

# AGRARMÄRKTE

## Jahresheft 2008

- Agrarpolitische Rahmenbedingungen
- Erzeugung, Nachfrage, Strukturen, Preise
- Weltmarkt, EU, Deutschland, Bayern
- Aktuelle Situation auf allen wichtigen Agrarmärkten

Unterlagen für Unterricht und Beratung  
in Bayern

**Teilauszug: Nachwachsende Rohstoffe**

5. Jahrgang

aus der Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft



# Inhaltsverzeichnis

<b>16</b>	<b>Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo)</b>	<b>5</b>
16.1	Energetische Nutzung	5
16.1.1	Energie -und Kraftstoffverbrauch	5
16.1.2	Förderpolitik und Förderinstrumente	9
16.1.3	Biokraftstoffe	14
16.1.4	Bioethanol	14
16.1.5	Biodiesel	17
16.1.6	Biogas	18
16.1.7	Sonstige energetische Verwertungspfade	21
16.2	Stoffliche Nutzung	22

## Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tab. 16-1	Welt-Primärenergieverbrauch 2006 und Anteil Erneuerbarer Energien	5	Tab. 16-5	Bioethanolproduktion (Faustzahlen)	13
Abb. 16-1	Pro Kopf - Primärenergieverbrauch 2006	6	Tab. 16-6	Ethanolproduktion Welt - Europa - Deutschland	14
Abb. 16-2	Jährlicher CO <sub>2</sub> - Ausstoß pro Kopf	7	Tab. 16-7	Biokraftstoffquoten ab 2007 in Deutschland	15
Tab. 16-2	Endenergieverbrauch (EEV) in Deutschland und Anteil Erneuerbarer Energien	8	Tab. 16-8	Biodieselproduktion Welt - Europa - Deutschland	16
Abb. 16-3	Primärenergieverbrauch in der EU 2006 nach Ländern	9	Tab. 16-9	Biodieselproduktion (Faustzahlen)	17
Abb. 16-4	Anteil Erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch 2005	9	Abb. 16-6	Entwicklung des Biodieselmektes in Deutschland 2000 - 2007	18
Abb. 16-5	Nutzung Erneuerbarer Energien in der EU-27 2006	10	Tab. 16-10	Primärenergie-Erzeugung aus Biogas in Europa	19
Tab. 16-3	Welt-Ölproduktion/-verbrauch, Kraftstoffverbrauch EU und Deutschland	11	Tab. 16-11	Biogas - Erzeugung (Faustzahlen)	20
Tab. 16-4	Biokraftstoff-Beimischquoten ausgewählter Länder	12	Abb. 16-7	Biogasnutzung in Deutschland	21
			Tab. 16-12	Anbau Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland	21



## 16 Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo)

Der Anbau Nachwachsender Rohstoffe (NawaRo's) gehörte seit alters her neben der Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln zu den Hauptaufgaben der Landwirtschaft. Verwendung fanden die NawaRo's schon immer in der industriellen Weiterverarbeitung sowie in der Erzeugung von Wärme, Strom und Kraftstoffe. Die aktuelle Entwicklung an den Weltmärkten verursachte einen regelrechten Boom in der Nachfrage nach Agrarrohstoffen, und hier insbesondere nach Rohstoffen für die Energieerzeugung. Die Initialzündung ging vor allem vom enormen Anstieg der Ölpreise und dem politischen Willen in einigen Regionen der Welt aus, eine gewisse Unabhängigkeit vom Öl aufzubauen.

Drei Hauptargumente werden im Zusammenhang mit der zunehmenden Nutzung von NawaRo's insbesondere im Energiesektor angeführt. An erster Stelle steht die pauschale Aussage, dass Erzeugnisse oder Energie aus NawaRo's dem Klimaschutz dienen, da sie weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral seien. Als zweiter Punkt wird angeführt, dass durch Bioenergie die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, die nicht unbegrenzt verfügbar sind, verringert werden könne. Drittens sei mit dem Anbau von NawaRo's eine Stärkung der Land- und Forstwirtschaft und der ländlichen Räume verbunden, da insbesondere mit dem riesigen Nachfragepotential für Bioenergie ein dritter großer „Abnehmer“ landwirtschaftlicher Rohstoffe am Markt auftritt (die drei großen T: Teller, Trog, Tankstelle; oder engl: die drei f: food, feed, fuel).

Inzwischen wurde durch die extremen Preissteigerung der Agrarrohstoffe in der Saison 2007/08 eine Diskussion mit umgekehrten Vorzeichen angestoßen und geführt. Das Schlagwort „Teller oder Tank“ umschreibt die Problematik. Viele Stimmen wurden bei um das 3-5-fache gestiegene Preisniveau für Getreide und Ölsaaten laut, der Nutzung von Agrarrohstoffen für die Ernährung den Vorrang einzuräumen, mancher forderte gar ein Einstellen von Bioenergieprogrammen. Insbesondere die Biokraftstoffproduktion steht im Fokus der Kritik.

### 16.1 Energetische Nutzung

#### 16.1.1 Energie -und Kraftstoffverbrauch

##### Energieverbrauch Welt - 16-1 16-1 16-2

Der weltweite Primärenergieverbrauch (PEV) hat sich in den vergangenen 30 Jahren von rund 257 ExaJoule (EJ = 10<sup>18</sup> J) in 1973 auf 491 EJ im Jahr 2006 nahezu verdoppelt. Die Steigerung zum Vorjahr betrug 2,5 %. 2006 setzte sich der weltweite Energiemix aus rund 34,3 % Öl, 26,0 % Kohle, 20,5 % Gas, 6,2 % Kernenergie und rund 12,7 % Erneuerbaren Energien (EE) zusammen. Für die Zukunft geht die IEA (International Energy Agency, Paris) von einer weiteren Steigerung des Primärenergiebedarfs aus. Im Jahr 2030 soll in Abhängigkeit des jeweilig unterstellten Szenarios der weltweite Primärenergieverbrauch zwischen 650 bis 715 EJ (+35 bis 50 % gegenüber 2006) liegen.

Erneuerbare Energien trugen 2006 rund 62,5 EJ (Vj. 61,0) zum Primärenergieverbrauch bei. Die Biomasse hatte dabei mit 78,1 % den größten Anteil. Alleine 74,7 % der EE entfielen hierbei auf die „traditionelle“ nicht kommerzielle Nutzung fester Biomasse zu Koch- und Heizzwecken. 1,7 % des Anteils der EE entfiel 2006 auf den Bereich Flüssige Biomasse (u.a. Kraftstoffe), 0,9 % auf den Bereich gasförmige Biomasse (v.a. Nutzung von Biogas) und 0,8 % auf die Nutzung von Abfall zur Energiegewinnung. Die zweite Position nahm mit 17,5 % die Nutzung der Wasserkraft ein. Auf Rang 3 rangierte die Geothermie mit 3,1 %, es folgten die

Windkraft (0,7 %) sowie Solar- und Gezeitenkraftwerke (0,5 %).

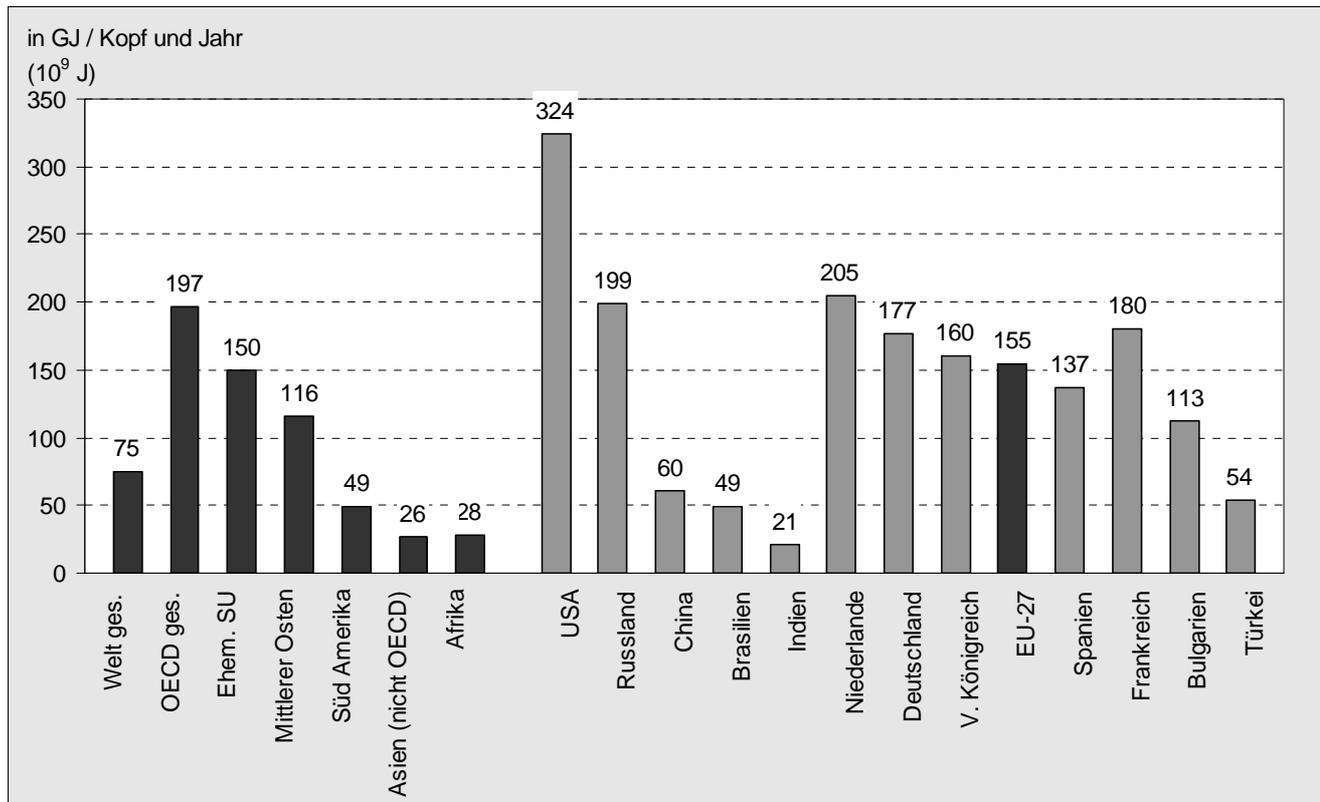
Betrachtet man die Wachstumsraten der EE im Schnitt der vergangenen 25 Jahre weltweit, so steht die moderne Biomassenutzung (biogener Anteil des Abfalls, Biogas und Biokraftstoffe) mit 9,2 % (Vj. 8,2) Wachstum jährlich nach Wind (+24,5 %) und Solar (+9,3 %) auf

**Tab. 16-1 Welt-Primärenergieverbrauch 2006 und Anteil Erneuerbarer Energien**

2006 (1 EJ = 10 <sup>18</sup> J)	in EJ	in % ▼ ges.	in % v. EE
<b>Gesamtverbrauch Primärenergie</b>	<b>491,5</b>	<b>100,0</b>	
- Öl	168,7	34,3	
- Kohle	127,8	26,0	
- Gas	100,8	20,5	
- Erneuerbare Energien (2005)	62,5	12,7	
- Kernkraft	30,5	6,2	
<b>Anteil Erneuerbare Energien 2005</b>	<b>62,5</b>		<b>100,0</b>
EE Biomasse gesamt	48,8	9,9	78,1
- Feste Biomasse	46,7	9,5	74,7
- Flüssige Biomasse	1,08	0,2	1,7
- Gasförmige Biomasse	0,56	0,1	0,9
- biogener Anteil des Abfalls	0,50	0,1	0,8
EE Wasserkraft	10,95	2,2	17,5
EE Geothermie	1,95	0,4	3,1
EE Windkraft	0,45	0,1	0,7
EE Solar, Gezeiten	0,31	0,06	0,5

