u. a. Baukonjunktur, Verbraucherverhalten) und schwer prognostizierbar. Zudem werden bis 2020 keine signifikanten Veränderungen der Bevölkerungszahlen erwartet. Für 2010 und 2020 wird daher ein unverändertes Potenzial angenommen.

Gehölzschnitt aus der landwirtschaftlichen Produktion

Unter Gehölzschnitt aus der landwirtschaftlichen Produktion werden all die Hölzer gefasst, die im Wein-, Obst- sowie Olivenanbau anfallen. Diese Mengen sind weder für Deutschland noch andere europäische Länder erfasst, als Grundlage der Berechnung werden daher die jeweiligen Anbauflächen herangezogen sowie spezifische Flächenerträge für Gehölzschnitte ermittelt. Für den Obstanbau beschränkt sich die Betrachtung auf Zitrusfrüchte.

Berücksichtigt werden die Anbauflächen für die Jahre 1998 bis 2000 nach FAOSTAT /26/. Die größten Anbauflächen lassen sich in den süd- und südosteuropäischen Ländern finden. Für diese Länder sind z. T. Abschätzungen zu Gehölzschnitten bekannt /76/ nach denen sich folgende flächenspezifische Faktoren ableiten lassen: Für Zitrusfrüchte liegen diese bei 0,5 bis 1,7 t_{TM}/(ha·a), für Olivenplantagen können 0,2 bis 0,4 t_{TM}/(ha·a) zugrunde gelegt werden. Für den Weinanbau wird im Rahmen der Potenzialberechnung davon ausgegangen, dass die beim Rebschnitt in den Weinbergen anfallende Biomasse zur Humusbildung in den Weinbergen verbleibt. Neben dem Rebschnitt fällt bei der Rodung von Weinflächen Restholz

¹⁰ Das Altholzaufkommen wird aus den in einzelnen Abfallfraktionen (Gewerbeabfall, Sperrmüll, Bauabfall etc.) enthaltenen Altholzmengen ermittelt.

an, das von der Fläche abgeräumt werden muss. Der flächenspezifische Anfall liegt umgerechnet bei 0,8 bis 3 t_{TM}/(ha·a).

Für die einzelnen Gehölschnittfraktionen wird abschließend unterstellt, dass rund 80 % dieses Holzes energetisch genutzt werden kann ($H_u=18$ MJ/kg atro).

Es wird unterstellt, dass das Potenzial an Gehölzschnitt aus der landwirtschaftlichen Produktion für die Jahre 2010 und 2020 gegenüber 2000 unverändert bleibt.

3.6.1.2 Halmgutartige Reststoffe

Das Strohaufkommen setzt sich aus den Getreidearten Weizen, Gerste, Roggen, Hafer und Körnermais sowie Raps, Sonnenblumen und Leguminosen (Erbsen und Bohnen) zusammen. Für alle Stroharten wird ein energetisch nutzbarer Anteil von 20 % unterstellt, um unterschiedliche Bergungsquoten, Witterungsverhältnisse und eine stoffliche Nutzung (Gärtnereien, Einstreu etc.) zu berücksichtigen.

Die Ermittlung des Strohaufkommens für das Jahr 2000 erfolgt anhand der Erntemengen und eines spezifischen Stroh-Korn-Verhältnisses für die einzelnen Getreidearten. Datenbasis für die Erntemengen sind die Erntestatistiken der FAO, wobei zur Berücksichtigung jährlicher Schwankungen (u. a. aufgrund von Fruchtfolgewechsel und Witterung) der arithmetische Mittelwert der Erntejahre 1998 bis 2002 gebildet wird /26/.

Die Fortschreibung des Strohpotenzials für 2010 und 2020 basiert auf der Abschätzung des länderspezifischen Nahrungsmittelverbrauches für diesen Zeithorizont (siehe Kapitel 3.3.2) . Dabei wird auch die jeweilige Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt. Des Weiteren wird unterstellt, dass sich durch eine Zunahme der Erträge das Stroh-Korn-Verhältnis zu Gunsten von Korn durchschnittlich um jeweils 8 % in 10 Jahren ändern wird (Trend nach /63/). Die jeweiligen Änderungsraten werden prozentual auf die Erträge an Getreide sowie Raps, Sonnenblumen und Leguminosen übertragen.

3.6.1.3 Sonstige Reststoffe

Exkrementen und Einstreu

Zur Bestimmung des energetisch nutzbaren Biogaspotenzials aus Exkrementen und Einstreu werden die Nutztierarten Rinder, Schweine und Hühner / Truthühner berücksichtigt. Dabei wird für Rinder sowie Hühner / Truthühner eine Stallhaltung von insgesamt 68 % (85 % Stallhaltung während der 4 Wintermonate und 60 % Stallhaltung im übrigen Jahr) und für Schweine eine Stallhaltung von 100 % angenommen. Weiterhin wird unterstellt, dass bei 15 % der Tiere eingestreut wird, wobei unberücksichtigt bleibt, dass ein bestimmter Anteil des eingestreuten Stroh von den Tieren gefressen wird. Auf Grund einer überwiegenden Freilandhaltung bzw. eines ohnehin sehr geringen Anfalls von Exkrementen bleiben andere Nutztierarten wie Schafe, Ziegen, Pferde, Gänse und Enten bei der Potenzialbestimmung unberücksichtigt.

Das Aufkommen an Exkrementen und Einstreu für das Jahr 2000 wird aus dem Tierbestand ermittelt. Datenbasis für den Tierbestand ist die FAO Statistik 2000 /27/.

Für die Abschätzung des energetisch nutzbaren Biogaspotenzials für 2010 und 2020 wird angenommen, dass der Anfall an Exkrementen und Einstreu bei Schweinen und Hühnern / Truthühnern unverändert bleibt. Bezüglich des Anfalls an Exkrementen und Einstreu bei Rindern wird die Änderung der Nachfrage nach Rindfleisch und Milch (siehe Kapitel 3.3.2) berücksichtigt. Die jeweiligen Änderungsraten werden prozentual auf den gesamten Rinderbestand (Basisjahr 2000) übertragen.

Sonstige Ernterückstände aus der Landwirtschaft

Neben Stroh sind Rübenblatt und Kartoffelkraut die wesentlichen Ernterückstände aus der Landwirtschaft, die zur Biogasgewinnung eingesetzt werden können. Es wird angenommen, dass 25 bis 50 % des anfallenden Rübenblatts und 17 bis 33 % des anfallenden Kartoffelkrauts für eine energetische Verwertung zur Verfügung stehen /28/.

Die Ermittlung des Aufkommens an Rübenblatt und Kartoffelkraut für das Jahr 2000 erfolgt anhand der Erntemengen (FAOSTAT; arithmetisches Mittel der Erntejahre 1998 bis 2002 /26/) und eines spezifischen Frucht-Blatt-Verhältnisses.

Die Fortschreibung des Biogaspotenzials aus Rübenblatt und Kartoffelkraut für 2010 und 2020 basiert auf der Abschätzung des länderspezifischen Nahrungsmittelverbrauches (siehe

Kapitel 3.3.2). Eine Veränderung des spezifischen Frucht-Blatt-Verhältnisses wird nicht unterstellt.

Andere Rückstände aus der Landwirtschaft

Nicht die gesamte Getreideernte kann als Nahrungs- bzw. Futtermittel genutzt werden. Je nach Witterung (Minderwuchs, Mykotoxine) sind 2 bis 5 % des Getreides weder nahrungs- noch futtermitteltauglich. Bei der nachfolgenden Potenzialermittlung wird davon ausgegangen, dass 3 % der Ernte davon betroffen sind. Dieses Getreide steht dann grundsätzlich einer energetischen Verwertung (Verbrennung, Biogasgewinnung) zur Verfügung.

Rückstände aus der Bierherstellung

Zur Biogaserzeugung nutzbare Rückstände der Bierherstellung sind Treber, Hefe, Heißtrub sowie Kühltrub. Um die stoffliche Nutzung dieser Rückstände, beispielsweise zur Viehfütterung, zu berücksichtigen, wird von einem energetisch nutzbaren Anteil von 25 bis 40 % ausgegangen /29/.

Da es keine Daten zur Bierherstellung in den einzelnen europäischen Ländern gibt, wird die erzeugte Biermenge aus der Verarbeitung von Hopfen ermittelt. Die verarbeitete Hopfenmenge berechnet sich dabei aus, falls vorhanden, dem Hopfenanbau (FAOSTAT, Mittelwert der Jahre 1998 bis 2002 /26/) sowie dem Saldo aus Hopfenimport und -export¹¹ (EUROSTAT 2000 /30/). Obwohl sich die Hopfenanbaufläche der Länder EU-15 in den letzten 10 Jahren um über 20 % verringert hat, stieg durch eine bessere Technik und wenig bittere Biere die Bierherstellung an. Für die Berechnung wird eine Zugabe von 100 g Hopfen / hl Bier angenommen¹².

Für 2010 und 2020 werden keine Veränderungen des Potenzials aus Rückständen der Bierherstellung unterstellt.

¹¹ Hier als Hopfendoldenäquivalent angegeben: 100 kg gemahlener Hopfen = 110 kg Hopfendolden.

¹² Je nach Biertyp und gewünschter Bitterkeit schwankt die Zugabe zwischen 35 bis 185 g Hopfen / hl Bier.

Rückstände aus Weinkeltereien

Der als Rückstand bei der Kelterung anfallende Trester (Beerenhülsen, Kerne, Stiele etc.) kann zur Biogaserzeugung genutzt werden. Wegen seiner noch relativ hohen Gehalte an Zucker und Weinsäure wird er jedoch auch bevorzugt für die Herstellung von Trester-Bränden bzw. Tresterweinen verwendet. Der Trester kann auch als Dünge- oder Futtermittel in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Daher wird davon ausgegangen, dass lediglich 10 bis 20 % der anfallenden Menge tatsächlich für eine Biogasgewinnung zur Verfügung stehen /29/.

Das Tresteraufkommen wird aus der Statistik zur Weinherstellung (EUROSTAT 2000 /31/) berechnet. Je Hektoliter produziertem Wein fallen etwa 25 kg Trester als Rückstand an.

Für 2010 und 2020 wird ein gleich bleibendes Potenzial aus Rückständen der Weinkeltereien angenommen.

Rückstände aus Fruchtsaftkeltereien

Bei der Obstverarbeitung fallen Reststoffe in Form von Putzresten und Obstrestern als Rückstand aus dem Entsaftungsprozess an. Ein Teil der Rückstände wird als Viehfutter, zur Pektinherstellung sowie als Grundstoff zur Alkoholproduktion genutzt. Grundsätzlich ist auch eine energetische Nutzung zur Biogaserzeugung möglich. Aufgrund unzureichend vorhandener Daten (auf europäischer Ebene liegen lediglich Produktionsmengen verarbeiteter Fruchtsaftkonzentrate vor) und eines zu erwartenden geringen Potenzials (gemessen am Gesamtpotenzial) bleiben die Rückstände aus der Fruchtsaftherstellung im Weiteren bei der Potenzialermittlung unberücksichtigt.

Rückstände aus der Zuckerherstellung

Bei der Zuckerherstellung fallen als Nebenerzeugnisse Melasse und Rübenschnitzel an. Ein Teil der Rübenschnitzel wird mit Melasse vermischt getrocknet und zu Pellets gepresst, die dann als energiereiches Futtermittel eingesetzt werden. Außerdem wird Melasse auch als Sirup in der Viehfütterung sowie in Hefefabriken und Brennereien verwendet. Durch diese Verwertung der Nebenerzeugnisse wird die für die Biogasproduktion verfügbare Menge (ca. 1 % der Rübenschnitzel und ca. 10 % der Melasse) stark eingeschränkt /29/.

Grundlage für die Ermittlung des energetisch nutzbaren Potenzials für das Jahr 2000 sind die Erntemengen an Zuckerrüben (FAOSTAT 2000 /26/) und ein gleich bleibend angenommener Zuckergehalt in den Rüben von 17 %. Je Tonne produziertem Zucker fallen etwa 450 kg Rübenschnitzel und 215 kg Melasse an.

Es wird unterstellt, dass die für die Biogasproduktion verfügbaren Rückstände aus der Zuckerherstellung für 2010 und 2020 unverändert bleiben.

Schlachtabfälle und Rückstände aus der Fleischverarbeitung

Bestimmte beim Schlachten und der anschließenden Weiterverarbeitung anfallende Schlachtabfälle können unter Berücksichtigung der geltenden Rechtsvorschriften¹³ als Substrat bzw. Kosubstrat in Biogasanlagen eingesetzt werden. Die Schlachtabfälle bestehen zu etwa 90 % aus Magen- und Panseninhalt, Geschlinge und Schleim sowie zu etwa 10 % aus Flotatfetten. Es wird angenommen, dass ein Drittel bis zwei Drittel der anfallenden Menge energetisch genutzt werden kann.

Die Erhebung der Schlachtabfälle basiert auf der Anzahl der geschlachteten Tiere (FAOSTAT 2000 /27/) und spezifischer Abfallmengen für die jeweilige Tierart. Mögliche Verluste (Tiere, die ohne Schlachtung verenden) bleiben unberücksichtigt.

Für 2010 und 2020 wird angenommen, dass sich das Potenzial aus Schlachtabfällen nicht verändert.

Abwasser der milchverarbeitenden Industrie

Grundsätzlich ist Abwasser der Ernährungs- und Genussmittelindustrie zur energetischen Nutzung in einer Biogasanlage geeignet. Aufgrund der Relevanz soll hier allein das Abwasser der milchverarbeitenden Industrie betrachtet werden. Es wird davon ausgegangen, dass etwa 50 % des anfallenden Abwassers energetisch nutzbar sind.

Da es keine speziellen Statistiken zum Abwasser aus der milchverarbeitenden Industrie gibt, wird zur Ermittlung der Menge das Verhältnis Kuhmilchaufnahme der Molkerei zu anfallendem Abwasser von Deutschland auf die anderen europäischen Länder übertragen

¹³ Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte vom 03.10.2002, geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 808/2003 vom 12.05.2003

(0,1 m³ Abwasser/t Kuhmilch /28/). Ziegen- und Schafsmilch (etwa 2 % des gesamten Milchaufkommens) bleiben dabei unberücksichtigt.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Abwassermenge der milchverarbeitenden Industrie in den Jahren 2010 und 2020 nicht signifikant ändert.

Klärschlamm

Bei der Abwasserbehandlung fällt Klärschlamm an, der auch thermo- oder bio-chemisch genutzt werden kann. Es wird angenommen, dass minimal die Menge energetisch genutzt werden kann, die derzeit bereits in die Verbrennung geht und maximal das Aufkommen abzüglich der derzeitigen Verwertung (landwirtschaftliche Nutzung und Kompostierung).

Daten zum Klärschlammaufkommen und zur derzeitigen Nutzung bzw. Entsorgung sind bei EUROSTAT verfügbar /32/.

Für 2010 und 2020 wird eine gleich bleibende Klärschlammmenge angenommen.

Kommunaler Siedlungsabfall und Deponiegas

Die Nutzung des organischen Anteils der kommunalen Siedlungsabfälle kann in unterschiedlicher Weise erfolgen; in Form einer thermo-chemischen Umwandlung (Verbrennung), durch die bio-chemische Umwandlung der separat erfassten biogenen Fraktion in speziellen Vergärungsanlagen sowie ebenfalls bio-chemisch durch die Nutzung des durch die Abfallablagerung auf Deponien entstehenden Gases. Nachfolgend wird dabei unterstellt, dass der auf Deponien abgelagerte Abfall über die Zeit in Menge und Qualität konstant ist, d.h. die Deponieproduktion über die Jahre keine signifikanten Veränderungen erfährt. Entsprechend wird das Deponiegaspotenzial der im Basisjahr potenziell abzulagernden Abfälle komplett dem Basisjahr zugeordnet und eine gesonderte Betrachtung des Deponiegaspotenzials aus Abfällen, die früheren Jahren abgelagert wurden, nicht vorgenommen. Für die Bestimmung des Brennstoffpotenzials aus kommunalem Siedlungsabfall bildet damit die Verbrennung die obere Grenze des Energiepotenzials, die Deponiegasnutzung die untere Grenze.

Es wird unterstellt, dass das Brennstoffpotenzial aus kommunalen Abfällen einschließlich der Deponiegasnutzung in den Jahren 2010 und 2020 gegenüber dem Basisjahr 2000 unverändert bleibt.

Verbrennung

Die Ermittlung des Energiepotenzials auf Basis der thermo-chemischen Umwandlung des biogenen Anteils im kommunalen Siedlungsabfall basiert auf die im Jahr 2000 gesamte statisch erfasste gemischt vorliegenden Abfallmenge /33/. Separat gesammelte Fraktionen (z. B. Papier) werden – soweit Angaben dazu vorliegen – nicht berücksichtigt. Zu Grunde gelegt wird für alle Länder gleichermaßen einer organischer Anteil am gesamten Abfallaufkommen von 40 % /111/ /. Als durchschnittlicher Heizwert wird 7,9 MJ/kg angenommen. Bei der Potenzialableitung bleiben geringe Doppelzählungen (der Holzanteil im Abfall ist Bestandteil des Altholzpotezials) unberücksichtigt.

Deponiegasgewinnung

Deponiegas entsteht in Hausmülldeponien (bereits kurz nach Ablagerungsbeginn) durch mikrobiologisch Abbauprozesse. Die Höhe des Deponiegasaufkommens wird durch zahlreiche Faktoren bestimmt. Wesentlichen Einfluss besitzen die Ablagerungsmenge und die Abfallzusammensetzung. Auswirkungen auf die Deponiegasentwicklung haben jedoch u. a. auch die Temperatur und der Wassergehalt, die Struktur des Deponiekörpers, der Stand der Umsetzungsprozesse im Deponiekörper, der Beginn der Entgasung, die Gasfassungsrate sowie Art und Zeitpunkt der Oberflächenabdichtung /75/. Anhand dieser Aufzählung wird deutlich, dass eine Potenzialabschätzung insgesamt mit großen Unsicherheiten verbunden ist. Die Schwankungsbreite des spezifischen Deponiegasaufkommens ist dadurch sehr hoch und liegt im Bereich 120- 300 m³ Deponiegas bezogen auf 1 t Hausmüll /75/.

Die Potenzialableitung im Rahmen dieses Projekts basiert wiederum auf das Aufkommen an gemischt vorliegenden kommunalen Siedlungsabfällen im Jahr 2000 /33/. Es wird hierbei unterstellt, dass dieses vollständig auf Deponien abgelagert wird und damit im vollen Maße zum Deponiegaspotenzial beiträgt. Angenommen wird weiterhin eine mittlere Gasbildungsrate von 180 m³ Deponiegas/ t kommunaler Siedlungsabfall und eine mittlere Gasfassungsrate von 50 % /75/ /. Daraus ergibt sich das gesamte technisch nutzbare Deponiegasaufkommen bezogen auf die Ablagerungsmenge im Jahr 2000. Zu berücksichtigen ist dabei, dass diese Gesamtgasmenge nicht in einem Jahr anfällt, sondern verteilt über einen längeren Zeitraum. Der Heizwert des Deponiegases ist stark vom Methangehalt abhängig und schwankt daher ebenfalls im starken Maße. Der Berechnung des Energiepotenzials wurde ein mittlerer Heizwert von 15 MJ/m³ zugrunde gelegt /62/.

Nicht berücksichtigte Reststofffraktionen

Zusätzlich zu den dargestellten Fraktionen fallen bei der Park- und Landschaftspflege erhebliche Reststoffmengen an. Diese lassen sich aufgrund der Vielfältigkeit der Schutzräume und Pflegeaktivitäten und der außerordentlich lückenhaften Datenlage mit dem gegenwärtigen Kenntnisstand nicht zufriedenstellend darstellen. Insgesamt zeigen diese Biomassen zudem vergleichsweise hohe Bereitstellungskosten, so dass ihre Nutzung nur bei gezielten Maßnahmen realisierbar ist und damit unter den gegenwärtigen Randbedingungen in der Regel keine signifikante Relevanz aufweist.

Weiterhin nicht berücksichtigte Reststofffraktionen umfassen feste Produktionsrückstände aus der Lebensmittelverarbeitung (Kerne, Spelzen, Schalen etc.). Hierzu zählt z.B. nicht genuss- taugliches Getreide, für das im Rahmen eines verschärften Verbraucherschutzes (Mykotoxin- grenzwerte) ein zunehmender Trend erwartet wird. Auch hier gestaltet sich die Datenlage bisher sehr schwierig, so dass quantitative Aussagen auf europäischer Ebene nicht möglich sind.

3.6.2 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Reststoffpotenziale für Deutschland sowie für die Länder der EU-28 zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Ergebnisse für alle Länder sind in Anhang I aufgeführt.

3.6.2.1 Deutschland

Das Energieträgerpotenzial aus Reststoffen für das Basisjahr 2000 beträgt in Deutschland ca. **380 bis 510 PJ/a**. Die Ergebnisse stimmen erwartungsgemäß gut mit den im BMU-Forschungsprojekt „Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien“ /63/ ermittelten Potenzialen überein. Auf eine ausführliche Beschreibung wird daher an dieser Stelle verzichtet.

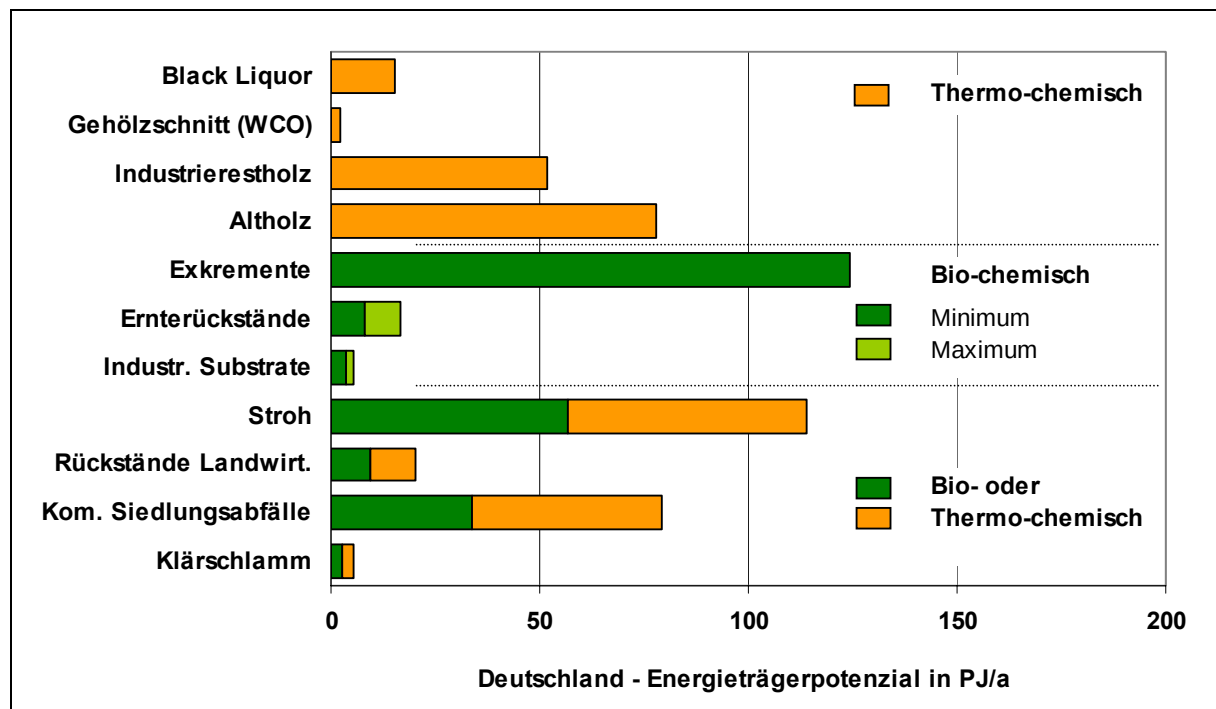
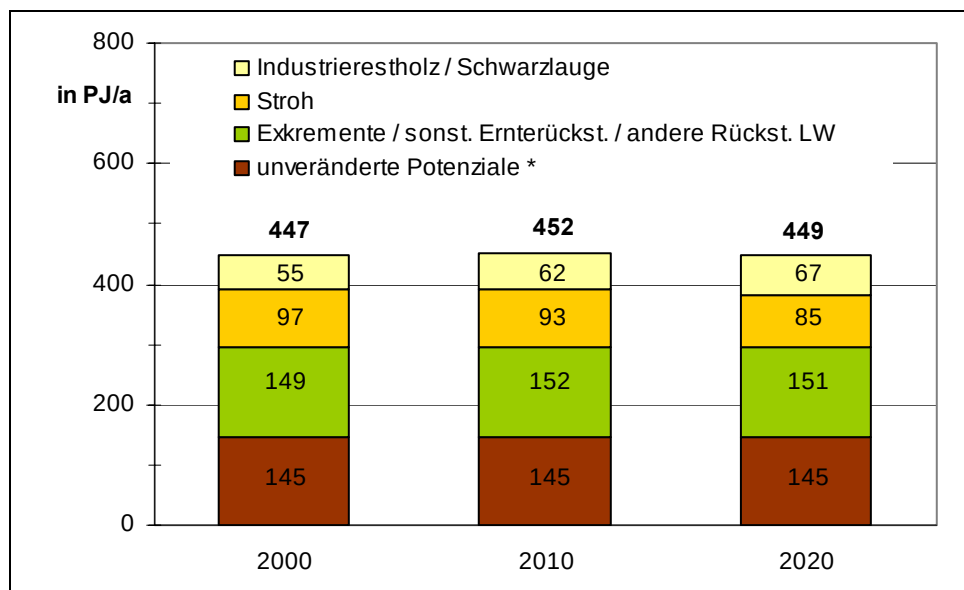


Abbildung 21: Energieträgerpotenzial für biogene Reststoffe Deutschland im Jahr 2020

In den Jahren 2010 und 2020 bleiben die Biomasse-Reststoffpotenziale gegenüber 2000 unverändert. Allerdings ändert sich geringfügig der Anteil der einzelnen Reststoffgruppen am Gesamtpotenzial. Während das Potenzial an Industrieresthholz und Schwarzlauge durch zu erwartende erhöhte Produktionskapazitäten beim Rundholz bis 2020 um etwa 12 PJ/a zunimmt und dann insgesamt ca. 67 PJ/a ergibt, verringert sich das Energieträgerpotenzial aus Stroh durch Ertragssteigerung (Verschiebung des Korn-Stroh-Verhältnisses zu Ungunsten von Stroh) und einen leichten Bevölkerungsrückgang bis 2020 um ca. 7 bis 15 PJ/a auf ca. 57 bis 114 PJ/a. Die Änderung bei Exkrementen und Einstreu (ca. 124 PJ/a in 2010 und 2020), bei den sonstigen Ernterückständen (Rübenblatt und Kartoffelkraut; ca. 8 bis 17 PJ/a in 2010 und 2020) sowie bei den anderen Rückständen aus der Landwirtschaft (nahrungs- und futtermitteluntaugliches Getreide; ca. 9 bis 20 PJ/a in 2010 und 2020) beträgt weniger als 1 PJ/a. Die übrigen Potenziale werden gegenüber 2000 als unverändert angenommen. Die Potenziale der einzelnen Reststofffraktionen für das Jahr 2020 sind in Abbildung 21, die Entwicklung der Potenziale in Abbildung 22 dargestellt.



* Altholz, Gehölzschnitt, Abfälle aus Gewerbe und Industrie, Klärschlamm, Org. Siedlungsabfälle

(Stroh, Ernterückstände, Andere Rückstände aus der Landwirtschaft, Industrielle Rückstände, Klärschlamm und Siedlungsabfall jeweils als Mittelwert dargestellt)

Abbildung 22: Entwicklung der Reststoffpotenziale für Deutschland (2000 - 2010 - 2020)

3.6.2.2 EU-28

Die für das Basisjahr 2000 sowie die weiteren Betrachtungsjahre 2010 und 2020 ermittelten Reststoffpotenziale in den EU-28 werden nachfolgend beschrieben.

Holzartige Reststoffe

Unter holzartigen Reststoffen werden die Sortimente Industriestholz, Schwarzlaube, Altholz und Gehölzschnitt zusammengefasst. Insgesamt beläuft sich das Potenzial in den EU-28 im Jahr 2000 auf 1 550 PJ/a. Die Fortschreibung der Potenziale für 2010 und 2020 basiert für Industriestholz und Schwarzlaube auf der Abschätzung der Entwicklung für Rundholz. Das Potenzial für Altholz und Gehölzschnitt wird gegenüber 2000 als konstant angenommen. Durch die Zunahme des stofflich genutzten Rundholzes und nimmt auch das Brennstoffpotenzial holzartiger Reststoffe zu. In EU-28 erhöht sich das Potenzial bis 2010 auf ca. 1 670 PJ/a und bis 2020 auf ca. 1 770 PJ/a. Die Verteilung über Europa ist von einer ausgeprägten holzverarbeitenden Industrie in Skandinavien, deutlichen Altholzpotezialen in den bevölkerungsreichen Nationen sowie einem punktuell relevanten Aufkommen an Gehölzschnitt in den südlichen Ländern gekennzeichnet (Abbildung 23).

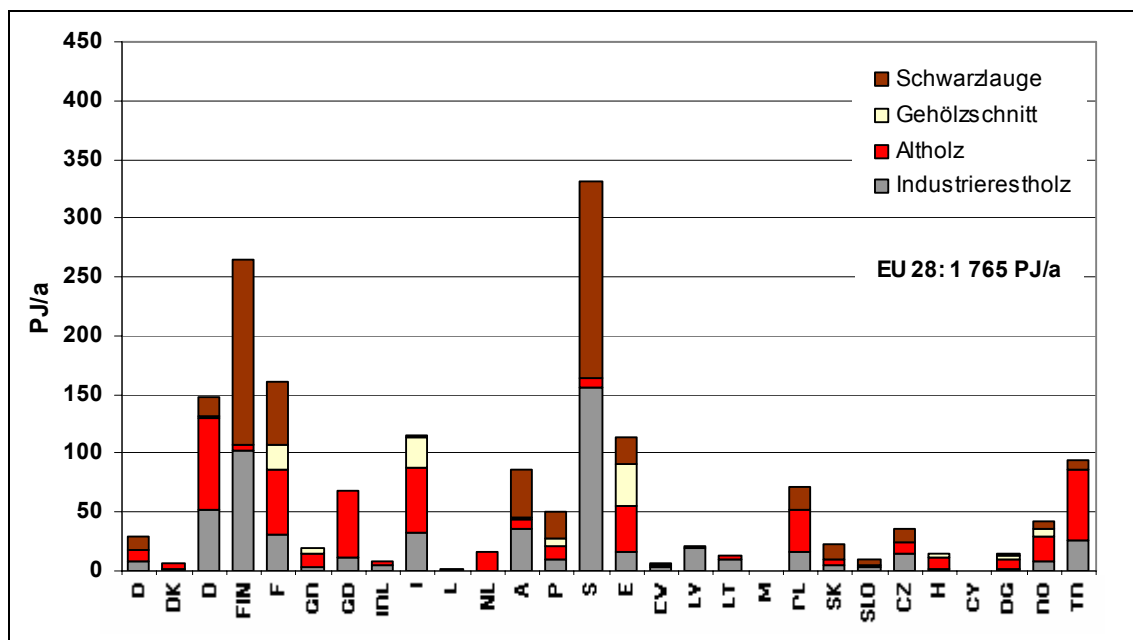


Abbildung 23: Energieträgerpotenzial aus holzartigen Reststoffen in EU-28 im Jahr 2020

Halmgutartige Reststoffe

Das verfügbare Strohpotenzial beträgt je nach Umwandlungstechnologie in der EU-28 im Jahr 2000 ca. 470 bis 870 PJ/a. Dabei sind Menge und Art in erster Linie von den jeweiligen Rahmenbedingungen des Getreideanbaus abhängig. Hinsichtlich der nutzbaren Stroharten ist die Bedeutung von Maisstroh und Sonnenblumenstroh in den EU-28 gegenüber Deutschland erhöht, während Raps- und Roggenstroh einen deutlich niedrigeren Stellenwert besitzt (Abbildung 24).

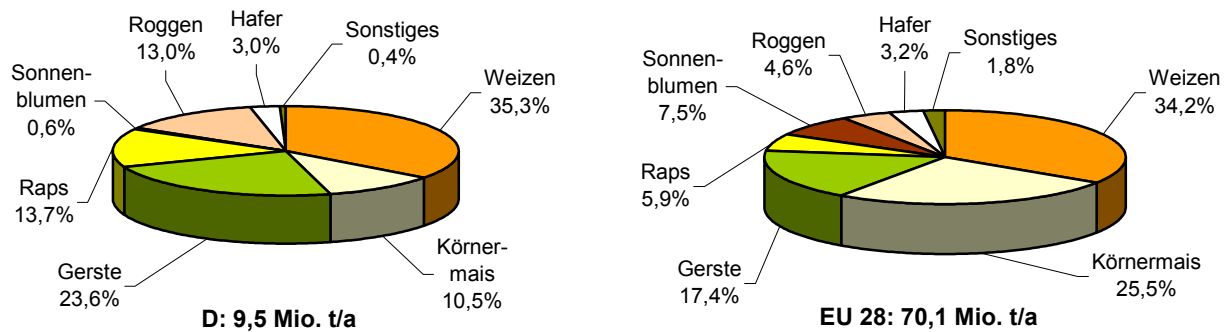


Abbildung 24: Prozentualer Anteil der einzelnen Stroharten am energetisch nutzbaren Strohpotenzial in Deutschland und EU-28 im Jahr 2000

Das Energieträgerpotenzial für Stroh ändert sich im Jahr 2010 mit ca. 460 bis 870 PJ/a gegenüber 2000 kaum. Einerseits nimmt das Strohaufkommen durch eine Steigerung der Erträge und einer daraus resultierenden Verschiebung des Korn-Stroh-Verhältnisses zu Ungunsten von Stroh ab. Andererseits kommt es (auch aufgrund teilweise steigender Bevölkerungszahlen) zu einer (gering) zunehmenden Nachfrage nach Nahrungsmitteln und damit zu einem Anstieg des Strohaufkommens. Bis zum Jahr 2020 geht es bei einer weiteren Steigerung der Erträge aber einer relativ gleich bleibenden Nachfrage nach Nahrungsmitteln um bis zu 6 % auf ca. 440 bis 820 PJ/a zurück (Abbildung 25).

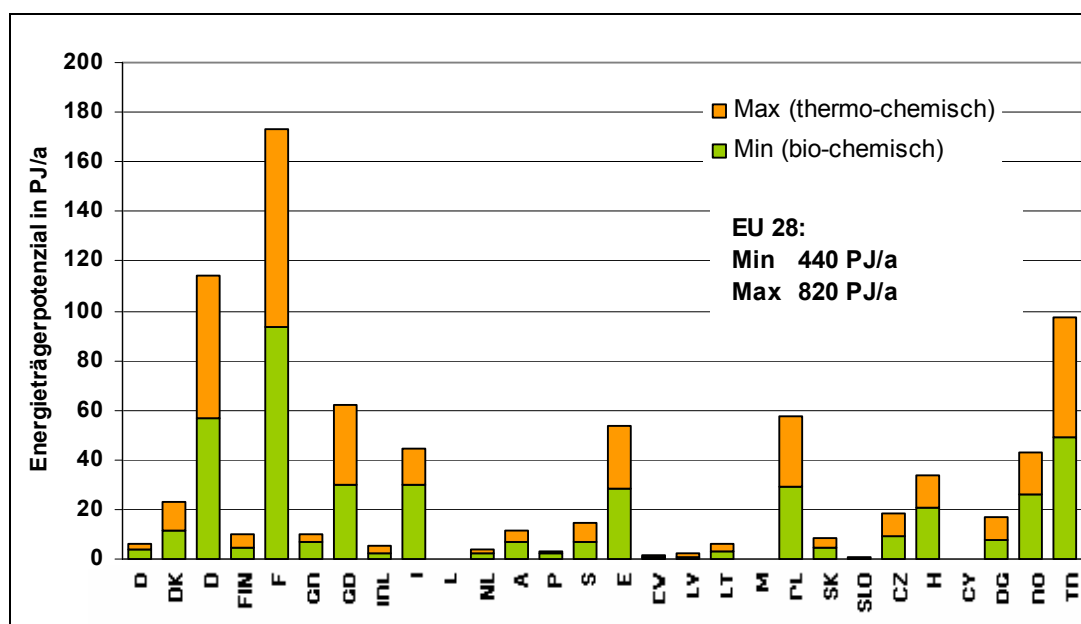
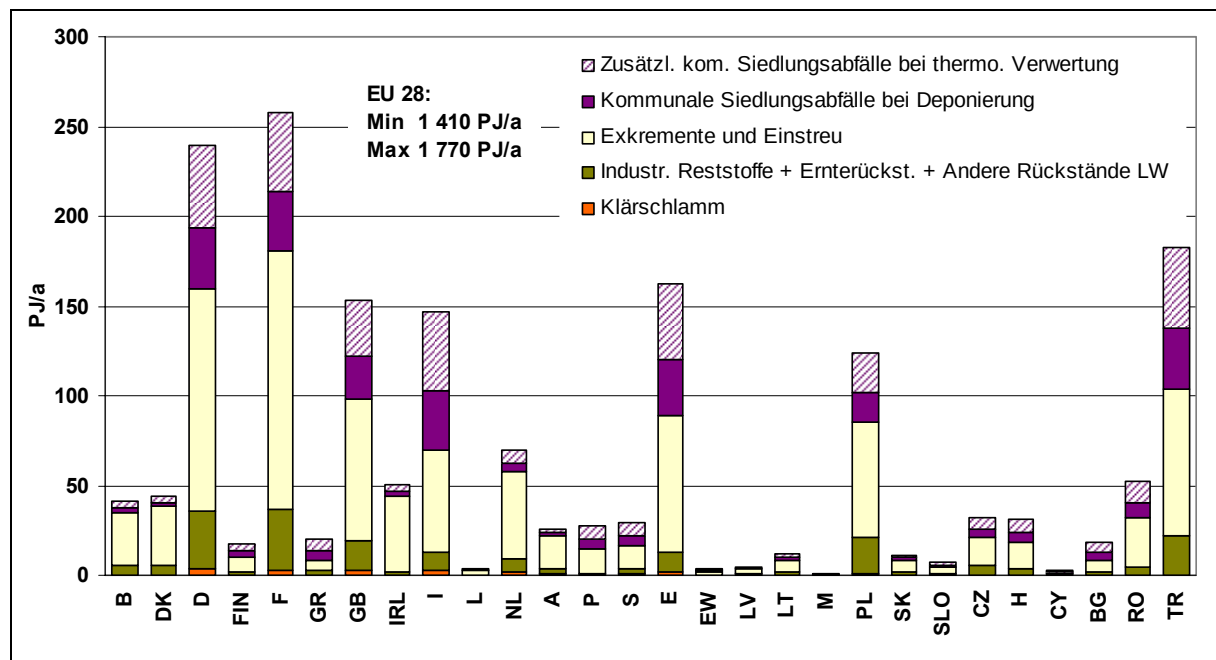


Abbildung 25: Energieträgerpotenzial aus Stroh im Jahr 2020

Mengenmäßig stellen Frankreich und Deutschland die größten Strohpotenziale in den EU-28. Weitere bedeutsame Potenziale finden sich in etwa der Hälfte der EU-28-Länder, insbesondere in den flächenbedeutsamen Staaten Mittel- und Osteuropas (Polen, Italien, Ungarn, Rumänien und Türkei) sowie in Spanien und Großbritannien.

Sonstige Reststoffe

An sonstigen Rückständen fallen Exkremente, andere Biogassubstrate in Form von Ernterückständen, anderen Rückständen aus der Landwirtschaft (nahrungs- und futtermitteluntaugliches Getreide) und industriellen Substraten, Klärschlamm sowie organische Abfälle (und damit auch Deponiegas) an. Im Basisjahr 2000 beträgt das Energieträgerpotenzial aus Sonstigen Reststoffen für EU-28 ca. 1 350 bis 1 710 PJ/a. Für 2010 und 2020 wird das Potenzial durch veränderte Anfallmengen an Exkrementen, Ernterückständen (Rübenblatt und Kartoffelkraut) sowie anderen Rückständen aus der Landwirtschaft (nahrungs- und futtermitteluntaugliches Getreide) bestimmt. Die übrigen Reststoffe (industrielle Substrate, Klärschlamm sowie organische Abfälle) werden gegenüber dem Basisjahr 2000 als unverändert angenommen. Durch eine zu erwartende Zunahme der Nachfrage nach Rindfleisch, Milch und sonstigen Nahrungsmitteln (auch aufgrund teilweise steigender Bevölkerungszahlen) steigt das Potenzial an Exkrementen, Ernterückständen sowie anderen Rückständen aus der Landwirtschaft und damit das Gesamtpotenzial aus sonstigen Reststoffen im Jahr 2010 auf etwa 1 390 bis 1 750 PJ/a an. Diese Entwicklung setzt sich auch bis 2020 (abgeschwächt) fort. Dann beträgt das Gesamtpotenzial aus sonstigen Reststoffen in den Ländern der EU-28 ca. 1 410 bis 1 770 PJ/a (Abbildung 26). Es zeigt sich, dass die Energieträgerpotenziale aus Exkrementen europaweit die größte Bedeutung unter den sonstigen Reststoffen besitzen. Für die organischen Siedlungsabfälle können sich zusätzlich erhebliche Potenziale ergeben, wenn eine weitgehende thermische Verwertung unterstellt wird. Das von diesen Abfällen potenziell nutzbare Deponiegas liegt erwartungsgemäß deutlich darunter.



(Industrielle Reststoffe, Ernterückstände, andere Rückstände aus der Landwirtschaft und Klärschlamm jeweils als Mittelwert dargestellt)

Abbildung 26: Energieträgerpotenzial aus Sonstigen Reststoffen in EU-28 im Jahr 2020

Gesamtpotenzial

Das gesamte energetisch nutzbare (d. h. unter Berücksichtigung der stofflichen Nutzung, Aspekten des Stoffhaushaltes etc.) Brennstoffpotenzial aus Reststoffen in EU-28 im Jahr 2020 zeigt Abbildung 27.

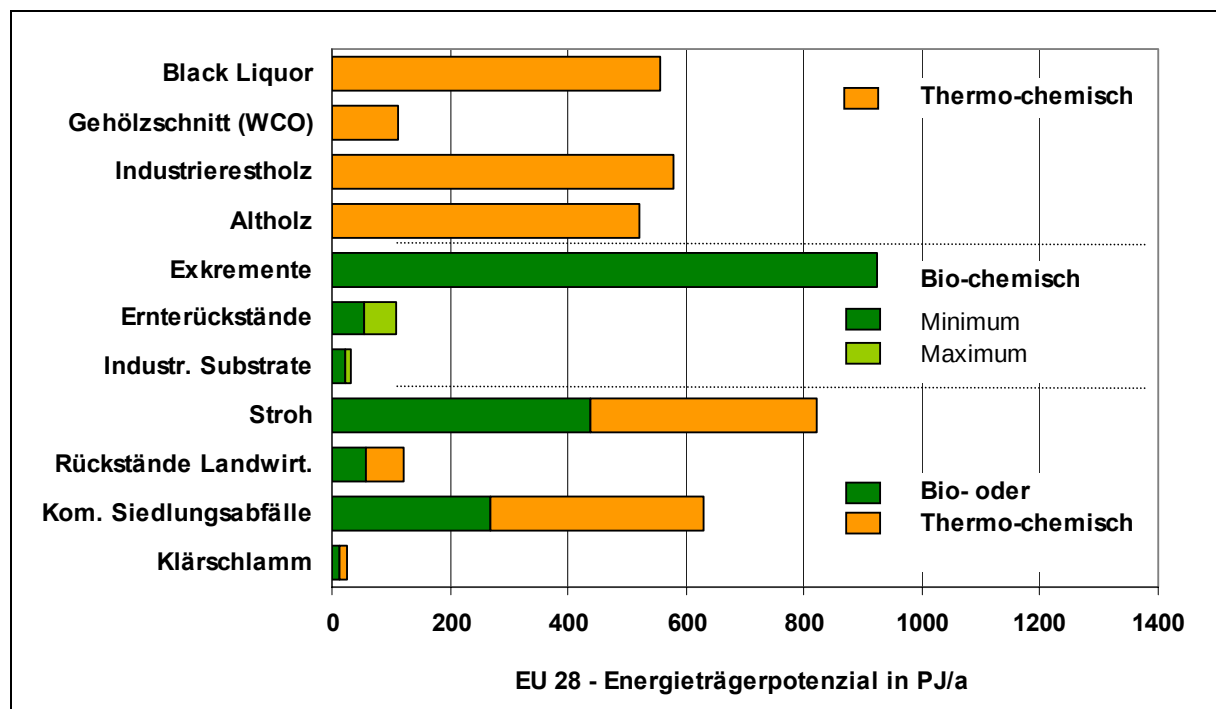


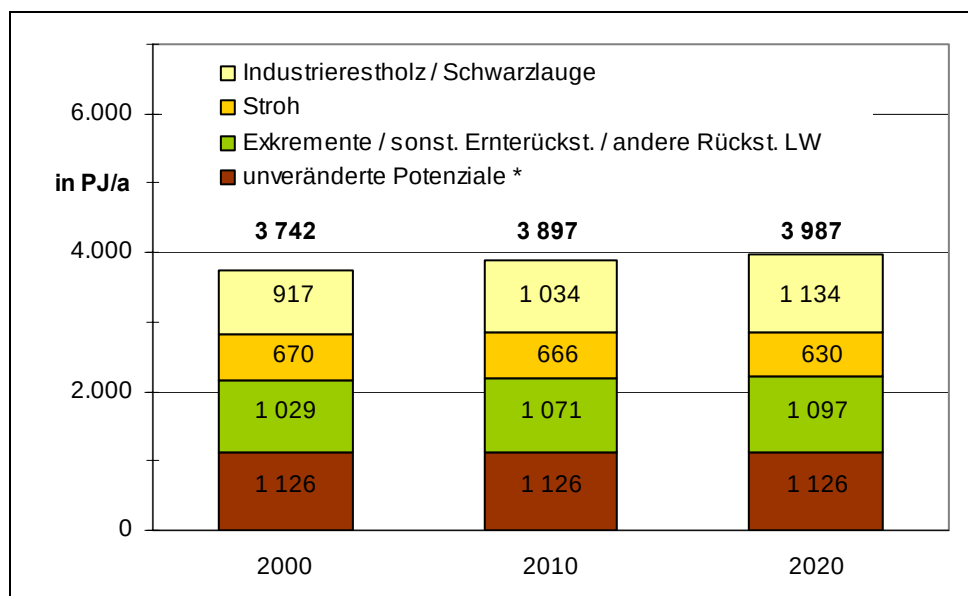
Abbildung 27: Energieträgerpotenzial aus biogenen Reststoffen in den EU-28 im Jahr 2020

Während für holzartige und für die meisten sonstigen Biomassen die Umwandlungsprozesse vorgegeben sind, kann bei den halmgutartigen Biomassen sowie Klärschlamm und organischen Siedlungsabfällen sowohl eine thermo-chemische als auch bio-chemische Umwandlung erfolgen. Für die Wahl ist hier vor allem der Wassergehalt des Materials, der stark schwanken kann, entscheidend. Deshalb ist eine prinzipielle Zuordnung zu einer der beiden Varianten nicht sinnvoll. Es ist unbedingt zu beachten, dass das verfügbare Halmgut wie auch Klärschlamm und organische Siedlungsabfälle immer nur einmal genutzt werden können, also entweder thermo-chemisch oder bio-chemisch. Das **maximal thermo-chemisch** nutzbare Potenzial aus Reststoffen liegt in der EU-28 in 2020 bei ca. **3 350 bis 3 380 PJ/a**, das **maximal bio-chemisch** nutzbare Potenzial bei ca. **1 770 bis 1 850 PJ/a**. Je nach gewählter Umwandlungstechnologie beträgt das **insgesamt** nutzbare Potenzial ca. **3 540 bis 4 430 PJ/a**. Der Vergleich der einzelnen Potenziale zeigt, dass die holzartigen Biomassen den deutlich größten Anteil am Reststoffpotenzial beinhalten. In Hinblick auf die Herkunft sind die landwirtschaftlichen Rückstände sehr bedeutsam. Eine detaillierte Darstellung der einzelnen Reststofffraktionen für die Länder der EU-28 im Jahr 2020 enthält Tabelle 47.

Tabelle 47: Energieträgerpotenzial der Reststoffe EU-28 im Jahr 2020

	Energieträgerpotenzial in PJ/a	
	Thermo-chemische Umwandlung	Bio-chemische Umwandlung
<i>Holzartige Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle</i>		
Industrierestholz	579,6	—
Sägewerke	372,2	—
Holzwerkstoffindustrie	111,6	—
Holzschliff-/Zellstoffindustrie	95,2	—
Schwarzlauge (Black Liquor)	555,0	—
Altholz	519,5	—
Gehölzschnitt aus der Landwirtschaft	111,2	—
<i>Halmgutartige Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle</i>		
Stroh	822,0	438,9
Getreidestroh	567,7	286,9
Maisstroh	115,5	113,0
Rapsstroh	53,1	15,9
Sonnenblumenstroh	68,6	14,7
Sonstiges Stroh (Erbsen, Bohnen)	17,1	8,5
<i>Sonstige Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle</i>		
Exkrementen und Einstreu	—	924,9
Exkrementen	—	858,8
Einstreu	—	66,1
Sonstige Ernterückstände	—	54,8 – 108,6
Rübenblatt	—	35,4 – 70,7
Kartoffelkraut	—	19,5 – 37,8
Andere Rückstände aus der Landwirtschaft	122,4	57,7
Abfälle aus Gewerbe und Industrie	—	21,7 – 32,4
Bierherstellung	—	8,0 – 12,7
Weinkeltereien	—	2,9 – 5,8
Zuckerherstellung	—	4,9
Schlachtabfälle	—	3,0 – 6,0
Abwasser milchverarbeitende Industrie	—	2,9
Klärschlamm	10,3 – 43,8	4,8 – 20,5
Organische Siedlungsabfälle (inkl. Deponiegas)	628,1	268,3
Summe (maximal)	3 348 – 3 381	1 771 – 1 851

Die Entwicklung der Reststoffpotenziale für EU-28 zeigt Abbildung 28. Das Brennstoffpotenzial für 2020 steigt gegenüber 2000 um ca. 6 % an. Dieser leichte Anstieg wird durch die Zunahme des Potenzials an Industrierestholz und Schwarzlauge sowie Exkrementen und Einstreu bewirkt, während das Strohpotenzial geringfügig abnimmt.

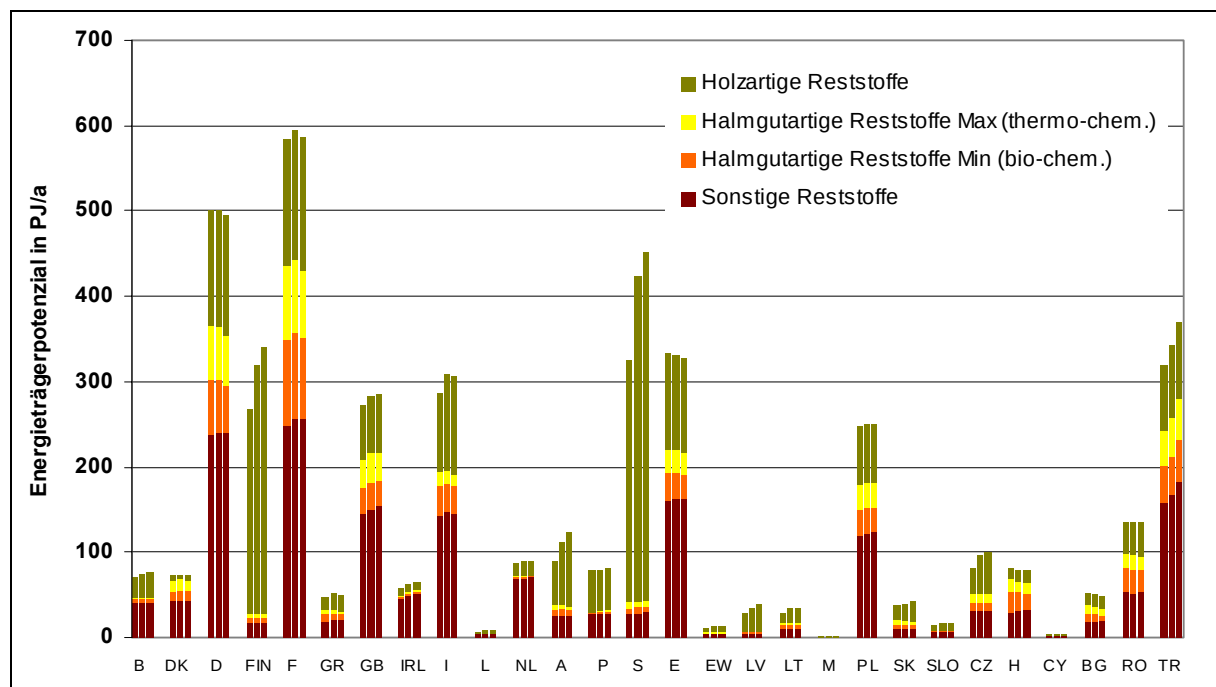


* Altholz, Gehölzschnitt, Abfälle aus Gewerbe und Industrie, Klärschlamm, Org. Siedlungsabfälle

(Stroh, Ernterückstände, Andere Rückstände aus der Landwirtschaft, Industrielle Rückstände, Klärschlamm und Siedlungsabfall jeweils als Mittelwert dargestellt)

Abbildung 28: Entwicklung der Reststoffpotenziale in der EU-28 (2000 - 2010 - 2020)

In Abbildung 29 sind die Energieträgerpotenziale aus Reststoffen für die einzelnen Länder der EU-28 jeweils für 2000, 2010 und 2020 aufgeführt. Die größten Potenziale aus sonstigen Reststoffen sind in den bevölkerungsreichen Ländern wie Frankreich, Deutschland, Spanien, Türkei, Großbritannien, Italien und Polen vorzufinden. Während die Flächenländer Frankreich und Deutschland die größten Strohpotenziale aufweisen, überwiegen die Potenziale aus holzartigen Reststoffe v. a. in Schweden und Finnland. Es zeigt sich auch, dass die Gesamtmenge der Reststoffe wesentlich von den EU-15-Ländern geprägt wird, während die Beitritts- und Beitrittsanwärterstaaten (mit Ausnahme von Polen und der Türkei) nur vergleichsweise geringe Potenziale aufweisen.



(Industrielle Reststoffe, Ernterückstände, andere Rückstände aus der Landwirtschaft und Klärschlamm jeweils als Mittelwert dargestellt)

Abbildung 29: Energieträgerpotenzial für Reststoffe in der EU-28 (2000 - 2010 - 2020)

3.7 Gesamtes Potenzial

Nachfolgend werden die Potenziale zusammenfassend dargestellt und diskutiert. Es sei darauf hingewiesen, dass hierbei für die Bereiche Reststoffe, forstwirtschaftliche Biomassen und Energiepflanzen in Abhängigkeit der Datenverfügbarkeit unterschiedliche Vorgehen gewählt wurden, die die Aspekte der Wirtschaftlichkeit nicht in gleichem Maße berücksichtigen. Dies hat zur Folge, dass die Potenziale an Energiepflanzen im Basisjahr zunächst vergleichsweise gering sind, da bei dem gewählten Ansatz zunächst nur ein Teil der Stilllegungsflächen zum Energiepflanzenanbau beansprucht wird. Gleichzeitig wird durch diesen Ansatz aber eine sehr realitätsnahe Abschätzung möglich. Das gesamte Potenzial wird für das Basisjahr 2000 und als Fortschreibung für 2010 und 2020 jeweils für die beiden Szenarien CP (Nutzung sämtlich freiwerdender Ackerflächen für Energiepflanzen) und E+ (Annahme einer entsprechend den Nachhaltigkeitskriterien orientierten Agrar- und Umweltpolitik dargestellt (siehe auch Abschnitt 3.5.1). Dabei wird angenommen, dass die holz- und halmgutartigen Reststoffe sowie andere Rückstände aus der Landwirtschaft (nahrungs- und futtermitteluntaugliches Getreide), Organische Siedlungsabfälle und Klärschlamm vollständig thermo-chemisch

umgewandelt werden. Für die Reststoffpotenziale aus Exkrementen und Einstreu, Sonstige Ernterückstände sowie Abfälle aus Gewerbe und Industrie wird eine maximal mögliche biochemische Umwandlung unterstellt.

3.7.1 Deutschland

In Abbildung 30 sind die ermittelten Potenziale für Deutschland gegenübergestellt. Das gesamte Energieträgerpotenzial liegt für das Basisjahr 2000 bei ca. 1 075 PJ/a (E+ Szenario) bzw. ca. 1 150 PJ/a (CP Szenario). Bis zum Jahr 2020 steigt es auf ca. 1 326 PJ/a bzw. 2 150 PJ/a. Dieser Anstieg wird durch die weitere Flächenfreisetzung von Ackerflächen und damit einer Zunahme der Energieträgerpotenziale aus Energiepflanzen je nach Szenario um ca. 400 bzw. 1 000 PJ/a bestimmt. Gleichzeitig nehmen die Potenziale aus Reststoffen und Waldholz geringfügig um ca. 100 PJ/a ab.

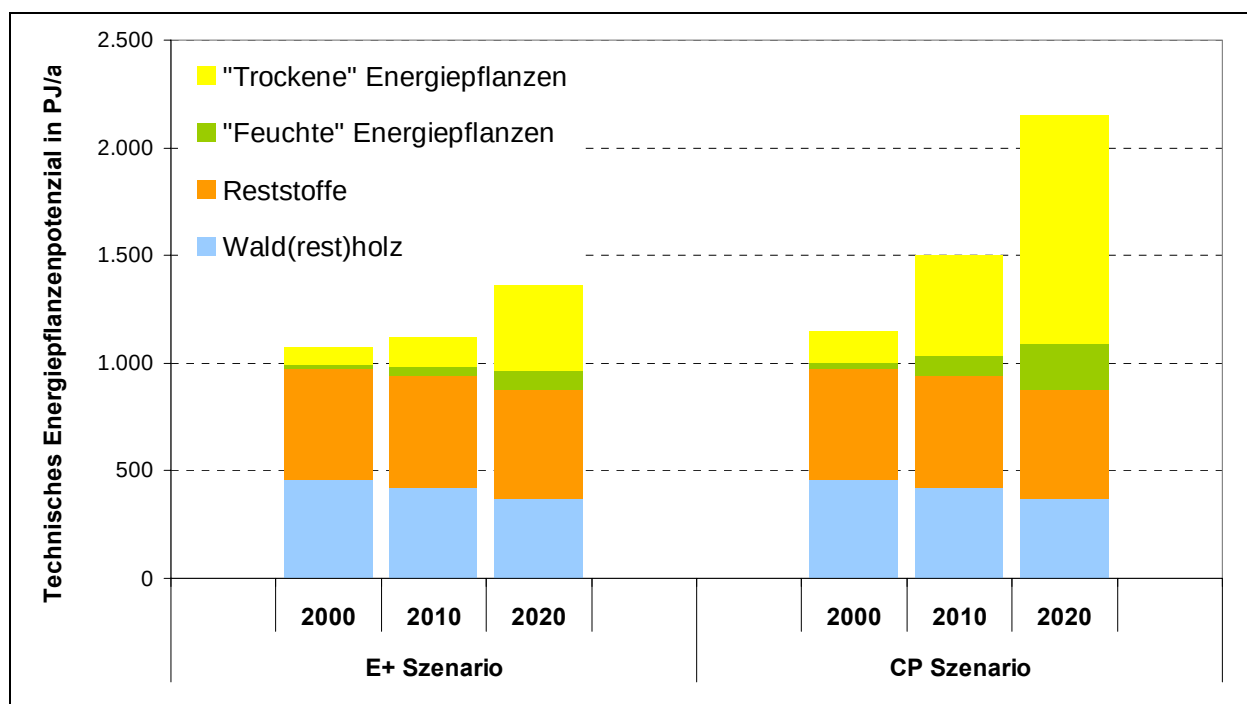


Abbildung 30: Energieträgerpotenzial für Deutschland

3.7.2 EU-28

Das gesamte Energieträgerpotenzial für die Länder EU-28 beträgt für das Basisjahr 2000 je nach Szenario ca. 7 967 PJ/a (E+ Szenario) bzw. ca. 8 458 PJ/a (CP Szenario). Die Entwicklung bis zum Jahr 2020 erfolgt analog der in Deutschland, d. h. während die

Potenziale aus Reststoffen und Waldholz relativ stabil bleiben (geringfügige Abnahme um ca. 300 PJ/a), steigen die Potenziale aus Energiepflanzen um ca. 2 000 bzw. 6 600 PJ/a an (Abbildung 31). Damit beträgt das Energieträgerpotenzial für EU-28 im Jahr 2020 ca. 9 550 PJ/a (E+ Szenario) bzw. ca. 14 750 PJ/a (CP Szenario).

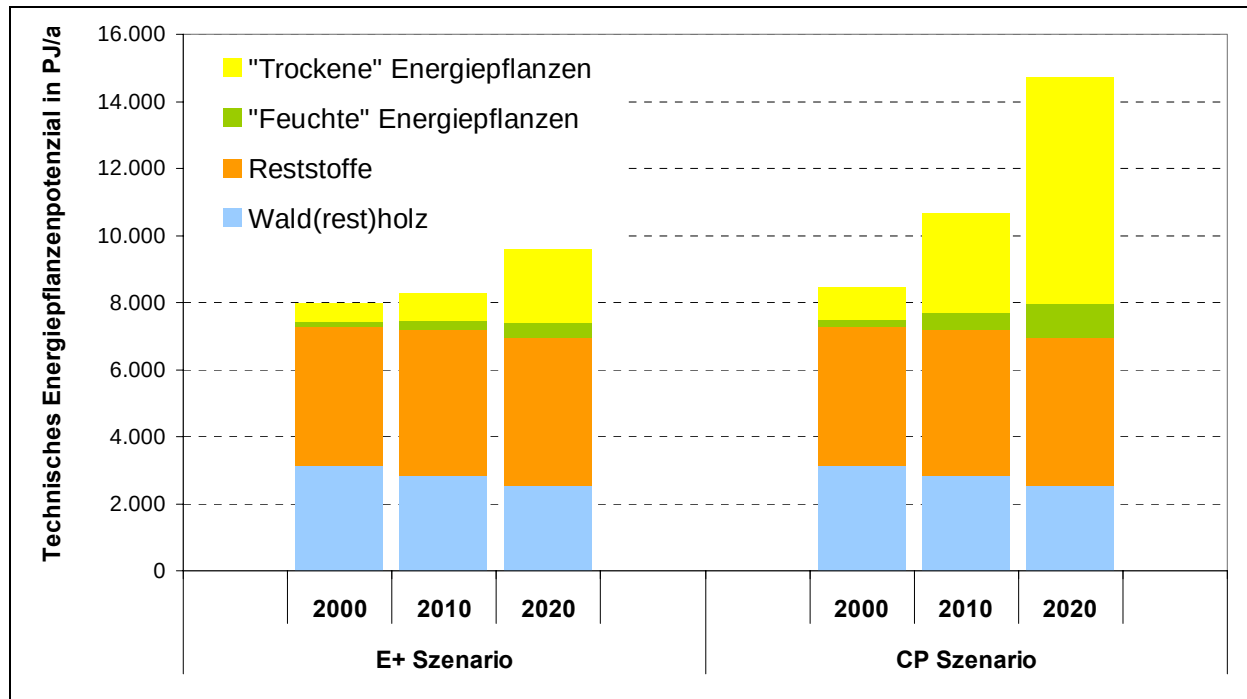


Abbildung 31: Energieträgerpotenzial für die EU-28

Eine differenzierte Darstellung der jeweiligen Energieträgerpotenziale nach Ländern für die Jahre 2000, 2010 und 2020 zeigt Abbildung 32 (E+ Szenario) bzw. Abbildung 33 (CP Szenario). Besonders bedeutsam hinsichtlich ihrer Potenziale sind Frankreich (ca. 3 200 PJ/a für das Jahr 2020 in der CP Szenario), Deutschland (ca. 2 150 PJ/a), Spanien (ca. 2 200 PJ/a), Schweden (ca. 750 PJ/a), Polen (ca. 1 000 PJ/a) und Finnland (ca. 480 PJ/a). Beim Waldholz finden sich die große Potenziale in den nordeuropäischen Ländern (Schweden, Finnland), während bei den Reststoffen die bevölkerungsreichen Länder Mitteleuropas (Deutschland, Frankreich) höhere Potenziale aufweisen. Bei den Energiepflanzen wird Deutschland zusammen mit Frankreich und Spanien durch beachtliche Flächenfreisetzungspotenziale künftig die wesentlichen Energieträgerpotenziale in Europa bereitstellen.

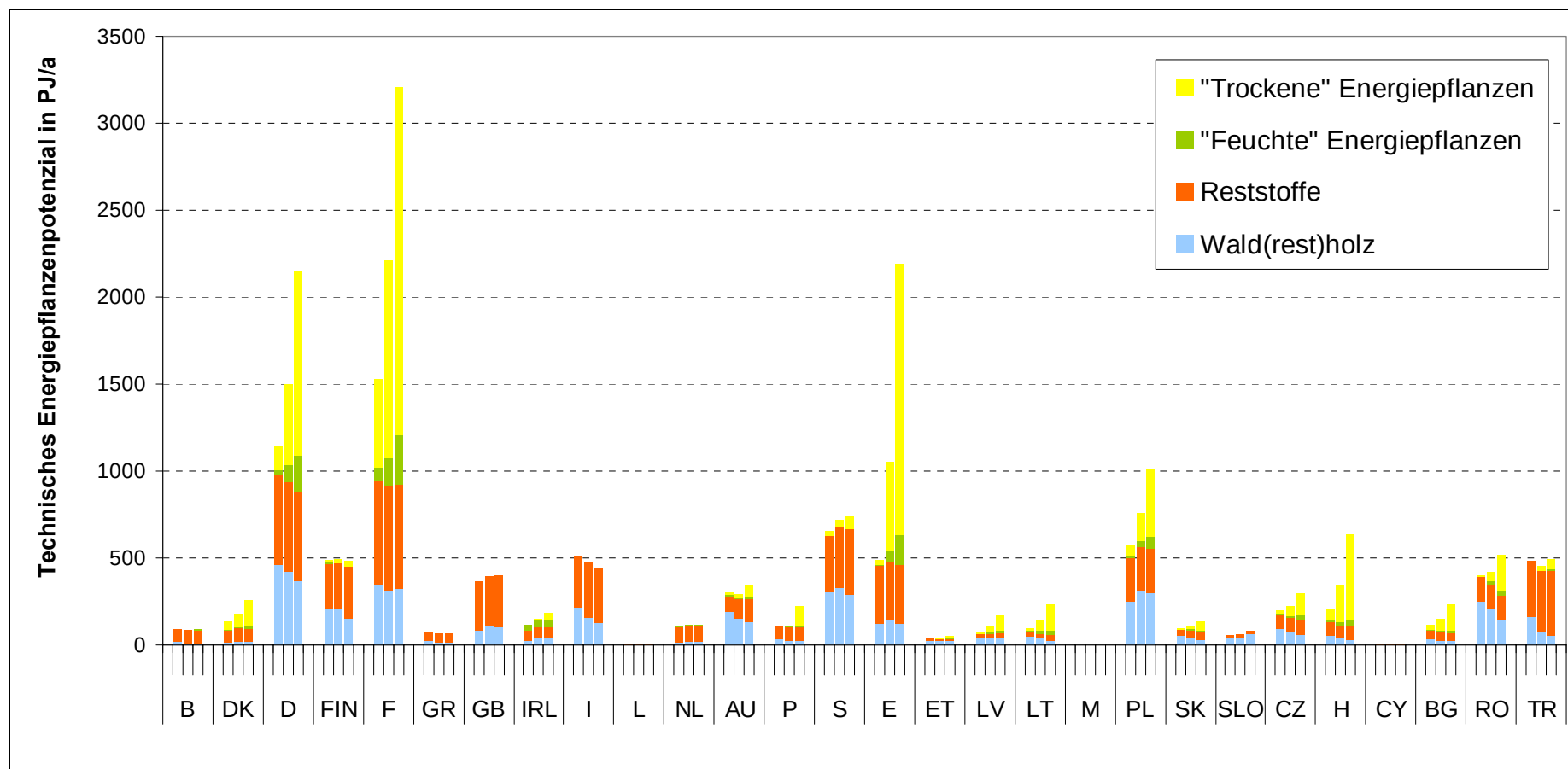


Abbildung 32: Energieträgerpotenzial in der EU-28 im CP Szenario

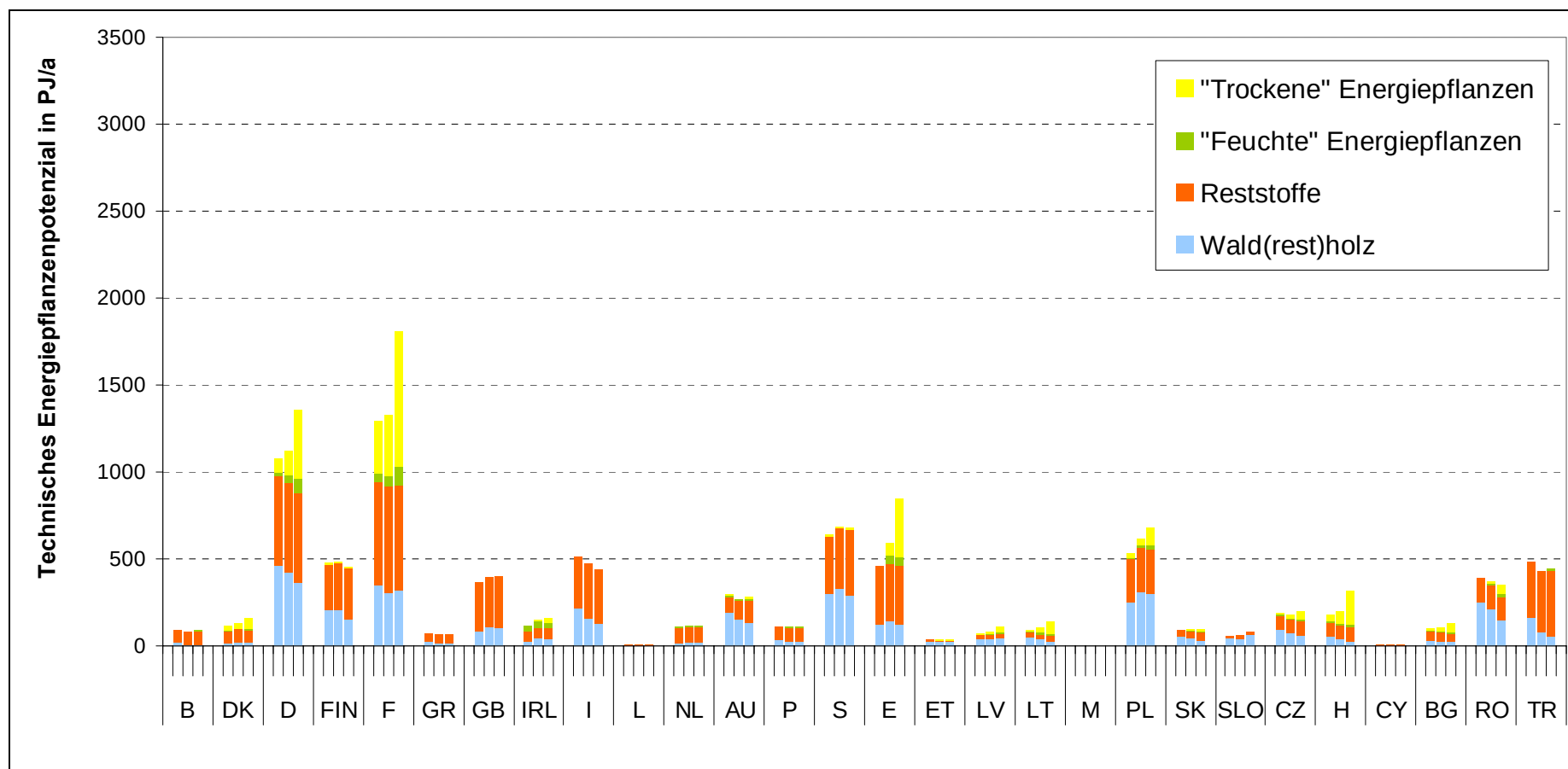


Abbildung 33: Energieträgerpotenzial in der EU-28 im E+ Szenario

Vergleicht man die Potenziale der EU-15 für 2010 (6 000 PJ/a in der E+ Szenario bzw. 7 850 PJ/a in der CP Szenario) mit der im Weißbuch für 2010 angestrebten Biomassenutzung von 5 628 PJ/a, zeigt sich, dass mit den Potenzialen diese Ziele zwar durchaus erreicht werden können, jedoch müsste unter der Annahme einer Binnendeckung (d.h. keine Biomasseimporte von außerhalb der EU-15) eine sehr weitgehende Potenzialerschließung stattfinden.

3.8 Einordnung der Potenziale

Abschließend werden die ermittelten Potenziale eingeordnet. Hierzu erfolgt zunächst ein kurzer Vergleich mit anderen Studien (Kapitel 3.8.1). Die Einordnung der Potenziale erfolgt dann in Hinblick auf die globalen Biomassepotenziale zur energetischen Nutzung (Kapitel 3.8.1).

3.8.1 Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien

Die ermittelten Potenziale reihen sich in verschiedene nationale und europäische Biomassepotenzialanalysen ein, die teilweise sehr unterschiedliche Methoden und Ergebnisse aufweisen. Vergleichend betrachtet werden hier die Ergebnisse der Vorläuferstudien für Deutschland /201//158/. Sie sind in Abbildung 34 dargestellt. Dabei sind aus der Vielfalt der Szenarienwelten insbesondere die Betrachtungen „Environment+“, „Biomasse“ und „Basis“ vergleichbar, in denen eine Erreichung der wesentlichen Umwelt- und Naturschutzziele bei gleichzeitig umfassenden Ausbau der Bioenergie unterstellt wird. Erwartungsgemäß unterschieden sich die Ergebnisse dieser drei Szenarien nur in geringem Maße und mit den deutlichsten Bandbreiten im Bereich der Energiepflanzen. Diese sind sowohl durch die Flächenfreisetzungen aus der Landwirtschaft wie auch durch die Ertragserwartungen für Energiepflanzen geprägt, die infolge unterschiedlicher Fragestellungen und Datengrundlagen unterschiedlich einfließen.

