

## 15 NawaRo

*Der Anbau nachwachsender Rohstoffe (NawaRo) hat sich weltweit als wichtiger Produktionssektor in der Landwirtschaft etabliert und gewinnt weiter an Bedeutung. Insbesondere im Energiesektor finden Agrarrohstoffe zunehmend Verwendung. Vor allem die stark wachsende Verwendung von Biomasse für die Herstellung von Biotreibstoffen beflügelte in den zurückliegenden Jahren die Nachfrage. Treiber ist neben ökonomischen Erwägungen in vielen Ländern auch der politische Wille, mit Hilfe von Biomasse als Energierohstoff eine gewisse Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern aufzubauen. Auch wenn diese Entwicklung in Europa zwischenzeitlich zunehmend kritisch betrachtet wird, lässt sich weltweit noch kein Ende des Wachstums erkennen.*

Die Bereitstellung von Getreide und Ölsaaten als Energieträger gehörte schon seit alters her neben der Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln zu den Hauptaufgaben der Landwirtschaft. Verwendung fanden die NawaRo schon immer als Futter für die Zugtiere, in der industriellen Weiterverarbeitung sowie in der Erzeugung von Wärme, Strom und Kraftstoffen. Die Bedeutung von Agrarerzeugnissen als Rohstoff im Energiesektor hat sich aber nach der Jahrtausendwende erheblich verändert. Neben der traditionellen Nutzung als Wärmeträger werden heute Agrarrohstoffe als Ausgangsmaterial für Biokraftstoffe der ersten Generation sowie zur Erzeugung von Biogas eingesetzt. Neben der Tatsache, dass sich Agrarrohstoffe im Energiesektor ökonomisch attraktiv verwerten lassen werden drei weitere Hauptargumente angeführt. Zum einen steht die Aussage, dass Energie oder Energieerzeugnisse aus NawaRo dem Klimaschutz dienen, da diese weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral seien oder zumindest gegenüber der Nutzung fossiler Energieträger eine günstigere CO<sub>2</sub>-Bilanz aufweisen. Als zweiter Punkt wird angeführt, dass durch Bioenergie die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, welche nicht unbegrenzt verfügbar sind, verringert werden kann. Drittens sei mit dem Anbau von NawaRo 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, Tank; oder englisch die drei f: food, feed, fuel).

Hinzu kommt, dass bei der Frage der energetischen Verwendung von Agrarrohstoffen auch nationale Interessen deutlich zum Tragen kommen. Insbesondere Länder, welche Agrarrohstoffe in großem Umfang exportieren, nutzen mit der inländischen energetischen Verwertung die oben genannten Vorteile. So verarbeitet die weltweit wichtigste Getreideexportnation USA rund 40 bis 45 % ihrer Maisernte zu Bioethanol. Argentinien, eine der drei wichtigsten Exportnationen für Soja verarbeitet zunehmend die Bohnen inländisch und erzeugt aus dem gewonnenen Sojaöl große Mengen an

Biodiesel. In den Export gehen vorwiegend Nachprodukte wie Schrote, Pflanzenöle und Biodiesel, wodurch erreicht wird, dass ein großer Teil der Wertschöpfung im Land bleibt. Ähnliche Tendenzen lassen sich in Brasilien erkennen. Aber auch die wichtigsten Erzeuger für Palmöl, Indonesien und Malaysia, setzen zunehmend auf diesen Verwertungspfad. Dort wuchs in den zurückliegenden Jahren neben der Produktion von Palmöl auch die Biodieselproduktion überproportional.

Der Blickwinkel traditioneller Importeure, insbesondere der ärmeren Regionen der Welt, zeigt naturgemäß ein völlig anderes Bild. Eine weiter steigende Verwendung von NawaRo im Energiesektor führt zu einer Verknappung und damit tendenziell zu einer Verteuerung des Angebots auf dem Weltmarkt. In Summe beinhaltet damit das Thema Bioenergie auch erhebliche politische Sprengkraft.

Die starken Preisanstiege bei Agrarrohstoffen in der Saison 2007/08, in 2010/11 und erneut in 2012/13 bildeten daher den Nährboden für eine kontrovers geführte Diskussion. Das Schlagwort „Teller oder Tank“ umschreibt die Problematik. Viele Stimmen wurden laut, bei einem auf Dollarbasis in der Spitze um das drei- bis fünffache gestiegene Weltmarkt-Preisniveau für Getreide und Ölsaaten der Nutzung von Agrarrohstoffen für die Ernährung den Vorrang einzuräumen. Mancher fordert gar das Einstellen von Bioenergieprogrammen. Insbesondere die Biokraftstoffproduktion steht hierbei im Fokus der Kritik. Aktuell ist diese Diskussion zwar aufgrund der guten Versorgungslage sowohl im Getreide- als auch Ölsaatenbereich etwas in den Hintergrund gerückt, ein Wiederaufleben bei knapperer Versorgung ist jedoch zu erwarten.

Dennoch hält vielerorts die Politik weltweit am eingeschlagenen Weg fest. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand. Die traditionellen Exporteure von Agrargütern sehen im Biosprit mehrere Vorteile. Einerseits wird durch die inländische Produktion die Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten verringert, andererseits steht das Argument einer höheren inländischen Wertschöpfung

durch die eigene Verarbeitung. Zudem wirkt die Angebotsverknappung preisstützend, was naturgemäß im Interesse der Exporteure und der dortigen Erzeuger liegt.

Unter Berücksichtigung des ständig wachsenden Bedarfs an Lebens- und Futtermitteln wird es erforderlich sein, die weiteren Entwicklungen in zweierlei Hinsicht gewissenhaft zu verfolgen, zu prüfen und kritisch zu begleiten. Einerseits entfaltet eine Angebotsverknappung durch die Verwendung von Agrarrohstoffen für den Sektor Energie ihre Wirkung auf die Weltmarktpreise für Lebens- und Futtermittel, andererseits verursacht Bioenergie einen zusätzlichen Flächenbedarf, was letztlich auch Fragen in Sachen Umwelt- und Klimaschutz aufwirft.

Die Europäische Kommission hat Mitte 2015 zur Würdigung der Problematik einen ersten Schritt durch Änderung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RL 2009/28/EG) sowie der Kraftstoffqualitätsrichtlinie (RL 98/70/EG) gemacht. Es wurde festgelegt, dass aus Nahrungsmittelpflanzen gewonnene Biokraftstoffe nur bis zu 7 % auf das EU-Biokraftstoffziel 2020 von 10 % angerechnet werden können. Anrechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch globalen Landnutzungsänderungen war zwar im Vorfeld diskutiert worden, konkrete Vorschriften wurden bei den Änderungen der beiden oben genannten Richtlinien nicht festgeschrieben.

Die Betrachtungen in diesem Kapitel beschränken sich weitgehend auf die Erzeugung von NawaRo auf Acker- und Grünland mit einem Schwerpunkt im Bereich der energetischen Nutzung. Dieser Bereich des Biomasseanbaus hat in den vergangenen Jahren eine spürbare direkte Wirkung auf die verfügbaren Agrarbauflächen und die landwirtschaftlichen Märkte entwickelt. So hat eine ständig steigende Nachfrage nach Nahrungsmitteln und Futter in Verbindung mit der Nachfragesteigerung nach Energierohstoffen zwischenzeitlich das Preisniveau auf den Agrarmärkten angehoben. Dagegen wird auf die Bereiche Forst oder sonstige traditionelle Nutzung von Biomasse (v.a. zu Koch- und Heizzwecken) nur am Rande eingegangen.

## 15.1 Energetische Nutzung

### 15.1.1 Vorbemerkung Förderpolitik und Förderinstrumente

Wärmeerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen wurde weltweit schon immer praktiziert. Die Energieerzeugung bzw. die Erzeugung von Energieträgern aus NawaRo in den Bereichen Stromerzeugung und Biokraftstoffe hat sich dagegen, unterstützt durch eine im Einzelfall mehr oder minder gezielte Förderpolitik, erst seit der Jahrtausendwende nennenswert entwickelt. Die Hintergründe der Entwicklungen sind vielschichtig. Zum einen hat sich das Energiepreisniveau in den zu-

rückliegenden zwei Jahrzehnten deutlich erhöht. Kostete ein Barrel Rohöl im Zeitraum zwischen 1990 bis 2000 ca. 20-30 US-\$, so notierte das Barrel Öl im Juni 2008 bei knapp 144 US-\$. Aktuell (Mai 2016) notiert Rohöl nach einem beispiellosen Absturz der Preise bei rund 50 US-\$/Barrel. Der phasenweise hohe Ölpreis der zurückliegenden Jahre stimulierte vor allem die Entwicklungen im Bereich der Biokraftstoffe. Hinzu kommt, dass stark exportorientierte Agrarregionen wie die USA, Kanada, die EU-28 oder auch Brasilien, Argentinien, Malaysia und Indonesien im Ausbau der Biokraftstoffschiene einen attraktiven und alternativen Absatzkanal für Agrarprodukte sowie die Chance auf eine Steigerung der inländischen Wertschöpfung sehen. Gleichzeitig wird durch den Ausbau auch die starke Abhängigkeit von Rohölimporten in den Erzeugerländern vermindert. Letztlich wird mit einer solchen Politik auch eine Stärkung ländlicher Räume und Regionen verbunden. Für einige Länder spielt auch der Gedanke, bei dieser Entwicklung die Technologieführerschaft anzustreben, eine wichtige Rolle.