Quellen: IEA; BMU

Abb. 16-1 Pro Kopf - Primärenergieverbrauch 2006



Quelle: BMWi

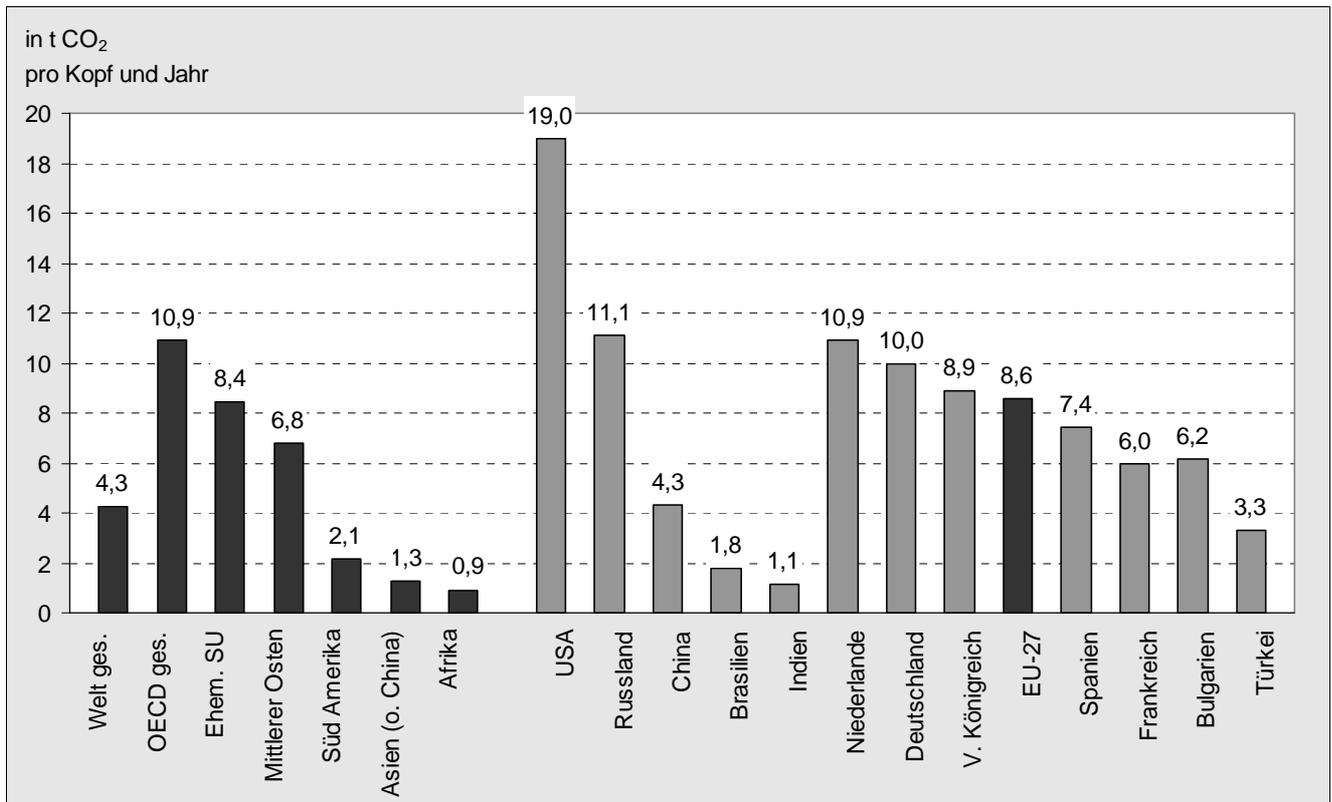
Rang 3. Im Vergleich dazu: Der weltweite Primärenergieverbrauch wuchs im gleichen Zeitraum jährlich um 1,8 %. Trotz dieser recht guten Wachstumsraten in einzelnen Sektoren ist der Weg zu einem höheren Anteil der EE noch weit. In der Summe wuchsen die Erneuerbaren mit 1,8 % lediglich genau so schnell wie der weltweite Gesamtenergiebedarf (+1,8 %).

Wirft man den Blick auf die Staatengruppe der OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) lässt sich feststellen, dass die EE 2006 hier lediglich 6,2 % (Vj. 5,9) des Primärenergiebedarfs decken konnten. Der Anteil der EE setzte sich dabei wie folgt zusammen: Biomasse gesamt 55,7 %, davon 44,6 % Feste Biomasse; 5,2 % (Vj. 3,8) Flüssige Biomasse; 3,2 % aus Abfällen; 2,7 % (Vj. 2,8) Biogas. Wasserkraft lag mit 32,1 % (Vj. 33,4) auf Platz 2, gefolgt von Geothermie (8,3 %; Vj. 8,5); Wind (2,9 %; Vj. 2,5) und Solar- und Gezeitenkraftwerke (1,0 %; Vj. 1,0). Die jährlichen Wachstumsraten liegen im Bereich der modernen Biomasse bei 12,1 % (Wind: 23,7 %; Solar 5,6 %).

Der pro Kopf Verbrauch an Primärenergie und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emission pro Kopf ist in den Regionen und Ländern der Welt sehr unterschiedlich. In den entwickelten Industriestaaten verbraucht heute jeder Bürger rund 3-10 mal mehr Energie als ein Bürger z.B. der großen Schwellenländer China oder Indien. Mit der rasanten wirtschaftlichen Entwicklung dieser Ländern geht allerdings auch eine deutliche Zunahme des Ener-

gieverbrauchs einher. Verstärkend ins Gewicht fällt, dass beide Länder zusammen schon heute rund 38 % der Weltbevölkerung beheimaten. Allein für China, das heute ca. 16 % des Weltenergieverbrauchs (ca. 79 EJ) ausmacht, geht die IEA von einer Steigerung auf knapp 20 % des Weltverbrauchs (ca. 130 EJ) in 2030 aus. Für Lateinamerika, Asien, Afrika und den mittleren Osten geht die IEA bis 2030 ebenfalls von einer Verdoppelung des Verbrauchs aus, während der Verbrauch in den OECD-Staaten nur noch geringfügig ansteigen soll.

**Energieverbrauch Europa** -  16-1  16-2  16-3  16-4  16-5 Der Primärenergieverbrauch der EU belief sich 2006 auf rund 76,4 EJ (Vj. 75,8). Dies entspricht einem Anteil von 15,6 % des Weltenergiebedarfs in 2006. Den höchsten Energiebedarf hat Deutschland (19 %), gefolgt von Frankreich (15 %), Großbritannien (13 %), Italien (10 %) und Spanien (8 %). Diese 5 bevölkerungsstärksten EU-Mitglieder benötigen rund 65 % des Primärenergiebedarfs der EU-27. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen in der EU-27 bei rund 8,6 t CO<sub>2</sub> pro Kopf jährlich. Während in Deutschland pro Kopf rund 10 t CO<sub>2</sub> emittiert werden, sind es in Bulgarien 6,2 t CO<sub>2</sub>/Kopf, in der Türkei gar nur 3,3 t CO<sub>2</sub>/Kopf. Aufgrund des hohen Anteils an Kernenergie im Strom-Mix liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen Frankreichs mit 6,0 t CO<sub>2</sub>/Kopf relativ niedrig. Insgesamt ist aber bei den Staaten mit derzeit geringem Energieverbrauch/Kopf eine Tendenz zu höherem Verbrauch erkennbar.

Abb. 16-2 Jährlicher CO<sub>2</sub>- Ausstoß pro Kopf

Quelle: IEA

Der Anteil Erneuerbarer Energien in der EU-27 am Primärenergieverbrauch lag 2005 bei rund 6,7 %. Inzwischen ist mit Beschluss des Energiepakets zur Förderung der Energieversorgungssicherheit durch die EU-Kommission im Dezember 2008 der Anteil der EE am Endenergieverbrauch in den Mittelpunkt gerückt. Das Paket nennt als eines der Kernziele einen Anteil der EE am Endenergieverbrauch von 20 % bis 2020. Nach ersten Zahlen betrug der Anteil EE am Endenergieverbrauch 2006 rund 9 %. Hohe Anteile an EE im Energiemix mit teilweise deutlich über 20 % Anteil am Endenergieverbrauch weisen heute schon Länder wie Lettland, Schweden, Finnland und Österreich auf. In diesen Ländern wird Wasserkraft oder Biomasse (Lettland) traditionell stark genutzt. Die insgesamt größte Menge an Endenergie aus EE wird in der EU-27 in Frankreich, gefolgt von Deutschland und Schweden bereitgestellt. Neben der traditionell starken Nutzung von Biomasse und Wasserkraft ist v.a. in Deutschland inzwischen ein erheblicher Beitrag durch die Windkraft zu verzeichnen.

**Energieverbrauch Deutschland - 16-2** Der Primärenergieverbrauch (PEV) in Deutschland belief sich 2007 auf rund 13.990 PJ (Vj. 14.760). Er bewegte sich in den vergangenen 17 Jahren relativ konstant im Bereich zwischen 13.990 (2007) und 14.910 PJ (1990). Für 2008 wird nach ersten Zahlen ein leichter Anstieg des PEV auf rund 14.060 PJ geschätzt. Als Gründe für den nach wie vor unterdurchschnittlichen Verbrauch werden hohe Energiepreise und Temperaturen im Jahr

2008 genannt. Gedeckt wurde der PEV in Deutschland 2007 durch Mineralöl (33,6 %), Gas (22,3 %), Steinkohle (14,2 %) Braunkohle (11,5 %), Kernenergie (11,0 %) sowie Wasser, Windkraft und sonstige Energieträger (7,9 %).

Der Endenergieverbrauch (EEV), welcher sich aus dem Primärenergieverbrauch im Wesentlichen durch Abzug der nichtenergetischen Nutzung von Energieträgern (z.B. industrielle Verwendung von Erdöl zur Herstellung von Kunststoffen etc.) und der Umwandlungsverluste (v.a. Wärmeverluste bei der Stromherstellung in Kraftwerken) errechnet, belief sich 2007 auf rund 8.585 PJ (Vj. 9.149). Er schwankte in den vergangenen 17 Jahren zwischen 8.585 (2007) und 9.690 PJ (1996). Knapp 50 % (Vj. 54) des EEV entfielen 2007 auf Wärme, 29 % (Vj. 26) auf Kraftstoffe und 22 % (Vj. 20) auf Strom. An den Veränderungen zum Vorjahr lässt sich ablesen, dass der außerordentliche Minderverbrauch an Endenergie v.a. auf das milde Jahr und die hohen Kosten für Heizmaterial zurück zu führen ist. Der Anteil der Erneuerbaren Energien am EEV stieg in den vergangenen Jahren stetig. 2007 belief er sich auf 8,6 % (Vj. 7,8; Anteil Stromerzeugung: 14,2 %; Kraftstoffe 7,6 % und Wärme 6,6 %). Allerdings ist bei der Bewertung der Anteile EE zu berücksichtigen, dass der Energieverbrauch 2007 insgesamt deutlich niedriger lag als in den Vorjahren.

Tab. 16-2 Endenergieverbrauch (EEV) in Deutschland und Anteil Erneuerbarer Energien

(1 PJ = 10 <sup>15</sup> J)	2006		2007	
	in PJ	in % ges.	in PJ	in % ges.
<b>Gesamtverbrauch Endenergie</b>	<b>9.149,0</b>		<b>8.585,0</b>	
Kraftstoff <sup>3)</sup>	2.510,0	27,4	2.479,0	28,9
Gas <sup>2)</sup>	2.408,0	26,3	2.169,0	25,3
Strom	1.885,0	20,6	1.904,0	22,2
Heizöl leicht	1.077,0	11,8	676,0	7,9
Übrige feste Brennstoffe <sup>1)</sup>	480,0	5,2	522,0	6,1
Steinkohle	358,0	3,9	399,0	4,6
Fernwärme	265,0	2,9	264,0	3,1
Braunkohle	78,0	0,9	85,0	1,0
Heizöl schwer	69,0	0,8	69,0	0,8
<b>Anteil Erneuerbare Energien am EEV</b>	<b>721,4</b>	<b>7,5</b>	<b>807,1</b>	<b>8,6</b>
<b>EE Wärme</b>	<b>322,4</b>	<b>5,8</b>	<b>324,7</b>	<b>6,6<sup>4)</sup></b>
biogene Festbrennstoffe (Haushalte)	221,8		208,0	
biogene Festbrennstoffe (Industrie)	40,5		40,5	
biogener Anteil des Abfalls	17,7		17,7	
biogene Flüssigbrennstoffe	5,0		16,2	
Solarthermie	11,8		13,3	
biogene gasförmige Brennstoffe	10,8		12,5	
biogene Festbrennstoffe (HW + HKW)	7,8		8,3	
oberflächennahe Geothermie	6,4		7,7	
tiefe Geothermie	0,6		0,6	
<b>EE Strom</b>	<b>253,6</b>	<b>11,7</b>	<b>314,8</b>	<b>14,2<sup>5)</sup></b>
Windenergie	110,6		142,2	
Wasserkraft	71,6		74,5	
Biogas	15,0		26,7	
biogene Festbrennstoffe	23,5		26,6	
biogener Anteil des Abfalls	13,1		15,3	
Photovoltaik	8,0		12,6	
biogene Flüssigbrennstoffe	4,7		9,3	
Deponiegas	3,8		3,8	
Klärgas	3,4		3,7	
Geothermie	0,0		0,0	
<b>EE Kraftstoffe</b>	<b>145,5</b>	<b>6,3</b>	<b>167,6</b>	<b>7,6<sup>6)</sup></b>
Biodiesel	106,0		123,8	
Pflanzenöl	26,7		31,5	
Bioethanol	12,8		12,3	

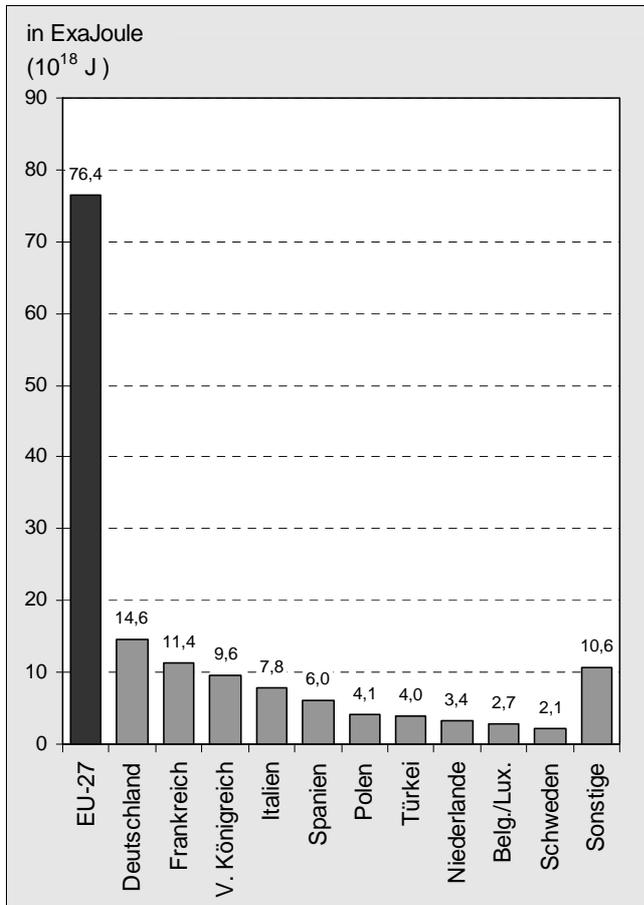
1) Brennholz, Brenntorf, Klärschlamm und Müll  
2) Flüssiggas, Raffineriegas, Kokereigas, Gichtgas und Naturgase  
3) Kraftstoffe und übrige Mineralölprodukte  
4) bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser und sonstige Prozesswärme 2005 von 5.466 PJ  
5) bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2007 von 2.223 PJ (617,5 TWh)  
6) Angaben vorläufig; bezogen auf den Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr von 2007 von 2.203 PJ

Quellen: AG Energiebilanzen e.V.; BMU

**Kraftstoffverbrauch** -  **16-3** Weltweit wurden in den Jahren 2006 und 2007 je rund 3.940 Mio. t Rohöl gefördert. Die leicht steigende Tendenz der jährlichen Ölförderung scheint inzwischen abzuflachen. Den Welt-Ölverbrauch (netto) taxierte die IEA (International Energy Agency) für 2006 auf rund 3.383 Mio. t. Davon entfielen rund 60 % auf den Transportsektor, gut 9 % auf die Industrie, rund 16 % auf den nicht energetischen Verbrauch und 15 % auf den sonstigen Verbrauch.