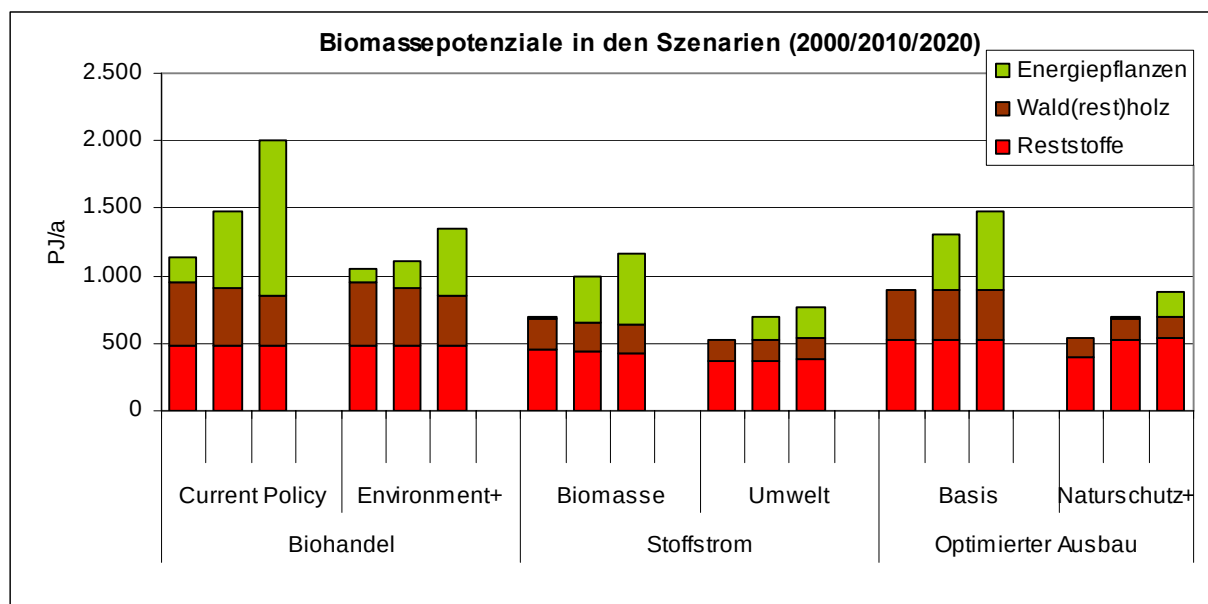


Abbildung 34: Biomassepotenziale in verschiedenen Szenarien
Quelle: /158//159/, sowie eigene Berechnungen

Im europäischen Kontext wurden Potenzialermittlungen für Energiepflanzen vielfach mit agrarökonomischen Modellen durchgeführt (z.B. CAPSIM). Die damit erzeugten Ergebnisse weisen zwar auch ein stark zunehmendes Energiepflanzenpotenzial aus, jedoch erhalten hier die EU-10 (v.a. Polen) vielfach einen sehr viel größeren Stellenwert /210//202/, der u. a. auf der Annahme fußt, dass diese Staaten bei liberalisierten Agrarmärkten im Bereich der Nahrungsmittelproduktion nur eingeschränkt konkurrenzfähig sind.

3.8.1 Bedeutung der Potenziale im globalen Kontext der Welternährung

Die dargestellten europäischen Potenziale können hinsichtlich des globalen Kontextes in zweierlei Hinsicht eingeordnet werden, nämlich:

- Welchen Stellenwert zeigen die europäischen Potenzialen in weltweiten Vergleich?
- Sind durch die globale Entwicklung Einschränkungen auf die Verfügbarkeit der europäischen Potenziale zu erwarten?

Die Größenordnung der weltweiten Biomassepotenziale ist in Abbildung 35 dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die europäischen Potenziale im Vergleich zu den meisten anderen Kontinenten eher gering sind und mit ungefähr 8 % zu den weltweiten Potenzialen von rund 100 000 PJ/a

beitragen /164/. Mit Blick auf die Zukunft kommen verschiedene Untersuchungen vielfach zu deutlich unterschiedlichen weltweiten Energiepflanzenpotenzialen von 10 000 bis 160 000 PJ/a /175//176//177//178/. In der Mehrheit der Analysen übersteigen damit die Potenziale in Afrika und Südamerika den gegenwärtigen Primärenergiebedarf dieser Kontinente, so dass die Biomassenutzung im globalen Kontext grundsätzlich einen höheren Beitrag zur Energieversorgung leisten könnte als in Europa /164/. In der Umsetzung sind dabei – wie für Deutschland und Europa – geeignete Rahmenbedingungen für eine umweltverträgliche Bereitstellung und Nutzung zu schaffen, die jedoch hier nicht näher betrachtet werden.

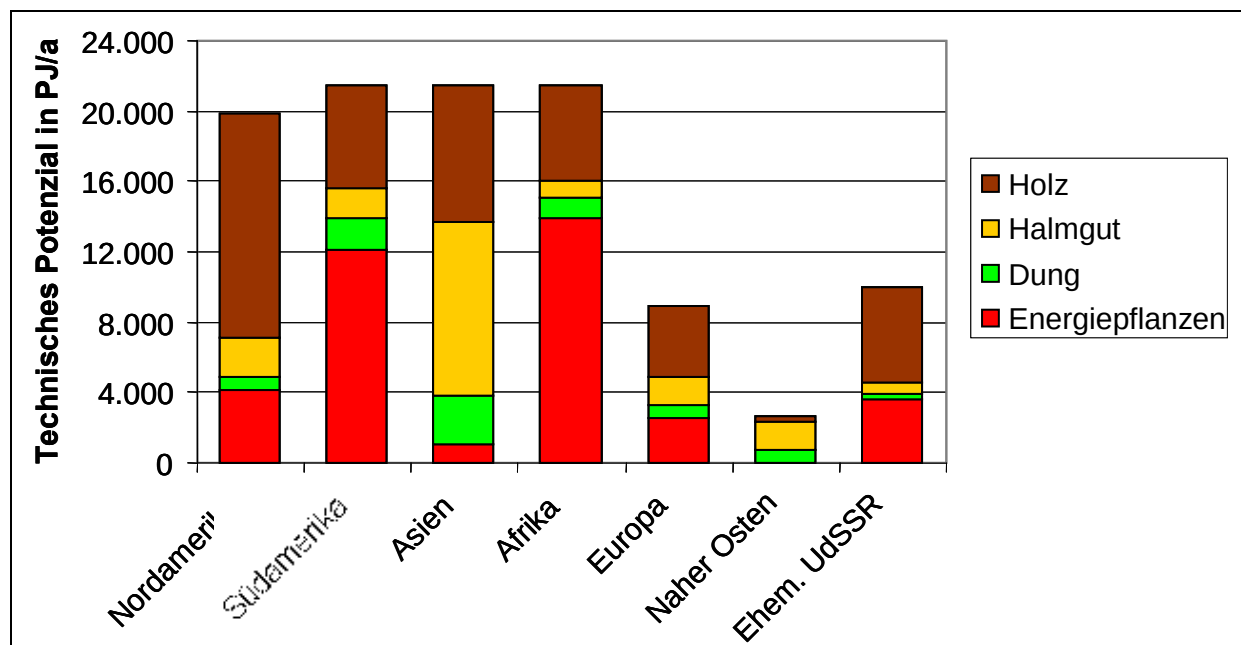


Abbildung 35: Weltweite technische Biomassepotenziale zur energetischen Nutzung
Quelle /164/

In Hinblick auf die zweite Frage ist vor allem die Entwicklung der weltweiten Welt-ernährungssituation relevant, da von dieser ggf. ein zusätzlich von Europa bereit zu stellender Nahrungsmittelbeitrag ausgehen könnte, der wiederum Auswirkungen auf die verfügbaren Flächen und damit auf die Energiepflanzenpotenziale hätte. Da eine umfassende Analyse der hier zu erwartenden Entwicklungen den Rahmen dieser Studie gesprengt hätte, wurde zu dieser Thematik ein Expertenworkshop unter dem Titel „Welternährung und Biomassenutzung im Jahr 2030“ durchgeführt. Das Protokoll dieses Workshops findet sich in Anhang XXX. Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Weltweit wird auch künftig die Nachfrage nach Nahrungsmitteln weiter zunehmen. Dabei wird der Zuwachs niedriger prognostiziert als in der Vergangenheit; jedoch sind insbesondere der chinesische und der indische Markt schwer einschätzbar. Erreicht werden soll die Bereitstellung der Nahrungsmittel vor allem durch Ertragszuwächse auf bestehenden landwirtschaftlichen Flächen (60-80 %), sowie durch zusätzliche Landeserschließung. Zukünftig wird eine Flächenausweitung vor allem in Afrika und Südamerika erwartet.
- Angebotsseitig war der weltweite Nahrungsmittelmarkt in der Vergangenheit durch ein Überangebot gekennzeichnet, da zu einem entsprechenden Preisverfall geführt hat. Künftig könnte sich dies aufgrund eines sinkenden Angebotswachstums (begrenzte Flächenverfügbarkeit und abnehmende Produktivitätsfortschritte) abschwächen, so dass ggf. trendmäßig steigende Weltmarktpreise zu erwarten sind. Dieser Effekt würde durch eine zusätzliche Nachfrage nach Energiepflanzen noch verstärkt.
- Die weltweiten Fett- und Ölmärkte sind bereits heute deutlich von non-food Produkten geprägt. Dabei ist sowohl im Nahrungsmittelsektor als auch im Bereich der Oleochemie und Biodieselproduktion eine deutliche Nachfragesteigerung zu verzeichnen. Gedeckt wird die zunehmende Nachfrage v.a. durch Ausweitung der Produktionskapazitäten für Palmöl (Südostasien) und Sojaöl (Brasilien und Argentinien). Insgesamt sind jedoch weltweit – wie auch in Europa – die Potenziale für Pflanzenöl zur energetischen Nutzung deutlich begrenzt.
- Der ökologische Landbau hat weltweit mit gegenwärtig 26 Mio. ha eine Nischenfunktion und wird künftig um schätzungsweise 5 bis 10 % pro Jahr steigen. In Hinblick auf das Konsumverhalten werden mittelfristig leicht rückläufige Trends z.B. bei der Nachfrage nach Fetten und Ölen in den Industrieländern erwartet, die jedoch gegenwärtig noch nicht erkennbar sind.
- Die GUS-Nachfolgestaaten befinden sich in der Transformation und ist daher gegenwärtig auf deutliche Nahrungsmittelimporte angewiesen. Nach erfolgter Transformation werden die Erträge jedoch wieder deutlich steigen und - bedingt durch die sinkende Bevölkerung - ein erhebliches Potenzial für den Energiepflanzenanbau vor-

handen sein. Exporte von Energiepflanzen und deren Veredelungs-Produkte (Biokraftstoffe) in die EU können durchaus erwartet werden.

- Auch in vielen Entwicklungsländern sind wesentliche Zuwachsmöglichkeiten für die Nahrungsmittelversorgung gegeben (z.B. Subsahara-Region). Ob und wie die technischen Möglichkeiten hier nutzbar gemacht werden, hängt jedoch entscheidend von den politischen Rahmenbedingungen ab, die einen Zugang zu diesen Möglichkeiten gewähren müssen.
- Holz wird im globalen Kontext bereits heute vorwiegend als Brennstoff genutzt, wobei die größten Zuwachsraten in den Entwicklungsländern zu verzeichnen sind. Ein weltweiter Energieholzhandel ist aufgrund der hohen Logistikkosten unwahrscheinlich, jedoch könnte sich durch die Markteinführung von BTL-Technologien der Transport des Veredelungsprodukts ergeben. Zukünftig ist zudem zu erwarten, dass der Anbau von Brennholz auf Plantagen zunehmen wird.
- In den kommenden Jahren wird auf den Agrarmärkten eine gewisse Umverteilung stattfinden und sich hierdurch neue Gleichgewichte einstellen. Perspektivisch ist eine Unterscheidung in Nahrungsmittel- und Energiepflanzenmärkte in Frage zu stellen und damit die Forderung zu erheben, dass die Analysen und Modelle des Nahrungsmittelmarktes entsprechend zu erweitern.

Damit dürften die künftig erwarteten europäischen Biomassepotenziale nicht durch eine unmittelbare Nahrungsmittelnachfrage gestört werden, jedoch können sich vielfältige Markteffekte ergeben, die über die Vorzüglichkeit des Energiepflanzenanbaus entschieden werden. Um diesen Effekten gerecht zu werden, ist eine engere Verzahnung der Betrachtung von Nahrungsmittelproduktion und Bioenergiebereitstellung anzustreben.

4 Biomassenachfrage

Die Nachfrage nach Biomasse und den daraus gewonnenen Energie(trägern) ist durch die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen gelenkt. Aufbauend auf der Analyse dieser Rahmenbedingungen in Kapitel 2.1 erfolgt hier eine Einordnung der qualitativen und quantitativen Nachfrage nach Bioenergie in Deutschland und den EU-28 - Staaten. Dargestellt werden die gegenwärtige Nachfrage und ihre Entwicklungsdynamik in der Vergangenheit (Kapitel 4.1) wie auch eine Abschätzung der künftigen Biomassenachfrage (Kapitel 4.2). Zusätzlich werden die Optionen einer überregionalen Nachfragedeckung analysiert und abgeschätzt (Kapitel 4.3).

4.1 Gegenwärtige Nutzung

4.1.1 Deutschland

Die energetische Nutzung von Biomasse hat sich in Deutschland in den letzten 10 Jahren deutlich erhöht und ist traditionell geprägt durch einen hohen Beitrag bei der Wärmebereitstellung. Insgesamt erfolgt die Biomassenutzung durch den Einsatz fester, flüssiger und gasförmiger Bioenergieträger, die nachfolgend erläutert werden.

Feste Bioenergieträger

Biogene Festbrennstoffe werden zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Ende 2005 gab es in Deutschland rund 115 Biomasse(heiz)kraftwerke mit einer installierten elektrischen Leistung von rund 880 MW_{el} (Abbildung 36) /143/. Als Brennstoff wurden dazu ca. 4-4,5 Mio. t Holz (davon 85 % Altholz) eingesetzt /169/. Zusätzlich wurde aus den regenerativen Müllkomponenten in Müllverbrennungsanlagen etwa 1,9 TWh an Strom aus Biomasse erzeugt /143/.

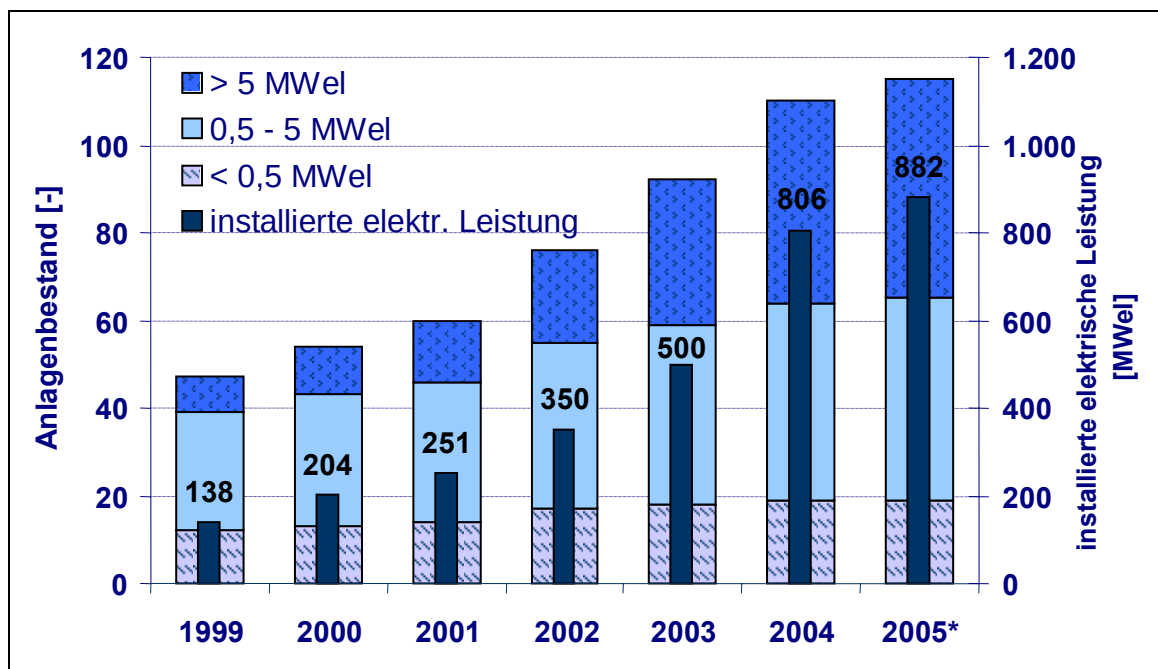


Abbildung 36: Entwicklung der gesamten installierten elektrischen Leistung der Biomasse(heiz)kraftwerke in Deutschland
 Quelle: Daten aus /143/

Aussagen zur Wärmebereitstellung aus fester Biomasse sind weitaus schwieriger. Derzeit wird der Gesamteinsatz an fester Biomasse zur ausschließlichen Wärmeproduktion auf rund 220 bis 260 PJ/a geschätzt /157/; die mehr als 130 000 Kesselanlagen im Leistungsbereich von 15 bis 1 000 kW tragen dazu am stärksten bei. Steigerungsraten waren in jüngerer Vergangenheit nicht zu verzeichnen. Es wird nahezu ausschließlich Holz eingesetzt; die energetische Nutzung von Stroh ist vergleichsweise gering.

Auch der Holzpellet-Einsatz befindet sich trotz hoher Zubauraten noch auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. 2004 wurden ca. 6 600 (2002: ca. 4 700; 2003: ca. 6000) Pelletheizungsanlagen neu installiert. Der Brennstoffbedarf der knapp 26 000 zu Ende 2004 in Betrieb befindlichen Pelletheizungen liegt damit bei rund 140 000 t/a. Die Pelletproduktionskapazität in Deutschland stieg von 72 000 t/a zu Ende 2002 auf etwa 227 000 t/a zu Ende 2004 /183/.

Gasförmige Bioenergieträger

Unter den gasförmigen Bioenergieträgern ist die Stromerzeugung aus Biogas etabliert. Insgesamt waren zu Mitte 2005 etwa 2 300 Biogasanlagen mit zusammengekommen etwa 350 MW_{el} in Betrieb (Abbildung 37), wobei für das Jahr 2005 sehr deutliche Zubauaktivitäten

zu verzeichnen sind, so dass bis zum Ende des Jahres 2005 deutlich über 400 MW_{el} installierte Leistung erwartet werden können.

Weiterhin wird Strom und in geringem Umfang auch Wärme durch die Nutzung von Deponie- und Klärgas bereitgestellt. Ende 2003 wurden ca. 350 Deponiegasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von rund 250 MW und einer geschätzten Stromerzeugung von etwa 1,1 TWh/a betrieben /143/. In knapp 700 Klärgasanlagen mit einer installierten Leistung von etwa 150 MW wurden 2002 insgesamt 780 GWh Strom erzeugt. Für 2005 kann von einer ähnlichen Größenordnung ausgegangen werden.

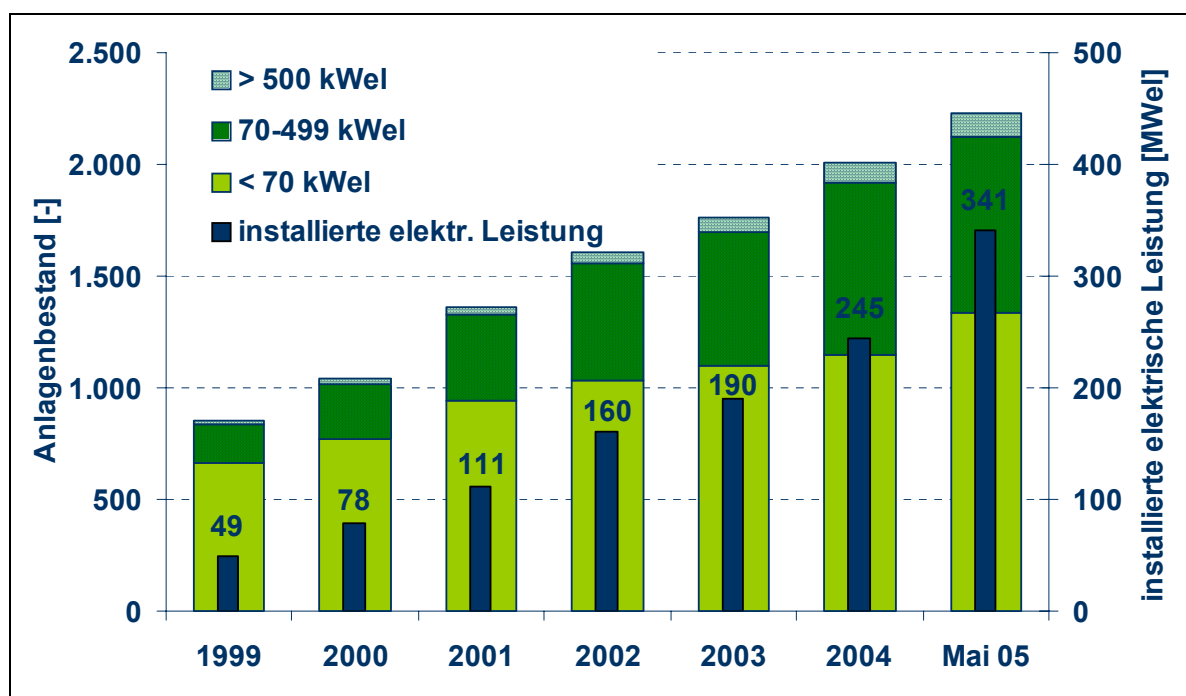


Abbildung 37: Entwicklung der Biogasanlagenzahl und installierte elektrische Leistung in Deutschland
Quelle: Daten aus /143/

Flüssige Bioenergieträger

Als Biokraftstoffe wurden bis Ende 2004 fast ausschließlich Biodiesel (Rapsölmethylester – RME) und zu einem deutlich geringen Anteil naturbelassenes Rapsöl genutzt. Die Produktion und Nutzung von Biodiesel hat sich in Deutschland seit 1999 kontinuierlich erhöht und lag Ende 2004 bei ca. 1,21 Mio. t/a was etwa 44 PJ/a entspricht (Abbildung 38). Für 2005 wird ein weiterer Zubau der Biodiesel-Produktionskapazitäten auf knapp 2 000 000 t erwartet, der Biodieselsatz wird mit über 60 PJ prognostiziert /161/.

Zusätzlich kann in Deutschland seit Ende 2004 jährlich ca. 500 000 t Bioethanol produziert werden /161/. Derzeit wird Bioethanol hauptsächlich durch die Beimischung in Form von ETBE (Ethyltertiärbutylether), ein Antiklopfmittel auf Basis von Bioethanol, genutzt.

Der Absatz von Biokraftstoffen ist im Jahr 2004 auf etwa gut eine Million Tonnen gestiegen und erreichte einen Anteil von 1,6 Prozent am gesamten Kraftstoffverbrauch in Deutschland (56 Milliarden Liter Diesel und Benzin) /225/. Innerhalb von 5 Jahren hat sich die Produktion von Biokraftstoffen damit verzehnfacht. Die Bedeutung von Bioethanol war mit einem Absatz von 34 000 Tonnen im Vergleich zum Biodiesel sehr gering, jedoch befinden sich weitere Kapazitäten im Aufbau. /170/

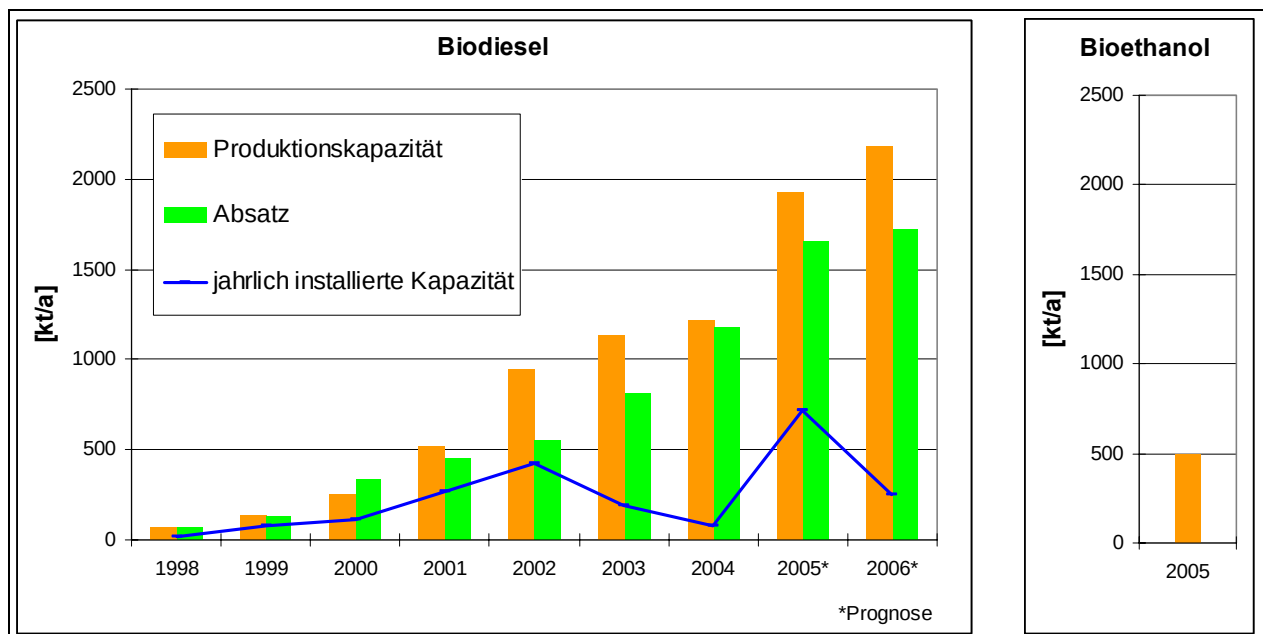


Abbildung 38: Biokraftstoff-Produktionskapazitäten und der jeweilige jährliche Zubau
 Quelle: Daten aus /161/

Der Flächenanteil nachwachsender Rohstoffe für energetische Verwendungen beträgt gegenwärtig in Deutschland nur rund 4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche und schöpft das vielfältige und umfangreiche Nutzungspotenzial nur zu einem geringen Teil aus.

Die zeitliche Entwicklung der Erzeugung nachwachsender Rohstoffe zeigt, dass Nutzungen in den Bereichen der technischen Industrie und der Lebensmittelindustrie, insbesondere Stärke, Zucker und Faserpflanzen, einen begrenzten Absatzmarkt mit stagnierender Nachfrage vorfinden, während pflanzliche Öle, die zur energetischen Nutzung produziert werden, in den letzten vier Jahren von 250 000 ha auf etwa 700 000 ha ausgedehnt wurden Abbildung 39. Durch die Rahmenbedingungen der EEG-Novelle wird insbesondere bei der Einrichtung von

Biogasanlagen, die zunehmend agrarische Rohstoffe, wie beispielsweise Silomais, Gras u. a., zur Ko-Fermentation einsetzen, ein Investitionsschub erwartet. Auch im Kraftstoffbereich wurde die Voraussetzung für eine Erschließung signifikant größerer Potenziale agrarischer Biomasse geschaffen (vgl. Kapitel 2.1.1). Es ist zu erwarten, dass agrarische Massenprodukte, die durch subventionierte und nicht-subventionierte Exporte auf dem Weltmarkt verwertet werden, für einen künftigen Einsatz zur Erzeugung von Biotreibstoffen herangezogen werden. Entsprechende Konversionsanlagen sind bereits im Aufbau.

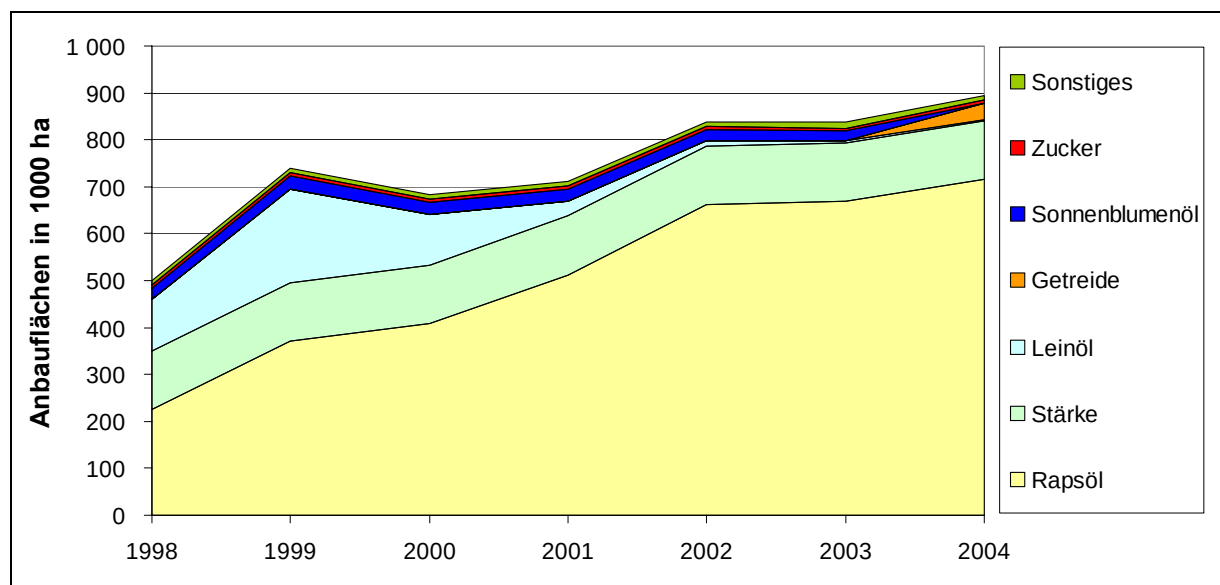


Abbildung 39: Erzeugung nachwachsender Rohstoffe auf stillgelegten und nicht stillgelegten Flächen in Deutschland (in 1000 ha)
Quelle: Daten aus /118/

4.1.2 Europa

Die Endenergiebereitstellung aus Biomasse lag in den EU-25 im Jahr 2004 bei knapp 2 200 PJ/a, wovon ca. 90 % auf die EU-15 entfallen /171/.

Auch europaweit dominiert die Biomasseanwendung zur Wärmeerzeugung (Abbildung 40). Wie auch in Deutschland zeigt die energetische Nutzung für den Zeitraum 1997 bis 2002 in den EU-15 eine deutlich steigende Tendenz im Wärmebereich (ca. 13 %), während danach die Strom- und Kraftstoffproduktion stark zunimmt. In den Beitrittsstaaten zeigt der Wärmebereich auch nach 2002 noch deutliche Zunahmen, die jedoch zum Teil auch in einer veränderten Vorgehensweise der Datenerhebung in den verschiedenen Jahren begründet sein können.

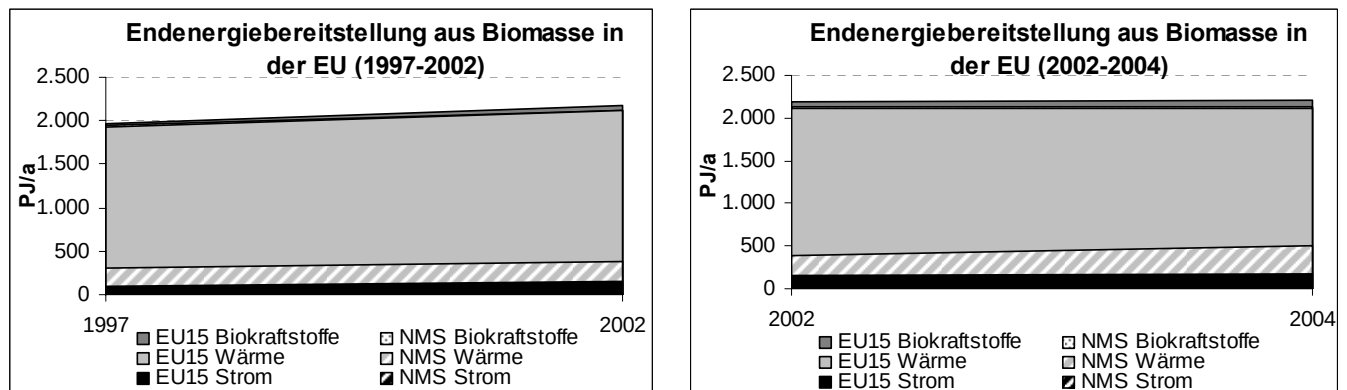


Abbildung 40: Entwicklung der Biomassenutzung in der EU
Quelle: Zahlen aus /171//172//173//174/

Betrachtet man die Situation in den einzelnen Ländern, ergibt sich ein sehr uneinheitliches Bild (Tabelle 48). Dabei lag der Anteil der Bioenergie (ohne Abfall) am Brutto-Inlandsenergieverbrauch im Jahr 2000 zwischen unter 1 % (z.B. Belgien, Luxemburg, Slowakei und Zypern) und über 25% (Lettland), jedoch wurde die 10 % Marke nur vereinzelt erreicht. In Hinblick auf die jährliche Wachstumsrate verzeichneten insbesondere die Länder mit hohem Anteil Bioenergie am Brutto-Inlandsenergieverbrauch im Bereich der Wärmenutzung teilweise einen rückläufigen Trend (z.B. Österreich, Dänemark, Estland, Lettland), was in nicht-nachhaltigen Versorgungssystemen oder in Grenzen für die Markterschließung begründet sein kann. Die Stromerzeugung zeigt in den meisten EU15-Ländern eine starke Wachstumsrate, während in den Beitrittsstaaten nur vereinzelt Aktivitäten erkennbar sind. Eine Kraftstofferzeugung war im betrachteten Zeitraum nur in einem Teil der EU-Staaten nennenswert vorhanden. Insgesamt zeigen die Daten damit einen Markt im Aufbruch, dessen weitere Entwicklung aus den bisherigen Trends kaum abgeschätzt werden kann.

Tabelle 48: Biomassenutzung in der Europäischen Union 1997, 2002 und 2004
Quelle: Zahlen aus /171//172//173//174/

Quelle:	Wärmegegewinnung (PJ)				Stromerzeugung 2004 (TWh/a)				Kraftstoffe 2004 (PJ/a)			
	EC		IEA / EuroObserver		EC		IEA / EuroObserver		EC		EuroObserver	
	1997	2001	2001	2004	1997	2002	2002	2004	1997	2002	2002	2004
1 Belgien	12	16,1	9	12	0,3	0,7	0,8	0,9	0,0	0,0		0,0
2 Luxemburg	1	1,0	1	1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		0,0
3 Dänemark	40	37,3	25	29	0,9	2,1	2,2	3,2	0,0	0,4	0,4	2,6
4 Deutschland	179	229,4	328	224	2,4	5,6	6,2	9,3	3,6	21,8	20,4	38,9
5 Finnland	180	201,7	157	196	7,0	9,9	10,5	10,1	0,0	0,0		0,0
6 Frankreich	383	400,6	343	368	3,1	3,5	3,2	3,9	12,8	19,5	15,4	15,6
7 Griechenland	38	40,3	40	39	0,0	0,0		0,1	0,0	0,0		0,0
8 Großbritannien	38	29,3	13	33	2,0	4,9	4,9	7,0	0,0	0,1		0,3
9 Irland	5	6,1	6	6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0		0,0
10 Italien	190	235,0	26	41	0,7	1,8	4,9	2,6	1,9	6,8	8,2	11,9
11 Niederlande	14	13,6	5	10	1,2	2,5	2,8	3,3	0,0	0,0		0,0
12 Österreich	106	99,4	112	129	1,7	2,0	1,5	1,9	0,5	1,1	1,1	2,1
13 Portugal	78	78,9	67	100	1,0	1,7	1,5	1,3	0,0	0,0		0,0
14 Schweden	226	209,1	289	280	2,8	4,0	4,1	6,4	0,0	1,7	1,7	1,4
15 Spanien	137	141,6	144	149	1,1	4,0	2,5	3,5	0,0	5,0	5,0	5,7
16 Estland	22	16,7		6	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0
17 Lettland	31	24,8		54	0,0	0,0		0,0	0,0	0,1		0,0
18 Litauen	19	24,0		29	0,1	0,1		0,0	0,0	0,0		0,2
19 Malta	0	0,0		0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0
20 Polen	108	106,3	166	158	0,0	0,0	0,5	0,7	2,3	1,1	1,8	1,0
21 Slowakei	2	4,3		12	0,0	0,0		0,1	0,0	1,3		0,6
22 Slowenien	7	16,0		17	0,1	0,1		0,1	0,0	0,0		0,0
23 Tschechien	15	18,1		37	0,5	0,6	0,0	0,7	1,9	2,5		2,2
24 Ungarn	10	12,6		27	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1		0,0
25 Zypern	0	0,1		0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0
EU 25	1.844	1.962	1.729	1.956	25	44	46	56	23	62	54	83
EU15	1.628	1.739	1.563	1.616	24	43	45	54	19	56	52	79
EU 10 (Neu)	216	223	166	340	1	1	1	2	4	5	2	4

4.2 Die künftige Nachfrage

4.2.1 Energieszenarien

Die künftige Biomassenachfrage zur energetischen Nutzung wird sich an den politischen Zielen der Europäischen Union und ihrer Mitgliedstaaten ausrichten und durch angepasste energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen gesteuert werden. Die verbindlichen Ziele der energetischen Biomassenutzung können dabei als Grundlage zur Abschätzung der künftigen Nutzung dienen. Da solche verbindlichen Ziele nur sehr eingeschränkt vorliegen, ist ein solches Vorgehen gegenwärtig nicht möglich.

Als zweitbeste Lösung können energiewirtschaftliche Szenarien herangezogen werden, in denen entsprechende politische Rahmenbedingungen unterstellt werden. Dabei sind vielfältige Szenarien denkbar und berechnet, jedoch ist die Biomassenutzung in diesen Szenarien häufig nur am Rande betrachtet (z.B. /140//163/) und – wenn diese erfolgt – in der Regel

angebotsseitig determiniert: d.h. es erfolgt eine Ausschöpfung der verfügbaren Potenziale aber keine Importoption (z.B. /158//159//160/). Energieszenarien, die hier zu Grunde gelegt werden, müssen zudem europaweit Ergebnisse auf Länderebene liefern und – infolge der dynamischen Entwicklung der Biomassenutzung in den letzten Jahren – eine große Aktualität besitzen müssen.

Als Grundlage verwendet werden nachfolgend die Modellierungen der FORRES 2020 Studie, die im April 2005 abgeschlossen wurde /160/. Diese analysiert die künftige Etablierung erneuerbarer Energien in den EU-27 (EU-25 sowie Bulgarien und Rumänien) bis zum Jahr 2020 unter verschiedenen politischen Rahmenbedingungen auf Basis einer technisch-ökonomischen Modellierung der Marktdurchdringung der erneuerbaren Energien und liefert Aussagen für biogene Wärme, biogenen Strom und Biokraftstoffe in den einzelnen Mitgliedstaaten. Zur Bestimmung der Endenergienachfrage erfolgen zum einen vergleichende quantitative Analysen der Wechselwirkungen zwischen erneuerbaren und konventionellen Energieträgern im Stromnetz (über die Computermodelle Green-X und ElGreen), zum anderen Projektionen der technischen Wachstumsraten der nicht-netzgekoppelten Energieträger Wärme und Kraftstoffe anhand ökonometrischer Modelle. Diese schließen die Effekte der Technologiefortschreitung sowie der Größendegression (economies of scale) ein /160/.

Die dabei betrachteten Szenarien legen unterschiedliche Maßnahmenintensitäten zur Einführung der erneuerbaren Energie zu Grunde¹⁴:

Das **Current Policy Szenario** (CP) modelliert die zukünftige Entwicklung basierend auf die aktuellen politischen Entwicklungen zur Förderung Erneuerbarer Energien sowie die bestehende Barrieren und Beschränkungen, z.B. administrative und regulative Barrieren. Zukünftige politische Entwicklungen, die bereits entschieden worden sind, aber nicht eingeführt wurden, werden ebenfalls betrachtet /160/.

Das Advanced Renewable Strategy Szenario modelliert die zukünftige Entwicklung, die auf den best practice Strategien der einzelnen EU-Länder basieren. Die Fördermechanismen, die

¹⁴ FORRES 2020 stellt KEIN verbindliches Leitbild der EC noch der einzelnen Mitgliedstaaten dar, sondern die mögliche Entwicklung unter Beibehaltung bzw. Fortschreibung der Randbedingungen in den Mitgliedstaaten.

hinsichtlich der Implementierung des mengenmäßigen Anteils der Erneuerbaren Energien als am wirkungsvollsten angesehen werden können, sind hierbei auf alle Mitgliedstaaten übertragen worden. Hierzu zählen unter anderem das deutsche EEG, Steuerbefreiungen bei Biotreibstoffen und nationale Investitionsprogramme vergleichbar dem MAP. Darüber hinaus wurde in diesem Szenario ein gleich bleibender Planungshorizont sowie der Beibehaltung der aktuellen existierenden sozialen und technischen Barrieren unterstellt /160/. Zwei wesentliche Grundannahmen der FORRES-Modellierungen müssen jedoch bei der Einordnung und weiteren Anwendung des Advanced Renewable Strategy Szenario berücksichtigt werden:

- Die Unterstützung der Erneuerbaren Energien im ARS-Szenario ist nicht umfassend ökonomisch-ökologisch optimiert¹⁵. Damit können sich aus volkswirtschaftlicher Sicht in einzelnen Mitgliedstaaten modifizierte Strategien vorteilhaft sein.
- Die Option von Biomasse-Importen wird nicht betrachtet, d.h. die Nachfrage nach Biomasse wird bei Ausschöpfung der Biomassepotenziale „abgeschnitten“. Dieser Effekt tritt insbesondere für das Policy-Szenario im Jahr 2020 im Bereich der Biokraftstoffe auf /165/.

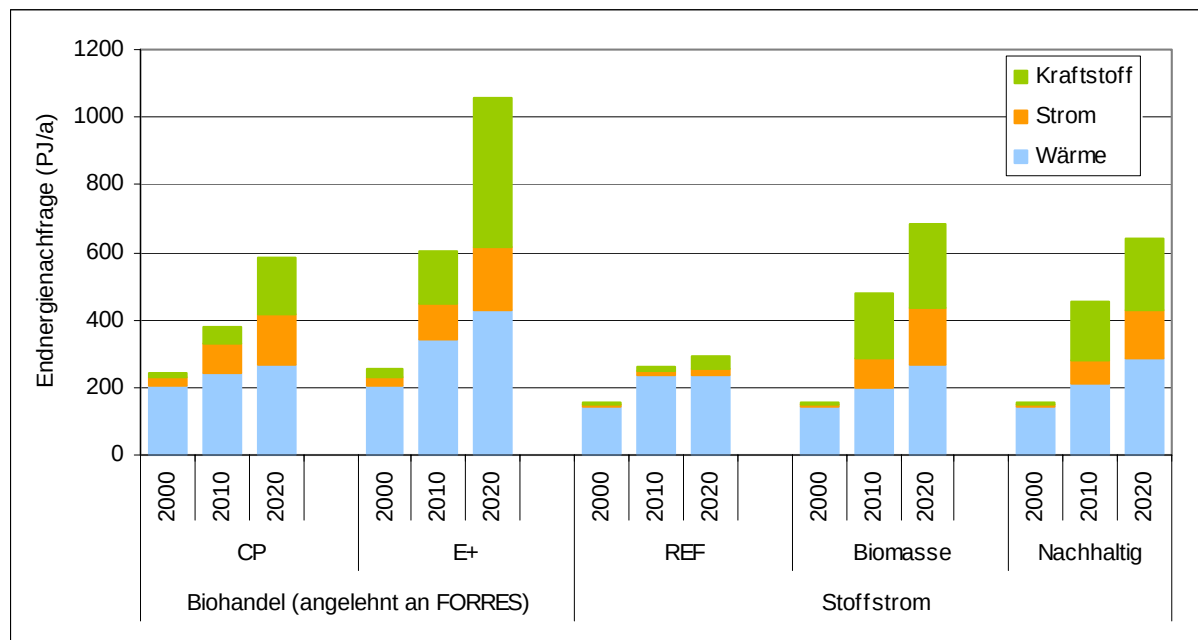
Für eine Darstellung künftiger Handloptionen erscheint der Ausschluss der Importoptionen nicht sinnvoll. Daher werden die FORRES Prognosen an dieser Stelle durch die gegenwärtig in der Diskussion befindlichen Ziele der europäischen Biotreibstoffdirektive für 2020 ergänzt: Diese bewegen sich gegenwärtig zwischen 8 % und 20 % (/22//26//27/) und werden hier beispielhaft mit 15 % berücksichtigt. Diese exemplarische Betrachtung soll einen Grenzfall einer sehr weitgehenden Bioenergienutzung in Europa darstellen und eine umfassende Diskussion der damit verbundenen Stoffströme gestatten. Dieses Szenario wird nachfolgend als **Environment+ Szenario (E+)** bezeichnet.

4.2.2 Deutschland

Abbildung 41 stellt die nachgefragte Bioenergie für Strom, Wärme und Kraftstoffe für 2000, 2010 und 2020 dar. Vergleichend gegenüber gestellt sind die Ergebnisse der Szenarienmodellierung des Stoffstromprojektes. Dabei erfolgt im Stoffstromprojekt im REF-Szenario

¹⁵ Diese Optimierung wird in einem Folgeprojekt untersucht, dessen Ergebnisse ca. 2007 vorliegen werden /165/.

eine energiewirtschaftliche Modellierung unter Fortschreibung der Rahmenbedingungen ohne aktive Politik, im Biomasse-Szenario eine angebotsseitige Betrachtung bei Ausschöpfung maximaler Biomassepotenziale und im Nachhaltigkeitsszenario eine angebotsseitige Betrachtung bei Ausschöpfung modifizierter Biomassepotenziale und einer verstärkten Berücksichtigung von Beschäftigungseffekten bei der Technologieauswahl /159/.



Anmerkungen: Biokraftstoffnachfrage „FORRES-ARS-2020“ wurde modifiziert;
Biokraftstoffnachfrage „Stoffstrom“ wurde für alle Szenarien aus den Personenkilometern hochgerechnet

Abbildung 41: Nachfrage nach Bioenergieträgern für Deutschland in unterschiedlichen Szenarien
Quelle: Daten aus /158//159//160/

Im Vergleich mit den Stoffstrom-Szenarien sind die FORRES-Szenarien durch eine höhere Bioenergienachfrage gekennzeichnet, was wie folgt begründet werden kann:

- Da die Untersuchungen zu verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt wurden, war die Bioenergienutzung in Deutschland unterschiedlich etabliert. So konnten die FORRES-Szenarien bereits das novellierte EEG und die Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe berücksichtigen, die bei Abschluss der anderen Studie noch nicht beschlossen waren.
- Für den Wärmebereich wurde im Stoffstromprojekt ein vergleichsweise niedriger Referenzwert für das Jahr 2000 gewählt.

- Zudem wurde für die hier vorgesehenen Betrachtungen die Nachfrage nach biogenen Kraftstoffen im FORRES-ARS-Szenario in Hinblick auf Importoptionen erweitert (vgl. Kapitel 5.3).

Die hier zu Grunde gelegten Szenarien liefern also aus unterschiedlichen Gründen eine höhere Nachfrage nach Biomasse und den daraus erzeugten Energie(träger)n als die für Deutschland vorliegenden Betrachtungen für den Biomasseausbau in Deutschland, die Anfang 2004 abgeschlossen wurden. Wegen der unterschiedlichen Fragestellungen der Untersuchungen stellt dies jedoch keinen Widerspruch zu diesen Ergebnissen dar sondern ergänzt die Untersuchungen um weitere Aspekte.

4.2.3 Europa

Die Modellergebnisse der Nachfrage nach Wärme, Strom und Kraftstoffen für die einzelnen Mitgliedstaaten gemäß der dargestellten Vorgehensweise zeigen die folgenden Abbildungen (Abbildung 42 und Abbildung 43). Ergänzend dargestellt ist außerdem deren Bedeutung für den Endenergiebedarf entsprechend der Energieprojektionen von PRIMES /163/.

Ähnlich wie für Deutschland wird auch für die EU durch die beiden Szenarien ein Korridor der künftigen Bioenergienachfrage im Bereich von Faktor 2 aufgespannt. Dabei stellt sich die Differenz zwischen den Szenarien für den Strombereich in den meisten europäischen Ländern deutlicher dar als in Deutschland; dies gilt insbesondere für die Länder, die gegenwärtig nur über „schwache“ Förderinstrumente verfügen.

Für den Kraftstoffbereich ergeben sich große Unterschiede zwischen den Szenarien in den Ländern mit hohem Kraftstoffverbrauch.

Die Entwicklung der Wärmenutzung aus Biomasse zeigt dahingegen – wie auch für Deutschland – zwischen den Szenarien nur eine vergleichsweise geringe Differenz.

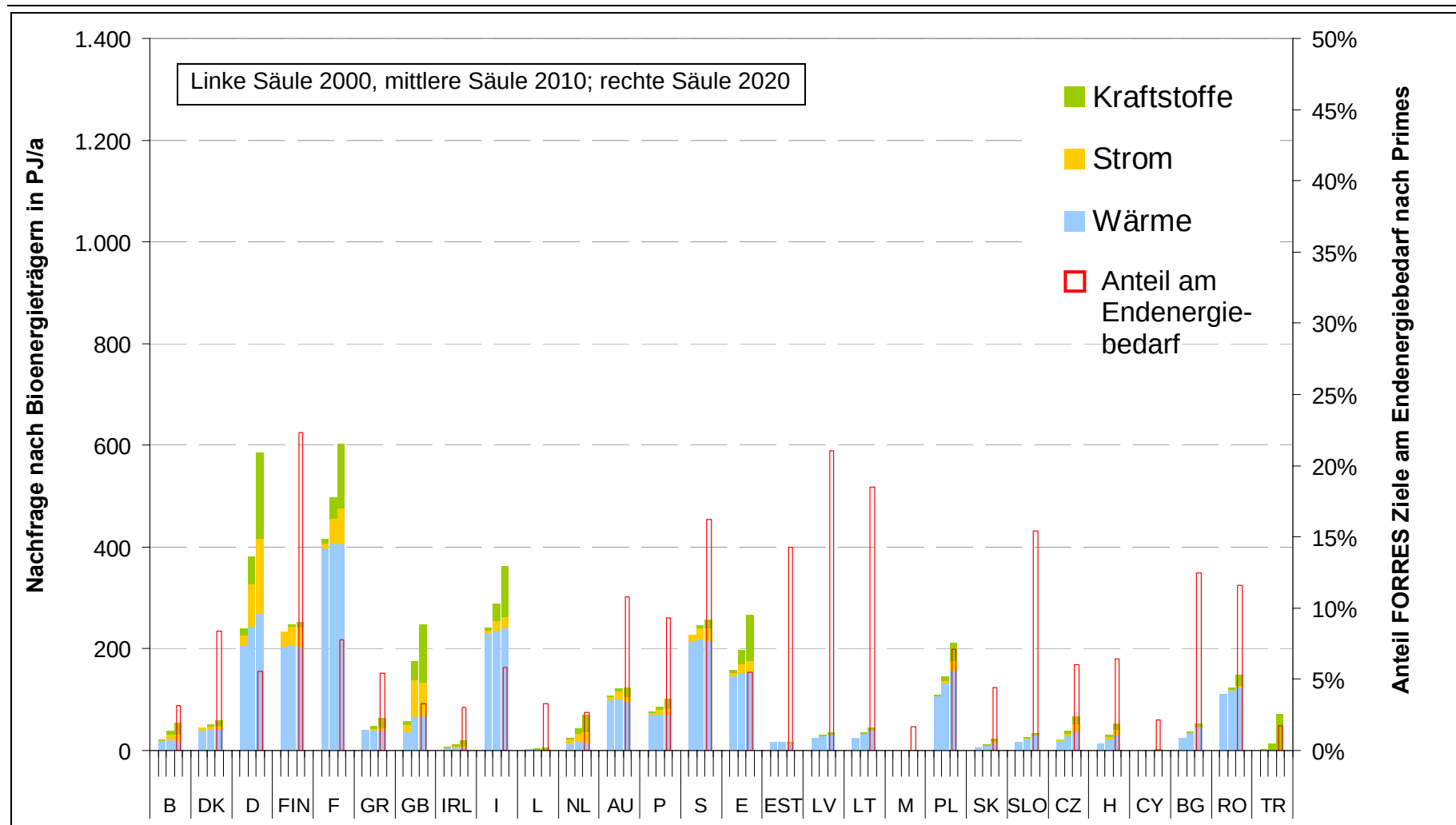


Abbildung 42: Nachfrage nach Bioenergieträgern und Anteil am Endenergiebedarf in den EU-28 im CP Szenario
 Quelle: Daten aus /160//163/ sowie /eigene Berechnungen)

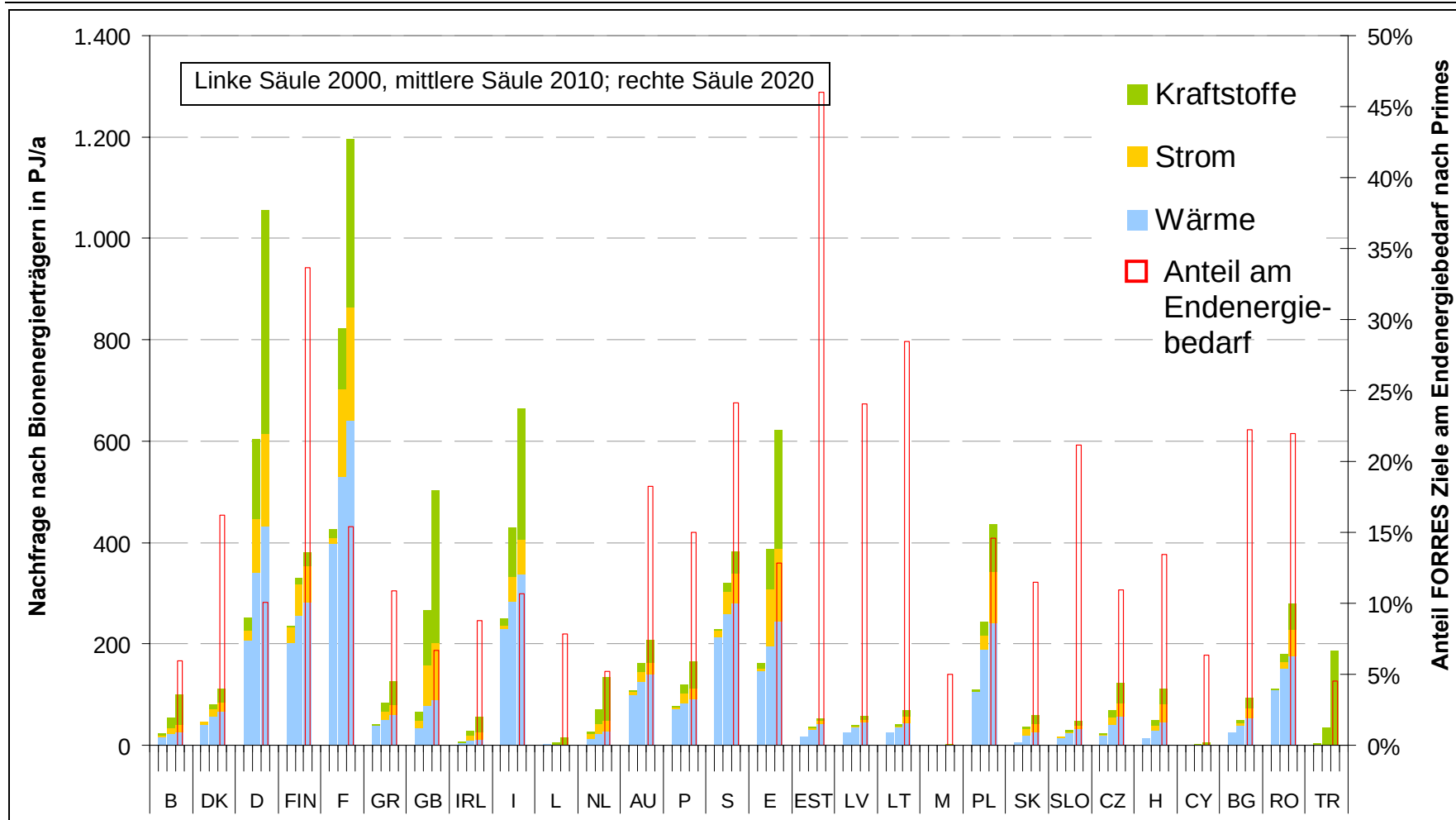


Abbildung 43: Nachfrage nach Bioenergieträgern und Anteil am Endenergiebedarf in den EU-28 im E+ Szenario
 Quelle: Daten aus /160//163/ sowie /eigene Berechnungen)

In Hinblick auf die künftige Nachfrage nach Biomasse und den daraus erzeugten Energie(träger)n lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- In allen EU-Staaten ist von 2000 bis 2020 eine steigende Nachfrage nach Bioenergieträgern zu verzeichnen.
- Mengenmäßig ist die Nachfrage nach biogenen Energieträgern in der EU-28 wesentlich von den EU-15 bestimmt; gleichzeitig ist in den Beitrittsstaaten (EU+10) der Anteil der Bioenergie am Endenergieverbrauch in der Regel höher.
- Die künftig größte Bioenergienachfrage (bei gleichzeitig moderater Bedeutung für den Gesamtenergieverbrauch) kommt aus den Ländern Frankreich und Deutschland, gefolgt von Italien und Spanien.
- Die Effekte unterschiedlicher politischer Randbedingungen (CP und ARS) wirken sich insbesondere auf den Strom- und Kraftstoffbereich aus.
- Auch im ARS-Szenario liegt der Beitrag der Bioenergieträger am Endenergieverbrauch bis 2020 in der Regel unter 30 %.

4.3 Optionen überregionaler Nachfragedeckung

Die Nachfrage nach Biomasse und den daraus gewonnenen Energie(träger)n kann über einem europäischen Markt überregional gedeckt werden, wenn die Bioenergieträger transportwürdig sind, d.h. folgende Eigenschaften aufweisen:

- hoher spezifischer Heizwert
- hohe Dichte
- Lagerfähigkeit (z.B. gemäßigter Wassergehalt)
- Verfügbarkeit definierter Mengen und Qualitäten

Sind diese Eigenschaften in eingeschränktem Maße gegeben, kann eine überregionale Versorgung mit begrenztem Radius erfolgen – z.B. der Handel zwischen zwei Nachbarstaaten in grenznahen Gebieten.

Tabelle 49 gibt eine Übersicht über die für die Transportwürdigkeit relevanten Eigenschaften der im Projekt berücksichtigten Biomassen und den daraus resultierenden Optionen einer überregionalen Versorgung. Demnach sind diese insbesondere für holzartige Biomassen und Saaten sowie Biokraftstoffe gegeben, wobei letztere sich infolge der hohen Energiedichte besonders günstig darstellen (Abbildung 44). Zusammen mit der gleichzeitig auf eine überregionale Versorgung ausgelegten Infrastruktur der Kraftstoffproduktion und -verteilung können hier voraussichtlich nicht nur europäische sondern auch globale Versorgungsstrukturen erwartet werden (z.B. Bioethanol aus Brasilien).

Dagegen weisen halmgutartige Biomasse (Stroh und Getreide-Ganzpflanzen) und Waldrestholz nur eine begrenzte Transportwürdigkeit auf und sind daher nur eingeschränkt – z.B. für den grenznahen Handel - zu berücksichtigen. Für Altholz ist der europaweite Handel vor allem wegen der begrenzten Potenziale eingeschränkt, Biostrom ist aus Gründen der Netzauslastung nur begrenzt transportfähig. Für die übrigen Biomassen sind entweder die Lagerfähigkeit ungenügend oder die spezifische Energiedichte sehr gering, so dass hier ein nennenswerter überregionaler Handel nicht erwartet werden kann.

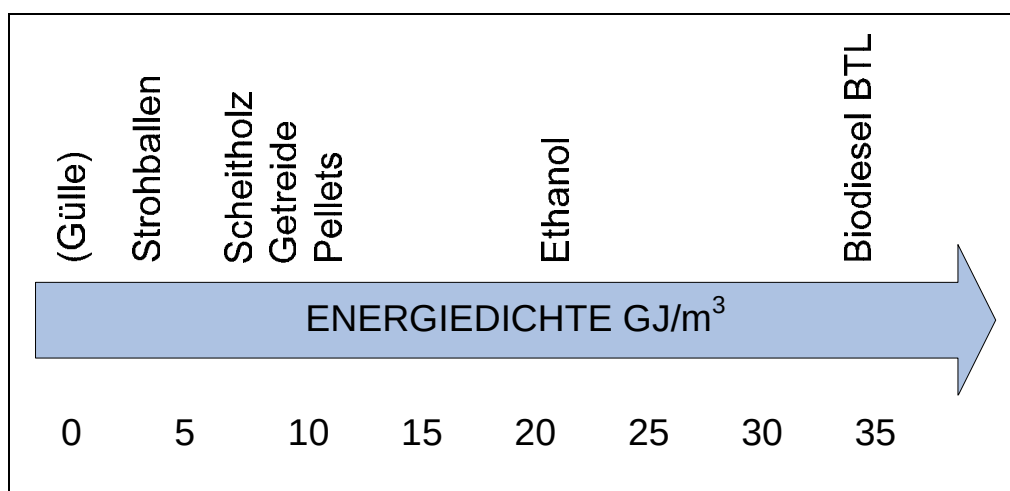


Abbildung 44: Energiedichte im Vergleich

Tabelle 49: Kriterien der Handelbarkeit für verschiedene Biomassesortimente

		hoher spezifischer Heizwert	hohe Transportdichte	gute Lagerfähigkeit	Verfügbarkeit der Menge & Qualität	Handelsoptionen		
						nicht handelbar	eingeschränkt handelbar	handelbar
holzartige Biomasse	Waldholz	x	x	x	x			x
	Waldrestholz/ Schwachholz	x		x	x		x	
	Industrierestholz	x	x	x	x			x
	Holzpellets	x	x	x	x			x
	Altholz	x	x	x			x	
	Kurzumtriebsholz	x	x	x	x			x
halmgutartige Biomasse	Stroh	x		x	x		x	
	Energieganzpflanzen (Getreide)	x		x	x			x
Früchte und Saaten	Getreidekörner	x	x	x	x		x	x
	Rapssaat (Sonnenblumensaat)	x	x	x	x		x	x
	Zuckerrüben				x	x		
Sonstige Biomasse	Industrielle Substrate				x	x		
	organische Abfälle				x	x		
	Klärschlamm				x	x		
	Maissilage			x	x	x		
Bioenergie	Wärme aus Biomasse				x	x		
	Strom aus Biomasse	x	x				x	
	Biodiesel	x	x	x	x			x
	FT-Diesel	x	x	x	x*			x*
	Bioethanol	x	x	x	x			x

*künftig

5 Bereitstellungsketten

Die Untersuchung der Bereitstellungsketten für die Jahre 2000, 2010 und 2020 umfasst zunächst die Ableitung wesentlicher Technologien und ihrer Leistungsdaten zur Wärme-, Strom- und Kraftstofferzeugung (Kapitel 5.1) sowie die Zuordnung typischer Ressourcen (Kapitel 5.2). darauf aufbauend werden Biomasse-Nutzungsszenarien für Europa unter verschiedenen Randbedingungen abgeleitet (Kapitel 5.3). Ergänzend erfolgt die ökologisch-ökonomische Analyse exemplarischer Bereitstellungsketten, die sich zwischen Deutschland und ausgewählten Ländern in Europa (bzw. Brasilien) entwickeln können, hinsichtlich der Effekte von Biomasseimporten nach Europa (Kapitel 5.4).

5.1 Technologien

Zur Beschreibung der Bereitstellungsketten erfolgt zunächst die Ableitung typischer Technologien bzw. Technologiegruppen für die Biomassenutzung heute und in Zukunft. Dabei wird der gegenwärtige technische Entwicklungsstand und eine Einordnung der Technologieentwicklung vorgenommen. Es erfolgt eine Weiterentwicklung der bestehenden sowie der Markteintritt neuer Technologien. Dies baut auf den Technikanalysen des Stoffstromprojektes /159/ auf und konzentriert sich hier auf ökonomische und ökologisch viel versprechende Optionen; teilweise wurden die Daten aktualisiert.

Für die europaweite Betrachtung werden folgende Annahmen getroffen:

- einheitlicher technologischer Stand: die Anlagentechnik ist europaweit verfügbar und zeigt für die entsprechenden Anwendungen eine vergleichbare Effizienz (Wirkungsgrade, Kosten, Emissionen)
- einheitliche Technologieanwendung: die Anlagen werden in vergleichbaren Anwendungsfeldern (Wärme, Strom, Kraftstoff) eingesetzt, nutzen vergleichbare Ressourcen und verfügen über ähnliche Nutzungsgrade

Die regionale Nutzungscharakteristik ist damit durch die regional verfügbaren Ressourcen bestimmt, zu deren Nutzbarmachung eine homogene europäische Technologiebasis zur Wärme-, Strom- und Kraftstofferzeugung verfügbar ist. Sie wird nachfolgend umrissen.

Weiterhin wird bei Energiepflanzen unterstellt, dass diese ausschließlich zur energetischen Nutzung angebaut werden und damit möglichst vollständig genutzt werden. Auf diese Weise können ein- und mehrjährige Lignozellulosepflanzen als eine Gruppe betrachtet werden, d.h. das nachfolgend genannte Getreide steht vielfach auch stellvertretend für Miscanthus oder Kurzumtriebsholz. Damit ergeben sich bei der Ethanol- oder RME-Produktion ebenso wie bei Energiegetreide und mehrjährigen Energiepflanzen u. U. Defizite für den Nährstoff- und Humuskreislauf, die durch Zusatzmaßnahmen ausgeglichen werden müssen.

5.1.1 Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung aus Biomasse ist europaweit auf hohem Niveau etabliert. Sie kann über einen breiten Leistungsbereich genutzt werden und grundsätzlich hohe Wirkungsgrade erreichen (Tabelle 50). Eingesetzt werden vor allem holzartige Biomassen in unterschiedlich veredelter Form. Die Nutzung von flüssigen Bioenergieträgern zur Wärmeerzeugung stellt eine weitere technische Option dar. Wegen der vergleichsweise hohen Kosten und der zusätzlichen großen Nachfrage dieser Bioenergieträger aus dem Verkehrssektor wird sie hier nicht weiter berücksichtigt.

Tabelle 50 Leistungsbereiche und Netto-Nutzungsgrade der relevanten Technologien zur Wärmeerzeugung aus Biomasse
Quelle: Daten aus /159/

Technologien	Leistungsbereich (MW _{th})	Nutzungsgrad (netto) (Wärme(%))		
		2000 ^a	2010	2020
Biomasse – Pelletkessel	0,02 – 0,5	n.v.	88	91
Biomasse – Hackschnitzelkessel	0,15 – 1	85	88	91
Biomasse – Heizwerk	1 – 5	83	88	91
Pflanzenöl – Kessel	0,02 – 0,5	nicht betrachtet		

^a) 2000er Daten jeweils gemäß realem Nutzungsgrad
n.v.: nicht verfügbar

5.1.2 Stromerzeugung

Die Stromerzeugung aus Biomasse kann auf der Basis fester, flüssiger und gasförmiger Bioenergieträger mit unterschiedlichen Technologien und in unterschiedlichen Leistungsbereichen erfolgen. Wesentliche Technologien und ihre Netto-Wirkungsgrade sind in Tabelle 51 dargestellt. Sie basieren auf folgenden Überlegungen:

Biogas

Biogas – BHKWs können den relevanten Leistungsbereich der Biogaserzeugung mit hohen Wirkungsgraden kostengünstig abdecken. Alternative Technologien (Stirling, Mikrogasturbinen) sind als Nischenanwendung interessant, mengenmäßig aber unbedeutend. Auch die Wärmenutzung ist gegenwärtig noch unbedeutend. Bei Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz kann eine Stromerzeugung mit höherer Wärmenutzung erfolgen, was ab 2010 in zunehmendem Maße erwartet wird. Als Ressourcen werden sämtliche Biogassubstrate, d.h. Biogassubstrate aus der Landwirtschaft (Gülle, Ernterückstände), industrielle Biogassubstrate sowie Energiepflanzen mit hohem Wassergehalt (Maissilage) eingesetzt.

Biogene Festbrennstoffe

Die Technologien zur Stromerzeugung aus fester Biomasse sind vergleichsweise vielfältig und umfassen als wesentliche Elemente Biomasse-BHKWs mit ORC- und Vergasungsprozessen, Biomasse(heiz)kraftwerke und die Biomassezuführung in Kohlekraftwerken. Dabei befinden sich die BHKW-Systeme noch in der Entwicklung bzw. Markteinführung. Es wird unterstellt, dass diese bis 2010 erfolgreich angelaufen ist und dann zielgerichtet ausgebaut wird. Der Einsatz der Technologien richtet sich zudem nach den Spezifika der Biomasseressourcen und der damit teilweise verbundenen Nutzungsstrukturen (siehe Kapitel 5.2).

Tabelle 51 **Leistungsbereiche und Netto-Nutzungsgrade der relevanten Technologien zur Stromerzeugung aus Biomasse**
Quelle: Daten aus /140//141//142//143//144//145//146//147//148//156/

Technologien	Leistungs- bereich (MW _{el})	Nutzungsgrad (netto) (Strom (%) / Wärme(%))		
		2000 ^a	2010	2020
Biogas – BHKW (Gasmotor o.ä.)	0,2 – 1	23 / 3	25 / 10	28 / 15
Biogas – BHKW (Einspeisung)	1 – 5	n.v.		
Biomasse – BHKW (ORC)	0,5 – 5	n.v.	13 / 75	15 / 74
Biomasse – BHKW (Vergasung)	0,5 – 5	n.v.	27 / 30	30 / 38
Biomasse(heiz)kraftwerke	5 – 50	15,7 / 23 ^b	22 / 23 ^b	24 / 23 ^b
Schwarzlauge – Heizkraftwerke	20 – 100	35 / 60	36 / 60	37 / 60
Biomassezuführung (Braunkohle)	sehr groß	37,5 / 0	40,1 / 0	42,6 / 0
Pflanzenöl-BHKW	0,02 – 5	nicht betrachtet		

^a) 2000er Daten jeweils gemäß realem Nutzungsgrad

^b) Bei der Nutzung von Industrierestholz in der Holzverarbeitenden Industrie höher (ca. 60 %)

n.v.: nicht verfügbar

Flüssige Bioenergieträger

Die Stromerzeugung aus flüssigen Bioenergieträgern (PME, Bioethanol etc.) stellt eine weitere technische Option dar, die prinzipiell verfügbar ist. Wegen der vergleichsweise hohen Kosten und der zusätzlichen großen Nachfrage dieser Bioenergieträger aus dem Verkehrssektor wird sie hier nicht weiter berücksichtigt.

5.1.3 Kraftstofferzeugung

Kraftstoffe können mit unterschiedlichen Technologiekonzepten und damit verbunden auch unterschiedlichen Ressourcen bereitgestellt werden. Die typischen Leistungsbereiche und Wirkungsgrade der gegenwärtigen und künftig erwarteten Technologien zeigt Tabelle 52. Gegenwärtig sind nur die Optionen Biodiesel und Bioethanol aus Zucker und Stärke in Deutschland verfügbar. Andere Bioenergieträger gelten als Zukunftstechnologien – dabei wird für Biogas, Bioethanol aus Lignocellulose und synthetische Kraftstoffe eine mittelfristige Marktetablierung erwartet, Wasserstoff hingegen frühestens in zwei Jahrzehnten /161/.

Neben Kraftstoff fällt teilweise Strom als Nebenprodukt an. Nachfolgend beziehen sich die dargestellten Netto-Wirkungsgrade auf den Einsatz von Energie-Ganzpflanzen, d.h. das beim Rapsanbau anfallende (und nicht zur Deckung des Eigenenergiebedarfs benötigte) Stroh wird z.B. zur Stromerzeugung eingesetzt. Sie basieren auf folgenden Überlegungen:

PME

Pflanzenmethylester (PME) (u.a. Biodiesel) wird durch die Umesterung von Pflanzenöl gewonnen. Während die Pflanzenölerzeugung auch in sehr kleinen Anlagen erfolgen kann, ist bei der Umesterung eine Mindestgröße von ca. 5 000 t/a erforderlich, die im ländlichen Bereich erzeugernah realisiert wird. Gleichzeitig haben sich in jüngster Vergangenheit an Raffineriestandorten auch sehr große Umesterungsanlagen etabliert, so dass der Leistungsbereich der PME-Erzeugung sehr breit ist. Die eingesetzten Technologien sind Stand der Technik, die weitere Entwicklung der technischen Leistungsfähigkeit wird moderat eingeschätzt /150/.

Bioethanol

Bioethanol kann aus stärke-, zucker- und lignozellulosehaltigen Einsatzstoffen gewonnen werden. Während die Ethanolgewinnung aus Zucker und Stärke prinzipiell technisch verfügbar ist, ist in Europa gegenwärtig aus ökonomischen Gründen nur die Bioethanolgewinnung aus Getreide in nennenswertem Umfang installiert (s. Kapitel 0). Die Bioethanolgewinnung aus Lignozellulose ist gegenwärtig großtechnisch noch nicht erprobt und bedarf noch deutlicher Kostensenkungen im Bereich des Ligninaufschlusses, an denen gegenwärtig intensiv geforscht wird /149/. Sie wird für 2010 erwartet und könnte zum einen die Ethanolausbeute aus Getreideganzpflanzen erhöhen, zum anderen den Einsatz von mehrjährigen Energiepflanzen zur Kraftstofferzeugung erlauben.

BtL (Synthetische Kraftstoffe)

Synthetische Kraftstoffe (u.a. FT-Diesel, Methanol, DME) werden durch Synthese von Produktgasen aus der Vergasung von Lignozellulose gewonnen. Stellvertretend wird hier FT-Diesel betrachtet. Die Sicherung der dazu notwendigen Produktgasqualität stellt gegenwärtig noch eine Herausforderung dar, die technisch noch nicht im großen Maßstab nachgewiesen ist. Die Einführung von FT-Diesel (und anderer synthetischer Kraftstoffe) ist daher zum gegenwärtigen Zeitpunkt schwer abzuschätzen, die Marktetablierung wird bis zum Jahr 2020 angenommen. Unstrittig ist jedoch, dass die Produktionsanlagen durch die aufwändige Vergasungs- und Synthesetechnik nur in sehr großen Leistungsbereichen ökonomisch tragfähig realisierbar sein werden /151/. Weiterhin sind eine Vielzahl von Konzepten in der Diskussion, die bei der Synthese zu unterschiedlichen Kraftstoff- und Stromausbeuten führen. Hier wurde daher exemplarisch eine Technologie unterstellt, die weitgehend zur Kraftstoffproduktion optimiert ist /152/.

Biogas

Die Nutzung von Biogas als Kraftstoff erfordert die Aufbereitung des Biogases sowie ggf. die Einspeisung in ein regionales Biogasnetz bzw. ein überregionales Erdgasnetz. Um die hierzu notwendige Technologie kostengünstig vorzuhalten, sind entsprechend größere Biogasanlagen erforderlich, die im Bereich von 2-10 MW Kraftstoff (entspricht ca. 1-5 MW_{el}) liegen. Die Technologie ist grundsätzlich verfügbar und wird im Ausland (z.B. Schweden, Schweiz) bereits erprobt /154/. Die Technologie könnte daher ab 2010 auch in Deutschland einsatzfähig sein.