Die Energieerzeugung aus Biomasse hat in den zurückliegenden Jahren weltweit durch eine Reihe einzelstaatlicher Fördermechanismen erhebliche Unterstützung erfahren. Förderung war insbesondere deshalb von Nöten, da die Erzeugung von Biokraftstoffen gegenüber den fossilen Energieträgern nicht immer und überall voll wettbewerbsfähig ist. So beliefen sich die Herstellungskosten von Benzin oder Diesel nach Angaben der Aral 2012 bei einem Rohölpreis um 120 US-\$/Barrel auf 60 bis 70 Ct/l Diesel bzw. Ottokraftstoff. Aber es gibt durchaus auch Regionen und Länder mit ausgesprochen günstiger Kostenstruktur bei Biomasseerzeugung und -transformation. Dort ist es möglich, Biokraftstoffe zu wettbewerbsfähigen Kosten gegenüber ihren fossilen Alternativen zu erzeugen.

Die Mehrzahl der Regelungen zur Förderung von Bioenergie betrifft die Sektoren Biokraftstoffe (biofuels) sowie die Stromerzeugung. Als wichtigste Instrumente mit direkter Wirkung auf die Märkte sind gesetzliche Einspeisevergütungen für Strom (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 fördern, setzen dabei i.d.R. auf eine Mischung aus den genannten Instrumenten. Zusätzlich werden zunehmend Fördergelder in den Bereichen Forschung und Pilotprojekte eingesetzt.

**Einspeisevergütungen** - In der Praxis, so das GBEP (Global Bioenergy Partnership) Secretariat der FAO in Rom, haben sich Einspeisetarife, insbesondere dann, wenn sie differenziert auf die einzelnen Technologien der EE abgestimmt sind, als sehr effektives Instrument zur Förderung des Sektors erwiesen. Die Differenzierung sei insbesondere deshalb notwendig, da sich an-

sonsten nur die aktuell wirtschaftlichste Variante entwickeln würde, und dies wäre in Deutschland im Stromsektor zurzeit immer noch die Windkraft, wobei der Pfad Photovoltaik aufgrund stark gefallener Investitionskosten deutlich aufgeholt hat. 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 überwältigt. Die Erfahrungen mit Einspeisevergütungen im Bereich EEG in Deutschland zeigten in den vergangenen Jahren aber auch, dass zeitnahe Anpassungen an die Lernkurve der jeweiligen Technologie einerseits unabdingbar sind, andererseits aber auch wohl abgewogen werden müssen, um ins Rollen gekommene Entwicklungen nicht zu ersticken.

**Steuern/Zölle** - Steuervorteile werden nach wie vor als Förderinstrument eingesetzt, wenngleich auch deren Bedeutung zurückgeht. Sowohl die Biomasseerzeugung und -transformation, als auch der Handel mit Biomasse /-energie können durch aktive Steuerpolitik gelenkt werden. Steuerliche Begünstigungen wie teilweise oder vollständige Aussetzung z.B. der Mineralölsteuer, der Stromsteuer etc., oder zusätzliche Besteuerung nicht regenerativer Alternativen, können angewendet werden. Trotz der Tatsache, dass sich Steuerbegünstigungen als sehr effektives Instrument erwiesen haben, wurden sie in den vergangenen Jahren zunehmend durch andere Instrumente ergänzt oder ersetzt. Denn sie verursachen häufig nicht unerhebliche Belastungen für die Staatshaushalte. Beispielsweise wurde die Förderung der Biokraftstoffe in Deutschland 2006 von einem System der Steuerbefreiung auf ein Quotensystem umgestellt. Als Beispiel für die Lenkung des Handels mittels Zöllen seien hier die Importzölle der EU für Ethanol genannt. Ein weiteres Beispiel ist die Festsetzung differenzierter Exportsteuersätze, so z.B. umgesetzt von Argentinien für Sojabohnen, Sojaöl und Biodiesel. Mit höheren Zöllen auf Sojaöl im Vergleich zu Biodiesel bewirkt das Land, dass die Verarbeitung und damit die Wertschöpfung im Land gehalten werden kann. Durch diese Strategie verdreifachte Argentinien die inländische Sojaverarbeitung in den zurückliegenden 15 Jahren auf heute gut 45 Mio. t. Argentinien exportiert Soja überwiegend als Schrot (33 Mio. t), der Export ganzer Bohnen beschränkt sich hingegen auf rd. 11 Mio. t.

**Quotensysteme** -  15-1 Nahezu alle Staaten die erneuerbare Energien fördern haben inzwischen Quoten in Bezug auf Anteile der EE am Strom- oder Kraftstoffverbrauch festgesetzt oder sind dabei dies zu tun. In vielen Fällen wurden zwischenzeitlich unverbindliche Richtziele in konkrete Quoten mit entsprechenden Sanktionsmechanismen umgesetzt. Dies gilt vor allem für den Kraftstoffsektor, in welchem vielerorts Beimischungsquoten festgelegt wurden. Quotensysteme haben, ähnlich wie Einspeisevergütungen, den Vorteil

dass sie für die Staatshaushalte weitgehend kostenneutral gestaltet werden können. Denn hier besteht ebenfalls die Möglichkeit, die höheren Aufwendungen direkt auf die Verbraucher zu übertragen.

Im Bereich der Stromerzeugung beschränken sich die Festlegungen meist auf unverbindliche Zielvorgaben, wobei hier immer ein Mix aus Sonne, Wasser, Wind und Biomasse zur Zielerreichung beitragen soll. Allerdings sind die Vorgaben oft nicht weniger ambitioniert als im Kraftstoffbereich.

## 15.1.2 Welt

**Energieverbrauch** -  15-2  15-1  15-2 Der weltweite Primärenergieverbrauch (PEV) hat sich in den vergangenen 40 Jahren von rund 257 Exajoule (EJ =  $10^{18}$  J) in 1973 auf 567 EJ im Jahr 2013 mehr als verdoppelt. Die Steigerungsrate lag im Durchschnitt des Zeitraums bei 2,0 % jährlich. 2013 setzte sich der weltweite Energiemix zu 31,1 % aus Öl, zu 21,4 % aus Gas, 28,9 % Kohle/Torf, 4,8 % Kernenergie, 13,8 % erneuerbaren Energien (EE) und Sonstige 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 jeweils unterstellten Szenarios der weltweite Primärenergieverbrauch zwischen 650 und 715 EJ (+15 bis 30 % gegenüber 2013) liegen. Das heißt, die IEA geht auch zukünftig von einer jährlichen Steigerung des weltweiten Energieverbrauchs von 1,9 bis 2,0 % aus.

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Primärenergie und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emission pro Kopf sind in den Regionen und Ländern der Welt sehr unterschiedlich. In den entwickelten Industriestaaten verbraucht heute jeder Bürger 2 bis 10-mal mehr Energie als ein Bürger der großen Schwellenländer China oder Indien. Mit der rasanten wirtschaftlichen Entwicklung dieser Länder geht allerdings auch dort eine deutliche Zunahme des Energieverbrauchs einher. Verstärkend ins Gewicht fällt, dass beide Länder zusammen schon heute mehr als ein Drittel der Weltbevölkerung beheimaten. Allein für China, das 2013 22,1 % (Vj. 21,8) des Weltenergieverbrauchs (126,0 EJ; Vj. 121,8) ausmacht, geht die IEA von einer weiteren deutlichen Steigerung bis 2030 aus. Für Lateinamerika, Asien, Afrika und den mittleren Osten wird eine Verdoppelung des Verbrauchs erwartet, während der Verbrauch in den OECD-Staaten nur noch geringfügig ansteigen soll.