Der Inlandsabsatz von Mineralölerzeugnissen in der EU lag bei rund 591 Mio. t in 2007. Etwas über die Hälfte davon entfiel auf den Absatz von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen, der Rest auf Heizöle, Flugturbinenkraftstoffe und sonstige Mineralölprodukte bzw. -reststoffe. Der Absatz von Ottokraftstoffen war in den vergangenen Jahren leicht rückläufig und lag 2007 bei rund 103,7 Mio. t (ca. 137 Mio. m<sup>3</sup>). Eine deutliche Steigerungsrate in der Nachfrage verzeichnet dagegen Dieselmotorkraftstoff (+19 % in 3 Jahren). Insgesamt wurden 2007 mit 202,7 Mio. t (ca. 243 Mio. m<sup>3</sup>) Dieselmotorkraftstoff verbraucht.

Abb. 16-3 Primärenergieverbrauch in der EU 2006 nach Ländern



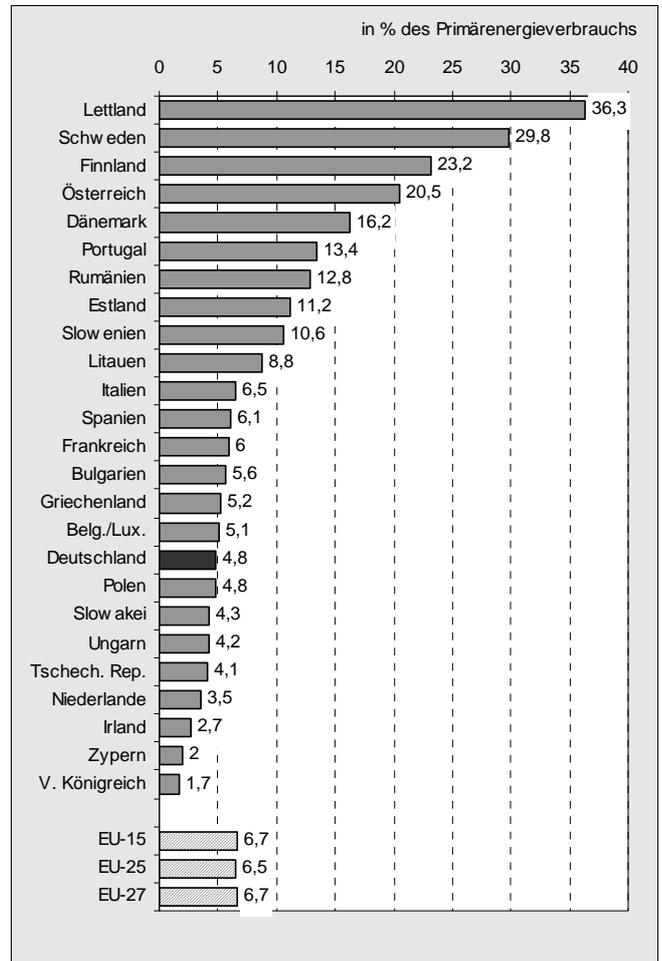
Quelle: IEA

Ähnliche Entwicklungen waren auch in Deutschland zu beobachten. Der Absatz von Ottokraftstoff sank innerhalb von 3 Jahren um gut 15 % auf 21,3 Mio. t (ca. 28,5 Mio. m<sup>3</sup>). Der Dieselabsatz hingegen stieg im selben Zeitraum um rund 10 % auf rund 31,8 Mio. t (ca. 34,9 Mio. m<sup>3</sup>).

### 16.1.2 Förderpolitik und Förderinstrumente

**16-4** Während der Einsatz nachwachsender Rohstoffe zur Wärmeerzeugung vielfach schon immer gegenüber dem Einsatz fossiler Alternativen konkurrenzfähig war, ist die Energieerzeugung bzw. die Erzeugung von Energieträgern aus NaWaRo's in den Bereichen Stromerzeugung und Biokraftstoffe derzeit in vielen Regionen der Welt gegenüber den fossilen Energieträgern noch nicht wettbewerbsfähig. Lediglich in Regionen und Ländern mit ausgesprochen günstiger Kostenstruktur bei Biomasseerzeugung und -transformation sind z.B. Kraftstoffe zu ähnlichen Kosten oder gar kostengünstiger zu erzeugen als ihre fossilen Alternativen. Zum Vergleich: Die Herstellungskosten von Benzin oder Diesel beliefen sich nach Angaben der BP im März 2007 auf rund 30-40 Ct/l.

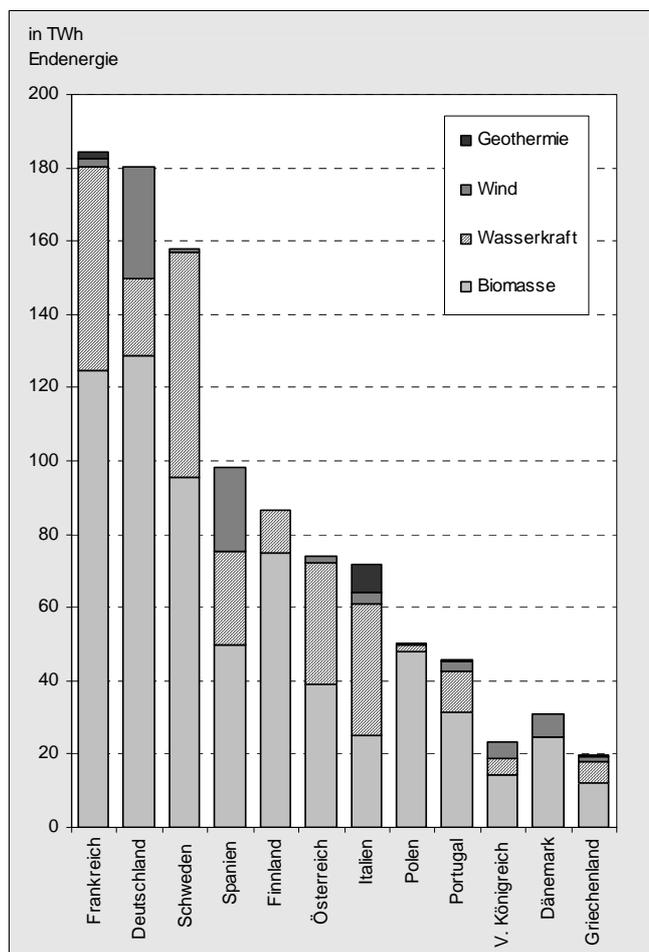
Abb. 16-4 Anteil Erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch 2005



Quelle: IEA

Um dennoch die Energieerzeugung aus Biomasse in Gang zu bringen wurden in den vergangenen Jahren weltweit eine Reihe einzelstaatlicher Fördermechanismen in Gang gesetzt. Die Mehrzahl der Regelungen betraf den Sektor Biokraftstoffe (biofuels) sowie die Stromerzeugung, während der Wärmemarkt derzeit nur in wenigen Staaten entsprechend gefördert wird. Als wichtigste Instrumente mit direkter Wirkung auf die Märkte sind gesetzliche Einspeisevergütungen (häufig in Verbindung mit Netzzugangsregelungen), Steuerpolitik, Marktgarantien durch verpflichtende oder freiwillige Quoten, der Handel mit sogenannten „grünen Zertifikaten“ sowie staatliche Förderprogramme zu nennen. Alle Staaten, die EE und insbesondere Energie aus NaWaRo's fördern setzen dabei i.d.R. auf eine Mischung der hier genannten Instrumente. Zusätzlich werden zunehmend Fördergelder in den Bereichen Forschung und Pilotprojekte eingesetzt.

- **Einspeisevergütungen:** In der Praxis, so das GBEP (Global Bioenergy Partnership) Sekretariat der FAO in Rom, haben sich Einspeisetarife, insbesondere dann, wenn sie differenziert auf die einzelnen Technologien der EE abgestimmt sind, als sehr

**Abb. 16-5 Nutzung Erneuerbarer Energien in der EU-27 2006**

Quelle: IEA

effektives Instrument zur Förderung des Sektors erwiesen. Die Differenzierung sei insbesondere deshalb notwendig, da sich ansonsten nur die aktuell wirtschaftlichste Variante entwickeln würde, und dies wäre zur Zeit uneingeschränkt die Windkraft. Die Festsetzung von Einspeisevergütungen bringt noch mit sich, dass das Instrument so eingerichtet werden kann, dass es sich für die Staatshaushalte weitgehend kostenneutral verhält. Die höheren Aufwendungen werden hier i.d.R. direkt auf den Verbraucher umgelegt.

- **Steuern:** Sie sind derzeit das noch am weitesten verbreitete Förderinstrument. Sowohl die Biomasseerzeugung und -transformation, als auch der Handel mit Biomasse /-energie werden durch aktive Steuerpolitik gelenkt. Steuerliche Begünstigungen wie teilweise oder vollständige Aussetzung der Mineralölsteuer oder zusätzliche Besteuerung nicht regenerativer Alternativen werden eingesetzt. Trotz der Tatsache, dass sich Steuervergünstigungen ebenfalls als sehr effektives Instrument erwiesen haben, werden sie nach und nach durch andere Instrumente ergänzt und ersetzt. Denn durch sie entstehen häufig nicht unerhebliche Belastungen für die Staats-

haushalte. Beispielsweise wurde die Förderung der Biokraftstoffe in Deutschland 2006 von einem System der Steuerbefreiung auf ein Quotensystem umgestellt. Die Steuerbefreiung auf Biokraftstoffe in Deutschland wird dabei, differenziert für die einzelnen Kraftstoffe, schrittweise reduziert, die Förderung der Biokraftstoffe wird weiterhin durch das Quotensystem gewährleistet. Als Beispiele für die Lenkung des Handels mittels Steuern seien hier die Importzölle der EU für Ethanol genannt. Ein weiteres Beispiel ist die Festsetzung differenzierter Exportsteuersätze Argentiniens für Sojabohnen und Sojaöl, mit dem Ziel die Verarbeitung und damit die Wertschöpfung im Land zu unterstützen.

- **Quotensysteme:** Nahezu alle Staaten, welche die EE fördern, haben inzwischen Quoten in Bezug auf Anteile der EE am Strom-, oder Kraftstoffverbrauch in näherer oder ferner Zukunft formuliert oder sind dabei dies zu tun. In vielen Fällen handelt es sich hierbei noch um unverbindliche Richtziele. Blickt man allerdings auf den Kraftstoffsektor, so werden diese Richtziele in verschiedenen nationalen Vorgaben in verbindliche Quoten in Form einer Beimischungsquote umgesetzt. Quotensysteme haben, vergleichbar mit den Einspeisevergütungen, den Vorteil, dass sie für die Staatshaushalte weitgehend kostenneutral sind, da auch hier die höheren Aufwendungen direkt auf die Verbraucher umgelegt werden können.