Heute möglich ist die Erzeugung und Nutzung von Biodiesel und Bioethanol aus Zucker und Stärke (Technologien 2000), künftig kommen verschiedene Technologien zur Kraftstoffgewinnung aus Lignozellulose sowie die Nutzung von Biogas als Kraftstoff hinzu. Die erwarteten Netto-Nutzungsgrade liegen zwischen 40 und 55 % für flüssige Bioenergieträger, bei Biogas sogar bei knapp 70 %. Weiterhin werden im Biokraftstoffbereich vergleichsweise große Leistungsbereiche erwartet: Insbesondere für die voraussichtlich sehr großen Produktionsanlagen für FT-Diesel sind überregionale Einzugsbereiche zu erwarten und weitergehende Versorgungs- und Logistikkonzepte zu entwickeln /155/.

Tabelle 52 Leistungsbereiche und Netto-Nutzungsgrade der relevanten Technologien zur Kraftstofferzeugung aus Ganzpflanzen
Quelle: /149//150//151//152//154//161/

Technologien	Leistungsbereich (MW _{Kraftstoff})	Nutzungsgrad (netto) (Kraftstoff (%) /Strom (%))		
		2000 ^g	2010	2020
PME (RME, SME) ^a	5 – 200 ^b	39 / 13	39 / 14	39 / 15
Ethanol aus Stärke und Zucker ^a	50 – 200 ^c	28 / 19	29 / 21	30 / 21
Ethanol aus Getreideganzpflanzen (Stärke und Lignozellulose)	50 – 300 ^d	n.v.	48 / 0	49 / 0
Biogas (über Einspeisung)	2 – 10 ^e	n.v.	65 / 0	68 / 0
BtL aus Lignozellulose	100 – 1 000 ^f	n.v.	n.v.	35 / 15

^a) gleichzeitige Verstromung des Stroh durch Mitverbrennung

^b) entspricht 5 – 200 Mio. l/a_{Biodiesel}

^c) entspricht 70 – 300 Mio. l/a_{Bioethanol}

^d) entspricht 70 – 440 Mio. l/a_{Bioethanol}

^e) entspricht 2,4 – 12 Mio. l/a_{Dieseläquivalent}

^f) entspricht 80 – 900 Mio. l/a_{Output}

^g) 2000er Daten jeweils gemäß realem Nutzungsgrad

n.v.: nicht verfügbar

Heute möglich ist die Erzeugung und Nutzung von Biodiesel und Bioethanol aus Zucker und Stärke (Technologien 2000), künftig kommen verschiedene Technologien zur Kraftstoffgewinnung aus Lignozellulose sowie die Nutzung von Biogas als Kraftstoff hinzu.

5.2 Zuordnung zu Verwendungsbereichen

5.2.1 Ressourceneinsatz nach Verwendungsbereichen

Zur Ableitung künftiger Nutzungsszenarien werden die skizzierten Technologien den Biomassepotenzialen der einzelnen Länder zugeordnet. Den Ausgangspunkt bildet die

Biomassenutzung im Jahr 2000, wobei unterstellt wird, dass die zu diesem Zeitpunkt etablierten Systeme dauerhaft bestehen sollen. Für die zusätzlich zu installierenden erfolgt die Zuordnung der Technologien unter Berücksichtigung der chemisch-stofflichen Brennstoffeigenschaften der Ressourcen. Weiterhin werden die gegenwärtig erkennbaren politischen Prioritäten bei der Wärme-, Strom- und Kraftstofferzeugung berücksichtigt.

Der Ressourceneinsatz für die verschiedenen Technologien unterscheidet wie die Potenzialanalyse die Ressourcen

- Wald(rest)holz
- Reststoffe
- Energiepflanzen

Ebenfalls in Anlehnung an das Vorgehen der Potenzialanalyse werden für den Bereich der Energiepflanzen auch elf Kulturen betrachtet, die öl-, zucker- und stärkehaltige Pflanzen sowie Grünschnitt umfassen. Mehrjährige Lignozellulose-Pflanzen nicht gesondert untersucht, sondern sie sind als Substitutionsmöglichkeit der Getreideganzpflanzen (mit ähnlichem Ertragsniveau) in diesen enthalten.

Grundsätzlich ist zudem bei vielen Biomassen auch die Anwendung als Pellet möglich (z.B. Wärmebereitstellung mit Holzpellets, Mitverbrennung von Holz- und Strohpellets, Einsatz von sonstigen Presslingen in Biomasse(heiz)kraftwerken). Für diese Anwendung wird in den kommenden Jahren ein starker Zuwachs erwartet, der zwar schwierig zu quantifizieren ist, jedoch nur eingeschränkte Auswirkungen auf die prinzipiellen Anwendungsfelder der Ressourcen hat. Nachfolgend wird daher auch der Einsatz von Pellets nicht gesondert betrachtet sondern als Teilmenge der jeweiligen Ressourcen impliziert. Dabei dürfte der Pelletanwendung in den Bereichen Industrierestholz und Stroh die höchste Bedeutung zukommen.

Die Ressourcen werden den Technologien zur Bereitstellung von Wärme, Strom und Kraftstoff zugeordnet¹⁶:

¹⁶ Die Allokation erfolgt an den Gegebenheiten und den Erwarteten Entwicklungen und ist nicht nicht ökonomisch-ökologisch optimiert (vgl. Kapitel 4.2.3)

Die **reine Wärmebereitstellung** erfolgt in der Modellbetrachtung nur auf der Basis von Wald(rest)holz und wird ausgehend vom Jahr 2000 fortgeschrieben. Zu diesem Zeitpunkt wurden in den EU-28 etwa 2 200 PJ/a¹⁷ zur Wärmebereitstellung eingesetzt, davon über 95 % in reinen Wärmeerzeugungsanlagen. Dies entspricht 73 % des forstwirtschaftlichen Potenzials von 3 046 PJ/a in 2000. Dieser Primärenergieeinsatz zur reinen Wärmeerzeugung wird bis 2020 fortgeschrieben. Durch Wirkungsgradsteigerungen erhöht sich dabei die erzeugte Wärme von 1864 PJ/a im Jahr 2000 auf 2020 PJ/a im Jahr 2020. Zusätzliche Wärme aus Biomasse wird durch zunehmende Stromerzeugung im KWK-Betrieb bereitgestellt.

Die **Strombereitstellung** erfolgt in der Modellbetrachtung zunächst durch den Einsatz von Reststoffen, überwiegend im KWK-Betrieb. Dabei werden folgende Einsatzwege unterstellt:

- Schwarzlaube: Einsatz in industriellen Heizkraftwerken mit hohen elektrischen und thermischen Wirkungsgraden
- Altholz: Einsatz in Biomasse(heiz)kraftwerken
- Industrierestholz: Einsatz in zentralen und dezentralen Anlagen (gleichwertig)
- Gehölzschnitt: Einsatz in dezentralen Vergasungs- und ORC-Anlagen (gleichwertig)
- Stroh: Einsatz zur Mitverbrennung in Kohlekraftwerken (überwiegend) und in Biomasse(heiz)kraftwerken
- Gülle und Exkrement: Einsatz in Biogasanlagen zur Strom-/Wärmeerzeugung
- Ernterückstände: Einsatz in Biogasanlagen zur Strom-/Wärmeerzeugung
- Industrielle Biogassubstrate: Einsatz in Biogasanlagen zur Strom-/Wärmeerzeugung
- Siedlungsabfall und Klärschlamm: Einsatz in Anlagen, die mit BiomasseHKWs vergleichbar sind

¹⁷ Endenergiebereitstellung: 1 962 PJ/a, angenommener KWK-Wärmeanteil von 1:1 aus der Stromerzeugung (97 PJ), angenommener Wirkungsgrad: 84%

Grundsätzlich können aus diesen Reststoffen im Jahr 2020 auch Kraftstoffe bereitgestellt werden. Wegen der vergleichsweise großen Leistungsbereiche der Kraftstofftechnologien und des dezentralen Anfalls der Reststoffe, wird diese Option nur die in stark landwirtschaftlich geprägten Regionen in großen Mengen anfallenden Strohsortimente (ca. 20 % des Potenzials) geprüft.

Die **Kraftstoffbereitstellung** erfolgt auf der begrenzten Ressourcenbasis der Energiepflanzen Raps, Sonnenblumen sowie Zuckerrüben. Darüber hinaus steht grundsätzlich der Getreide-/Lignozellulosebereich zur Verfügung. Diese kann zunächst zur Ethanolherzeugung aus Stärke (Jahr 2000) und in zukünftigen Szenarien (stellvertretend für den Lignozellulosepfad, d.h. als Getreideganzpflanzen bzw. Miscanthus/Kurzumtriebsholz) zur Ethanol- und/oder BtL-Gewinnung genutzt werden. Dann kann zudem auch Stroh bzw. das nach der Wärmenutzung verbleibende Wald(rest)holz eingesetzt werden.

5.2.2 Sensitivitätsanalyse

Damit ergeben sich mittelfristig Freiheiten in der Zuordnung aller Energiepflanzen mit Ausnahme von Raps, Sonnenblumen und Zuckerrüben sowie ca. 25 % des Wald(rest)holzes. Für diese werden zwei Technologie-Szenarien als Grenzfälle aufgezeigt (Tabelle 53). Infolge der Modellannahmen (Fortschreibung reiner Wärmeerzeugung) ist der Ressourceneinsatz zur Wärmebereitstellung davon nicht beeinflusst.

Im so genannten **Stromszenario** werden die Energiepflanzen und das über die reine Wärmeanwendung hinaus verfügbare Wald(rest)holz über verschiedene Pfade verstromt:

- Silomais, Luzerne und Grünschnitt werden in Biogasanlagen eingesetzt
- Getreideganzpflanzen (Weizen, Roggen, Triticale, Gerste, Körnermais) bzw. mehrjährige Lignozellulosepflanzen werden in Biomasse(heiz)kraftwerken genutzt.
- Die Reststoffe der zur Kraftstofferzeugung angebauten Energiepflanzen Raps, Sonnenblumen und Zuckerrüben (z.B. Rapsstroh) werden ebenfalls verstromt.

Im so genannten **Kraftstoffszenario** werden die jeweils zu den verschiedenen Zeitpunkten verfügbaren Technologien möglichst umfassend zur Kraftstofferzeugung genutzt:

- Raps, Sonnenblumen und Zuckerrüben werden zur Biodiesel-/Bioethanolgewinnung genutzt, die Reststoffe (z.B. Rapsstroh) werden in der Mitverbrennung verstromt
- Silomais, Luzerne und Grünschnitt werden zunächst (Jahr 2000) in Biogasanlagen verstromt; die entsprechenden Nutzungspfade bleiben bis 2020 erhalten und können durch verbesserte Wirkungsgrade einen zunehmenden Beitrag an der Strom- und Wärmebereitstellung leisten.
Die zusätzlich 2010 und 2020 verfügbar werdenden Potenziale werden zur Biogaserzeugung für den Kraftstoffbereich verwendet.
- Getreideganzpflanzen (Weizen, Roggen, Triticale, Gerste, Körnermais) werden zunächst (Jahr 2000) zur Bioethanolgewinnung eingesetzt, die Reststoffe (Stroh) werden verstromt; die entsprechenden Nutzungspfade bleiben bis 2020 erhalten. Die zusätzlich 2010 verfügbar werdenden Potenziale werden zunehmend zur Ethanolgewinnung aus Ganzpflanzen genutzt, in gewissem Umfang wird zusätzlich die Stromerzeugung im kleinen Leistungsbereich weiter ausgebaut (30 % des zusätzlich verfügbar werdenden Potenzials); die entsprechenden Nutzungspfade bleiben bis 2020 erhalten.
Die zusätzlich 2020 verfügbar werdenden Potenziale werden als Getreideganzpflanzen bzw. mehrjährige Lignozellulosepflanzen zur BtL-Erzeugung genutzt, hierbei erfolgt auch ein Kuppelproduktion von Strom; in gewissem Umfang wird zusätzlich die Stromerzeugung im kleinen Leistungsbereich weiter ausgebaut (30 % des zusätzlich verfügbar werdenden Potenzials).
- Zusätzlich wird in 2020 ein Teil des Reststrohs aus der Nahrungsmittelproduktion (20 %, s.o.) wie auch das nicht zur reinen Wärmeerzeugung eingesetzte Wald(rest)holz zur BtL-Produktion eingesetzt.

Tabelle 53: Ressourceneinsatz in den Technologieszenarien

	Strom-Szenario			Kraftstoff-Szenario		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020
Stroh	KWK-Strom			KWK-Strom		BtL + KWK-Strom
Übrige Reststoffe	KWK-Strom			KWK-Strom		
Wald(rest)holz	KWK-Strom			KWK-Strom		BtL
Raps, Sonnenblumen, Zuckerrüben	Biodiesel, Bioethanol (Restst.: KWK-Strom)			Biodiesel, Bioethanol (Restst.: KWK-Strom)		
Silomais, Luzerne, Grünschnitt	KWK-Strom			KWK-Strom	Biogas als Kraftstoff	
Getreide	KWK-Strom			Bioethanol	Bioethanol	BtL + KWK-Strom
Getreidestroh				KWK-Strom	Bioethanol + KWK-Strom	

Unter Berücksichtigung der Ressourcensituation (CP und E+) ergeben sich in den Technologieszenarien folgende Effekte (s. Abbildung 45 und Abbildung 46):

- Auch bei einem engagierten Ausbau der Kraftstofferzeugung (Kraftstoffszenario) entwickelt sich dieser Bereich erst mittelfristig in nennenswertem Umfang
- Dabei ist die Potenzialsituation (CP bzw. E+) entscheidend für die Geschwindigkeit der Kraftstoffetablierung.
- Die insgesamt bereitgestellte Endenergie liegt in den beiden Technologieszenarien (Stromszenario und Kraftstoffszenario) in der gleichen Größenordnung und umfasst ca. 60 % des Brennstoffeinsatzes in 2020.

Damit ergeben sich für die Betrachtung der Nutzung keine grundlegenden Unterschiede durch eine mehr oder weniger forcierte Einführung von Biokraftstoffen in Hinblick auf den Beitrag der Bioenergie im Energiesystem. Mit Hinblick auf die in den Energieszenarien unterstellten hohen Kraftstoffziele (Kapitel 4.2.1) wird nachfolgend ein hoher Kraftstoffbeitrag (Kraftstoff-Szenario) vorgesehen.

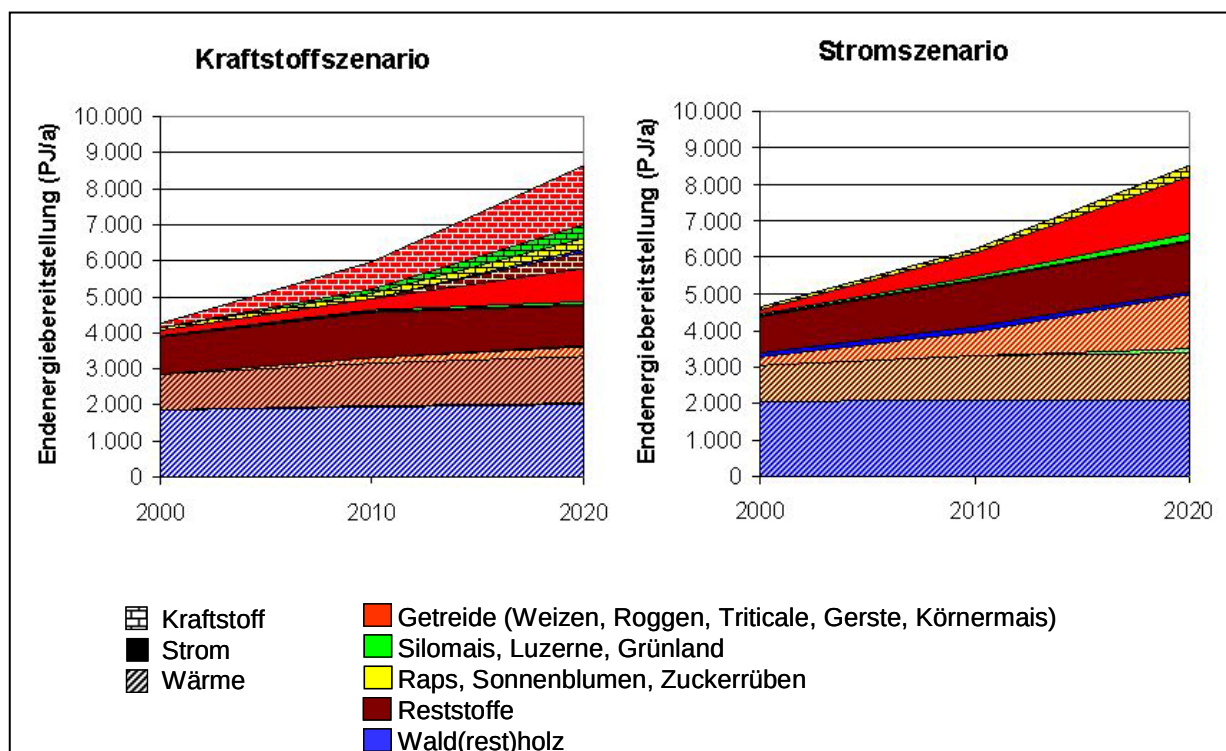


Abbildung 45: Technologieszenarien bei Potenzialsituation „CP Szenario“ für die EU-28

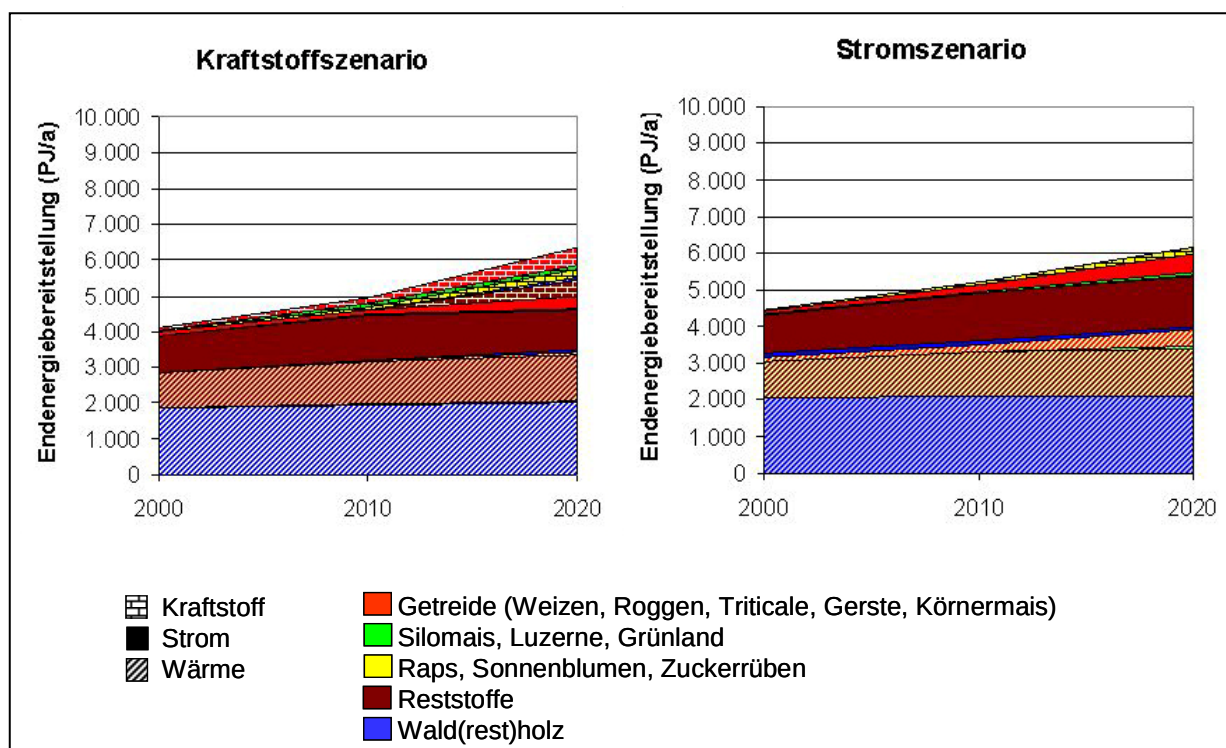


Abbildung 46: Technologieszenarien bei Potenzialsituation „E+“ für die EU-28

5.3 Nutzungsszenarien, Versorgungsbilanzen und Handelsströme

Die Frage, wie die Biomassenutzung sich für die einzelnen EU-28-Staaten in den unterschiedlichen Szenarien gestaltet und welche künftige Biomassehandelströme sich daraus ggf. ergeben können, wird im folgenden Kapitel zusammenführend dargestellt. Dazu wurde das Modell „Bio-Flow“ aufgebaut, dessen Modellstruktur, Anwendungsrahmen und Ergebnisse nachfolgend beschrieben werden.

5.3.1 Modellbeschreibung

Zur Analyse der zu erwartenden Biomassehandelströme wurde das PC-basierende Software-Tool "BioFlow" entwickelt. Den Modellaufbau zeigt Abbildung 47.

Es umfasst folgende Betrachtungsebenen:

- Alle einzelnen EU28-Staaten
- Zeitpunkte 2000, 2010, 2020
- Flächenpotenziale aus den Szenarien Current Policy (CP) und Environment+ (E+)
- Anbaustruktur und Energiepflanzenenerträge
- Brennstoffpotenziale für einzelnen Biomassesortimente gemäß Potenzialanalyse (mit Switch zwischen den Potenzialszenarien Current Policy und Environment+ beim Energiepflanzenanbau)
- Einordnung der Handelsfähigkeit der Biomassesortimente gemäß Potenzialanalyse
- Nutzungspfade und Wirkungsgrade zur Endenergiebereitstellung für die einzelnen Biomassesortimente
- Endenergienachfrage für Strom, Wärme und Kraftstoffe (mit Switch zwischen den Nachfrageszenarien Current Policy und Environment+)
- Saldierung von Angebot und Nachfrage auf Brennstoffebene
- Saldierung von Angebot und Nachfrage auf Endenergieebene

Die wesentliche Funktion des Software-Tools ist zum einen die Ermittlung der Endenergiepotenziale der zur Verfügung stehenden Biomassen sowie die Gegenüberstellung dieser mit der Nachfrage nach Endenergieträgern aus Biomasse in unterschiedlichen Szenarien. Durch diesen Soll-Ist-Vergleich resultiert ein Saldo je Mitgliedstaat und Betrachtungszeitpunkt. Darauf basierend lassen sich die möglichen Entwicklungen der entstehenden Biomassemärkte abbilden und letztendlich zukünftige Biomassehandelströme aufzeigen.

Das Biomasse-Angebot setzt sich aus den wie in dem Kapitel 0 beschriebenen forstwirtschaftlichen Potenzial, Energiepflanzenpotenzial sowie dem Reststoffpotenzial zusammen. Diese Potenziale werden zur Bestimmung der endenergetischen Potenziale den festgelegten Bereitstellungspfaden zugeteilt. Dies umfasst die Zuordnung der Ressourcen zu typischen Technologien bzw. Technologiegruppen für die Energiegewinnung (Wärme, Strom, Kraftstoffe) in den jeweiligen Betrachtungsjahren (2000, 2010, 2020) wie sie in Kapitel 5.1 beschrieben sind. (Tabelle 50, Tabelle 51, Tabelle 52).

Die Biomasse-Nachfrage basiert auf den in Kapitel 4.2.1 beschriebenen Szenarien einer zukünftigen Entwicklung der Biomassenutzung in der EU-28. Die Projektion wird ausgehend vom Basisjahr 2000 für die Jahre 2010 und 2020 modelliert. Die Biomassenachfrage wird ebenfalls unterschieden nach Endenergieträgern (d.h. Wärme, Strom Kraftstoffe) unter Berücksichtigung der beiden Szenarien (CP und E+).

Weiterhin werden die Biomassen/energieträger entsprechende der Handelbarkeit klassifiziert. Die Aufteilung erfolgt in die Kategorien „nicht handelbar“, „beschränkt handelbar“ sowie „umfassend handelbar“.

- "Nicht handelbare Reststoffe und Energiepflanzen" werden vollständig zur Deckung der nationalen Nachfrage nach Bioenergie eingesetzt.
- "Eingeschränkt handelbare Reststoffe und Energiepflanzen" werden mit einer definierten Quote zur Deckung der nationalen Nachfrage nach Bioenergie eingesetzt. Darüber hinaus gehende Mengenströme können vorwiegend mit Nachbarländern gehandelt werden.
- " Handelbare Reststoffe und Energiepflanzen" sind prinzipiell weltweit nutzbar.

Anhand der Aufteilung der Biomassen aufgrund ihrer Handelbarkeit ergeben sich so Angebots/Nachfragebilanzen zur Deckung der regionalen Versorgung.

Anhand der Aufteilung der Biomassen aufgrund ihrer Handelbarkeit ergeben sich so Angebots/Nachfragebilanzen zur Deckung der regionalen Versorgung.

Die schematische Darstellung der Funktionsweise des Software-Tools "BioSzen" ist Abbildung 47 zu entnehmen.

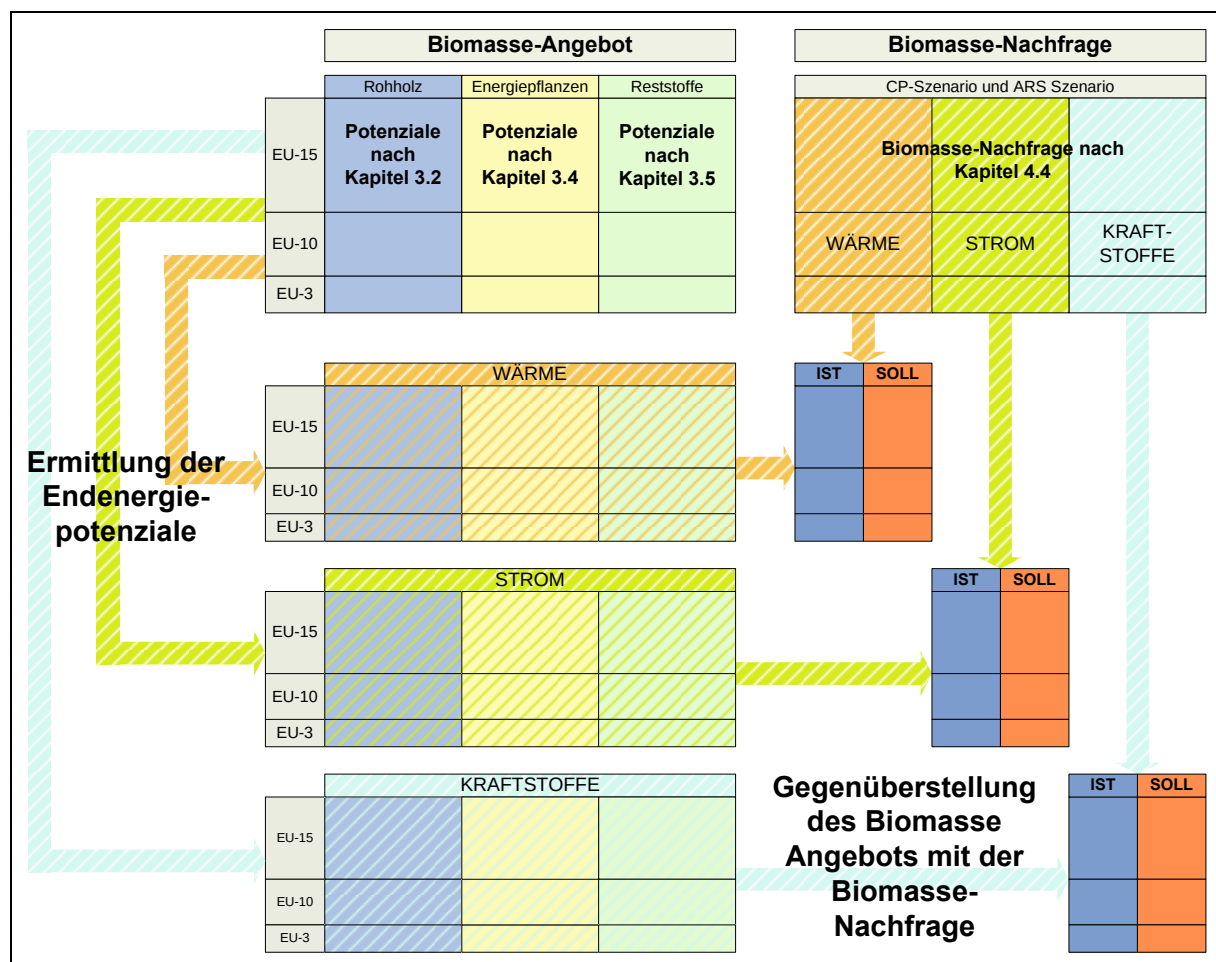


Abbildung 47: Funktionsweise der Software-Tools „Bio-Flow“

5.3.2 Szenarien der Biomassenutzung

Um die unterschiedlichen Rand- und Rahmenbedingungen und deren Auswirkungen auf die entwickelnden Biomassemärkte adäquat bewerten zu können, werden verschieden

Bereitstellungs- und Nutzungsszenarien unterstellt. Die folgend beschriebenen Szenarien stellen jedoch keine Prognose dar, sondern liefern vielmehr eine wenn-dann-Aussagen insbesondere zur (zeitlichen) Änderung von Energie- und Stoffströmen.

Eine der wesentlichen Parameter hinsichtlich des Biomasseangebots ist die Entwicklung des landwirtschaftlichen Flächenpotenzials. Die primäre Einflussgröße auf das landwirtschaftliche Flächenpotenzial sind die agrarpolitischen Rahmenbedingungen und die damit verbunden Flächenfreisetzung aus der Landwirtschaft. Um die maßgeblichen Extreme einer Entwicklung der Flächen zum Energiepflanzenanbau darzustellen, werden zur Modellierung der Entwicklung auf dem EU-Biomassemarkt folgende Szenarien nach Kapitel 3.3.3 unterstellt.

- Im **Current Policy-Szenario (CP)** werden die zur Energiepflanzenproduktion verfügbaren Flächen unter der Fortschreibung der gegenwärtigen Entwicklungstrends und Nutzung sämtlicher freiwerdender Ackerflächen bestimmt.
- Im **Environment+ Szenario (E+)** werden die zur Energiepflanzenproduktion verfügbaren Flächen unter der Annahme reduzierter Ertragssteigerungen und der teilweisen Beibehaltung von Flächenstilllegungen, was eine mehr an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Agrar- und Umweltpolitik unterstellt.

Der maßgeblichste Einflussfaktor auf der Nachfrageseite ist die Entwicklung der Biomassenutzung in Abhängigkeit der politischen Entwicklungen zur Förderung Erneuerbarer Energien. Hierzu werden wie in Kapitel 5.2 beschrieben die folgenden Szenarien zur Modellierung des Biomassemarkts betrachtet.

- Im **Current Policy Szenario (CP)** wird die weitere Entwicklung unter Beibehaltung der gegenwärtigen Politikstrategien in den einzelnen EU-Ländern unterstellt.
- Im **Environment+ Szenario (E+)** wird eine künftige Evolution infolge der europaweiten Etablierung von best-practice-Strategien einzelner Staaten unterstellt.

Neben den möglichen Entwicklungen des Biomasseangebots und der Biomassenutzung – die im Wesentlichen durch politische Vorgaben bestimmt werden – haben die einsetzbaren Bereitstellungstechnologien einen Einfluss auf den entwickelnden Biomassemarkt. Wie im Kapitel 5.2 beschrieben, stehen zur Biomassenutzung unterschiedliche Bereitstellungsketten zur Verfügung, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Wirkungsgrade einen Einfluss auf die

Endenergiebereitstellung haben. Diese Effekte könnten mit dem beschriebenen Modell zusätzlich betrachtet werden, werden wegen der vergleichsweise geringen Einflüsse jedoch hier nicht weiter ausgeführt.

5.3.3 Versorgungsbilanzen

Nachfolgend sind unterschiedlichen Nutzungsbilanzen für Bioenergie für die Jahre 2000, 2010 sowie 2020 dargestellt. In den folgenden Abbildungen wird dazu für jedes Land die erwartete Endenergienachfrage („Ziel“), das erwartete Endenergieangebot („Potenzial“) und die daraus resultierende Versorgungsbilanz („Saldo“) ausgewiesen. Die Darstellung erfolgt kumuliert für Wärme, Strom und Kraftstoffe zunächst für die beiden Grenzfälle

- Beibehaltung der gegenwärtigen Politik (Basis – CP)
- Entwicklung von weitergehenden Maßnahmen im Energie- und Umweltbereich (E+ Szenario)

Bei Beibehaltung der gegenwärtigen Politik (Abbildung 52) bleibt die Biomassenachfrage bis 2020 in den meisten Ländern deutlich unter dem potenziellen Angebot. Lediglich in Italien, Großbritannien sowie in geringem Umfang in Griechenland und den BeNeLux-Staaten ist ein Importbedarf zu erwarten. Landwirtschaftlich geprägte Länder in den EU-15 (Frankreich, Deutschland, Spanien) könnten zudem erhebliche Mengen für den europäischen Markt zur Verfügung stellen.

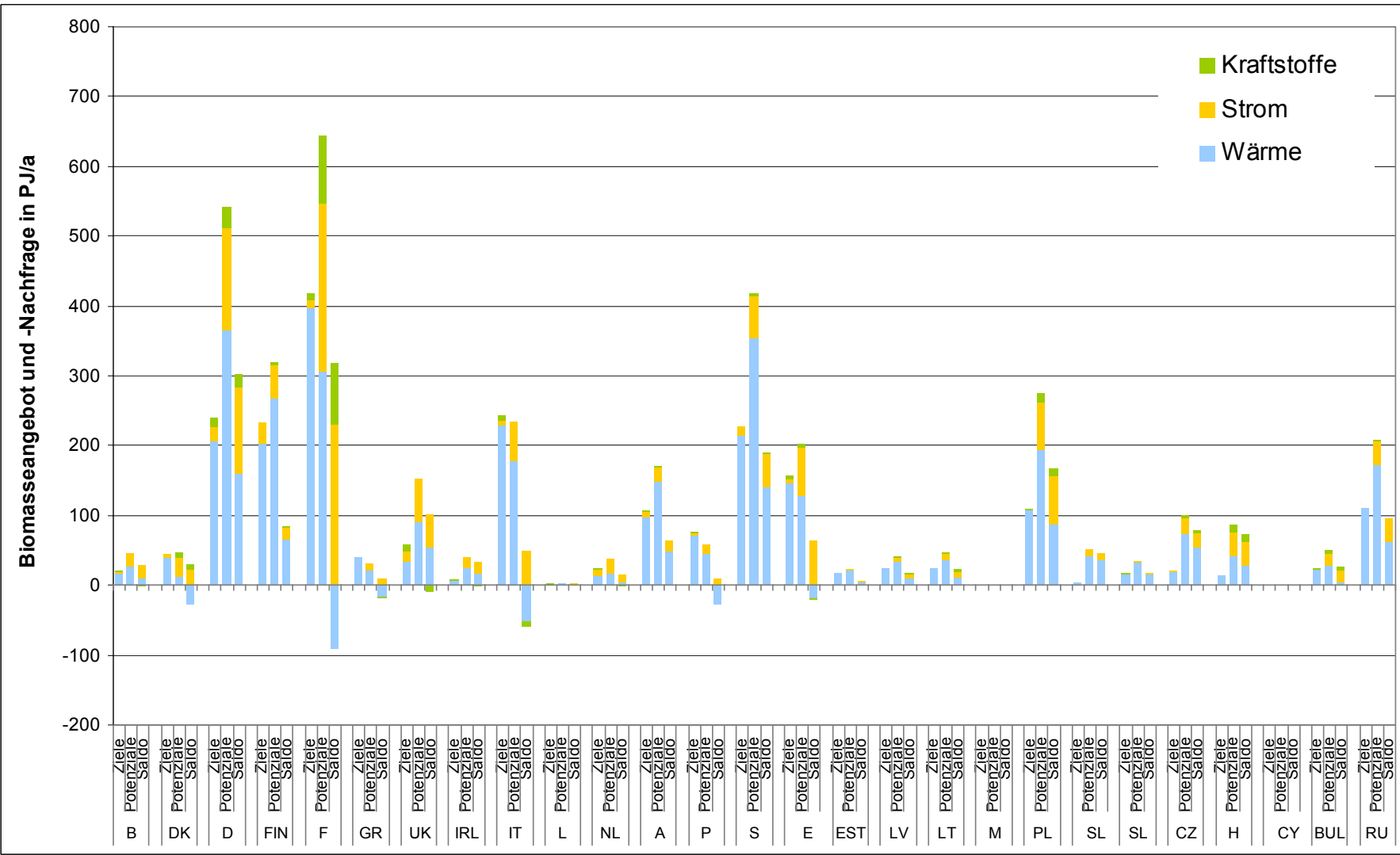


Abbildung 48: Versorgungsbilanz der Endenergieträger im CP Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2000

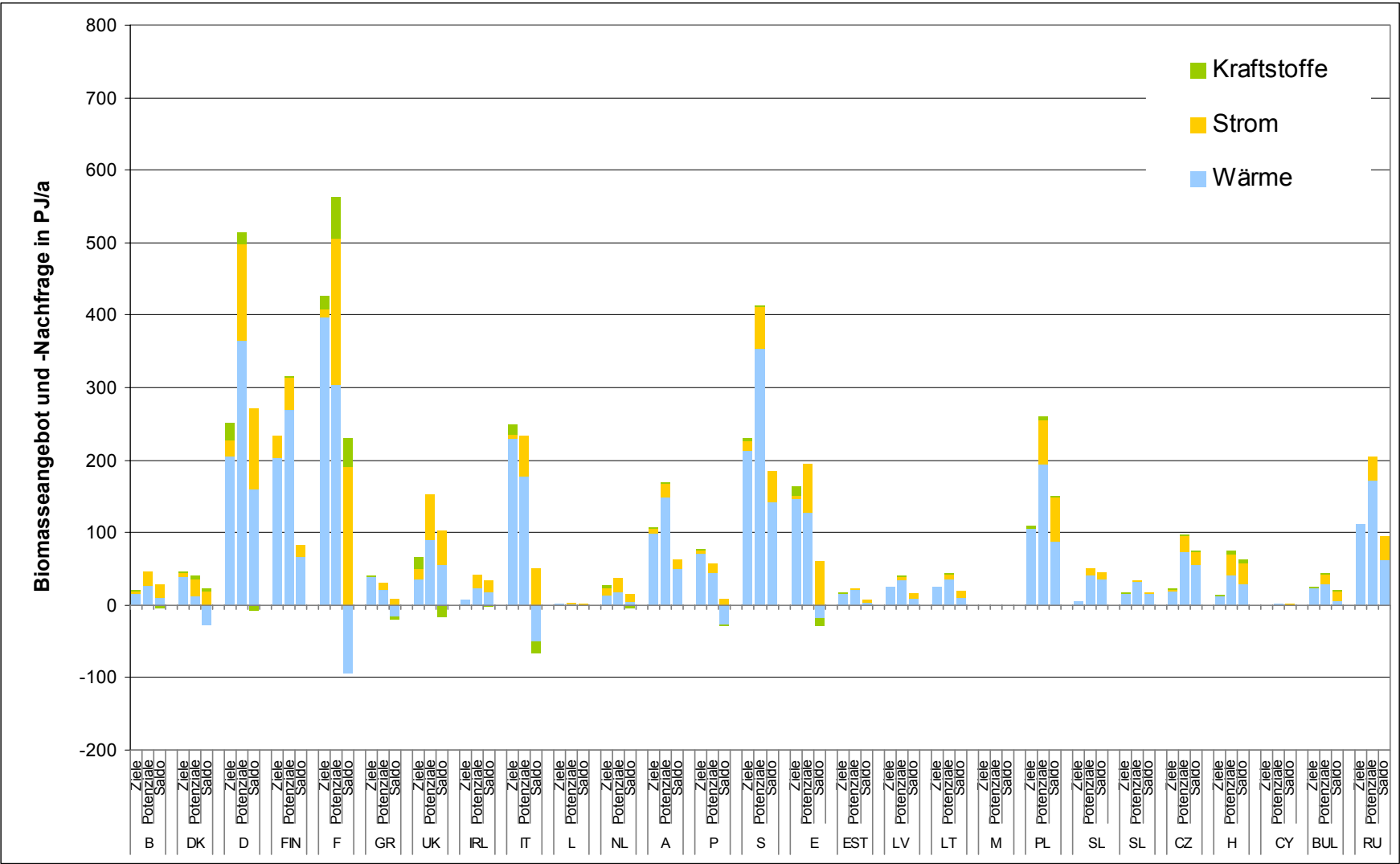


Abbildung 49: Versorgungsbilanz der Endenergieträger im E+ Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2000

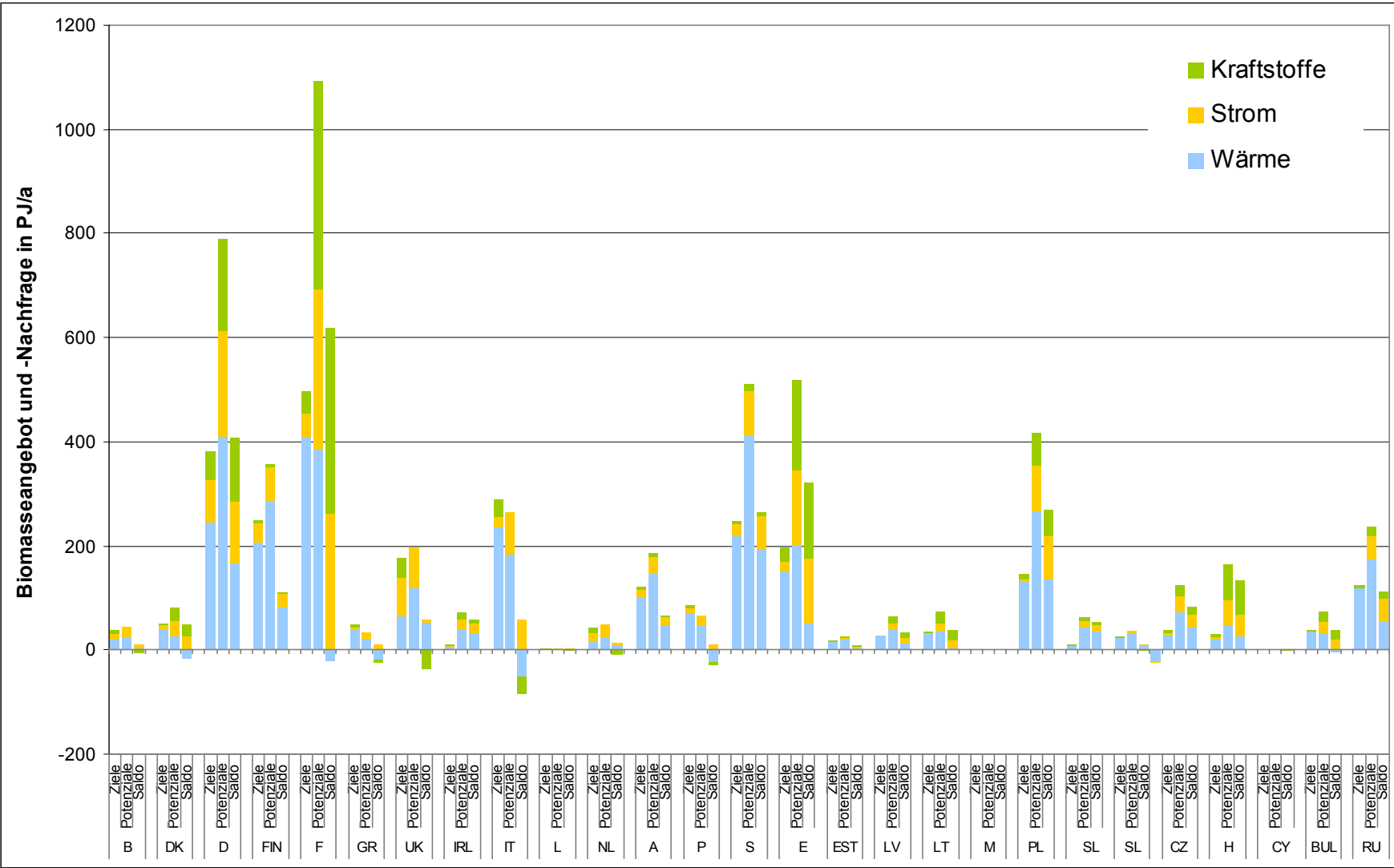


Abbildung 50: Versorgungsbilanz der Endenergieträger im CP Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2010

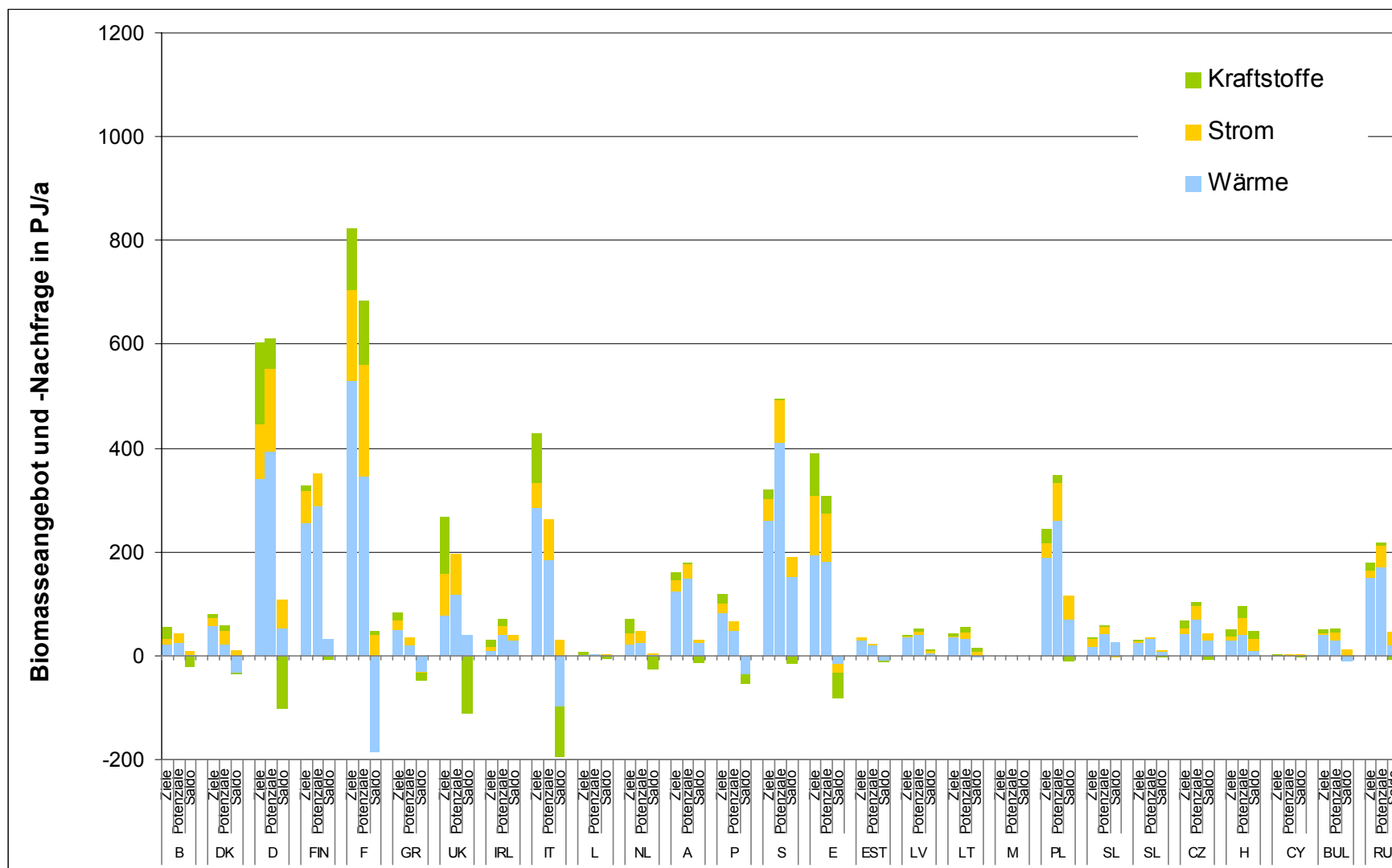


Abbildung 51: Versorgungsbilanz der Endenergieträger im E+ Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2010

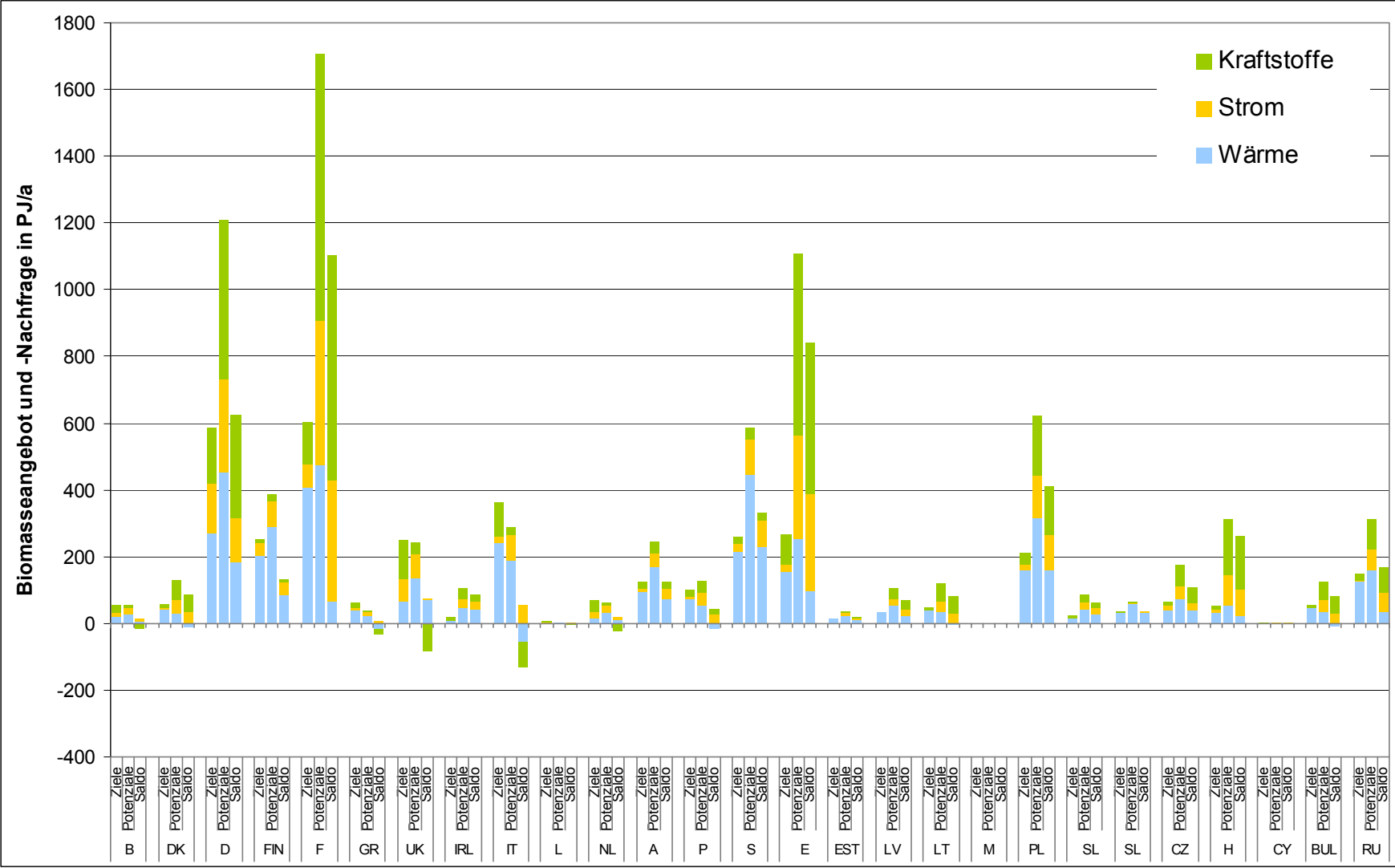


Abbildung 52: Versorgungsbilanz der Endenergieträger im CP Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2020

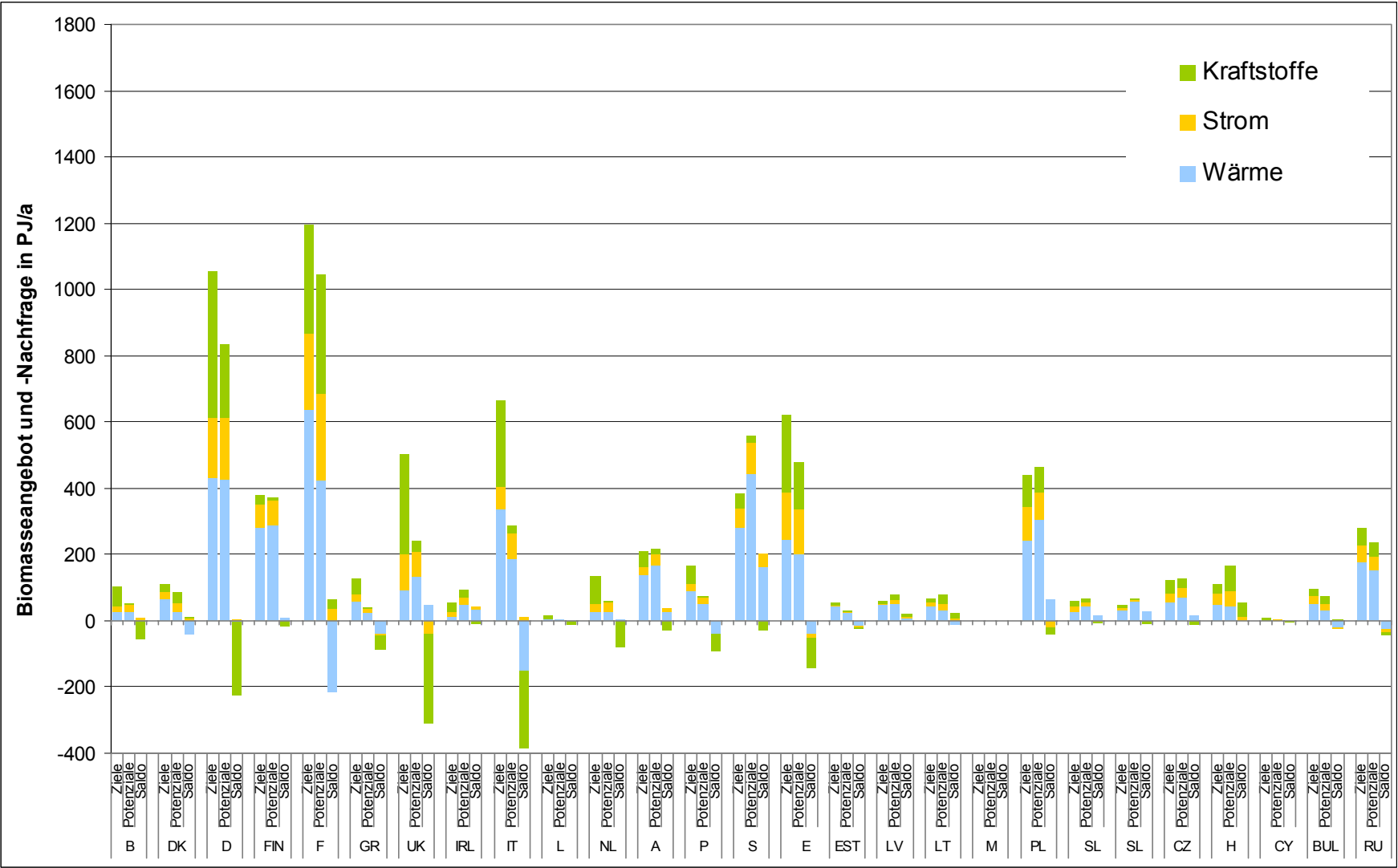


Abbildung 53: Versorgungsbilanz der Endenergieträger im E+Szenario für Kraftstoffe im Jahr 2020

Bei fortentwickelten Rahmenbedingungen im Energie und Umweltbereich (Abbildung 53) entwickelt sich die Biomassenachfrage schneller als die Bereitstellung zusätzlicher Potenziale, so dass bis 2020 die Nachfrage nach Biomasse das Angebot in vielen EU-Staaten, insbesondere in den EU-15 überschreitet. Dies gilt insbesondere für Italien und Großbritannien, jedoch auch in erheblichem Umfang für Frankreich, Deutschland und Spanien. Schweden, dessen Potenziale stark von der Forstwirtschaft geprägt sind, stellt hier das einzige Land mit einem noch erheblichen Überangebot dar. Die Beitrittsstaaten können hingegen ihre nationale Nachfrage noch decken, darüber hinaus jedoch nur noch geringe Mengen dem europäischen Markt zur Verfügung stellen, so dass Europa insgesamt einen deutlichen Importbedarf an Biomasse bzw. Bioenergieträgern aufweist.

Eine kumulierte Betrachtung der EU-28 über den Zeitverlauf (Abbildung 54) zeigt weiterhin, dass eine Unterdeckung des Biomasseangebotes nur bei gleichzeitiger Fortentwicklung der Rahmenbedingungen sowohl im Energie als auch im Umweltbereich auftritt: werden nur die Rahmenbedingungen im Energiebereich fortentwickelt ODER die bestehenden Naturschutzziele umfassend umgesetzt, sind zumindest europaweit ausreichende Biomassen und Bioenergieträger vorhanden, um die Nachfrage zu decken. Außerdem wird deutlich, dass die Deckungslücke bei der gemeinsamen Verfolgung weitergehender Zielsetzungen im Energie- und Umweltbereich erst um das Jahr 2020 entsteht und hier entscheidend durch das Kraftstoffziel von 15 % Biokraftstoffen verursacht wird.

Die Einordnung der Biomassepotenziale in den EU-28 hinsichtlich ihrer Handelsfähigkeit für das Jahr 2020 zeigen die folgenden Abbildungen. Diesen wird jeweils das Versorgungssaldo (hier als Brennstoffäquivalent) gegenüber gestellt. In den einzelnen Ländern können ca. 25-35 % der Biomassen einem europäischen Markt zur Verfügung gestellt werden. Diese handelbaren Sortimente sind im Current Policy Szenario von den Energiepflanzen geprägt, im Environment+ Szenario von Reststoffen und Waldholz.

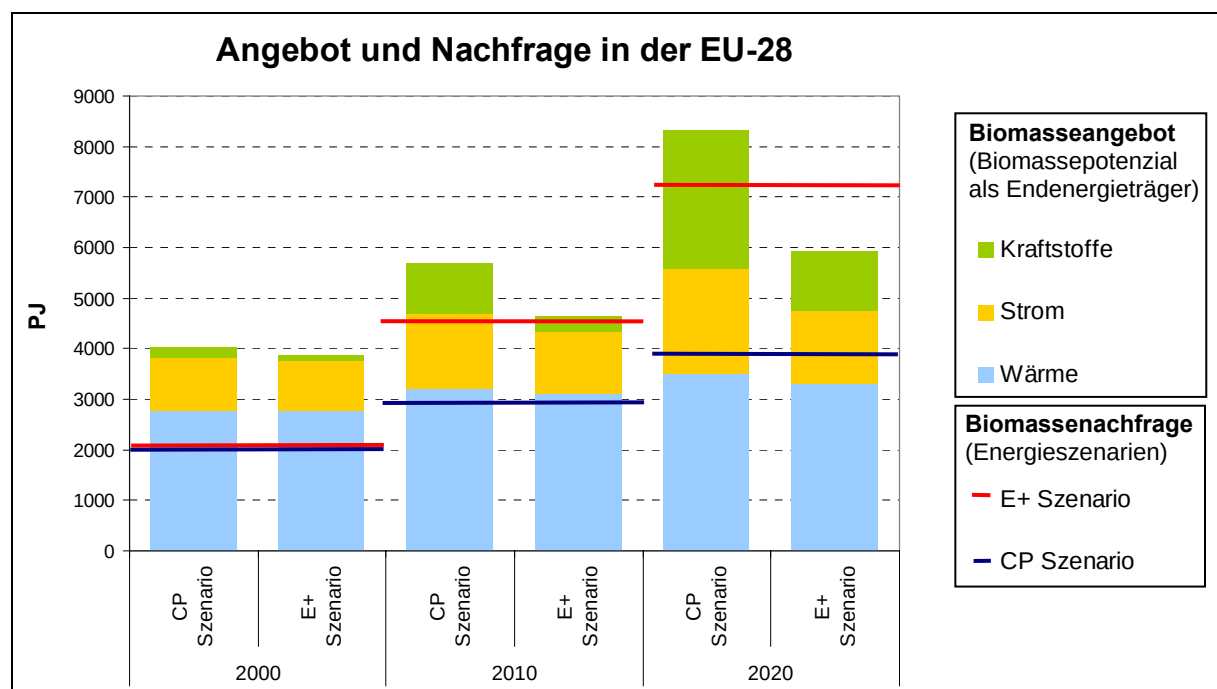


Abbildung 54: Angebot und Nachfrage in der EU-28

Hinsichtlich der ermittelten Salden ergibt sich bei einer Fortschreibung der Rahmenbedingungen (CP-Szenario) in vielen Ländern ein deutlich höheres Angebot als an handelbaren Biomassen zur Verfügung steht (Abbildung 55). Dies relativiert sich jedoch, wenn man die zusätzlich zur Verfügung stehende Kraftstoffoption mit berücksichtigt, d.h. nicht handelbare Biomassen in Kraftstoffe umwandelt, die dann ebenfalls einem europäischen Markt zur Verfügung gestellt werden können.

Bei einer mehr umweltorientierten Politik (E+ Szenario) können nur noch einzelne Länder den europäischen Markt beliefern. Dabei überschreitet das Potenzial an handelbaren Biomassen die für den europäischen Markt verfügbaren Biomassen in der Regel deutlich.

Zusammenfassend sind in Abbildung 55 und Abbildung 56 die potenziellen Im- und Exportländer für das Jahr 2020 und die verschiedenen denkbaren Entwicklungspfade in der Energiewirtschaft und in der Landwirtschaft dargestellt.

Im CP Szenario sind dabei in fast allen Staaten erhebliche Überschüsse zu erwarten. Lediglich Italien ist – infolge der landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen – nicht in der Lage, den Biomassebedarf im Land selbst bereit zu stellen. Wenn im landwirtschaftlichen Bereich eine mehr umweltorientierte Politik erfolgt, nimmt der Exportüberuss nur geringfügig ab (siehe Sensitivität 1). Dahingegen ergibt sich bei einer verstärkt umweltorientierten Politik im

Energiebereich europaweit ein reduzierter Überschuss an Biomasse mit deutlichem Importbedarf in den Ländern Großbritannien, Portugal, den BeNeLux-Staaten sowie Griechenland.

Im E+ Szenario kann die Nachfragedeckung mit heimischen Ressourcen nur in einzelnen Ländern, vor allem der EU-10, erfolgen, während die EU-15 Staaten einen deutlichen Importbedarf aufweisen.

Damit hängen die europäischen Handelsströme entscheidend von der Weiterentwicklung der energie- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen in den einzelnen Ländern ab und entscheiden, ob und in welchem Umfang sie Biomassen bzw. Bioenergieträger für den europäischen Markt bereitstellen. Hinsichtlich der Stoffströme ist dabei die Entwicklung der bevölkerungsstarken und landwirtschaftlich geprägten Staaten (Frankreich, Deutschland, Spanien, Polen) entscheidend. Wo sich die Handelsströme ausbilden hängt damit entscheidend davo ab, welche Politiken die einzelnen EU-28 Staaten verfolgen und ob und in welchem Umfang hier eine stärkere Harmonisierung und Synchronisierung durch die EU erfolgt.

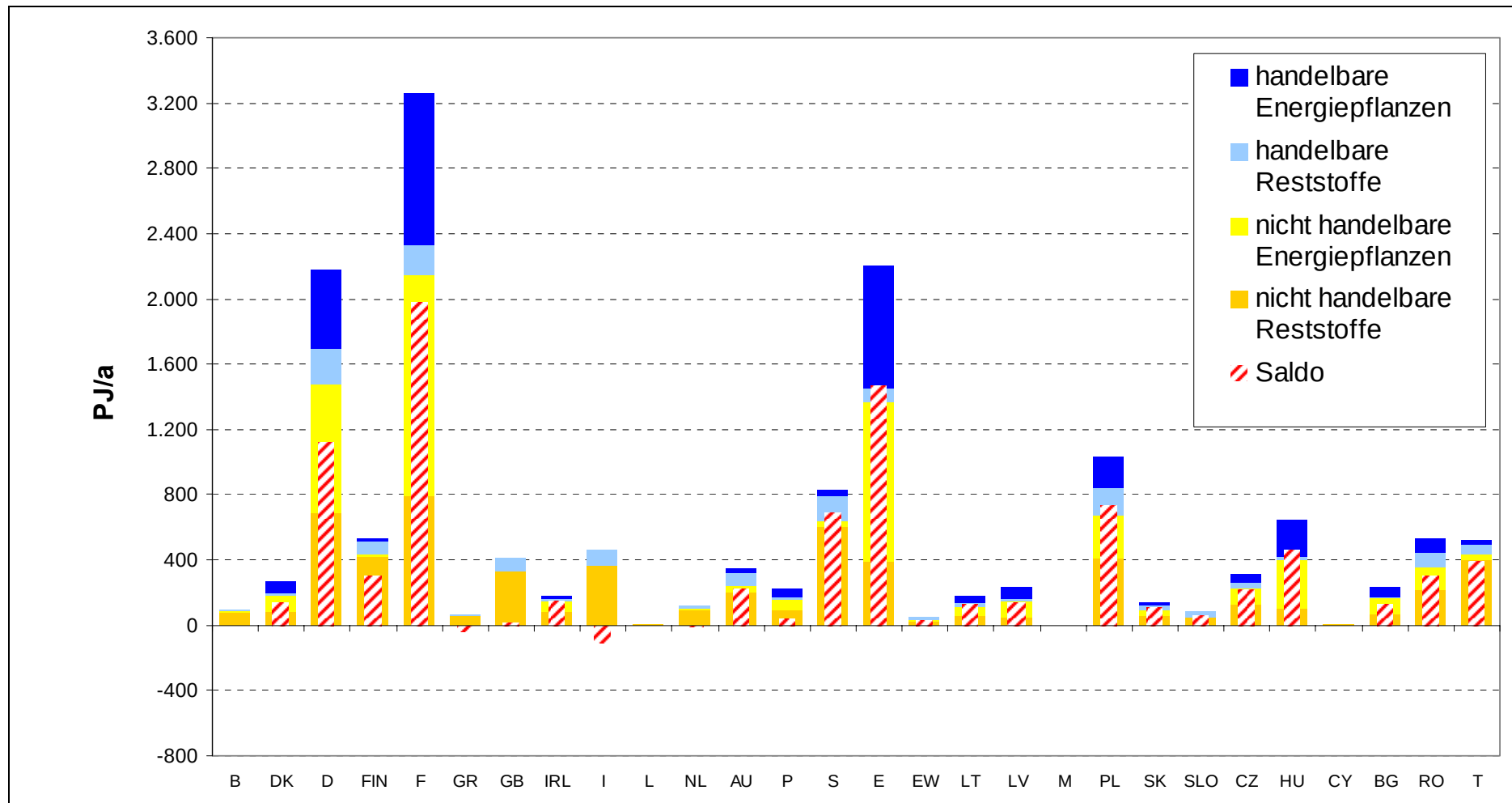


Abbildung 55: Handelbare und nicht handelbare Biomassen im Basis-CP-Szenario 2020

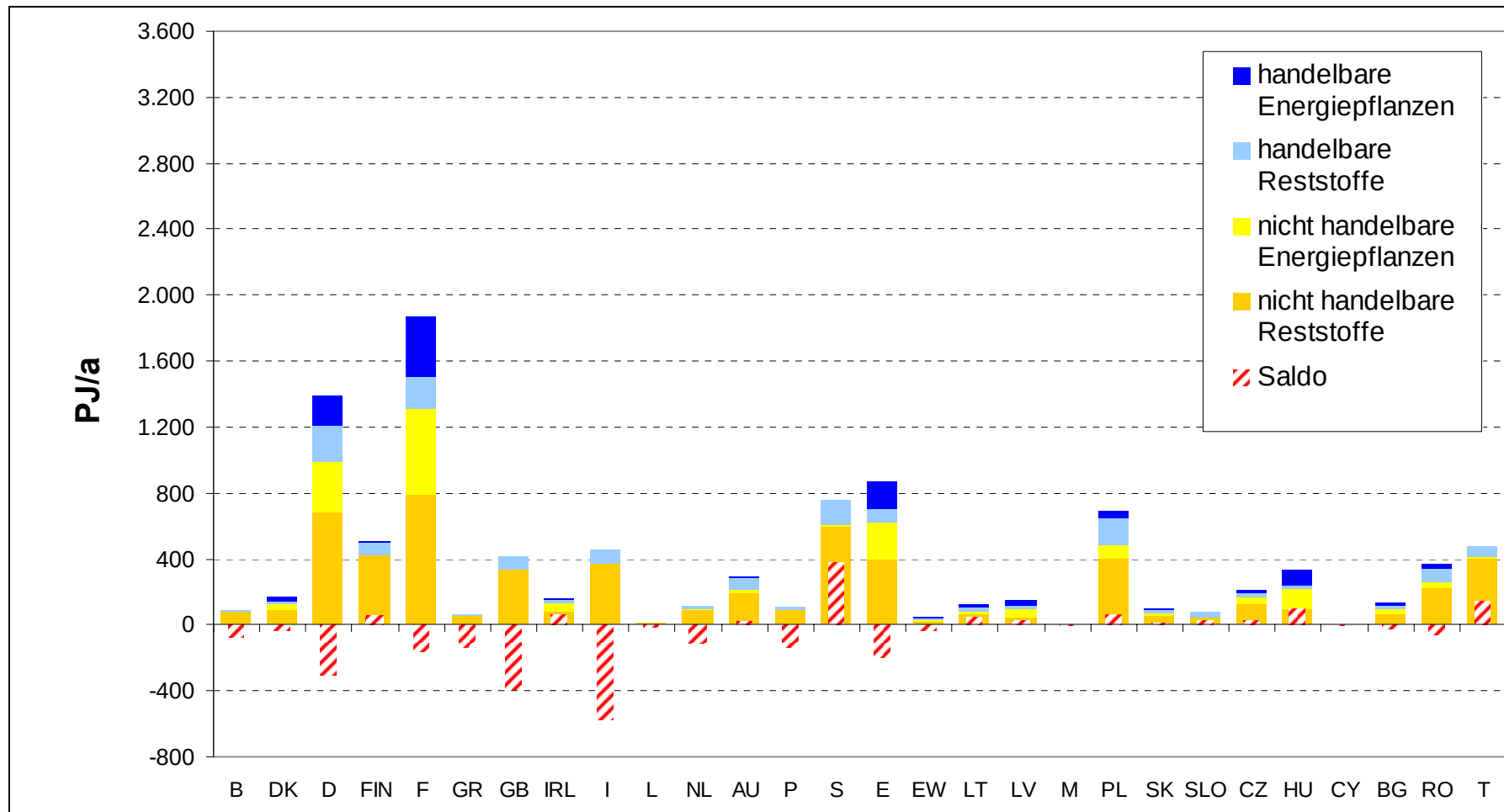


Abbildung 56: Handelbare und nicht handelbare Biomassen im E+ Szenario 2020

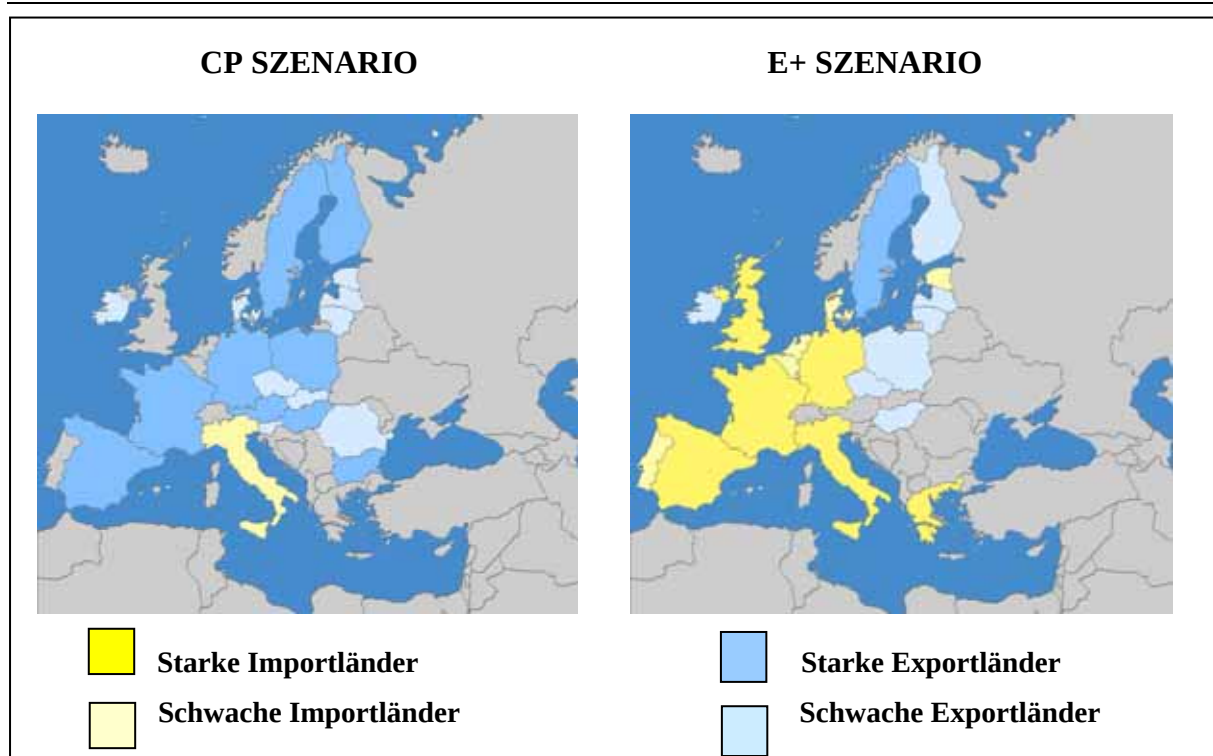


Abbildung 57: Versorgungsbilanzen in den Szenarien in der EU-28 im Jahr 2020

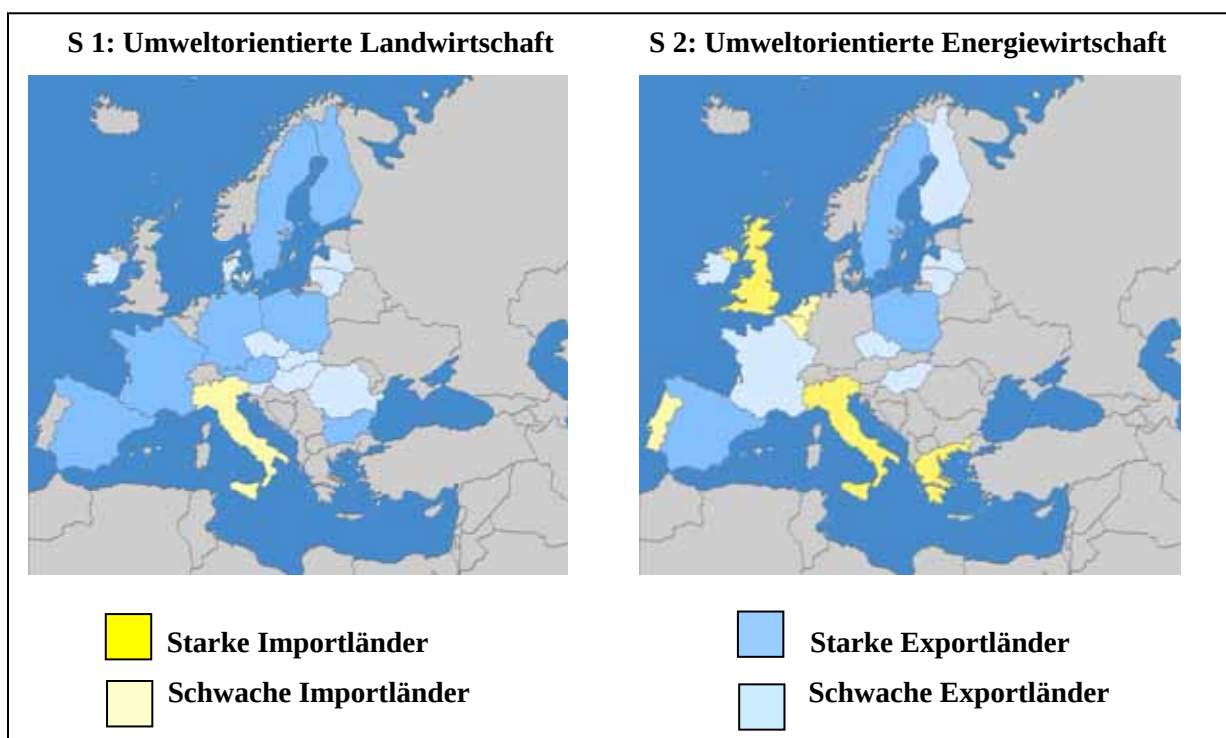


Abbildung 58: Sensitivität der Versorgungsbilanzen bei partieller Umweltorientierung des CP Szenarios in der EU-28 im Jahr 2020

5.4 Ökologische Aspekte der Bioenergiebereitstellung und -nutzung

Im folgenden Kapitel werden die Fragen des Handels mit Bioenergie in der EU-15 sowie im Bezug auf die Beitrittsstaaten (EU-10) und die Beitrittsanwärterstaaten (BAS) für die nächste EU-Erweiterung zur EU-28 (BG, RO, TR) mit Blick auf die Umweltaspekte diskutiert. Im Mittelpunkt stehen dabei die Emissionen an Treibhausgasen (THG), ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten, sowie versauernde Luftschadstoffe (als SO₂-Äquivalente)¹⁸. Ergänzend werden auch die mit den Bioenergieimporten verbundenen Kostenfragen behandelt¹⁹.