**Energieversorgung - Erneuerbare Energien**  15-2 trugen 2013 rund 76,5 EJ (Vj. 73,9) bzw. 13,8 % (Vj. 13,5) zur Deckung des Primärenergieverbrauchs bei. Die Biomasse hatte dabei mit 73,4 % den größten Anteil. Allein 67,1 % der EE entfielen hierbei auf die „traditionelle“, nicht kommerzielle Nutzung fester Biomasse zu Koch- und Heizzwecken. 3,7 % des Anteils der EE entfielen 2013 auf den Bereich flüssige Biomasse (u.a. Kraftstoffe), 1,7 % auf gasförmige Bio-

**Tab. 15-1 Biokraftstoff-Beimischungsquoten ausgesuchter Länder**

Land	Rohstoffbasis		Biokraftstoffquoten
	Bioethanol	Biodiesel	
Argentinien	Zuckerrohr, Weizen, Zuckerhirse	Pflanzenöle, Tierische Fette	5% Beimischquote von Ethanol bei Benzin, 7% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel
Brasilien	Zuckerrohr	Sojabohnen, Palmöl, Rhizinus	20-25 Beimischquote: Ethanol bei Benzin (E20 /E25), 5% Beimischquote für Biodiesel (B5)
Kanada	Mais, Weizen, Stroh	Pflanzenöle, tierische Fette	5-8,5% Beimischquote von Ethanol bei Benzin, 2-3% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel, unterschiedliche Quotenregelungen der Provinzen
China	Mais, Weizen, Maniok, Zuckerhirse	Pflanzenöle, (Import Altöle,) Jatropha	Nationales Ethanol-Kraftstoff-Programm seit 2002, in 9 Provinzen 10% Beimischquote von Ethanol zu Benzin
<b>EU</b>	<b>Weizen, sonstiges Getreide, Zuckerrüben, sonst. Alkohole</b>	<b>Raps, Sonnenblumen, Sojabohnen</b>	<b>5,75% Biokraftstoffquote bis 2010, 10% Biokraftstoffquote bis 2020, (Kraftstoffe, Strom, Wasserstoff), + weitergehende Regelungen einz. Mitgliedstaaten</b>
Indien	Melasse, Zuckerrohr	Jatropha, Palmöl (Import)	5% Beimischquote von Ethanol bei Benzin, Ziel bis 2017: E20, B20
Indonesien	Zuckerrohr, Maniok	Palmöl, Jatropha	3% Beimischquote von Ethanol bei Benzin, 2,5% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel, Ziel bis 2015: E5, B5, Ziel bis 2025: E15, B20
Malaysia	.	Palmöl	5% Beimischquote für Biodiesel
Thailand	Melasse, Zuckerrohr, Maniok	Palmöl, gebrauchte Pflanzenöle (Altöle)	3% Beimischquote für Biodiesel bei Diesel, Ziel bis 2017: E5: B5
Vereinigte Staaten	überwiegend Mais	Sojabohnen, andere Ölsaaten, tierische Fette, Altfette u. -öle	Biokraftstoffziele (EISA und RFS), 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

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

Stand: April 2013

masse (v.a. Nutzung von Biogas) und 0,9 % auf die Nutzung von Abfall zur Energiegewinnung. Die zweite Position nach der Biomasse nahm mit 17,8 % die Nutzung der Wasserkraft ein. Auf Rang 3 rangierte die Geothermie mit 3,6 %, es folgten die Windkraft (3,0 %) sowie Solar- und Gezeitenkraftwerke (2,2 %).

Die größte Wachstumsrate seit 1990 weist die Photovoltaik mit 46,6 % auf. Ebenfalls nachhaltig hohe Zuwachsraten sind bei Wind (24,8 %) und Biogas (13,9 %) zu verzeichnen. Solarthermie (12,3 %) liegt auf Rang 4 beim Wachstum, flüssige Biokraftstoffe (10,2 %) auf Rang 5. Die Zuwachsraten bei Geothermie (2,9 %), Wasserkraft (2,5 %) und festen Biobrennstoffen (1,4 %) fallen dagegen, ähnlich wie in den Vorjahren, moderat aus. Anzumerken ist, dass die hohen Wachstumsraten in den Bereichen Photovoltaik und Windkraft auch der Tatsache geschuldet sind, dass diese Technologien zu Beginn des Betrachtungszeitraums noch kaum entwickelt waren. Insgesamt kann festgehalten werden: Trotz bemerkenswerter Wachstumsraten in einzelnen Sektoren ist der Weg zu einem höheren Anteil der EE noch weit. In der Summe wuchsen

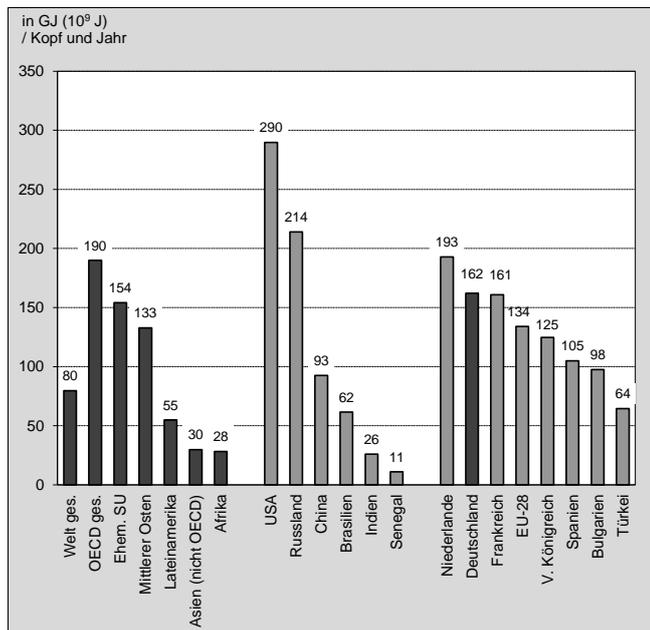
**Tab. 15-2 Welt-Primärenergieverbrauch und Anteil Erneuerbarer Energien**

2013	in EJ	in %	in % v. EE
<b>Gesamtverbrauch Primärenergie</b>	<b>566,9</b>	<b>100,0</b>	.
Öl	176,3	31,1	.
Gas	121,3	21,4	.
Kohle	163,8	28,9	.
Kernkraft	27,2	4,8	.
<b>EE und Sonstige</b>	<b>78,2</b>	<b>13,8</b>	.
<b>EE gesamt</b>	<b>76,5</b>	<b>13,5</b>	<b>100,0</b>
<b>EE Biomasse gesamt</b>	56,2	9,9	<b>73,4</b>
- Feste Biomasse	51,4	9,1	67,1
- Flüssige Biomasse	2,8	0,5	3,7
- Gasförmige Biomasse	1,3	0,2	1,7
- biogener Anteil des Abfalls	0,7	0,1	0,9
<b>EE Wasserkraft</b>	13,6	2,4	<b>17,8</b>
<b>EE Geothermie</b>	2,8	0,5	<b>3,6</b>
<b>EE Windkraft</b>	2,3	0,4	<b>3,0</b>
<b>EE Solar, Gezeiten</b>	1,7	0,3	<b>2,2</b>
1 EJ = 10 <sup>18</sup> J, EE = Erneuerbare Energien			

Quelle: IEA

Stand: 19.05.2016

**Abb. 15-1 Pro Kopf - Primärenergieverbrauch 2013**



Quellen: IEA; BMWI

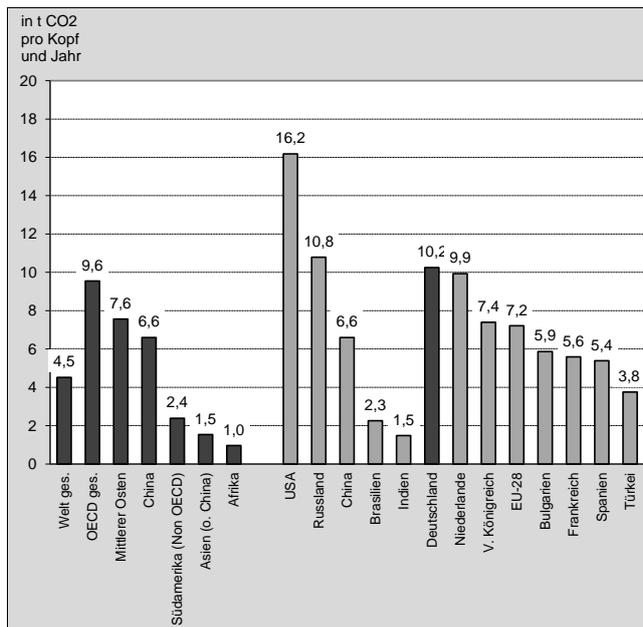
Stand: 03.05.2016

die erneuerbaren Energien seit 1990 mit jährlich 2,2 % nur geringfügig schneller als der weltweite Gesamtenergieverbrauch (1,9 %).

Wirft man den Blick auf die Staatengruppe der OECD lässt sich feststellen, dass die erneuerbaren Energien im Jahr 2013 zwar gegenüber dem Vorjahr erneut zugelegt haben, insgesamt aber lediglich 9,2 % (Vj. 8,8) des Primärenergiebedarfs decken konnten. Der Anteil der EE setzte sich dabei wie folgt zusammen: Biomasse gesamt 55,2 % (Vj. 54,8), davon 37,9 % (Vj. 37,2) feste Biomasse; 9,9 % (Vj. 10,1) flüssige Biomasse; 3,0 % (Vj. 3,3) aus Abfällen und 4,4 % (Vj. 4,4) aus Biogas. Wasserkraft lag mit 25,0 % (Vj. 26,2) auf Platz 2, gefolgt von Wind (8,5 %; Vj. 8,2), Geothermie (6,9 %; Vj. 7,1); und Solar- und Gezeitenkraftwerke (4,4 %; Vj. 3,8). Die höchste durchschnittliche jährliche Wachstumsrate seit 1990 weisen die flüssigen Biokraftstoffe mit 45,3 % auf, gefolgt von PV Solar mit 45,2 %. Windkraftnutzung rangiert mit 22,2 % auf Platz 3, Biogas mit 11,6 % belegt den 4. Rang. Deutlich geringeres Wachstum ist bei Solarthermie (6,5 %), fester Biomasse (1,4 %), Geothermie (0,9 %) und Wasserkraft (0,7 %) zu verzeichnen.