**Welt -** Der weltweit größte Bedarf „moderner“ Biomasse für EE ergibt sich aus den sprunghaften Produktionssteigerungen im Bereich Biokraftstoffe. Und ein Ende der Entwicklung ist nicht absehbar, zumal viele Staaten inzwischen ambitionierte Biokraftstoffquoten und -ziele formuliert haben. Hierzu einige Beispiele: In den USA soll laut Energiegesetz (Energy Independence and Security Act, 2007), das von Senat im Dezember 2007 verabschiedet wurde, die Bioethanolproduktion erheblich gesteigert werden. Die Ziele des sogenannten Renewable Fuel Standard (RFS) lauten auf rund 136 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol bis 2022, davon 56,8 Mio. m<sup>3</sup> aus Mais bis 2015. 2007 wurden in den USA rund 25,8 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol erzeugt, davon geschätzt 24,5 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol für Kraftstoffe. Für Ende 2008 rechnet man mit einer Ausweitung der Produktionskapazitäten auf rund 35 Mio. m<sup>3</sup>, davon 34 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol für Kraftstoffe. Parallel zu Bioethanol wurde in dem Gesetz eine Biodieselquote von 1,9 Mio. m<sup>3</sup> für 2009 formuliert, die bis zum Jahre 2012 verdoppelt werden soll. In Brasilien, das bereits seit 1975 (ProAlcool; National Ethanol Program) eine aktive Bioethanolpolitik betreibt, werden die verpflichtenden Beimischungsquoten von 20 bis 25 % bereits überschritten. Für Biodiesel wurde eine Quote von 3 % (2008) bzw. 5 % (2013) festgelegt. China, Indien, Kanada, Mexiko, Südafrika, Japan und auch die EU haben inzwischen entsprechende Maßnahmen getroffen oder in Angriff genommen. Im Bereich der Stromerzeugung beschränken sich die Festlegungen meist auf unverbindliche Zielvorgaben, wobei hier immer ein

Tab. 16-3 Welt-Ölproduktion/-verbrauch, Kraftstoffverbrauch EU und Deutschland

(1 PJ = 10 <sup>15</sup> J)	2005 in Mio. t	2006 in Mio. t	2007 in Mio. t ▼	2007 in PJ
<b>Welt-Rohölproduktion</b>	<b>3.812</b>	<b>3.936</b>	<b>3.937</b>	<b>169.615</b>
<b>Welt-Ölverbrauch</b>	<b>3.334</b>	<b>3.383</b>	.	.
- Transport	2.011	2.017	.	.
- Nichtenergetischer Verbrauch	527	550	.	.
- Industrie	313	317	.	.
- Sonstiger Verbrauch	483	450	.	.
<b>Inlandsabsatz Mineralölerzeugnisse EU-27</b>	<b>613,5<sup>1)</sup></b>	<b>613,8<sup>1)</sup></b>	<b>591,1<sup>1)</sup></b>	.
- Dieselmotorkraftstoffe	183,2 <sup>1)</sup>	191,6 <sup>1)</sup>	202,7 <sup>1)</sup>	8.701,0
- Motorbenzin	107,9 <sup>1)</sup>	105,7 <sup>1)</sup>	103,2 <sup>1)</sup>	4.492,0
- Destillatheizöle	93,3 <sup>1)</sup>	90,8 <sup>1)</sup>	75,7 <sup>1)</sup>	3.247,0
- Flugturbinenkraftstoffe / Petroleum	55,7 <sup>1)</sup>	56,6 <sup>1)</sup>	57,4 <sup>1)</sup>	2.457,0
- Rückstandsheizöle	47,8 <sup>1)</sup>	45,0 <sup>1)</sup>	38,8 <sup>1)</sup>	.
<b>Inlandsabsatz Mineralölerzeugnisse D</b>	<b>111,4</b>	<b>113,5</b>	<b>104,9</b>	.
- Dieselmotorkraftstoffe	28,5 <sup>2)</sup>	29,1 <sup>2)</sup>	31,8 <sup>2)</sup>	1.365,0
- Motorbenzin	23,4 <sup>2)</sup>	22,6 <sup>2)</sup>	21,3 <sup>2)</sup>	927,0
- Destillatheizöle	24,5	26,5	17,2	738,0
- Flugturbinenkraftstoffe / Petroleum	8,1	8,5	8,8	378,0
- Rückstandsheizöle	6,0	6,3	6,1	.

1) Werte EU-25

2) incl. Beimischungsanteil Biokraftstoffe

Quelle: IEA, Key World Energy Statistics

Mix aus Sonne, Wasser, Wind und Biomasse zur Zielerreichung beitragen soll. Allerdings sind die Vorgaben oft nicht weniger ambitioniert als im Kraftstoffbereich.

**EU** - Im November 2008 legte die EU-Kommission dem Rat und dem Europäischen Parlament ein weitreichendes Energiepaket zur Förderung der Energieversorgungssicherheit in Europa und zur Unterstützung der Klimaschutzvorschläge im Rahmen der Initiative „20-20-20“ vor. Das Papier, das Mitte Dezember 2008 die 1. Lesung des EU-Parlaments passieren konnte, formuliert folgende 3 Schlüsselziele:

- Senkung der Treibhausgase gegenüber 1990 um mindestens 20 % bis 2020, oder sogar um 30 %, sofern ein internationales Abkommen zustande kommt, in dem sich andere Industrieländer „zu vergleichbaren Emissionsreduzierungen und die wirtschaftlich weiter fortgeschrittenen Entwicklungsländer zu einem ihren Verantwortlichkeiten und jeweiligen Fähigkeiten angemessenen Beitrag verpflichten“.
- Ein verbindliches Ziel in Höhe von 20 % für den Anteil Erneuerbarer Energien am Energieverbrauch der EU bis 2020.
- Senkung des künftigen Energiebedarfs um 20 % bis 2020.

Im Kraftstoffsektor ist ein 10 %iger Anteil vorgesehen. Allerdings können zur Ermittlung der eingesetzten Menge alle Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien, d.h. neben Biokraftstoffen auch Strom, Wasserstoff, etc. angerechnet werden. Gegenüber früheren Formulierun-

gen wurde damit die ausschließliche Fokussierung auf Biokraftstoffe aufgebrochen. Speziell in Bezug auf die Biokraftstoffe und andere Biobrennstoffe wird mit der Richtlinie zudem ein System geschaffen, mit dem die ökologische Nachhaltigkeit gewährleistet werden soll. Es soll sichergestellt werden, dass Biokraftstoffe, die bei der Berechnung der Zielerfüllung berücksichtigt werden, ein Mindestmaß an Treibhausgaseinsparungen bewirken.

Die in dem Richtlinienvorschlag genannten Grundsätze stellen jeweils verbindliche Zielvorgaben für die einzelnen Mitgliedstaaten dar. Zur Umsetzung und Erreichung der Ziele werden Maßnahmen insbesondere in den Bereichen Emissionshandel, Förderung der Erneuerbaren Energien und Steigerung der Energieeffizienz genannt. Angepasst an die jeweiligen Möglichkeiten soll nach dem Entwurf jeder Mitgliedsstaat in der EU verpflichtet werden den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2020 gegenüber 2005 um einen festgelegten Prozentsatz zu reduzieren und gleichzeitig den Anteil erneuerbarer Energien auf ein festgelegtes Minimum zu steigern. Für Deutschland formuliert der Vorschlag einen Mindestanteil EE von 18 % bis 2020.

**Deutschland** - In Deutschland gibt es derzeit gültige Regelungen in den Bereichen Strom und Kraftstoffe, das EEWärmeG (Erneuerbare Energie Wärme-Gesetz) tritt zum 1.1.2009 in Kraft. Das zuvor schon in Baden-Württemberg seit dem 1.10.2007 gültige Erneuerbare Wärmegesetz (Landesgesetz) wird damit in Teilen durch Bundesrecht ersetzt.

Tab. 16-4 Biokraftstoff-Beimischquoten ausgewählter Länder

Land	Rohstoffbasis		Biokraftstoffquoten
	Bioethanol	Biodiesel	
Argentinien	Zuckerrohr Weizen Zuckerhirse	Pflanzenöle Tierische Fet- te	5% Beimischquote von Ethanol bei Benzin ab 2010; 5% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel ab 2010
Brasilien	Zuckerrohr	Sojabohne Palmöl Rhizinus	(20)-25% Beimischquote: Ethanol bei Benzin(E25) ab 2003; 3% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel (B2) ab 2008; 5% Beimischquote für Biodiesel (B5) ab Ende 2010
Canada	Mais Weizen Stroh	Pflanzenöle Tierische Fet- te	5% Beimischquote von Ethanol bei Benzin ab 2010; 2% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel ab 2012
China	Mais Weizen Maniok Zuckerhirse	Pflanzenöle (Importe; Altöle) Jatropha	Nationales Ethanol-Kraftstoff-Programm seit 2002. In 5 Provinzen mit 10% Beimischquote von Ethanol zu Benzin; 2006 erweitert auf 27 weitere Provin- zen; 15% bis 2020 in Diskussion; Biodiesel im Experimentalstadium
EU	Weizen so. Getreide Zuckerrübe so. Alkohole	Raps Sonnenblume Sojabohne	5,75% Biokraftstoffquote bis 2010; 10% Biokraftstoffquote bis 2020; (Kraftstoffe, Strom, Wasserstoff)
Indien	Melasse Zuckerrohr	Jatropha Palmöl (Import)	10% Beimischquote von Ethanol bei Benzin bis Ende 2008; 5% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel bis 2012
Indonesien	Zuckerrohr Maniok	Palmöl Jatropha	10% Biodieselquote bis 2010
Malaysia	.	Palmöl	5% Beimischquote für Biodiesel bei öffentl. Verkehrsmitteln; allgemeine 5% Beimischquote in Planung
Thailand	Melasse Zuckerrohr Maniok	Palmöl gebrauchte Pflanzenöle (Altöle)	10% Beimischquote von Ethanol bei Benzin bis Ende 2011; 10% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel bis 2012
Vereinigte Staaten	überwiegend Mais	Sojabohne and. Ölsaaten tierische Fette Altfette u. -öle	Biokraftstoffquoten: 34 Mio. m <sup>3</sup> bis 2008; bis 2015: 77,6 Mio. m <sup>3</sup> , davon 56,8 Mio. m <sup>3</sup> aus Mais; bis 2022: 136 Mio. m <sup>3</sup> ( v.a. 2. Generation Biofuels) 1,9 Mio. m <sup>3</sup> Biodiesel bis 2009; Verdoppelung bis 2012

Stand: Dezember 2008

Quellen: USDA; FAO; GBEP; OECD; Amber Waves; agrar-europe

- **Strom:** Das EEG (Erneuerbare Energien-Gesetz) regelt die Stromerzeugung aus EE. Die im Jahr 2000 in Kraft getretene und 2004 grundlegend novellierte Vorschrift wurde 2008 abermals fortgeschrieben. Zum Start im Jahr 2000 umfasste das EEG 13 Vorschriften, 1 Anlage und Verordnungsermächtigung. Zwischenzeitlich sind es 66 Vorschriften, 5 Anlagen und 11 Verordnungsermächtigungen. Das EEG kombiniert im wesentlichen 2 Mechanismen. Es garantiert für Strom aus EE Mindestvergütungssätze, die in der Höhe jeweils an die Erfordernisse der Technologie angepasst wurden. Zusätzlich wurde in allen Bereichen eine jährliche Absenkung der Vergütung für Neuanlagen vorgesehen, um damit dem technischen Fortschritt Rechnung tragen zu können. Flankierend regelt das Gesetz, dass dem Strom aus EE Netzzugang gewährt werden muss und dieser zudem vorrangig abzunehmen ist. Mit der Fassung von 2004 erlebten die EE eine rasante

Entwicklung in allen Bereichen. Im Bereich Biomasse wurde vor allem ein erheblicher Neu- und Ausbau von Biogasanlagen und der Bau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Pflanzenöl-BHKW; Holz-Heizkraftwerke) in Gang gesetzt. Außerdem erfuhr die Stromerzeugung durch Photovoltaik einen Impuls. Bei der Novellierung zum 1.1.2009 wurden die Erfahrungen der vergangenen 4 Jahre in das Gesetz eingebaut. Für den Bereiche NawaRo von besonderer Bedeutung dürfte die Einführung eines „Güllebonus“ bei der Vergütung von Strom aus Biogasanlagen sein. Man geht davon aus, dass diese Regelung wieder zu einer Belebung der abgeflauten Investitionsbereitschaft im Biogassektor verhilft.

- **Kraftstoffe:** Anfänglich wurde die Entwicklung der Biokraftstoffe in Deutschland vorwiegend durch das Instrument Steuererleichterungen gefördert. 2004 kam hinzu, dass steuerbefreiter Biodiesel bis zu 5 %

Tab. 16-5 Bioethanolproduktion (Faustzahlen)

Rohstoffbasis	Ertrag je Einheit		Ertrag je Hektar		Diesel- äquivalent in l/ha ▼	
	in t FM/ha	Ethanol in l/t FM	Ethanol in kg/ha	Ethanol in l/ha		
<b>Welt</b>	Zuckerrohr	70,0	75	4.200	5.250	3.100
	Zuckerrüben	45,0	110	3.780	4.950	2.920
	Cassava (Maniok)	12,0	180	720	2.160	1.270
	Mais	5,0	395	1.560	1.970	1.160
	Reis	4,0	430	1.370	1.720	1.010
	Weizen	3,0	375	890	1.120	660
	Hirse	1,6	380	470	600	350
<b>EU</b>	Zuckerrüben	60,0	110	4.800	6.600	3.900
	Mais	9,0	395	2.800	3.550	2.100
	Weizen	8,0	375	2.380	3.000	1.770
	Triticale	8,0	375	2.380	3.000	1.770
	Roggen	8,0	350	2.200	2.800	1.650
<b>Brasilien</b>	Zuckerrohr	75,0	75	4.500	5.620	3.320
<b>Indien</b>	Zuckerrohr	70,0	75	4.200	5.250	3.100
<b>USA</b>	Mais	9,5	395	2.960	3.750	2.210
<b>China</b>	Mais	5,0	395	1.560	1.970	1.160

FM = Frischmasse

Quellen: FAO; USDA; BayWa AG; Berechnungen LLM

(volumetrisch) dem fossilen Diesel beigemischt werden konnte. Auf der Rohstoffseite wirkte stützend, dass Rapsanbau als NawaRo auf Stilllegungsflächen möglich war. Die Produktionskapazitäten entwickelten sich entsprechend dynamisch. Im Jahr 2006 kam es zu einer grundlegenden Änderung der Förderpolitik für Biokraftstoffe. Mit dem Biokraftstoffquotengesetz wurden erstmals verpflichtende Beimischquoten für Biodiesel und Bioethanol festgelegt. Die Höhe der Quoten wurde später im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) verankert. Parallel dazu wurde das Energiesteuergesetz geändert, in dem eine Besteuerung einzelner Biokraftstoffsegmente festgelegt wurde. Dem vollen Steuersatz unterliegen Biodiesel und Bioethanol, die fossilen Kraftstoffen im Rahmen der Quote beigemischt werden. Für reinen Biodiesel (B100) und reines Pflanzenöl wurde ein Steuer-Stufenmodell eingeführt. Land- und Forstwirtschaft können auf Antrag bei Verwendung der Reinkraftstoffe (B100, Pflanzenöl) die Steuer zurückerstattet erhalten. BTL-Kraftstoffe und reiner Bioethanol (B85) bleiben vorbehaltlich einer Überkompensationsprüfung bis 2015 von der Besteuerung befreit. Im Jahr 2008 beschloss das Bundeskabinett weitere Änderungen im Bereich der Biokraftstoffe. Die wichtigsten Punkte waren: a) Senkung der für 2009 geplanten Gesamtquote von 6,25 % auf 5,25 %. Ab 2010 gilt bis 2014 eine konstante Gesamtquote von 6,25 %, danach soll die Beimischung nach dem Treibhausgasminde- rungseffekt der Biokraftstoffe bemessen werden. Dabei wird die Kraftstoffindustrie verpflichtet, ab 2015 mindestens soviel Biokraftstoffe in Verkehr zu bringen, dass diese den Treibhausgasanteil der Ge-

samtmenge an Otto- und Dieselmotoren um mindestens 3 % senkt. Für 2017 ist eine Erhöhung auf 4,5 %, für 2020 auf 7 % vorgesehen. b) Festschreibung der Bioethanolquote auf 2,8 % ab 2009 bis 2014 (anstelle 3,6 % ab 2010-14). c) Halbierung der 3. Steuerstufe für Reinkraftstoffe (B100), d.h. die Steuer für B100 steigt zum 1.1.2009 von 15 ct/l auf 18 ct/l (ursprünglicher Plan war 21 ct/l). d) Aufnahme von Biomethan als Biokraftstoff in die gesetzlichen Regelungen. Der Gesetzentwurf befindet sich derzeit zwar noch in der Anhörung des Bundesrates, es wird jedoch allgemein davon ausgegangen, dass die Regelungen wohl in der beschriebenen Weise in Kraft treten werden.