Ziel der Untersuchungen ist zu klären, ob und inwieweit es Emissions- und Kostenvorteile bei der Bereitstellung von Bioenergieträgern als Importoption für Deutschland gibt im Vergleich zur nationalen Nutzung im Exportland.

Zuerst werden die methodischen Vorgehensweise und dann die Datengrundlagen dargestellt und nachfolgend die im Projekt durchgeführten Beispielrechnungen erläutert. Die Ergebnisse werden in Bezug auf die mögliche Attraktivität des innereuropäischen Biomassehandels sowie hinsichtlich möglicher Importe aus Drittstaaten unter Umweltgesichtspunkten diskutiert.

5.4.1 Methodik

Die Umweltfragen werden auf Basis der Ergebnisse des „Stoffstrom-Biomasse“-Projektes für ausgewählte Technologien zur Bereitstellung und Nutzung von Bioenergie im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung sowie der Kraftstoffbereitstellung behandelt /201/. Diese Untersuchung stellte die wichtigsten Kenndaten und methodischen Ansätze bereit, um die

¹⁸ Die Methodik und Datenbasis erlaubt auch die Bilanzierung weiterer Emissionen (CO, NMVOC, Staub) sowie die disaggregierte Darstellung der Einzelemissionen (CO₂, CH₄, N₂O, SO₂, NO_x usw.) sowie die Ermittlung von Reststoffmengen und Ressourceninanspruchnahmen (z.B. Metalle, Fläche).

¹⁹ Dies stellt nicht den Schwerpunkt der Analyse dar, sondern dient zur Abrundung der in Umwelthinsicht getroffenen Aussagen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Logistik- und Transportkosten nur in vereinfachter Form als orientierende Werte berücksichtigt werden konnten. Eine genauere Analyse hätte den Rahmen dieser Studie überschritten.

Bioenergienutzung in Deutschland zu analysieren und entsprechende Technologien zu vergleichen.

Dabei wurde die sog. *Stoffstromanalyse* als methodische Grundlage gewählt, bei der die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen (z.B. Raumwärme, Strom, Personenverkehr) über alle vorgelagerten Prozessstufen bis zur Primärenergiebereitstellung bilanziert und dabei auch die Herstellung der notwendigen Anlagen sowie Hilfsenergie- und Hilfsstoffeinsätze sowie Transporte einbezogen werden (Abbildung 59). Die Stoffstromanalyse wurde auch für die vorliegende Studie verwendet, um die Umwelt- und orientierenden Kostenbilanzen durchzuführen. Eine nähere Darstellung der Methodik der Stoffstromanalyse im Bereich der Bioenergie gibt die Literatur /201/.

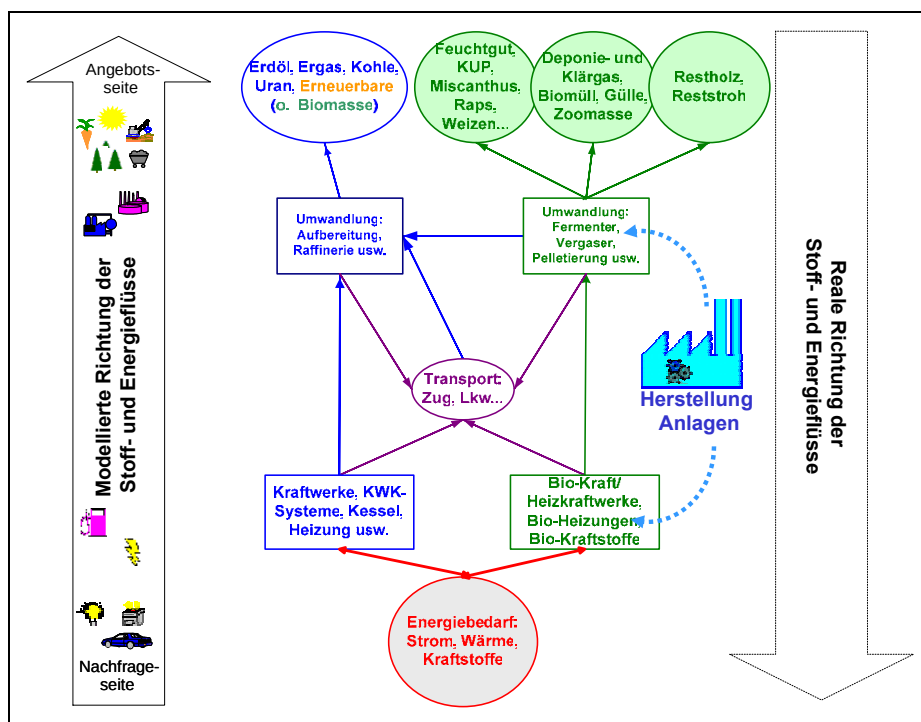


Abbildung 59: Der Ansatz der Stoffstromanalyse im Bereich Biomasse
Quelle: /201/

Die Stoffstromanalyse modelliert – entgegen der Richtung der realen Flüsse – von der Nachfrage bis zu den Ressourcen und kann mit diesem „bottom-up“-Ansatz eine vollständige Erklärung aller Effekte leisten. Zudem lässt sich damit relativ einfach auch die Konsequenz von geänderten – z.B. technologisch verbesserten – Prozessketten bestimmen. Die datenseitige Erfassung und Bilanzierung erfolgt wie im „Stoffstrom“-Vorhaben auf Grundlage

des Computermodells GEMIS²⁰, das für Lebenswegbetrachtungen und Stoffstromanalysen einen breiten Datenhintergrund bietet und auch alle notwendigen Berechnungen integriert bereitstellt. Dabei werden in GEMIS auch die Koppelprodukte, die z.B. bei der Bereitstellung von RME oder BtL entlang der Vorketten mit entstehen, durch Gutschriften in die Bilanz eingerechnet²¹.

Die prinzipielle Struktur der GEMIS-Datenbank zeigt Abbildung 60.

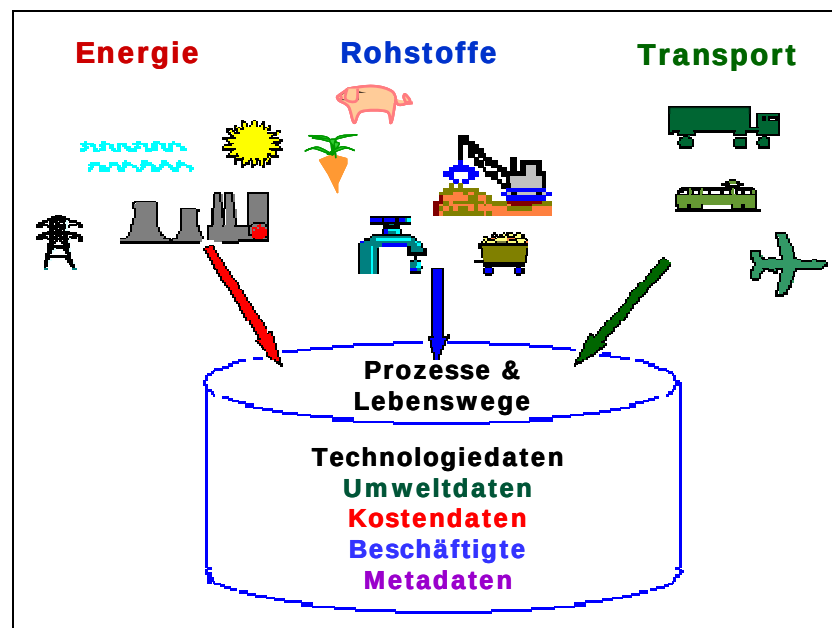


Abbildung 60: GEMIS als Datenbank für Stoffstromanalysen
Quelle: /201/

GEMIS enthält eine detaillierte Beschreibung aller Einzelprozesse. Durch die Verknüpfung dieser Einzelprozesse über Input- und Hilfsenergie- bzw. Hilfsstoff- sowie Transportlinks werden ganze Prozessketten automatisch erzeugt. Die Bilanzierung von Umwelteffekten kann dadurch bis auf die Ebene aller Einzelprozesse hin aufgelöst, aber auch regional oder sektoral aggregiert werden.

²⁰ Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme – siehe www.gemis.de

²¹ GEMIS kann jedoch die Ergebnisse auch „brutto“, d.h. ohne Verrechnung von Gutschriften für Nebenprodukte, ausgeben. Damit lässt sich die Sensitivität der Ergebnisse in Bezug auf die Koppelproduktverwendung analysieren.

Neben Datenbank und Bilanzierung bietet GEMIS auch Hilfen zur Ergebnisanalyse, Im- und Exportroutinen sowie Schnittstellen zur Internet-Datenbank ProBas des Umweltbundesamts.

In Bezug auf die hier interessierende Biomasse als Energieträger bietet GEMIS zudem durch die *explizite Modellierung* von Brennstoffen über deren Elementaranalyse auch eine automatische Berechnung der Stoffströme für Kohlenstoff, Asche und Halogene.

Weiterhin kann GEMIS automatisch die mit den Transporten von Brennstoffen verbundenen Umwelteffekte bilanzieren, soweit Transportdistanz und Transportsystem gewählt werden.

5.4.2 Datengrundlagen zur Umweltanalyse

5.4.2.1 Daten zu Bioenergieprozessen

Die Datengrundlage der vorliegenden Studie stützt sich im Bereich der Umweltfragen auf den im „Stoffstrom“-Projekt entwickelten Datenkern für Bioenergieprozesse für Deutschland, nutzt jedoch zusätzlich aktualisierte Daten für *BtL und Bioethanol*, die von IE bereitgestellt und vom Öko-Institut überprüft wurden /204/.

5.4.2.2 Daten zu Strom und Transportprozessen

Weiterhin wurde die im Rahmen eines EEA-Projekts durchgeführte Aktualisierung und Ergänzung der GEMIS-Datenbasis für die EU-28-Länder im Strombereich (Fritsche u.a. 2005) verwendet, um die Modellierung der Importoptionen durchzuführen. Ergänzend wurden auch die Mineralölvorketten für Dieselkraftstoff in den Ländern CZ, HU, PL und RO für die Jahre 2000 bis 2020 aus Angaben der IEA und den Länderberichten im Rahmen der Klimarahmenkonvention modelliert.

5.4.2.3 Daten zur Biomassebereitstellung

Darüber hinaus wurden im vorliegenden Projekt Daten aus VIEWLS (2005) und dem zugrunde liegende Daten des IE verwendet, um die Biomassebereitstellung in den ausgewählten Exportländern abzubilden²².

Schließlich wurden die Prozessketten ergänzt um die Transportaufwände für die Bioenergie-Importe von CZ, HU, PL und RO, die sowohl den inländischen Transport (mit Lkw) als auch den Weitertransport bis zum deutschen Lager/Hafen beinhalten (mit Schiff bzw. Bahn). Die Transportmodi und Transportdistanzen wurden auf der Basis der Logistikinformationen des IE Leipzig angesetzt /205/ und die Kosten geschätzt.

Diese Daten wurden um Arbeiten des Öko-Instituts zur Bioethanolvorkette in Brasilien /206/ erweitert und in GEMIS Version 4.3 zusammengefasst, die öffentlich zur Verfügung steht (vergl. /207/).

5.4.2.4 Daten zu Brennstoffeigenschaften

Die Brennstoffdaten wurden in der vorliegenden Studie komplett aus dem „Stoffstrom“-Projekt übernommen und durch eigene Abschätzungen für die Elementaranalysen der biogenen Brennstoffe in den Exportländern auf Basis von BIOBIB (2005) ergänzt /200/.

5.4.3 Umwelteffekte der Bereitstellung von Strom und Wärme

5.4.3.1 Umwelteffekte der konventionellen Strom- und Wärmebereitstellung

Die Stromerzeugung ist in den EU-Ländern gegenüber dem Mix der bundesdeutschen Stromerzeugung sehr unterschiedlich, wie die Abbildung 61 zeigt.

²² Die Daten des IE wurden als Excel-Dateien übermittelt, einem review unterzogen und daraufhin in GEMIS importiert. Diese Daten stehen nun in GEMIS 4.3 zur Verfügung (vgl. www.gemis.de).

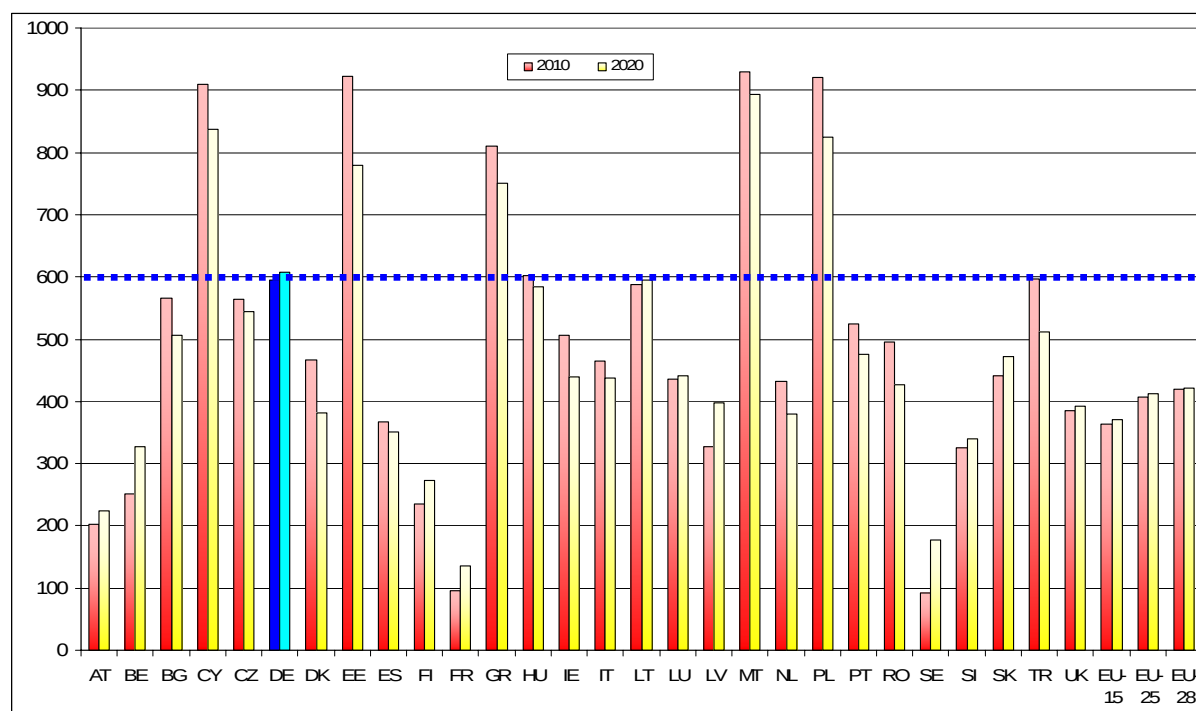


Abbildung 61: Treibhausgasbilanz der Bereitstellung von Strom frei Kraftwerksmix in DE und anderen EU-28-Ländern in 2010 und 2020
 Quelle: /211/

In vielen EU-Ländern liegen die THG-Emissionen je kWh erzeugtem Strom in 2010 und 2020 niedriger als in DE, während sie in CY, EE, GR, MT und PL darüber liegen. Insgesamt werden die THG-Emissionen bis 2020 in den meisten Ländern sinken, während sie in DE (Referenz-Szenario EWI/Prognos) bedingt durch die Umstrukturierung des Kraftwerksparks leicht ansteigen. Dies gilt auch für die meisten EU-15-Länder, deren Strommix bis 2020 durch die verstärkte Nutzung von Erdgas und z.T. Kohle emissionsintensiver wird, ohne jedoch das Niveau von DE zu erreichen.

Diese Gegenüberstellung zeigt, dass der Einsatz „heimischer“ Biomasse zur Stromerzeugung mit Blick auf die THG-Emissionen in z.B. PL mehr Entlastung bringen würde als wenn polnische Biomasse nach z.B. Deutschland exportiert und dort verstromt würde.

Dagegen wäre ein Export z.B. aus CZ oder RO und die Nutzung dieser Biomasse zur Stromerzeugung in DE potenziell „ergiebig“ als die heimische Nutzung.

Der Export von Biomasse aus EU-15-Ländern nach DE würde zwar in den meisten Fällen die Emissionen in DE senken, jedoch haben die EU-15-Länder eigene Verpflichtungen zur THG-Minderung nach dem Kyoto-Protokoll, wofür die Biomasse eine wichtige Rolle spielt. Ein Export ist daher aus deren Sicht wenig attraktiv. Allerdings könnten EU-15-Länder Biomasse

nach DE exportieren und sich über die projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls die Emissionsminderung in Deutschland anrechnen. Dies böte ggf. geringere Vermeidungskosten als die Biomassenutzung im eigenen Land. Aus deutscher Sicht hätte dies jedoch keine Umweltvorteile. Die Unterschiede in den THG-Bilanzen von Wärme aus Ölheizungen beruhen - neben unterschiedlichen raffinieriebedingten Anteilen (ca. 10%) - ganz überwiegend auf Auslandsanteilen in den Öl-Vorketten, die über die Rohölimportstruktur abgebildet werden und durch die unterschiedliche Erdölförderung und -aufbereitung sowie den Transport bedingt sind. Die über die ausländischen Öl-Vorkettenanteile verursachten THG-Emissionen liegen für Deutschland bei 30 g/kWh Nutzwärme, bei CZ, PL und RO aber bei 50 g/kWh, da diese Länder wesentlich höhere Anteile von Rohölimporten aus der (vergleichsweise emissionsintensiven) russischen Ölförderung aufweisen. Da nach dem Kyoto-Protokoll aber nur die territorialen Emissionen zählen (also die im Inland), würde zwar ökobilanziell die Einsparung beim Ersatz von Wärme aus Ölheizungen durch Biowärme auch die Auslandsanteile erfassen, aber im Rahmen des Kyoto-Protokolls bliebe dies aus Sicht der nationalen Bilanz unbeachtlich.

Da Biomasse jedoch vorrangig in der *gekoppelten* Strom- und Wärmebereitstellung (KWK-Anlagen) eingesetzt werden sollte, muss auch die Wärmebereitstellung mit berücksichtigt werden.

Tabelle 54 **Umweltbilanz der Bereitstellung von Wärme aus Ölheizungen in DE und ausgewählten anderen Ländern in den Jahren 2010 und 2020**
Quelle: /211/

Öl-Heizung in		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		[g/kWh _{Nutzwärme}]	
2010	CZ	439,2	1,3
	DE	390	0,7
	HU	433,6	1,5
	PL	459,5	1,2
2020	RO	444,4	1,5
	CZ	422,8	1,1
	DE	388,1	0,5
	HU	420,4	1,2
	PL	442,6	1,1
	RO	424,3	0,9

Diese Bilanz zeigt, dass die Öl-Heizung in DE sowohl im Hinblick auf die THG- wie auch die Luftschadstoffemissionen günstiger liegt als in den Vergleichsländern. Daher wäre die

Nutzung von Biomasse zum Ersatz von Ölheizungen (z.B. durch Pellets oder KWK-Wärme) in diesen Ländern „ergiebiger“ als in Deutschland.

Bei dieser „wärmebezogenen“ Bilanz ist jedoch zu beachten, dass die wesentlichen Unterschiede zwischen den Ländern auf den verschiedenen Importstrukturen für Rohöl beruhen (Anteil Nordsee-, OPEC- und RUS-Öl), die aus Sicht des Kyoto-Protokolls *nicht* den nationalen Emissionen zuzuordnen sind, sondern den Exportländern.

Daher böte der Ersatz z.B. von Ölheizungen in PL keine Emissionsminderung gegenüber dem Ersatz von Ölheizungen durch Biomasse in DE.

5.4.3.2 Umwelteffekte der Bereitstellung von Biomasse frei Verbraucher

Auf der o.g. Datengrundlage wurden Umweltbilanzen für die Bereitstellung von ausgewählten Bioenergieträgern aus den Beispielländern CZ, HU, PL und RO frei deutschem Verbraucher (Tankstelle, Pelletlager, Heizung usw.) mit GEMIS bestimmt.

Tabelle 55 zeigt beispielhaft die Umweltbilanz bei der Bereitstellung von Holzpellets in der Tschechischen Republik (CZ) sowie den Export nach Deutschland (DE) im Vergleich zur Bereitstellung in DE.

Entscheidend für die Bereitstellung der Holzpellets aus Sägewerksreststoffen ist der Energieeinsatz zur Pelletierung, der in CZ und DE über den jeweiligen nationalen Strommix gedeckt wird. Beim Import von Pellets aus CZ kommt noch der Transport (hier: Schiff) hinzu.

Tabelle 55 **Umweltbilanz der Bereitstellung von Holzpellets in CZ und DE**
Quelle: /211/

Holz-Pellets aus		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		g/kWh _{Endenergie} (ohne Verbrennung)	
2010	CZ Inland	14,4	0,044
	CZ frei DE	24,8	0,152
	DE	13	0,027
2020	CZ Inland	12,6	0,037
	CZ frei DE	23	0,145
	DE	13,2	0,026

Deutlich sichtbar ist der Effekt des Transports von Holzpellets beim „Import“-Fall aus CZ gegenüber der inländischen Bereitstellung.

Dieser Effekt des Transports von fester Biomasse für den Import nach Deutschland zeigt sich auch im Falle von Holzhackschnitzeln (Tabelle 56).

Tabelle 56 **Umweltbilanz der Bereitstellung von Holzhackschnitzel aus Kurzumtrieb in CZ, DE und RO in 2010 und 2020**
Quelle: /211/

Holz-Pellets aus		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		g/kWh _{Endenergie} (ohne Verbrennung)	
2010	CZ-	28,6	0,2
	CZ-Export nach DE	38,6	0,3
	DE	20,6	0,1
	RO	46,4	0,3
	RO-Export nach D	77,4	0,7
2020	CZ	31,3	0,2
	CZ-Export nach DE	41,3	0,3
	DE	20,6	0,1
	RO	50,2	0,3
	RO-Export nach DE	81,1	0,7

Anders als bei Holzpellets aus Sägewerksreststoffen ist bei der Hackschnitzelherstellung jeweils ein Dieselmotor mit nationaler Vorkette angesetzt. Der Anbau von Holz im Kurzumtrieb hat zudem je Land unterschiedliche Erträge und Aufwände (Dünger, Ernteaufwand). In den o.g. beispielhaften Exportländern CZ und RO sind hier Herstellungsaufwände für KUP-Hackschnitzel deutlich höher als in DE.

Beim Transport aus den Exportländern erhöhen sich die Emissionen – in Abhängigkeit von Transportmittel und Entfernung – signifikant, wobei dies insbesondere für die Luftschadstoffe gilt.

Vergleicht man diese Bereitstellungsemissionen jedoch mit denen z.B. einer Ölheizung (vgl. Tabelle 54), zeigt sich deutlich, dass trotz dieser Aufwände eine relativ große Einsparung durch importierte Bioenergieträger möglich wäre.

5.4.3.3 Umwelteffekte bei der Nutzung von Biomasse für Strom und Wärme

Zur effizienten Nutzung sollte Biomasse vorrangig in KWK-Anlagen eingesetzt werden. Daher wurde ergänzend ein Vergleich der Effekte des Einsatzes von Biomasse aus den Beispielländern PL und RO in KWK-Anlagen in diesen Ländern gegenüber dem Export des Brennstoffs nach DE und dem hiesigen Einsatz in KWK-Anlagen bilanziert. Die beiden

Beispielländer bilden eine gute Bandbreite im Hinblick auf Emissionen bei der Stromerzeugung, biogene Potenziale und Entfernung zu Deutschland ab, so dass sie eine Art „Korridor“ bilden, innerhalb dessen auch die große Zahl der anderen EU-Länder liegt. Dementsprechend sind die Beispiele Stellvertreter für die gesamte EU-28.

Im *Referenzfall (REF)* wird jeweils die Strom- bzw. Wärmenachfrage durch das nationale Kraftwerksmix bzw. eine Ölheizung gedeckt.

Um diesen Referenzfall mit der Biomassenutzung in KWK zu vergleichen, wurde als Basis für jedes Land die Bereitstellung von jeweils 1 kWh Strom plus 4 kWh Wärme angesetzt, da dieses Verhältnis von Strom und Wärme typisch für die dezentrale KWK mit biogenen Festbrennstoffen (Dampfmaschinen, ORC-Prozesse) ist²³. Im Referenzfall werden daher jeweils 1 kWh Strom in Polen und Deutschland und jeweils 4 kWh Wärme in polnischen und deutschen Ölheizungen nachgefragt.

Wie zuvor werden dabei die Zeitpunkte 2010 und 2020 unterschieden.

Tabelle 57 **Umweltbilanz der Bereitstellung von Strom und Wärme aus Kraftwerksmix + Ölheizung versus Holz-Hackschnitzel mit KWK in PL und DE**
Quelle: /211/

Kombination von		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		g pro 4 kWh _{th} + 1 kWh _{el} je Land	
2010	Öl-Hzg+Strom PL + Öl-Hzg+Strom DE	4 912	13,6
	Holz-HS KWK PL + Öl-Hzg+Strom DE	2 466	7,1
	Öl-Hzg+Strom PL + Holz-HS-Imp KWK DE	3 080	14
2020	Öl-Hzg+Strom PL + Öl-Hzg+Strom DE	4 750	12,4
	Holz-HS KWK PL + Öl-Hzg+Strom DE	2 401	6,8
	Öl-Hzg+Strom PL + Holz-HS-Imp KWK DE	2 848	13,9

²³ Hier wird jeweils ein Dampfmaschine-BHKW mit KUP-Hackschnitzeln angenommen versus eine 10-kW-Ölheizung und Strom aus dem nationalen Kraftwerkspark. Sowohl die Wärmeverteilung des BHKW als auch die Stromverteilung wird zur Vereinfachung nicht einbezogen.

Tabelle 57 zeigt das Ergebnis am Beispiel *polnischer* Holz-Hackschnitzel, die aus Waldrest- und Schwachholz stammen und in dezentralen KWK-Anlagen in PL oder DE eingesetzt werden.

Im Referenzfall werden ca. 5 kg an THG und knapp 14 g an Säurebildnern emittiert. Im Falle der Nutzung polnischer Holz-Hackschnitzel aus Kurzumtrieb in einer KWK-Anlage in PL und paralleler Strombereitstellung aus dem deutschen Kraftwerkspark + deutscher Ölheizung in DE können die Emissionen knapp halbiert werden.

Würden dagegen die polnischen Hackschnitzel nach DE exportiert und dort in einer – baugleichen! – deutschen KWK-Anlage eingesetzt - und entsprechend in Polen der Bedarf an Strom aus dem polnischen Kraftwerkspark und der an Wärme aus einer polnischen Ölheizung gedeckt, so lägen die Emissionen *höher*.

Dieses Ergebnis gilt – mit leicht reduzierten Werten insgesamt – auch für das Jahr 2020.

Abbildung 62 zeigt die Verhältnisse nochmals im Überblick.

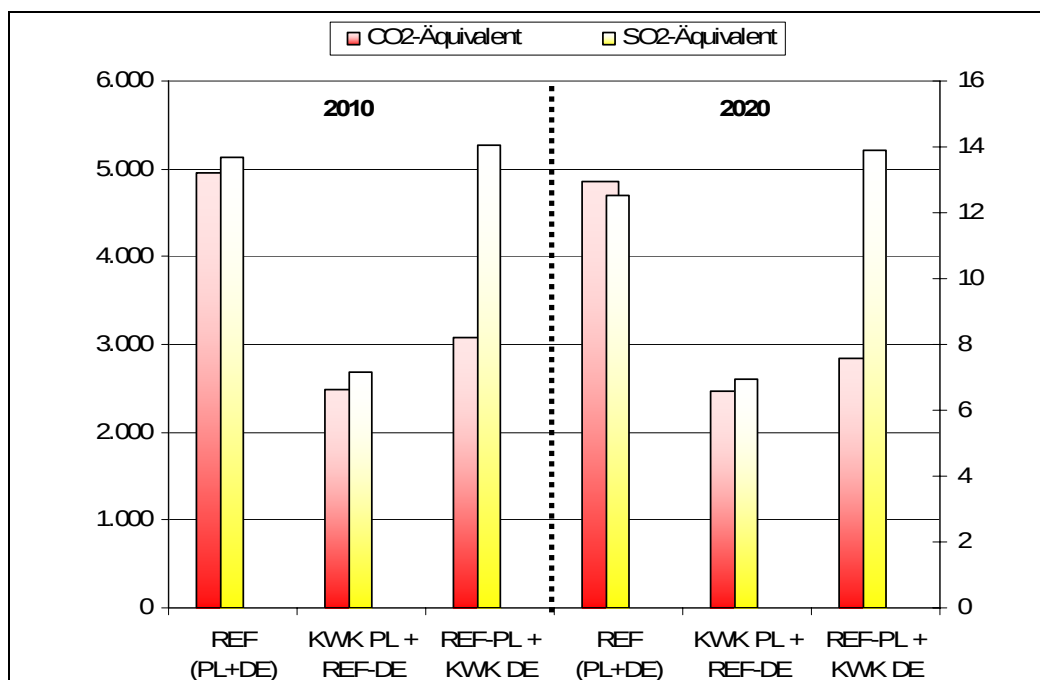


Abbildung 62: Vergleich der Nutzung von Holz-Hackschnitzeln aus polnischem KUP zur Strom- und Wärmebereitstellung mit KWK in Polen und Deutschland
Quelle: /211/

Diese Analyse zeigt, dass die „heimische“ Nutzung der polnischen Holzhackschnitzel aus Sicht des Klimaschutzes und der Luftschadstoffreduktion klar günstiger abschneidet als der Export der Hackschnitzel nach Deutschland.

Der Grund hierfür liegt im polnischen Kraftwerkspark – die KWK-Stromerzeugung aus polnischen Holz-Hackschnitzeln in Polen ersetzt mehr Emissionen als wenn die gleiche Strommenge in Deutschland eingespeist würde.

Die Transportaufwände für den potentiellen Export polnischer Hackschnitzel für die Nutzung in Deutschland spielen dagegen keine nennenswerte Rolle für die Emissionen.

Wie sieht es nun in anderen Ländern aus? Hierzu wurde ein analoger Vergleich mit Holz-Hackschnitzeln aus KUP in Rumänien (RO) durchgeführt (Tabelle 58).

Tabelle 58 **Umweltbilanz der Bereitstellung von Strom und Wärme aus Kraftwerksmix + Ölheizung versus Holz-Hackschnitzel mit KWK in RO und DE**
Quelle: /211/

Kombination von		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		g pro 4 kWh _{th} + 1 kWh _{el} je Land	
2010	Öl-Hzg+Strom RO+ Öl-Hzg+Strom DE	4.426	11,5
	Holz-HS KWK RO + Öl-Hzg+Strom DE	2.501	7,6
	Öl-Hzg+Strom RO + Holz-HS-Imp KWK DE	2.850	15
2020	Öl-Hzg+Strom RO + Öl-Hzg+Strom DE	4.279	8
	Holz-HS KWK RO + Öl-Hzg+Strom DE	2.502	7,8
	Öl-Hzg+Strom RO + Holz-HS-Imp KWK DE	2.671	12,7

Deutlich sichtbar ist, dass auch für rumänische Holz-Hackschnitzel der „heimische“ KWK-Einsatz aus Sicht der Emissionsbilanz ebenfalls günstiger ist als der Export nach DE und die dortige Nutzung in KWK-Anlagen. Dies zeigt auch Abbildung 63.

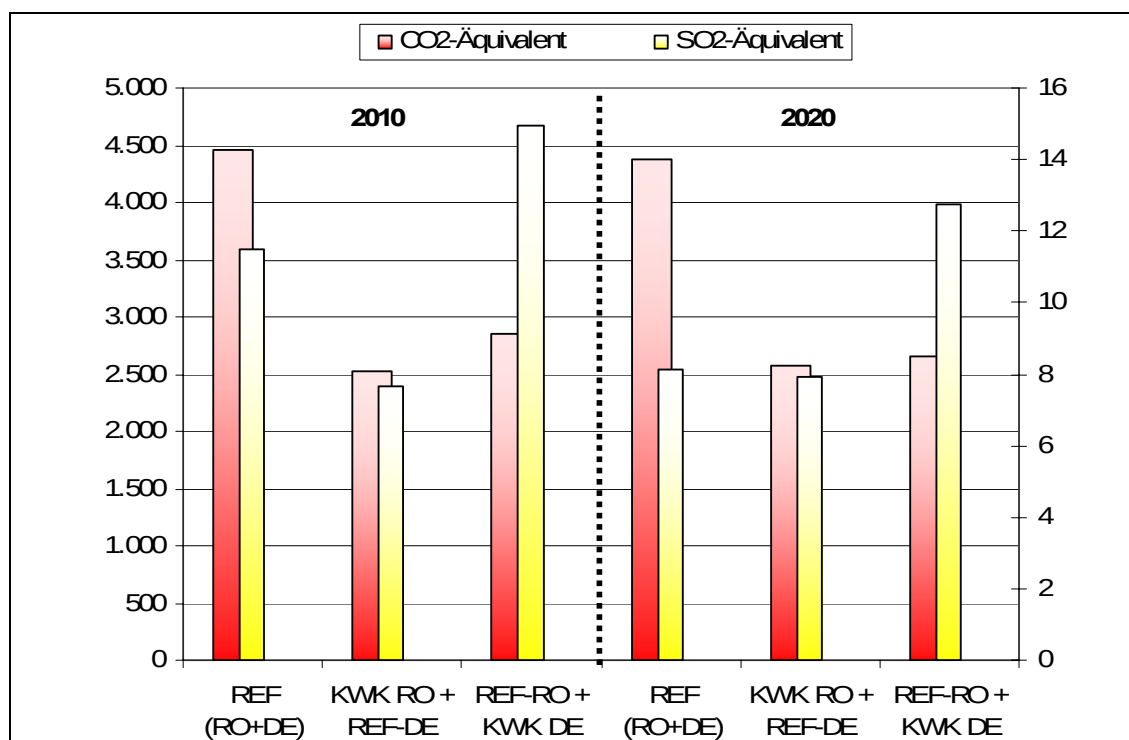


Abbildung 63: Vergleich der Nutzung von Holz-Hackschnitzeln aus polnischem Restholz zur Strom- und Wärmebereitstellung mit KWK in Polen und Deutschland
Quelle: /211/

5.4.3.4 Kosteneffekte bei der Nutzung von Biomasse für Strom und Wärme

Neben den Emissionsbilanzen wurden auch die Kosten der Varianten zur Holznutzung bestimmt. Hierbei sind die angesetzten Investitions- und Betriebskosten der Holzhackschnitzel-BHKW sowie der Ölheizungen in DE und PL gleich angenommen, während die Kosten der Holzhackschnitzel selbst sowie die Stromerzeugungskosten landesspezifisch bestimmt wurden²⁴.

²⁴ Die Kosten für das Holzhackschnitzel-BHKW sowie die Ölheizung basieren auf Fritsche u.a. (2004) /207/ und die Kosten für die Hackschnitzelbereitstellung in PL bzw. RO auf VIELWS (2005) /210/. Die Kosten des Transports für den Export nach DE stellen Schätzungen des Öko-Instituts im Rahmen dieses Projekts dar, die nationalen Stromerzeugungskosten ergeben sich aus der Berechnung von GEMIS 4.3 (vgl. /208/).

Diese ergänzende Kostenbilanz der o.g. Varianten zeigt folgende Tabelle 60:

Tabelle 59 **Kostenbilanz der Bereitstellung von Strom und Wärme aus Kraftwerksmix + Ölheizung versus Holz-Hackschnitzel mit KWK in PL bzw. RO und DE**
Quelle: /211/

Kombination von		PL vs. DE	RO vs. DE
		€ pro 4 kWh _{th} + 1 kWh _{el} je Land	
2010	Öl-Hzg+Strom + Öl-Hzg+Strom DE	0,93	0,97
	Holz-HS KWK + Öl-Hzg+Strom DE	0,66	0,67
	Öl-Hzg+Strom + Holz-HS-Imp KWK DE	0,64	0,69
2020	Öl-Hzg+Strom + Öl-Hzg+Strom DE	1,01	1,07
	Holz-HS KWK + Öl-Hzg+Strom DE	0,7	0,71
	Öl-Hzg+Strom + Holz-HS-Imp KWK DE	0,67	0,74

Im Jahr 2010 wäre die Nutzung von *polnischen* Holz-Hackschnitzeln in einer *deutschen* KWK-Anlage etwa 2 EuroCent günstiger als in polnischen KWK-Anlagen, in 2020 stiege dies auf gut 3 EuroCent an.

Die Nutzung *rumänischer* Holz-Hackschnitzel in einer *deutschen* KWK-Anlage wäre in 2010 dagegen etwa 2 EuroCent *teurer* als die „heimische“ Nutzung in Rumänien, dies stiege bis 2020 auf etwa 3 EuroCent Mehrkosten an.

Grund hierfür sind insbesondere die längeren und aufwändigeren Transportkosten für den Export von rumänischen Hackschnitzeln.

Für Rumänien wäre also auch die Kostenbilanz des *Nichtexports* günstiger, während für Polen ein leichter Kostenvorteil des Exports bestünde, da hier die Transportentfernungen ja relativ gering sind und somit kaum Kosteneinfluss haben.

Wird jedoch im Falle Polens nicht der Handel mit Holz-Hackschnitzeln, sondern der *Handel mit den vermiedenen CO₂-Emissionen* durch die „heimische“ KWK angenommen, so könnte Polen bei der heimischen Nutzung in KWK etwa 0,5 kg gegenüber der Exportoption *mehr* einsparen. Bei einem Zertifikatspreis von 20 €/t CO₂ entspräche dies pro kWh KWK-Strom rund 1 EuroCent „Einnahmen“ aus dem *Emissionshandel*, bei 40 €/t CO₂ wäre der monetäre Gleichstand erreicht.

Im Falle von Rumänien könnte ein deutscher Investor statt Holz-Hackschnitzel zu importieren ein *joint-implementation*-Projekt in Rumänien realisieren und sich so die gegenüber der Exportoption höhere CO₂-Reduktion in Rumänien „anrechnen“. Bei Preisen von 20 €/t CO₂

und rd. 0,3 kg *mehr* an THG-Einsparung gegenüber dem Referenzfall entstünde ein monetärer Wert von rd. 0,5 EuroCent.

Bei der o.g. Kostenbetrachtung ist zu beachten, dass lediglich volkswirtschaftliche Bilanzen aufgestellt wurden und bei den Investitionen mit einem einheitlichen Kapitalzins von 7 % (real) gerechnet wurde. In der Realität sind jedoch die Kapitalzinsen von Investoren in DE, PL und RO je nach institutioneller Basis und Risikoeinschätzung unterschiedlich, so dass der „Nutzen“ aus Sicht der Investoren sehr verschieden sein kann. Zusätzlich gibt es Transaktionskosten für die Durchführung des Emissionshandels sowie bei joint-implementation-Projekten, die hier nicht einbezogen wurden.

5.4.4 Umwelteffekte der Bereitstellung von Biokraftstoffen frei Verbraucher

Neben dem potenziellen Handel mit Festbrennstoffen für die stationäre Energiebereitstellung interessiert mit Blick auf vermeidbare Importe von mineralölbasierten Kraftstoffen bzw. deren Vorprodukte, wie sich die Umwelt- und Kostenbilanzen beim möglichen Import von *biogenen Kraftstoffen* darstellen.

Um dieser Frage nachzugehen, wurden die Lebenswege der Bereitstellung biogener Kraftstoffe aus verschiedenen Rohstoffen und Ländern untersucht und werden im Folgenden beispielhaft diskutiert:

- Die erste Option stellt Bioethanol dar, das als Beimischung oder auch rein in Vergaserkraftstoff für Ottomotoren eingesetzt werden kann.
- Für Dieselmotoren kann Bioethanol nur sehr begrenzt beigemischt werden – hier ist die Alternative entweder RME (aus Rapsöl) oder aber synthetischer Biodiesel aus der Vergasung von Biomasse und nachfolgender Fischer-Tropsch-Synthese (BtL).

5.4.4.1 Bioethanol

Tabelle 60 zeigt die Lebenswegemissionen von der Rohstoffgewinnung bis zum Tank im Fahrzeug („well-to-tank“), umfasst aber *nicht* die eigentliche Nutzung im Motor²⁵.

Tabelle 60 **Umweltbilanz der Bereitstellung von Bioethanol in verschiedenen Ländern (well-to-tank-Bilanz ohne Nutzung des Kraftstoffs)**
Quelle: /211/

Bio-EtOH aus		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		g/kWh _{Kraftstoff} (well-to-tank)	
2010	Weizen-CZ	215,6	0,8
	Weizen-DE	194,3	0,6
	Weizen-PL	217,7	0,7
2020	Weizen-CZ	205,7	0,7
	Weizen-DE	198,3	0,6
	Weizen-PL	207,1	0,5
2010	Zuckerrohr-BR-mit Transp.	104,9	0,9

Die Herstellung von Bioethanol aus deutschem Weizen (in Deutschland) zeigt in 2010 und 2020 jeweils geringere Emissionen als die von importiertem Bioethanol – tschechische und polnische Exporte weisen dabei fast gleiche Emissionsmengen auf. Emissionsseitig böte der Import aus diesen Ländern somit keinen Vorteil.

²⁵ Bioethanol aus verschiedenen Quellen hat praktisch identische Verbrennungseigenschaften, so dass hier nur die Emissionen interessieren, die durch Herstellung und Transport des Kraftstoffs entstehen. Für die Importe von Biokraftstoffen nach Deutschland wurde jeweils die Herstellung im Ausland und Transport des Kraftstoffs bis zur deutschen Grenze angenommen.

Anders sieht es jedoch bei Bioethanol aus Brasilien aus, das günstige Anbaubedingungen für Zuckerrohr bietet. Dessen sehr geringe THG-Bilanz wird auch durch den Transport über den Ozean nach Deutschland nicht kompensiert, wohl aber die Luftschadstoffemissionen, die höher liegen als bei allen anderen Optionen²⁶.

Bezogen auf die Kostenbilanz liegt Brasilien mit ca. 3,6 EuroCent/kWh Bioethanol (inkl. Transport) etwa gleich mit polnischem Bioethanol aus Weizen (3,3 EuroCent/kWh), jedoch deutlich unter den Kosten für deutsches Bioethanol aus Weizen (7,2 EuroCent/kWh) oder tschechischem Bioethanol aus Weizen (4,2 EuroCent/kWh).

Importe von brasilianischem Bioethanol könnten somit sowohl THG-Emissionen wie auch Kosten gegenüber deutschem Bioethanol senken, während Bioethanol-Importe aus CZ und PL (jeweils auf Basis Weizen) zwar leicht die Kosten, nicht aber die Emissionen senken würden.

Der Grund für die Kostensenkung liegt in den geringeren Gestehungskosten für Weizen in CZ und PL, die sich nach VIEWLS (2005) ergeben und die nicht durch die zusätzlichen Kosten für den Transport des im Ausland erzeugten Bioethanol nach Deutschland kompensiert würden /210/. Die Emissionsbilanzen sind – bezogen auf die Treibhausgase – mit ca. 10 % Mehremission durch Bioethanol-Importe nach DE relativ gering und würden gegenüber der Nutzung von Benzin, das aus importiertem Erdöl gewonnen wird, immer noch erhebliche Emissionsminderungen erlauben.

Die Kostenunterschiede für importiertes Bioethanol sind dagegen mit z.T. mehr als 50 % Reduktion gegenüber deutschen Gestehungskosten relevant. Interessant erscheint hier, dass die Kosten für Bioethanol-Importe aus Polen noch unter denen von brasilianischem Bioethanol liegen können.

²⁶ Ohne den Überseetransport weist Bioethanol aus Brasilien SO₂-Äquivalente von rund 0,7 g/kWh auf, was den Werten für weizenstämmiges Bioethanol aus CZ und PL entspricht. Der Überseetransport ist dagegen nur für knapp 10% der THG-Emissionen des brasilianischen Bioethanol verantwortlich.

5.4.4.2 Biodiesel

Analog zum Bioethanol wurden auch für RME Bilanzen zu deutscher und ausländischer Produktion (mit nachfolgendem Transport zur deutschen Grenze) bestimmt, die in Tabelle 61 zusammengefasst sind.

Tabelle 61 **Umweltbilanz der Bereitstellung von RME in verschiedenen Ländern (well-to-tank-Bilanz ohne Nutzung des Kraftstoffs)**
Quelle: /211/

RME aus		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		g/kWh _{Kraftstoff} (well-to-tank)	
2010	CZ	176,7	1,4
	DE	63,4	0,8
	PL	76,3	0,8
2020	CZ	159,9	1,2
	DE	60,8	0,8
	PL	63,7	0,6

Hier zeigt sich ähnlich wie bei Bioethanol, dass importiertes RME keine Einsparungen bei Treibhausgasen und Luftschadstoffen gegenüber „deutscher Ware“ zulässt. Bei den Kosten böten Importe aus Polen leicht günstigere Werte (etwa 10 % niedriger).

Interessanter erscheinen hier nicht betrachtete außereuropäische Biodiesel-Importvarianten aus z.B. Jatropha, Rizinus- oder Palmöl, für die jedoch sowohl monetär wie auch umweltseitig alternative Verwendungen (z.B. Detergentien) sinnvoller sein können. Zudem legen aktuelle Studien zu diesen Pflanzenölen nahe, dass die regionale Nutzung in den potenziellen Herstellungsländern (z.B. Brasilien, Tansania, Indien) auch wirtschaftlich attraktiver ist (vgl. /203/ sowie für Indien /209/), und es fehlt noch an praktikablen Bewertungskriterien für die nachhaltige Bereitstellung von Biokraftstoffen aus Entwicklungsländern /208/.

5.4.4.3 Synthetischer Dieselkraftstoff

Als letzte Kraftstoffvariante wird synthetischer Dieselkraftstoff aus Biomasse betrachtet, der Holzhackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) über Vergasung und nachfolgende Fischer-Tropsch-Synthese zu Kraftstoff konvertiert (sog. biomass-to-liquid = BtL bzw. FT-Diesel). Hier wurde gegenüber dem deutschen KUP-Holz der Import von entsprechendem BtL-Kraftstoff betrachtet, der aus KUP-Hackschnitzeln in den Ländern CZ, HU, PL und RO,

hergestellt wird. Der importierte Kraftstoff wurde also in den Exportländern aus dortigen KUP-Holzhackschnitzeln erzeugt und dann zur deutschen Grenze transportiert.

Die BtL-Anlagen erzeugen dabei jeweils einen Stromüberschuss, der in das nationale Netz eingespeist und entsprechende Strommengen aus dem nationalen Erzeugungsmix ersetzt. Diese kosten- und emissionsseitige Gutschrift wurde von den Gesamtemissionen der Kraftstoffbereitstellung abgezogen, d.h. die Emissionsbilanz ist „netto“ angegeben (Tabelle 62).

Tabelle 62 **Umweltbilanz der Bereitstellung von BtL aus Kurzumtriebsholz in verschiedenen Ländern (well-to-tank-Bilanz ohne Nutzung des Kraftstoffs)**
Quelle: /211/

BtL-Holz-KUP (netto) aus		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent
		g/kWh _{Kraftstoff} (well-to-tank)	
2010	CZ-	-81,5	0,7
	DE	-102,2	0,6
	HU	-67,9	0,6
	PL	-67,9	0,6
	RO	-14,8	0,7
2020	CZ	-75,6	0,7
	DE	-105,3	0,6
	HU	-63,2	0,7
	PL	-121,4	-0,2
	RO	13,9	1

Der Effekt dieser Gutschrift ist in der THG-Bilanz deutlich sichtbar: ein nennenswerter Teil der Biomasse wird in der BtL-Anlage nicht zu Kraftstoff, sondern über die Nutzung von Restgas in einer GuD-Anlage zu Strom umgesetzt wird, der bilanztechnisch durch eine Gutschrift vom Gesamtaufwand für FT-Diesel abgezogen wird. Damit ergeben sich i.d.R. negative THG-Bilanzen.

Am günstigsten schneidet hier BtL aus polnischem KUP-Holz ab, das sowohl in 2010 als auch in 2020 geringere Emissionen zeigt als BtL aus deutschem KUP-Holz. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Stromgutschrift in PL besonders hoch ausfällt.

Der gegenteilige Effekt zeigt sich für BtL aus Rumänien: dort würde aufgrund des relativ CO₂-armen Kraftwerksparks, dessen spezifische Emissionen bis 2020 sogar absinken werden (vgl. Tabelle 54), die BtL-Herstellung bis 2010 nur eine relativ geringe Gutschrift erhalten, und bis 2020 würde sogar eine insgesamt positive Bilanz auftreten. Hier wäre daher der Export von rumänischen KUP-Holzhackschnitzeln nach Deutschland und die Konversion in

einer deutschen BtL-Anlage emissionsseitig deutlich günstiger bei nur geringfügig höheren Kosten, die aufgrund des Transports der gegenüber BtL heizwertärmeren Hackschnitzel aufträten.

Bei den Kosten liegt deutsches BtL aus KUP bei 9 EuroCent/kWh, während für importiertes BtL aus den anderen Ländern Werte von 4,5 (PL) bis 6,5 (H) EuroCent/kWh (in 2010) bzw. 5,8 (PL) bis 7,8 (H) EuroCent/kWh (in 2020) möglich wären.

5.4.4.4 Gegenüberstellung der Kraftstoffoptionen

Tabelle 63 stellt die gesamten Teilergebnisse für die Kraftstoffimportvarianten gegenüber, jeweils für die Jahre 2010 und 2020.

Tabelle 63 **Übersicht zu den Umwelt- und Kostenbilanzen der untersuchten Biokraftstoffvarianten**
Quelle: /211/

		CO ₂ -Äquivalent	SO ₂ -Äquivalent	Steuern
		[g/kWh _{Kraftstoff}]		[€cent/kWh _{Kraftstoff}]
2010	Bio-EtOH-Weizen-CZ	215,6	0,8	4,2
	Bio-EtOH-Weizen-DE	194,3	0,6	7,2
	Bio-EtOH-Weizen-PL	217,7	0,7	3,3
	Bio-EtOH-Zuckerrohr-aus-BR	104,9	0,9	3,6
	RME-CZ	176,7	1,4	7,5
	RME-DE	63,4	0,8	7,7
	RME-PL	76,3	0,8	7,3
	BtL-Holz-KUP-CZ	-81,6	0,7	5,9
	BtL-Holz-KUP-DE	-102,2	0,6	8,8
	BtL-Holz-KUP-HU	-67,9	0,6	6,5
	BtL-Holz-KUP-PL	-146,6	-0,2	4,5
	BtL-Holz-KUP-RO	-14,8	0,7	6,3
2020	Bio-EtOH-Weizen-CZ	205,7	0,7	4,5
	Bio-EtOH-Weizen-DE	198,3	0,6	7,8
	Bio-EtOH-Weizen-PL	207,1	0,5	3,5
	RME-CZ	159,9	1,2	7,8
	RME-DE	60,8	0,8	8,2
	RME-PL	63,7	0,6	7,9
	BtL-Holz-KUP-CZ	-75,7	0,7	7,2
	BtL-Holz-KUP-DE	-105,3	0,7	9
	BtL-Holz-KUP-HU	-78,4	0,6	7,8
	BtL-Holz-KUP-PL	-138	-0,4	5,8
	BtL-Holz-KUP-RO	13,9	1	7,6

Abbildung 64 und Abbildung 65 stellen die THG-Bilanzen und Kosten für 2010 und 2020 gegenüber.

Bei der Kostenentwicklung bis 2020 ist zu beachten, dass hier nur die Effekte der Preissteigerung für die biogenen Inputs (Weizen, Raps, KUP-Holz) einbezogen sind, *nicht* jedoch mögliche Lerneffekte durch die Weiterentwicklung der Konversionstechnologien²⁷.

Ganz offensichtlich sind die BtL-Varianten unter Emissionsgesichtspunkten die günstigsten und zeigen auch bei den Kosten vor allem für PL niedrige Werte, die durchaus mit *unversteuerten* fossilen Kraftstoffen konkurrieren könnten.

Bei den Kraftstoffen ist jedoch zu beachten, dass vor allem die unter Umwelt- und Kostengesichtspunkten für Importe „attraktiven“ EU-Länder CZ und PL durchaus Interesse an der Nutzung der biogenen Kraftstoffe *im eigenen Land* haben, da auch sie Treibhausgasreduktionspflichten haben und die Zahlungsbilanz durch vermiedene Ölimporte verbessern könnten.

Die – wie bei den Festbrennstoffen mögliche – Umrechnung der möglichen CO₂-Reduktion in monetäre Werte ist bei den Biokraftstoffen nicht direkt möglich, da der Transportsektor (noch) nicht dem Emissionshandel unterliegt. Inwieweit durch *joint-implementation*-Ansätze im Verkehrssektor ein projektbezogener „Handel“ mit CO₂-Zertifikaten statt mit Biokraftstoffen möglich und sinnvoll wäre, muss hier angesichts der ungeklärten Monitoring- und Verifikationskosten für solche Projekte offen bleiben.

²⁷

Zu den für biogene Kraftstoffe möglichen Lernkurven siehe /201/

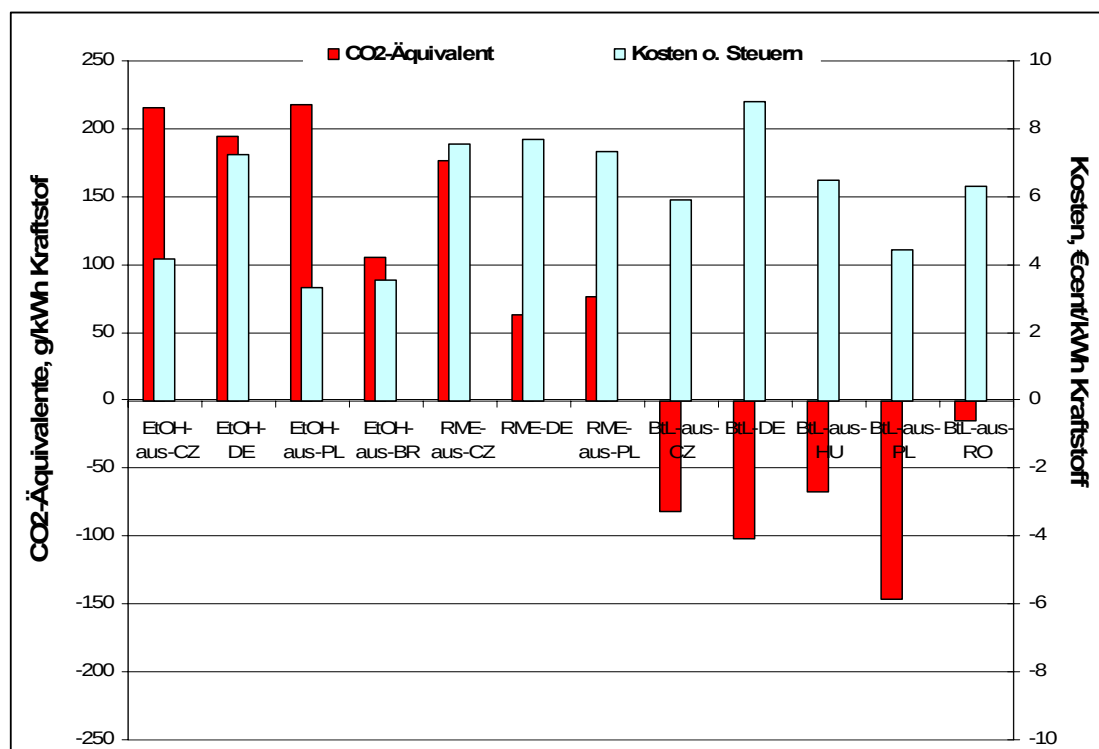


Abbildung 64: THG- und Kostenbilanzen für die Biokraftstoffvarianten im Jahr 2010
Quelle: /211/

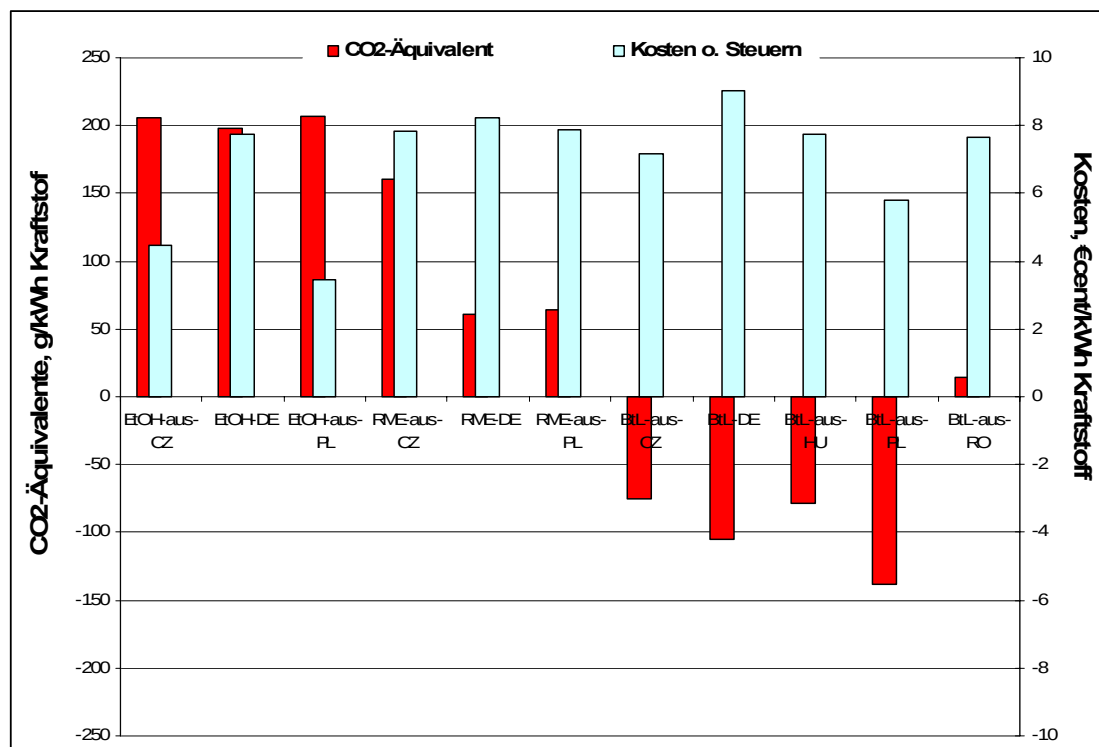


Abbildung 65: THG- und Kostenbilanzen für die Biokraftstoffvarianten im Jahr 2020
Quelle: /211/

5.4.5 Zusammenfassung zur Umweltanalyse

Die Beispiele zeigen, dass die Umweltbilanzen eines möglichen Biomassehandels je nach Land und Rahmenbedingungen verschieden ausfallen können – die KWK-Stromerzeugung ist immer dort günstig, wo relativ hohe Emissionen bei der Stromerzeugung auftreten (z.B. PL), während für Länder mit relativ „emissionsarmer“ Stromerzeugung ein Export sinnvoller sein kann (z.B. RO).

Die „heimische“ Nutzung biogener Ressourcen in den Erzeugerländern erscheint nach unseren Ergebnissen im Bereich der KWK teilweise günstiger als der Export, die THG- und Luftschadstoffbilanzen sind in der Regel attraktiver als die Exportoption.

Auch die nur für Wärme gerechneten Beispiele (Holzpellets) ergeben entsprechende Resultate, da auch die „heimische“ biogene Wärmebereitstellung in den Erzeugerländern günstigere Emissionsbilanzen aufweist als der Export nach Deutschland.

Im Falle der deutschen Importe belegen die gewählten Extrembeispiele PL und RO, dass der Biomasseexport keinen THG-Vorteil bietet und zu leicht höheren Luftschadstoffemissionen führen würde. Die monetären Vorteile sind – soweit vorhanden – eher gering und ließen sich zumindest teilweise durch den Emissionshandel kompensieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit wenigen Ausnahmen sowohl der Import von Festbrennstoffen (Pellets, Hackschnitzel) als auch von biogenen Kraftstoffen (Bioethanol, RME, BtL) gegenüber der Produktion aus „heimischen“ Ressourcen keine Umweltvorteile bringt und auch die Kosteneffekte eher gering sind. Die Ausnahme ist Bioethanol aus PL und Brasilien sowie BtL aus PL.

Mit Blick auf die EU-Situation und mittelfristige Entwicklung ist somit kein nennenswerter Anreiz gegeben, Biomasse in größerem Umfang zwischen den Mitgliedstaaten bzw den Beitrittskandidaten zu handeln. Die z.T. vorhandenen Unterschiede bei den Treibhausgasemissionen ließen sich weitestgehend *auch ohne* physische Importe von Bioenergieträgern durch die flexiblen Instrumente des Kyoto-Protokolls (joint implementation, Emissionshandel) realisieren.

Die z.T. beachtlichen Kostenvorteile potenzieller Importe von Bioethanol und FT-Diesel aus Polen sowie BtL aus CZ müssen zudem vor dem Hintergrund der Attraktivität solcher Kraftstoffe für die „heimische“ Nutzung in CZ bzw. PL gesehen werden, da sich so die

Außenhandels- und Zahlungsbilanz durch vermiedene Importe von fossilen Energieträgern bessern kann.

Welche Option diese Länder realiter wählen, wird von der Entwicklung der CO₂-Zertifikatspreise²⁸ einerseits und der für die Rohölpreise andererseits abhängen. Bei den bis 2020 absehbaren CO₂-Preisen unter 30 €/t und Ölpreisen um 50 \$/barrel wird die Attraktivität des Exports gegenüber der heimischen Nutzung eher gering sein – dies gilt auch für Bioethanol und BtL aus Polen und der Tschechischen Republik.

²⁸ Bei den Biokraftstoffen müssen hier auch die Transaktionskosten für „joint-implementation“-Projekte beachtet werden, so lange der Verkehrssektor nicht in das europäische Emissionshandelsregime einbezogen wird.

6 Biomassemärkte

6.1 Holzmärkte

Holz und Holzprodukte werden wie andere Waren auch weltweit gehandelt. Erzeuger und Abnehmer befinden sich nicht selten auf unterschiedlichen Kontinenten. Unter dem Begriff Holzprodukte werden eine Reihe ganz unterschiedlicher Produkte zusammengefasst. Das sind Rohhölzer wie (Säge)Rundholz, Industrieholz und Brennholz, so genannte Roh- und Halbwaren wie Schnittholz, Furniere und Holzwerkstoffe aber auch Papier, Pappe und Zellstoff und Fertigwaren wie Möbel und Verpackungen. Verglichen mit den Halb- und Fertigwaren aber auch landwirtschaftlichen Produkten hat stofflich verwertetes Rohholz einige Besonderheiten. Es ist hinsichtlich seiner Eigenschaften relativ inhomogen. Rohholz ist nicht gleich Rohholz, sondern wird nach Holzart, Dimension und Qualität und Verwendungszwecke unterschieden. Diese Inhomogenität ist Ursache dafür, dass stofflich verwertetes Rohholz nur in sehr geringem Umfang an Warenterminbörsen gehandelt wird. Anders als für die meisten landwirtschaftlichen Produkte lässt sich daher für Rohholz kein tagesaktueller Weltmarktpreis ermitteln. Die Preisbildung erfolgt auf „regionalen Märkten“ für eine bestimmte Holzart oder Holzartengruppe (z. B. Laub- oder Nadelholz) bestimmter Dimension und Qualität. Preisunterschiede zwischen „regionalen Märkten“ sind daher die Regel. Preisangleichungen finden verzögert statt. Anders ist dies bei einer Vielzahl von Halb- und Fertigwaren, vor allem Papier, Karton und Zellstoff. Hier erfolgt die Preisbildung wie für andere homogene Güter auf dem Weltmarkt.

Für Brennholz bzw. Energieholz (Hackschnitzel), das zum Rohholz gezählt wird, wäre unabhängig davon, ob sich tatsächlich ein globaler Handel etablieren würde, die Preisbildung auf dem Weltmarkt aufgrund der homogenen Produkteigenschaften durchaus vorstellbar, da Holzart, Dimension und Qualität für die Preisbildung keine entscheidenden Faktoren wären, sondern nur der Nettobrennwert (untere Heizwert).

Welches die Zentren des Handels mit Holzprodukten weltweit sind, soll im Folgenden dargestellt werden. Die Darstellung beruht auf Auswertungen der Statistik der FAO (FAOSTAT). Ziel ist es, die Größenordnung und Richtung der Handelsströme aufzuzeigen und deutlich zu machen wie ausgeprägt der Handel mit Holzprodukten ist.

6.1.1 Globale Holzhandelsströme

Weltweit wurden im Mittel der letzten drei Jahre jährlich Holzprodukte im Wert von 150 Mrd. US\$ exportiert. Wertmäßig den größten Anteil daran hatten mit insgesamt 82 Mrd. US\$ Papier, Pappe und Zellstoff. Holzwerkstoffe waren wertmäßig am weltweiten Export mit rund 20 Mrd. US\$ beteiligt. Der weltweite Export von Rundholz hatte im selben Zeitraum ein Volumen von etwa 8 Mrd. US\$ pro Jahr.

Schwerpunkte des internationalen Handels mit Holzprodukten sind Nordamerika, Europa und mit einigem Abstand Südostasien, hier vor allem Japan. Der Intra-Handel in Europa und Nordamerika machen insgesamt fast 50 % des weltweiten Handelsvolumens aus. Betrachtet man die Handelsströme der unterschiedlichen Produktgruppen, so ergibt sich folgendes Bild /130/.

Die größten Rohholzexporteure sind die Russische Föderation, Kanada und die USA. Hauptimporteure dieses Rohholzes sind die EU und Japan. Weltweit der größte Abnehmer von Hackschnitzeln ist Japan. Gedeckt wird der hohe Bedarf Japans durch Importe aus Nord- und Südamerika sowie Ozeanien. Der weltweite Export von Holzwerkstoffen ist vergleichsweise gering ausgeprägt. Der Intra-Handel in Nordamerika, der EU und Südostasien dafür aber umso intensiver. Gleiches gilt für Papier, Pappe und Zellstoff.

Ein weltweiter Handel mit Energieholz findet bisher so gut wie nicht statt. Das ungünstige Verhältnis von Warenwert zu Transportkosten macht den weltweiten Handel in der Regel unwirtschaftlich. Das aus den großen Rohholzexportstaaten Russland und Kanada Energieholz in die EU exportiert wird, kann anhand der zur Verfügung stehenden Statistiken nicht bestätigt werden.

6.1.2 Handelsströme ausgewählter Holzprodukte in der EU

Innerhalb der EU haben sich zwischen den Mitgliedstaaten relativ stabile und eng verflochtene Handelsbeziehungen entwickelt. Gleichzeitiger Export und Import von z. B. Rundholz zwischen zwei Mitgliedstaaten ist keine Seltenheit. Größere Veränderungen des Handelsvolumens oder die Etablierung einer neuen bilateralen Handelsbeziehung treten bei veränderten Marktbedingungen auf, deren Ursache vielfältig sein kann. So kann die Veränderung politischer Rahmenbedingungen auf nationaler und internationaler Ebene, wie

die Installierung von Förder- oder Marktregulierenden Instrumenten oder – viel grundsätzlicher – der Zusammenbruch eines Staates oder Staatenverbundes zu gravierenden Veränderungen der Handelsströme und -beziehungen führen. Auf europäischer Ebene sind die Schaffung eines europäischen Binnenmarktes, nationale Förderinstrumente wie das EEG in Deutschland oder der Zusammenbruch der Sowjetunion und des RGW Beispiele dafür. Neben diesen Veränderungen, die z. T. langfristige Wirkungen haben, können natürliche Ereignisse wie Stürme oder Schädlingskalamitäten das Handelsvolumen und Handelsströme von Holzprodukten kurzfristig stören. Nachdem das Sturm- oder Kalamitätsholz abgeflossen ist, stellt sich in der Regel meist schon im Folgejahr wieder die alte Marktsituation ein.

Um einen Eindruck von Ausprägung und Volumen des innereuropäischen Handels mit den teilweise oder vollständig energetisch genutzten Holzprodukten Hackschnitzel und Brennholz zu erhalten, werden nachfolgend für das Jahr 2001 jeweils die bedeutendsten Handelsströme dieser Produkte graphisch als Flussdiagramm dargestellt. Um das Volumen der Handelsströme einordnen zu können, dienen die Handelsströme von Rundholz als Referenzgröße. Datengrundlage der graphischen Darstellungen ist der World Trade Analyzer (WTA). Aus Gründen der Datenverfügbarkeit kann FAOSTAT nicht als Quelle herangezogen werden.

6.1.2.1 Rundholzhandelsströme

Rohholz wird innerhalb der EU-28 Staaten überwiegend als Rundholz gehandelt. Das Gesamthandelsvolumen betrug im Jahr 2001 etwa 1,3 Mrd. US\$. Es ist das nach Menge und Wert am stärksten gehandelte Rohholzprodukt. Am Handelsvolumen gemessen, sind die Handelsströme innerhalb der EU-28 Staaten zwischen Deutschland und Österreich sowie der Tschechischen Republik und Österreich am stärksten ausgeprägt (Abbildung 66). Die großen Verarbeitungskapazitäten der österreichischen Säge- und Holzwerkstoffindustrie erzeugen einen Nachfragesog, der durch Rundholzexporte aus den Nachbarländern ausgeglichen wird. Gleichzeitig findet aber auch ein nennenswerter österreichischer Rundholzexport nach Italien statt.

Zu den bedeutenden Rundholzexporteuren gehören seit Mitte der 90iger Jahre auch die beiden baltischen Staaten Litauen und Estland. Nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion haben sich schwedische und finnische Unternehmen diese Rohstoffquellen erschlossen. Die

bedeutenden Rohholzexporte nach Schweden sind ein wesentlicher Grund für den z. Zt. über dem jährlichen Holzzuwachs liegenden Holzeinschlag Litauens (vgl. 3.1.1.2.3). Der bedeutendste Rundholzimporteur Europas ist Finnland. Die große Nachfrage der finnischen Papier- und Zellstoffindustrie wird aber überwiegend aus Russland und nicht aus anderen Mitgliedstaaten der EU befriedigt. 2001 lag das Importvolumen aus Russland bei mehr als 330 Mio. US\$.

Abbildung 66 zeigt auch, dass bedeutender Rundholzhandel zwischen benachbarten Staaten statt findet. Grund hierfür sind die mit zunehmender Transportdistanz steigenden Transportkosten. Der Überlandtransport über große Distanzen mit dem LKW ist nur bei hochwertigem Rundholz wirtschaftlich vertretbar. Geringerwertiges Rundholz kann wirtschaftlich über lange Distanzen meist nur per Bahn oder Schiff transportiert werden.