**Kraftstoffe** - **15-3** Weltweit wurden 2014 rund 4,2 Mrd. t Rohöl (Vj. 4.117) gefördert. Die jährliche Ölförderung stieg trotz der Annahme, dass Peak-Oil, d.h. das Maximum der jährlichen Ölförderung in naher Zukunft wohl bald erreicht werden wird, in den zurückliegenden Jahren weiter. Von 2006 bis 2010 lag die Förderung zwischen 3,843 und 3,973 Mrd. t und überschritt 2011 die 4 Mrd. t-Grenze. Nach einem erstmalig kurzen Innehalten des Wachstums in 2013 war 2014 ein erneuter Anstieg der Förderung zu verzeichnen. Den

**Abb. 15-2 CO2-Emission pro Kopf in Jahr 2013**



Quellen: IEA; EEA

Stand: 03.05.2016

Welt-Ölverbrauch (netto) taxierte die IEA (International Energy Agency) für 2013 auf 3,716 Mio. t (Vj. 3,652). Davon entfiel mit 63,8 % der größte Anteil auf den Transportsektor. 8,4 % entfiel auf die Industrie, 16,2 % auf den nicht energetischen und 11,6 % auf den sonstigen Verbrauch.

**Biokraftstoffe** - Der weltweit größte Bedarf „moderner“ Biomasse für erneuerbare Energien ergibt sich aus den sprunghaften Produktionssteigerungen im Bereich Biokraftstoffe seit der Jahrtausendwende. Und ein Ende der Entwicklung ist noch nicht absehbar, zumal viele Staaten inzwischen ambitionierte Biokraftstoffquoten und -ziele formuliert haben. Hierzu einige Beispiele: In den USA wurde gemäß dem Energiegesetz (Energy Independence and Security Act, 2007) die Bioethanolproduktion erheblich gesteigert. Die Ziele des sogenannten Renewable Fuel Standard (RFS) sehen eine Produktionserhöhung auf rund 136 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol bis 2022 vor, davon 56,8 Mio. m<sup>3</sup> aus Mais bis 2015. Nach 2015 soll der Anteil an Biokraftstoffen der 1. Generation aus Mais konstant bei 56,8 Mio. t verharren, die restlichen 80 Mio. t sollen bis 2022 durch Erzeugung von Biokraftstoffen der 2. Generation aus Zelluloserohstoffen erreicht werden. In Brasilien, das bereits seit 1975 (ProAlcool; National Ethanol Program) eine aktive Bioethanolpolitik betreibt, werden die verpflichtenden Beimischungsquoten von 20 bis 25 % überschritten. Auch für Biodiesel wurde dort inzwischen eine Quote von 5 % festgelegt. China, Indien, Kanada, die EU und viele weitere Staaten haben ebenfalls Maßnahmen hinsichtlich der direkten Verwendung oder der Beimischung von biofuels getroffen oder in Angriff genommen.

**Tab. 15-3 Welt-Ölproduktion und -verbrauch, Kraftstoffverbrauch EU und Deutschland**

	2012	2013	2014	
	in Mtoe	in Mtoe ▼	in Mtoe	in PJ
<b>Welt- Rohölproduktion</b>	<b>4.142</b>	<b>4.117</b>	<b>4.200</b>	<b>175.846</b>
<b>Welt- Ölverbrauch</b>	<b>3.652</b>	<b>3.716</b>	.	.
- Transport	2.326	2.371	.	.
- Industrie	310	312	.	.
- Nichtenergetischer Verbrauch	584	602	.	.
- sonstiger Verbrauch	431	431	.	.
	in Mio. t	in Mio. t	in Mio. t	in PJ
<b>Inlandsabsatz Mineralölerzeugnisse EU-27</b>	<b>531,5</b>	<b>527,6</b>	<b>520,8</b>	.
- Kraftfahrzeugdiesel <sup>1)</sup>	206,0	203,7	204,8	8.790
- Motorbenzin und Flugbenzin <sup>1)</sup>	83,5	80,9	79,5	3.459
- Petroleum und Flugturbinenkraftstoff	.	.	.	.
- andere Mineralölerzeugnisse	.	.	.	.
<b>Inlandsabsatz Mineralölerzeugnisse D</b>	<b>103,0</b>	<b>105,3</b>	<b>102,7</b>	.
- Kraftfahrzeugdiesel <sup>1)</sup>	33,7	34,8	35,6	1.527
- Heizöl und sonst. Gasöl	23,6	24,3	21,1	906
- Motorbenzin und Flugbenzin <sup>1)</sup>	18,5	18,4	18,5	806
- Petroleum und Flugturbinenkraftstoff	8,7	8,8	8,5	365
- andere Mineralölerzeugnisse	18,6	19,0	19,0	.

1 PJ = 10<sup>15</sup> J  
1 Mtoe = 41,868 PJ, 1 Mtoe entspricht je nach Herkunft zwischen ca. 1,0 bis 1,08 t Crude Oil  
<sup>1)</sup>incl. Beimischungsanteil Biokraftstoffe

Quellen: IEA; EUROSTAT; MWV

Stand: 19.05.2016

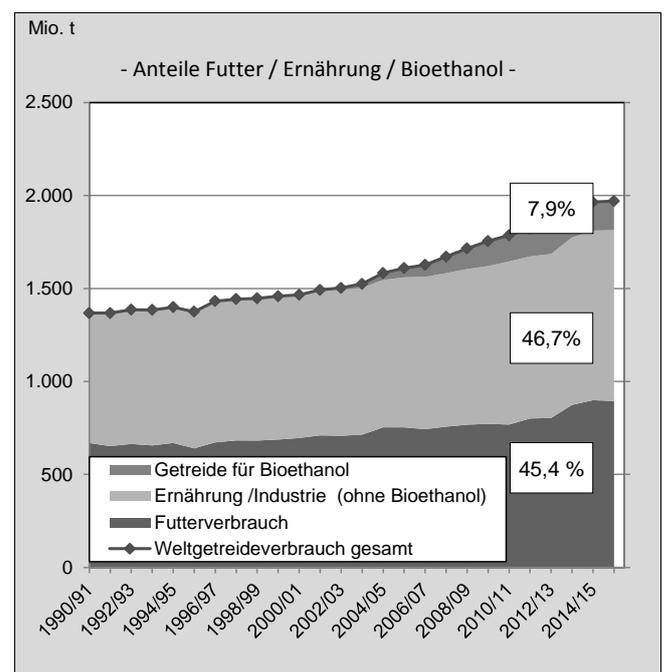
Für die weitere Entwicklung bei den Biokraftstoffen stellen sich aber immer mehr Fragen. Einerseits führen phasenweise hohe Agrarrohstoffpreise dazu, dass die Diskussion um Teller oder Tank zunehmend lauter geführt wird. Zudem gibt es weitere Neuigkeiten aus dem Energiesektor. So fördert beispielsweise die USA Erdgas aus unkonventionellen Vorkommen („Fracking“) in erheblichem Umfang. Es wurden bereits Ziele formuliert, die besagen, dass die Erschließung dieser Vorkommen die USA für eine größere Zeitspanne von Energieimporten unabhängig machen könnte. Auch wenn akutell die niedrigen Rohölpreise manche Überlegungen in Frage stellen ist es vor diesem Hintergrund denkbar, dass auch Biokraftstoffziele mancherorts immer wieder neu überdacht werden müssen.

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 der 1. Generation durch die wesentlich energieeffizientere Gruppe der Biokraftstoffe der 2. Generation (dazu zählen BTL-Kraftstoffe = BiomassToLiquid, Biogas, Bioethanol auf Lignozellulose-Basis) ersetzt werden.

Unbeschadet der Diskussionen um Tank oder Teller streben insbesondere diejenigen Staaten, welche bislang als die großen Exporteure an den Weltmärkten für Getreide, Ölsaaten oder pflanzliche Öle agierten, eine

verstärkte Verwertung der Rohstoffe im eigenen Land an.

**Bioethanol** -  **15-4**  **15-5**  **15-3** Zur Herstellung von Ethanol finden derzeit vor allem zucker- und

**Abb. 15-3 Verwendung der Weltgetreideernte 2015/16**

Quellen: USDA; IGC

Stand: 04.05.2016

Tab. 15-4 Bioethanolproduktion (Faustzahlen)

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

FM = Frischmasse

Quellen: FAO; USDA; BayWa AG; LEL (eigene Berechnungen)

Stand: 17.04.2013

stärkehaltige Rohstoffe (Zuckerrohr, Zuckerrübe, Melasse, Mais, Weizen und andere Getreidearten, Maniok (Cassava) und Zuckerhirse) Verwendung.