- **Wärme:** Der Bereich war auf Bundesebene bislang nur durch Fördermaßnahmen (Marktanreizprogramm) flankiert worden. Zum 1.1.2009 tritt das EEWärmeG (Erneuerbare Energie Wärme-Gesetz) in Kraft, welches für Neubauten die Nutzung Erneuerbarer Energien in Mindestanteilen vorschreibt. D.h. jeder Gebäudeeigentümer ist verpflichtet einen Mindestanteil der benötigten Energie im Haus durch EE zu decken. Eine ähnliche Regelung bestand in Baden-Württemberg bereits seit Ende 2007. Das Landesgesetz umfasst allerdings auch Regelungen zu Altbauten/Umbauten.

Als großer Rahmen für die genannten Entwicklungen/Regelungen ist das von der Bundesregierung im August 2007 in einer Klausurtagung in Meseburg aufgestellte „Maßnahmenpaket des Integrierten Energie- und Klimaschutzes“ zu sehen. Das daraus abgeleitete Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) beinhaltet neben der inzwischen erfolgten Novellierung

**Tab. 16-6 Ethanolproduktion Welt - Europa - Deutschland**

in Mio. m <sup>3</sup>		2000	2006	2007	2008 <sup>s</sup>
<b>Welt</b>	<b>alle Verwendungen</b>	<b>29,2</b>	<b>51,5</b>	<b>63,9</b>	<b>79,0</b>
	USA	7,4	19,7	25,9	35,3
	Brasilien	10,7	17,8	22,6	26,8
	EU-27	.	3,4	3,6	4,4
	China	3,0	3,9	4,2	4,3
	Indien	1,5	1,7	2,1	2,0
	Kanada	0,3	0,4	0,6	0,9
	<b>FUEL<sup>1)</sup></b>	<b>17,1</b>	<b>39,2</b>	<b>49,6</b>	<b>65,6</b>
	USA	6,2	18,4	24,5	34,0
	Brasilien	10,5	16,7	20,0	24,5
	EU-27	.	1,6	1,7	2,8
	China	.	1,4	1,7	2,0
	Indien	.	0,1	0,1	0,3
	Kanada	0,2	0,3	0,6	0,9
<b>EU</b>	<b>alle Verwendungen</b>	<b>.</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>4,4</b>
	Frankreich	.	0,850	1,150	1,550
	Deutschland	.	0,742	0,689	0,715
	Spanien	.	0,478	0,438	0,435
	Ver. Königreich	.	0,280	0,327	0,350
	Polen	.	0,279	0,198	0,210
	Schweden	.	0,115	0,116	0,142
	Ungarn	.	0,086	0,100	0,125
	Österreich	.	0,012	0,025	0,120
	Italien	.	0,180	0,118	0,100
	<b>FUEL<sup>1)</sup></b>	<b>.</b>	<b>1,59</b>	<b>1,73</b>	<b>2,78</b>
	Frankreich	.	0,293	0,539	.
	Deutschland	.	0,431	0,394	.
	Spanien	.	0,396	0,348	.
	Polen	.	0,161	0,155	.
	Schweden	.	0,140	0,070	.
	Italien	.	0,078	0,060	.
	Ungarn	.	0,034	0,030	.
Ver. Königreich	.	0,000	0,020	.	
Österreich	.	0,000	0,000	.	

1) zur Verwendung als Kraftstoff

Quellen: ; BDBe; RFA; ebio; F.O.Licht

des EEG und der Aufforderung zur Erstellung eines EEWärmeG weitere Punkte, die mit Blick auf das Jahr 2020 bearbeitet werden sollen. Genannt werden darin eine Vielzahl von Handlungsfeldern in den Bereichen Emissionshandel, Energieeffizienz sowie Ausbauziele bei den EE.

### 16.1.3 Biokraftstoffe

Der Aufbau von Produktionskapazitäten sowie die Erzeugung von Biokraftstoffen der 1. Generation (dazu gehören reines Pflanzenöl, Bioethanol auf Zucker- und Stärkebasis, Biodiesel) erlebte in den vergangenen Jahren weltweit einen Boom. Allerdings wird auf mittlere Frist damit gerechnet, dass die Kraftstoffe 1. Generation durch die wesentlich energieeffizientere Gruppe der

Biokraftstoffe 2. Generation (dazu zählen BTL-Kraftstoffe = BiomassToLiquid, Biogas, Bioethanol auf Lignozellulose-Basis) ersetzt werden.

Bemerkenswert ist, betrachtet man die Entwicklungen bei den Biokraftstoffen, dass insbesondere diejenigen Staaten, welche bislang als die großen Exporteure an den Weltmärkten für Getreide, Ölsaaten oder pflanzliche Öle agiert haben, zwischenzeitlich eine verstärkte Verwertung der Rohstoffe im eigenen Land anstreben. Dies hat neben der Motivation, eine gewisse Unabhängigkeit vom Rohöl zu schaffen, sicherlich auch den Zweck die Wertschöpfung im Lande zu halten.

Aktuell befinden sich weltweit viele Produzenten von Ethanol und Biodiesel in Bedrängnis. Wie es dazu kommen konnte bedarf eines Blicks in die vergangenen 2 Jahre. Auf der Basis eines stark steigenden Rohölpreises wurde die Biokraftstoffproduktion zunächst wettbewerbsfähiger. Hinzu kamen ambitionierte Biokraftstoffziele vieler Länder, die häufig in der Formulierung von Beimischungsquoten ihren Niederschlag fanden. Der stark wachsende Bedarf an Rohstoffen zur Kraftstoffherstellung, aber auch das starke Nachfragewachstum auf Seiten des Nahrungs- und Futtermittelsektors führte die Weltmärkte für Agrarprodukte in eine Preishausse, wie schon lange vorher nicht mehr. Mit den anziehenden Agrarrohstoffpreisen wurde die Situation für die Biokraftstoffindustrie wieder enger. Hinzu kam eine weltweit geführte Debatte zum Thema „Teller oder Tank“ in Gang, mit dem Resultat, dass das eine oder andere Biokraftstoffziel, kaum formuliert, bereits wieder in Frage gestellt wurde. Im Frühjahr 2008 setzte dann die weltumfassende Finanzkrise einen Preisverfall an praktisch allen Märkten in Gang. Neben Kapitalwerten fielen auch die Rohölpreise sowie die Preise für Agrarprodukte. Die jeweiligen Gründe für die Entwicklung der einzelnen Märkte waren sicherlich unterschiedlich, die Bewegung nach unten aber fiel sehr stark und einheitlich aus. Heute nun kämpfen die Biokraftstoffhersteller mit schlechter Wirtschaftlichkeit ihrer Produkte, Problemen bei der Finanzierung von Anlagen und mit zum Teil schlechteren Rahmenbedingungen als vor Jahren. Branchenexperten befürchten daher, dass sich die in den vergangenen Jahren erlebte rasche Entwicklung im Jahr 2009 trotz derzeit hervorragend niedriger Rohstoffpreise verlangsamen wird.

### 16.1.4 Bioethanol

 **16-5**  **16-6** Zur Herstellung von Ethanol finden derzeit vor allem zucker- und stärkehaltige Rohstoffe (Zuckerrohr, Zuckerrübe, Melasse, Mais, Weizen und andere Getreidearten, Maniok (Cassava) und Zuckerrispe) Verwendung. Insgesamt belief sich die Ethanolproduktion 2007 weltweit auf ca. 63,9 Mio. m<sup>3</sup>. Mit rund 25,9 Mio. m<sup>3</sup> in den USA und 22,6 Mio. m<sup>3</sup> in Brasilien erzeugten die beide zusammen gut 75 % der Weltproduktion. An dritter Stelle rangiert China, gefolgt von der

Tab. 16-7 Biokraftstoffquoten ab 2007 in Deutschland

in %	Gesamt-Quote	Diesel-Quote	Benzin-Quote
2007	-	4,4	1,2
2008	-		2,0
2009	5,25 <sup>v</sup> (6,25)		2,8
2010	6,25 <sup>v</sup> (6,75)	Unterquote gilt auch für die Folgejahre	2,8 <sup>v</sup> (3,6)
2011	6,25 <sup>v</sup> (7,00)		
2012	6,25 <sup>v</sup> (7,25)		
2013	6,25 <sup>v</sup> (7,50)		
2014	6,25 <sup>v</sup> (7,75)		
2015	Systemumstellung auf Treibhausgasminderung durch Biokraftstoffe <sup>v</sup>		

<sup>v</sup> vorläufig, Gesetzentwurf befindet sich i.d. Bundesratsanhörung  
( ) bisher gültige Rechtslage seit 2007  
Volle Besteuerung in der Beimischung /Quotenerfüllung

Quelle: BMU

EU. Sehr dynamisch wächst die Produktion v.a. in den USA, wo erste Zahlen darauf hinweisen, dass die Produktion im Jahr 2008 nochmals um gut 35 % gewachsen ist. Eine ebenfalls starke Wachstumsdynamik ist in der EU zu beobachten, allerdings auf einem um den Faktor 10 niedrigeren Niveau.

Als Kraftstoff- (Fuel-) Ethanol wurden 2007 rund 49,6 Mio. t erzeugt. D.h. etwa 77 % des erzeugten Ethanols findet als Kraftstoff Verwendung. Rund 90 % des Fuel-Ethanol wurden dabei in den USA oder Brasilien erzeugt.

2007/08 wurden weltweit geschätzt rund 95 Mio. t Getreide (ca. 15 Mio. ha) und knapp 300 Mio. t Zuckerrohr (ca. 4 Mio. ha) zu Bioethanol verarbeitet. Bezogen auf die Welt-Ackerfläche von geschätzt 1.400 Mio. ha liegt damit der Flächenbedarf für Bioethanol aktuell bei knapp 1,5 %. Bei aller Diskussion um Flächenverbrauch für Biokraftstoffe sollte allerdings nicht vergessen werden, dass am Ende des Prozesses immer der Kraftstoff und zusätzlich ca. 50-70 % des Ausgangsrohstoffs als Futtermittel in Form von Schlempen (DDGS = Dried Distillers Grains with Solubles) oder Ölkuchen bzw. Extraktionsschrote zur Verfügung steht.

Exakte Zahlen zu Rohstoff und Flächenbedarf sind derzeit in der Statistik erst unzureichend verfügbar. Für die größten Erzeuger von Bioethanol werden nachfolgend die verfügbaren Informationen dargestellt.

**USA** - In den USA wurde im Getreidewirtschaftsjahr 2007/08 nach Schätzungen des IGC insgesamt rund 77 Mio. t Mais zu Bioethanolherstellung verwendet. Für 2008/09 wird aktuell von einer Steigerung auf 100 Mio. t ausgegangen. Bei einem Durchschnittsertrag von Mais nahe 9,5 t/ha im Schnitt der letzten 5 Jahre entspricht dies einer Maisanbaufläche für 2007/08 von ca. 8,1 Mio. ha. Damit wird bereits heute ein Anteil von rund 25 % der US-Maisfläche für Bioethanol benötigt, und dies trotz der Tatsache, dass die Fläche 2007/08 von 30 auf knapp 35 Mio. ha ausgedehnt wurde. Bis 2015

plant die amerikanische Regierung gemäß dem neuen RFS vom Dez. 07 (Renewable Fuel Standard) die Bioethanolproduktion auf knapp 78 Mio. m<sup>3</sup> auszuweiten, davon rund 57 Mio. m<sup>3</sup> aus Mais. Der Maisanteil soll allerdings nach 2015 nicht weiter wachsen. Der Flächenbedarf für den Maisanbau würde sich auf knapp 15 Mio. ha erhöhen, ein Anteil zwischen 40-45 % der Maisfläche bezogen auf die heutige Anbaufläche der USA.