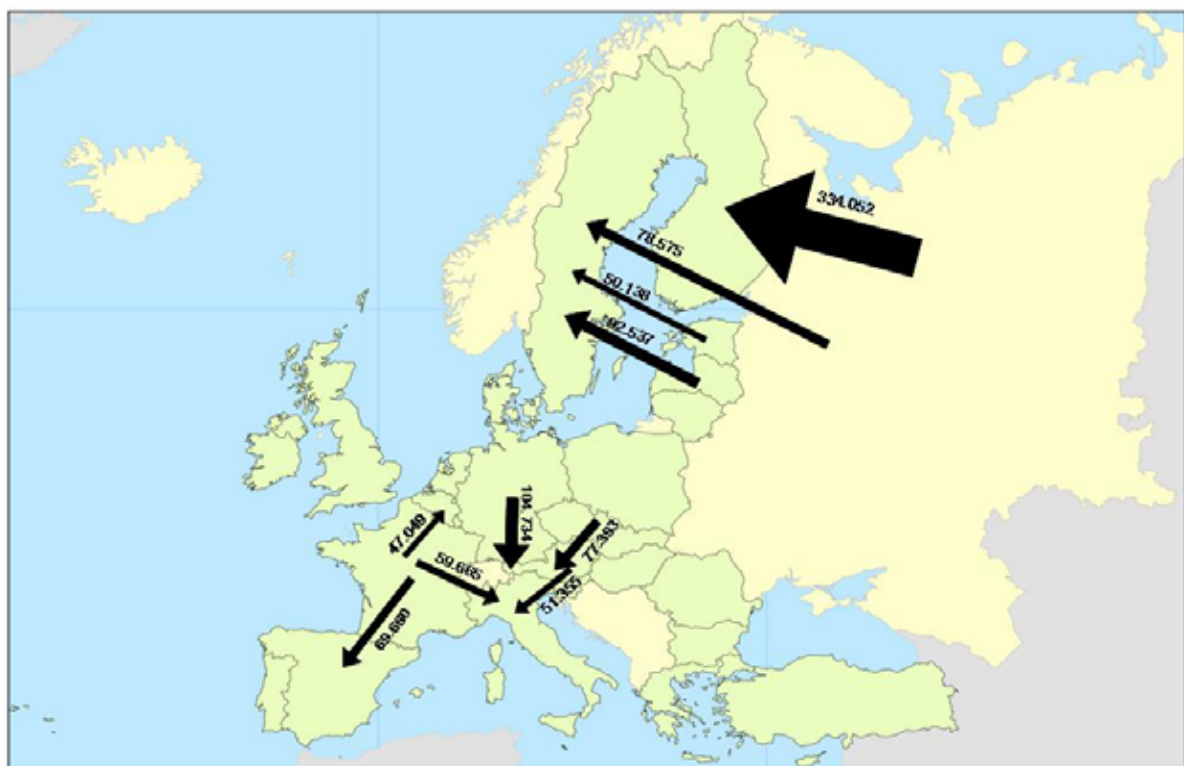


Abbildung 66: Die bedeutendsten Rundholzhandelsströme Europas im Jahre 2001 in 1000 US\$

6.1.2.2 Hackschnitzelhandelsströme

Holzhackschnitzel und Holzspäne können aufgrund ihrer Beschaffenheit sowohl stofflich als auch energetisch verwertet werden. Zu welchen Anteilen dies mit den gehandelten

Hackschnitzeln und Spänen geschieht, ist nicht bekannt. Man kann allerdings davon ausgehen, dass der überwiegende Teil in der Holzwerkstoff- sowie Papier- und Zellstoffindustrie stofflich verwertet wird.

Das Handelsvolumen von Hackschnitzeln und Spänen lag im Jahr 2001 zwischen den EU-28 Staaten bei rund 258 Mio. US\$. Es ist damit deutlich geringer als das Rundholzhandelsvolumen. Die stärksten Handelsströme konnten für das Jahr 2001 zwischen Litauen und Schweden sowie Deutschland und Österreich festgestellt werden (Abbildung 67). Der größte Hackschnitzelexporteur im Jahre 2001 war Deutschland. Die von Deutschland in die EU-28 Staaten exportierten Hackschnitzel hatten insgesamt einen Wert von 58 Mio. US\$. Der größte Hackschnitzelimporteure ist Schweden. Der Wert der nach Schweden importierten Hackschnitzel lag im Jahr 2001 bei 37 Mio. US\$. Frankreich und Finnland waren in nahezu gleichem Umfang Importeur als auch Exporteur von Hackschnitzeln. Weitere bedeutende Handelsströme konnten zwischen Estland und Finnland sowie den Niederlanden und Frankreich beobachtet werden.

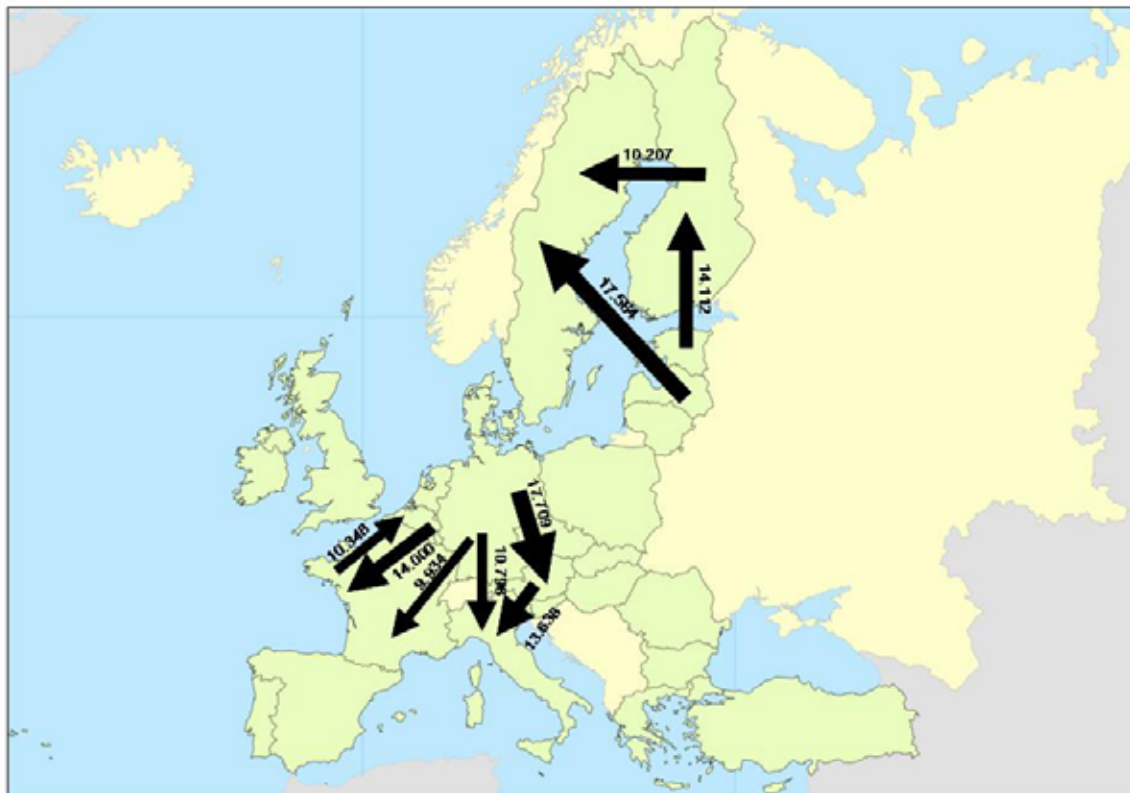


Abbildung 67: Die bedeutendsten Hackschnitzelhandelsströme Europas im Jahre 2001 in 1000 US\$

Wie im Falle des Rundholzes findet Im- und Export von Hackschnitzeln vornehmlich zwischen Nachbarstaaten statt. Die durchschnittlichen Transportdistanzen sind bezogen auf den Warenwert dennoch recht hoch. Dies hängt im Wesentlichen mit der Struktur der Abnehmer zusammen. In der Regel sind dies größere Betriebe der Holzwerkstoff- sowie Papier- und Zellstoffindustrie mit großem Rohstoffbedarf. Diese Betriebe versuchen die Rohstoffversorgung durch Abschluss große Mengen umfassende Lieferverträge abzusichern. Dies senkt die Transaktionskosten und garantiert eine gewisse Preissicherheit. Die Distanz zu einem Anbieter großer Mengen Hackschnitzel kann daher relativ hoch sein. Transportdistanzen von mehreren Hundert Kilometern sind nicht selten.

6.1.2.3 Energieholzhandelsströme

Unter Energieholz wird das klassische Scheitholz für den offenen Kamin, den Kamin- oder Kachelofen sowie energetisch verwertete Hackschnitzel zusammengefasst. Wie hoch jeweils die Anteile am Handelsvolumen sind, ist nicht festzustellen. Insgesamt wurde im Jahr 2001 innerhalb der EU-28 Staaten Energieholz im Wert von rund 102 Mio. US\$ gehandelt. Der bedeutendste Energieholzexporteur war Polen. Das Exportvolumen lag bei 16 Mio. US\$. Hauptabnehmer dieses Energieholzes war Deutschland (Abbildung 68). Weitere bedeutende Energieholzhandelsströme gab es von Bulgarien nach Griechenland sowie von Ungarn nach Österreich und Italien. Hauptimporteur von Energieholz ist Deutschland. Der Importwert betrug insgesamt rund 22 Mio. US\$.

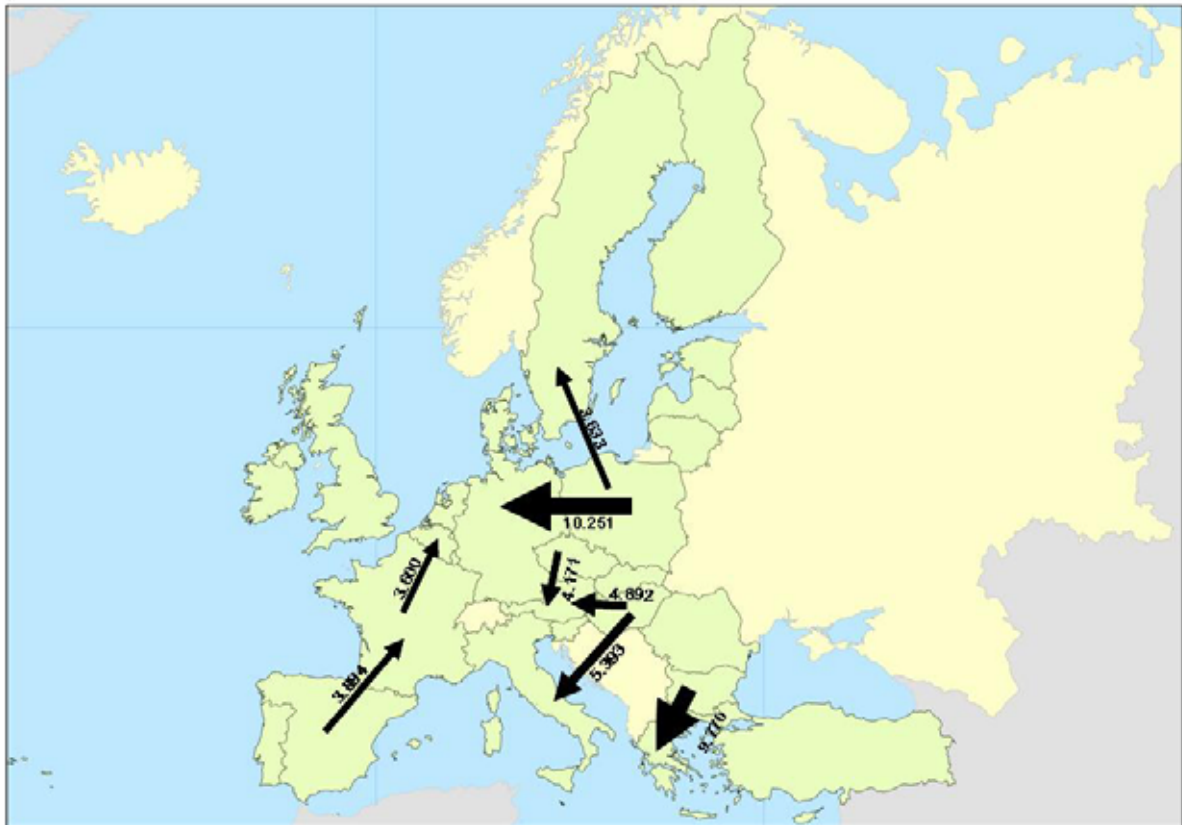


Abbildung 68: Die bedeutendsten Energieholzhandelsströme Europas im Jahre 2001 in 1000 US\$

Am stärksten ausgeprägt sind auch hier die Handelsbeziehungen zwischen benachbarten Staaten. Eine Ausnahme ist der Brennholzexport von Ungarn nach Italien. Aufgrund des geringen Warenwertes kann angenommen werden, dass sich Anbieter und Abnehmer des Energieholzes im grenznahen Raum befinden. So sind die Hauptabnehmer des polnischen Energieholzes in Brandenburg zu finden.

Insgesamt ist der Handel mit Energieholz noch vergleichsweise gering ausgeprägt. Die steigenden Preise für fossile Energieträger sowie nationale oder internationale Instrumente mit dem Ziel erneuerbare Energien zu fördern, lassen in Zukunft einen verstärkten Handel mit Energieholz wahrscheinlich erscheinen. Solange der Wert des Energieholzes vergleichsweise gering ist, wird sich der Handel auch weiterhin vornehmlich im grenznahen Raum abspielen. Erst bei großen Preisdifferenzen zwischen zwei benachbarten Staaten oder sehr hohem Energieholzbedarf eines Staates, erscheint auch der Handel über größere Distanzen möglich.

6.2 Pelletmärkte

Der europäische Pelletmarkt ist ein stark expandierender Markt, wobei die Pellets als Brennstoff in einer großen Bandbreite von Anlagentypen - von mehreren 100 MW bis hin zu kleintechnischen Anlagen mit wenigen kW – eingesetzt werden. Die gute Transport- und Lagerfähigkeit aufgrund der hohen Energiedichte und Schüttdicht der Pellets sind die wesentlichen Kriterien für den Ausbau des europäischen und sogar weltweiten Handels. Der rasante Ausbau des Pelletmarktes ist zudem auf die steigenden Mineralölpreise bei mehr oder wenig stabilen Pelletpreisen zurückzuführen.

Die Technologie zur Pelletierung von organischen und anorganischen Materialien wurde vor gut 15 Jahren in den waldreichen Ländern Skandinaviens eingeführt. Zu Beginn wurden die Pellets in den skandinavischen Ländern in Heiz- und Heizkraftwerken oder Co-Feuerungsanlagen zur Substitution von fossilen Brennstoffen genutzt. Seit etwa 10 Jahren werden Pellets jedoch auch zur privaten Nutzung in Kleinfeuerungsanlagen eingesetzt. Die Feuerungsanlagentechnik besteht in Skandinavien häufig aus umgerüsteten Ölkessel, bei denen die Brenner sowie Steuer- und Regelungselemente ausgetauscht werden. Dies wird ermöglicht durch die relativ geringen gesetzliche Emissionsgrenzwertvorgaben sowie die geringen Komfortansprüche der Anlagenbetreiber an Brennstoffzuführung und Ascheentsorgung.

In Mitteleuropa entwickelte sich der Pelletmarkt von Österreich ausgehend über Deutschland, die Schweiz und Italien. Anders als in den skandinavischen Ländern werden Pellet in Mitteleuropa vor allem in Zentralheizungsanlagen im kleinen und mittleren Leistungsbereich (< 100 kW) zur ausschließlichen Wärmebereitstellung eingesetzt. Die Anlagentechnik unterscheidet sich von der in den skandinavischen Ländern insofern, dass die Anlagentechnik, d.h. der komplette Kessel inklusiv Abgassystem, auf die Pelletnutzung zugeschnitten ist.

In Europa waren Ende 2004 etwa 284 000 Holzpelletanlagen im kleinen und mittleren Leistungsbereich (< 100 kW) installiert (Tabelle 64).

Tabelle 64. **Installierte Anzahl an Pelletkessel und Einzelöfen in einzelnen Ländern der EU**
Quelle: /185/

	Anlagen- leistung	Anzahl der Pelletkessel und Einzelöfen < 100kW			
		2001	2002	2003	2004
Schweden	< 25 kW	36 000	44 700	54 700	67 200
Dänemark	< 100	31 000	32 000	32 500	33 000
Finnland	< 100	730	1 370	2 120	3 000
Österreich	< 100	12 300	16 800	22 000	28 000
Deutschland	< 35 kW	7 200	11 800	18 150	27 250
Italien	< 35 kW	.	70 000	100 000	25 500
Summe					ca. 284 000

6.2.1 Angebot und Nachfrage

Auf dem europäischen Pelletmarkt ist innerhalb der letzten 4-5 Jahre ein beachtlich gesteigertes Marktwachstum zu verzeichnen. So ist der Verbrauch von Pellets in den Jahren 2001 bis 2004 um ca. 15 % auf ca. 3,0 Mio. t angewachsen. Für 2005 wird erwartet, dass der Pelletmarkt um weitere 20 % auf 3,5 Mio. t anwachsen wird /187/. Aufgrund der Rohstoffverfügbarkeit beschränkt sich die Pelletproduktion und -nutzung derzeit auf wenige signifikante Länder innerhalb der Europäischen Union. Dieses sind zum einen die skandinavischen Staaten wie Schweden, Dänemark und Finnland, die baltischen Staaten wie Lettland, Estland und Litauen sowie Deutschland und Österreich. Im Moment sind ungefähr 200 Pelletproduktionsanlagen in Betrieb und etliche neue in Planung. Die meisten dieser Anlagen sind derzeit noch relativ kleine Einheiten mit einer jährlichen Produktionskapazität von nicht mehr als 50 000 t, wobei sich verschiedene Anlagen mit Produktionskapazität von über 100 000 t in Planung befinden (Wismar 60 000-120 000 t. und Schwedt mit 135 000 t.) /184/.

Schweden

Schweden ist heute neben Kanada der weltweit größte Pelletmarkt. Der Pelletverbrauch ist seit 2001 um knapp 40 % auf 1 250 000 t/a. im Jahr 2004 angestiegen (Abbildung 69).

Dabei bestimmten drei wesentliche Faktoren die rasante Marktentwicklung - ein hoher Waldflächenanteil, ein Steuersystem, welches die Nutzung von regenerativen Brennstoffen gezielt honoriert sowie einen hohen Fernwärmeanschlussgrad in Gebieten mit hoher Siedlungsdichte. Nach der vornehmlich weitestgehenden Nutzung von Pellets in

größtechnischen Anlagen hat die Nutzung von Pellets in Kleinfeuerungsanlagen in den letzten 5 Jahren stark zugenommen. Dies ist vorwiegend auf die Vergabe von Investitionszuschüsse von mehr als 30 % bei der Umrüstung auf Pelletöfen und die steigende Strom- und Heizölpreise zurückzuführen. Im Jahr 2004 wurde ein Drittel des schwedischen Gesamtverbrauchs in kleintechnischen Anlagen eingesetzt. Ein weiteres Viertel wurde in Fernheizwerken verbrannt und die restliche Menge in Co-Feuerungsanlagen und für industrielle Zwecke verwendet /184/.

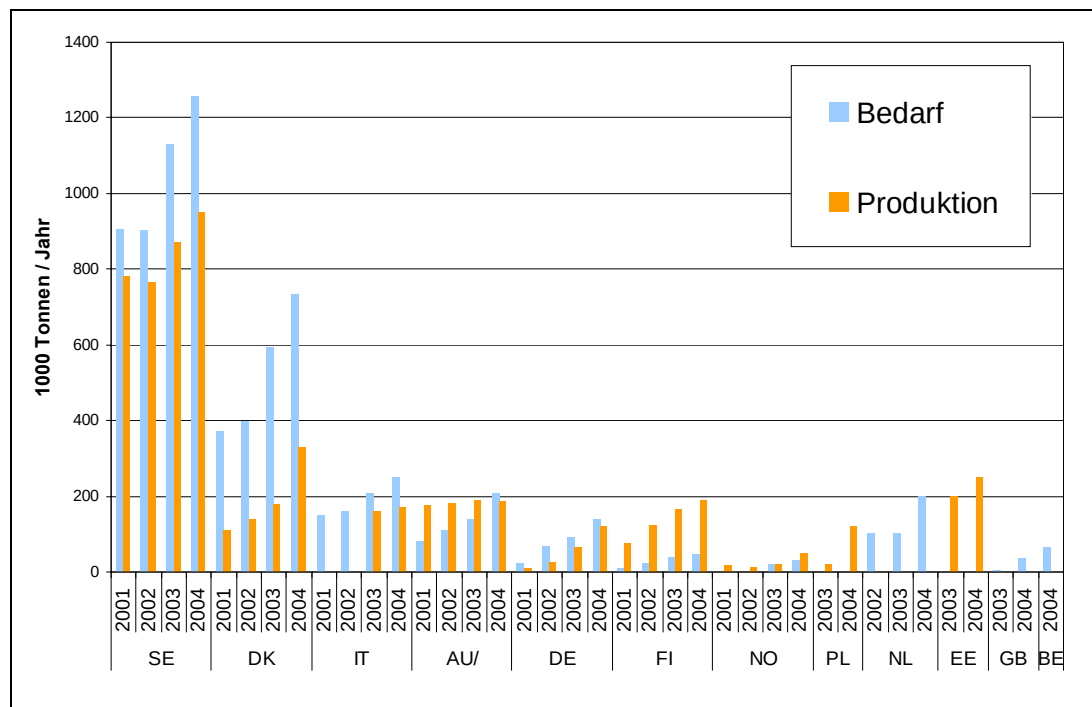


Abbildung 69: Pelletproduktionsmenge und -Verbrauch
Quelle: Daten aus /184//185/

Dänemark

Der dänische Pelletmarkt entwickelte sich ähnlich wie Schweden und stellt heute den zweitgrößten Holzpelletmarkt in Europa dar. Der Pelletverbrauch hat von 2001 und 2004 fast verdoppelt und betrug im Jahr 2004 ca. 732 000 t/a.

Im Jahr 2004 wurde von der Firma Energi E2 die weltweit größte Pelletproduktionsanlage in Køge in Betrieb genommen. Die Anlage produziert mehr als 180 000 t Pellets im Jahr wobei diese vorwiegend im 2. Block der KWK-Anlage Avedøre II eingesetzt werden /188/. Insgesamt waren in Dänemark Ende 2004 2 Co-Feuerungsanlagen, 34 Fernwärmestationen

(> 0,5 MW), rund 300 Blockheizkraftwerke (100-350 kW) sowie etwa 33 000 Pelletkessel zur privaten Nutzung mit einer installierten Leistung < 100 kW zur Nutzung von Pellets installiert. Ungefähr 300 000 t/a werden in Dänemark in Pelletzentralheizungen verbrannt /184/.

Finnland

Das walddreiche und bevölkerungsarme Finnland hat für skandinavische Verhältnisse einen relativ geringen Pelletbedarf. Es wird jedoch erwartet, dass zukünftig eine steigende Anzahl auf dem heimischen Markt abgesetzt werden wird /186/.

Österreich

In Österreich begann 1997 der „Holzpelletboom“ mit der finanziellen Unterstützung des Staates für die Nutzung von biogenen Brennstoffen. In Österreich wurden 2004 etwa 330 000 t Holzpellets produziert, während die ständig wachsende Zahl der Anlagenbetreiber rund 220 000 t nutzten. Dies entspricht einem Anstieg um ungefähr 250 % seit 2001.

Im Wesentlichen ist dies durch die Förderung von Anlagenbetreiber, Hersteller sowie Forschungs- und Demonstrationsprojekte zur Effizienzsteigerung von Holzpelletanlagen. zurückzuführen. Erfolgreich konnten bis Ende 2004 etwa 28 000 Pelletkessel im Leistungsbereich bis 100 kW installiert werden. Der u. a. als Maßnahme zur nationalen CO₂-Senkung bewusst initiierte Holzpelletmarkt in Österreich kann den heimischen Pelletbedarf an qualitativ hochwertigen Holzpellets durchaus allein decken.

Deutschland

In Deutschland wurden etwa 3 Jahre nach der Markteinführung in Österreich die ersten vollautomatischen Holzpelletzentralheizungsanlagen installiert und in den Folgejahren erfolgreich ein Pelletmarkt etabliert. (Stand Ende 2004: zw. 25-30 Pellethersteller, knapp 300 Händler, rund 27 000 Anlagenbetreiber < 35 kW). Einen entscheidenden Beitrag hierzu leistet die finanzielle Unterstützung von Anlagenbetreibern durch das Marktanreizprogramm der Bundesregierung sowie der zusätzliche Investitionszuschuss einzelner Bundesländer. Trotz flächendeckender Versorgungsmöglichkeiten sind die Pelletanlagen noch immer zu knapp 70 % in Süddeutschland installiert, häufig kombiniert mit einer solarthermischen Anlage /189//190//185/.

Großbritannien

In Großbritannien beginnt sich der Pelletmarkt mit ersten Konsumenten sowie einzelnen Pelletproduzenten seit den letzten 3 Jahren zu entwickeln. Insgesamt produzierte Großbritannien im Jahr 2004 nur 5 000 t Holzpellets, während für 2005 bereits 55 000 t vorgesehen sind, deren Anlagenkapazitäten bereits Ende 2004 fertig gestellt wurden. Während das Interesse an der Nutzung von Pellets in kleintechnischen Anlagen noch relative gering ist, ist das Interesse an der Mitverbrennung von Pellets in großen KWK-Anlagen relativ hoch /184/.

Niederlande

Mit einem großen Interesse an der Nutzung von Pellets zur Beifeuerung verläuft die Entwicklung der Pelletnutzung in den Niederlanden vergleichsweise ähnlich wie in Großbritannien. Der wesentlichen Treiber ist hierbei die Einspeisevergütung für Strom aus Erneuerbaren Energien seit 2002 /184/.

Italien

Der Verbrauch von Pellets lag in Italien im Jahr 2004 bei 250 000 t. Auch in Italien ist in den letzten Jahren ein starkes Marktwachstum zu betrachten. So konnte der Pelletverbrauch in den letzten 4 Jahren um zwei Drittel gesteigert werden.

Die Pelletnutzung konzentriert sich in Italien auf den walddreichen Norden. Bereits über 125 000 Anlagenbetreiber nutzen zumeist kleintechnische Einheiten mit 8-12 kW.

In Süditalien werden beispielhaft für den ganzen Südeuropäischen Raum kaum Holzpellets produziert und genutzt, da nicht genügend Rohstoffquellen (naturbelassene Resthölzer der Sägewerke, Holzwerkstoffindustrie und Forstwirtschaft) vorhanden sind. Allerdings werden hier vermehrt R&D Projekte unternommen, Brennstoffpellets aus landwirtschaftlichen Reststoffen herzustellen (z.B. Olivenpresskuchen). In Italien sind hierzu bereits erste Pilotanlagen in Betrieb gegangen /185/.

Estland und Polen

Als weiterer bedeutender Pelletproduzent ist innerhalb der letzten 2 Jahre Polen hinzugekommen und produzierte bereits im vergangenen Jahr quantitativ gleiche Holzpelletmengen (120 000 t) wie Deutschland. Estland und Polen sind derzeit reine

Holzpelletproduzenten ohne heimischen Absatzmarkt, wobei prinzipiell die Produktion qualitativ dem jeweiligen Absatzmarkt angepasst werden kann, aktuell jedoch eher für Pelletfeuerungsanlagen im großen Leistungsbereich bzw. für Co-Feuerungsanlagen ausgelegt ist /191//192//185/.

Tschechien

Auch Tschechien plant den kurzfristigen Ausbau seiner Holzpelletproduktionsstätten von derzeit 35 000 t (Stand 2004). Die weiterhin unzureichende Nachfragesituation und fehlende Infrastruktur (z. B. Installateure, Händler) in Tschechien sowie in den anderen osteuropäischen Ländern bremsen jedoch die Marktentwicklung und stellen ein wesentliches Markthemmnis dar /185/.

6.2.2 Pellethandelsströme

Der grenzüberschreitende Holzpelletthandel innerhalb der Länder der Europäischen Union existiert derzeit vorrangig zwischen den osteuropäischen Ländern (z. B. Polen, Estland) und Skandinavien sowie innerhalb der skandinavischen Länder (z. B. von Finnland nach Schweden und Dänemark). Die wesentlichen Importeure auf dem europäischen Pelletmarkt sind Dänemark, Schweden, Italien, die Niederlande und Belgien.

In Schweden wurden im Jahr 2004 ca. 350 000 t importiert, was einem Viertel des schwedischen Jahresverbrauchs entspricht. Dieser Import wurde in den letzten Jahren in steigender Anzahl aus den baltischen Staaten sowie aus Finnland, Norwegen und Kanada gedeckt. Schweden hat sich jedoch zum Ziel gesetzt, die hohen Pelletimporte den kommenden Jahren zu reduzieren und somit die Wertschöpfung im eigenen Markt zu erhöhen (Tabelle 65).

Im Falle von Dänemark, Belgien, Großbritannien, Italien und Dänemark ist die Importabhängigkeit im Wesentlichen auf die Rohstoffknappheit sowie auf die niedrige inländischen Pelletproduktionskapazitäten bei steigendem Bedarf zurückzuführen.

Dänemark konnte seinen vergleichsweise hohen Pelletverbrauch noch nie durch heimische Hersteller decken. So werden in Dänemark ungefähr die Hälfte des Verbrauchs durch Importeure aus den baltischen Staaten.

In Italien wächst die Versorgungslücke sogar weiter an. Während der inländische Bedarf immer weiter steigt bleibt der Ausbau der inländischen Holzpelletproduktionskapazitäten zurück wodurch die Importabhängigkeit immer weiter steigt.

Deutschland kann trotz seiner enorm gesteigerten Produktionskapazitäten in den vergangenen Jahren, den kontinuierlich wachsenden inländischen Verbrauchermarkt mit einem Holzpelletbedarf von inzwischen 140 000 t bisher nicht vollständig decken. Seit 1-2 Jahren hat sich jedoch die eigene Pelletproduktion soweit gesteigert so dass erwartet wird, dass bei gleich bleibenden Wachstumsraten der Produktion der inländische Verbrauch zukünftig gedeckt werden kann.

Tabelle 65: Pellet – Importländer
Quelle: /184/

	2001	2002	2003	2004
	1000 Tonnen / Jahr			
Schweden	174	172	266	350
Dänemark	200	215	323	470
Italien	k.A.	k.A.	52	60
Deutschland	20	24	25	20

Die wesentlichen Exporteure auf dem europäischen Pelletmarkt im Jahr 2004 waren Finnland, die baltischen Staaten sowie Polen (Abbildung 70).

Bei einem Produktionsüberschuss im Jahr 2004 von ca. 160 000 t in Finnland werden nur zirka 20 % der in Finnland produzierten Pellets auf den inländischen Markt abgesetzt. Ein Großteil der finnischen Pellets werden nach Schweden exportiert. Die weiteren wesentlichen Absatzmärkte für Pellets aus Finnland sind Dänemark und die Niederlande.

Mit einem Gesamtvolumen von ca. 450 000 bringen die baltischen Staaten das mit Abstand größte Volumen auf den Pelletmarkt. Aufgrund der meist noch jungen Produktionsstätten in Osteuropa sowie der längeren Transportwege werden häufig Holzpelletschargen von mehreren 10 000 t auf dem Markt angeboten, welche allerdings von relativ geringer Qualität sind. Pelletfeuerungsanlagen im großem Leistungsbereich bzw. Co-Feuerungsanlagen, die zahlreich in Skandinavien und eingeschränkt auch in Holland etabliert sind, können diese jedoch problemlos Holzpellets mit geringeren Qualitätsanforderungen nutzen. Für den Kleinfeuerungsanlagenmarkt in Deutschland oder Österreich sind diese indes nur bedingt geeignet.

Teilweise werden dafür gezielt Industriestandards von Anlagenherstellern definiert. Deshalb versuchen die osteuropäischen Pelletproduzenten auch mit qualitativ hochwertigen Holzpellets in Deutschland und Österreich Vertriebspartner bzw. Direktkonsumenten zu finden /185/.

Eine zudem recht erhebliche Menge an Pellets wird aus Nordamerika auf dem europäischen Markt importiert. So wurden im Jahr 2004 ungefähr 317 000 Tonne aus Kanada in Europa abgesetzt. Die Überkapazitäten aus Österreich werden größtenteils in Süddeutschland, Italien oder der Schweiz abgesetzt.

Während in Südeuropa bisher kaum ein Pelletmarkt existierte, werden auch hier erste Überlegungen sowie kleinere Pilotprojekte für eine zukünftige Pelletproduktion gestartet. Insbesondere der Pelletexport von Spanien, Griechenland und teilweise auch Italien in Länder mit hohem Pelletbedarf (z. B. Österreich, Deutschland bzw. auch nach Nordeuropa) erscheint bei Ausnutzung effektiver Transport- und Logistikmöglichkeiten durchaus interessant, da Rohmaterial und Arbeitsaufwand zu einem niedrigeren Preisniveau als in Mitteleuropa zur Verfügung gestellt werden können. Zur Pelletierung könnten neben naturbelassenen Resthölzern (Waldrest- und Schwachholz), landwirtschaftliche Reststoffe (z.B. Stroh, Oliven- und Traubenpresskuchen) sowie mittelfristig u. U. Energiepflanzen (z.B. Miscanthus, Schilf, Hanf) zum Einsatz kommen. Konkurrenzfähig werden hier voraussichtlich nur die osteuropäischen Länder sein.

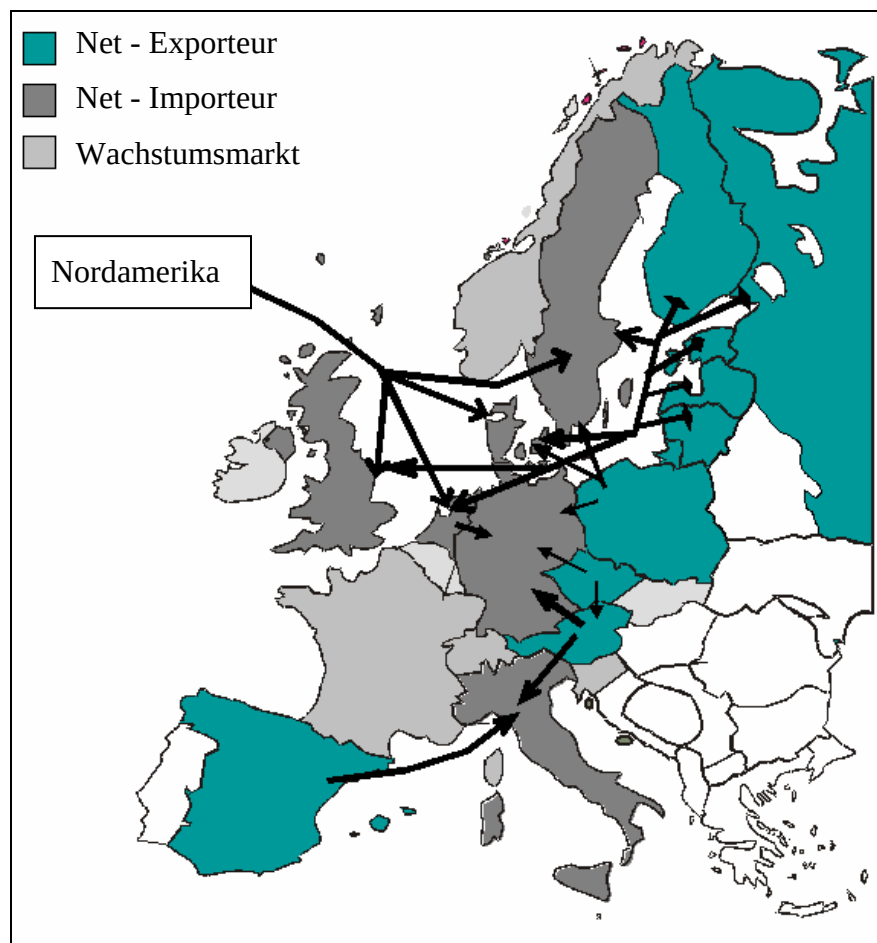


Abbildung 70: Pellethandelsströme innerhalb der Europäischen Union
 Quelle: /184/

6.2.3 Pelletpreise

Generell unterscheiden sich Holzpelletpreise aufgrund verschiedener Transportmittel, -mengen und Lieferbedingungen. Üblicherweise werden größere Pelletlieferungen als lose Ware per LKW, Bahn oder auch per Schiff transportiert. Für kleine und mittlere Anlagenbetreiber werden Holzpellets häufig auch in Big Bags (500-1 000 kg lose Ware) und als Sackware (10-20 kg) abgepackt angeboten. Die europäischen Holzpelletpreise haben sich über die vergangenen zwei Jahre nahezu stabil entwickelt und wurden nicht vom steigenden Rohölpreis auf dem Weltmarkt beeinflusst. Im Gegenteil, fast in allen Ländern (ausgenommen Schweden und Großbritannien) konnte der Holzpelletpreis bei gleichen Transportbedingungen und Serviceleistungen leicht sinken. Somit lag im Frühjahr 2005 der durchschnittliche Preis für die lose Pelletlieferung an einen größeren Anlagenbetreiber (Liefermenge > 3-5 t) zwischen 90-180 €/t (inklusive Mehrwertsteuer) innerhalb der

Europäischen Union. Kleinverbraucher (Liefermenge < 3-5 t) zahlen aufgrund der aufwendigeren Transport- und Anlieferung einen etwas höheren Preis zwischen 120-200 €/t.

Der durchschnittliche Preis für Holzpellets als Sackware abgepackt - in Baumärkten oder beim Brennstoffhandel zum Abholpreis einzeln angeboten - betrug zum Ende 2004 zwischen 225-300 €/t, wobei in Österreich Sackware zum günstigsten (225 €/t) und in Großbritannien (300 €/t) zum höchsten Preis angeboten wird. Geläufiger ist die Anlieferung von Sackware beim Kunden auf Paletten zu je 990 kg. Hier kann Polen den niedrigsten Preis mit 135 €/t anbieten. In den meisten anderen Ländern lag der Durchschnittspreis Ende 2004 zwischen 210-250 €/t; während die Palette Sackware in Großbritannien erneut den teuersten Angebotspreis von etwa 300 €/t aufweist /185/.

6.3 Altholzmärkte

Altholz fällt in verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft in unterschiedlicher Form an. Nach ihrer Herkunft lassen sich im wesentlichen Bau- und Abbruchhölzer, Verpackungshölzer sowie Möbel und sonstige Holzwaren (Griffe, Stiele, Spielzeuge, Sportgeräte etc.) unterscheiden. Das Aufkommen an Bau- und Abbruchhölzer liegt dabei in einer Größenordnung von 2,5-4 Mio. t/a, das der Verpackungshölzer von etwa 1 Mio. t/a und Holz aus Möbeln und sonstigen Produkten fällt jährlich in einem Umfang von ca. 2-3 Mio. t an. Da der Anfall von Bau- und Abbruchhölzern wesentlich von der Baukonjunktur abhängig ist, kann das Aufkommen von Jahr zu Jahr deutlich schwanken. Die beiden anderen Anfallsbereiche sind dagegen nicht von so starken Veränderungen betroffen. Altholz fällt regional in Abhängigkeit vom Baugeschehen und der Bevölkerungsdichte in unterschiedlichem Umfang an. Das mit Abstand höchste Aufkommen resultiert mit knapp 2 Mio. t im Bundesland NRW /101/. Eine detaillierte Aufteilung des Gesamtholzaufkommens zu den Altholzklassen A1-A4 ist (momentan) nicht detailliert möglich bzw. erfolgte bislang nicht. Schwerpunktmäßig handelt es sich jedoch um A3- und A4-Hölzer mit einem Gesamtanfall von etwa 6 Mio. t/a. A1- und A2-Hölzer fallen in einer Größenordnung von 2 Mio. t/a an. Am Markt gehandelt werden jedoch deutlich geringere Mengen. Im Jahr 2001 wurden im Rahmen einer detaillierten Untersuchung etwa 4 Mio. t ermittelt /103/. Diese Menge dürfte sich unterdessen jedoch erhöht haben und wird sich zukünftig weiter erhöhen /97//106/.

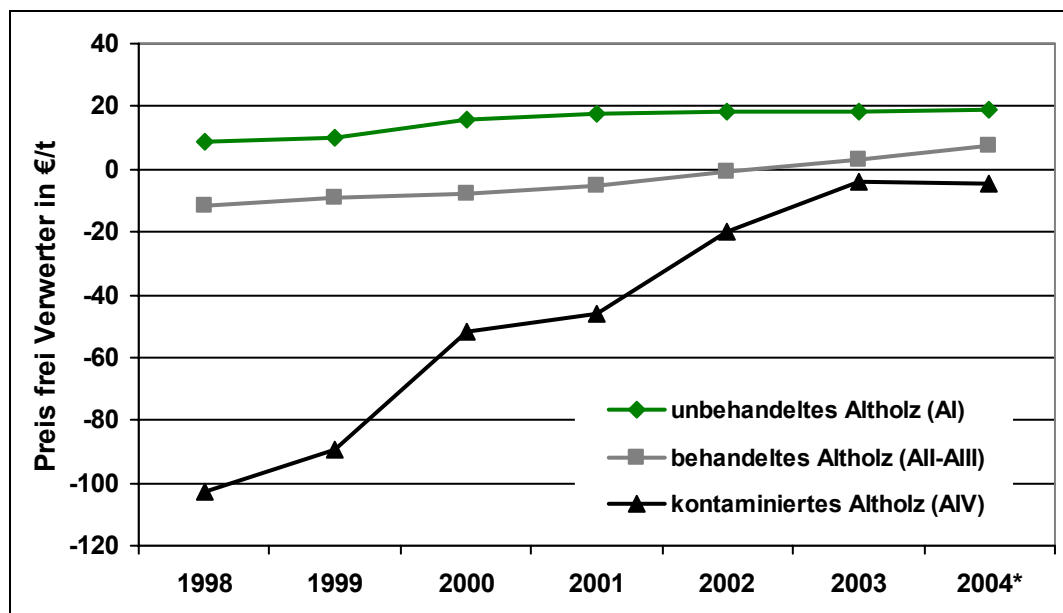
Im Gegensatz zum Industrierestholz hat der Außenhandel beim Altholz eine höhere Bedeutung und hier haben sich in den letzten Jahren deutliche Veränderungen vollzogen. Wurden im Jahr 1999 insgesamt etwa 82 000 t Altholz importiert und etwa 520 000 t exportiert, waren es im Jahr 2002 Importe in einer Größenordnung von 570 000 t und Exporte von ca. 350 000 t /100/. Das Gros der Importe kam im Jahr 2002 aus den Niederlanden (knapp 83 %), die Exporte gehen schwerpunktmäßig nach Italien in dortige Spanplattenindustrie (ca. 65 % der Gesamtexporte). Die Verschiebung der Export- und Importmengen resultiert aufgrund des höheren inländischen Bedarfs für energetische Zwecke und zurückgehender Exporte für die skandinavische Holzwerkstoffindustrie /97/. Beachtenswert sind auch die Altholztransite, die im Jahr 2002 bei ca. 300 000 t und im Jahr 1999 leicht darunter lagen. Zielland war schwerpunktmäßig Italien /100/.

Betrachtet man den Nachfragemarkt Altholz haben sich in den letzten Jahren wesentliche Veränderungen ergeben. Ursachen dafür waren die verbesserte Wirtschaftlichkeit der Altholzverstromung aufgrund des EEG in Verbindung mit der Biomasseverordnung und die damit einhergehende Inbetriebnahme neuer Altholzverstromungsanlagen mit entsprechendem Brennstoffbedarf. Zu nennen ist weiterhin die zum März 2003 in Kraft getretenen Altholzverordnung (AltholzV), welche Anforderungen die Verwertung und Beseitigung von Altholz regelt und die Verwertung fast aller Altholzsortimente verbindlich vorschreibt /107/, u. a. dass die Deponierung von Altholz nicht mehr zulässig ist. Im den Jahren 1998/99 wurden in Deutschland noch etwa 2,8 Mio. t/a Altholz deponiert /101/. Es ist davon auszugehen, dass infolge der gegenwärtigen Umsetzung des Deponierungsverbots der Umfang des deponierten Altholzes im Jahr 2003 darunter lag und zukünftig weiter abnimmt. Die Mengen stehen dann nach entsprechender Aufbereitung dem Markt zusätzlich zur Verfügung.

Im Jahr 2003 wurden etwa 3,8 Mio. t Althölzer in Stromerzeugungsanlagen /101/ und geringere Menge zur ausschließlichen Wärmeerzeugung eingesetzt, insgesamt ca. 4 bis 4,5 Mio. t. Gegenüber dem Jahr 2000 – hier lag der energetische Einsatz in einer Größenordnung von ca. 2 Mio. t - hat sich der Altholzeinsatz für energetische Zwecke damit wesentlich erhöht. Die stoffliche Nutzung von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie lag im Jahr 2003 bei ca. 1,3 Mio. t /64/, gegenüber dem Jahr 2000 erfolgten vergleichsweise nur geringe Veränderungen. Deponiert wurden im Jahr schätzungsweise 2 bis 3 Mio. t /101//108/. Der Bedarf an Althölzern zur Stromerzeugung ist regional sehr verschieden, eine große Nachfrage

besteht u.a. in der Region Berlin-Brandenburg. Der höchste Bedarf an Althölzern (A1 und A2) für die Holzwerkstoffindustrie existiert in NRW /104/.

Die durchschnittlichen Preise für Altholz in Deutschland liegen (je nach Klasse) derzeit etwa zwischen –10 und 20 €/t, d. h., dass für die Annahme von Altholz der Klasse A IV (wenn auch immer seltener) z. T. noch Entsorgungserlöse erzielt werden können zeigt Abbildung 71, dass die Altholzpreise, insbesondere für kontaminiertes Altholz, seit 1998 stetig zugenommen haben. Es ist allerdings zu beachten, dass die dargestellten Altholzpreise Durchschnittswerte repräsentieren; regional können die Preise je nach Marktlage erheblich von diesem Wert abweichen. Die Preise gelten für größere Mengen frei Verwerter (Kraftwerk) /97/.



* vorläufige Preisangabe für 2004

- bei negativen Preisangaben handelt es sich um Zuzahlungen an den Verwerter

Abbildung 71: Entwicklung der Altholzpreise (für größere Mengen frei Verwerter)
Quelle: /97/

In den nächsten Jahren ist mit weiteren Veränderungen im Altholzmarkt zu rechnen. Noch etwas erhöhen wird sich aufgrund weiterer Kraftwerksinbetriebnahmen der Altholzbedarf für die energetische Verwendung. Ggf. stellen jedoch kleinere Kraftwerke aufgrund der neuen EEG-Regelung ihre Brennstoffversorgung von Altholz auf naturbelassene Hölzer um, was zu einer gewissen Nachfragereduzierung führen könnte. Unsicherheiten bestehen auch, inwieweit Althölzer durch Ersatzbrennstoffe ersetzt werden /98/. Die Deponierung von Althölzern wird deutlich zurückgehen und mittelfristig gegen Null tendieren, der Umfang des Einsatzes in der Holzwerkstoffindustrie voraussichtlich auf gleichem Niveau verbleiben.

Insgesamt werden sich die Altholzpreise in den nächsten Jahren wahrscheinlich nur vergleichsweise geringfügig gegenüber der heutigen Stand ändern. Regional betrachtet, kann es jedoch zu deutlichen Modifizierungen kommen.

6.4 Agrarprodukte

Die Abbildung 72 und Abbildung 73 verdeutlichen die wertmäßigen Anteile der wichtigsten Importeure und Exporteure am Weltagrarhandel dieser Länder im Jahr 2003.

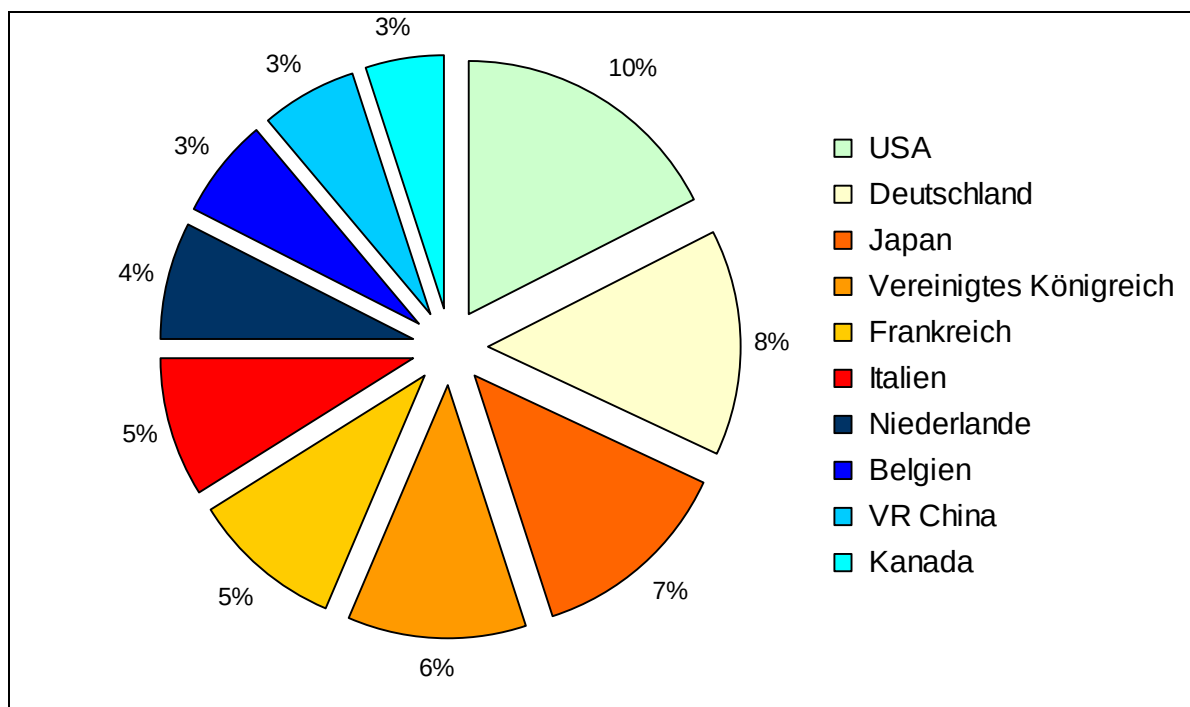


Abbildung 72: Wertmäßiger Anteil der wichtigsten Importeure am Weltagrarhandel 2003 in US-\$
Quelle:/118/

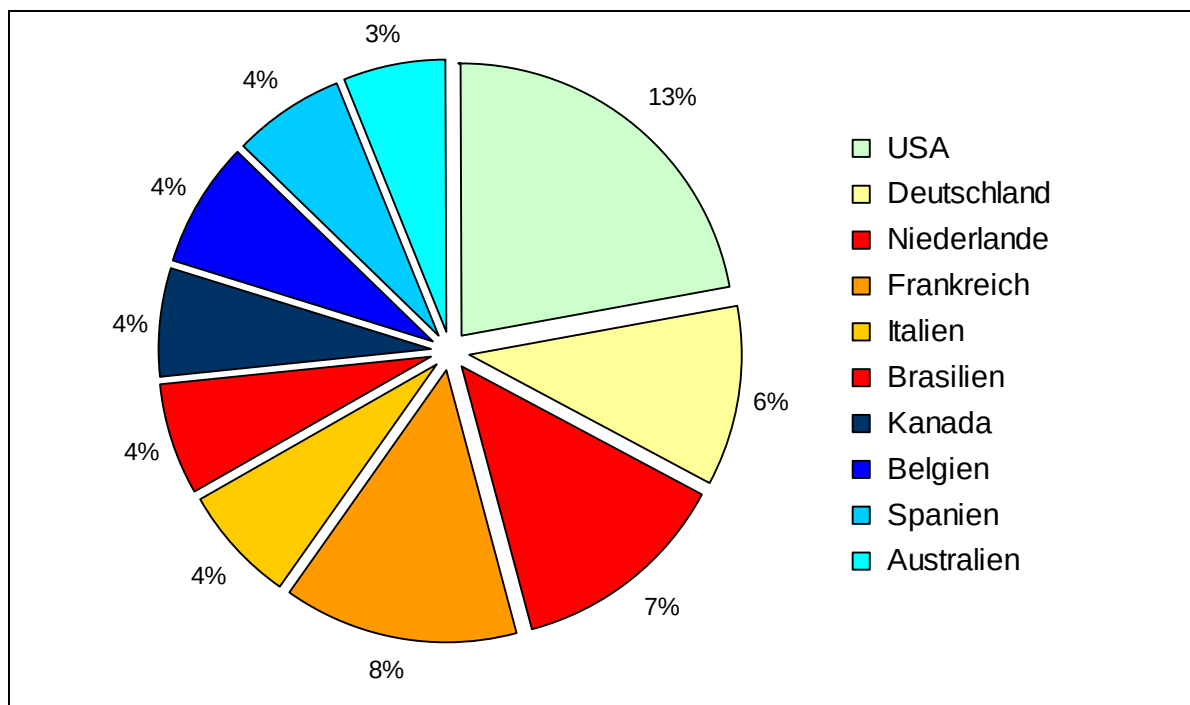


Abbildung 73: Wertmäßiger Anteil der wichtigsten Exporteure am Weltagrarhandel 2003 in US-\$
Quelle: /118/

Von den pflanzlichen Agrarprodukten werden vor allem die Getreidearten Weizen, Mais, Reis und Gerste, die Ölsaaten Soja, Raps und Sonnenblumen sowie Zucker weltweit gehandelt (vgl. FAPRI Agricultural Outlook 2005) (Tabelle 66, Tabelle 67).

Bei **Weizen** betrug der weltweite Nettoexport 2004/05 89,9 Mio. t (14,5 % der Weltproduktion von 619 Mio. t, 217,9 Mio. ha), für 2014/15 wird ein Anstieg um 21 % auf 108,4 Mio. t (16,4 % der Weltproduktion von 658,6 Mio. t, 219,1 Mio. ha) erwartet. Die wichtigsten 4 Exportländer waren 2004/05 die USA mit 28,3 % Marktanteil, gefolgt von Australien 18,8 %, Kanada 17 % und Argentinien 11,1 %. Auf diese 4 Länder entfielen 75 % der Weizenexporte. Es folgten die EU-15 mit 9,4 %, Russland mit 5 % und die Ukraine mit 3,3 % Exportanteil. Als die wichtigsten Exportländer gelten auch 2014/15 die USA mit 23,8 %, Australien 20,4 %, Kanada 16,1 % und Argentinien 13,9 % mit insgesamt 74,2 % Marktanteil. Danach werden auch 2014/15 neben der EU-15 mit 8,7 % Russland 5,2 % und die Ukraine 4 % als wichtige Exportländer angesehen. Die Importeure verteilen sich auf eine Vielzahl von Ländern, insbesondere in Afrika, den Mittleren Osten und Asien. 2004/05 waren Ägypten 8,3 % Marktanteil, China 7,8 %, Japan 5,8 %, Brasilien 5,3 % und Algerien 4,8 % die größten Importeure. 2014/15 werden weiterhin Ägypten 8,1 %, Brasilien 3 %, China 6,1 %, Japan 5 % und Algerien 4,9 % als größte Importeure erwartet. Während auf den

Welthandelsplätzen in den USA (Tabelle 66) und in Kanada von 2004/05 bis 2014/15 ein Preisanstieg in U.S. Dollar von knapp 10% prognostiziert wird, wird auf dem europäischen Markt ein Preisanstieg in U.S. Dollar von knapp 20 % erwartet.

Bei **Mais** betrug der weltweite Nettoexport 2004/05 76,5 Mio. t (10,9 % der Weltproduktion von 700,8 Mio. t, 143,3 Mio. ha). Hier war der Exportanteil der USA mit 64 % allein so hoch wie Exportanteil der 3 größten Weizenexporteure. Der zweit wichtigste Exporteur war Argentinien mit 16,3 % Marktanteil. Auf diese beiden Länder entfielen gut 80 % des Exports. Das 3. wichtigste Exportland war China mit 5 % Exportanteil. Für 2014/15 wird erwartet, dass in einem etwa 25 % wachsenden Exportmarkt auf 95,2 Mio. t (12,4 % der Weltproduktion von 767,1 Mio. t, 144,9 Mio. ha) der Marktanteil der USA 73 % und Argentinien 16,4 % zusammen auf etwa 90 % steigt. China wird dagegen vom Exportland zum Importland. Die wichtigsten Importländer waren 2004/05 Japan 22 %, Südkorea 11,1 %, Mexiko 7,6 % und Taiwan 6,1 %. 2014/15 gelten weiterhin Japan 16,4 %, Südkorea 11,1 %, Mexiko 10,1 % und Taiwan 5,8 % als die wichtigsten Importländer. Bei Mais wird von 2004/05 bis 2014/15 ein Preisanstieg auf dem Weltmarkt von 20 % in U.S. Dollar erwartet.

Tabelle 66: Weltproduktion und -handel von Getreide
Quelle: nach FAPRI, in Klammern nach anderer Quelle

		2004/05		2014/15	
Weizen					
Anbaufläche	Mio. ha	217,9		219,1	
Produktion	Mio. t	619,0	(621)	658,6	(688)
Nettohandel	Mio. t	89,9		108,4	
Preis U.S.FOB Gulf	U.S. Dollars t	152,0	(152)	164,3	(162)
Mais					
Anbaufläche	Mio. ha	143,3		144,9	
Produktion	Mio. t	700,8		767,1	
Nettohandel	Mio. t	76,6		95,2	
Preis U.S. FOB Gulf	U.S. Dollar t	96,0	(101)	114,0	(121)
Gerste					
Anbaufläche	Mio. ha	58,2		56,3	
Produktion	Mio. t	151,3		148,8	
Nettohandel	Mio. t	13,8		17,5	
Preis Kanada Feed	U.S. Dollar t	84,0		94,0	
Reis					
Anbaufläche	Mio. ha	149,7		149,6	
Produktion	Mio. t	400,0	(408)	447,5	(466)
Nettohandel	Mio. t	22,9		32,9	
Preis Thai 100% Grade B	U.S. Dollar t	309,0	(256)	341,0	(322)
Soja					
Anbaufläche	Mio. ha	93,1		103,6	
Produktion	Mio. t	230,8	(283) ¹⁾	272,9	(342) ¹⁾
Nettohandel Saat	Mio. t	57,2		84,9	
Nettohandel Schrot	Mio. t	45,0		60,2	
Nettohandel Öl	Mio. t	9,0		13,4	
Preis Saat Illinois Processor	U.S. Dollar	202,0		213,0	
Preis Saat CIF Rotterdam	U.S. Dollar t	233,0	(235) ¹⁾	243,0	(264) ¹⁾

Tabelle 67: Weltproduktion und -handel von Ölsaaten und Zucker
Quelle: nach FAPRI, in Klammern nach anderer Quelle

Raps					
Anbaufläche	Mio. ha	26,5		26,5	
Produktion	Mio. t	43,0		46,1	
Nettohandel Saat	Mio. t	5,7		6,9	
Nettohandel Schrot	Mio. t	2,2		2,7	
Nettohandel Öl	Mio. t	1,3		1,2	
Preis Saat Cash Vancouver	U.S. Dollar	250,0		243,0	
Preis Saat CIF Hamburg	U.S. Dollar t	245,0		246,0	
Sonnenblumen					
Anbaufläche	Mio. ha	21,8		22,3	
Produktion	Mio. t	25,3		30,2	
Nettohandel Saat	Mio. t	1,3		2,1	
Nettohandel Schrot	Mio. t	2,3		2,9	
Nettohandel Öl	Mio. t	1,6		2,1	
Preis Saat CIF Niederrhein	U.S. Dollar t	275,0		275,0	
Zucker					
Anbaufläche Z-Rohr	Mio. ha	20,4		22,2	
Anbaufläche Z-Rüben	Mio. ha	5,8		6,1	
Produktion Zucker	Mio. t	141,7	(148) ²⁾	170,9	(178) ²⁾
Nettohandel	Mio. t	33,2		38,7	
Preis FOB Caribbean	U.S. Dollar t	178,0		233,0	
Preis Roh-Z NewYork	U.S. Dollar t		(219)		(165)
Preis Weiß-Z FOB London	U.S. Dollar t		(252)		(198)

¹⁾ Ölsaaten insgesamt bzw. gewogener Ölsaatenpreis Hafen Europa

²⁾ Rohzucker

Quelle: FAPRI Agricultural Outlook 2005, 2004/05 tatsächlich; in Klammern nach
 OECD-FAO Agricultural Outlook: 2005-2014, 2004/05 geschätzt

Nach Mais ist **Gerste** die zweit bedeutendste gehandelte Futtergetreideart. Das Handelsvolumen lag aber 2004/05 mit 13,8 Mio. t (9,1 % der Weltproduktion von 151,3 Mio. t, 58,2 Mio. ha) erheblich niedriger. Für 2014/15 werden 17,5 Mio. t (11,7 % der

Weltproduktion von 149 Mio. t, 56,3 Mio. ha) erwartet. Die wichtigsten Exporteure waren 2004/05 Ukraine 25,1 %, Australien 24,1 % und die EU-15 20 %. 2014/15 wird der höchste Exportanteil bei Australien (26,9 %) erwartet, gefolgt von der EU-15 24,7 % und Ukraine 21,4 %. Das mit Abstand größte Importland ist Saudi Arabien 2004/05 47 %, 2014/15 37 %, gefolgt von China 13 % bzw. 21,4 %.

Bei **Reis** wurden 2004/05 nur 5,8 % der Weltproduktion von 400 Mio. t gehandelt. Für 2014/15 wird der Anteil auf 7,4 % der Weltproduktion von 447,5 Mio. t geschätzt. Die größten Exporteure sind Thailand etwa 35 % und Indien etwa 14 % Marktanteil. Etwa 10 % des Weltexports entfällt auf die USA. In der EU und auch in den meisten OECD-Ländern sind Produktion und Nettohandel relativ unbedeutend.

Bei den **Ölsaaten** haben Sojabohnen die mit Abstand größte Handelsbedeutung. 2004/05 machte der Nettohandel von Sojasaat etwa 57,2 Mio. t (24,8 % der Weltproduktion von 230,8 Mio. t, 93,1 Mio. ha) aus. Zusätzlich wurden 2004/05 45 Mio. t Schrot gehandelt, die zu 45,1 % von Argentinien und zu 37,5 % aus Brasilien exportiert und zu 45,6 % von der EU-15 importiert wurden. Des Weiteren wurden 9 Mio. t Öl gehandelt, die zu 51,8 % von Argentinien und zu 32,5 % von Brasilien exportiert und zu 26,8 % von China und zu 11,6 % von Indien importiert wurden. Die mit Abstand größten Exporteure von Sojasaat waren 2004/05 die USA 47,9 % und Brasilien 37,4 %, gefolgt von Argentinien 12,5 %. Auf diese drei Länder entfielen annähernd 99 %. Für 2014/15 wird erwartet, dass bei einer 48,5 % steigenden Exportmenge auf 84,9 Mio. t (31,1 % der Produktion von 272,9 Mio. t, 103,6 ha auf Grund Flächenausdehnungen in Brasilien und Argentinien) der Marktanteil Brasiliens auf 53,9 % steigt, der Marktanteil der USA auf 29,3 % sinkt und der Marktanteil Argentinien auf 16,1 % steigt. Das mit Abstand wichtigste Importland war 2004/05 China mit einem Marktanteil von 38 %, gefolgt von der EU-15 27,7 % und Japan 8,7 %. Für 2014/15 wird erwartet, dass in dem mit 48,5 % größte Markt China der Marktanteil auf 50 % steigt und die Anteile der EU-15 und Japans auf 19,3 % bzw. 6,3 % sinken. Bei Sojabohnen wird von 2004/05 bis 2014/15 mit einem Preisanstieg in U.S. Dollar von etwa 5 % gerechnet.

Das Nettohandelsvolumen von **Rapssaat** ist vergleichsweise gering. Es betrug 2004/05 5,7 Mio. t, 13,3 % der Weltproduktion von 43 Mio. t, 26,5 Mio. ha (zusätzlich wurden 2,2 Mio. t Schrot gehandelt – zu 53 % von Kanada exportiert und zu 52 % von den USA importiert - und 1,3 Mio. t Rapsöl - zu 70 % von Kanada exportiert, zu 36 % von den USA importiert). Der mit Abstand größte Exporteur von Rapssaat 2004/05 war Kanada mit 63,8 %

Marktanteil, gefolgt von Australien 17 % Marktanteil. Für 2014/15 wird erwartet, dass bei einem um 20 % steigenden Export auf 6,9 Mio. t (15 % der Weltproduktion von 46,1 Mio. t, 26,5 Mio. ha) der Marktanteil Kanadas 64,1 % und der Australiens 19 % ausmacht. Das wichtigste Importland war 2004/05 Japan 38,6 % Marktanteil, gefolgt von China 23,6 %. Für 2014/15 wird prognostiziert, dass die Importanteile Japans 32 % und Chinas 26 % ausmachen. Bei Rapssaat wird von 2004/05 bis 2014/15 mit einem weitgehend stabilen Preisniveau in U.S. Dollar auf dem Weltmarkt gerechnet.

Das Nettohandelsvolumen von **Sonnenblumensaat** betrug 2004/05 nur 1,3 Mio. t, etwa 5 % der Weltproduktion von 25,3 Mio. t, 21,8 Mio. ha. Zusätzlich wurden 2,3 Mio. t Sonnenblumenschrot gehandelt, die zu 52,5 % von Ländern der früheren UdSSR Russland, Ukraine, Weißrussland und zu 46,3 % von Argentinien exportiert und zu 71,1 % von der EU-15 importiert wurden. Zudem wurden rund 1,6 Mio. t Sonnenblumenöl gehandelt, die zu 50 % aus Argentinien und zu 45 % aus den genannten CIS Ländern der früheren UdSSR exportiert und zu 30 % von der EU-15 importiert wurden. Die größten Exporteure von Sonnenblumensaat waren 2004/05 die genannten CIS Länder der früheren UdSSR mit einem Marktanteil von 37 %, gefolgt von den Neuen Mitgliedsländern der EU 12,4 % und Argentinien 12 %. Für 2014/15 wird ein Welthandelsvolumen von 2,1 Mio. t (7 % der Produktion von 30,2 Mio. t, 22,3 Mio. ha) erwartet mit Exportanteilen von 22 % der CIS Länder der früheren UdSSR, von 17,2 % der Neuen Mitgliedsländer der EU und von 11,4 % für Argentinien. Die mit Abstand wichtigste Importregion von Sonnenblumensaat war 2004/05 die EU15 mit einem Importanteil von 76,1 %. Für 2014/15 wird mit einem Importanteil von 84,5 % gerechnet. Von 2004/05 bis 2014/15 wird auf dem Weltmarkt in U.S. Dollar ein weitgehend stabiles Preisniveau erwartet.

Der **Weltzuckerhandel** betrug 2004/05 33,2 Mio. t (23,4 % der Weltproduktion von 141,7 Mio. t, 20,4 Mio. ha Zuckerrohr einschließlich Ethanolherzeugung, 5,8 Mio. ha Zuckerrüben einschließlich Ethanolherzeugung). Die wichtigsten Exporteure waren Brasilien 54,5 % Marktanteil, Thailand 14,5 %, Australien 12,5 %, EU15 5,4 %. Für 2014/15 wird erwartet, dass von einem 16,6 % größerem Exportvolumen von 38,7 Mio. t (22,6 % der Produktion von 170,9 Mio. t, 22,2 Mio. ha Zuckerrohr, 6,1 Mio. ha Zuckerrüben) Brasilien 56,5 %, Thailand 14,6 %, Australien 13,7 %, Kuba 5,4 % exportieren. Die Importländer sind weniger konzentriert. Die 2 wichtigsten Importländer waren 2004/05 Russland/Ukraine 13,5 % und Japan 4,4 %. Für 2014/15 wird erwartet, dass auf Russland/Ukraine 9 % und Indonesien 4,4 %

entfallen. Während FAPRI von 2004/05 bis 2014/15 etwa 30% Preisanstieg auf dem Weltmarkt erwartet, rechnen OECD-FAO mit einem Preisrückgang (Tabelle 66). Insgesamt lässt sich in Hinblick auf 2014/15 folgendes sagen:

Die USA werden auch 2014/15 den Weltexport bei Getreide (Weizen 25,8 Mio. t, etwa 8,2 Mio. ha und Mais 70 Mio. t, etwa 6,7 Mio. ha) dominieren. Nach den USA werden Australien (Weizen 22 Mio. t, 10,3 Mio. ha), Kanada (Weizen 17,5 Mio. t, 6,2 Mio. ha) und Argentinien (Weizen 15 Mio. t, 5 Mio. ha und Mais 15,9 Mio. t, 2,2 Mio. ha) die wichtigsten Exportländer sein, mit Abstand folgen die EU, Russland und Ukraine.

Den Weltexport von Ölsaaten werden 2014/15 Brasilien (Sojasaat 45,8 Mio. t, 15,2 Mio. ha), die USA (Sojasaat 24,9 Mio. t, 8,7 Mio. ha) und Argentinien (Sojasaat 13,7 Mio. t, 4,7 Mio. ha), prägen. Argentinien und Brasilien werden zudem die größten Exporteure von Sojaschrot (Argentinien 28,5 Mio. t, Brasilien 23 Mio. t) und Sojaöl (Argentinien 6,9 Mio. t, Brasilien 5 Mio. t) sein. Kanada wird auch 2014/15 der größte Exporteur von Rapssaat 4,4 Mio. t, 2,7 Mio. ha, und von Rapsschrot 1,3 Mio. t sowie Rapsöl 0,9 Mio. t sein. Die wichtigsten Exporteure von noch geringeren bzw. ähnlich geringen Mengen Sonnenblumensaat, -schrot und -öl werden die CIS Länder der früheren UdSSR, Argentinien und die Neuen Mitgliedsländer der EU sein.

Brasilien wird auch 2014/15 mit 21,9 Mio. t, 3,9 Mio. ha Zuckerrohr, der mit Abstand größte Zuckerexporteur sein, gefolgt von Thailand 5,7 Mio. t, Australien 5,3 Mio. t, Kuba 2,1 Mio. t.

Die EU-25 wird auch 2014/15 mit 27,3 Mio. t der mit Abstand größte Importeur von Sojaschrot, der größte Importeur von Sonnenblumensaat, -schrot und -öl und nach China der zweit größte Importeur von Sojasaat mit 16 Mio. t sein. China wird der größte Importeur von Sojasaat 42,2 Mio. t und von Sojaöl 4 Mio. t und nach Japan der 2. größte Importeur von Rapssaat sein und bei allen Getreidearten beachtliche Importe tätigen. Von der Importseite wird der Agrarwelthandel in starkem Maße von China, Japan und Entwicklungsländern beeinflusst werden.

Während bei Weizen, Mais und Gerste von 2004/05 bis 2014/15 ein Preisanstieg in US Dollar auf dem Weltmarkt von 8 % bis 20 % prognostiziert wird, der sich bei einer Rückführung der Exporte der EU zu Gunsten der Bioenergieproduktion noch erhöhen könnte, wird bei Ölsaaten von FAPRI nur ein Preisanstieg von 5 % prognostiziert. Dieses erscheint sehr optimistisch vergleichend zu den Angaben von OECD-FAO von etwa 12 % (Tabelle 66). Bei Zucker

differieren die Richtungen der von FAPRI und OECD-FAO prognostizierten Preisentwicklungen (Tabelle 67)

6.5 Bioethanol

6.5.1 Nachfrage

Die Anzahl der EU-Länder, die Bioethanol produzieren, ist noch begrenzt. Insgesamt waren es in 2003 nur etwa 5,3 Mio. hl Jahresproduktion. Es ist zwischen drei Gruppen von Mitgliedstaaten zu unterscheiden:

- Hauptproduzenten sind Spanien, Frankreich, Polen und Schweden
- Mitgliedstaaten, die Biotreibstoffprogramme fördern und über erhebliches Potenzial dafür verfügen sind Deutschland, Italien, Großbritannien, Österreich und Finnland
- Mitgliedstaaten, die entweder keine nennenswerte Bioethanolproduktion besitzen oder keine aktuellen Pläne für einen Aufbau der Produktion verfolgen: Zum Beispiel Belgien, Dänemark, Griechenland, Irland, Portugal und Luxemburg

Die derzeitige wirtschaftliche Situation in den Mitgliedstaaten und die gesetzlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen werden im Folgenden für die beiden ersten Ländergruppen kurz erörtert (vergleiche hierzu: Vierhout, European Public Affairs Advice. The European fuel alcohol programme, Miami, 18. - 29. April 2003), wobei Deutschland vorangestellt wird (Tabelle 68).

Tabelle 68: Mineralölsteuerermäßigung für Bioethanol in ausgewählten Ländern
Quelle:/193/

Land	Mineralölsteuerermäßigung		Jährliche Bioethanol-erzeugung
	[%]	[€/hl]	[Mio. hl]
Deutschland (bis 2009)	100	65,45	5,85 ¹⁾
Spanien (bis 2012)	100	39,6	5,2 ¹⁾
Frankreich (bis 2010)	62,7 (direkt) / 64,5 (ETBE)	37,0 / 38,0	1,2
Schweden (bis 2008)	100 ²⁾	52,5	0,65
Vereinig. Königreich ⁴⁾	42	33,0	-
Polen (ungegrenzt)	5	1,72	
Litauen (bis 2010)	100	28,8	0,1
Ungarn (bis 2010)	100	42,6	-
Brasilien	43	11	144
USA	280 ³⁾	³⁾	127

¹⁾ Ende 2005

²⁾ auf 2,2 Mio. hl

³⁾ nur bei 10 %-Beimischungen (E-10) sind 28 % des gesamten Gemisches steuerbefreit (Steuerlast 0,132 US-Cent/gal anstatt 0,184 US-Cent/gal)

⁴⁾ je Produzent o. Importeur 5 Jahre

Deutschland

Bisher wurde in Deutschland kein Bioethanol als Kraftstoff verwendet. Das liegt zum einen daran, dass es, als Reinkraftstoff verwendet, einen speziellen Motor benötigen würde. Zum anderen liegt es daran, dass Bioethanol als Beimischung zu herkömmlichem Kraftstoff bis Ende 2003 nicht mineralölsteuerbefreit war. Das zukünftige Absatzpotenzial für Biokraftstoffe in Deutschland ist durch die genannte Richtlinie zur Förderung von Biokraftstoffen sehr hoch. Im Jahr 2004 wurden in Deutschland etwa 25,0 Mio. t Ottokraftstoff verbraucht. Werden gemäß der genannten EU-Richtlinie 5,75 % der Energie davon durch Bioethanol ersetzt, würde das einer erforderlichen Menge von knapp 30 Mio. hl entsprechen.

Nach Angaben der Bundesmonopolverwaltung gibt es in Deutschland etwa 800 klein- und mittelständische Verschlussbrennereien, ca. 30 000 Abfindungsbrennereien und etwa 200 000 Stoffbesitzer, die Agraralkohol herstellen. Die gesamte Alkoholerzeugung lag im Jahr 2003/2004 bei den Verschlussbrennereien bei 1,983 Mio. hl zuzüglich der Erzeugung von Abfindungsbrennereien und Stoffbesitzern in Höhe von rund 84 092 hl Alkohol und

Alkoholerzeugung von Verschlussbrennereien außerhalb des Branntweinmonopols in Höhe von 212 000 hl. Im Betriebsjahr 2002/2003 wurde von dieser Alkoholerzeugung (rund 2,3 Mio. hl) nur 644 000 hl an die Bundesmonopolverwaltung abgeliefert. Dieser übernommene Rohalkohol wird in eigenen Anlagen zu 96 und 99 %igem Neutralalkohol aufbereitet. Der Vertrieb wird über acht Niederlassungen an Kosmetik-, Heilmittel-, Essighersteller u. a. durchgeführt.