Insgesamt belief sich die Ethanolproduktion 2015 weltweit geschätzt auf 116,4 Mio. m<sup>3</sup> (Vj. 113,8). Mit rund 56,8 Mio. m<sup>3</sup> in den USA und 30,1 Mio. m<sup>3</sup> in Brasilien erzeugten die beiden Länder zusammen knapp

Tab. 15-5 Ethanolproduktion Welt - Europa - Deutschland

in Mio. m <sup>3</sup>	2000	2013	2014 <sup>s</sup>	2015 <sup>s</sup>
			▼	
<b>Welt-Ethanolproduktion (alle Verwendungen)</b>	<b>29,2</b>	<b>104,9</b>	<b>113,8</b>	<b>116,4</b>
- USA	7,4	49,9	57,2	56,8
- Brasilien	10,7	27,2	28,2	30,1
- China	.	7,1	7,5	7,7
- <b>EU-28</b>	<b>2,5</b>	<b>6,7</b>	<b>7,1</b>	<b>7,6</b>
- Indien	1,5	2,7	2,3	2,3
- Kanada	0,3	1,9	1,9	2,0
<b>Welt - Ethanolproduktion (nur FUEL)</b>	.	<b>88,70</b>	<b>93,00</b>	.
- USA	.	50,35	54,13	.
- Brasilien	.	23,72	23,43	.
- <b>Europa gesamt</b>	.	<b>5,19</b>	<b>5,47</b>	.
- China	.	2,63	2,40	.
- Kanada	.	1,98	1,93	.
- Indien	.	2,06	0,59	.
<b>EU- FUEL- Ethanolproduktion</b>	<b>0,12</b>	<b>5,10</b>	<b>4,60</b>	.
- Frankreich	0,12	1,01	0,98	.
- <b>Deutschland</b>	.	<b>0,81</b>	<b>0,89</b>	.
- Ver. Königreich	.	0,53	0,52	.
- Spanien	.	0,46	0,49	.
- Ungarn	.	0,36	0,37	.
- Belgien/Lux.	.	0,31	0,33	.
- Österreich	.	0,15	0,29	.
- Polen	.	0,24	0,18	.
- Schweden	.	0,21	0,18	.

Quellen: OECD/FAO, RFA; EU-Kommission; ePURE; BDBe

Stand: 23.05.2016

75 % der Weltproduktion. An dritter Stelle rangiert China, gefolgt von der EU-28 mit jeweils über 7 Mio. m<sup>3</sup>. Das dynamische Wachstum in den USA flachte in den zurückliegenden 3 Jahren ab. Gründe hierfür sind einerseits im hohen Preisniveau für Getreide 2012/13 zu suchen, andererseits weist die Gasproduktion mittels „Fracking“ dort erhebliches Wachstum auf. In Brasilien hingegen wuchs die Bioethanolproduktion 2015 erneut um knapp +7 % (Vj. +4%). Die Bioethanolproduktion in der EU-28 wuchs in 2015 ebenfalls wieder leicht.

Im Agricultural Outlook 2015-2024 prognostiziert die OECD dem Bioethanolsektor weiteres Wachstum, wenn auch die Prognosen der Vorjahre deutlich zurück genommen wurden. Bis 2024 wird damit gerechnet, dass weltweit 135 Mio. m<sup>3</sup> Bioethanol erzeugt werden. Die größten Wachstumsraten werden dabei in Brasilien und der EU gesehen, während für die USA eher mit einer Stagnation gerechnet wird. Die drei zusammen sollen 2024 rund 110 Mio. m<sup>3</sup> erzeugen. Dies würde gut 81 % der Weltproduktion entsprechen.

2015 wurden nach Schätzungen weltweit rd. 180 Mio. t Getreide (ca. 25-30 Mio. ha) und rd. 450 Mio. t Zuckerrohr (ca. 6,0 Mio. ha) zu Ethanol verarbeitet. Hinzu kommt noch die Herstellung von Ethanol aus Zuckerrüben (ca. 0,35 Mio. ha). Bezogen auf die Welt-Ackerfläche von rund 1.400 Mio. ha liegt damit der Flächenbedarf für Bioethanol aktuell bei geschätzt 2,5 bis 3 %.

Bezogen auf den Weltgetreideverbrauch 2015/16 (ohne Reis) von 1.970 Mio. t werden rund 7,9 % für die Ethanolproduktion aufgewendet. Bei Zuckerrohr beläuft sich der zur Ethanolherstellung verwendete Anteil der Welternte auf geschätzte 25 %.

Bei der Diskussion um den Flächenverbrauch für Bio-Kraftstoffe darf allerdings nicht vergessen werden, dass am Ende des Verarbeitungsprozesses bei Getreide immer der Kraftstoff und zusätzlich mindestens 50 (bis 70) % des Ausgangsrohstoffs als proteinreiches Futtermittel in Form von Schlempe (DDGS = Dried Distillers Grains with Solubles) zur Verfügung steht.

In Summe betrachtet kann seit dem verstärkten Einstieg in die Bioethanolherstellung um die Jahrtausendwende eine deutliche Trendänderung beim Getreideverbrauch beobachtet werden. Stieg der weltweite Getreideverbrauch vor dem Jahr 2000 um durchschnittlich ca. 25 Mio. t jährlich, so veränderte sich der Trend danach auf 35 - 40 Mio. t. Der erhöhte jährliche Bedarf deckt sich mit dem jährlichen Bedarfszuwachs für die Erzeugung von biofuels.

Für die beiden größten Erzeuger von Bioethanol sind nachfolgend weitere Informationen dargestellt.

**USA** – Für die Erzeugung von 56,8 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol im Jahr 2015 wurden in den USA geschätzt rund 150 Mio. t Getreide, überwiegend Mais verwendet. Bei

einem Maisertrag von 10,6 t/ha in 2015 entspricht dies einer Maisanbaufläche von etwa 14 Mio. ha. Damit wird heute ein Anteil von gut 40 % der US-Maisfläche (32,7 Mio. ha) für Bioethanol benötigt. Gemäß RFS (Renewable Fuel Standard) vom Dezember 2007 war für 2015 eine Bioethanolproduktion von knapp 78 Mio. m<sup>3</sup> geplant, davon knapp 57 Mio. m<sup>3</sup> aus Mais. Der Maisanteil soll nach 2015 nicht weiter wachsen. Der Flächenbedarf für „biofuel“-Maisanbau würde sich damit auf 13 - 15 Mio. ha einpendeln. Aufgrund der Stagnation der Ethanolproduktion in den letzten 3 Jahren konnten die gesteckten Ziele nicht erreicht werden, da insbesondere die Ethanolproduktion aus zellulosehaltigen Rohstoffen den Erwartungen hinterher hinkt. Hinzu kommt dass die Förderung von Erdgas aus unkonventionellen Vorkommen („Fracking“) in den USA in erheblichem Umfang ausgebaut wurde.

**Brasilien** - Die Bioethanolproduktion Brasiliens nahm im Jahr 2015 mit 30,1 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt 5,9 Mio. ha Zuckerrohrfläche in Anspruch, legt man den Durchschnittsertrag von 75 t/ha der vergangenen Jahre zugrunde. Dies entspricht einem Anteil von rund 50 % der insgesamt 10,4 Mio. ha Zuckerrohrfläche in Brasilien. Marktbeobachter gehen davon aus, dass auch künftig mit einer weiteren Ausdehnung der Zuckerrohrfläche zu rechnen ist. Der Bioethanolmarkt Brasiliens wird als zunehmend exportorientiert beschrieben. Allerdings verbraucht Brasilien den Löwenanteil von über 90 % nach Zahlen der OECD im eigenen Land. Dennoch stiegen die Exporte in den vergangenen Jahren kontinuierlich.

**Biodiesel** -  15-6  15-7  15-4 Biodiesel lässt sich durch Veresterung aus pflanzlichen Ölen oder auch tierischen Fetten herstellen. Als Rohstoffe finden weltweit Rapsöl, Sojaöl, Palmöl, Sonnenblumenöl, Jatropha, Rhizinus u.a. Verwendung. Nach Angaben der OECD bildeten 2015 pflanzliche Öle für 84% der Biodieselherstellung die Rohstoffbasis. Pflanzliche und tierische Altöle sowie tierische Fette sind Beispiele für die Rohstoffe der restlichen 16 % Produktionsmenge.