**Brasilien** - Die Bioethanolproduktion Brasiliens in 2007 mit rund 20,0 Mio. m<sup>3</sup> nahm etwa 3,6 Mio. ha Zuckerrohrfläche in Anspruch, legt man den Durchschnittsertrag von 75 t/ha der letzten 3 Jahre zugrunde. Dies entspricht einem Anteil von gut 50 %. 2007 war in Brasilien rund 6,71 Mio. ha Land mit Zuckerrohr bestellt. Bis 2013, so Schätzungen verschiedener Marktbeobachter, wird mit einer weiteren Ausdehnung der Zuckerrohrfläche auf rund 7-7,5 Mio. ha gerechnet. Der Zuwachs von 1 Mio. ha würde eine zusätzliche Erzeugung von rund 6,5 bis 7 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol erlauben. Brasilien verbraucht aktuell rund 85 % bzw. 14-15 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol im eigenen Land. Die Exporte sind 2007 auf rund 3,5 Mio. t gestiegen und werden 2008 voraussichtlich weit über 4 Mio. t liegen.

**EU** - Deutschland war 2007 mit rund 394.000 m<sup>3</sup> (Vj. 431.000) der zweitgrößte Ethanolproduzent für den Kraftstoffsektor in der EU, nach Frankreich mit 539.000 m<sup>3</sup>. An dritter Stelle folgt Spanien mit 348.000 m<sup>3</sup>. Zusammen stellten die drei Länder rund 74 % der EU-FUEL-Ethanolproduktion. Die Palette der Rohstoffe in europäischen Ethanolfabriken ist vielfältig. Wichtigster Rohstoff ist Getreide einschl. Mais (Anteil ca. 55-60 %), gefolgt von Zuckerrüben und Melasse (ca. 25-30 %) sowie Weinalkohol (ca. 10-15 %). Die European Bioethanol Fuel Association (ebio) sieht für Europa Produktionskapazitäten von aktuell rund 4,75 Mio. m<sup>3</sup>. Weitere Kapazitäten für knapp 3,4 Mio. m<sup>3</sup> Jahresproduktion seien in Planung bzw. Realisierung. In der EU-27 wurden nach Schätzungen des IGC in der Saison 2007/08 ca. 2,9 Mio. t Getreide

Tab. 16-8 Biodieselproduktion Welt - Europa - Deutschland

in 1.000 t	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 ▼
<b>Welt</b>	<b>721</b>	<b>847</b>	<b>1.135</b>	<b>1.540</b>	<b>2.056</b>	<b>3.553</b>	<b>6.331</b>	<b>9.407<sup>1)</sup></b>
<b>EU-27</b>	<b>707</b>	<b>820</b>	<b>1.065</b>	<b>1.433</b>	<b>1.933</b>	<b>3.184</b>	<b>4.890</b>	<b>5.786<sup>1)</sup></b>
USA	6	17	50	67	83	250	750	1.485 <sup>1)</sup>
Indonesien	.	.	.	.	.	.	1	360 <sup>1)</sup>
Malaysia	.	.	.	.	.	.	120	290 <sup>1)</sup>
Thailand	.	.	.	.	.	.	30	230 <sup>1)</sup>
Brasilien	.	.	.	.	.	1	60	214 <sup>1)</sup>
Argentinien	.	.	.	.	.	.	30	150 <sup>1)</sup>
Australien	.	.	.	.	.	50	80	144 <sup>1)</sup>
<b>Deutschland</b>	<b>220</b>	<b>277</b>	<b>450</b>	<b>715</b>	<b>1.035</b>	<b>1.669</b>	<b>2.662</b>	<b>2.890</b>
Frankreich	311	.	366	357	348	492	743	872
Italien	80	.	210	273	320	396	447	363
Österreich	18	.	25	32	57	85	123	267
Portugal	.	.	.	.	.	1	91	175
Spanien	.	.	.	6	13	73	99	168
Belgien/Luxemburg	.	.	.	.	.	1	25	166
Großbritannien	.	.	3	9	9	51	192	150
Griechenland	.	.	.	.	.	3	42	100
Dänemark	.	.	10	40	70	71	80	85
Niederlande	.	.	.	.	.	.	18	85
Polen	.	.	.	.	.	100	116	80
Schweden	.	.	1	1	1	1	13	63
Tschechische Republik	67	.	.	.	60	133	107	61
Slowakei	.	.	.	.	15	78	82	46
Finnland	.	.	.	.	.	.	.	39
Rumänien	.	.	.	.	.	.	10	36
Lithauen	.	.	.	.	5	7	10	26
Slowenien	.	.	.	.	.	8	11	11
Lettland	.	.	.	.	.	5	7	9
Bulgarien	.	.	.	.	.	.	4	9
Ungarn	.	.	.	.	.	.	.	7
Irland	.	.	.	.	.	.	4	3
Malta	.	.	.	.	.	2	2	1
Zypern	.	.	.	.	.	1	1	1
Estland	.	.	.	.	.	7	1	0

1) Schätzung: F.O. Licht; September 2007

Quellen: European Biodiesel Board; F.O.Licht

zur Ethanolherzeugung eingesetzt. Dies entspricht bei einem angenommenen Ertragsdurchschnitt von 5,0 t/ha einem Flächenbedarf von rund 600.000 ha Anbaufläche. Zur Erzeugung der für 2007 geschätzten 2,3 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol wären zusätzlich noch rund 100.000 ha Zuckerrübenfläche erforderlich. In einer mittelfristigen Studie bis ins Jahr 2013 sieht die EU einen Bedarf von rund 18,6 Mio. t Getreide sowie 2,2 Mio. t Zucker (entspricht ca. 13,75 Mio. t Zuckerrüben) zur Ethanolherzeugung. Dies entspräche einem Flächenbedarf von rund 3,7 Mio. ha Getreide und rund 210.000 ha Zuckerrüben.

Zur Erfüllung der EU-Beimischquote von 5,75 % in 2010 wären rund 9,3 Mio. t Ethanol erforderlich, geht man von einem Ottokraftstoffverbrauch von rund 100 Mio. t in der EU-27 aus. 2020 läge der Bedarf, unterstellt man ebenfalls 100 Mio. t Ottokraftstoffverbrauch bei rund 16,2 Mio. t zur Erfüllung der Zielquote von 10 %.

**Deutschland** -  16-7 Die Bioethanolproduktion 2007 belief sich in Deutschland auf rund 394.000 m<sup>3</sup> und war damit leicht rückläufig gegenüber dem Vorjahr (Vj. 431.000). Wesentlicher Auslöser für diesen Rückgang waren die hohen Getreidepreise. Derzeit sind 7 Werke mit Standorten im Osten und Norden Deutschlands in Betrieb. Deren Verarbeitungskapazität beläuft sich in der Summe auf rund 620.000 m<sup>3</sup> jährlich. Nach Angaben des BDBe (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V.) ist in Deutschland ein weiterer Ausbau der Kapazitäten im Gang. In den kommenden Jahren könnte die Ausweitung nach dem derzeitigen Stand der Planungen bis zu 0,85 Mio. m<sup>3</sup> betragen. Auch die geplanten Standorte liegen überwiegend im Osten und Norden der Republik, alle mit Anbindung an Wasserwege.

Zum 1.1.2007 trat in Deutschland das Biokraftstoffquotengesetz in Kraft, die Höhe der Quote wurde anschließend im Bundes-Immissionsschutzgesetz verankert.

Tab. 16-9 Biodieselproduktion (Faustzahlen)

Rohstoffbasis	Ertrag je Einheit			Ertrag je Hektar		
	in t FM/ha	Ölgehalt	Ausbeute	Ölertrag in kg/ha	Biodiesel in l/ha	Diesel- äquivalente in l/ha ▼
		in %	in kg/t FM			
Palmöl <sup>1)</sup>	.	12-25	.	5.000	5.810	5.380
Rapsaat	4,0	40-48	400	1.600	1.860	1.720
Sojabohnen	2,8	18-22	200	560	650	600

FM = Frischmasse  
 1) Ölerträge je nach Palmenart, Standort, Entwicklung und Pflege zwischen (2,5) - 4 - (6) t

Quellen: TFZ Straubing; Berechnungen LLM

Für 2007 sah das Gesetz eine verbindliche Beimischquote von 1,2 % zu Ottokraftstoff vor. Die Quoten beziehen sich auf den Energiegehalt der Kraftstoffe. Geht man davon aus, dass in Deutschland jährlich rund 22 Mio. t Ottokraftstoffe verbraucht werden ergeben sich folgende Beimischmengen zur Erfüllung der gültigen Unterquote. 2007: (Quote = 1,2 %; Ethanolbedarf = 430.000 t); 2008: (2,0 %; 715.000 t); 2009: (2,8 %; 1.000.000 t). Mit Änderung der Biokraftstoffgesetzgebung Ende 2008 wurde allerdings die ursprünglich für 2010 geplante Erhöhung der Ethanol-Mindestquote auf 3,6 % verworfen. Die Mindestquote soll, vorausgesetzt die Änderungen treten wie geplant in Kraft, auf der für 2009 geplanten Höhe von 2,8 % bis zum Jahr 2014 verharren. Danach soll die Industrie dazu verpflichtet werden, einen Mindestanteil an Otto- und Dieselmotorkraftstoff ersetzenden Biokraftstoffes in Verkehr zu bringen, der eine stufenweise Minderung der gesamten Treibhausgasemissionen der Kraftstoffe von mindestens 3 % ab 2015, 4,5 % ab 2017 und 7 % ab 2020 bewirkt.

Bei 100 %iger Selbstversorgung wären ab 2009 zur Bereitstellung folgende Flächen erforderlich (Annahme: 70 % aus Getreide; 30 % aus Zuckerrüben): Getreide: ca. 2,36 Mio. t; rund 300.000 ha (Durchschnittsertrag 8 t/ha); Zuckerrüben: ca. 60.000 ha. Damit wäre aber nur die Mindestquote von 2,8 % abgedeckt. Aufgrund der aktuellen Diskussion um die (Nicht-) Eignung der Fahrzeugflotte für E10 geht man derzeit davon aus, dass die ab 2009 gültige Gesamtquote eher mit Biodiesel als mit Bioethanol erfüllt werden wird.

Die weitere Entwicklung der Ethanolproduktion in Deutschland ist z.Z nur schwer prognostizierbar. Die Industrie beklagt die abermalige Veränderung der politischen Vorgaben entgegen ihrer Belange und spricht von existenzgefährdenden Entwicklungen. Die Politik indes beteuert jedoch, von der Notwendigkeit der Biokraftstoffe überzeugt zu sein, dennoch seien die aktuellen Anpassungen unumgänglich.

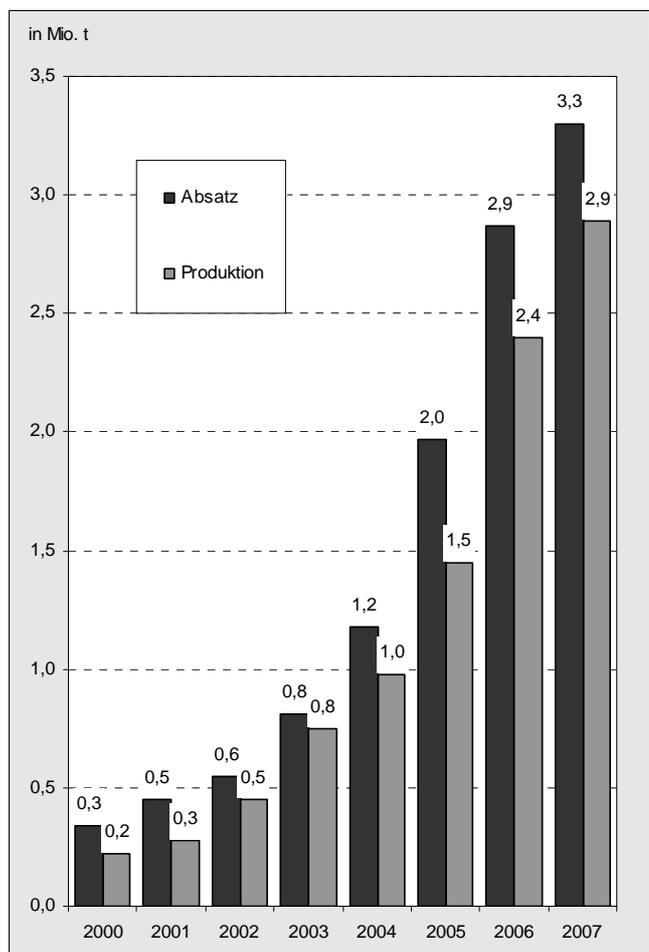
### 16.1.5 Biodiesel

 **16-8**  **16-9** Biodiesel lässt sich durch Veresterung aus pflanzlichen Ölen oder auch tierischen Fetten

herstellen. Als Rohstoffe finden weltweit Rapsöl, Sojaöl, Palmöl, Sonnenblumenöl, Jatropha, Rhizinus oder auch pflanzliche und tierische Altöle sowie tierische Fette Verwendung.

**Welt** - Die Weltproduktion 2007 an Biodiesel wird von F.O.Licht auf rund 9,4 Mio. t geschätzt. Dies bedeutet eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr um knapp 50 %. Etwas über 60 % der Weltproduktion erfolgt in der EU-27, gefolgt von den USA mit einem Anteil von rund 16 %. Wichtigste Rohstoffbasis der Biodieselherstellung in der EU ist Raps, während in den USA auch zunehmend Soja verwendet wird. Weltweit ist seit 2006 in den Erzeugerregionen von Palmöl (Indonesien, Malaysia, Thailand) und Soja (Brasilien, Argentinien) ein Aufbruch in der Biodieselherstellung spürbar. Das Interesse an Biodiesel erwachte v.a. im Zusammenhang mit dem starken Anstieg der Ölpreise in dieser Periode. In einem Szenario mit Zeithorizont 2010 erwartet F.O.Licht eine Verdoppelung der Weltproduktion auf 20,5 Mio. t jährlich. Schwerpunkte der Erzeugung lägen nach der Studie in der EU (12,8 Mio. t; Rohstoffbasis überwiegend Raps, etwas Soja), Amerika (4,4 Mio. t; vorwiegend Soja) und Asien (3 Mio. t; vorwiegend Palmöl, etwas Soja).