Für die Brennereien besteht eine Ablieferungspflicht für einen Teil des erzeugten Alkohols zu Übernahmepreisen der Bundesmonopolverwaltung von 3 - 4 €/l Rohbrand. Bioethanol, das für die Verwendung im Kraftstoffbereich bestimmt ist, ist seit dem Jahr 2004 von der Ablieferungspflicht innerhalb des Branntweinmonopols befreit.

Aus den Ausführungen folgt, dass die etablierte Alkoholproduktion mit einer Produktionskapazität von 2,3 Mio. hl im Jahr nur etwa der einer Bioethanolgroßanlage entspricht. Da Kleinbrennereien und Stoffbesitzer für Abnehmer produzieren, die bestimmte Qualitäten und Dienstleistungen in Anspruch nehmen und diese Brennereien kleine Anlagen betreiben, die nur Rohbrand herstellen können und eine innerbetriebliche Verwertung der Nebenprodukte mit Synergieeffekten zum landwirtschaftlichen Betrieb nutzen, kommen sie für eine nennenswerte Marktproduktion für den Treibstoffsektor nicht in Betracht. Inwieweit die größeren Brennereien (Getreide und Kartoffeln) durch den Aufbau einer großtechnischen Bioethanolindustrie Markt- und Absatzkonkurrenz bekommen und die durch die Marktordnung geschützten komfortablen Übernahmepreise, die sich an den Produktionskosten der Kleinerzeuger orientieren und mit sozialer Verantwortung für die wirtschaftliche Existenz dieser Brennereien begründet werden, in Gefahr geraten, bedarf weiterer ökonomischer Untersuchungen. Es ist derzeit jedenfalls nicht davon auszugehen, dass eine zunehmende Bioethanolnachfrage für den Treibstoffmarkt lukrative Produktionsperspektiven für die etablierten Brennereien eröffnen. Und es ist auch nicht zu erwarten, dass die Kleinbrennereien ihre freien Kapazitäten bei den sich bietenden Ethanolpreisen stärker für Biotreibstoff ausnutzen werden.

Die Landwirtschaft fordert Absatzmöglichkeiten im Treibstoffmarkt, insbesondere wegen der Abschaffung der Intervention bei Roggen durch die Europäische Union seit 2004 sowie die mögliche Abschaffung bzw. Änderung der EU-Zuckermarktordnung, beginnend im Jahr 2006. Trotz der 100 %igen Befreiung von der Mineralölsteuer sind die Investoren in Deutschland sehr zurückhaltend, weil sie befürchten, dass sie substantielle Marktanteile

durch importiertes Bioethanol aus Brasilien und Nordamerika verlieren und neu errichtete Anlagen sich im angestrebten Zeitraum nicht amortisieren können. Allerdings wurden im letzten Jahr 3 Bioethanolanlagen mit einer Gesamtkapazität von 5,85 Mio. hl errichtet.

Spanien

In Spanien gibt es zwei Anlagen für die ETBE-Herstellung, betrieben von einer nichtlandwirtschaftlichen Unternehmensgruppe (Abengoa), mit einer Gesamtkapazität von 3,2 Mio. hl. Eine dritte Anlage soll 2005 mit einer Kapazität von 2 Mio. hl errichtet werden. Somit wird in etwa 5 Jahren die Gesamtproduktion auf etwa 5,2 Mio. hl Bioethanol/Jahr geschätzt. Als Rohstoffe dienen vor allem Getreide, Weinalkohol und zukünftig andere Biomasserohstoffe. Die Steuerbefreiung beträgt 100 %. Spanien wird wahrscheinlich das Zwei-Prozent-Ziel der EU (Anteil biogene Treibstoffe am Verbrauch) erreichen und könnte zum Handel von Bioethanol innerhalb der EU beitragen.

Frankreich

Frankreich hat eine lange Geschichte in der Biotreibstoffproduktion. Für lange Zeit war es das einzige Land, das Bioethanol für den Treibstoffmarkt hergestellt hat. Erst kürzlich gab es die führende Rolle in der EU an Spanien ab. Die Jahresproduktion liegt ziemlich stabil bei 1,3 Mio. hl, das als ETBE-Treibstoff bis zu 15 % beigemischt wird. Insgesamt liefern 15 Bioethanolanlagen den Alkohol an 3 ETBE-Anlagen. Es bestehen Pläne, die Kapazitäten zu erweitern. Initiator der französischen Bioethanolproduktion ist die Zuckerindustrie, allerdings hat die französische Regierung die allgemeine Verbrauchssteuer auf Treibstoff von 80 auf 60 % gesenkt, wodurch sich der Anreiz zur Bioethanolproduktion verringert. Mit den existierenden Kapazitäten wird Frankreich das Zwei-Prozent-Ziel der EU bezüglich biogener Treibstoffe am Gesamtverbrauch im Jahr 2006 kaum erreichen.

Schweden

Auch in Schweden wachsen die Kapazitäten für biogene Treibstoffe rasch. Von der schwedischen Regierung wurde eine Produktionsquote von 2,2 Mio. hl/Jahr erteilt. Die Bioethanolproduktion betrug in 2003 0,65 Mio. hl. Die übrigen 1,55 Mio. hl entfallen bisher größtenteils auf Importe aus Brasilien. Die zwei größten Produzenten in Schweden planen neue Anlagen mit Kapazitäten zwischen 1 und 1,5 Mio. hl in EU-Mitgliedstaaten. Die

Rohstoffe sind Getreide und Weinalkohol. Die Steuerbefreiung ist 100 % auf eine Quote von 2,2 Mio. hl. Schweden wird das EU-Ziel von 2 % Ende 2005 wohl erreichen.

Großbritannien

Die Biotreibstoffproduktion in Großbritannien ist sehr begrenzt und bisher auf Biodiesel ausschließlich beschränkt. Die Regierung Großbritanniens hat eine Steuerermäßigung in Höhe von knapp 33 €/hl Ethanol eingeführt, die Investoren insbesondere aus der Zuckerindustrie bisher kaum zum Aufbau von Konversionsanlagen veranlasst haben. Derzeit ist kaum zu erwarten, dass Großbritannien das Zwei-Prozent-Ziel der EU bis 2006 erreicht.

Italien

In Italien wird ähnlich wie in Deutschland bereits Biodiesel produziert. Für Bioethanol hat die italienische Regierung eine Mineralölsteuersenkung von 42 % für drei Jahre (2003 - 2005) und eine jährliche Deckelung auf insgesamt 15 Mio. € beschlossen. Dies entspricht 230 000 hl Bioethanol für ETBE. Es gibt eine ETBE-Produktionsanlage mit einer Kapazität von 90 000 t/Jahr. Weitere Investitionspläne sind nicht bekannt. Italien wird daher weit entfernt bleiben vom Mindestziel der EU.

Niederlande

In den Niederlanden gibt es weder Diesel noch Bioethanolproduktion in nennenswertem Umfang. Gleichwohl befinden sich Expansionspläne in der Entwicklung.

Finnland

Ähnliches gilt für Finnland, obwohl es hier bisher nur eine teilweise Steuerbefreiung gibt. Bisher wurden nur begrenzte Mengen von Weinalkohol in Finnland zu Treibstoff verarbeitet.

Polen

In Polen wurden 2003 1,32 Mio. hl Bioethanol zu ETBE verarbeitet. Für beigemischtes Bioethanol beträgt die Steuerbefreiung in vorgegebenen Beimischungssätzen 100 %.

Litauen

Biokraftstoffe sind in Litauen mineralölsteuerbefreit. Eine erste Bioethanolanlage mit einer Kapazität von 0,1 Mio. hl wurde im Herbst 2003 eröffnet.

Überseeische Gebiete

Unter den großen überseeischen Produzenten für Bioethanol dominiert Brasilien, wo nach einer Anschubfinanzierung vor etwa 30 Jahren dank niedriger Produktionskosten für Zuckerrohr eine Bioethanolindustrie aufgebaut wurde, die etwa 50 % des Zuckerrohrs als Biomasse nutzt und etwa 50 % des Treibstoffmarktes mit Bioethanol versorgt. Nennenswerte Produktionsmengen an Bioethanol werden in den USA hergestellt und dort im Treibstoffsektor eingesetzt. Die überseeischen Gebiete sind für den Bioethanolmarkt in Deutschland und Europa von großer Bedeutung, deshalb wird im folgenden Kapitel näher darauf eingegangen.

Von der gesamten Welterzeugung im Umfang von rund 380 Mio. hl Ethanol entfallen auf die Europäische Union nur wenige Prozent. Mit rund 144 Mio. hl Ethanol stellt Brasilien annähernd 40 % der Welterzeugung, gefolgt von den USA mit 127 Mio. hl Jahresproduktion, gut 30 % der Welterzeugung. Im Welthandel ist Brasilien dominierend. Es exportiert zunehmende Mengen nach Ostasien, Nordamerika und in die EU.

6.5.2 Angebot

Das Angebot von Bioethanol in der EU kann durch Einfuhren und durch inländische Erzeugung bereitgestellt werden. Das inländische Angebot wird dabei durch die Entwicklung des Erdölpreises, langfristige Trends in der Veränderung der Agrarproduktion und der Nahrungsmittelnachfrage und darüber hinaus durch kurz- und mittelfristige Schwankungen der Ernteerträge in der pflanzlichen Produktion beeinflusst. Wie oben bereits erwähnt, wurde im Jahr 2004 im Rahmen der GAP für die EU-25 beschlossen, dass die Fiskaltransfers ab dem Jahr 2005 grundsätzlich von der Produktion entkoppelt werden. Für die betriebswirtschaftlichen Überlegungen der Erzeuger werden Prämienzahlungen nicht mehr als Leistungsbestandteil des Anbaus von Kulturpflanzen betrachtet. Umgekehrt bedeutet das, dass die Direktkosten der Herstellung von Nahrungs- und Energiepflanzen um die bisher gewährten produktgebundenen Prämien geringer werden.

Von zentraler Bedeutung für das Angebot der EU sind die Produktionskosten ausländischer Anbieter im Vergleich zu EU-Produzenten und die Schutzmechanismen bzw. Förderinstrumente der EU und ihrer Mitgliedstaaten. Im Folgenden wird zunächst wegen der Dominanz der Bioethanolproduktion in Brasilien die Situation der ausländischen Anbieter

quantitativ dargestellt. Im Anschluss daran wird auf die Wirtschaftlichkeit der Bioethanolproduktion in der EU eingegangen. Dabei wird auch die Konkurrenzfähigkeit zum Substitut (fossiles Erdöl) speziell auf dem deutschen Markt beurteilt.

6.5.3 Produktionskosten von Bioethanol in Brasilien und anderen Drittländern

In der Kampagne 2003/04 wurden etwa 347 Mio. t Zuckerrohr an die brasilianischen Alkohol- und Zuckerfabriken geliefert (Abbildung 74). Etwa die Hälfte des brasilianischen Zuckerrohres wird jeweils für die Herstellung von Zucker und Bioethanol verwendet. Von den 23,9 Mio. t produziertem Zucker wurden etwa 14,4 Mio. t exportiert. Damit ist Brasilien vor der EU, Thailand und Australien der mit Abstand größte Zuckerelexporteur der Welt. Aus dem restlichen Zuckerrohr wurden 83,4 Mio. hl wasserfreies und 55,6 Mio. hl wasserhaltiges Bioethanol produziert. Hiervon wurden insgesamt jedoch nur etwa 7,0 Mio. hl exportiert. Das Exportpotenzial ist aber nicht nur aufgrund der veränderten Gesetzgebung in Europa und anderen Ländern weitaus höher. Auch die derzeit hohen Mineralölpreise führen dazu, Bioethanol nicht nur als Klimaschutzoption zu betrachten, sondern auch unter wirtschaftlichen Aspekten.

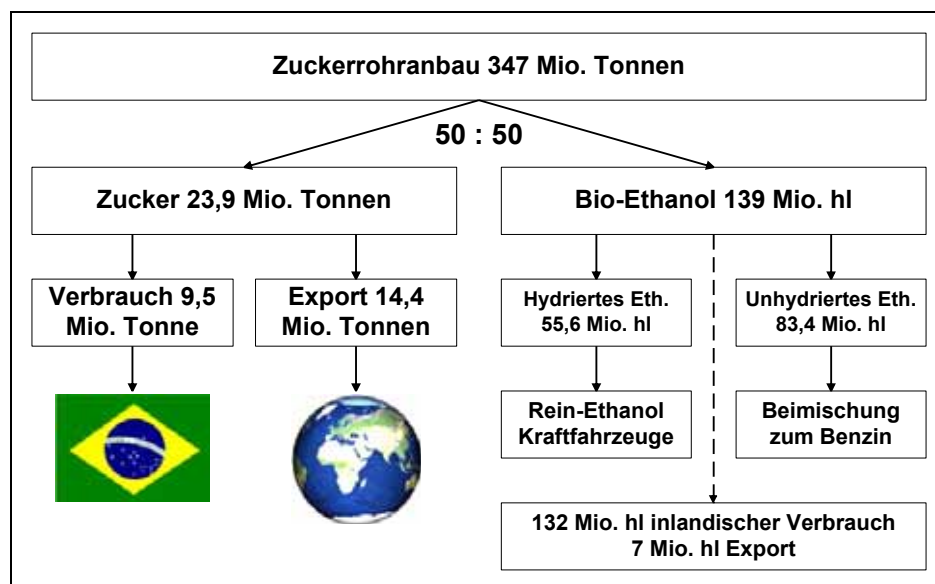


Abbildung 74: Zuckerrohrproduktion in Brasilien

Produktionskosten von Zuckerrohr

Für Brasilien kann davon ausgegangen werden, dass nach dem Jahr der Anpflanzung des Zuckerrohres sechs Ernten erfolgen. Unter der Annahme eines günstigen Produktionsstandortes mit durchschnittlichen Erträgen von 95 t/ha / und maschineller Ernteverfahren ergeben sich durchschnittliche variable Produktionskosten von 5,90 \$/t. Die hinzuzurechnenden auf den ha bezogenen Fixkosten hängen von der individuellen Betriebsgröße und dessen Ausstattung ab und sollen deshalb zwecks besserer Vergleichbarkeit an dieser Stelle vernachlässigt werden. Allerdings ist durch die optimalen Bedingungen für den Zuckerrohranbau der Wert von Ackerland in São Paulo mit durchschnittlich 2500 US-\$ ha der mit Abstand höchste in Brasilien, so dass bei einem Zinsansatz von 10 % als Opportunitätskosten zusätzliche 250 US-\$/ha bzw. 2,63 US-\$/t in die Berechnung einfließen. Dadurch erhöhen sich die Produktionskosten theoretisch auf 8,53 US-\$/t.

Der Preis für Zuckerrohr lag im Jahr 2003 im Durchschnitt bei etwa 10 US-\$/t. Dieser Preis wird in den folgenden Berechnungen zugrunde gelegt. Grundsätzlich ist der Wert von Zuckerrohr primär vom Zuckerweltmarktpreis abhängig. Da dieser in den letzten Jahren Tiefststände erreichte, hatte dies auch kostensenkende Auswirkungen auf die Produktion von Bioethanol. Im Jahr 2005 stieg der Weltmarktpreis für Bioethanol in Folge der Entwicklung am Weltölmarkt auf das Dreifache des langjährigen Niveaus.

Kosten der Bioethanolproduktion

Die folgenden Berechnungen gehen von einer Alkoholausbeute von 85 l/t Zuckerrohr aus, was etwa dem Durchschnitt in der Region Sao Paulo entspricht. Auf den produzierten Alkohol bezogen ergibt sich somit ein Rohstoffanteil an den Produktionskosten von 11,76 US-\$/hl (Tabelle 69). Da die meisten Anlagen jedoch Zucker und Alkohol produzieren, ist von Synergieeffekten auszugehen. Für die Produktion von Alkohol wird B-Melasse aus der Zuckerproduktion und Dünnsaft verwendet. Dadurch wird schwerer löslicher Zucker der Vergärung zugeführt, anstatt ihn zwecks höherer Ausbeute kostenaufwendig zu gewinnen.

Tabelle 69: Produktionskosten von Bioethanol in Brasilien
Quelle: /194/

Anlagetyp	550.000 hl Ethanol 0,65 Mio t Zuckerrohr	
Gebäude	0,25 \$/hl	1,4 %
Maschinen/Inventar	1,38 \$/hl	7,9 %
Summe Investition	1,63 \$/hl	9,4 %
Arbeit	0,62 \$/hl	3,6 %
Versicherungen/Reparaturen	0,58 \$/hl	3,3 %
Rohstoff	11,76 \$/hl	67,7 %
Hilfs- und Betriebsstoffe	2,78 \$/hl	16,0 %
Brutto-Produktionskosten	17,37 \$/hl	100,0 %
Bagasse	für Energiebedarf	
Vinasse	1,00 \$/hl	5,8 %
staatl. u. bundesstaatl. Beihilfen	0,00 \$/hl	0,0 %
Netto-Produktionskosten	16,37 \$/hl	94,2 %
Exportpreis (fob São Paulo)	18,37 \$/hl	105,8 %
\$-Importpreis (cif Rotterdam)	23,37 \$/hl	134,5 %
€-Importpreis (cif Rotterdam)	19,48 €/hl	
+ Zoll auf nicht denaturiertes Ethanol	19,20 €/hl	
+ Transport nach Deutschland	1,00 €/hl	
Gesamtkosten bis Raffinerie	39,68 €/hl	

Es wird von einer Anlage ausgegangen, die im Jahr 1,3 Mio. t Zuckerrohr verarbeitet. Davon werden letztlich 650 000 t der Bioethanolproduktion zugeführt. Gemäß einer Schätzung von Experten kostet eine Annexanlage an eine bestehende Zuckerfabrik, in der jährlich etwa 550 000 hl wasserfreies Bioethanol hergestellt werden, etwa 6,4 Mio. US-\$. Eine ideelle Aufteilung dieser Summe in 20 % Gebäudekosten und 80 % Inventarkosten bei 20- bzw. 10-jähriger Nutzungsdauer und einem kalkulatorischen Zinsansatz von 10 % ergibt einen Investitionskostenanteil von ca. 1,63 \$/hl. Dieser Kostenanteil wäre wesentlich höher, wenn die Investitionskosten für die Zuckerfabrik anteilig der Alkoholproduktion zugeordnet würden. Allerdings muss dem gegenübergestellt werden, dass die Anlagen zum Teil erheblich länger genutzt werden als hier unterstellt.

Da bei der Herstellung von Alkohol in Brasilien keine fossilen Brennstoffe benötigt werden, fallen sowohl die Energie- als auch die CO₂-Bilanz erheblich günstiger als bei der Bioethanolproduktion in Europa aus. In Hinblick auf eine kostengünstige Vermeidung

klimarelevanter Gase im Rahmen des Kyoto-Protokolls ist daher die Verwendung brasilianischen Bioethanols auch für Europa eine interessante Option.

Ein weiteres Nebenprodukt ist die Vinasse, wovon etwa 1 300 l je hl anfallen, die als Dünger genutzt wird. Durch Ermittlung der Substitutionswerte über N-, P_2O_5 - und K_2O -Gehalt ergibt sich eine Gutschrift von etwa 1 US-\$ je hl. Hierbei sind allerdings die höheren Ausbringungskosten im Vergleich zu mineralischem Dünger zu berücksichtigen.

Laut offiziellen Angaben gibt es in Brasilien derzeit keine direkten Subventionen für die Produktion von Bioethanol. Insofern ergeben sich Netto-Produktionskosten von etwa 16,37 US-\$/hl.

Werden zu den Netto-Produktionskosten weitere 2 US-\$ für den Transport zum Hafen addiert, so kann Bioethanol aus Brasilien für etwa 18,37 US-\$/hl fob São Paulo exportiert werden. Als Frachtkosten über den Atlantik werden bei Alkohol derzeit etwa 5 US-\$/hl gezahlt. Durch den anhaltenden Wirtschaftsboom in China sind die Preise für Überseetransporte stark angestiegen, da es zu Knappheiten bei den Transportkapazitäten kam. Dadurch ergibt sich ein cif-Preis in Rotterdam von etwa 23,37 US-\$/hl. Das entspricht bei einem Wechselkurs von 1,20 US-\$/€ einem Importpreis von 19,48 €/hl.

Der Importzoll in der EU für denaturiertes Bioethanol beträgt 10,2 €/hl. Da der Deutsche Bundestag jedoch beschlossen hat, dass nur nicht denaturiertes Bioethanol verwendet werden darf, greift ein Importzoll von 19,2 €/hl. Hinzu kämen Kosten von etwa 1 €/hl für den Weitertransport per Schiff an eine Raffinerie im Westen Deutschlands. Das bedeutet, dass brasilianisches Bioethanol ohne Gewinnspanne für die Produzenten und ohne Umsatzsteuer theoretisch für etwa 40 €-Cents/l in Europa zugekauft werden könnte. Das ist weit unter den Produktionskosten in Deutschland.

Für Brasilien ist Europa theoretisch ein lukrativer Markt. Allerdings sind die Steuerbefreiungen innerhalb Europas sehr unterschiedlich. So liegt die Vergünstigung in Frankreich nur bei 37 €-Cent/l. Hinzu kommt, dass der Weltmarktpreis für Zucker derzeit auf einem relativ hohen Niveau liegt und der Ethanolpreis durch die Substitutionsbeziehung zum Benzin, das wiederum durch den hohen Rohölpreis von über 60 US\$/bar, derzeit ebenfalls sehr teuer ist, zusätzlich stimuliert wird, so dass der Anreiz, Bioethanol zu produzieren, sehr hoch ist, wenn die heimische und internationale Nachfrage steigt. Zudem wird in den aktuellen EU-Mercosur-Verhandlungen bereits über die Einführung eines zollvergünstigten

Importkontingentes von 1 Mio. t (12,7 Mio. hl) Bioethanol für Brasilien gesprochen, was etwa 10 % des Bedarfes der EU-15 ab 2010 ausmachen würde. Die deutsche Landwirtschaftsministerin hat bereits eine Übergangsperiode gefordert, da die Importe eine Gefahr für die bereits getätigten und staatlich geförderten Bioethanolinvestitionen darstellen. Andererseits gibt es in Brasilien seit etwa zwei Jahren Fahrzeuge mit so genannten Total Flex Motoren, die mit jedem beliebigen Mischungsverhältnis von wasserhaltigem und wasserfreiem Ethanol sowie Benzin betrieben werden können. Hieraus wird die Nachfrage innerhalb Brasiliens nach Bioethanol bereits seit einem Jahr gestärkt.

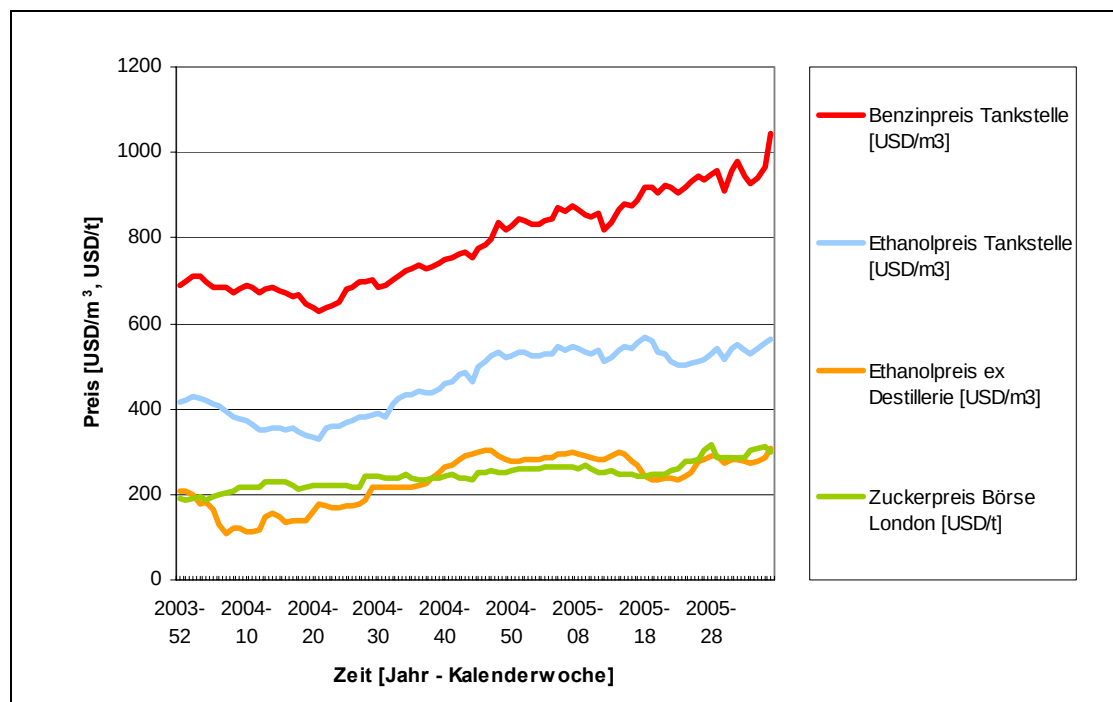


Abbildung 75: Kraftstoffpreise in Brasilien
Quelle: /193/

In den USA basiert die Bioethanolproduktion auf dem Rohstoff Mais. Die Produktion wurde seit den 90er Jahren auf 127 Mio. hl/Jahr ausgedehnt. Die US-Regierung will die Produktion weiter steigern und den Einsatz von Biotreibstoffen bis zum Jahr 2012 etwa verdoppeln. Für Ethanol sollen bis zum Jahr 2010 bereits Kapazitäten von rund 210 Mio. hl bereitstehen. Neben Mais soll dann auch in geringerem Umfang Sojabohnen als Rohstoff verwendet werden. Die Herstellungskosten für Bioethanol aus Mais sind für die USA von Henniges und Zeddies (2003) ermittelt worden. Tabelle 70 zeigt, dass die Investitionskosten etwa 10 % der Gesamtkosten verursachen. Auf Rohmaterial (Mais) entfallen 53 % der Gesamtkosten. Die Bruttoproduktionskosten belaufen sich auf knapp 40 €/hl. Für das Nebenprodukt DDGS

(Distillers' Dried Grain with Solubles) wird in den USA eine vergleichsweise gute Verwertung erzielt. Dadurch reduzieren sich die Bruttogesamtkosten um 17 %. Berücksichtigt man auch die Subventionen vom Bund und Bundesstaat (hier Süddakota), ergeben sich Nettoproduktionskosten in Höhe von knapp 25 €/hl. Bezogen auf den Verkaufspreis für Ethanol im Jahr 2002 in Höhe von 31,5 €/hl, ergab sich betriebswirtschaftlich eine Rentabilität, die aber nur mit Hilfe der Subventionen gewährleistet werden konnte.

Tabelle 70: Absolute und prozentuale Zusammensetzung der Produktionskosten für Bioethanol in den USA
Quelle:/195/

Kosten für	€/hl	%
Gebäude	0,4	1,0
Maschinen/Inventar	3,4	8,6
Summe Investition	3,8	9,6
Arbeit	2,8	7,2
Versicherungen/Gebühren/Reparaturen	0,6	1,6
Rohstoff	20,9	53,0
Hilfs- und Betriebsstoffe	11,3	28,6
Brutto-Produktionskosten = 100%	39,5	100,0
Nebenprodukte	-6,7	-17,0
staatl. u. bundesstaatl. Beihilfen	-7,9	-20,1
Netto-Produktionskosten	24,8	63,0

Die Wahrscheinlichkeit größerer Bioethanolimporte aus den USA in die EU ist gering, da die Produktionsbeihilfen nicht für den Export gewährt werden und die Maispreise derzeit bei knapp 2 US-\$ je Bushel²⁹ liegen. Der Importpreis incl. Zoll ist genauso hoch, wie die Produktionskosten in Europa. Zudem ist der Bedarf an Bioethanol in den USA durch Gesetzesänderungen und die derzeit enorm hohen Kraftstoffpreise ebenfalls sehr hoch.

Neben der etablierten Bioethanolproduktion in Brasilien und in den USA entstehen in jüngster Zeit Produktionskapazitäten in Südostasien, insbesondere in Thailand und China sowie auch in Australien (siehe Henniges O. und Zeddies J, 2005, Economics of Bioethanol Production in

²⁹ 1 Bushel Mais ≈ 25.401 kg

the Asia Pacific: Australia, Thailand, China: F.O.Licht, World Ethanol & Biofuels Report, Vol. 3, No. 11, February 8, 2005). In Australien wird die Ethanolproduktion derzeit auf 1,2 Mio. hl geschätzt. Als Rohstoffe werden Melasse, ein Nebenprodukt der Zuckerindustrie, und Nebenprodukte der Stärkeindustrie genutzt. Nur etwa 0,55 Mio. hl Bioethanol werden als Treibstoff verwendet. In Thailand werden derzeit etwa 5 Mio. hl Bioethanol im Jahr produziert. Verwendet wird dort Melasse aus der Zuckerindustrie, Cassava (frisch), Tapiokachips, Mais, Sorgum und Zuckerrohrsaft. Bioethanol wird teilweise im Inland Benzin beigemischt oder nach Japan und Philippinen exportiert. China verfügt derzeit über vier Ethanolanlagen mit einer Kapazität von 11,6 Mio. hl/Jahr. Weitere Anlagen sind im Bau, die zu einer Verdopplung der Kapazität führen werden. Während im Nordosten des Landes Mais der wichtigste Rohstoff ist, wird in Südchina überwiegend Cassava verwendet.

Ein weltweiter Vergleich der Produktionskosten (Abbildung 76) zeigt, dass Brasilien mit Abstand die niedrigsten Produktionskosten für Bioethanol aufweist (im Jahr 2004 etwa 20 €/hl). In Thailand liegen die Produktionskosten auf Grund der billigen Rohstoffe nur geringfügig höher. In Australien bewegen sich die Produktionskosten schon um 30 €/hl, etwa auf dem Niveau der USA. In China liegen die Herstellungskosten geringfügig höher, während in der EU Bioethanol kaum unter 50 €/hl bereitgestellt werden kann. Die Produktionskosten enthalten weder direkte noch indirekte Fördermittel, gleichwohl stützen alle Länder die Bioethanolproduktion durch verschiedene Instrumente, beispielsweise Investitionsbeihilfen, Subventionierung der Rohstoffe, Betriebsmittelsubventionen, Steuererleichterungen und Steuerbefreiungen, Exporthilfen oder Importzölle. Für die beiden wichtigsten Länder mit Bioethanolherstellung, Brasilien und USA, hat das zur Folge, dass Brasilien auf dem US-Markt nicht wettbewerbsfähig ist, obwohl die Produktionskosten für Bioethanol in Brasilien nur zwei Drittel der USA betragen. Dies ist zurückzuführen auf das komplexe System von Subventionen, Zöllen und Steuererleichterungen auf nationalem und Bundesstatenniveau in den USA. Die EU verfügt zwar über ein zukünftig wachsendes Rohstoffpotenzial für Bioethanol, gleichwohl ist sie nicht wettbewerbsfähig auf dem Weltethanolmarkt ohne Subventionen oder Einfuhrschutzmechanismen.

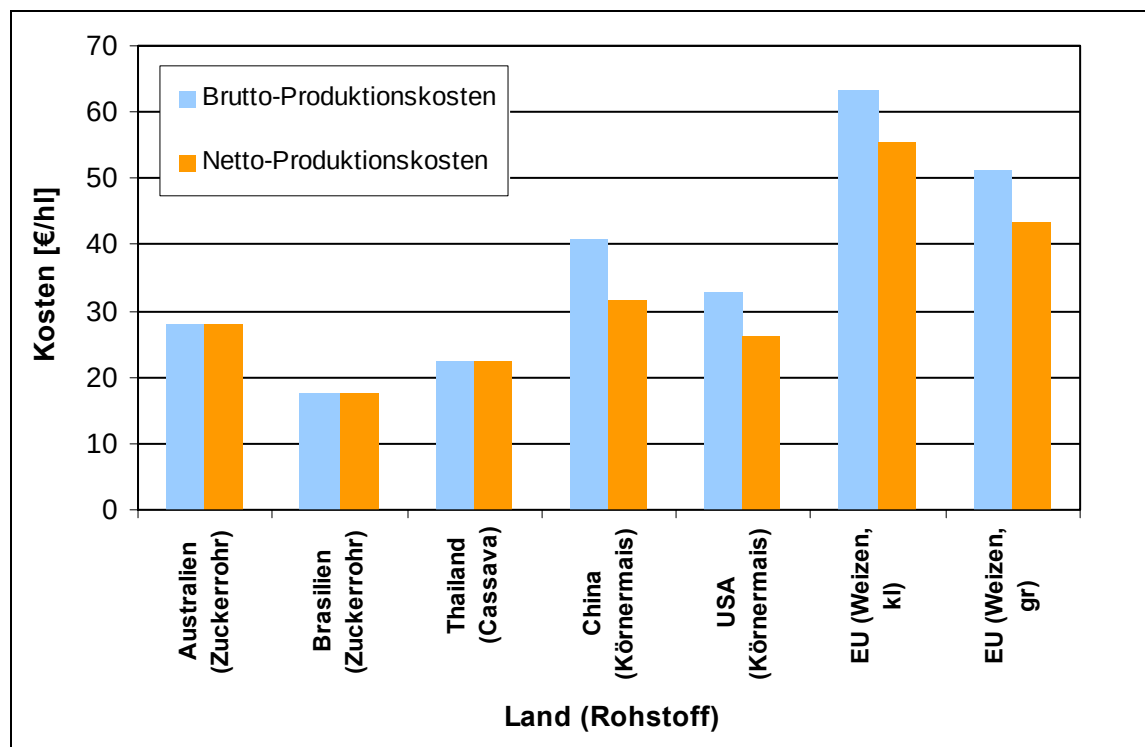


Abbildung 76: Internationaler Vergleich der Produktionskosten von Bioethanol
Quelle: /196/

6.5.4 Produktionskosten von Bioethanol in der EU

In der EU hat die Herstellung von Bioethanol gewisse Tradition in Frankreich. Dort wird aus Weizen und Zuckerrüben Bioethanol hergestellt, das dem Benzin als sog. ETBE (Ethyl-Tertiär-Butyl-Ester) beigemischt wird. Demgegenüber wird in Brasilien wasserfreies Ethanol mit bis zu 25 % und in den USA mit durchschnittlich 10 % dem Benzin beigemischt.

In Deutschland ist die Bioethanolproduktion erst vor wenigen Jahren aufgenommen worden. Als Rohstoff wird Getreide verwendet, Annexanlagen, wie sie in Frankreich kombiniert mit Zuckerfabriken betrieben werden, bieten sich auch in Deutschland an, wenn nach einer Reform der EU-Zuckermarktordnung erhebliche Fabrikkapazitäten und Anbauflächen verfügbar wären.

Der Rohstoffpreis für Weizen orientiert sich am Marktpreis für Futterweizen von etwa 10 € je dt. Für Zuckerrüben zur Ethanolherstellung kann nur ein aus dem Weizenpreis von 10 € je dt abgeleiteter Preis bezahlt werden. Dadurch ergibt sich ein maximaler Ethanolrübenpreis von 25,8 €/t (Erzeugerpreis ab Hof), bei dem die Produktionskosten für Ethanol gleich hoch wären.

Tabelle 71 zeigt die Produktionskosten je hl von zwei Ethanolanlagen mit unterschiedlicher Kapazität. Bei einer Steigerung der Jahreskapazität von 0,5 auf 2 Mio. hl sinken die Netto-Produktionskosten von 55 auf 48 € je hl. Die größten Einsparungen liegen dabei im Personalbereich, da der Arbeitskräftebedarf mit einer Kapazitätsausweitung nur vergleichsweise gering ansteigt.

Tabelle 71: Absolute und prozentuale Zusammensetzung der Herstellungskosten für Ethanol in Deutschland
Quelle: eigene Berechnungen

Jahreskapazität	500 000 hl				2 000 000 hl			
Rohstoffkette	Weizen		Zuckerrüben		Weizen		Zuckerrüben	
	[€/hl]	[%]	[€/hl]	[%]	[€/hl]	[%]	[€/hl]	[%]
Gebäude	1,28	2,1	1,28	2,1	0,82	1,5	0,82	1,5
Maschinen/Inventar	8,28	13,4	8,28	13,8	5,30	9,6	5,30	10,0
Summe Investition	9,56	15,5	9,56	15,9	6,12	11,1	6,12	11,5
Arbeit	4,26	6,9	4,26	7,1	1,40	2,5	1,40	2,6
Vers./Geb./Rep.	1,60	2,6	1,60	2,7	1,02	1,9	1,02	1,9
Rohstoff	26,40	42,7	23,55	39,2	26,40	48,0	23,54	44,3
Transport	1,35	2,2	5,10	8,5	1,35	2,4	5,10	9,6
Betriebsmittel	18,68	30,2	15,93	26,6	18,68	34,0	15,93	30,0
Brutto-Prod.kosten	61,85	100,0	60,00	100,0	54,96	100,0	53,11	100,0
Verkauf Nebenprodukte	-6,80	-11,0	-4,95	-8,3	-6,80	-12,4	-4,95	-9,3
Netto-Produktionskosten	55,05	89,0	55,05	91,7	48,16	87,6	48,16	90,7

Die Rohstoffkosten nehmen den größten Anteil an den Gesamtkosten ein. Für 1 hl Ethanol werden entweder 267 kg Weizen oder eine Tonne Zuckerrüben benötigt. Hinzu kommen Transportkosten von 5,10 € je Tonne Rohstoff bei einer unterstellten durchschnittlichen Entfernung der Ackerflächen zum Verarbeitungsstandort von 50 km. Durch den Verkauf der Nebenprodukte DDGS bzw. Rübenpellets verringern sich die Produktionskosten um ein Achtel.

Laut Aussage von Fachleuten wird bei den Produktionskosten von 48 € je hl in den nächsten Jahren ein zusätzliches Kostensenkungspotenzial von 7 € je hl erwartet. Dieses beruht auf technischem Fortschritt auf allen Stufen der Produktion und weiteren Skaleneffekten.

Grundsätzlich ist bei der Bioethanolherstellung aus Getreide zu unterscheiden, ob die Bioethanolanlage ausschließlich Getreide verarbeitet oder als Annex-Anlage einer bestehenden Zuckerfabrik betrieben wird. Im zuletzt genannten Fall kann während der

Kampagnedauer der Zuckerrübenverarbeitung an etwa 90 Tagen Zuckerrübe und außerhalb der Kampagne an etwa 220 Tagen Getreide als Rohstoff verwendet werden. Bei Ausschöpfung der vollen Zuckerrüben-Kampagnedauer ergäbe sich ein Rohstoffmix aus maximal einem Drittel aus Zuckerrüben und zwei Drittel aus Getreide.

Für Ethanolanlagen sind die Beschaffungskosten frei Bioethanolanlage einerseits und die beabsichtigte Nebenproduktnutzung andererseits entscheidend. Bei einer konventionellen Anlage mit Schlemmepetrocknung steht die Realisierung einer optimalen Anlagengröße mit Blick auf die Kostendegression bei Transport und Getreidebeschaffung im Vordergrund und wird für Bioethanolanlagen mit einer Kapazität von 2 Mio. hl Alkohol/Jahr voll erreicht. Es wurde errechnet, dass bei einem Weizenpreis ab Hof von 105 €/t und einer Transportentfernung von 50 km maximal Rübenpreise von 23,54 €/t plus Transportkosten (ca. 0,1 €/t und km) gezahlt werden könnten, um zu gleichen Rohstoffkosten je hl zu gelangen. Wird jedoch beispielsweise nur mit einem Rohstoffpreis von nur 80 €/t ans Werk gerechnet, sind bei Selbstanfuhr nur Zuckerrübenpreise von 22 €/t zahlbar, was bei 50 km Transportentfernung nur 17 €/t ab Feld bedeuten würde.

Günstigste Anlieferung des Rohstoffs erfolgt bei den benötigten Mengen in der Größenordnung von 500 000 t Getreide pro Jahr, immerhin mehr als 1500 t je Kampagnetag, entsprechend 60 LKW-Lieferungen pro Tag, über den Wasserweg. Nach bisherigen Erfahrungen beschaffen Großabnehmer für Getreide, wie beispielsweise der Isoglukose-Hersteller Cerestar, Krefeld, das benötigte Getreide aus EU-Überschussgebieten, d. h. Frankreich. Das Getreide wird überwiegend per Bahn an den Rhein befördert und über die dort installierten Verschiffungsanlagen rheinabwärts transportiert. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass sich die Umladung zur Nutzung des billigeren Wasserweges nur rentiert, wenn eine Mindeststrecke auf dem Wasserweg zurückgelegt wird. Sollte sich zukünftig das zentrale EU-Getreideüberschussgebiet durch zunehmende Getreidekonversion zu Alkohol in ein Zuschussgebiet verwandeln, wird Getreide über den Einfuhrhafen Rotterdam rheinaufwärts transportiert. Auch der Abtransport des anfallenden Nebenproduktes und die Belieferung der Mineralölindustrie gestalten sich hier eher günstig.

In Bezug auf das Nebenprodukt getrocknete Schlempe (DDGS) ist zu bedenken, dass davon erhebliche Mengen anfallen, die entweder zeitnah (3 Tage) verfüttert oder aufwendig getrocknet werden müssen. Jüngste Erfahrungen in Deutschland belegen, dass Investoren auf diese Menge nicht vorbereitet sind und die Schlempe als Dünger auf Felder benachbarter

landwirtschaftlicher Betriebe entsorgen, so dass in diesem Falle Erlöse aus Nebenprodukten entfallen.

Mit Blick auf die zu zahlenden Einstandspreise für den Rohstoff ist zwischen Zuschuss- und Überschuss-Situation an Getreide in der EU zu unterscheiden. Bisher existierte z.B. stets die Überschusssituation für relevante deutsche Standorte. Nicht nur weil hier ein Überschussgebiet für Getreide ist, sondern auch weil es in der Nachbarschaft der großen französischen Überschussgebiete liegt und große Getreideverbraucher in Deutschland das Getreide aus den Überschussgebieten Frankreichs über den Rhein beziehen. In deutschen Überschussgebieten, wie beispielsweise in Bayern, sind die Preise unter diesen Rahmenbedingungen noch etwas günstiger, und sie könnten in Zukunft auch durch frachtgünstige Schiffstransporte aus neuen EU-Beitrittsländern über die Donau (bis Kehlheim) niedrig gehalten werden.

Kommt es längerfristig zu einer Unterversorgung mit Getreide in der Europäischen Union, was allerdings selbst bei extrem steigender Nachfrage nach Getreide durch eine Bioethanolproduktion kaum zu erwarten ist, würden die Getreidepreise an den für Importe erreichbaren Wasserstraßen am niedrigsten sein und zu den dezentralen Verbrauchsorten im Inland ansteigen, wobei hier wiederum die derzeitigen traditionellen Getreideüberschussgebiete im Preisniveau noch darunter liegen.

Konkurrenzfähigkeit von Ethanol zu Benzin auf dem deutschen Markt

Neben der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Ethanolproduktion stellt sich die Frage nach der Konkurrenzfähigkeit des Ethanols zum Benzin. Tabelle 72 zeigt beispielhaft die Zusammensetzung des Verkaufspreises für Benzin an der Tankstelle in Deutschland. Damit verglichen wird eine mögliche Preisgestaltung beim Bioethanol. Fachleute gehen davon aus, dass Bioethanol zum gleichen Preis wie Benzin verkauft wird, so dass Ottokraftstoff mit 5 %iger Bioethanolbeimischung je nach Benzinpreisniveau ebenfalls zu etwa 113 bzw. 150 €-Cents je Liter verkauft wird und der Verbraucher keinen Vorteil hat.

Tabelle 72: Zusammensetzung der Verkaufspreise von Benzin und Bioethanol in Deutschland
Quelle: eigene Berechnungen/

	Benzin		EU-Ethanol	
	[EUR/hl]			
Preis (Tankstelle)	113	150	113	150
- Einkaufspreis	25	56	50-70	50-70
- USt	16	21	16	21
- MinÖlSt	65	65	0	0
- Distribution	5	5	5	5
- Dehydrieren und Beimischen	0	0	5	5
= Gewinnspanne	2	3	17-37	49-69

Es wird deutlich, dass die mögliche Gewinnspanne beim Bioethanol für Deutschland bei einem Benzinpreis von 113 €/hl je nach Einkaufspreis bei 17 - 37 €/hl bis zu 70 €/hl liegen kann, so dass es für Mineralölkonzerne einen großen Anreiz gibt, Biokraftstoffe zu verwenden. Die Gewinnspanne wäre bei importiertem Bioethanol aus Brasilien noch höher. Bei einem weiteren Anstieg des Benzinpreises auf 150 €/hl wird davon ausgegangen, dass selbst bei diesem Benzinpreisniveau der Ethanoleinkaufspreis in Deutschland nicht nennenswert steigen wird, da die Mineralölindustrie nicht verpflichtet ist, das Bioethanol beizumischen.

Weiterhin wird deutlich, dass die Produktionskosten von Bioethanol in Brasilien nicht nur erheblich geringer sind als in der EU, sondern auch günstiger als Rohbenzin. Hinzu kommt ein hohes Ausdehnungspotenzial der Produktion und Ausweitung der Anbaufläche. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass eine Ausdehnung der Produktion steigende Grenzkosten zur Folge hätte. Insgesamt erscheint der Import von Bioethanol aus Brasilien aus Sicht der Mineralölunternehmen sinnvoll. Bei anhaltend hohen Benzinpreisen steigt der Ethanolpreis in Brasilien allerdings an, so dass möglicherweise der Benzin-Einkaufspreis (70 €/hl) erreicht wird.

Aus den quantitativen Überlegungen geht hervor, dass eine Bioethanolproduktion in Europa, wie sie seitens der politischen Institutionen erwünscht wird, nur durch erhebliche Steuerermäßigung bei gleichzeitiger Anwendung eines hohen Importzolls möglich wäre.

Es bleibt dabei die Frage offen, wem die steuerlichen Vergünstigungen in Europa zugute kommen sollen. Aus europäischer Sicht erscheint es wenig sinnvoll, dass Mindereinnahmen

im Haushalt zugunsten weniger brasilianischer Unternehmen bzw. international operierender Ölkonzerne in Kauf genommen werden.

Sollten die von der EU-Kommission anvisierten Ziele für die Verwendung von Biokraftstoffen mit dem Instrument der Steuerbefreiung erreicht werden, hätte dies in jedem Falle hohe Steuerausfälle für die einzelstaatlichen Budgets zur Folge. Dem steht jedoch bei heimischer Bioethanolproduktion ein Wertschöpfungspotenzial gegenüber. Angesichts einer noch in den Anfängen stehenden europäischen Bioethanolindustrie ist es für deren Etablierung erforderlich, dass die derzeitigen günstigen steuerlichen Bedingungen in Europa – wenn auch nicht im vollen Umfang - bestehen bleiben.

Unsicherheiten für Investoren

Drei Unsicherheiten schrecken potenzielle Investoren ab. Europa besitzt nur einen geringen Außenschutz von 19,2 €/hl auf unvergälltes Bioethanol³⁰:

- Die angeführten Produktionskosten in Brasilien (und den USA) liegen jedoch selbst unter Einbeziehung der Transportkosten mehr als 19,2 €/hl unter den deutschen. Auch die mit 120 Mio. hl enorm hohe jährliche Produktionskapazität Brasiliens, niedrige Produktionskosten und der schwache Wechselkurs des brasilianischen Reals können dazu führen, dass die EU mit billigem Bioethanol aus Südamerika überschwemmt wird.
- Es ist gesetzlich nicht festgelegt, dass die Biokraftstoffe aus heimischer Erzeugung sein müssen. Eine Erhöhung des Importzolls ist im Rahmen der WTO-Verhandlungen hin zu liberaleren Märkten nur durchzusetzen, wenn die Bioethanolproduktion in die Grüne Box als Umweltmaßnahme eingeordnet wird. Das ist bisher nicht der Fall. Zudem ist gemäß den jüngsten WTO-Vorschlägen die Grüne Box in der Kritik. Brasilien baut derzeit seine Hafenkapazitäten für den Export von Bioethanol aus.
- Eine weitere Unsicherheit ergibt sich aus dem Verzicht auf einen Beimischungszwang für Mineralölkonzerne. Dadurch ist der Absatz des Bioethanols nicht sichergestellt.

³⁰ der Außenschutz für vergälltes Ethanol liegt sogar nur bei 10,2 €/hl; dieses ist aber in Deutschland für den Einsatz im Kraftstoffbereich nicht von der Mineralölsteuer befreit.

Hinzu kommen die Unsicherheiten über die zukünftige Mineralölsteuerpolitik Deutschlands und der EU und deren Kompetenzaufteilung.

Bevor die gesetzlichen Rahmenbedingungen in Deutschland und Europa nicht eindeutig im Sinne der Verwendung von Bioethanol geregelt sind, werden potenzielle Investoren weiterhin auf einen Einstieg in die Produktion warten..

6.5.5 Marktmodell

Ein Marktmodell beschreibt im Prinzip die Gesamtheit der Austauschbeziehungen zwischen anbietenden und nachfragenden Wirtschaftssubjekten. Bei Bioethanol handelt es sich um keinen freien Markt, auf dem sich die Preisbildung ohne Eingriffe des Staates vollzieht, sondern um einen regulierten Markt. Bezüglich der Zahl und der Größe der Marktteilnehmer handelt es sich bei dem Markt für Bioethanol eher um Oligopolstrukturen seitens der Anbieter und seitens der Nachfrager. Es wird voraussichtlich zunächst wenige Anbieter aus Übersee und nur wenige Anbieter für Bioethanol aus dem Inland oder EU-Mitgliedstaaten geben, und auf der Nachfrageseite wird es sich um wenige Mineralölkonglomerate handeln.

Angebots-Nachfrage-Kurven und Preisbildung werden sich entsprechend der grafischen Darstellung in Abbildung 66 ergeben. Leitet man die Angebotskurve aus den Herstellungskosten für Bioethanol ab, wird zu niedrigstem Preis importiertes Bioethanol im Rahmen eines eventuell vereinbarten Importkontingents aus den Mercosur-Kontrakten am Markt sein. Hier ist zunächst eine Menge von 1 Mio. t/Jahr in die Verhandlungen eingebracht worden. Die Verlängerung der Angebotskurve aus Importen in gestrichelter Linie kennzeichnet den möglichen Verlauf der Angebotskurve bei einer Erhöhung der Importkontingente. Zu einem Preisniveau von etwas weniger als 50 Cent/l kann Bioethanol aus inländischer Erzeugung aus Getreide unter günstigen Bedingungen hergestellt werden, das im EU-Binnenmarkt für die Nahrungsmittelproduktion nicht benötigt und bisher exportiert oder inferior verwertet wurde.

Zur weiteren Angebotssteigerung stehen Bioethanolumengen aus der Verarbeitung von Zuckerrüben zur Verfügung, die bisher als C-Zucker exportiert oder in Zuckerrübenbetrieben zu einem am Getreidepreis orientierten Verwertungspreis angebaut werden, der unter den Grenzkosten der Bioethanolherstellung aus importiertem Getreide liegt. Ein weiteres Angebot an Bioethanol aus importiertem Getreide kann als vergleichsweise elastisch betrachtet

werden. Die Angebotskurve für Bioethanol aus dem EU-Binnenmarkt hat einen stufenförmigen Verlauf. Das Marktmodell berücksichtigt darüber hinaus, dass neben einem zollfreien Importangebot von Bioethanol auch das normal verzollte Bioethanol (gestrichelte Linie) auf den EU-Binnenmarkt gelangen kann. Der Angebotspreis inklusive Zoll liegt bei etwa 50 Cent und damit geringfügig höher als inländisch erzeugtes Bioethanol aus überschüssigem Getreide (Stand 2004).

Bevor Zuckerrüben und teureres Importgetreide im Inland zur Bioethanolherstellung eingesetzt werden, greifen Treibstoffhersteller auf verzolltes Importethanol zurück. Dieses wird bei großer Nachfrage in den Herstellungsländern ebenfalls teurer, weil sukzessive die Rohzuckerproduktion am Weltmarkt knapp wird und zu steigenden Weltmarktpreisen und besserer Verwertung des Zuckerrohrs führen kann. Zum anderen wird Bioethanol auf den Binnenmärkten der exportierenden Länder ebenfalls verknappt und zu steigenden Preisen führen. Verschiebt man die Angebotskurve für Bioethanol frei Raffinerie um die Kosten für Distribution, Denaturierung, Beimischung und Umsatzsteuer auf das Niveau der Tankstellenpreise, dann zeigt die Abbildung 66, dass zur Deckung der Bioethanolnachfrage gemäß EU-Richtlinie ausreichend Bioethanol zur Verfügung gestellt wird. Dieses stammt aus unverzolltem importiertem Bioethanol (Importkontingent), Bioethanolherstellung aus überschüssigem Getreide vom EU-Binnenmarkt und importiertes verzolltes Bioethanol aus Übersee.

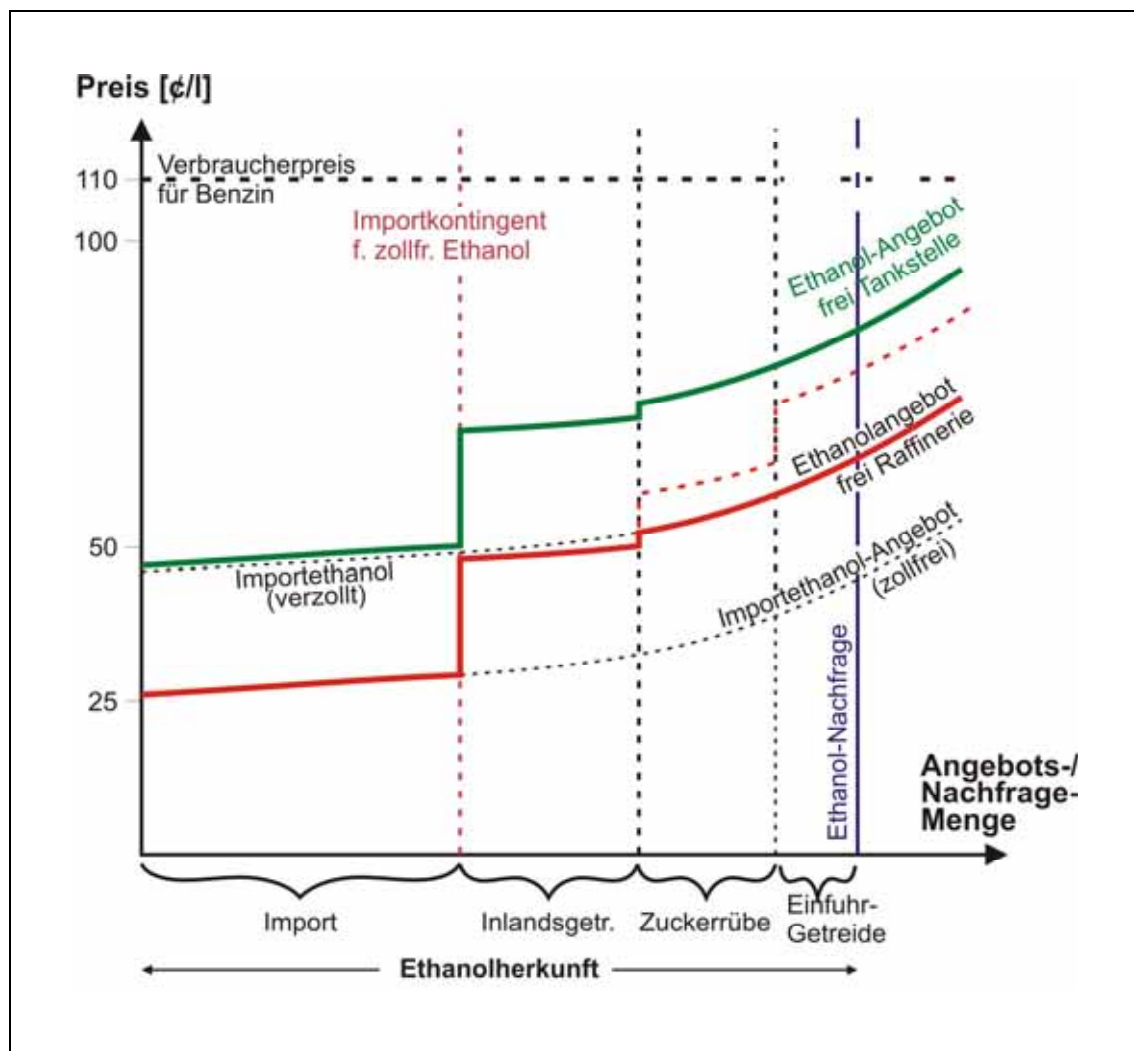


Abbildung 77: Marktmodell für Bioethanol
(Stand 2004) Quelle: eigene Berechnungen

Die Nachfragekurve für Bioethanol leitet sich aus dem Referenzpreis für fossiles Benzin ab. Bioethanol wird so lange nachgefragt, wie die Befreiung oder Ermäßigung der Mineralölsteuer größer ist als die Differenz zwischen dem Einkaufspreis für fossiles Benzin und dem Einkaufspreis für Bioethanol. Ändert der Staat die Rahmenbedingungen, indem er beispielsweise die Mineralölsteuerbefreiung bzw. -ermäßigung nur für die Zielmenge der EU-Richtlinie gewährt, beschränkt sich das Gesamtangebot an Bioethanol auf diese Menge.

In jedem Fall kommt es zu einer Rente aus der Differenz des Verbraucherpreises für Treibstoff und dem Angebotspreis von Bioethanol, die durch die Mineralölsteuerbefreiung bzw. -ermäßigung initiiert wird und in der Höhe von der Preisdifferenz zwischen Einstandspreisen für fossiles Benzin und Bioethanol sowie der Mineralölsteuerermäßigung bestimmt wird. Derzeit beträgt die Rente mehr als 30 Cent je Liter.

Insgesamt zeigt die Darstellung für 2004, dass das Angebot für Bioethanol am günstigsten aus überseeischen Importen bereitgestellt werden kann, dass darüber hinaus die inländische Produktion von Bioethanol nur wirtschaftlich ist, wenn Bioethanol von der Mineralölsteuer teilweise oder völlig befreit wird und im Fall einer totalen Befreiung von der Mineralölsteuer neben inländischem Getreide inländische Zuckerrüben und ausländisches, also importiertes Getreide eine erhebliche Substitution von fossilem Benzin ermöglichen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein zusätzliches Angebot an Bioethanol aus dem Inland nur durch Bau von Konversionsanlagen mit Hilfe erheblicher Investitionen bereitgestellt werden kann. Dies werden die Marktteilnehmer nur tun, wenn sie mittel- und langfristig nicht Marktstörungen durch Erhöhung von Importkontingenten, Abbau von Außenschutz für Bioethanoleinfuhren und/oder Abbau der Mineralölsteuerbefreiung bzw. -ermäßigung befürchten müssen. Solche Investitionsrestriktionen hätten geringere Bedeutung, wenn den Herstellern von Bioethanol eine Abnahmegarantie und Mindestvergütungen garantiert würden.

6.5.6 Preisbeziehungen

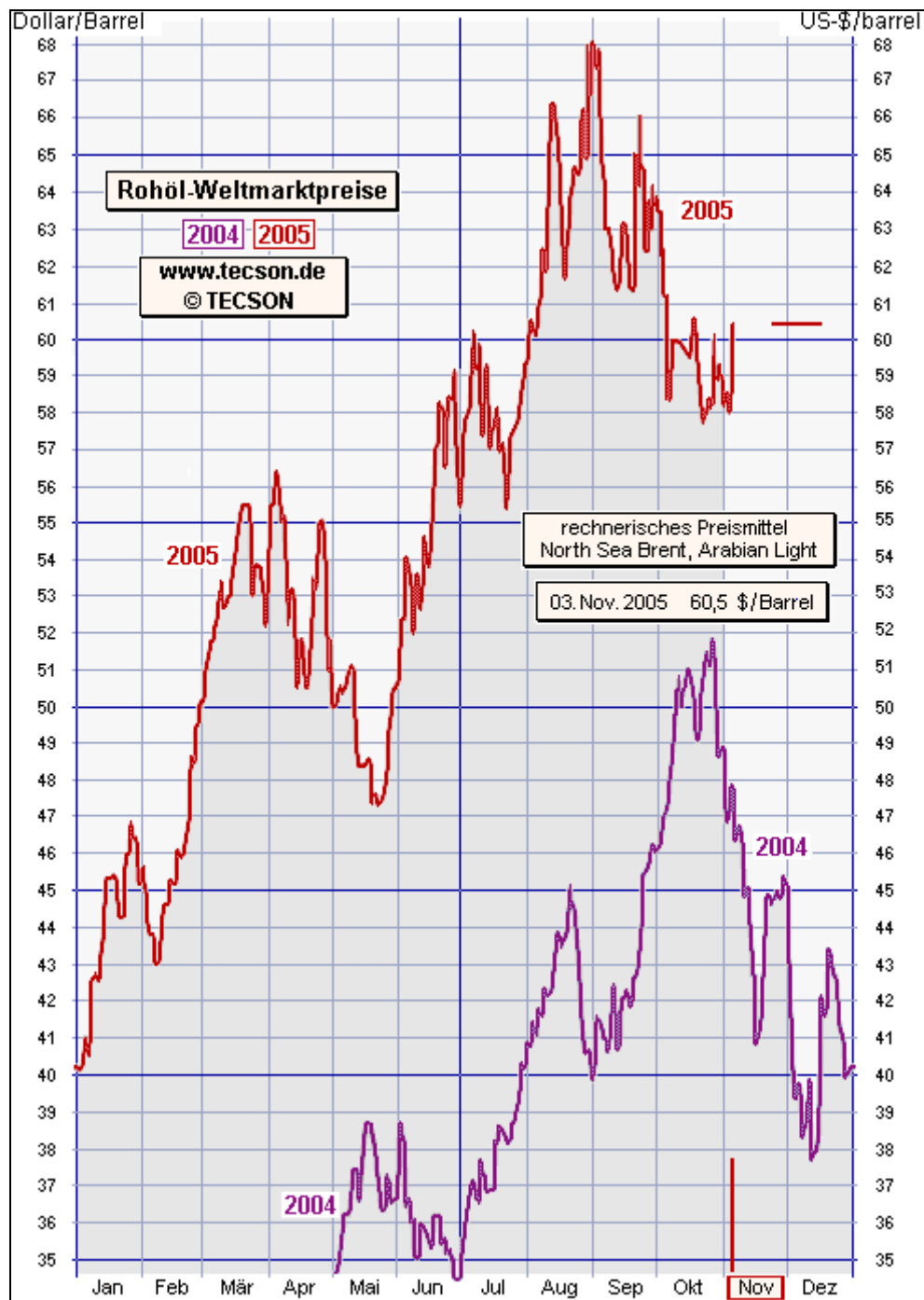
Die oben dargestellten Kostenrechnungen und Marktmodelle beziehen sich auf Daten der Basisperiode, die durch vergleichsweise stabile Preise auf den Märkten für Energie und Agrarprodukte gekennzeichnet war. Seit Frühjahr des Jahres 2004 ist ein anhaltender Trend steigender Preise für Rohöl am Weltmarkt zu beobachten. Wirkungen dieser Preisänderungen auf die Preise biogener Kraftstoffe und agrarischer Rohstoffe für Bioenergieträger sind beispielsweise in Brasilien schon zu beobachten. Die folgenden Ausführungen sind deshalb den Preisbeziehungen zwischen Rohölmarkt, Preisen biogener Treibstoffe und die der Agrarprodukte zu deren Herstellung gewidmet.

Zunächst wird die vertikale Preisbeziehung zwischen Rohölpreis am Weltmarkt und Einstandspreis für Benzin an Raffinerie betrachtet. Dann werden auf der Basis der vorausgegangenen Kostenrechnungen Isonutzenkurven zwischen Bioethanol und fossilem Benzin dargestellt, die aufzeigen, bei welchen Preisbeziehungen eine wirkungsgleiche Produktsubstitution möglich ist. Danach werden in Abhängigkeit vom Bioethanolpreis Verwertungsfunktionen für die wichtigsten agrarischen Rohstoffe bei der Ethanolherstellung aufgezeigt. Aus den Preisbeziehungen werden ökonomische Schlussfolgerungen gezogen.

Abschließend werden beispielhaft die Auswirkungen steigender Preise für fossiles Benzin auf den Bioethanolpreis und den Weltmarktpreis für Zucker erörtert.

Rohölpreis am Weltmarkt und Einstandspreis für Benzin an Raffinerie

Die Preise für Rohöl stiegen ab Frühjahr 2004 von etwa 35 US\$/Barrel auf ein Höchstniveau im Jahr 2004 im Oktober auf etwa 50 US\$/Barrel und im Jahr 2005 im September auf fast 70 US\$/Barrel (Abbildung 78). Am Markt besteht eine enge Abhängigkeit zwischen Rohölpreis, Heizölpreis und Benzinpreis, wobei ein beträchtlicher Preisabstand zwischen dem Preis für Rohöl und den Preisen für Heizöl und Benzin existiert. Die Heizölpreise frei Verbraucher und die Einstandspreise des Rohöls frei Raffinerie weichen im Niveau nicht wesentlich voneinander ab. Die leicht zugänglichen Heizölpreise frei Verbraucher bewegten sich in Deutschland im Zeitraum 2004 bis November 2005 von 35 €/Ct/Liter auf über 50 €/Ct/Liter im Oktober 2004 und etwa 65 €/Ct/Liter im September/Oktober 2005 (Abbildung 79). Für die weiteren Überlegungen wird angesichts der starken Preisschwankungen der letzten zwei Jahre davon ausgegangen, dass sich die Preise für Rohöl in Zukunft im Bereich der beobachteten Bandbreiten zwischen 35 und 70 US\$/Barrel bewegen.



- Die links dargestellten Kurvenverläufe geben den errechneten Mittelpreis für einen Sortenmix von Nordseeöl und arabischem Öl wieder.

Abbildung 78: Entwicklung der Rohölpreise am Weltmarkt
 Quelle: /197/



Abbildung 79: Entwicklung der Heizölpreise in Deutschland
Quelle: /197/

Preisbeziehungen zwischen Benzin und biogenen Kraftstoffen

Für die folgenden Betrachtungen wird zunächst unterstellt, dass biogene Kraftstoffe im Markt zum Einsatz kommen, wenn sie zu gleichen Preiskonditionen wie Benzin fossiler Herkunft einschließlich Steuern angeboten werden. Dann ergeben sich die in der Abbildung 80 zwischen Bioethanolpreis ab Werk und Benzineinstandspreis dargestellten Linien. Die Grafik zeigt auf der Abszisse zwar die Preise für fossiles Benzin an Raffinerie, also ohne Mineralölsteuer, Mehrwertsteuer und weitere Kosten bis zur Tankstellenabgabe, in den Preisbeziehungen der Linien sind diese aber berücksichtigt. Die Fluktuation des Benzinpreises ohne Steuern bewegte sich in den letzten zwei Jahren zwischen 30 €-Ct und 70 €-Ct/Liter. Die vier in der Grafik dargestellten Linien gelten für die Einstandspreise für Bioethanol unter verschiedenen Annahmen. Die obere Linie repräsentiert einen maximal zahlbaren Einstandspreis für Bioethanol unter der Annahme voller Steuerbefreiung bei einer Substitution von 1 Liter Bioethanol zu 1 Liter Benzin. Bei einem Benzinpreis von 30 Ct/Liter könnte bei voller Befreiung von der Mineralölsteuer für Bioethanol ein Preis von etwa 80 Ct bezahlt werden. Dieser würde die in früheren Kapiteln ermittelten Herstellungskosten für Bioethanol in Deutschland aus Getreide (50 - 60 €-Ct/Liter) deutlich überkompensieren. Bei einem Basispreis von 70 €-Ct/Liter Benzin könnte um 1,20 € für Bioethanol bezahlt werden. Die darunter liegende Linie gilt für die Annahme einer vollen Mineralölsteuerbefreiung für Bioethanol und einer Substitution entsprechend der Energiedichte von 1 Liter Benzin zu 1,5 Liter Ethanol. Bei einem Einstandspreis für Benzin von 30 €-Ct/Liter beträgt der Substitutionswert von 1 Liter Bioethanol dann etwa 0,75 €-Ct/Liter, wobei die Herstellungskosten im Durchschnitt noch gedeckt sind.

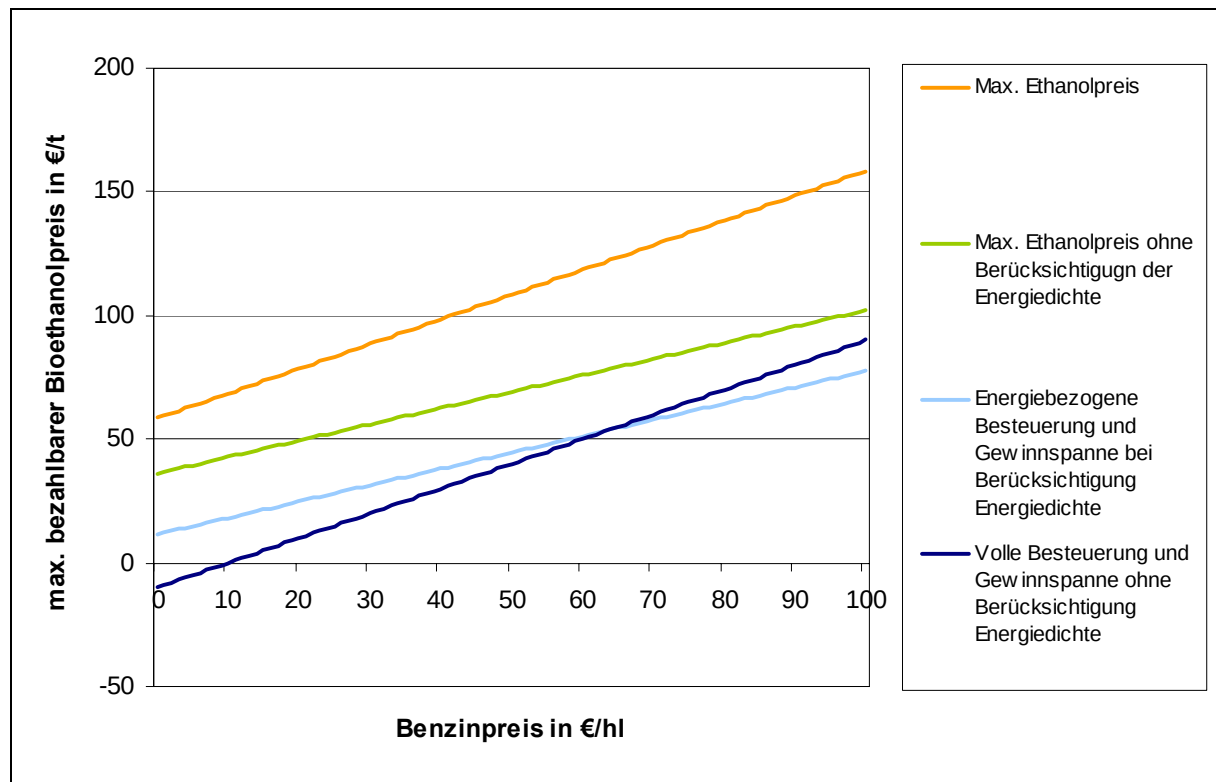


Abbildung 80: Maximal bezahlbarer Bioethanolpreis ab Werk in Abhängigkeit vom Benzineinstandspreis (ohne Steuern)
Quelle: /198/

Die zwei darunter verlaufenden Linien zeigen die für Bioethanol bezahlbaren Preise unter der Annahme einer vollen Besteuerung von Bioethanol wie für Benzin auf Volumenbasis (Substitution 1:1) und auf Energiebasis (1:1,5). Die Darstellung zeigt, dass unter der Annahme einer vollen Besteuerung von Bioethanol selbst bei einem Einstandspreis für fossiles Benzin in Höhe von 70 €/Ct/Liter kaum Kostendeckung für die Herstellung von Bioethanol erreicht werden kann. Daraus folgt, dass eine deutsche Bioethanolproduktion auf Grund ihrer vergleichsweise hohen Produktionskosten selbst bei relativ hohen Weltmarktpreisen für Rohöl international kaum wettbewerbsfähig sein kann.

Preisbeziehung zwischen Bioethanol und agrarischen Rohstoffen

Die Preisbeziehungen zwischen Bioethanol und den zu seiner Herstellung verwendeten agrarischen Rohstoffen sind in Abbildung 81 und Abbildung 82 dargestellt. Die Verwertungsfunktionen für Zuckerrüben in Abbildung 81 gelten für ein Substitutionsverhältnis zwischen Bioethanol und fossilem Benzin von 1:1. Bei einem Ethanolpreis von 50 €/Ct/Liter können Zuckerrüben ab Feld nur in Höhe von etwa 20 €/t

bezahlt werden. Wenn eine energiebezogene Substitution zwischen Ethanol und fossilem Benzin unterstellt wird, läge die Verwertung des Rohstoffs noch deutlich darunter. Dem gegenüber ergibt sich bei dem derzeitigen Preis für fossiles Benzin an Raffinerie von etwa 70 €/Ct/Liter und einer Substitutionsbeziehung zwischen Bioethanol und fossilem Benzin von 1:1 ein maximal bezahlbarer Preis für Zuckerrüben ab Feld auf über 60 €/t. Selbst bei Annahme einer energiebezogenen Substitution ergäbe sich immer noch ein sehr lukrativer Auszahlungspreis für Zuckerrüben, der etwa bei dem derzeit durch die Zuckermarktordnung gestützten Preis für Zuckerrüben für die Zuckerherstellung liegen würde.