Die Weltproduktion 2015 an Biodiesel wird auf 27,8 Mio. t (Vj. 26,6) geschätzt. Dies bedeutet eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr um knapp 4,5 %. Mit 11,2 Mio. t wird ca. 40 % der Weltproduktion in Europa erzeugt, gefolgt von den USA und Brasilien mit einem Anteil von jeweils rund 14 %. Indonesien folgt mit knapp 11 %. Wichtigste Rohstoffbasis der Biodieselherstellung in der EU ist Rapsöl, während in den USA, Brasilien und Argentinien vorwiegend Sojaöl verwendet wird. Weltweit ist seit 2006 in den Erzeugerregionen von Palmöl (Indonesien, Malaysia, Thailand) und Soja (Brasilien, Argentinien) ein Aufbruch in der Biodieselherstellung erkennbar. Das Interesse an Biodiesel erwachte v.a. im Zusammenhang mit dem starken Anstieg der Ölpreise. Schwerpunkte der Erzeugung liegen unverändert in der EU (Rohstoffbasis überwiegend

**Tab. 15-6 Biodieselproduktion Welt - Europa - Deutschland**

in 1.000 t	2000	2004	2013	2014	2015
<b>Welt- Biodieselproduktion<sup>1)</sup></b>	<b>720</b>	<b>2.060</b>	<b>24.910</b>	<b>26.610</b>	<b>27.830</b>
- OECD	.	.	15.950	16.180	15.700
- Non-OECD	.	.	8.960	10.430	12.130
- Europa (OECD)	.	.	10.370	10.580	11.200
- USA	.	.	5.120	5.100	3.980
- Brasilien	.	.	2.570	3.270	3.970
- Indonesien	.	.	1.790	2.020	3.000
- Argentinien	.	.	2.000	2.320	2.340
- Thailand	.	.	.	870	780
<b>EU-28<sup>2)</sup></b>	<b>707</b>	<b>1.933</b>	<b>11.026</b>	<b>12.679</b>	.
- <b>Deutschland</b>	<b>220</b>	<b>1.035</b>	<b>3.007</b>	<b>3.430</b>	.
- Frankreich	311	348	2.159	2.339	.
- Niederlande	.	.	1.370	1.714	.
- Spanien	.	13	728	1.207	.
- Polen	.	.	652	736	.
- Italien	80	320	457	577	.
- Finnland	.	.	356	399	.
- Belgien/Luxemburg	.	.	299	383	.
- Portugal	.	.	298	323	.
- Österreich	.	57	174	264	.
- Tschechische Republik	67	60	181	218	.
- Griechenland	0	0	155	160	.
- Großbritannien	0	9	267	143	.
- Ungarn	.	.	141	132	.
- Schweden	.	.	247	120	.
- Litauen	.	.	117	119	.
- Rumänien	.	0	136	109	.
- Slowakei	.	15	107	105	.
- Lettland	.	0	66	75	.
- Bulgarien	.	.	44	61	.
- Irland	.	.	25	27	.
- Malta	.	.	1	1	.
- Dänemark	.	.	0	0	.
- Slowenien	.	.	2	0	.

1) OECD (inkl. Unterpunkte)

2) EUROSTAT(inkl. Unterpunkte)

Quellen: OECD; EUROSTAT

Stand: 23.05.2016

Raps, etwas Soja), Nord- und Südamerika (vorwiegend Soja) und Asien (vorwiegend Palmöl, etwas Soja).

Ähnlich wie bei Getreide lässt sich auch bei biofuels aus Pflanzenölen eine Trendwende an der weltweiten Verbrauchskurve ab etwa dem Jahr 2000 erkennen. In

2000 wurden weltweit ca. 10 Mio. t Pflanzenöle in der Industrie verwendet. Der Verbrauch in diesem Sektor stieg zwischen 1990 bis 2000 um rund 0,5 Mio. t jährlich. Zwischen 2000 und 2014 erhöhte sich dieser jährliche Verbrauchszuwachs auf rund 2 Mio. t. Heute liegt der industrielle Verbrauch von Pflanzenölen bei rund

**Tab. 15-7 Biodieselproduktion (Faustzahlen)**

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

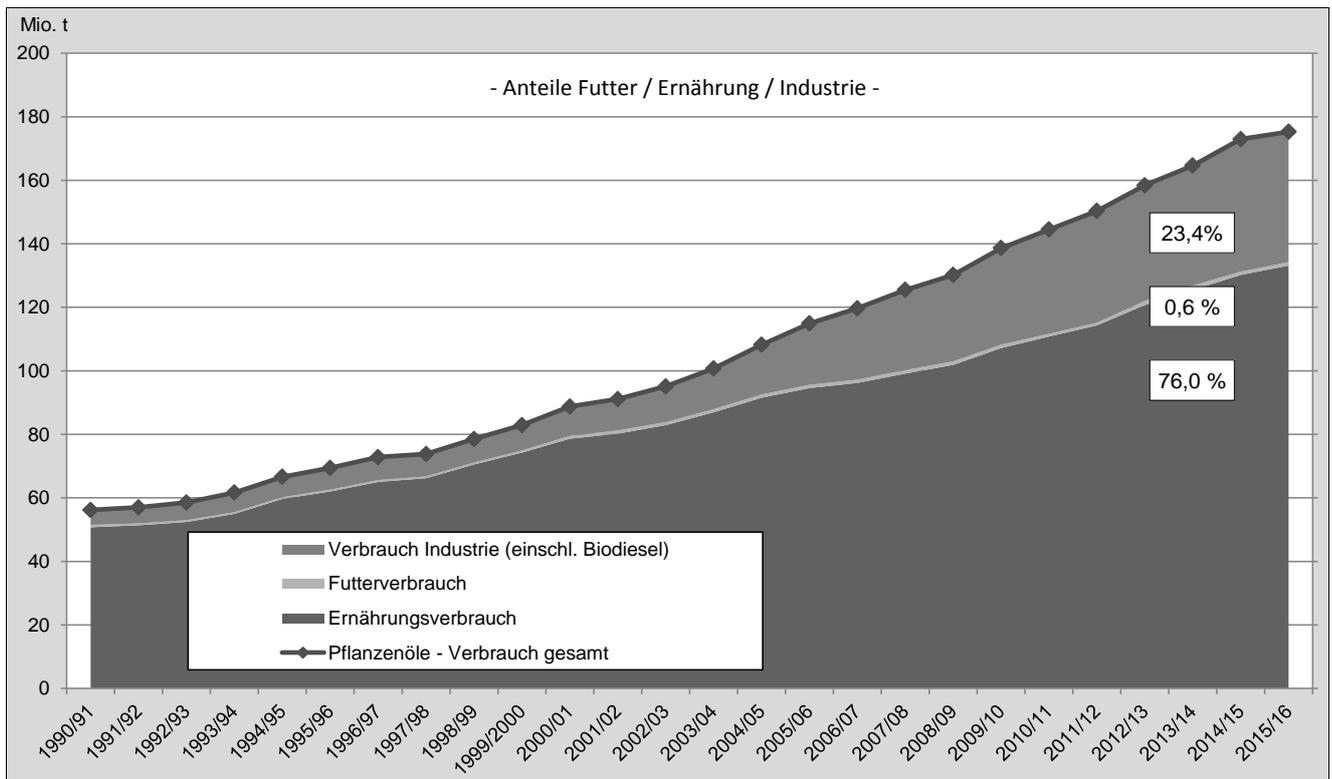
FM = Frischmasse

1) Jahres- Ölerträge je nach Palmenart, Standort, Entwicklung und Pflege zwischen (2,5) - 4 - (6) t /ha

Quellen: FAO; USDA; LEL

Stand: 22.04.2013

Abb.15-4 Verwendung Pflanzenöle 2015/16



Quelle: USDA

Stand: 04.05.2016

41 Mio. t, der Anteil für die Biodieselherstellung wird auf 28 Mio. t geschätzt.

Im Agricultural Outlook 2015-2024 prognostiziert die OECD auch dem Biodieselsektor weiterhin ein gewisses Wachstum. Bis 2024 wird damit gerechnet, dass weltweit 34 Mio. m<sup>3</sup> Biodiesel erzeugt werden. Gegenüber den Einschätzungen der Vorjahre hat die OECD damit aber ihre Prognose deutlich nach unten korrigiert. Im Vorjahr war man bei der Schätzung noch davon ausgegangen, dass rund 40 Mio. t Biodiesel in 2023 erzeugt werden könnten. Vor allem die großen Wachstumsraten in der EU-28 und den USA wurden praktisch auf Null korrigiert. Damit wird deutlich, dass die frühere Einschätzung, dass Biomasse für Energie im Überfluss verfügbar wäre, inzwischen neu überdacht wird. Vor diesem Hintergrund wurden auch die Wachstumsraten von Brasilien und Argentinien deutlich nach unten korrigiert. Lediglich für Indonesien (+60 % auf 5,0 Mio.m<sup>3</sup>) wird noch ein starkes Wachstum gesehen. An der Liste der Länder wird dennoch erkennbar, dass vor allem die wichtigsten Erzeuger und Exporteure von Ölssaat und pflanzlichen Ölen auf die Verwertung im Energiesektor setzen. Eine Ausnahme bildet die EU-28, welche, unbeschadet der Tatsache eine klassische Importregion für Ölssaat und deren Nachprodukte zu sein, weiterhin der größte Biodieselhersteller weltweit ist.