**EU** - Die Herstellung von Biodiesel hat in der EU schon gewisse Tradition. Bereits zur Jahrtausendwende wurden rund 700.000 t hergestellt. Diese Entwicklung wurde insbesondere auch durch die Flächenstilllegungsregelungen der EU getragen. Hier war verankert, dass der Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen sich nicht negativ auf die Prämienzahlungen auswirkt. Der NawaRo-Rapsanbau weitete sich nach und nach aus und die Ernte wurde zu Biodiesel verarbeitet. Die Verarbeitungskapazitäten wuchsen in den folgenden Jahren jeweils zwischen 30-70 %, immer mehr EU-Staaten nahmen die Produktion auf. 2007 wurde in der EU gut 5,7 Mio. t Biodiesel erzeugt. Größter Hersteller ist Deutschland mit einem Anteil von rund 50 % der EU-Erzeugung. Es folgen, allerdings mit deutlichem Abstand, Frankreich, Italien, Österreich und Großbritannien. In einer Studie von F.O.Licht wird prognostiziert, dass der Schwerpunkt der europäischen Biodieselproduktion 2010 in Frankreich (3,1 Mio. t), Deutschland (2,2 Mio. t), Spanien (1,8 Mio. t) und Italien

**Abb. 16-6 Entwicklung des Biodieselmärktes in Deutschland 2000 - 2007**

Quellen: Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.; European Biodiesel Board

(1,0 Mio. t) liegt. Ob und in welchem Umfang solche Planzahlen Realität werden, lässt sich nur schwer abschätzen. Festzustellen ist, dass der Ausbau der Verarbeitungskapazitäten trotz der deutlich gestiegenen Rohstoffpreise weiterhin statt findet.

**Deutschland** -  **16-6** Die Biodieselproduktion 2007 belief sich in Deutschland geschätzt auf 2,9 Mio. t. Der Inlandsverbrauch wird ebenfalls auf rund 2,9 Mio. t taxiert, davon gut 1 Mio. t Biodiesel als Beimischungs-komponente (rechnerisch erreichte Beimischungsquote = 4,8 %), 1,3 Mio. t Biodiesel als Reinkraftstoff und 550.000 t Pflanzenöl als Kraftstoff. Erste Zahlen für 2008 zeichnen in der Summe ein ähnliches Bild beim Verbrauch von Biodiesel & PÖL, allerdings nimmt der Beimischungsanteil zu, während die Verwendung von B100 und Pflanzenölkraftstoff deutlich rückläufig ist.

Nach Angaben des VDB (Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.) sind derzeit bundesweit knapp 40 Werke mit einer Kapazität von 4,3 Mio. t in Betrieb, wobei eine deutliche Konzentration der Standorte im Norden und Osten festzustellen ist. Weitere Werke sind

in Planung, so dass in naher Zukunft eine Kapazität um 5 Mio. t erreicht sein könnte.

Biodiesel war bis Inkrafttreten der neuen Rechtslage 2006 (Energiesteuergesetz in Verbindung mit dem Biokraftstoffquotengesetz) am Kraftstoffmarkt sowohl als Beimischungs-komponente als auch als Reinkraftstoff (B100) ökonomisch attraktiv, da er von der Mineralölsteuer befreit war. Inzwischen wird Biodiesel in der Beimischung mit dem vollen Steuersatz belegt, Reinkraftstoff B100 unterliegt einem stufenweisen Besteuerungsmodell. Aktuell, so die Befürchtungen der Branche, führt die Besteuerung von B100 zu dessen Aus. 2008 galt ein Steuersatz von rund 15 ct/Liter, 2009 sollte dieser ursprünglich auf 21 ct/Liter steigen. Die Bundesregierung hat die Steuerstufe 2009 inzwischen halbiert, B100 wird ab den 1.1.2009 mit rund 18 ct/Liter besteuert. Dennoch befürchtet die Branche derzeit, dass B100 in 2009 praktisch nicht absetzbar sein wird, da er in der Summe an der Zapfsäule teurer sein wird als herkömmlicher Dieselmotorkraftstoff. Zusammen mit der Kürzung der Gesamtquote auf 5,25 % befürchtet die Industrie daher einen deutlichen Einbruch im Absatz von Biokraftstoffen und spricht von existenzgefährdenden Veränderungen der Rahmenbedingungen.

Zur Erfüllung der Beimischquote (Unterquote = 4,4 % ab 2007) ist ein Volumen von rund 1,4 Mio. t erforderlich. Für 2009 geht die UFOP allerdings davon aus, dass die Gesamtquote überwiegend durch den Einsatz von Biodiesel als B7 erfolgen wird und errechnet daraus einen Bedarf von rund 2,2 Mio. t Biodiesel für das Jahr.

### 16.1.6 Biogas

Biogas entsteht durch anaeroben Abbau organischer Substanz, sei es beim Abbau der organischen Fraktion fester kommunaler Abfälle, anderer organischer Reststoffe und Abfälle oder aber bei der gezielten Fermentation von Energiepflanzen. Das Gas enthält 2 Hauptkomponenten, den Energieträger Methan (ca. 45-65 %) sowie CO<sub>2</sub>. Spurengase, die Schwefel oder Stickstoff enthalten, kommen i.d.R. nur in geringen Mengen (< 2 %) vor. Nach dem Abbau durch verschiedene anaerobe Bakterienstämme findet sich ca. 90 % des Energiegehaltes der abgebauten organischen Substanz im Methan wieder.

Biogas wird weltweit bereits seit langem energetisch genutzt. Faulgase aus Klärwerken oder Deponiegase werden in vielen Ländern häufig in großen Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung verwendet. Klein- und Kleinstanlagen decken in Nepal (50.000 Fermenter) und China (geschätzt 8 Mio. Fermenter) den Energiebedarf zum Kochen und für Licht in Einzelhaushalten. Rohstoffbasis dieser Anlagen bilden organische Abfälle und Exkrememente.

Tab. 16-10 Primärenergie-Erzeugung aus Biogas in Europa

in PJ (PJ = 10 <sup>15</sup> Joule)	2006				2007			
	Deponie- gas	Klär- gas	Sonst. Biogas <sup>1)</sup>	Gesamt	Deponie- gas	Klär- gas	Sonst. Biogas <sup>1)</sup>	Gesamt ▼
<b>EU- 25</b>	<b>113,07</b>	<b>36,33</b>	<b>55,72</b>	<b>223,86</b>	<b>121,63</b>	<b>37,15</b>	<b>88,26</b>	<b>247,04</b>
<b>Deutschland</b>	<b>16,04</b>	<b>11,31</b>	<b>42,36</b>	<b>80,52</b>	<b>17,43</b>	<b>11,31</b>	<b>71,03</b>	<b>99,78</b>
Großbritannien	55,20	7,54	0,00	71,01	60,00	8,00	0,00	68,00
Italien	14,13	0,04	1,88	14,81	14,98	0,04	1,99	17,01
Spanien	10,52	2,03	0,83	13,99	10,87	2,06	0,89	13,82
Frankreich	6,30	6,03	0,15	9,50	6,75	6,04	0,15	12,95
Niederlande	1,93	2,01	1,97	4,98	1,81	2,01	3,47	7,29
Österreich	0,47	0,15	4,33	4,94	0,45	0,08	5,29	5,82
Dänemark	0,60	0,88	2,41	3,94	0,60	0,88	2,62	4,10
Belgien/Luxemburg	2,14	0,74	0,77	3,86	2,01	0,75	0,94	3,71
Tschechische Republik	1,03	1,30	0,33	2,51	1,23	1,34	0,71	3,29
Polen	0,79	1,80	0,02	3,93	0,80	1,80	0,02	2,62
Griechenland	0,89	0,36	0,00	2,91	1,59	0,41	0,00	2,00
Irland	1,06	0,21	0,08	1,45	1,00	0,33	0,07	1,40
Schweden	0,39	0,72	0,03	1,39	0,39	0,72	0,03	1,13
Finnland	1,09	0,44	0,00	2,66	0,43	0,43	0,00	0,86
Ungarn	0,05	0,33	0,13	0,44	0,09	0,52	0,24	0,85
Portugal	0,00	0,00	0,39	0,39	0,00	0,00	0,64	0,64
Slowenien	0,29	0,05	0,02	0,35	0,32	0,03	0,16	0,50
Slowakei	0,02	0,29	0,02	0,21	0,02	0,32	0,02	0,36
Estland	0,13	0,05	0,00	0,05	0,13	0,05	0,00	0,18
Malta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1) Dezentrale landwirtschaftliche Biogasanlagen, Kommunale Abfallvergärung, Zentrale Kofermentations-Anlagen

Quelle: EurObserver

In jüngster Vergangenheit entstanden in einigen europäischen Ländern eine Vielzahl mittlerer und größerer Anlagen. In Deutschland, Österreich und der Schweiz wurden diese Anlagen überwiegend auf landwirtschaftlichen Betrieben gebaut, anfänglich mit dem Schwerpunkt der Nutzung von Gülle und Festmist. Inzwischen steht bei den meisten Anlagen die Biogaserzeugung aus Energiepflanzen im Vordergrund. Etwas andere Konzepte werden in Dänemark und Schweden verfolgt, wo in größeren, in Kooperation betriebenen zentralen Anlagen Stallmist, Gülle und landwirtschaftliche Abfälle vergoren werden. Die Ko-Fermentation in größeren zentralen Anlagen, so eine Studie der IEA (International Energy Agency), bei der eine Vielzahl von Substraten (organische Abfälle aus Industrie und Landwirtschaft, Energiepflanzen, etc.) vergoren werden, gewinnt weltweit, sei es in Europa, den USA oder Asien, an Bedeutung.

Bei der Biogasverwertung stehen die Pfade „Wärmenutzung“ und „Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung“ derzeit noch im Vordergrund. Vor allem in mittleren und kleineren Anlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben ist dieses Konzept Standard. Allerdings kann wegen fehlender Verwertungsmöglichkeiten in einer Vielzahl von Fällen die anfallende Wärme nur unzureichend genutzt werden, was die Energieeffizienz dieser Anlagen mindert. Als zukunftsfähige Nutzungskonzepte werden derzeit die „Biogaseinspeisung“ ins Gasnetz, die Herstellung von „Bio-Flüssiggas als Kraftstoff“ sowie die Verwendung von Biogas in „Brennstoffzellen“ mit

dem Ziel der Praxisreife weiterentwickelt. Verschiedene Beispiele wie die Biogas-Kraftfahrzeugflotte in Schweden zeigen, dass diese Pfade durchaus Erfolg versprechend sein können. Im Gegensatz zu den bisherigen üblichen Nutzungsformen ist allerdings in allen Fällen eine oft umfangreiche Aufbereitung des Gases erforderlich. Diese lässt sich umso effizienter und ökonomischer gestalten, wenn ausreichend große Mengen Roh-Biogas am Standort der Aufbereitung zur Verfügung stehen. Insofern könnte der in der Praxis zu beobachtende Trend zu immer größeren Anlagen zusätzlich an Schwung gewinnen.

**EU - 16-10** Die Primärenergieerzeugung aus Biogas betrug in der EU 2007 rund 247 PJ. Das entspricht einem Anteil am Primärenergieverbrauch von knapp 0,35 %. Größter Biogaserzeuger war wiederholt Deutschland mit knapp 100 PJ, nachdem sich die landwirtschaftliche Biogaserzeugung hier inzwischen deutlich entwickelt hat. An 2. Stelle rangiert Großbritannien mit 68 PJ, mit deutlichem Abstand folgten Italien, Spanien und Frankreich. Diese 5 Staaten zusammen erzeugen und verwerten rund 85 % des europäischen Biogases. Während in der überwiegend Zahl der Mitgliedstaaten der Schwerpunkt auf der Nutzung von Deponie- und Klärgas liegt wird v.a. in Deutschland, aber auch in Österreich und Dänemark ein Schwerpunkt in der landwirtschaftlichen Biogasnutzung (Kategorie „Sonst. Biogas“) erkennbar.