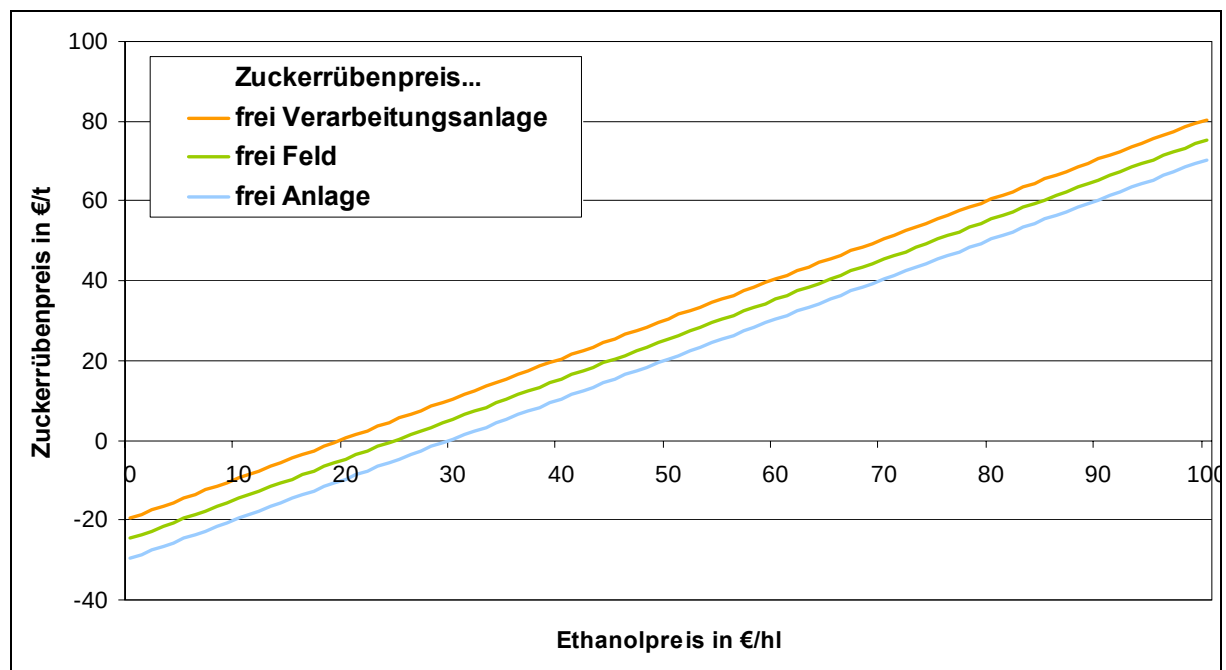


Abbildung 81: Maximal bezahlbarer Zuckerrübenpreis in Abhängigkeit vom Bioethanolpreis ab Werk
 Quelle: /198/

Die entsprechenden Verwertungsfunktionen für Weizen zur Ethanolherstellung in Abbildung 82 zeigt einen ähnlichen Verlauf. Bei einem niedrigen Ethanoleinstandspreis an Raffinerie in Höhe von 50 - 60 €/Ct/Liter kann bei einem Substitutionsverhältnis zwischen Bioethanol und fossilem Benzin von 1:1 nur etwa der derzeit geltende Weizenpreis von 100 €/t Erlöst werden. Bei einer Verdopplung des Ethanolpreises, die bei derzeitigem Einstandspreis für Rohöl unter der Annahme der Substitution von 1:1 möglich wäre, könnte für Weizen das Zweieinhalbfache des derzeitigen Basispreises Erlöst werden.

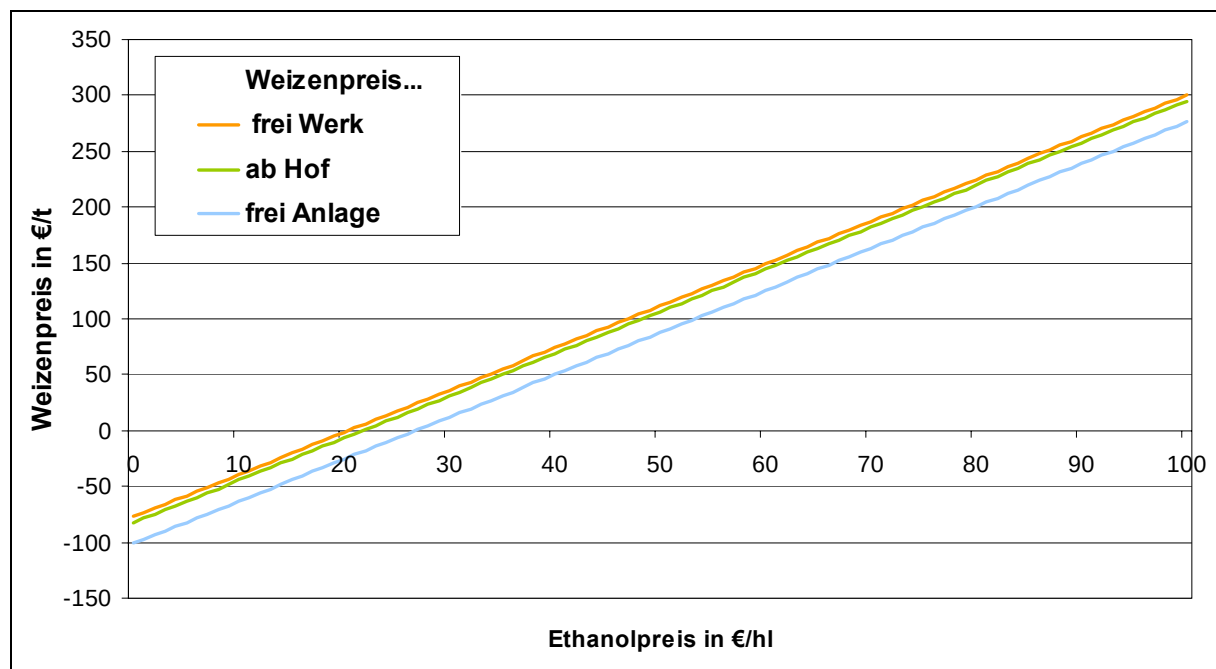


Abbildung 82: Maximal bezahlbarer Weizenpreis in Abhängigkeit vom Bioethanolpreis ab Werk
 Quelle: /198/

Aus den Berechnungen folgt, dass bei einem nachhaltig höheren Rohstoffpreis für Rohöl am Weltmarkt und Beibehaltung der Befreiung von der Mineralölsteuer eine lukrative Verwertung agrarischer Rohstoffe für Biotreibstoff möglich ist. Bei Erhebung der vollen Mineralölsteuer auch auf Bioethanol kann allerdings erst bei einem Rohöl-Weltmarktpreis von 100 US\$/Barrel volle Konkurrenzfähigkeit zwischen Bioethanol und fossilem Benzin und dabei ein lukrativer Auszahlungspreis für die agrarischen Rohstoffe erreicht werden.

Einschränkend zu den Darstellungen ist hervorzuheben, dass sie lediglich Preisbeziehungen deutlich machen. Preisänderungen für agrarische Rohstoffe als Folge von steigenden Rohölpreisen sind daraus nicht abzuleiten. Preiseffekte entstehen durch Nachfrage- und Angebotsänderungen und werden durch die entsprechenden Preiselastizitäten in Deutschland, in der EU und am Weltmarkt beeinflusst.

Auf den internationalen Agrarmärkten wirken sich Preissteigerungen am Weltmarkt für Rohöl vor allem auf die Preise für Bioethanol und Zucker in Brasilien und auf den Weltmarktpreis für Zucker aus. Bereits erkennbare Reaktionen wurden in Abbildung 75 dargestellt. Dabei wurde die Wirkung steigender Preise für fossiles Benzin (ab Tankstelle) auf die Preise für Bioethanol ab Tankstelle deutlich, ebenso wie der enge Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Preise für fossiles Benzin und dem Zuckerpreis am Weltmarkt. Auf der Basis der

Kostenberechnungen für Bioethanol aus Zuckerrohr in Brasilien ist in der Trade off zwischen den Preisen für fossiles Benzin, für Bioethanol, für Zuckerrohr und für Zucker für Brasilien in Abhängigkeit von dem Einstandspreis für fossilen Otto- Kraftstoff dargestellt. Da Brasilien den Weltmarktpreis für Zucker dominiert, kann aus der Abbildung gefolgert werden, dass mit nachhaltig steigenden Weltmarktpreisen für Rohöl ein höherer Zuckerpreis am Weltmarkt erwartet werden muss. Wenn beispielsweise der Rohölpreis nachhaltig 60 US\$/Barrel beträgt, kann je nach Angebots- und Nachfragesituation der Zuckerpreis am Weltmarkt bis auf 360 US\$/t steigen und damit um bis zu 80 % über dem nachhaltig niedrigen Weltmarktpreis für Zucker (um 200 US\$/t) ansteigen. Aus allen Berechnungen und Überlegungen folgt, dass bei einem nachhaltig höheren Preisniveau für Rohöl am Weltmarkt höhere Weltmarktpreise für wichtige agrarische Rohstoffe zu erwarten sind.

Aus den Berechnungen folgt, dass bei einem nachhaltig höheren Rohstoffpreis für Rohöl am Weltmarkt und Beibehaltung der Befreiung von der Mineralölsteuer eine lukrative Verwertung agrarischer Rohstoffe für Biotreibstoff möglich ist. Bei Erhebung der vollen Mineralölsteuer auch auf Bioethanol kann allerdings erst bei einem Rohöl-Weltmarktpreis von 100 US\$/Barrel volle Konkurrenzfähigkeit zwischen Bioethanol und fossilem Benzin und dabei ein lukrativer Auszahlungspreis für die agrarischen Rohstoffe erreicht werden.

Einschränkend zu den Darstellungen ist hervorzuheben, dass sie lediglich Preisbeziehungen deutlich machen. Preisänderungen für agrarische Rohstoffe als Folge von steigenden Rohölpreisen sind daraus nicht abzuleiten. Preiseffekte entstehen durch Nachfrage- und Angebotsänderungen und werden durch die entsprechenden Preiselastizitäten in Deutschland, in der EU und am Weltmarkt beeinflusst.

Auf den internationalen Agrarmärkten wirken sich Preissteigerungen am Weltmarkt für Rohöl vor allem auf die Preise für Bioethanol und Zucker in Brasilien und auf den Weltmarktpreis für Zucker aus. Bereits erkennbare Reaktionen wurden in Abbildung 75 dargestellt. Dabei wurde die Wirkung steigender Preise für fossiles Benzin (ab Tankstelle) auf die Preise für Bioethanol ab Tankstelle deutlich, ebenso wie der enge Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Preise für fossiles Benzin und dem Zuckerpreis am Weltmarkt. Auf der Basis der Kostenberechnungen für Bioethanol aus Zuckerrohr in Brasilien ist in Abbildung 83 der Trade off zwischen den Preisen für fossiles Benzin, für Bioethanol, für Zuckerrohr und für Zucker für Brasilien in Abhängigkeit von dem Einstandspreis für fossilen Otto- Kraftstoff dargestellt. Da Brasilien den Weltmarktpreis für Zucker dominiert, kann aus der Abbildung

gefolgt werden, dass mit nachhaltig steigenden Weltmarktpreisen für Rohöl ein höherer Zuckerpreis am Weltmarkt erwartet werden muss. Wenn beispielsweise der Rohölpreis nachhaltig 60 US\$/Barrel beträgt, kann je nach Angebots- und Nachfragesituation der Zuckerpreis am Weltmarkt bis auf 360 US\$/t steigen und damit um bis zu 80 % über dem nachhaltig niedrigen Weltmarktpreis für Zucker (um 200 US\$/t) ansteigen. Aus allen Berechnungen und Überlegungen folgt, dass bei einem nachhaltig höheren Preisniveau für Rohöl am Weltmarkt höhere Weltmarktpreise für wichtige agrarische Rohstoffe zu erwarten sind.

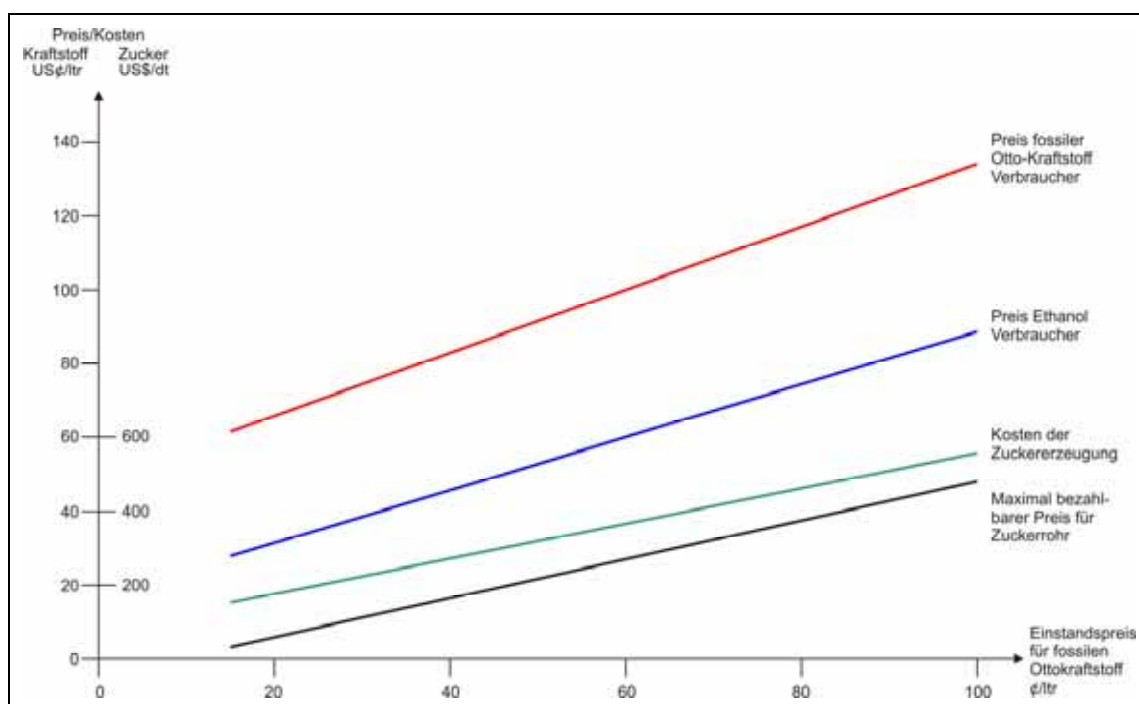


Abbildung 83: Abhängigkeit der Preise für Bioethanol, Zuckerrohr und Zucker vom Einstandspreis für fossilen Kraftstoff in Brasilien
Quelle: /198/

6.6 Biodiesel

6.7 Biodiesel

Biodiesel wird in Deutschland seit 1993 hergestellt. Als in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts Biodiesel aus Raps, Sonnenblumen und anderen Ölpflanzen in Deutschland zu 100 % von der Mineralölsteuer befreit wurde, entstand Nachfrage nach dem Endenergieträger Biodiesel. Zumal Biodiesel in Deutschland fast ausschließlich aus Rapsöl hergestellt

bezeichnet man das Endprodukt der Umesterung Rapsmethylester (RME). Es wurden rasch Investitionen in Konversionsanlagen getätigt, es wurde ein Vertriebsnetz aufgebaut, und sowohl die heimische Produktion als auch der Import von Rapssaat für die Herstellung von RME haben enorm expandiert. Zunächst wurde der zur Herstellung von RME benötigte Raps überwiegend auf obligatorischen Stilllegungsflächen erzeugt. Bei Anbau von Raps als Nachwachsender Rohstoff durfte die Stilllegungsprämie in Anspruch genommen werden. Kosten der Begrünung der Brache wirkten sich als Gutschrift für den Rapsanbau aus. Mit Ausschöpfung dieses Flächenpotenzials wurde mehr und mehr Raps für Biodiesel in Konkurrenz zu anderen Nahrungs- und Energiepflanzen, vor allem Getreide, angebaut. Da es sowohl in Deutschland als auch in der EU keine volle Selbstversorgung mit pflanzlichen Ölen gibt, wurde auch der Import von Rapssaat ausgedehnt³¹. So wurden im Zeitraum 2004/05 knapp 1,20 Mio. t Raps nach Deutschland importiert, wobei die Importe aus Frankreich mit 68 % der Importe und Tschechien mit 16 % dominierten. Gleichzeitig fand aber auch ein Export statt (vor allem in die BeNeLux-Staaten, nach Dänemark, Großbritannien sowie Mexiko), der insgesamt 0,5 Mio. t umfasste, so dass sich eine Netto-Importmenge für Deutschland von 0,70 Mio. t/a ergibt /226/. Auf die Märkte für Ölsaaten in Deutschland bzw. weltweit wird im folgenden Kapitel im Detail eingegangen (Kapitel 6.7.4).

Inzwischen existieren Produktionsanlagen in Deutschland mit einer Jahreskapazität von ca. 2,0 Mio. t Biodiesel und weitere Anlagen mit einer Kapazität von 900 000 t sind in Planung und werden voraussichtlich 2006 fertiggestellt /229/. Hinzu kommen weitere rund 500 000 t Raps, die in etwa 250 meist kleineren Anlagen zu Biodiesel verarbeitet werden. Die Branche rechnet bis Ende 2006 sogar mit 3 Mio. t Rapsöl aus Veresterungsanlagen und dezentralen Ölmühlen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Feststellung, dass trotz des deutlich höheren Anfalls an Rapsschrot die Preise auf stabilem Niveau tendieren und zunehmende Mengen als immer noch vergleichsweise billiger Eiweißträger im Mischfutter im Austausch gegen Sojaschrot untergebracht werden können. Da dieser Wirtschaftszweig sich bereits etabliert hat und eine Vielzahl von Analysen und Literatur existiert, wird dieser Markt im Folgenden vergleichsweise knapp dargestellt.

³¹ Der Selbstversorgungsgrad für Raps und Rübsen lag in Deutschland im Wirtschaftsjahr 20003/04 in bei knapp 80 %

6.7.1 Nachfrage

Rapsbiodiesel hat gegenüber fossilem Dieselmotorkraftstoff eine geringere Dichte, geringeren Energiegehalt und Wirkungsgrad. Benötigt werden etwa 1,075 t Biodiesel zur äquivalenten Substitution von 1 t fossilen Dieselmotorkraftstoff. Auf spezielle Probleme der Qualität und Normung sowie Verträglichkeit in Motoren kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Am Markt gibt es je nach Region einen Preisabschlag für reines Biodiesel volumenbezogen von etwa 7 - 22 Cent/l Biodiesel gegenüber fossilem Dieselmotorkraftstoff. Bei Beimischungen von Rapsöl zu fossilem Dieselmotorkraftstoff bis zu 2 % wird ein Preisabschlag kaum wirksam. Bei diesem Preisabstand ist die Nachfrage nach Biodiesel vergleichsweise elastisch. Sie wird derzeit begrenzt durch die Kapazität der Umesterungsanlagen.

Es wird prognostiziert, dass in Deutschland im Jahr 2010 ca. 30,8 Mio. t fossiler Diesel abgesetzt werden. Nach Biokraftstoff-Directive müssen 5,75 % des fossilen Diesels durch Biodiesel substituiert werden d.h. im Jahr 2010 würden in Deutschland knapp 2,05 Mio. t Biodiesel benötigt. Zur Produktion von 2,05 Mio. t Biodiesel werden ca. 5,4 Mio. t Rapssaat benötigt d.h. bei einem durchschnittlichen Ertrag 3,5 t/ha müssten somit zur Selbstversorgung mehr als 1,5 Mio. ha Raps angebaut werden. Im Wirtschaftsjahr 2004/05 wurden in Deutschland ca. 1,4 Mio. ha Raps angebaut. Dieser wird für „food“ und „non food“ Zwecke verwendet, d.h. nicht die ganze Menge steht zur Biodieselproduktion zur Verfügung. Aufgrund der erhöhten Nachfrage von Rapsöl zu Biodieselproduktion ist seit mehreren Jahren eine gewisse Unverlagerung der Rapsölverwendung vom Nahrungsmittel (Food) und den Biodieselsektor (Non-Food) zu beobachten.

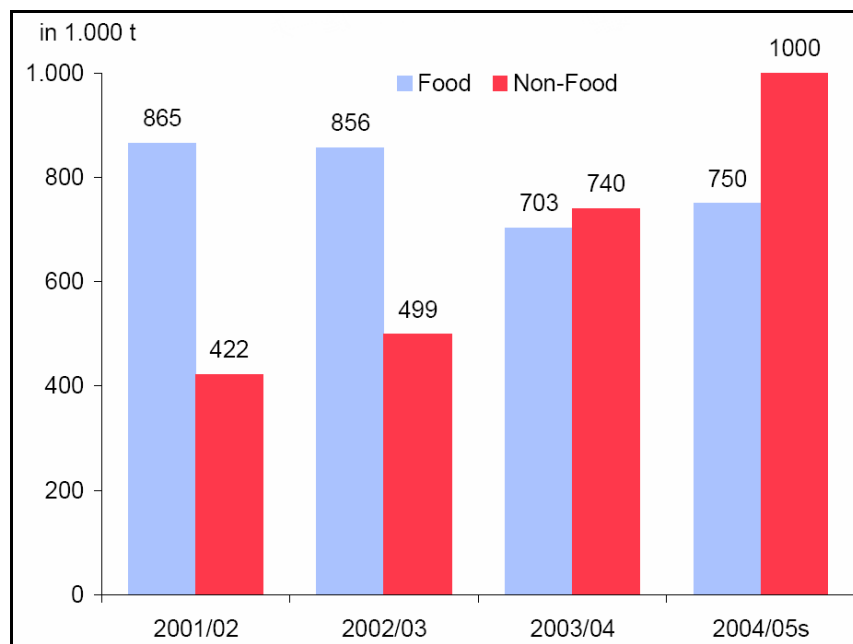


Abbildung 84: Rapsölverwendung in Deutschland
Quelle: /228/

Tendenziell ist der Preis von Biodiesel im Südwesten Deutschlands 10 Cent/l geringer als im Nordosten, der Hauptanbauregion des Rohstoffes Raps, was u.a. in der Einfuhr von Raps bzw. Biodiesel aus Frankreich begründet ist.

6.7.2 Angebot

Im Bereich Biodiesel ist Deutschland weltweit führend. Der Rohstoff für Rapsbiodiesel wird in 2005 auf rund 322 000 ha Stilllegungsfläche angebaut. Hinzu kommen etwa weitere 122 000 ha Rapsanbau als Energiepflanze auf Nicht-Stilllegungsfläche sowie weitere 877 000 ha Konsumraps (2005). Bei einem durchschnittlichen Ertrag von 3,8 t/ha in 2005 steht eine Produktion von rund 1,7 Mio. t Rapssaat für die Biodieselgewinnung zur Verfügung. Auf der Konsumrapsfläche fallen weitere 3,3 Mio. t Raps an. Zusammen mit den Netto-Importen von 0,70 Mio. t/a wird ca. 2,2 Mio. t Rapsöl in Deutschland hergestellt. Etwa 0,4 Mio t, des gewonnenen Rapsöls werden exportiert. Die restlichen 1,8 Tonnen werden zusammen mit 0,3 Mio. t importiertem Rapsöl und 0,3 Mio. t Überhangbeständen folgendermaßen verwendet: 1,5 Mio. t werden für technische Zwecke eingesetzt und 0,7 Mio. t Rapsöl werden zu Rapsspeiseöl und Speisefetten verarbeitet. Mehr als 80 % des für technische Zwecke produzierten Rapsöls geht in die Biodieselproduktion (ca. 1,3 Mio. t) /226//229//230/.

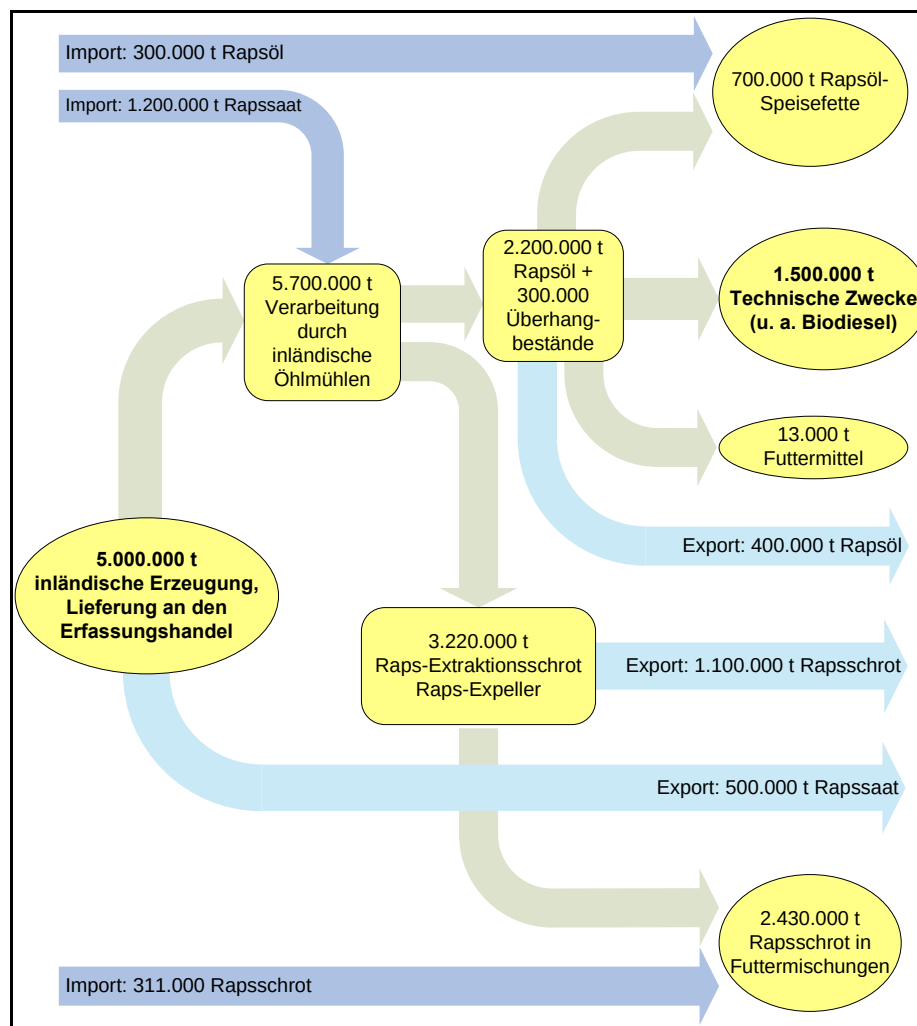


Abbildung 85: Absatzmärkte für Rapssaaten und Rapsverarbeitungsprodukte im Jahr 2005
 Quelle: Daten aus /226//229//230/

Bis vor wenigen Jahren wurde Raps als nachwachsender Rohstoff deutlich schlechter bezahlt als Konsumraps. Mit der Zunahme der Nachfrage und der zunehmenden Verknappung des Angebots wird für Raps zur Herstellung von Biodiesel der gleiche Preis bezahlt wie für Konsumraps.

Neben dem Rapsöl fallen als Kuppelprodukte etwa 2,3 Mio. t Rapsschrot an, das durch die steigenden Produktionsmengen mehr und mehr Sojaschrot aus den USA und Brasilien in der Tierfütterung verdrängt. Des Weiteren fallen bei der Biodieselproduktion, und ca. 150 000 t Glycerin an. Ökonomische Studien kommen zu dem Ergebnis, dass die Herstellungskosten von Rapsbiodiesel bei einem Marktpreis für Rapssaat von 20 €/dt 0,49 €/l betragen (Tabelle 73). Dabei sind alle Kuppelprodukte, Verarbeitungskosten und sonstige Aufwendungen bewertet. Addiert man dazu 5 Cent/l für Distribution und 12 Cent/l für die Mehrwertsteuer, so

ergeben sich im Vergleich zu den Abgabepreisen an Tankstellen sowohl eine zufriedenstellende Bezahlung des Rohstoffs Rapssaat als auch ausreichende Gewinnspannen bei Verarbeitungsunternehmen und Handel. Die Rente liegt derzeit über 25 Cent/l (Tabelle 74).

Tabelle 73: Absolute und prozentuale Zusammensetzung der Herstellungskosten für Raps-Biodiesel in Deutschland
Quelle: /198/

Kapazität: 100.000 t (1,124 Mio hl) Rohstoff: 271.000 t Raps			
Ausgaben für	€/t	€/hl	%
Gebäude (G)	4,0	0,4	0,5
Maschinen/Inventar (M)	25,9	2,3	3,3
Investitionskosten (G+M)	29,9	2,7	3,8
Arbeit	9,0	0,8	1,1
Vers./Gebühren/Rep.	5,0	0,4	0,6
Rohstoff	542,0	48,2	68,8
Betriebsmittel	201,5	17,9	25,6
Brutto-Produktionskosten	787,4	70,0	100,0
Verkauf Nebenprodukte			
Rapskuchen	168,0	15,0	21,0
Glycerin	70,7	4,0	5,7
Netto-Produktionskosten	587,8	52,3	73,3

Tabelle 74: Zusammensetzung der Verkaufspreise von Diesel und Biodiesel in Deutschland in €/hl
Quelle: /198/

	Diesel		Biodiesel			
			Reinkraftstoff		beigemischt	
Preisniveau	mittel	hoch	mittel	hoch	mittel	hoch
Preis (Tankstelle)	95	120	85	110	95	120
- Einkaufspreis	28	48	55-65	55-65	55-65	55-65
- USt	13	17	12	15	13	17
- MinÖlSt	47	47	0	0	0	0
- Distribution	5	5	5	5	5	5
- Beimischen	0	0	0	0	2	2
= Gewinnspanne	2	3	3-13	25-35	10-20	31-41

6.7.3 Marktmodell

Das Marktmodell ist dem für Bioethanol dargestellten Fall sehr ähnlich (Abbildung 86). Das Angebot des Rohstoffs Rapssaat kommt in Deutschland zunächst aus der kostengünstigsten Erzeugung von Raps von obligatorisch stillzulegenden Flächen. Diese Flächen (im Jahr 2005

rund 321 000 ha) sind nicht mit Nutzungskosten einer konkurrierenden Frucht belastet, weil diese auf Stilllegungsflächen nicht angebaut werden dürfen. Darüber hinaus spart die Nutzung der Stilllegungsflächen durch Rapsanbau für Biodiesel die ansonsten anfallenden Kosten der Flächenpflege. Der Kostenvorteil des Rapsanbaus auf Stilllegungsflächen im Vergleich zu alternativ nutzbaren Getreideanbauflächen beträgt durchschnittlich etwa 200 €/ha (160 € Deckungsbeitrag der verdrängten Frucht, 40 € Flächenpflegkosten). Bei einem Durchschnittsertrag von 3,8 t Rapssaat/ha ergibt sich daraus ein Kostenvorteil von 5,26 €/dt Rapssaat. In Abbildung 86 ergibt sich das kostengünstigste Angebot von Biodiesel in Deutschland zu Herstellungskosten von 14,74 €/dt Rapssaat auf Stilllegungsflächen. Setzt man diese Herstellungskosten in die Berechnung (Tabelle 73) an Stelle von 20 €/dt Rapssaat ein bei einem verwertbaren Ölgehalt von 41 %, ergeben sich Rohstoffkosten für RME von 36 €/Ct/Liter (bzw. €/hl) und entsprechend Netto-Produktionskosten von rund 36 €/Ct/Liter RME. Die Angebotskurve verläuft in der Abbildung leicht steigend, weil angenommen wird, dass mit zunehmender Erschließung der Stilllegungsflächen weniger ertragreiche Standorte zum Rapsanbau herangezogen werden. Die restlichen 50 % des derzeitigen Angebots kommen von Flächen, die ansonsten zur Nahrungsmittelerzeugung herangezogen werden. Bei Verzicht auf Rapsbiodiesel-Produktion würden die Flächen überwiegend zur Getreideproduktion mit Konsumrapsanteilen zur Auflockerung der Fruchtfolge herangezogen werden, wobei in der Vergangenheit das Getreide in die Intervention ging und von dort mit Subventionen auf den Weltmarkt exportiert wurde. Das Angebot von Raps von stillzulegenden Flächen ermöglicht einen Preis, der unter dem Marktpreis für Rapssaat liegt. Das Produkt wurde vor Jahren zu niedrigerem, derzeit allerdings etwa zum herrschenden Marktpreis für Rapssaat bezahlt, so dass diese Rapsanbauer in den Genuss eines Teils der Rente kommen.

Für Rapsanbau auf Getreideflächen fällt den Anbauern keine Rente aus der Biodieselerzeugung zu, weil dieser Anbau nicht unter die Bedingungen des Energiepflanzenanbaus auf Stilllegungsflächen fällt und auch keine Preisunterschiede zu Konsumraps bestehen. Der Anbau von Raps für die Herstellung von Biodiesel wird allerdings nur dort durchgeführt, wo eine höhere Wirtschaftlichkeit erzielt wird als im Vergleich zu Rapsanbau für den Konsummarkt. Daraus folgt, dass aus diesem Rapsanbau von etwas geringeren Herstellungskosten auszugehen ist als beim Konsumraps. Die Angebotskurve nähert sich beim Grenzproduzenten des Rapsanbaus für Biodiesel auf Getreideflächen dem

Marktpreisniveau für Rapssaat (20 €/dt). Diese sind identisch mit den in Tabelle 73 unterstellten Rohstoffkosten für RME in Höhe von 48,2 €-Ct/Liter (€/hl).

Über das inländische Angebot hinausgehende Nachfrage nach Rapssaat wird aus Importen gedeckt, die sich bisher als vergleichsweise preiselastisch gezeigt haben. Bei einer über das derzeitige Inlandsangebot von rund 1,5 Mio. t Rapsöl (rund 3,8 Mio. t Rapssaat von ca. 1 Mio. ha) hinausgehenden Produktion könnte die Angebotskurve für Raps inländischer Erzeugung einen stärker steigenden Verlauf nehmen, weil eine weitere Ausdehnung des Rapsanbaus mit höheren Opportunitätskosten der Verdrängung von Nahrungskulturen und schließlich auch mit Fruchtfolgegrenzen konfrontiert wäre. Neben der Inlandserzeugung von Rapssaat wird ein Teil des Bedarfs, insbesondere der Margarineindustrie, aus Einfuhren von Rapssaat und Rapsöl gedeckt. Bei sehr stark zunehmender Nachfrage nach Rapsbiodiesel und zunehmender Verfügbarkeit noch größerer Anlagekapazitäten für die Umesterung würde der Rohstoff aus EU-Mitgliedstaaten oder überseeischen Gebieten importiert werden müssen. Die weitere Preisentwicklung für Rapssaat in Deutschland ist schwer abschätzbar; denn der Rapsmarkt ist weltweit vergleichsweise klein, die Produktion pflanzlicher Öle aus anderen Pflanzen wie Soja, Palmöl u.a. ist demgegenüber vergleichsweise groß, aber nur bedingt als Biodiesel verwendbar (Kapitel 6.7.4).

Verschiebt man die Angebotskurve frei Abnehmer von Rapssaat um die Kosten für Distribution und die Umsatzsteuer ergibt sich die Angebotskurve frei Verbraucher für einen Verbraucherpreis für Biodiesel ab Tankstelle von 95 €-Ct/l. Die darüber liegende gestrichelte Angebotskurve frei Verbraucher gilt für einen Verbraucherpreis ab Tankstelle von 120 Ct/l (4 €-Ct/l höhere Umsatzsteuer). Die Differenz zwischen den jeweiligen Angebotsfunktionen frei Verbraucher und dem Verbraucherpreis ab Tankstelle kann als Rente betrachtet werden, die auf Betreiber von Konversionsanlagen und Mineralölkonzerne entfällt. Im Falle eines höheren Verbraucherpreises für Biodiesel steigt die mögliche Rente proportional, jedoch reduziert um die anteilige Erhöhung der Umsatzsteuer.

Die Darstellung zeigt, dass das in Deutschland eingeführte Instrument der Markteinführung (Befreiung von der Mineralölsteuer) nur geringe Renten für die Erzeuger der Bioenergierohstoffe, beschränkt auf die Stilllegungsflächen, zulässt. Das hängt damit zusammen, dass die Preise der agrarischen Rohstoffe mit hoher Elastizität durch Importe bereitgestellt werden können und die Weltmarktpreise die landwirtschaftlichen

Erzeugerpreise im Inland bestimmen. Beträchtliche Renten werden allerdings von Betreibern für Konversionsanlagen und Mineralölanbieter realisiert.

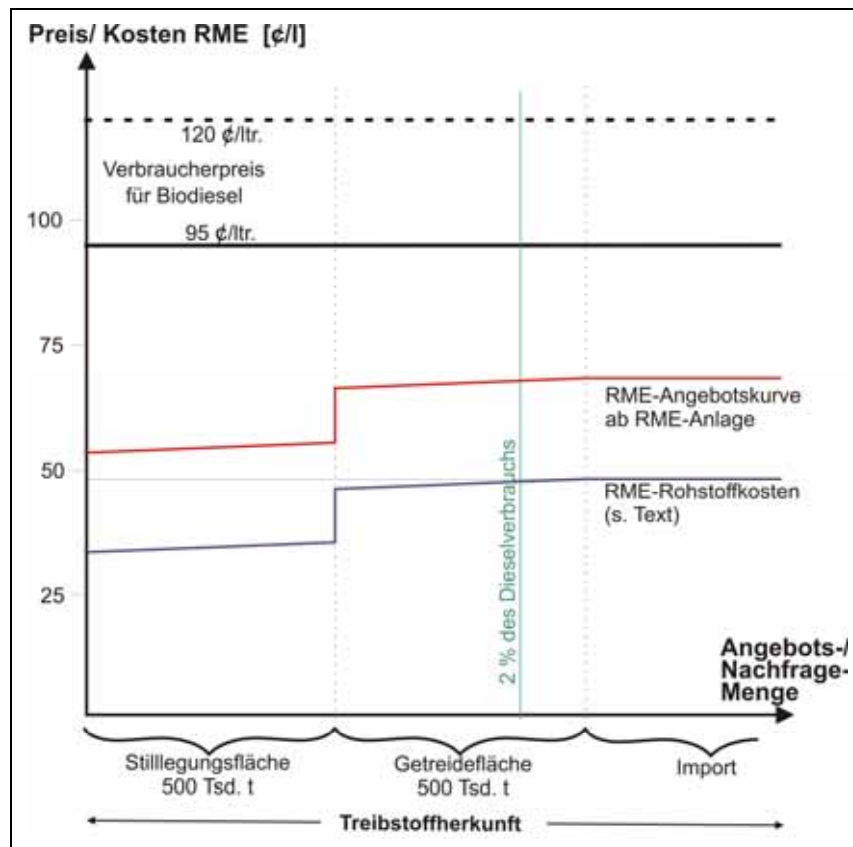


Abbildung 86: Marktmodell für Biodiesel (RME)
(Stand 2004) Quelle: eigene Berechnungen/

Die dargestellten Kostenrechnungen und Marktmodelle beziehen sich auch für Rapsbiodiesel auf Daten der Basisperiode, d. h. vergleichsweise niedrige stabile Preise auf den Märkten für Energie und Agrarprodukte. Im Folgenden werden deshalb auch für Biodiesel Preisbeziehungen zwischen dem Weltmarktpreis für Rohöl, dem Preis für Biodiesel und dem Preis für Rapssaat dargestellt. Abbildung 87 zeigt die Preisbeziehungen in Abhängigkeit von dem Weltmarktpreis für Rohöl, d. h. den daraus abgeleiteten Preis für fossilen Dieselkraftstoff ohne Steuern in Deutschland. Ausgehend von einem bis 2004 mehr oder weniger stabilen Preisniveau von 30 €/Ct/Liter fossilen Dieselkraftstoff (ohne Steuern) wurde dieser Kraftstoff zu Preisen um 95 €/Ct/Liter angeboten. Davon entfielen nach Berechnungen in Abbildung 87 ca. 60 €/Ct/Liter auf Umsatz- und Mineralölsteuern. In dieser Preissituation konnte Biodiesel

als Reinkraftstoff wegen der geringeren Energiedichte und Preisabschläge wegen geringerer Leistung durchschnittlich um 20 €-Ct niedrigere Preise an Endverbraucher abgesetzt werden. Geht man von einem Weltmarktpreis für Rohöl der zweiten Jahreshälfte 2005 und einem daraus abgeleiteten Einstandspreis für fossilen Dieselmkraftstoff von rund 50 €-Ct/Liter aus, ergibt sich ein Endverbraucherpreis einschließlich Steuern, Distribution und Gewinnspanne von etwa 120 €-Ct/Liter. Nach Abzug des Preisabschlags für Biodiesel ergibt sich ein Endverbraucherpreis von ca. 100 €-Ct/liter. Während bei dem niedrigeren Preisniveau für Rohöl und fossilem Dieselmkraftstoff und Biodiesel Rapssaat zu einem Preis von gut 20 €/dt verwertet werden kann, könnte bei dem höheren Preisniveau für Rapssaat bereits 30 €/dt maximal bezahlt werden unter der Annahme, dass die preisinduzierten Gewinnzuwächse in vollem Umfang an die Rapserzeuger transferiert werden. Dies wird sich am Markt allerdings nur dann ergeben, wenn mangels beschränkter Angebotselastizität aus dem Ausland auch das Weltmarktpreisniveau für Rapssaat entsprechend ansteigen würde.

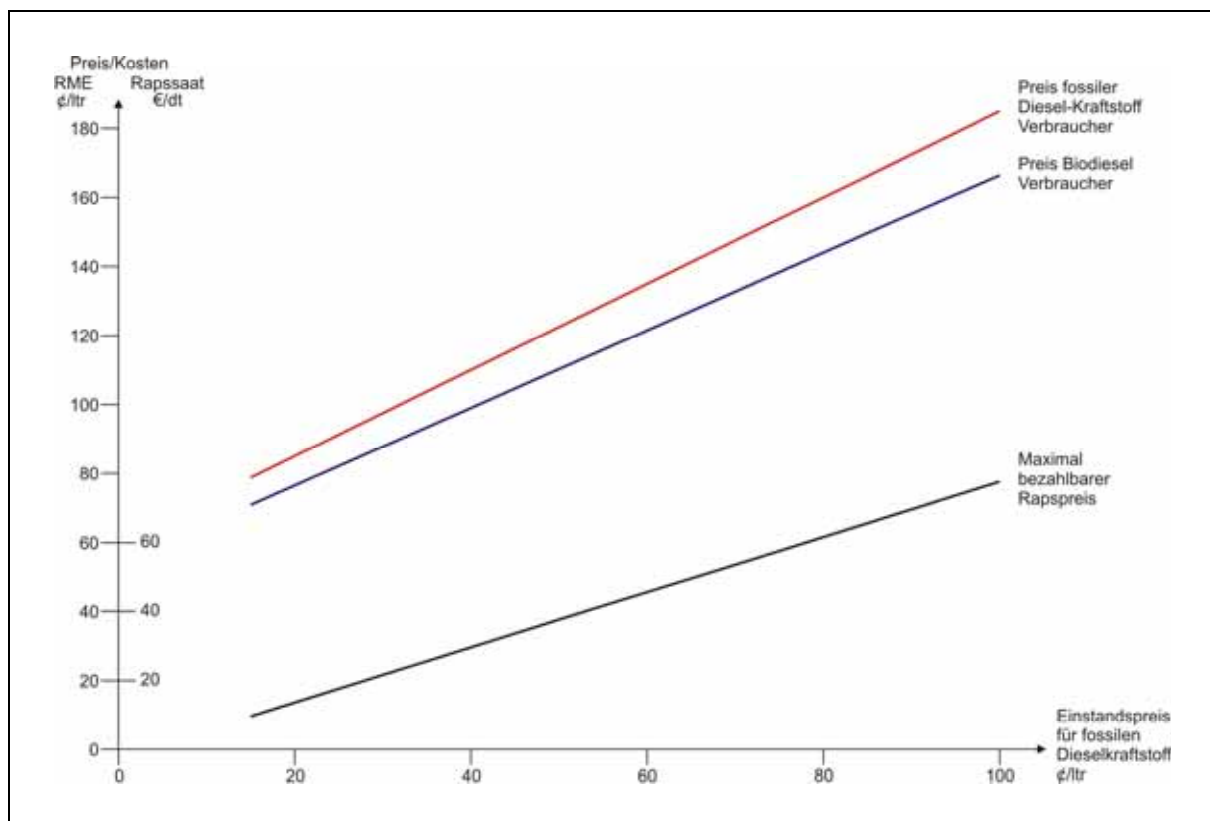
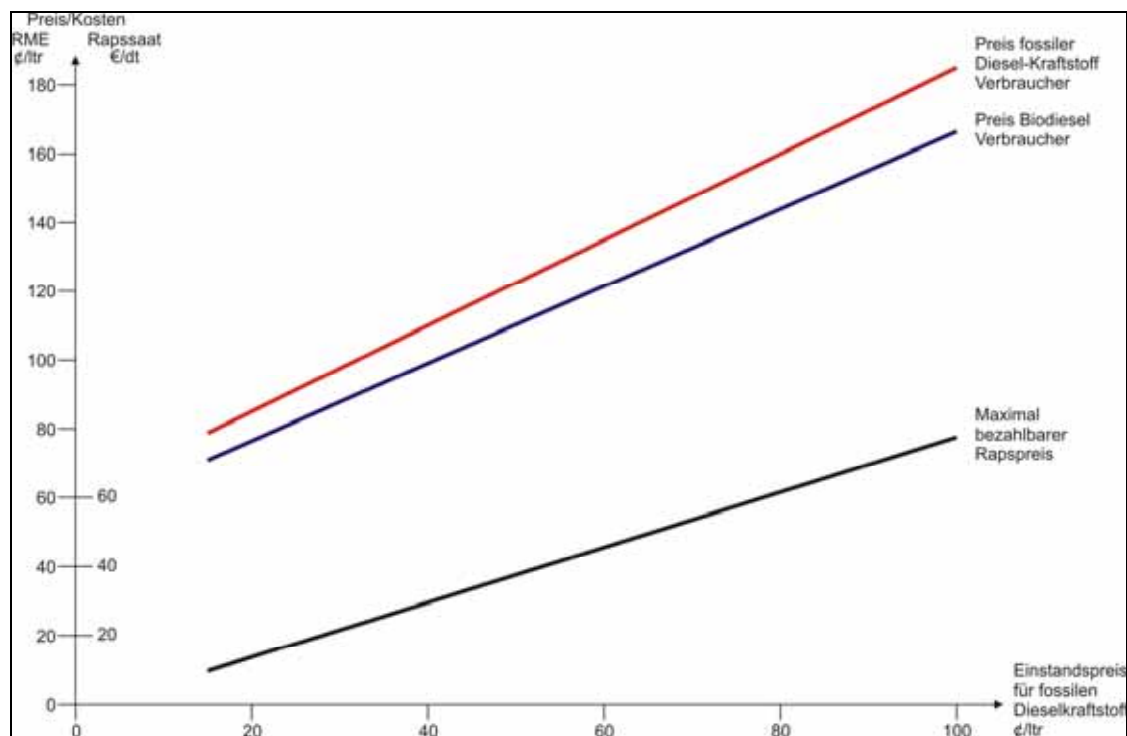


Abbildung 87: Maximal bezahlbarer Biodiesel- und Rapspreis in Abhängigkeit vom Einstandspreis für fossilen Dieselmkraftstoff
 Quelle: /198/

6.6.4 Preisbeziehungen

Die dargestellten Kostenrechnungen und Marktmodelle beziehen sich auch für Rapsbiodiesel auf Daten der Basisperiode, d. h. vergleichsweise niedrige stabile Preise auf den Märkten für Energie und Agrarprodukte. Im Folgenden werden deshalb auch für Biodiesel Preisbeziehungen zwischen dem Weltmarktpreis für Rohöl, dem Preis für Biodiesel und dem Preis für Rapssaat dargestellt. Abbildung 87 zeigt die Preisbeziehungen in Abhängigkeit von dem Weltmarktpreis für Rohöl, d. h. den daraus abgeleiteten Preis für fossilen Dieseldieselkraftstoff ohne Steuern in Deutschland. Ausgehend von einem bis 2004 mehr oder weniger stabilen Preisniveau von 30 €/Ct/Liter fossilen Dieseldieselkraftstoff (ohne Steuern) wurde dieser Kraftstoff zu Preisen um 95 €/Ct/Liter angeboten. Davon entfielen nach Berechnungen in Tabelle 74 ca. 60 €/Ct/Liter auf Umsatz- und Mineralölsteuern. In dieser Preissituation konnte Biodiesel als Reinkraftstoff wegen der geringeren Energiedichte und Preisabschläge wegen geringerer Leistung durchschnittlich um 10 % niedrigere Preise an Endverbraucher abgesetzt werden. Geht man von einem Weltmarktpreis für Rohöl der zweiten Jahreshälfte 2005 und einem daraus abgeleiteten Einstandspreis für fossilen Dieseldieselkraftstoff von rund 50 €/Ct/Liter aus, ergibt sich ein Endverbraucherpreis einschließlich Steuern, Distribution und Gewinnspanne von etwa 120 €/Ct/Liter. Nach Abzug des Preisabschlags für Biodiesel ergibt sich ein Endverbraucherpreis von ca. 110 €/Ct/Liter. Während bei dem niedrigeren Preisniveau für Rohöl und fossilem Dieseldieselkraftstoff und Biodiesel Rapssaat zu einem Preis von gut 20 €/dt verwertet werden kann, könnte bei dem höheren Preisniveau für Rapssaat bereits 30 €/dt maximal bezahlt werden, unter der Annahme, dass die preisinduzierten Gewinnzuwächse in vollem Umfang an die Rapserzeuger transferiert werden. Dies wird sich am Markt allerdings nur dann ergeben, wenn mangels beschränkter Angebotselastizität aus dem Ausland auch das Weltmarktpreisniveau für Rapssaat entsprechend ansteigen würde.

Abbildung 88: Maximal bezahlbarer Biodiesel- und Rapspreis in Abhängigkeit vom Einstandspreis für fossilen Dieselmkraftstoff



Ähnlich wie Bioethanol ergibt sich auch bei Biodiesel bei einer gleichen Besteuerung wie fossiler Kraftstoff selbst bei hohen Rohölpreisen keine Wettbewerbsfähigkeit.

6.7.4 Exkurs: Weltweite Märkte für pflanzliche Öle

Im Agrarbereich zählt die Öl- und Fettindustrie zu den weltweit stärksten Wachstumsbranchen. In den letzten 20 Jahren ist der Weltverbrauch an Ölen und Fetten um durchschnittlich 4 % je Jahr gestiegen. Die gesteigerte Nachfrage nach Ölen und Fetten ist primär auf das Wachstum des Verbrauchs im Nahrungsmittelsektor der Schwellenländer, wie China und Indien zurückzuführen³² /227/. In den Industrieländern hingegen führt der Einsatz von pflanzlichen Ölen als Rohstoff zur Biodieselproduktion zu einer gesteigerten Nachfrage. So ist beispielsweise seit Einführung der Direktive 2003/30/EG zur Förderung biogener Kraftstoffe die Nachfrage nach pflanzlichen Ölen in der Europäischen Union merklich gestiegen. Als Rohstoff zur Biodieselproduktion wird derzeit in der EU fast ausschließlich

³² Global werden ca. 80 % der Öle und Fette im Nahrungsmittelsektor abgesetzt.

Rapsöl eingesetzt³³. Aufgrund der rasanten Nachfragesteigerung wird prognostiziert, dass in der EU die Produktion von Raps für Energiezwecke nicht im ausreichenden Maße erhöht werden kann, zumal die Ausdehnungen der Anbauflächen aufgrund von Fruchtfolgegrenzen nur eingeschränkt möglich ist. So wird erwartet, dass sich die EU in den kommenden Jahren zu einem Nettoimporteur von Rapssaat und -öl entwickeln wird. Es ist jedoch auch vorstellbar das andere Rohstoffe wie Soja- oder Palmöl zur Biodieselproduktion von den europäischen Produzenten eingesetzt werden. So werden derzeit schon etwa 10 bis 15 % des Biodiesels auf Basis von anderen Ölen produziert /238/. Jedoch ist die Verwendung von Soja- oder Palmöl, aufgrund der chemischen Eigenschaften, unter den klimatischen Bedingungen in Europa nur eingeschränkt möglich.

Pflanzliche Öle setzen sich aus ungesättigten bzw. ein- oder mehrfach gesättigten Fettsäuren zusammen. Diese bestimmen maßgeblich die Eigenschaften des daraus produzierten Biodiesels. Das Fettsäuremuster verschiedener Öle ist in Abbildung 89 dargestellt.

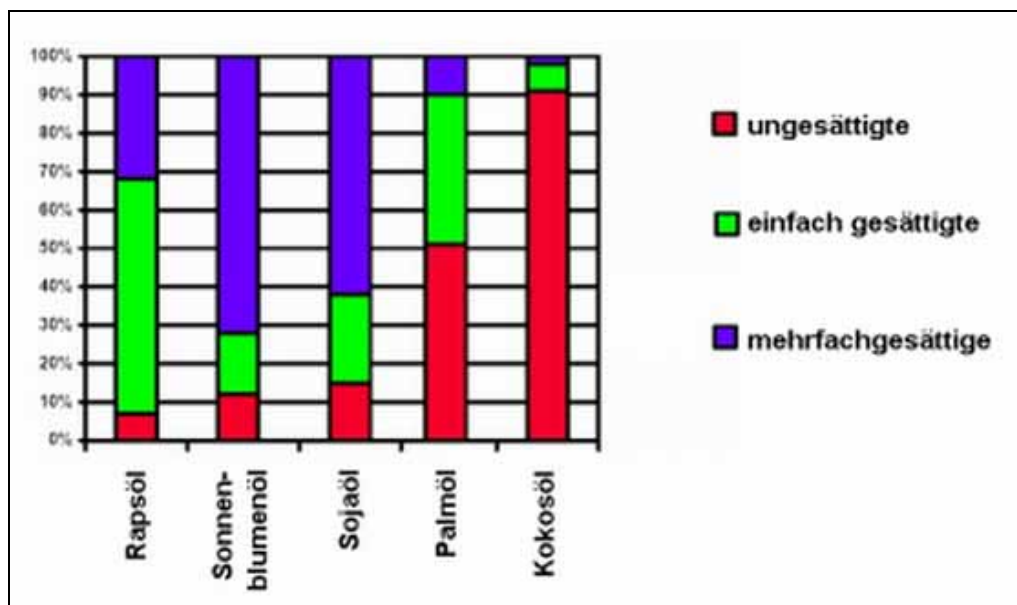


Abbildung 89: Fettsäuremuster verschiedener pflanzlicher Öle
Quelle: /232/

³³ Zurzeit beträgt der Anteil von Rapsöl an der gesamten Biodieselproduktion etwa 93% /227/

Als Qualitätsnorm zur Festlegung der Kraftstoffeigenschaften von Biodiesel ist in der EU im Jahr 2003 die Norm DIN EN 14214 in Kraft getreten. Die beiden Parameter, die vornehmlich durch die chemischen Eigenschaften des verwendeten Öls bestimmt werden, sind der Cold Filter Plug Point (CFPP) sowie der Jodzahl. Die Jodzahl ist ein Maß für den Gehalt der ungesättigten Fettsäuren. Beim Einsatz von Biodiesel mit einer zu hohen Jodzahl können Ablagerungen an Kolbenringen und Nuten im Motor auftreten. Außerdem wird durch Überschreitung der Grenzwerte die Lagerstabilität negativ beeinflusst. Der CFPP beschreibt das Kälteverhalten von Flüssigkeiten, d.h. die Grenze der Filtrierbarkeit in Abhängigkeit der Temperatur. So hat Biodiesel die Eigenschaft, bei abnehmender Temperatur Kristalle zu bilden.

Die Vorgaben dieser Parameter nach DIN EN 14214 für Biodiesel sowie für verschiedene Rohstoffe zur Biodieselproduktion sind in Tabelle 75 dargestellt.

Tabelle 75: Eigenschaften von Fettsäuremethylestern bzw. nach DIN 15 214
Quelle: /234//233/

	CFPP [in °C]	Jodzahl [-]
DIN 15 214	Winter -20 Sommer 0	max. 120
Rapsölmethylester	-10	115
Sojaölmethylester	-2	130
Sonnenblumenölmethylester	-2	135
Palmölmethylester	9	55

Vor allem die nach DIN EN 15 214 festgelegten Parameter für den „Cold Filter Plug Point“ ermöglicht nur die Verwendung ausgewählter Rohstoffe zur Gewinnung von Biodiesel. So ist gerade die Herstellung von Biodiesel für den Winterbetrieb fast nur auf Basis von Rapsöl möglich. Im Sommerbetrieb sowie bei der Beimischung von Biodiesel zu fossilem Diesel ist es auch möglich, Mischungen aus Rapsöl und z.B. Sojaöl zur Biodieselherstellung zu verwenden. Auch durch die Beimischung von Additiven kann die Fließfähigkeit verbessert werden. Zudem ist es möglich, eine Winterisierung durchzuführen, wobei dies nicht für alle Biodiesel im wirtschaftlich sinnvollen Rahmen möglich ist.

Beim Blick in Länder wie den USA und Brasilien, wo die Expansion der Biodieselproduktion ebenfalls durch finanzielle Anreize stimuliert wird, wird Biodiesel fast ausschließlich auf Basis von Sojaöl hergestellt. Die Biodieselproduktion ist jedoch auch durch die Verwendung

einer Vielzahl weiterer Öle, wie Palm-, Kokos- oder Jatropaöl möglich. Diese werden vermehrt in Ländern wie Malaysia, Thailand, Japan und den Philippinen als Rohstoff für die Biodieselproduktion eingesetzt.

So wird erwartet, dass die Bemühungen verschiedener Ländern zur verstärkten Nutzung pflanzlicher Öle zur Produktion von Biodiesel spürbare Auswirkung auf den Weltmarkt für Öle und Fette haben.

Im folgenden Kapitel soll deshalb Weltmärkte für Ölsaaten und deren Verarbeitungsprodukte synoptisch dargestellt werden. Hierdurch soll die Situation der in Entwicklung befindlichen europäischen Biodieselindustrie im Kontext der globalen Ölsaatenmärkte aufgezeigt werden.

6.7.4.1 Angebot und Nachfrage

Weltweit wurden im Wirtschaftsjahr 2004/05 ca. 379 Mio. t Ölsaaten erzeugt. Ca. 57 % dieser Ölsaaten wurden durch die Erzeugung von Sojabohnen gedeckt, die im Wesentlichen in den Anbauländern Nord- und Südamerikas angebaut werden. Mit großem Abstand folgt die Rapsproduktion mit 12 % der globalen Produktionsmenge. Erdnüsse befriedigen 9 % (35 Mio. t) und Sonnenblumensaat 6 % (25 Mio. t) der weltweiten Ölsaatennachfrage (Abbildung 90).

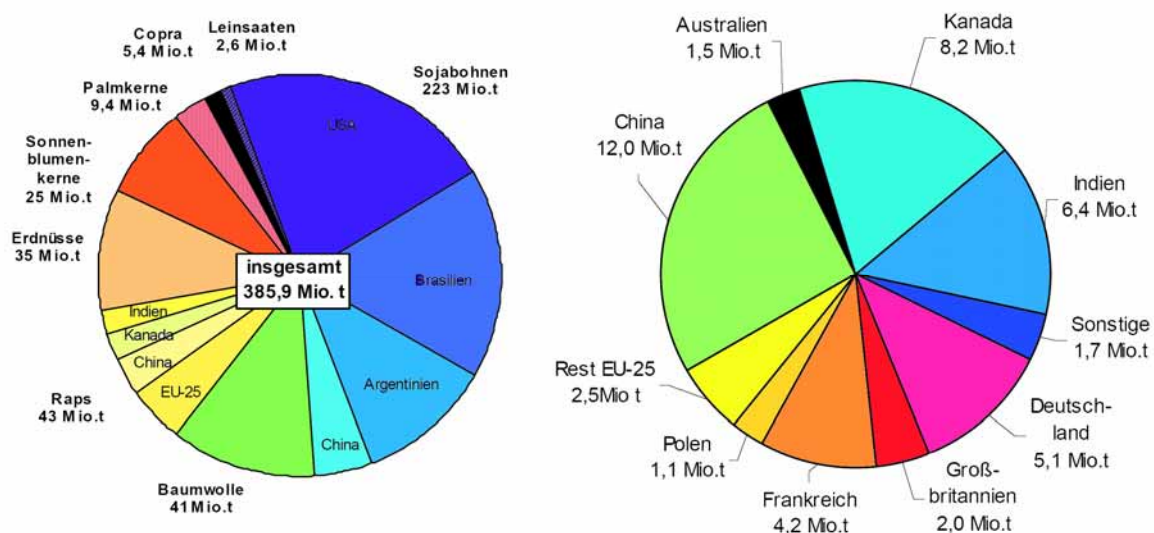


Abbildung 90: Globaler Markt für Ölsaaten bzw. Markt für Rapssaaten in Mio. t
Quelle: /226/

Fast die gesamte Ernte der Ölsaaten wird dazu verwendet um daraus Öle und Fette herzustellen. Insgesamt hat sich der Verbrauch von pflanzlichen Ölen und Fetten in den vergangenen fünf Jahren um ca. 26 % auf derzeit ca. 110 Mio. t erhöht, wobei sich vor allem der Verbrauch in China mit mehr als 40 % am stärksten entwickelt hat /226/. Aufgrund der hohen Flächenerträge steht hier im Gegensatz zu Saatenproduktion die Produktion von Palmöl an Platz eins jedoch dicht gefolgt von Sojaöl.

Folgenden werden die einzelnen Angebots und Nachfragemärkte im Detail dargestellt.

USA

In den USA werden fast ausschließlich Sojabohnen angebaut, wobei die USA mit einer Ernte von gut 77 Mio. t knapp 40 % der weltweiten Produktionsmenge herstellt. Der Anteil der GVO-Sojabohnen liegt in den USA bei über 80 %. Bedingt durch die hohen Erntemengen ist die USA der wichtigste Sojaölproduzent mit ca. 8,5 Mio. t /226/.

Argentinien und Brasilien

In Brasilien und Argentinien werden ebenfalls zu einem Großteil nur Sojabohnen angepflanzt. Im Wirtschaftsjahr 2004/05 lagen die Erntemenge bei 60 Mio. t in Brasilien und 39 Mio. t in Argentinien. Zusammen mit der USA erzeugen Brasilien und Argentinien über 80 % der weltweiten Sojabohnen von ca. 216 Mio. t. Der südamerikanische Markt gewinnt jedoch in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. So wurden die Anbauflächen in Brasilien in den letzten 5 Jahren um mehr als 10 % jährlich ausgebaut. Aber auch in Argentinien wird mit einer weiteren Ausdehnung der Anbaufläche von derzeit gut 14 Mio. ha gerechnet, zumal die Sojabohne als die profitabelste Kultur in Argentinien gilt. Der Anteil der GVO-Sojabohnen liegt in Argentinien bei fast 100 %. In Brasilien wird der GVO-Anteil auf 20-25 % geschätzt/226/. Die Expansion der Sojaflächen führt jedoch teilweise zu negativen sozialen und ökologischen Folgen, wie die Rodung von Urwaldgebieten, was wiederum zu Erosionsprozessen führen kann, sowie die Enteignung der landlichen Kleinbauern /236/.

VR China

In der VR China werden ebenfalls erhebliche Mengen Sojabohnen angepflanzt. Die rasant steigende Nachfrage nach Sojabohnen auf 44 Mio. t bei einer inländischen Produktion von 17 Mio. t. führte in den letzten Jahren zu einer im großen Maße zunehmenden Importabhängigkeit. Die

inländisch produzierten Sojabohnen werden zusammen mit den importierten Sojabohnen zu knapp 6 Mio. t Sojaöl verarbeitet, was fast einer Verfünffachung der Produktionsmengen seit Anfang der 90er Jahre entspricht. Zu diesen Sojaölproduktionsmengen kommen ca. 2,4 Mio. t Importe.

Die VR China ist der weltweit größte Rapssaat- sowie Rapsölerzeuger mit rund 27 % (12 Mio. t.) bzw. 26 % (4,2 Mio. t) der weltweiten Produktionsmenge von 43 Mio. t bzw. 16,1 Mio. t.. Neben der inländischen Rapsölproduktion werden ca. 0,4 Mio. t Rapsöl importiert.

Indien

Ein weiterer wichtiger Saatenproduzent ist Indien mit Produktionsmengen von 6,5 Mio. t Sojabohnen und 7,0 Mio. t Rapssaat. Die Rapssaaten werden zu 2,2 Mio. t Rapsöl produziert die im Wesentlichen inländischen Markt Verwendung finden. Zudem werden in Indien 5,9 Mio. t pflanzliche Öle eingeführt, die sich primär aus 3,7 Mio. t Palmöl und 2,1 Mio. t Sojaöl zusammensetzen /226/.

Malaysia und Indonesien

Aufgrund der hohen Ölerträge je Frucht ist Palmöl mit einem Produktionsvolumen von knapp 35 Mio. t das häufigst produzierte Öl weltweit. Rund 85 % der globalen Palmölproduktion entfallen auf die Länder Indonesien (12,6 Mio. t) und Malaysia (15,5 Mio. t). Aufgrund hoher Gewinne durch generell attraktive Weltmarktpreise führten zu einer ungewöhnlich starken Expansion der Anbaufläche von Ölpalmen so dass die Wachstumsraten Mitte der 90er Jahre im zweistelligen Bereich lagen /226/. Bedingt durch das rasante Wachstum der Palmölindustrie in Malaysia und Indonesien wurden große Flächen Regenwald zum Anbau von Ölpalmen gerodet³⁴. Dieses wird schon seit längerem von verschiedenen Umweltorganisationen beklagt, zumal es als unmittelbare Folge der Abholzung zu Erdbeben und Abtragung vom Oberboden kommen kann /236/. Derzeit ist das Wachstum jedoch relativ moderat mit rund 4 %. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass im Westen Malaysia nur noch wenige zusätzliche Flächen für eine weitere Expansion zur Verfügung stehen. So ist dort ein Produktionszuwachs im Wesentlichen nur noch aufgrund

³⁴ Durch Abholzung sind bereits 70 % des einstigen Regenwaldes in Indonesien zerstört worden.

von Ertragssteigerung möglich. Mit einem Ausbau der Produktionskapazitäten ist jedoch Ost-Malaysia und vor allem in Indonesien zu rechnen /Mielke/. Das gewonnene Palmöl wird zu 4,7 Mio. t in die VR China, zu 4,5 Mio. t in die EU-25 sowie zu 3,7 Mio. t nach Indien exportiert.

Kanada

In Kanada werden ca. 8,2 Mio. t Rapssaat und 3,0 Mio. t Sojabohnen erzeugt. Somit ist Kanada der weltweite zweitgrößte Rapsproduzent mit 18,5 % der weltweiten Produktion. Die Rapsölproduktionsmenge wird im Wirtschaftsjahr 2004/05 in Kanada auf ca. 1,4 Mio. t geschätzt /226/. Die Exportfähigkeit von kanadischem Raps in die EU ist jedoch wegen der dort vielfach genutzten genmodifizierten Sorten nur sehr eingeschränkt möglich.

EU-25

In der EU-25 werden auf ca. 7,0 Mio. ha 19,7 Mio. t Ölsaaten produziert, die sich zu drei Viertel aus Rapssaaten zusammensetzen. Damit produziert die EU-25 rund 34 % (15,2 Mio. t) der globalen Rapssaaten³⁵. In den letzten zwei Jahren wurde die Rapsanbaufläche in der EU-25 um mehr als 10 % ausgeweitet. Im Wirtschaftsjahr 2004/05 entfielen rund drei Viertel der Produktionsmengen auf die EU-15 und ein Viertel auf die neuen Beitrittsländer. Vergleichend liegen hier jedoch die Erträge mit ca. 2,5-2,9 t/ha relative weit hinter dem europäischen Durchschnitt 3,2 t/ha. Deutschland ist der größte Rapserzeuger in der EU. Die Anbaufläche von Raps konnte in Deutschland zur Ernte 2005 um knapp 5 % auf 1,35 Mio. ha ausgedehnt werden, wobei Winterraps fast 100 % der Anbauflächen einnimmt. Insgesamt wurden in Deutschland gut 5 Mio. t Raps geerntet (Abbildung 91). Der zweitgrößte Produzent ist Frankreich mit ca. 4,4 Mio. t., was einem Anstieg von 9 % entspricht /228/.

³⁵ In den Länder CR China, Kanada, Indien und dem Wirtschaftsraum EU-25 werden rund 94 % der weltweiten Rapssaaten angebaut.

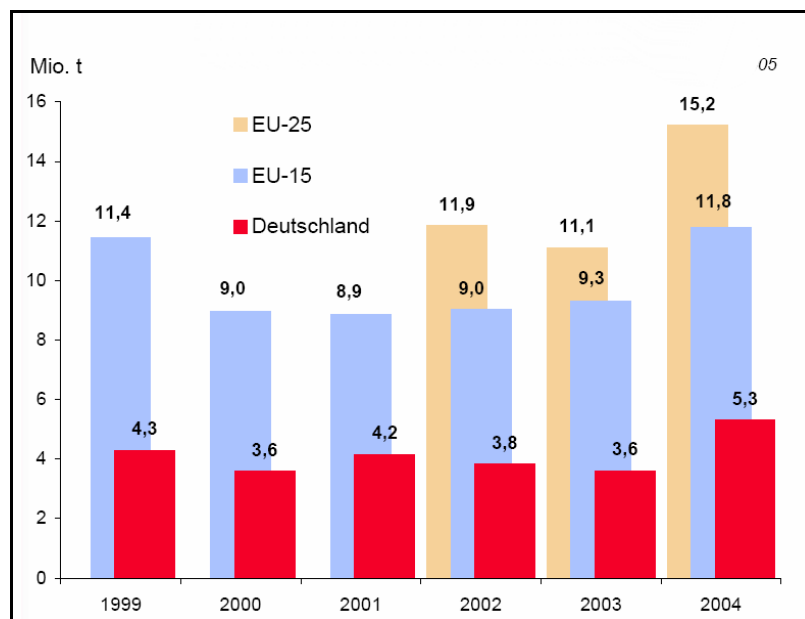


Abbildung 91: Rapserzeugung in der EU im Wirtschaftsjahr 2003/2004
Quelle: /228/

Die zweithäufigste Ölsaart der EU-25 ist die Sonnenblumen mit 19 % der europäischen Saatenproduktion, die sich primär auf die Länder Frankreich Spanien und Ungarn konzentriert. Im Gegensatz zur Rapsproduktion wurden den neuen Beitrittsstaaten der EU gut 40 % der Sonnenblumensaaten angebaut. Der Sojabohnenanbau in der EU-28 mit einem Volumen 283 Mio. t im Wirtschaftsjahr 2004/05 findet vornehmlich in den Ländern Italien (52 %) und Frankreich (20 %) statt/228/ /226/.

Trotz der verstärkten Nachfrage nach Rapsöl in der EU-25 konnte die Rapsölproduktion nur um 2 % auf 5,5 Mio. t. gesteigert werden. Dies ist im Wesentlichen auf den Engpass der Verarbeitungskapazitäten der Ölmühlen zurückzuführen. Aufgrund der hohen Auslastung der Ölmühlen und der geringen Verfügbarkeit von Sonnenblumensaaten auf dem Weltmarkt lag die Sonnenblumenölproduktionsmenge stabil auf 1,7 Mio. t.

6.7.4.2 Weltweiter Handel

Der weltweite Handel von Ölsaaten und deren Verarbeitungsprodukte beschränkt auf wenige Export- bzw. Importländer sowie Produkte. Wie bei den meisten Agrarprodukten werden auch die weltweite Handelsströme der Ölsaaten und deren Nachprodukte neben dem Marktmechanismus der Angebot und Nachfrage stark durch die nationale Außenhandelspolitik (Zölle) bestimmt.

Weltweit wurden im Wirtschaftsjahr 2004/05 ca. 79 Mio. t Ölsaaten und 42,2 Mio. t pflanzliche Öle gehandelt. Mit 85 % der gehandelten Ölsaaten sind Sojabohnen das wichtigste Handelsprodukt. Die wesentlichen Exportländer sind die USA, Brasilien und Argentinien, die ein Großteil der produzierten Saaten in die VR China (27 Mio. t) und die EU-25 (15,2 Mio. t.) absetzen. Einerseits verfügt die VR China über große Verarbeitungskapazitäten, andererseits ist die Flächenverfügbarkeit zur weiteren Ausdehnung der Anbauflächen begrenzt. Gerade die weitere Aufstockung der Tierbestände, was zu einem steigenden Bedarf nach Sojaschrott als Futtermittel führt, wird eine gesteigerte Importabhängigkeit mit sich bringen /226/.

Beim Blick auf die weltweiten Rapsexporte ist Kanada mit 3,5 Mio. t auf Platz eins, wobei die kanadische Rapssaat primär nach Japan und Mexiko abgesetzt werden. Auch die USA deckt fast ausschließlich ihren Rapsbedarf durch Importe aus Kanada. Der kanadische Raps ist gekennzeichnet durch einen hohen GVO-Anteil, wodurch kein Export in die EU statt findet, da in der EU die Verwendung von GVO-Raps in der Nahrungsmittelindustrie per Gesetz verboten ist. Auch der Einsatz von gentechnisch veränderter Rapssaat zur Biodieselproduktion in der EU ist nicht vorstellbar, da die wirtschaftliche Produktion von Biodiesel entschieden durch den Verkauf des Rapsextraktionsschrotts bestimmt wird und ebenfalls die Verwendung von GVO-Rapsschrott als Futtermittel in der EU verboten ist. Auf Platz zwei des weltweiten Rapsexports liegt Australien mit 1,1 Mio. t Raps. Australischer Raps wurde im Wirtschaftsjahr 2004 vor allem nach Japan und Pakistan exportiert, wobei auch geringe Mengen in die EU exportiert wurden. Indien, als weiterer großer Rapsproduzent, betreibt so gut wie keinen Außenhandel /235/.

Der Handel mit pflanzlichen Ölen wird mit gut der Hälfte durch Palmöl bestimmt. Mit einem Handelsvolumen von 10 Mio. t. folgt Sojaöl bzw. Sonnenblumenöl mit 2,6 Mio. t.. Das Handelsvolumen von Rapsöl beläuft sich nur auf 1,4 Mio. t, wobei hiervon rund 70 % von Kanada primär in die USA (70 %) sowie China exportiert werden /226/. Durch die EU-Biokraftstoffdirektive und dem damit verbundenen Ziel bis 2010 5,4 Mio. Rapssaat zu Biodiesel zu verarbeiten, wäre prinzipiell auch ein zunehmender Export von kanadischem Rapsöl in die EU vorstellbar. Aufgrund des derzeit relativ geringen Handelsvolumens kann dieses jedoch nur im geringen Maße zur Deckung des künftigen Bedarfs beitragen. Es wird allerdings erwartet, dass verschiedene Länder, wie die Ukraine, Russland, Argentinien,

Australien, Indien und wahrscheinlich auch China zukünftig ihre Rapsproduktion ankurbeln werden. Somit würden neue Exportpotenziale für Raps geschaffen werden.

6.7.4.3 Preise für pflanzliche Öle

In den letzten Jahren bewegt sich der Rapsölpreis in Deutschland innerhalb einer relativ engen Bandbreite von ca. 480 bis 670 € je Tonne Rapsöl. Der Rapsölpreis ist relative unabhängig von den Preisen für Mineralöle und dem Biodiesel, welcher sich in der Vergangenheit weitestgehend der Dieselpreisentwicklung angepasst hat. Wie Abbildung 92 zu entnehmen ist, lagen die Tagespreise für Rapsöl in den vergangenen Jahren bei durchschnittlich 550 € je Tonne (50 Cent/l). Da wie eingangs erwähnt muss nach Norm für Biodiesel und der darin festgelegten Parameter ein hoher Anteil an Rapsöl für die Biodieselproduktion verwendet werden. Daraus resultierend haben sich die Preise für die verschiedenen Öle relative unterschiedlich entwickelt. Während Rapsöl im Durchschnitt des Jahres 2000 beispielsweise nur 10 US\$/t teurer war als Sojaöl, ist der Abstand auf durchschnittlich 46 US\$/t im Jahr 2003 und 113 US\$/t im Jahr 2005 gestiegen. Allerdings muss diese Entwicklung mittelfristig als überzogen angesehen werden. Auch gegenüber dem Palmöl notierte das Rapsöl noch im Jahr 2000 nur um durchschnittlich 37 US\$/t höher. Diese Prämie stieg auf durchschnittlich 156 US\$/t im Jahr 2003 und 237 US\$/t bisher im Durchschnitt des Jahres 2005 /228//238/.