Auch für die Biodieselherstellung gilt: Bei aller Diskussion um den Flächenverbrauch für Biokraftstoffe darf nicht vergessen werden, dass am Ende des Verarbei-

tungsprozesses von Ölssaat immer der Kraftstoff und zusätzlich mindestens 50 (bis 80) % des Ausgangsrohstoffs als proteinreiches Futtermittel in Form von Ölkuchen oder Extraktionsschrot zur Verfügung steht.

**Biogas** - Biogas entsteht durch anaeroben Abbau organischer Substanz, sei es beim Abbau der organischen Fraktion fester kommunaler Abfälle, anderer organischer Reststoffe und Abfälle, tierischer Exkremente oder aber bei der gezielten Fermentation von Energiepflanzen. Das Gas enthält zwei Hauptkomponenten, den Energieträger Methan (ca. 45 - 65 %) sowie CO<sub>2</sub>. Spurengase, die Schwefel oder Stickstoff enthalten, kommen in der Regel nur in geringen Mengen (< 2 %) vor. Nach dem Abbau durch verschiedene anaerobe Bakterienstämme finden 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 eingesetzt. Klein- und Kleinstanlagen decken in Nepal und China (geschätzt 10 Mio. Fermenter) den Energiebedarf zum Kochen und für Licht in Einzelhaushalten. Rohstoffbasis dieser Anlagen bilden organische Abfälle und Exkremente.

Eine gezielte großtechnische Biogaserzeugung und -nutzung wird v.a. in Industrieländern, insbesondere in der EU bzw. in Deutschland betrieben. Rohstoffe sind

v.a. organische Abfälle, in einigen Ländern auch Agrarrohstoffe, die gezielt als NawaRo für die Biogaserzeugung angebaut werden.

**15-2** Nach Zahlen der Internationalen Energieagentur (IEA) hat die weltweite Biogasproduktion einen Anteil von 1,7 % am Primärenergieaufkommen durch erneuerbare Energien und wird auf rund 1.300 PJ geschätzt. Zum Vergleich: Allein in der EU-28 belief sich die Biogaserzeugung 2014 auf 622 PJ.

### 15.1.3 EU

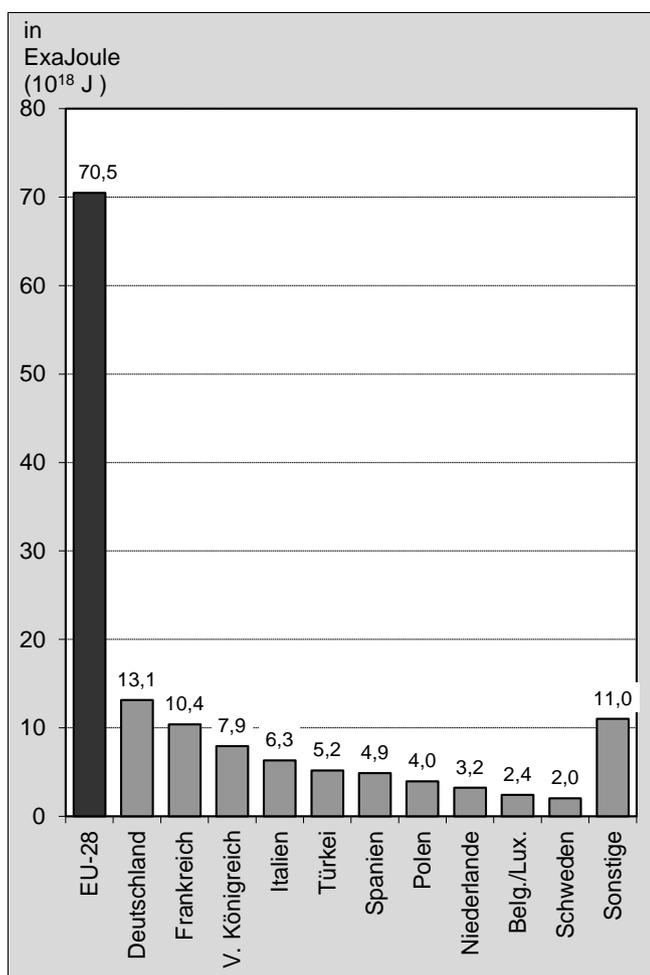
#### Energieverbrauch - 15-1 15-2 15-5

Der Primärenergieverbrauch der EU-28 belief sich in 2013 auf 69,8 EJ. Dies entspricht einem Anteil von 12,3 % (Vj. 12,6) des Weltenergiebedarfs in 2013. Damit zeigt sich der europäische Primärenergieverbrauch trotz Erweiterung der Gemeinschaft zur EU-28 wiederholt leicht rückläufig. Allerdings war 2014 wieder ein leichter Anstieg des Verbrauchs auf 70,5 EJ zu beobachten. Den höchsten Energiebedarf innerhalb der EU-28 hatte 2014 Deutschland (18,6 %), gefolgt von Frankreich (14,8 %), Großbritannien (11,2 %), Italien

(8,9 %) und Spanien (7,0 %). Diese fünf bevölkerungsstärksten EU-Mitglieder benötigten mit 60,4 % (Vj. 63,5) knapp zwei Drittel des Primärenergiebedarfs der EU-28. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Jahr 2013 lagen in der EU-28 durchschnittlich bei 7,2 t CO<sub>2</sub>/Kopf (Vj. 7,3) und Jahr. Während in Deutschland pro Kopf 10,2 t CO<sub>2</sub> emittiert wurden, waren es beispielsweise in Bulgarien 5,9 t/Kopf, in Rumänien gar nur 3,7 t/Kopf. Aufgrund des unverändert hohen Anteils an Kernenergie im Strom-Mix liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen Frankreichs mit 5,6 t CO<sub>2</sub>/Kopf im Vergleich zu anderen EU-Mitgliedstaaten relativ niedrig. Insgesamt ist aber bei den Staaten mit derzeit niedrigem Energieverbrauch/Kopf eine deutliche Tendenz zu höherem Verbrauch erkennbar, während bei Mitgliedstaaten mit hohem Verbrauch eine entweder gleichbleibende Emission oder ein leicht rückläufiger Trend zu beobachten ist.

**Erneuerbare Energien - 15-6 15-7** Der Anteil erneuerbarer Energien in der EU-28 am Brutto-Endenergieverbrauch lag 2014 bei 16,0 % (Vj: 15,0). Wichtigste erneuerbare Energiequelle ist weiterhin die Biomasse mit einem Anteil von 63,1 % (Holz und Holzabfälle 43,8 %; Biogas 7,6 %, Siedlungsabfälle 4,6 %,

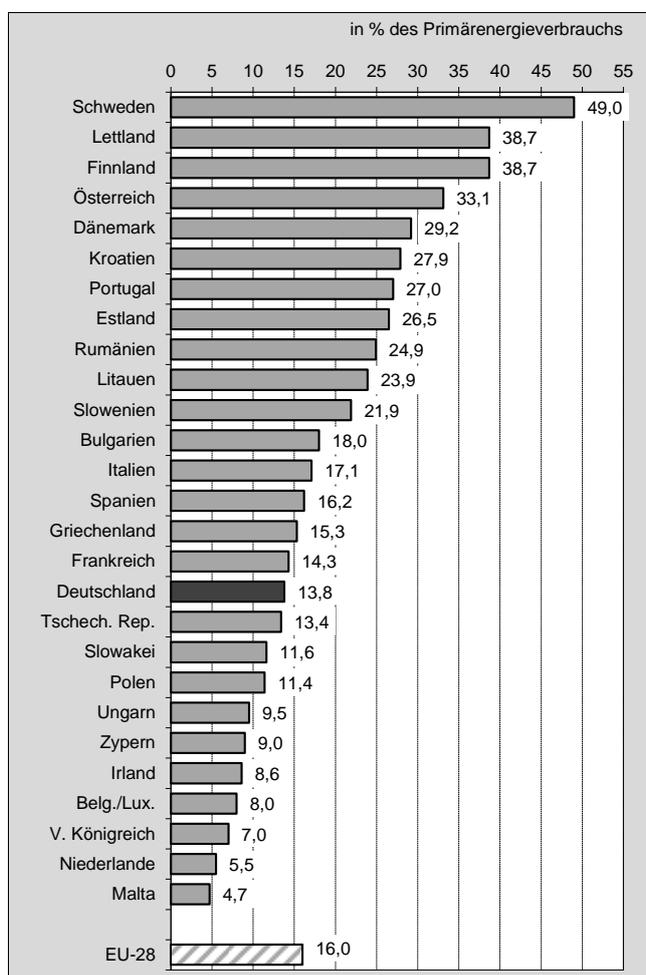
**Abb. 15-5 Primärenergieverbrauch in Europa 2014 nach Ländern**



Quellen: EUROSTAT; BMWi

Stand: 09.05.2016

**Abb. 15-6 Anteil Erneuerbarer Energien am Brutto-Endenergieverbrauch 2014**



Quelle: EUROSTAT

Stand: 10.05.2016

Biotreibstoffe 7,1 %), gefolgt von Wasser- und Gezeitenenergie mit 16,5 %, Windenergie mit 11,1 %, Solarenergie mit 6,1 % und Geothermie mit 3,2 %.