Tab. 16-11 Biogas - Erzeugung (Faustzahlen)

Rohstoffbasis	Substrat- menge	Biogas- ertrag	Methan- gehalt	Ertrag je ha bzw. je GV		
	in t FM/ha	in Nm <sup>3</sup> /t	in %	Biogas in Nm <sup>3</sup> /ha	Methan in Nm <sup>3</sup> /ha	Diesel- äquivalente in l/ha ▼
Maissilage	50,0	210	52	10.500	5.460	5.550
GPS <sup>1)</sup>	35,0	200	52	7.000	3.640	3.700
Getreide (Korn)	8,0	685	53	5.480	2.900	2.950
Grassilage (4 Nu.)	35,0	185	54	4.630	2.500	2.610
	in t FM*/GV	in Nm <sup>3</sup> /t	in %	in Nm <sup>3</sup> /GV	in Nm <sup>3</sup> /GV	in l/GV
Rindermist	10,0	90	55	900	500	500
Rindergülle	30,0	24	55	720	400	400
Schweinemist	6,4	83	60	530	320	320
Schweinegülle	13,6	20	60	270	160	170

FM = Frischmasse

1) GPS = Ganzpflanzensilage Getreide

Quellen: KTBL; Staatl. Biogasberatung B.-W.; LLM Schwäbisch Gmünd (eigene Berechnungen)

**Deutschland** -  16-11  16-7 Mit Inkrafttreten des novellierten EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) im Jahr 2004 erlebte die Biogasbranche in Deutschland einen regelrechten Boom. Der jährliche Anlagenzubau stieg ebenso steil wie die installierte elektrische Leistung je Einzelanlage. In den Jahren 2007 und 2008 erlebte die Branche dann deutliche Rückgänge. Grund hierfür waren im Wesentlichen die erheblich gestiegenen Kosten für die Rohstoffe. Ende 2008 waren in Deutschland knapp 4.000 Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.400 MW<sub>el</sub> in Betrieb. Die Durchschnittsgröße der Anlagen liegt zwischenzeitlich bei rund 350 kW<sub>el</sub>. Für 2009 erwartet der Fachverband Biogas e.V. eine weitere Steigerung der Anlagenzahl auf rund 4.800 Anlagen mit einer Leistung von über 1.600 MW<sub>el</sub>. Als Grund für diese gute Prognose benennt der Verband die günstigen Rahmenbedingungen, welche durch die Novellierung des EEG zum 01.01.2009 in Kraft treten.

Die Stromerzeugung belief sich in 2006 auf 15 PJ (ca. 2.800 GWh), in 2007 auf 26,7 PJ (7.430 GWh). Insgesamt trugen die erneuerbaren Energien rund 315 PJ (14,2 %) zum Bruttostromverbrauch von 2.223 PJ im Jahr 2007 bei. Biogas (inkl. Klär- und Deponiegas) stellte dabei mit 34,3 PJ einen Anteil von 11 % am Beitrag der EE, in Bezug auf den gesamten Bruttostromverbrauch lag der Beitrag der Biogasbranche bei gut 1,5 %.

Als Rohstoffe werden Gülle und Festmist sowie in einzelnen Fällen auch industrielle und kommunale Reststoffe oder Abfälle eingesetzt. Von inzwischen größter Bedeutung ist allerdings der Einsatz von Energiepflanzen. Insgesamt wurden 2007 nach Erhebungen der BLE rund 302.000 ha Energiepflanzen zur Biogasherstellung angebaut. Rund 245.000 ha Silomais, CCM (Corn-Cob-Mix) und LKS (Lieschkolben-Silage) wurden nach Angaben des DMK (Deutsches Maiskomitee) 2007 auf Stilllegungs- und Energiepflanzenflächen zur

Verwendung als Ko-Substrate erzeugt. Mais ist damit derzeit mit einem Anteil von 80 % bei den Energiepflanzen aufgrund seines hohen Ertragspotentials die Nr. 1. Noch nicht erfasst sind hierbei Energiepflanzenanbauflächen, die weder der Stilllegung unterliegen bzw. für die keine Energiepflanzenprämie beantragt wurde.

Rechnerisch wird rund 0,4 bis 0,5 ha Maisanbaufläche benötigt, um das Futter für 1 kW BHKW-Leistung über das Jahr bereit zu stellen (Berechnungsbasis: 7.500 Betriebsstunden jährlich). Zur „Fütterung“ der inzwischen installierten Leistung von 1.400 MW<sub>el</sub> ausschließlich mit Mais wären ca. 560 bis 700.000 ha Anbaufläche erforderlich. Allerdings werden geschätzt 30-40 % der Biogasleistung durch Substrate wie Gülle, Stallmist sowie kommunale und industrielle Abfälle gedeckt. Insofern dürfte der Flächenbedarf für Energiepflanzen 2007 in der Summe bei 450-500.000 ha gelegen haben, wie Schätzungen der FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) bestätigen.

Die größte Anzahl an Biogasanlagen befindet sich in Bayern. Knapp über 1.400 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 350 MW<sub>el</sub> waren 2007 am Netz. Dies entspricht einem Anteil von über 30 % am bundesdeutschen Biogasmarkt. Ebenso hoch liegt der Anteil Niedersachsens mit rund 700 Anlagen (knapp 380 MW<sub>el</sub>). Baden-Württemberg liegt an 3. Stelle mit rund 550 Anlagen und einer Leistung von rund 130 MW<sub>el</sub>. Auffallend ist, dass die durchschnittliche Anlagengröße in den südlichen Bundesländer deutlich niedriger liegt als im Norden und im Osten. Eine durchschnittliche Anlage in Niedersachsen liegt bei 550 kW<sub>el</sub>, eine Anlage in Bayern oder Baden-Württemberg bei 220 bis 240 kW<sub>el</sub>.

**16.1.7 Sonstige energetische Verwertungspfade**

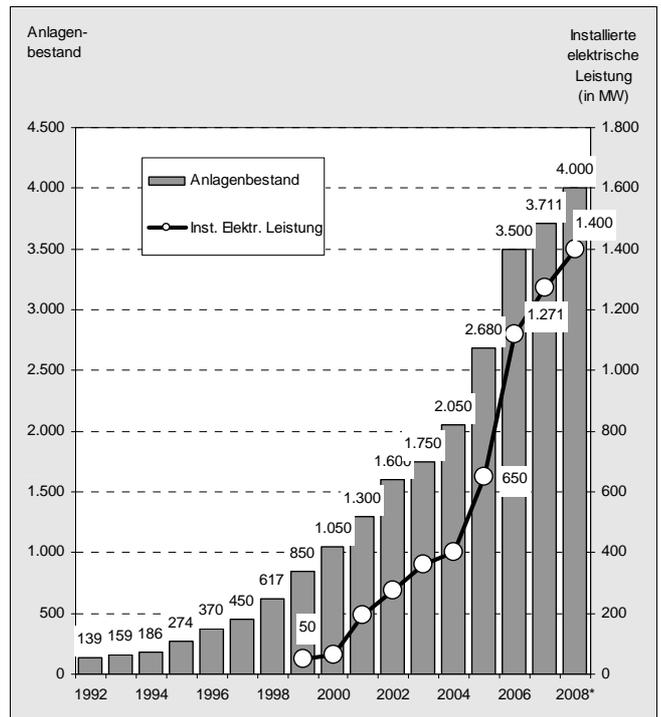
Neben den bisher genannten Pfaden zur energetischen Nutzung von Biomasse gibt es in Deutschland eine Reihe weiterer Entwicklungen, die allerdings aus heutiger Sicht noch keine oder nur geringe Marktbedeutung haben.

**Strom (und Wärme), Erzeugung mittels Pflanzenöl-BHKW** - Für diesen Verwertungspfad ist die Datenlage insgesamt sehr dünn. Auf Bundesebene wurde eine Erhebung im Rahmen des Monitoring des EEG vom Institut für Energetik (IE Leipzig) durchgeführt. In Deutschland sind rund 1.800 Pflanzenöl-BHKW mit einer Gesamtleistung von 237 MW<sub>el</sub> installiert (2003 lag die Zahl bei rund 160 Anlagen mit rund 12 MW<sub>el</sub>). Rund 60 % der Anlagen liegen im Leistungsbereich unter 100 kW<sub>el</sub>. Bei den kleineren Anlagen kann man davon ausgehen, dass sie überwiegend Raps- bzw. Sojaöl als Kraftstoff nutzen. Große Anlagen über 100 kW<sub>el</sub> nutzen als Kraftstoff überwiegend Palmöl, gelegentlich auch Sojaöl. Der Flächenbedarf (regional, national und europäisch) der Pflanzenöl-BHKW-Branche dürfte noch eine untergeordnete Rolle spielen. Das benötigte Öl wird überwiegend importiert.

**Biokraftstoffe der 2. Generation** - Die so genannten BTL-Kraftstoffe (biomass to liquid) befinden sich derzeit noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium. Die Erzeugung von BTL soll überwiegend aus Waldrestholz oder Getreidestroh erfolgen, so dass zunächst nicht von einem zusätzlichen Ackerflächenbedarf für diesen Verwertungspfad ausgegangen werden muss.

**Getreide zur thermischen Nutzung** - Die thermische Nutzung von Getreidekorn hat derzeit noch keine große Bedeutung. Bisher sind in Deutschland nur wenige Anlagen in Betrieb, was v.a. darauf zurück zu führen ist, dass in der bislang gültigen 1. BImSchV Getreidekorn keine Zulassung als Regelbrennstoff hat. In der novellierten Regelung ist andiskutiert, Getreide zwar als Regelbrennstoff aufzunehmen, allerdings sollen mit der Neuregelung auch ambitionierte Abgasgrenzwerte für alle festen Brennstoffe einschließlich Getreide formuliert werden, da dieser Bereich seit langem einen Anpassungsbedarf an die moderne Feuerungstechnik aufweist. Der Flächenbedarf zur Brennstoffbereitstellung für die thermische Verwertung von Getreide ist noch zu vernachlässigen. Ob und in welchem Umfang sich dieser Nutzungspfad weiter entwickeln wird lässt sich derzeit nur schwer abschätzen. Mit der Diskussion „Teller oder Tank“ ist Getreide als Brennstoff wieder ins Gerede geraten, erste Stimmen werden laut, Getreidekorn doch nicht als Regelbrennstoff zu definieren. Immer wieder zu hinterfragen ist auch die Wirtschaftlichkeit. Die starken Preisschwankungen, sowohl an den Energie- als auch den Agrarmärkten machen eine laufende Neubewertung der Frage erforderlich. Lässt sich günstiges, nicht für Nahrung oder Futter geeignetes Getreide

**Abb. 16-7 Biogasnutzung in Deutschland**



Quelle: Fachverband Biogas e.V., Stand 09/2007

einsetzen wäre eine thermische Verwertung sicherlich ökonomisch sinnvoll.

**Kurzumtriebsplantagen, Miscanthus und andere Biomasse zur thermischen Nutzung** - Derzeit ist nur eine überschaubare Anzahl von Ackerflächen in Deutschland mit Kulturen wie Energieholz-Kurzumtrieb, Miscanthus oder anderer Biomasse zur thermischen Nutzung bepflanzt. Eine zuverlässige Prognose lässt sich hier kaum erstellen. Pellethersteller signalisieren aktuell zwar Interesse an einer Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft im Bereich von Kurzumtriebsplantagen.

**Tab. 16-12 Anbau Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland**

in ha	2007	2008
<b>NawaRo</b>	<b>2.044.600</b>	<b>2.027.500</b>
Industriestärke	128.000	128.000
Industriezucker	22.000	22.000
technisches Rapsöl	100.000	100.000
techn. Sonnenblumenöl	8.500	10.000
technisches Leinöl	3.100	3.500
Faserpflanzen	2.000	2.000
Heil- und Färbepflanzen	10.000	10.000
<b>Industriepflanzen</b>	<b>273.600</b>	<b>275.500</b>
Raps (Biodiesel/Pflanzenöl)	1.120.000	1.000.000
Zucker/Stärke (Bioethanol)	250.000	250.000
Pflanzen für Biogas	400.000	500.000
Sonstiges	1.000	2.000
<b>Energiepflanzen</b>	<b>1.771.000</b>	<b>1.752.000</b>

Quelle: FNR

Ob und ggf. in welchem Umfang sich hier Entwicklungen ergeben ist noch nicht absehbar, zumal die Wirtschaftlichkeit des Anbaus immer noch schwer darstellbar ist. Hemmend wirkt sich für die Landwirte auch aus, dass eine langfristige Bindung der Flächen erforderlich ist.

## 16.2 Stoffliche Nutzung

**Deutschland** -  **16-12** Zahlreiche Rohstoffe aus Land- und Forstwirtschaft sind aus der industriellen Verwendung nicht mehr weg zu denken. Nachwachsende Rohstoffe bieten in vielen Bereichen effektive und interessante Alternativen zu fossilen Rohstoffen. Zumal deren Vorräte begrenzt sind und die Nutzung oftmals mit ökologischen Nachteilen verbunden ist.

Die stoffliche Nutzung wies in den vergangenen Jahren im Gegensatz zur energetischen Nutzung nur geringe Wachstumsraten auf. Insgesamt werden auf geschätzt 275.500 ha Fläche landwirtschaftliche Rohstoffe für die Industrie erzeugt. Rund 46 % entfallen hiervon auf die Stärkeproduktion mit Schwerpunkt im Kartoffelanbau. Technische Öle (Raps, Sonnenblumen und Leinsaat)

stellen zusammen einen Anteil von knapp 41 %. Die restlichen Anteile entfallen auf Industriezucker sowie Heil- und Färberpflanzen.

Die Verwendungsmöglichkeiten indes sind vielfältig. Die Herstellung technischer Öle und Schmierstoffe mit geringer Umwelttoxizität gehört ebenso dazu wie die Herstellung von Dämm- und Baustoffen. Naturfaserverstärkte High-Tech-Kunststoffe, Fasern für Bekleidung, Rohstoffe für Kosmetika und Arzneimittel und auch Rohstoffe zur Herstellung chemischer Komponenten wie Tenside, Farben etc. gehören zum Leistungsspektrum der Rohstoffe aus der Landwirtschaft. In einer Tagung zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe für die Industrie“, welche im November 2008 in Berlin stattfand, wurde deutlich, dass der Bereich stoffliche Nutzung erst am Anfang der sich bietenden Möglichkeiten steht. Zwar werden gewisse Schwerpunkte v.a. im Bereich der Holznutzung gesehen, in diesem Zusammenhang wurde aber auch auf das Thema „Schnellwachsende Hölzer“ auf Ackerflächen abgehoben. Insofern scheint auch die stoffliche Nutzung von Biomasse am Beginn bedeutender Entwicklungen zu stehen.