Trotz weiterer Flächenausdehnung für den Rapsanbau in der EU (Deutschland, Frankreich, Ungarn) wird damit gerechnet, dass der Durchschnittspreis für Rapsöl über dem des vergangenen Jahrzehnts liegen wird und sich langfristig auf einem stabil hohen Preisniveau einpendeln wird. Ein Preisengpass für pflanzliche Öle ist jedoch eher unwahrscheinlich. Alleine aufgrund der beschriebenen Preisdifferenz zwischen Rapsöl und Sojaöl kann vermutet werden, dass die deutschen bzw. europäischen Biodieselproduzenten vermehrt Interesse am Einsatz von Sojaöl haben werden. Die Verwendung ist jedoch, wie oben beschrieben, nur in gewissen technischer möglichen Grenzen.

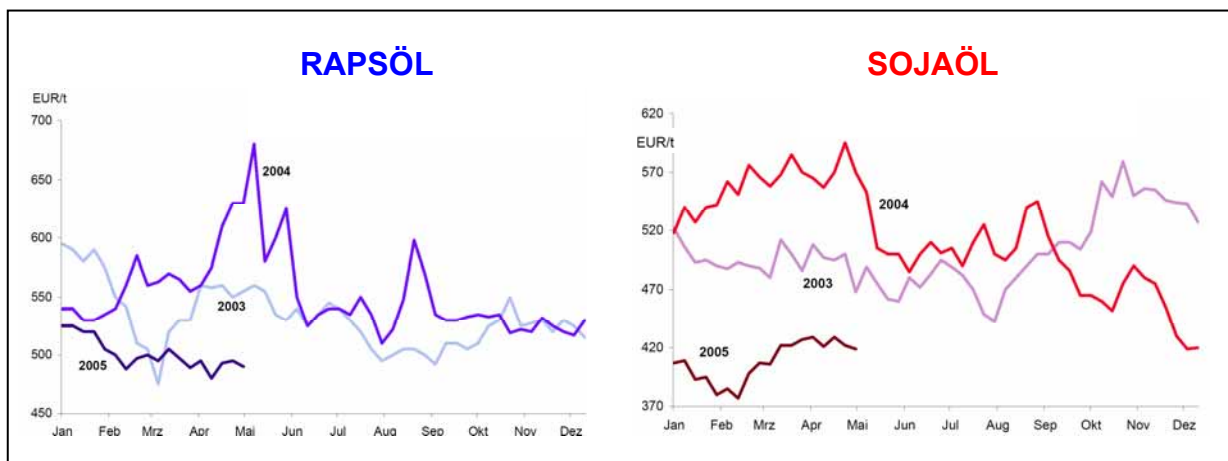


Abbildung 92: Tagespreise für Raps- bzw. Sojaöl
Quelle: /228/

6.7.4.4 Zusammenfassung

Aufgrund des hochgesteckten Ziels der EU bei der Einführung regenerativer Kraftstoffe und dem relativ begrenzten Flächenangebot zum Ausbau der Rapsproduktion (Fruchtfolgegrenzen), ist in den kommenden Jahren mit gesteigerten Importen von pflanzlichen Ölen und Ölsaaten zu rechnen. Für die Herstellung von B-100 ist davon auszugehen, dass auch zukünftig fast ausschließlich Rapsöl verwendet wird. Da jedoch in zunehmendem Maße die Beimischung von Biodiesel zu fossilem Diesel von den Mineralölkonzernen bevorzugt wird, ist nicht auszuschließen dass zukünftig vermehrt preisgünstigere Öle wie Sojaöl zur Biodieselproduktion eingesetzt werden was teilweise zu negative ökologische Effekten in Ländern wie Malaysia oder Brasilien führen kann (Rodung von Wäldern).

Welche pflanzlichen Öle in Zukunft zur Produktion von Biodiesel verwendet werden und wie die gesteigerte Nachfrage in Deutschland bzw. der EU gedeckt wird ist derzeit schwer einschätzbar. Aufgrund des weltweiten Ausbaus der Biodieselproduktion sowie die gesteigerte Nachfrage nach Ölen und Fetten in der Nahrungsmittelindustrie wird sich der Weltmarkt für Öle und Fette in jedem Fall merklich verändern.

6.8 Synthetische Kraftstoffe und Bioethanol aus Lignozellulose

Zu den Lignozellulose-basierten Kraftstoffen zählen Ethanol aus Lignozellulose sowie synthetische Kraftstoffe. Die Produktionstechnologien sind gegenwärtig noch nicht verfügbar, entsprechend sind die Märkte noch nicht etabliert. Da insbesondere synthetische Kraftstoffe

eine sehr hohe Qualität aufweisen, ist das Interesse der Automobilhersteller an diesen Kraftstoffen sehr groß. Weiterhin sind auch die einsetzbaren Biomassepotenziale sowohl in Europa als auch weltweit sehr hoch, so dass hier voraussichtlich in kurzer Zeit sehr große Kapazitäten etabliert werden können. Wegen der eingeschränkten Transportwürdigkeit der biogenen Festbrennstoffe, dürfte dabei aus Gründen der Wirtschaftlichkeit die Produktion nahe der Rohstoffquelle angesiedelt werden. Standorte hierzu können weltweit interessant sein und die Etablierung großer Holzplantagen fördern. Beispielsweise könnten auf den weltweit vorhandenen Degradationsflächen von 100 Mio. ha erhebliche Ressourcen bereitgestellt werden, die dann in veredelter Form über weite Strecken transportiert werden können (Anhang J).

Die zeitliche Dimension der Etablierung dieser neuen Märkte ist gegenwärtig schwer abschätzbar, dürfte jedoch für Ethanol aus Lignozellulose nicht vor 2010 und für synthetische Kraftstoffe nicht vor 2020 relevant sein.

6.9 Biostrom

Auf Grund der hohen Potenziale für die Stromerzeugung aus Biomasse stellt sich die Frage, ob Strom aus Biomasse zwischen den europäischen Ländern übertragen und damit frei gehandelt werden kann. Um Aussagen dazu zu treffen, ist eine Betrachtung der Kapazität des europäischen Stromnetzes notwendig.

Das europäische Verbundsystem für Strom unterteilt sich in die Netzbereiche UCTE, Nordel, EES/VES, GB und COMELEC, welche Länder zu den einzelnen Netzsystemen gehören, zeigt Abbildung 93.

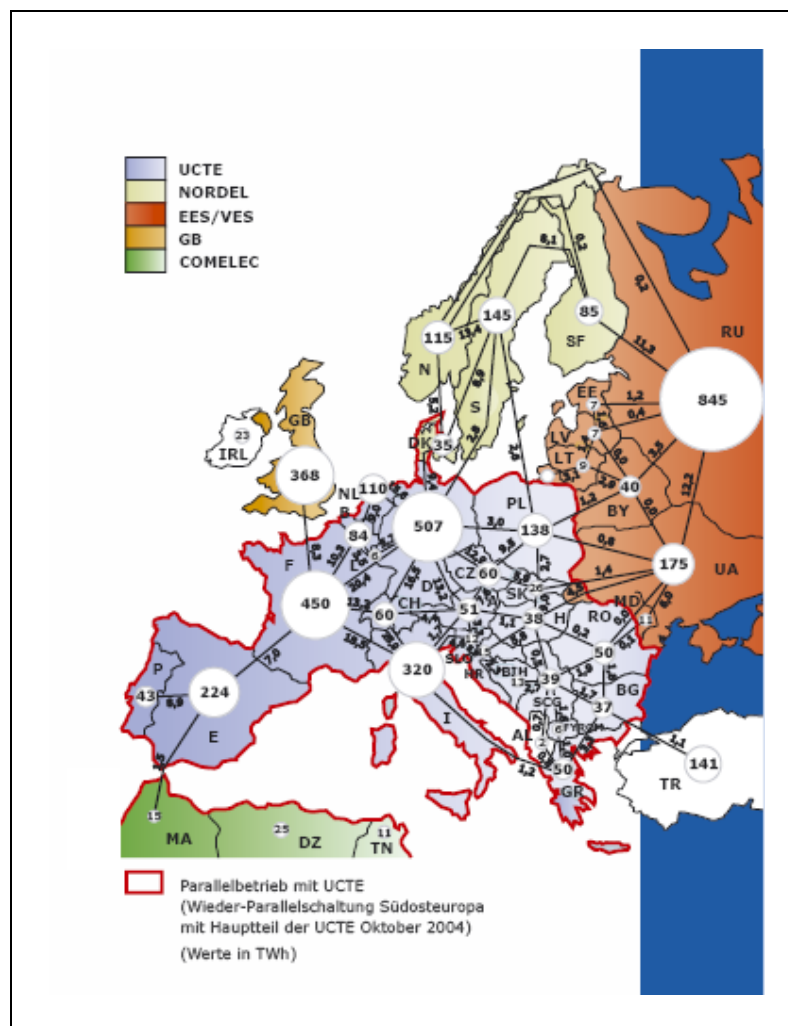


Abbildung 93: Verbundsysteme in Europa, Stromverbrauch und Stromtausch der Länder, Stand 2003
Quelle: /218/

Ausgehend vom bisherigen grenzüberschreitenden Stromhandel sind in der folgenden Tabelle die noch verfügbaren freien Netzübertragungskapazitäten aufgelistet (Tabelle 76). Demnach verringern sich die freien grenzüberschreitenden Kapazitäten im gesamten UCTE-Netz von gegenwärtig etwa 60 GW auf etwa 20 GW bis 2015 (siehe auch Abbildung 94). Für einzelne Länder ergeben sich im Zeitablauf bereits ab 2006 Kapazitätsengpässe für den Stromhandel zur Deckung des jeweiligen Strombedarfs.

Tabelle 76: Verfügbare freie Netzübertragungskapazitäten im UCTE-Netz am 3. Donnerstag des jeweiligen Monats
Quelle: /217/

	Verbleibende Netzübertragungskapazitäten im UCTE-Netz [Angaben in GW]														
Land	2005			2006			2007			2010			2015		
	Januar		Juli	Januar		Juli	Januar		Juli	Januar		Juli	Januar		Juli
	11:00	19:00	11:00	11:00	19:00	11:00	11:00	19:00	11:00	11:00	19:00	11:00	11:00	19:00	11:00
Belgien	0,3	0,1	1,9	0,0	-0,2	1,6	-0,2	-0,5	1,5	-1,9	-2,2	0,3	-5,2	-5,5	-2,6
Deutschland	8,2	8,4	3,4	7,5	8,1	4,7	7,7	8,0	4,0	5,5	5,7	3,5	1,4	1,7	-1,6
Spanien	8,5	5,6	5,2	9,6	6,3	5,1	9,0	6,3	5,6	8,3	4,9	3,7	1,8	-1,5	-3,1
Frankreich	14,1	11,7	11,9	13,1	10,8	11,5	12,7	10,4	10,8	12,0	9,8	9,3	11,1	8,9	9,7
Griechenland	1,1	0,7	-0,1	0,9	0,5	-0,1	1,4	1,0	0,3	1,9	1,5	0,1	1,3	0,6	-1,1
Italien	5,4	5,3	5,4	5,7	5,5	5,6	5,7	5,5	5,7	6,3	6,0	8,5	0,6	0,6	-1,8
Slovenien	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1
Kroatien	0,8	0,6	1,1	0,8	0,6	1,0	1,0	0,8	1,3	0,9	0,6	1,1	0,3	0,1	0,5
Mazedonien	0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
Serbien-Montenegro	0,1	-0,1	0,8	0,1	-0,1	0,7	0,1	-0,1	0,7	0,0	-0,1	0,5	-0,5	-0,7	0,0
Luxemburg	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,4	0,7	0,9	0,4	0,6	0,8	0,3	0,4	0,7	0,2
Niederlande	1,3	1,5	1,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	-0,9	-0,7	-0,5	-2,8	-2,6	-2,4
Österreich	5,4	5,5	5,1	4,9	5,0	4,6	4,8	4,9	4,5	4,2	4,3	3,8	3,2	3,3	3,2
Portugal	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,8	1,8	1,8	1,7	1,1	1,1	1,2	-2,1	-2,1	-2,2
Schweiz	3,3	3,9	4,9	3,1	3,7	4,7	2,9	3,5	4,6	2,3	2,9	4,1	1,8	2,4	3,6
Tschechien	2,8	2,7	2,3	2,7	2,6	2,3	2,6	2,5	2,2	2,2	2,1	2,0	1,7	1,6	1,6
Ungarn	0,6	0,2	-0,1	0,6	0,3	-0,1	0,5	0,2	-0,1	0,8	0,4	0,2	0,3	0,0	0,0
Polen	7,8	6,8	6,4	8,1	7,1	6,6	8,0	6,9	6,2	8,9	8,0	6,8	6,4	5,4	4,6
Slovakische Republik	1,0	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	0,2	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	-0,4	-0,5	-0,3
Bosnien-Herzegowina	1,1	0,8	1,2	1,1	0,8	1,2	1,0	0,8	1,1	0,9	0,7	1,0	0,7	0,5	0,8
Rumänien	1,2	0,9	1,2	1,2	0,9	1,1	1,2	0,8	1,0	1,3	1,0	1,1	1,3	1,1	1,3
Bulgarien	1,2	0,7	1,0	1,3	0,9	1,1	0,5	0,1	0,9	2,1	1,6	1,9	3,0	2,5	3,0
Burshtyn Island ¹⁾	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7
Summe UCTE	67,6	59,6	57,7	65,8	57,6	56,8	63,9	56,2	55,3	57,3	49,0	49,5	25,2	17,2	14,2

¹⁾ Teil der Ukraine

Sichtbar in der Vergangenheit wurden erste Engpässe beispielsweise durch den Blackout in Italien 2003. Dieser Entwicklung kann durch den Ausbau der grenzüberschreitenden Kuppelstellen oder durch einen Kraftwerksneubau in den jeweiligen Ländern zur Verringerung des grenzüberschreitenden Stromhandels begegnet werden (Abbildung 95).

Der Ausbau der Windkraft verschärft die Problematik der Übertragungsnetzbelastung innerhalb des jeweiligen Landes und in zunehmenden Maße auch den internationalen Stromhandel. Um den bisherigen Standard zu halten, sind neben den Investitionen in den Kraftwerkspark auch Investitionen in die Übertragungsnetze erforderlich.

Aus diesen Gründen beschloss die Europäische Union im Jahr 2003 eine Reihe von Leitlinien zum Ausbau des transeuropäischen Energienetzes /214/. Die zum Ausbau gehörigen Übertragungsnetze des transeuropäischen Energienetzes wurden im Amtsblatt 176/11 der Europäischen Union aufgeführt. In welchem Umfang der Ausbau des Leitungsnetzes erfolgen soll, bleibt jedoch unklar /214/.

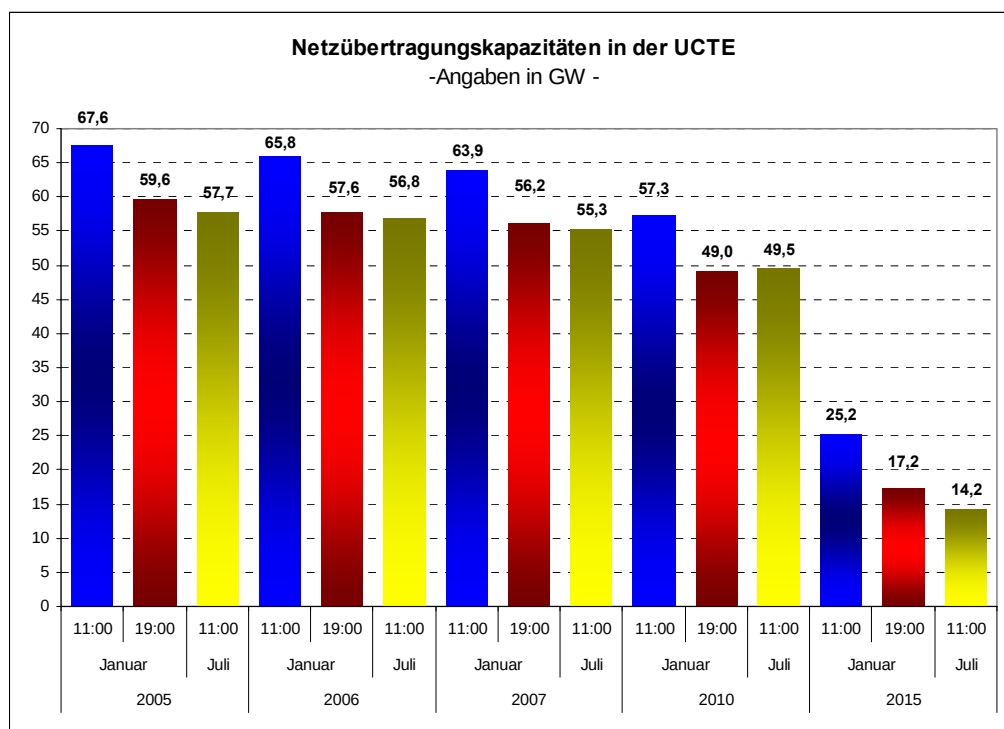


Abbildung 94: Übertragungsnetzkapazitäten im Netz der UCTE
Quelle: /217/

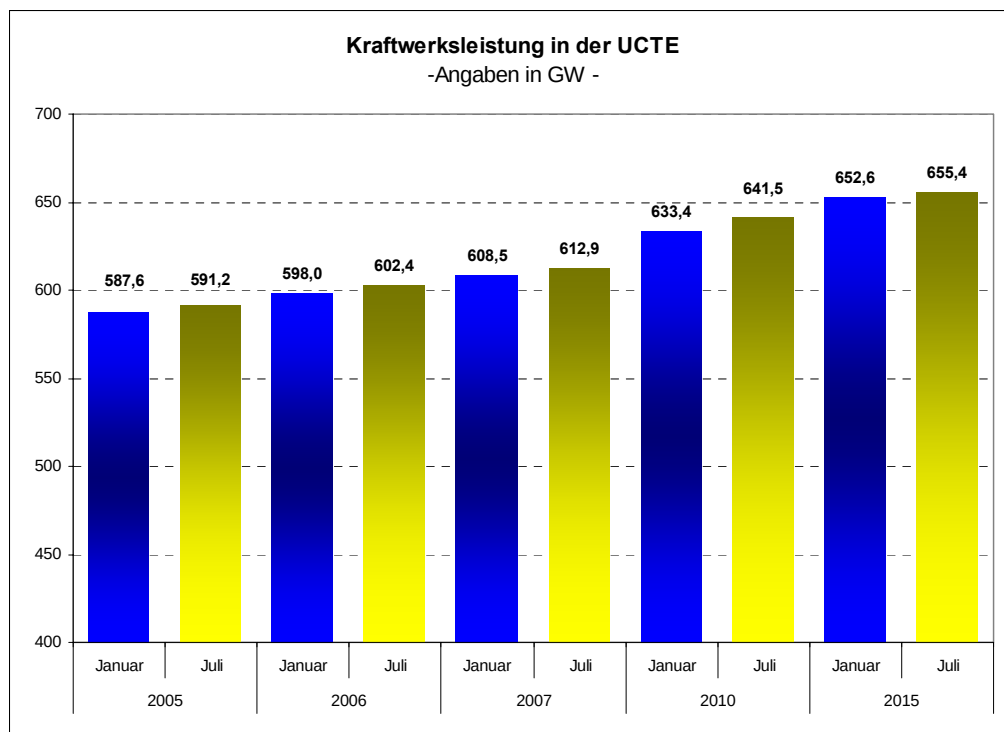


Abbildung 95: Entwicklung der Kraftwerksleistung im Netz der UCTE
Quelle: /217/

Deutschland gehört, wie die meisten Länder Zentral- und Südeuropas, zum Stromnetz der UCTE. Der länderübergreifende physikalische Stromaustausch kann prinzipiell mit allen Nachbarländern Deutschlands erfolgen (Abbildung 96). Der Stromaustausch wird allerdings im Volumen durch die Leitungskapazität begrenzt. Damit ist zwischen den einzelnen Ländern in unterschiedlichem Umfang nur ein relativ begrenzter physikalischer Stromaustausch möglich, weil das Ausbaukonzept des UCTE-Netzes bisher vorrangig dem Zwecke der Notreserve und der Netzstabilität diente. Ein den Ansprüchen eines beliebigen freien Warenverkehrs entsprechendes Netz ist nicht vorhanden.

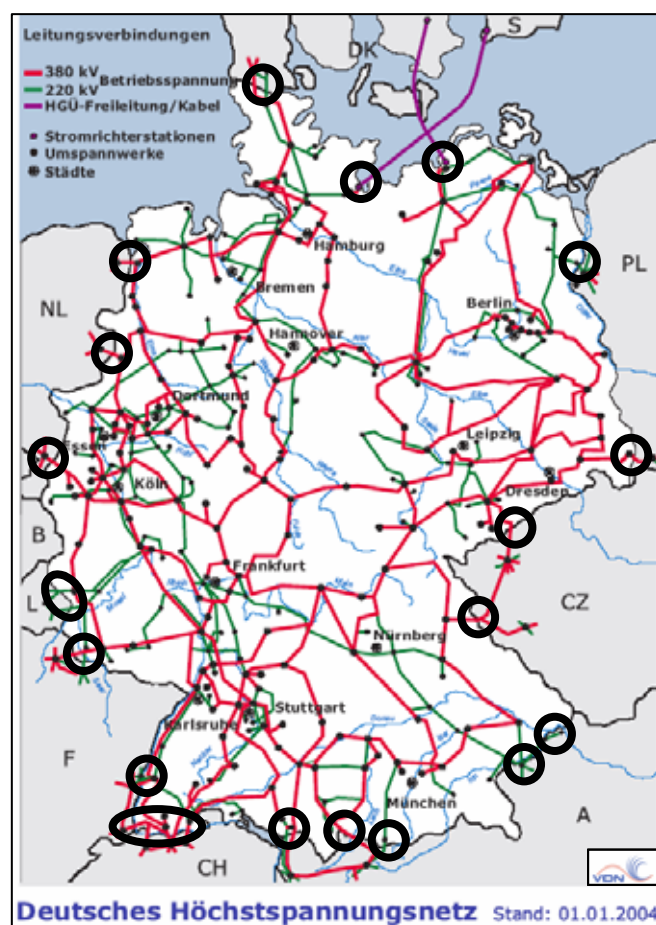


Abbildung 96: Höchstspannungsnetz und Kuppelstellen in Deutschland
Quelle: /219/

In Deutschland ist jedoch auf Grund der fast ausgeglichenen Leistungsbilanz sowie der engen Vermaschung des deutschen Netzes die Gefahr von großen Stromausfällen bisher geringer als in anderen Ländern /218/. Ohne einen weiteren Ausbau der Kuppelstellen zu den angrenzenden Ländern ist der Stromaustausch etwa auf den heutigen Umfang begrenzt.

Aussagen zu den Kapazitäten der Nordel-, EES/VES-, GB- und COMELEC-Übertragungsnetze können nicht getroffen werden, da die Netzbetreiber keine Daten zu ihrem Leitungsnetz veröffentlichen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass diese Übertragungsnetze zukünftig auch Kapazitätsengpässe aufweisen.

Fazit:

Strom aus Biomasse ist, wie auch Strom aus anderen Energieträgern, handelbar. Ohne eine spezifische Privilegierung für Biostrom ergeben sich die Möglichkeiten des grenzüberschreitenden Handels in Abhängigkeit von den Netzkapazitäten. Hierzu zeichnet sich ein zunehmender Engpass ab, da zum einen der internationale Stromaustausch zunimmt und zum anderen mit dem Ausbau der Windenergie zeitweilig Engpässe bei den Übertragungsnetzen zunehmen werden. Letztlich kann wohl nur mit einem Ausbau der grenzüberschreitenden Netze ein freier Stromhandel ermöglicht werden. Die Europäische Union hat aus diesem Grund bereits im Jahr 2003 beschlossen, in den nächsten Jahren das transeuropäische Energienetz auszubauen.

7 Auswirkungen und Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Studie wurden künftige Entwicklungsoptionen der Biomassenutzung in den EU-28-Staaten³⁶ bis zum Jahr 2020 aufgezeigt und mögliche Stoffströme zwischen Deutschland und den europäischen Mitgliedstaaten wie auch darüber hinaus abgeleitet. Die wichtigsten Auswirkungen und Schlussfolgerungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Für die Etablierung der Biomassenutzung sind die energie-, agrar- und forstpolitischen Rahmenbedingungen relevant:

- Die **energiepolitischen Rahmenbedingungen** zur Biomassenutzung sind in den einzelnen Mitgliedstaaten gegenwärtig sehr unterschiedlich und in der weiteren Entwicklung teilweise ungewiss. Mittelfristig ist der Handlungsdruck der EU-15 (v. a. durch die Klimaschutzvereinbarungen) größer als für die Beitrittsstaaten (EU-10) und Beitrittsanwärterstaaten. Die daraus resultierenden Aktivitäten sind jedoch nicht auf die EU-15 beschränkt, sondern können über die projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls prinzipiell weltweit erfolgen.
- Demgegenüber sind die **agrarpolitischen Rahmenbedingungen** durch die Gemeinsame europäische Agrarpolitik (GAP) in den einzelnen Mitgliedstaaten vergleichsweise ähnlich, jedoch insgesamt für die Zeit nach 2012 schwer abschätzbar. Grundlegende Veränderungen der gegenwärtigen Preispolitik sind aber eher unwahrscheinlich.
- Die **forstpolitischen Rahmenbedingungen** sind weder Teil der gemeinsamen europäischen Politik noch in die Bioenergie Diskussion eigenständig eingebunden; die Formulierung und Umsetzung entsprechender Zielvorgaben sind gegenwärtig offen. Hinsichtlich der Potenzialsituation kann eine modifizierte Forstpolitik nur in sehr großen Zeiträumen wirksam werden.

Das Angebot an Biomasse bzw. Bioenergie wird durch die Biomassepotenziale bestimmt. Dabei sind sowohl die **Potenziale aus der Forstwirtschaft** wie auch die **Reststoffpotenziale**

³⁶ EU-Mitgliedstaaten zum 1.1.2005 sowie Bulgarien, Rumänien und Türkei

europaweit mittelfristig stabil (um 7 500 PJ/a in den EU-28-Staaten) und kurzfristig erschließbar; große Potenziale sind in Nord- und Mitteleuropa gegeben.

Hingegen nehmen die **Potenziale aus der Landwirtschaft** infolge der Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft und den damit verbundenen Flächenfreisetzungen deutlich zu. Dabei können folgende Effekte erwartet werden:

- Das **Ausmaß der Steigerung** wird entscheidend von ökonomischen Randbedingungen (Rohölpreis, CO₂-Zertifikatspreis, Einspeisevergütung für Biostrom, Prämien-gestaltung im Rahmen von GAP etc.) wie auch der Entwicklung des ökologischen Landbaus, der Naturschutzziele etc. bestimmt. Dies betrifft v.a. Frankreich, Spanien, Deutschland, Polen und Ungarn. Die Energiepflanzenpotenziale für 2020 liegen, je nach unterstellten Rahmenbedingungen, zwischen 2 600 und 7 800 PJ/a und werden zu 75 % von den EU-15 bereitgestellt. Die Entwicklung in den EU-10 ist dabei vergleichsweise ungewiss, so dass – z. B. bei einer beschleunigten Anpassung der landwirtschaftlichen Produktion oder aber auch bei einer unzureichenden Konkurrenz-fähigkeit im Nahrungsmittelbereich – das Energiepflanzenpotenzial in diesen Staaten ggf. erheblich höher ausfallen kann.
- Bei Beibehaltung der europäischen **Anbaustruktur** bietet Getreide das höchste Energiepflanzenpotenzial. Bei Substitution von Getreide durch mehrjährige Kulturen können ähnliche Erträge erwartet werden, bei allerdings anderen ökonomischen und ökologischen Effekten. Auch im Bereich der feuchten Biomassen sind ökologisch vorteilhafte Anbausysteme denkbar. Der Anbau von Energieraps ist bisher nur in Deutschland bedeutsam. Im europäischen Anbaumix spielen Raps und auch Zuckerrüben nur eine untergeordnete Rolle, es sind jedoch vergleichsweise starke Veränderungen (stark steigende bzw. grundsätzlich ungewisse Nachfrage) möglich.
- Die europäischen Energiepflanzenpotenziale werden durch die **Welternährungs-situation** nicht unmittelbar beeinflusst, jedoch sind auf den Agrarmärkten in den kommenden Jahren Veränderungen zu erwarten, die sich indirekt auf die landwirtschaftlichen Biomassepotenziale in Europa auswirken können.

Werden die freiwerdenden Flächenpotenziale nicht zur Energiepflanzenproduktion genutzt, besteht nur geringe Aussicht, diese Flächen im landwirtschaftlichen Produktionssystem zu

erhalten. Dies hätte erhebliche Auswirkungen auf den Agrarbereich und die Entwicklungsperspektiven ländlicher Räume.

Die **Nachfrage nach Bioenergie** liegt in den EU-28 gegenwärtig bei ca. 2 600 PJ/a und kann bei Etablierung geeigneter energiepolitischer Instrumente bis zum Jahr 2020 auf über 8.000 PJ/a gesteigert werden. Wie auch das Angebot an Bioenergieträgern ist sie wesentlich durch die EU15-Staaten, und hier durch ausgewählte Länder (Deutschland, Frankreich, Italien, Großbritannien, Spanien) bestimmt. Zur Nachfragedeckung kann ein europaweiter Handel beitragen, zu dem ca. ein Drittel der Biomasse geeignet ist. Besonders günstige Möglichkeiten bestehen zudem für biogene Kraftstoffe.

Bei der Verbindung von Angebot, Nachfrage und Nutzungstechnologien zu Nutzungsszenarien sind folgende Effekte erkennbar:

- Die **Marktetablierung** der Biomassenutzungstechnologien steht teilweise noch aus. Sie kann je nach Anlagenleistung, Infrastrukturbedarf und Substitutionspotenzial an fossilen Energieträgern mit unterschiedlicher Geschwindigkeit erfolgen; dabei können insbesondere im Kraftstoffbereich sehr hohe Wachstumsraten in sehr kurzer Zeit eintreten. In den nächsten 10 Jahren wird hier das Angebot an Benzinsubstituten (Bioethanol) das der Dieselsubstitute (Biodiesel) deutlich überschreiten.
- Wenn perspektivisch Technologien verfügbar sind, die vielfältige Ressourcen in sämtliche Endenergieträger konvertieren können, müssen bei Förderung der Markteinführung **Entscheidungskriterien** für die optimale Allokation der begrenzten Ressourcen gegeben sein. Dabei ist weniger die Zuordnung zu den Endenergieträgern als vielmehr die Systemgestaltung (z.B. KWK bei der Stromerzeugung) zu beachten. Dies ist umso wichtiger, je knapper das Angebot an Biomasse ausfällt.
- Mit den in Europa verfügbaren Biomassepotenzialen lässt sich bis 2020 ein **Beitrag zur Endenergiebereitstellung** von 6 000 – 8 500 PJ/a erreichen. Bei gleichzeitiger Umsetzung der energie-, umwelt- und naturschutzpolitischen Ziele ist ab 2020 ein deutlicher Importbedarf von Biomasse nach Europa zu erwarten, der in der Größenordnung von 1 000 – 1 500 PJ/a liegen und vor allem die EU-15-Staaten betreffen dürfte.

- In der **ökologisch-ökonomischen Analyse** konnten hinsichtlich der Treibhauseffekte und Bereitstellungskosten keine nennenswerten Effekte durch innereuropäische Biomasse-Handelsströme ermittelt werden. Jedoch kann sich der Import von Bioethanol aus Brasilien günstiger darstellen als die europäische Produktion.

Gegenwärtig ist der innereuropäische wie auch der globale **Handel** im Bioenergiebereich unbedeutend. Künftig können sich verschiedene Märkte etablieren, dabei hängen in Europa die Handelsströme entscheidend ab von der Umsetzung genereller Naturschutzziele wie auch politischer Biomasseziele in ausgewählten Ländern (DE, FR, SP, PO). Je „ungleicher“ die Entwicklung erfolgt, in desto größerem Umfang werden Stoffströme durch Europa verschoben. Die wesentlichen Märkte können wie folgt eingeschätzt werden:

- **Biodiesel:** Die Raps- und RME-Produktion in Europa dürfte sich kurzfristig erheblich entwickeln und für die (begrenzten) Ressourcen entsprechende europäische Märkte etablieren. Zusätzliche Märkte bestehen außerhalb Europas ggf. innerhalb der weltweit expandierenden Fett- und Ölmärkte, die insbesondere bei Palmöl starke Zuwächse verzeichnen (Malaysia).
- **Bioethanol:** Die europäische Ethanolproduktion wird voraussichtlich weiter ausgebaut und die Märkte werden sich etablieren. Zusätzliche Märkte bestehen außerhalb Europas und können zukünftig erheblich ausgebaut werden (Brasilien).
- **Waldholz:** Kurzfristig sind erhebliche Mengen in Deutschland und Europa mobilisierbar, die jedoch nur eingeschränkt transportfähig sind (Energiedichte). Erhöhte Nachfrage nach Waldenergieholz kann zu verstärktem Import von Holz zur stofflichen Verwertung führen. Weltweit dominiert die energetische Nutzung von Holz mit großen Zuwachsraten in den Entwicklungsländern. Bei Verfügbarkeit der BtL-Technologie sind verstärkt Kraftstoffimporte nach Europa zu erwarten (bei gleichzeitigem Technologieexport).
- **Altholz:** Die Altholzmärkte sind in Europa bereits etabliert; außereuropäische Handelsströme sind nicht zu erwarten.

- **Pellets:** Der Pelletmarkt hat ein erhebliches kurzfristiges Wachstumspotenzial, jedoch bleibt die Koppelung an ausgewählte Reststoffressourcen voraussichtlich erhalten (auch weltweit).
- **Biostrom:** Infolge begrenzter Netzkapazitäten wird der Handel mit Biostrom in Europa bis zum Jahr 2020 nur eingeschränkt möglich sein.

Schlussfolgernd lassen sich folgende Handlungsempfehlungen ableiten:

Im eigenen Lande:

- Für den weiteren Biomasseausbau sollte eine abgestimmte Markteinführungsstrategie für Strom, Wärme und Kraftstoffe unter verstärkter Berücksichtigung von Effizienz und Umweltfragen angestrebt werden
- Eine auf Vielfalt ausgerichtete Energiepflanzenproduktion sollte durch ein breites Spektrum an Nachfrage einerseits und die Etablierung neuer Anbausysteme andererseits unterstützt werden
- Der weitere Ausbau der Stromerzeugung aus Biomasse sollte noch stärker auf KWK-Systeme abzielen
- Die Markteinführung der Biokraftstoffe sollte sich an der Geschwindigkeit der Flächenfreisetzung in der Landwirtschaft orientieren
- Die französisch-deutsch-polnische Zusammenarbeit sollte in den Bereichen der politischen Zielsetzungen und Förderinstrumente gestärkt werden

In Richtung Europa:

- Europaweit sollten die energie-, agrar- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen zur Biomassenutzung synchronisiert und in Richtung verbindlicher Biomasseaktivitäten harmonisiert werden.
- Ebenso wie für Deutschland sollten weitergehende Überlegungen zu einer an Effizienz- und Umweltkriterien ausgerichteten Markteinführungsstrategie der Bioenergie erfolgen (z.B. hinsichtlich Vielfalt des Energiepflanzenanbaus, Stellenwert von KWK-Strom, Ausbaugeschwindigkeit des Kraftstoffbereichs).

-
- Zusätzlich sollten Rahmenbedingungen und Standards für den innereuropäischen Handel als auch für außereuropäische Importe geschaffen werden.

Literaturverzeichnis

- /1/ Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger. Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan. Mitteilung der Kommission: KOM(97)599 endg..
- /2/ Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt vom 27. September 2001, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 27. Oktober 2001, L 283/33 ff.
- /3/ Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor vom 8. Mai 2003, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 17. Mai 2003, L 123/42 ff.
- /4/ Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP): UFOP-Bericht 2002/2003. Bonn, 2003.
- /5/ Commission of the European Communities: The share of renewable energy in the EU – Country Profiles, Overview of Renewable Energy Sources in the Enlarged European Union. Staff Working Document, COM(2004)366 final, Brussels, May 2004.
- /6/ Commission of the European Communities: The share of renewable energy in the EU, Commission Report in accordance with Article 3 of Directive 2001/77/EC, evaluation of the effect of legislative instruments and other Community policies on the development of the contribution of renewable energy sources in the EU and proposals for concrete actions. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2004)366 final, Brussels, May 2004.
- /7/ Danyel Reiche (ed.): Handbook of Renewable Energies in the European Union, Case studies of all Member States, Peter Lang GmbH Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main, 2002.
- /8/ Danyel Reiche (ed.): Handbook of Renewable Energies in the European Union II, Case studies of all Accession States, Peter Lang GmbH Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main, 2003.
- /9/ European Renewable Energy Council (EREC): Promotion and Market Stimulation of RES in EU and Candidate Countries. Work package 2: Review of renewable energy policy within the EU-15, Brussels, May 2004.
- /10/ European Renewable Energy Council (EREC): Promotion and Market Stimulation of RES in EU and Candidate Countries. Work package 3: Status of renewable energy within the New Member States, Brussels, May 2004.
- /11/ Energy research Centre of the Netherlands (ECN): Renewable electricity policies in Europe - Country fact sheets 2003. ECN-C--03-071, Amsterdam, October 2003.
- /12/ Evald, A.: Persönliche Mitteilung, FORCE Technology, April 2004.
- /13/ Alakangas, E.: Renewable energy sources in Finland, 2000, OPET Report 9. OPET Finland; Jyväskylä, 2002.

-
- /14/ Calliope Panoutsou: Persönliche Mitteilung, Center for Renewable Energy Sources Greece (CRES), Pikermi, April 2004.
- /15/ Energieverwertungsagentur – the Austrian Energy Agency (E.V.A.): EnergieSparFörderungen und EnergieBeratung 2003. Ein Nachschlagewerk für Private, Unternehmen und Gemeinden; 9., aktualisierte Auflage, Wien, Mai 2003.
- /16/ Nilson, L. J. et al: Seeing the wood for the trees: 25 years of renewable energy policy in Sweden. In: Energy for Sustainable Development, Vol. VIII No. 1, March 2004.
- /17/ Swedish Energy Agency (SEA): Energy in Sweden 2003. Eskilstuna, 2004.
- /18/ International Energy Agency (IEA): Renewables Information 2003. 2003.
- /19/ Frost & Sullivan's Analysis Of The Biogas Power Plant Market (Report B162); 2003.
- /20/ Observ'ER / EurObserv'ER: Le Barometre du Biogaz - 6,4% de croissance en 2002; Systems Solaires Nr. 157 ; October 2003.
- /21/ IEA Bioenergy Report: Biogas and more! - Systems and market overview; 2001.
- /22/ Baumgarten, S.; TST-Consulting, Radeberg: „Immer bessere Voraussetzungen für EE im Baltikum“; in Ost-West-contact; Ausgabe November 2003.
- /23/ MCPFE, 2000 und 2002.
- /24/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL): Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung (2003), Februar 2003, S. 100.
- /25/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Monitoring zur Biomasseverordnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) aus Umweltsicht. Endbericht, Leipzig, Dezember 2003.
- /26/ FAOSTAT: Agricultural data, Crops primary.
<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>, 30.04.2004.
- /27/ FAOSTAT: Agricultural data, Live animals.
<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Livestock.Stocks&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>, 30.04.2004.
- /28/ Schneider, S.: Potenziale regenerativer Energien in Deutschland; in: Hartmann, H., Kaltschmitt, M. (Hrsg.): Biomasse als erneuerbarer Energieträger – Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen Erneuerbaren Energien; Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Landwirtschaftsverlag, Münster, 2002, Band 3 (vollständige Neubearbeitung), S. 564-605.
- /29/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Biogasgewinnung aus Gülle, organischen Abfällen und aus angebauter Biomasse – eine technische, ökologische und ökonomische Analyse. DBU-Projekt 15071; Endbericht, Leipzig, Dezember 2003.
- /30/ http://europa.eu.int/comm/agriculture/markets/hops/report2001/tab2000_en.pdf, 30.04.2004.

-
- /31/ Eurostat Datenbank NewCronos: Landwirtschaftliche Erzeugnisse – Versorgungsbilanzen - Weinbilanz (Wirtschaftsjahr). Verwendbare Erzeugung 2000, 01.04.2004.
- /32/ <http://europa.eu.int/comm/eurostat/newcronos/queen/display.do?screen=welcome&open=/yearlies/dd/dda&language=de&product=THEME8&root=THEME8#/yearlies/dd/dda>, 30.04.2004.
- /33/ European Commission: Waste generated and treated in Europe, Data 1990-2001; Luxembourg, 2003.
- /34/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2000): Nationales Forstprogramm Deutschlands. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Referat 543.
- /35/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und (2003): Nationales Waldprogramm Deutschland. 2. Phase. Vom Nationalen Forstprogramm zum Nationalen Waldprogramm. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Referat 543.
- /36/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1974): Vorschlag der Kommission für eine Richtlinie zur Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen. ABL. Nr. C 44 vom 19.04.1974.
- /37/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1995): Weißbuch „Eine Energiepolitik für die Europäische Union“, KOM(1995) 682.
- /38/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1997): Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energiequellen: Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan, KOM(1997) 599.
- /39/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1998): Strategie der Europäischen Union für die Forstwirtschaft, KOM(1998) 649, 03/11/1998.
- /40/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2001): Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäischen Union für die nachhaltige Entwicklung KOM(2001) 264, 15/05/2001.
- /41/ Ministerium für Landwirtschaft der Republik Lettland (1998): Die lettische Forstpolitik. Ziele und Prinzipien.
- /42/ Ministerium für Landwirtschaft und Forsten Finnlands (1999): Finnlands Nationales Forstprogramm 2010. Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, Publikationen 2/1999.
- /43/ Rat für Nachhaltige Entwicklung (2004): Empfehlungen des Rates für Nachhaltige Entwicklung an die Bundesregierung zum Thema: „Waldwirtschaft als Modell für nachhaltige Entwicklung: ein neuer Schwerpunkt für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie.“
- /44/ Schelhaas, M.-J.; Van Brusselem, J.; Pussinen, A.; Pesonen, E.; Schuck, A.; Nabuurs, G.-J.; Sasse, V. (2003): Outlook for the development of European forest resources. A study prepared for the European Forest Sector Outlook Study (EFSOS). Geneva Timber und Forest Discussion Papers, United Nations.
- /45/ United Nations Economic Commission for Europe/Food and Agriculture Organization of the United Nations (2000): Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (TBFRA-2000). UN-ECE/FAO Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000. Geneva Timber and Forest Study Papers, No. 17, United Nations.

-
- /46/ Verordnung über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung. ABL. Nr. L 326 vom 21.11.1986.
- /47/ Verordnung (EWG) Nr. 3529/86 des Rates vom 17. November 1986 des Rates zum Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Brände. ABL. Nr. L 326.
- /48/ Verordnung (EWG) Nr. 2052/88 des Rates vom 24. Juni 1988 über die Aufgaben und Effizienz der Strukturfonds und über die Koordinierung ihrer Interventionen untereinander sowie mit denen der Europäischen Entwicklungsbank und der anderen Finanzinstrumente. ABL. Nr. L 185 vom 31.12.1988.
- /49/ Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 des Rates vom 17. Mai 1999 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL) und zur Änderung bzw. Aufhebung bestimmter Verordnungen. ABL. Nr. L 160/80 vom 26.06.1999.
- /50/ Schöpe, M., Britschkat, G.: Gesamtwirtschaftliche Bewertung des Rapsanbaues zur Biodieselproduktion in Deutschland. Ifo Schnelldienst 6/2002, 55. Jhrg.
- /51/ European Energy Agency (EEA): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2003. Copenhagen 2003.
- /52/ <http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/emissionen/schadstoffe/klima/co2/klimaverk.htm>
- /53/ <http://europa.eu.int/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/04/195&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>
- /54/ http://europa.eu.int/comm/environment/co2/co2_home.htm
- /55/ <http://www.agores.org/Publications/EC%20Presentations/CTO%20presentation.pdf>
- /56/ http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/bioenergy_en.htm
- /57/ http://europa.eu.int/comm/energy/res/campaign_for_take_off/index_en.htm
- /58/ Schneider, S.; Falkenberg, D.; Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien in Deutschland, Stand 2003, BWK 4/2004, Bd. 56, April 2004
- /59/ Merten, D.; Thrän, D.; Falkenberg, D.: Wärmegewinnung aus Biomasse - Eine Untersuchung im Rahmen des BMWA-Projektes“ Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)“, Projekt- Nr. 17/02 – BWK 9/2004, Veröffentlichung in Vorbereitung
- /60/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Fortschreibung der Daten zur Stromerzeugung aus Biomasse. Bericht für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik (AG EE-STAT). Leipzig, März 2004
http://www.erneuerbare-energien.de/1024/index.php?fb=/download/b_bericht_stromerzeugung_biomasse/&n=12095
- /61/ Commission of the European Communities: The share of renewable energy in the EU, Brüssel, Mai 2004, [COM(2004)366 final]

-
- /62/ Kaltschmitt, M.; Wiese, A.; Streicher, W. (Hrsg.): Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; Springer, Berlin, Heidelberg, 2003, 3. Auflage
- /63/ Öko-Institut e.V. und Partner: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Endbericht. Darmstadt, Mai 2004 http://www.erneuerbare-energien.de/1024/index.php?fb=/sachthemen/ee/aktuell_biomasse/&n=11894
- /64/ Mantau, U.: Holzrohstoffbilanz Deutschland – Bestandsaufnahme 2002. Hamburg, Juni 2004
- /65/ United Nations (Timber Branch): Forest Products Statistics 1998-2002 (Provisional), Timber Bulletin ECE/TIM/BULL/56/2, www.unece.org/trade/timber/database/fps98_02.xls - - Zugriffszeit 11.08.2004
- /66/ Persönliche Auskunft Prof. J. Ressel, Uni Hamburg, August 2004
- /67/ Frühwald, A.; Scharai-Rad, M.; Hasch, J.: Ökologische Bewertung von Holzwerkstoffen, Hamburg, 2000
- /68/ Goecke, F.; Mantau, U.; Sörgel, C.: Der europäische Markt für Holzwerkstoffe. Sozialwissenschaftliche Schriften zur Forst- und Holzwirtschaft. Band 4. Frankfurt am Main 2004
- /69/ CEPI: Pulpwood Consumption. CEPI Annual Statistics 2000, Paris 2001 – Schreiben CEPI (Eric Kilby) vom 04.08.2004
- /70/ EPS: Rohholzeinsatz in der Spanplattenindustrie im Jahr 2000. In: Goecke, F.; Mantau, U.; Sörgel, C.: Der europäische Markt für Holzwerkstoffe. Sozialwissenschaftliche Schriften zur Forst- und Holzwirtschaft. Band 4. Frankfurt am Main 2004
- /71/ EU-Datashop: Intr-EU-Handel mit ausgewählten Holzprodukten im Jahr 2000 – Datenaufbereitung vom August 2004
- /72/ Swedish Forest Industries Federation: The Swedish Forest Industries 2002 – Facts and Figures – www.forestindustries.se/PDF/faktasamling_2003_en.pdf - Zugriffszeit 11.08.2004
- /73/ Swedish Forest Industries Federation: Wood utilisation - [www.skogsindustrierna.org/ArbioWebContent/ Images/FSI/ohImages/ppt/6_ppt_en.ppt](http://www.skogsindustrierna.org/ArbioWebContent/Images/FSI/ohImages/ppt/6_ppt_en.ppt) - Zugriffszeit 11.08.2004
- /74/ Verband der finnischen Forstindustrie (Hrsg.): Umweltbericht – Statistiken des Jahres 2000, Helsinki 2001 - http://english.forestindustries.fi/files/julkaisut/pdf/saksa_tilastot2000.pdf - Zugriffszeit 11.08.2004
- /75/ Krüppelbeck, I.; Ehrig, H.-J.: Abschätzung der Restemissionen von Deponien in der Betriebs- und Nachsorgephase auf Basis realer Überwachungsdaten, Wuppertal, Mai 1999
- /76/ Dalianis, C.; Panoutsou, P.: Energy Potentials of Agriculture Residues in EU. CRES, PIKERMI, Greece 2003.

-
- /77/ Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur „promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market“ vom 11. Februar 2004, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 25. Oktober, L 52/50 ff.
- /78/ Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 13. Oktober 2003, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 25. Oktober, L 275/32 ff.
- /79/ Entscheidung der Kommission vom 29. Januar 2004 zur Festlegung von Leitlinien für Überwachung und Berichterstattung betreffend Treibhausgasemissionen gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. K(2004) 130 endg.
- /80/ ZMP-Marktbilanz: Getreide – Ölsaaten – Futtermittel 2004. Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH, Bonn 2004.
- /81/ Vogel, A.; Kaltschmitt, M. u.a.: Systemkonzepte zur Produktion von Fischer-Tropsch-Biokraftstoffen. BWK 03/2004. März 2004.
- /82/ Einführung in die Umwelttechnik Thema: „Papierherstellung und Umweltbelastung“ http://spot.fho-emden.de/ut/forsch/papierherstellung_umweltbelastung1.pdf
- /83/ Nikolaou, A., Remrova, M.; Jeliakov, I.: Biomass availability in Europe, In. Lot 5: Bioenergy's role in the EU Energy Market December 2003
- /84/ BTG; ESD; CRES: BIO-ENERGY'S ROLE IN THE EU ENERGY MARKET A view of developments until 2020, Enschede 2 April 2004
- /85/ CEPI: Pulpwood Consumption. CEPI Annual Statistics 2000, Paris 2001 – Schreiben CEPI (Eric Kilby) vom 04.08.2004
- /86/ United Nations (Timber Branch): Forest Products Statistics 1998-2002 (Provisional), Timber Bulletin ECE/TIM/BULL/56/2, www.unece.org/trade/timber/database/fps98_02.xls - Zugriffszeit 11.08.2004
- /87/ Swedish Forest Industries Federation: The Swedish Forest Industries 2002 – Facts and Figures – www.forestindustries.se/PDF/faktasamling_2003_en.pdf - Zugriffszeit 11.08.2004
- /88/ Thiel, R.: Persönliche Mitteilung, vdp - Verband Deutscher Papierfabriken e. V., Bonn, September 2004
- /89/ austropapier Vereinigung der österreichischen Papierindustrie: papierauesösterreich 2003, www.austropapier.at/statistik_d.pdf
- /90/ Tekes, Zentrum für Technologieförderung: GROWING POWER Finnlands zukunftsweisende Bioenergietechnologien, http://www.tekes.fi/julkaisut/GrowingPower_auf_Deutsch.pdf
- /91/ Kommissionsbericht zu den erneuerbaren Energien vom 26.05.2004: COM(2004)366 final http://www.braunschweig.ihk.de/innovation_umwelt/umweltberatung/Kommissionsbericht%20Erneuerbare%20Energien_en.pdf

-
- /92/ http://europa.eu.int/comm/energy/res/events/doc/2004_06_02_bonn_beatriz_yordi.pdf
- /93/ abgeändert nach AGRIANUAL 2004, S. 225 FNP Consultoria & AgroInformativos, São Paulo (Wechselkurs 3 Rs/US-\$)
- /94/ A.G. Finat: Sustainable Energy in Europe. Conference on Sustainable Energy in Europe. Brüssel, 22.06.2004. <http://www.freewebs.com/sustainable-energy-conference/AGF%20SE%20conference%20speech.pdf>
- /95/ Mündliche Mitteilung von Andreas Heinz, DG TREN, vom 14. September 2004
- /96/ EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH: Marktbericht für Sägereestholz; in: Recycling und Entsorgung, Nr. 17/2003, Nr. 26/2004
- /97/ EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH: Marktbericht für Altholz; in: Recycling und Entsorgung, Nr. 17/1999, Nr. 18/2001, Nr. 31/2002, Nr. 31/2003, Nr. 33/2004
- /98/ EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH: Marktbericht für Altholz; in: Recycling und Entsorgung, Nr. 19/2004
- /99/ <http://www.saegeindustrie.de/index-Saegeindustrie.cfm> - Zugriffszeit 15.09.2004
- /100/ Grenzüberschreitende Verbringung von genehmigungspflichtigen Abfällen, Datenerhebung nach dem Umweltstatistikgesetz 1999 und 2002 – Import, Export, Transit, Dezember 2003, www.umweltbundesamt.de
- /101/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE): Monitoring zur Biomasseverordnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) aus Umweltsicht; Endbericht, Leipzig, Dezember 2003
- /102/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE): Fortschreibung der Daten zur Stromerzeugung aus Biomasse. Bericht für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Leipzig, März 2004
- /103/ Mantau, U.; Weimar, H.; Wierling, R.: Standorte der Holzwirtschaft – Altholz; Abschlußbericht zum Stand der Erfassung, Hamburg, Dezember 2001
- /104/ Mantau, U.; Weimar, H.; Wierling, R.: Standorte der Holzwirtschaft – Holzwerkstoffindustrie; Abschlußbericht, Januar 2002
- /105/ Mantau, U.; Weimar, H.; Wierling, R.: Standorte der Holzwirtschaft – Sägeindustrie; Abschlußbericht, Januar 2002
- /106/ Marutzky, R.: Neue Wettbewerbssituation bei Holzsortimenten. in: Holzzentralblatt 129 (2003), 10, S. 180 – 181
- /107/ Verordnung über die Entsorgung von Altholz (Altholzverordnung-AltholzV) vom 15. August 2002, BGBl I 2002, S. 3302

-
- /108/ Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V.: Entwurf Holzabfälle: Der richtige Weg mit Stolpersteinen. <http://www.altholzverband.de/nav.htm> - Zugriffszeit 15.09.2004
- /109/ EU-Datashop: Intr-EU-Handel mit ausgewählten Holzprodukten im Jahr 2000 – Datenaufbereitung vom August 2004
- /110/ Mantau, U.: Holzrohstoffbilanz Deutschland – Bestandsaufnahme 2002. Hamburg, Juni 2004
- /111/ TNO-STB/ VDI-TZ: Scenarios of household waste generation in 2020, Final report, June 2003
- /112/ Clifton-Brown, J.; Stampel, P.; Jones, M.: Miscanthus biomass production for Energy in Europe and its potential contribution to decreasing fossil fuel carbon emissions. *Global Change biology* (2004) 10, 509 – 518
- /113/ World Energy Council (Hg.): Energie für Deutschland. Essen, 2002. <http://www.worldenergy.org/wec-geis/global/downloads/edc/EFD2002.pdf>
- /114/ EUROSTAT: Jährliche Statistiken – Energie. Daten 2002.
- /115/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Grünbuch – Die Sicherheit der Energieversorgung der Union, Technischer Hintergrund. Brüssel, 2000
- /116/ Directorate-General for Energy and Transport: Achievable benchmarks for 2008 arising from EU policy and legislation, 2005. <http://www.sustenergy.org>
- /117/ Deutscher Bundestag: Bericht zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe. Drucksache 15/5816, 21.06.2005
- /118/ Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2004, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup
- /119/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2000): Nationales Forstprogramm Deutschlands. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Referat 543
- /120/ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2003): Nationales Waldprogramm Deutschland. 2. Phase. Vom Nationalen Forstprogramm zum Nationalen Waldprogramm. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Referat 543.
- /121/ KANGAS, K.; BAUDIN, A. (2003): Modelling and Projections of Forest Products Demand, Supply and Trade in Europe. Geneva Timber and Forest Discussion Paper 30, United Nations, Genf.
- /122/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1974): Vorschlag der Kommission für eine Richtlinie zur Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen. ABL. Nr. C 44 vom 19.04.1974.
- /123/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1995): Weißbuch „Eine Energiepolitik für die Europäische Union“, KOM(1995) 682.

-
- /124/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1997): Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energiequellen: Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan, KOM(1997) 599.
- /125/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1998): Strategie der Europäischen Union für die Forstwirtschaft, KOM(1998) 649, 03/11/1998.
- /126/ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2001): Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäischen Union für die nachhaltige Entwicklung KOM(2001) 264, 15/05/2001.
- /127/ Ministerium für Landwirtschaft der Republik Lettland (1998): Die lettische Forstpolitik. Ziele und Prinzipien.
- /128/ Ministerium für Landwirtschaft und Forsten Finnlands (1999): Finnlands Nationales Forstprogramm 2010. Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, Publikationen 2/1999.
- /129/ Nabuurs, G. J. (2001): European forests in the 21st century: impacts of nature-oriented forest management assessed with a large-scale scenario model. PhD Thesis University of Joensuu. European Forest Institute and Alterra, 130 S. Joensuu and Wageningen.
- /130/ Ollmann, H. (2003): Struktur des Weltholzhandels 1999 – Handelsströme -. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie 2003/5. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 10 S., Hamburg.
- /131/ Pussinen, A. I.; Schelhaas, M. J.; Verkaik, E.; Heikkinen, E.; Päivinen, R.; Nabuurs, G. J. (2001). Manual of the EFISCEN model. Internal Report 5. European Forest Institute, Joensuu.
- /132/ Rat für Nachhaltige Entwicklung (2004): Empfehlungen des Rates für Nachhaltige Entwicklung an die Bundesregierung zum Thema: „Waldwirtschaft als Modell für nachhaltige Entwicklung: ein neuer Schwerpunkt für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie.“
- /133/ Schelhaas, M.-J.; Van Brusselem, J.; Pussinen, A.; Pesonen, E.; Schuck, A.; Nabuurs, G.-J.; Sasse V. (2003): Outlook for the development of European forest resources. A study prepared for the European Forest Sector Outlook Study (EFSOS). Geneva Timber und Forest Discussion Papers, United Nations.
- /134/ United Nations Economic Commission for Europe/Food and Agriculture Organization of the United Nations (2000): Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (TBFRA-2000). UN-ECE/FAO Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000. Geneva Timber and Forest Study Papers, No. 17, United Nations.
- /135/ Verordnung über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung. ABL. Nr. L 326 vom 21.11.1986.
- /136/ Verordnung (EWG) Nr. 3529/86 des Rates vom 17. November 1986 des Rates zum Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Brände. ABL. Nr. L 326.
- /137/ Verordnung (EWG) Nr. 2052/88 des Rates vom 24. Juni 1988 über die Aufgaben und Effizienz der Strukturfonds und über die Koordinierung ihrer Interventionen untereinander sowie mit denen der Europäischen Entwicklungsbank und der anderen Finanzinstrumente. ABL. Nr. L 185 vom 31.12.1988.
- /138/ Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 des Rates vom 17. Mai 1999 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft

- (EAGFL) und zur Änderung bzw. Aufhebung bestimmter Verordnungen. ABL. Nr. L 160/80 vom 26.06.1999.
- /139/ M. Olschar, M. Kalies, Th. Dimmig, Th. Kuchling, Bewertung von Konzepten zur Herstellung von Fischer-Tropsch-Kraftstoffen aus Biomasse, DGMK-Tagung, Velen, 2004
- /140/ EWI/prognos: Energiereport IV: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Schlussbericht, Köln/Basel, April 2005.
- /141/ Auswertung der IE-Datenbank „Biomasse(heiz)kraftwerke“ vom 15.August 2005
- /142/ Veijonen, K. (VTT): Biomasseeinsatz in finnischen Heiz- und Heizkraftwerken, persönliche Mitteilung, September 2005
- /143/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH et al.: Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. 1. Zwischenbericht. Leipzig, 2005
- /144/ Ingwald Obernberger, Tagungsband zur VDI-Tagung, Thermische Nutzung fester Biomasse; VDI Bericht 1588; Biomasse Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis des ORC-Prozesses; 2001
- /145/ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.; Gülzower Fachgespräche; Energetische Nutzung von Biomasse durch Kraft-Wärme-Kopplung; 2000
- /146/ GMK, Gesellschaft für Motoren und Kraftanlagen mbH, Firmen und Produktinformation; Kurzbeschreibung ORC-Technologie und Einsatzmöglichkeiten, Januar 2005
- /147/ Markus Bolhär-Nordenkampf, Michael Kübel, Alexander Vogel, Peter Weigand, Hermann Hofbauer, Martin Kaltschmitt, Michael Detering; Analysis and Evaluation of Biomass Gasification Plants, Development of New Concepts, VISUAL PRESENTATION V1A, Biomass Resources: recovery and production of feedstock forestry agriculture animal resi-dues and processing industry, V2A.34, 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass, Rome, 10-14 May 2004
- /148/ Alexander Vogel, Vergasung von Biomasse im kleinen Leistungsbereich – Eine techno-ökonomische Analyse, BBE-Fachkongress „Holzenergie 2004“, 21.-22. Oktober 2004, Augsburg
- /149/ Faulstich M., Staudenbauer W., et al.: Bioethanol aus lignocellulosehaltiger Biomasse – Potneziale und Technologien, 2. Fachkongress für Biokraftstoffe des BBE und der UFOP, 29./30. November 2004, Berlin
- /150/ Bockey D., von Schenck W.: Statusbericht Biodieselproduktion und Vermarktung in Deutschland 2005, Union zur Förderung von Öl und Proteinpflanzen e.V.
- /151/ Vogel, A.; Kaltschmitt, M. u.a.: Systemkonzepte zur Produktion von Fischer-Tropsch-Biokraftstoffen. BWK 03/2004. März 2004.
- /152/ Data collection, Durchschnittswerte ausgewählter Anlagen aus dem EU-Projekt „RENEW: Renewable fuels for advanced powertrains“, bisher unveröffentlicht.

-
- /153/ M. Olschar, M. Kalies, Th. Dimmig, Th. Kuchling, Bewertung von Konzepten zur Herstellung von Fischer-Tropsch-Kraftstoffen aus Biomasse, DGMK-Tagung, Velen, 2004
- /154/ Endbericht Biogaseinspeisung (Frank Hofmann)
- /155/ BWK-Artikel zur Logistik (Daniela)
- /156/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Biogasgewinnung aus Gülle, organischen Abfällen und aus angebauter Biomasse – eine technische, ökologische und ökonomische Analyse. DBU-Projekt 15071; Endbericht, Leipzig, Dezember 2003.
- /157/ Merten, D.; Thrän, D.;M Falkenberg, D.: Wärmegewinnung aus Biomasse - Eine Untersuchung im Rahmen des BMWA-Projektes“ Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)“, Projekt- Nr. 17/02 – BWK 9/2004.
- /158/ DLR/IFEU/WI: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. 2004
- /159/ Öko-Institut et al.: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen Nutzung von Biomasse. Endbericht. Darmstadt, 2004
- /160/ Ragwitz, M. et al.: Analysis of the EU renewable energy sources' evolution up to 2020 (FORRES 2020). Report produced by an international consortium led by Fraunhofer-ISI. Karlsruhe, 2005
- /161/ Thrän, D., Vogel, A., Weber, M.: Biogene Kraftstoffe in Deutschland, Techniken und Potenziale. Veröffentlichung in Vorbereitung. Leipzig 2005
- /162/ MWV Mineralölwirtschaftsverband e.V.: MWV-Prognose 2020 für die Bundesrepublik Deutschland, Hamburg 26. Mai 2005
- /163/ European Commission – Directorate-General for Energy and Transport: European Energy and Transport Trends to 2003. Brüssel 2003
- /164/ Kaltschmitt, M., Hartmann, H.: Biomasse als erneuerbarer Energieträger. Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien. Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, Bd. 3, Landwirtschaftsverlag Münster, 2002
- /165/ Mündliche Aussage von Dr. Ragwitz, ISI Karlsruhe im August 2005
- /166/ Heintl, E.: The BtL-Project RENEW of the European Union Managed by VW. Vortrag 4.November 2004, Autovision.
- /167/ Bündnis 90 Die Grünen: Ölwechsel: Weg vom Erdöl – hin zu nachwachsenden Rohstoffen. Konferenz vom 9. November 2004 Berlin, 2004
- /168/ Scheuermann, A., Thrän, D. et al.: Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) – Endbericht -. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes Berlin, 2003

-
- /169/ Müller-Langer, F., Schneider, S. et al.: Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung – Zwischenbericht -. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes Dessau, 2005
- /170/ Informationskampagne für Erneuerbare Energien – Deutschland hat unendlich viel Energie: Marktentwicklung Bioenergie. <http://www.unendlich-viel-energie.de/index.php?id=63> (25.10.05)
- /171/ EurObserv'ER (Hrsg.): 55,4 MTOE of wood energy in European Union, in: Wood Energy Barometer, October 2005, S. 49-60
- /172/ EurObserv'ER (Hrsg.): More than 4 MTOE produced in 2004, in: Biogas Barometer, June 2005, S. 33-38
- /173/ EurObserv'ER (Hrsg.): 2 424 440 tons produced in 2004 in Europe, in: Biofuel Barometer, June 2005, S. 39-50
- /174/ IEA (Hrsg.): Renewable Information, International Energy Agency, Paris, 2005, www.iea.org
- /175/ Berndes, G., Hoogwijk, M., van den Broek, R.: The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. Biomass & Bioenergy 25 (1), S. 1-28, 2003
- /176/ Fischer, G., Schrattenholzer, L.: Global bioenergy potentials through 2050. Biomass & Bioenergy 20 (3), S. 151-159, 2000
- /177/ Hoogwijk, M., Faaij, R. et al.: Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. Biomass & Bioenergy 25 (2), S. 119-133, 2003
- /178/ WBGU (Hrsg.): Welt im Handel: Energiewende zur Nachhaltigkeit. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, Berlin, Heidelberg, New York, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio, Springer, 2003
- /179/ Kaltschmitt, M., Hartmann, H.: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag Berlin. 2001
- /180/ Thrän, D.; Kaltschmitt, M.: Status quo und Potenziale der energetischen Biomassenutzung in Deutschland – Wozu sollen welche Potenziale genutzt werden? In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)/ Bundesverband BioEnergie (BBE) (Hrsg.)
- /181/ Grunert, M.: Anbauverfahren Getreide für die Ethanolherstellung. 2.Mitteldeutscher Bioenergetag am 29. April 2005, Leipzig, 2005
- /182/ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe E. V. (FNR): Eigenschaften biogener Festbrennstoffe. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 17, Landwirtschaftsverlag Münster, 2001
- /183/ Fischer, G., Schrattenholzer, L.: Global bioenergy potentials through 2050. Biomass & Bioenergy 20 (3), S. 151-159, 2000
- /184/ Dahl J., Brøchner-Andersen M., Hahn B., et al.: Wood pellets – a growing market in Europe. World Biomasse Conference 17. -21.11.2005 Paris.

-
- /185/ Witt J.: Holzpellets – Ein Wachstumsmarkt in Europa, Ergebnisse und Untersuchungen des EU-Altener Projektes (2003-2005): Pellets for Europe 4.1030/C/02-160, Holzenergieforum Stuttgart_12.-13.10.2005
- /186/ Alakangas, E.; Paju, P.: Wood pellets in Finland - Technology, economy and market, Technical Research Centre of Finland, OPET Finland The BIOENERGY international: Pellets are Booming, issue No 6, October 2003, www.bioenergyinternational.com
- /187/ The BIOENERGY international: Pellets are Booming, issue No 6, October 2003, www.bioenergyinternational.com
- /188/ The BIOENERGY international: Biofuel Pellets - now traded world wide, No 6 October 2003, www.bioenergyinternational.com
- /189/ Fischer, J.: Der Holzpelletsmarkt in Deutschland: Stand und Perspektiven auf dem Weg zur Markteinführung eines neuen Holzbrennstoffs, Biomasse Info-Zentrum, Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig, 2002
- /190/ Mantau, U.; Keimer, J.: Standorte der Holzwirtschaft – Der Markt für Pellets, Universität Hamburg, Februar 2004
- /191/ Pisarek, M.; Hunder, M.; Ganko, E.; Szklaek, M.; Smilgiewicz, T.: Markets for Solid Biofuels in the new Member States, International Conference "Standardisation of Solid Biofuels", Leipzig, Germany, 2004
- /192/ Baltic Sea Region Energy Co-operation (BASREC), Nordic Council of Ministers (NMR); Development of the Use of Bioenergy in the Baltic Sea Region; October 2002
- /193/ Eigene Darstellung von Henniges, O., basierend auf Daten von FO Licht Commodity Analysis
- /194/ Eigene Berechnungen von Henniges, O. (veröffentlicht in FO Licht's World Ethanol & Biofuels Report Vol. 2, No. 20)
- /195/ Eigene Berechnungen von Henniges, O., J. Zeddies (veröffentlicht in FO Licht's World Ethanol & Biofuels Report Vol. 1 No. 11)
- /196/ Eigene Berechnungen von Henniges, O. (veröffentlicht in FO Licht's World Ethanol & Biofuels Report Vol 3. No. 11)
- /197/ www.tecson.de/prohoel.htm
- /198/ Berechnungen von Henniges, Dissertation Universität Hohenheim, unveröffentlicht
- /199/ Ramesohl, S., Arnold, A.: Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. BGW DVGW, August 2005
- /200/ BIOBIB (2005): BIOBIB - A Database for biofuels; im Internet unter <http://www.vt.tuwien.ac.at/biobib/biobib.html>

-
- /201/ Fritsche, Uwe R. u.a. 2004: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse: Verbundprojekt unter Leitung des Öko-Instituts, wissenschaftliche Partner FhI-UMSICHT, IE Leipzig, IFEU Heidelberg, IZES Saarbrücken, TU Braunschweig und TU München, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Projektergebnisse (Broschüre, Endbericht, Datenbasis, Infoblätter usw.) siehe www.oeko.de/service/bio
- /202/ 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 usw. (in Vorb.)
- /203/ GEF-STAP (Global Environment Facility Science and Technology Advisory Panel) 2005: Biofuels for Developing Countries Workshop, August 29-Sept.1, 2005 in New Delhi
- /204/ IE (Institut für Energetik und Umwelt) 2005a: Kenndaten von BtL- und Bioethanol-Anlagen; Excel-Dateien von Michael Weber, Leipzig
- /205/ IE (Institut für Energetik und Umwelt) 2005b: Kenndaten zu Logistik-Ketten für Brenn- und Kraftstoff-Importe aus CZ, H, PL und RO; Angaben von Michael Weber auf Basis von VIEWLS (2005), Leipzig
- /206/ Macedo, Isaías de Carvalho/Leal, Manoel Regis Lima Verde/Silva, João Eduardo Azevedo Ramos da 2004: Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil; Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo
- /207/ ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2005a: GEMIS Version 4.3, Internet-release auf www.gemis.de im November 2005
- /208/ ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2005b: Kriterien zur Bewertung des Pflanzenanbaus zur Gewinnung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern unter ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten; Fritsche, U./Hünecke, K./Wiegmann, K., i.A. des BMZ, Darmstadt
- /209/ UNEP (United Nations Environment Programme - Risoe Centre)/Crestar (Crestar Capital India Private Ltd.) 2005: Catalysing Financing Market for Bio-fuel Oils in South India - Biofuel Oil Promotion and Credit Facility; Approach Paper
- /210/ VIEWLS (CLEAR VIEWS on CLEAN FUELS) 2005: Biomass production potentials in Central and Eastern Europe under different scenarios; Final report of WP3 of the VIEWLS project, Jinke van Dam et al., Utrecht
- /211/ Berechnung des Öko-Instituts mit GEMIS 4.3
- /212/ Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland über das Internet-Angebot der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
- /213/ European Commission: Directorate-General for Energy and Transport: European Energy and Transport Trend to 2030. Brüssel 2003.
- /214/ Europäische Union: Amtsblatt der Europäischen Union Nr. 176/11, Entscheidung Nr. 1229/2003/EG. Brüssel 2003

-
- /215/ Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Prognos AG: Energiereport IV – Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Energiewirtschaftliche Referenzprognose. Köln, Basel 2005.
- /216/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Bewertung von Verfahren zum vertikalen Ausgleich zwischen Übertragungsnetzbetreibern und Elektrizitätsunternehmen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz. Leipzig 2005
- /217/ Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity: UCTE System Adequacy Forecast 2005-2015. Brüssel 2005.
- /218/ VDN - Verband der Netzbetreiber e.V.: Leistungsbilanz der allgemeinen Stromversorgung in Deutschland 2005 - 2015. Berlin 2004
- /219/ VDN - Verband der Netzbetreiber e.V.: Daten und Fakten Stromnetze in Deutschland 2005. Berlin 2005/
- /220/ Helmstädter, E.; Becker, G.; Seeling, U.: Für eine leistungsfähige Forstwirtschaft. Bonn 1993.
- /221/ Rat für nachhaltige Entwicklung: Momentaufnahme Nachhaltigkeit und Gesellschaft. Berlin 2004.
- /222/ FAOSTAT: Statistik der Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen (FAO)
- /223/ EFSOS: European Forest Sector Outlook Studies von UN/Economic Commission for Europe (UN/ECE) und FAO
- /224/ TBFRA-2000: Temperate and Boreal Forest Resource Assessment der UN/ECE und FAO
- /225/ Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. www.bafa.de. Download monatliche Mineralölstatistiken. Eschborn Oktober 2005
- /226/ Haumann, A.: Ölsaaten und Eiweißsaaten Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume;; Agrarmärkte 2005.
- /227/ Mielke, T.: Rapsöl – der Wachstumsmarkt der Zukunft
- /228/ Schraa M.: Die Märkte für Ölsaaten und Nachprodukte, Sächsischer Ölsaaten tag, Nossen, Mai 2005
- /229/ UFOP: Bericht 2004/2005, Berlin, Juli 2005
- /230/ CMA: Die Absatzwege von Deutschem Rapsöl, http://www.cma.de/wissen_4117.php Henniges O. und Zeddies J, 2005, Economics of Bioethanol Production in the Asia Pacific: Australia, Thailand, China: F.O.Licht, World Ethanol & Biofuels Report, Vol. 3, No. 11, February 8, 2005
- /231/ Oehmichen, J.: Pflanzenproduktion, Band 2. Produktionstechniken, mVerlag Paul Parey, Berlin, 1986
- /232/ US Department of Energy: 2004 Biodiesel Handling and use Guidelines, 2004

-
- /233/ Dittmar, T. Prozessuntersuchungen zur Herstellung von Fettsäuremethyl-estern aus Rapsöl und Altfetten. Dissertation 2002.
- /234/ Kinast, J.A. Produktion of Biodiesel from Multiple Feedstocks and Properties of Biodiesel and Biodiesel/Diesel Blends. National Renewable Energy Laboratory. 2004
- /235/ Canola - Canada and Australia Update, Tuesday May 24, 2005 <http://www.openi.co.uk/h050524.htm>
- /236/ Fritsche, U; Hüneke, K; Wiegmann, K.: Kriterien zur Bewertung des Pflanzneanbaus zur Gewinnung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern unter ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten; Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Februar 2005
- /237/ Dr. Walter Schmidt, KWS: Vortrag: Maiszüchtung für die Energieerzeugung bei der Wissenschaftlichen Tagung des Dachverbandes Agrarforschung (DAF) e.V.: Züchtungsforschung zwischen Wettbewerbsfähigkeit, Ressourcenschutz und Verbrauchererwartungen am 26. und 27. Oktober 2005 in Braunschweig /(keine Veröffentlichung vorhanden)
- /238/ Töpfer International: Marktbericht Oktober 2005.