**Rechtsrahmen in der EU** - Am 17. Dezember 2008 stimmte das Europäische Parlament dem „Klimapaket“ der EU zu. Am 25. Juni 2009 trat dieses Paket nach Zustimmung der Staats- und Regierungschefs in Kraft. Im Kern soll das Paket dazu dienen, das wichtigste Klimaziel zu erreichen: Begrenzung der Erderwärmung auf 2 °C bis zum Ende dieses Jahrhunderts. Auf einen übergeordneten Nenner gebracht sollen bis zum Jahr 2020 die sogenannten "20-20-20" Ziele umgesetzt werden. Festgehalten sind diese Ziele im Wesentlichen in der Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RL 2009/28/EG). Im Einzelnen sind dies:

- Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2020 um mindestens 20 % gegenüber dem Referenzjahr 1990. Unabhängig von der genannten Eigenverpflichtung und den Ergebnissen der Weltklimakonferenzen strebt die EU jedoch das höhere Ziel, eine 30 %ige Emissionsminderung bei CO<sub>2</sub> bis zum Jahr 2020 zu erreichen, an. Nur so bestehe eine Chance, das so genannte Zwei-Grad-Ziel (Begrenzung der Erderwärmung auf 2 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit) zu erreichen.
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Energieverbrauch der EU auf 20 % bis 2020.
- Erhöhung der Energieeffizienz um 20 % bis 2020.

Die Umsetzung der Ziele beinhaltet eine Reihe verschiedener Maßnahmen, welche Zug um Zug in Form verschiedener Rechtsakte beschlossen wurden. Aus dem für die EU formulierten 20 %-Ziel in Bezug auf den Anteil erneuerbarer Energien ergab sich für jeden Einzelstaat ein spezifisches Ziel. Die Zielmarke für Deutschland liegt bei 18 % Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen bis 2020. Verbindlich formuliert wurden diese Ziele in der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen vom 23.04.2009.

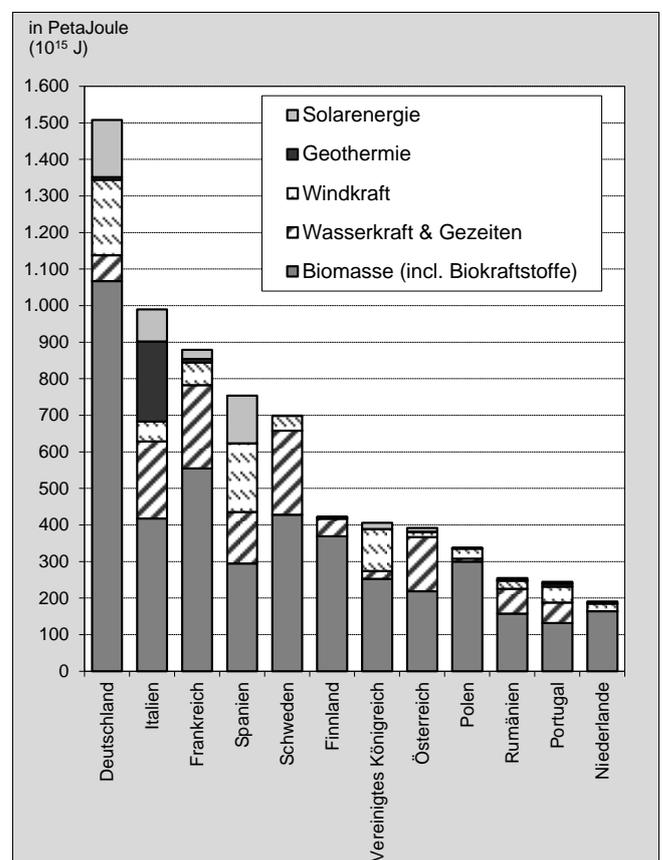
Innerhalb des 20 %-Zieles zu den erneuerbaren Energien wurde für den Bereich der Kraftstoffe ein Unterziel formuliert. Bis 2020 sollten in der EU mindestens 10 % aller Kraftstoffe im EU-Verkehrssektor in Bezug auf den Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. Dieser Anteil schließt sowohl Biotreibstoffe der ersten und zweiten Generation, als auch Wasserstoff und Strom ein, die alle aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden.

Ende 2012 legte die EU-Kommission einen veränderten Vorschlag zur Umsetzung des Kraftstoffziels vor. Das 10 %-Kraftstoffziel sollte dahingehend konkretisiert werden, dass eine „Begrenzung des Anteils der aus

Nahrungsmittelpflanzen erzeugten Biotreibstoffe auf 5 %“ eingeführt werden sollte. Zur Umsetzung der Vorschläge waren Änderungen in der Kraftstoffqualitäts-RL (Richtlinie 98/70/EG), in welcher die Mindestanforderungen an die Minderung der Treibhausgasemissionen formuliert sind, sowie in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RL 2009/28/EG), in welcher der maximale Biotreibstoffanteil aus Getreide und sonstigen stärkeähnlichen Pflanzen, Zuckerpflanzen und Ölpflanzen festgelegt ist, erforderlich.

Einer der Hintergründe des Vorschlags, den Biotreibstoffanteil aus Getreide und sonstigen stärkeähnlichen Pflanzen, Zuckerpflanzen und Ölpflanzen zu begrenzen, war vor allem die Diskussion um das Thema der „Indirekte Landnutzungsänderungen“ (ILUC, Indirect Landuse Change), die durch die Biotreibstoffherzeugung befürchtet werden. Bislang galt der Ansatz: Durch den Ersatz fossiler Kraftstoffe durch Biotreibstoffe werden Treibhausgas (THG)-Emissionen eingespart. Verdrängt jedoch der Anbau von Weizen, Raps & Co. als Rohstoff für Biotreibstoffe den Anbau von Nahrungsmittelpflanzen von bestehenden Anbauflächen, und werden aus diesem Grund zusätzliche bislang landwirtschaftlich nicht genutzte Flächen in Kultur genommen, können solche „indirekte Landnutzungsänderungen“ zu einer erheblichen Zunahme der Treibhausgasemissionen führen.

**Abb. 15-7 Primärerzeugung Erneuerbarer Energien in ausgewählten Ländern der EU-28 2014**



Quelle: EUROSTAT

Stand: 12.05.2016

ren. Insbesondere wenn es sich bei den neuen Flächen um Böden mit hohem Kohlenstoffbestand handelt. Um diesem Problem gerecht zu werden, war eine Anpassung der beiden o.g. Richtlinien erforderlich. Der Vorschlag der Kommission beinhaltete zur Lösung des Problems als Kernpunkt die „Begrenzung des Anteils der aus Nahrungsmittelpflanzen erzeugten Biokraftstoffe auf 5 %“. Ergänzt wurde dieser Punkt um Mindestanforderungen an die einzelnen Kraftstoffe bezüglich der THG-Emissionseinsparungen. Bis Ende 2017 müssen die jeweiligen Biokraftstoffpfade mindestens 35 % THG-Einsparungen gewährleisten, danach erhöht sich der Wert auf 50 %. Für Biokraftstoffwerke mit Inbetriebnahme nach dem 31.12.2016 erhöht sich der Wert ab 2018 sogar auf 60 %.

Die Vorschläge der EU-Kommission, insbesondere zum Thema ILuC, wurden von den Akteuren des Biokraftstoffsektors sehr kritisch diskutiert. Denn eine Hinzurechnung der ILuC-Faktoren zu den THG-Emissionen europäisch erzeugter Biokraftstoffe hätte bei vielen Biokraftstoffpfaden zu sehr hohen rechnerischen THG-Emissionen geführt. Eine Anrechnung als Biokraftstoffe zur Erfüllung der Biokraftstoffquoten wäre nicht mehr möglich gewesen. Hierzu ein Beispiel: Biodiesel aus Raps spart, gerechnet nach THG-Standardwerten, im Vergleich zu fossilem Kraftstoff (THG = 100%; Basiswert = 83,8 Kilogramm Kohlenstoffdioxid-Äquivalent pro Gigajoule) knapp 40 % THG-Emissionen ein. Unter Hinzurechnung der von der EU-Kommission vorgeschlagenen ILuC-Faktoren wäre dieses Verfahren jedoch bei einem rechnerischen Wert von rund 128 % THG-Emissionen im Vergleich zu fossilem Kraftstoff gelandet. Folge wäre gewesen, dass dieser Biokraftstoffpfad wegfallen wäre, da ohne Anrechnungsmöglichkeit auf die Biokraftstoffquote der aus Raps erzeugte Biodiesel seine Wettbewerbsfähigkeit verloren hätte. Die Befürworter von Biokraftstoffen der 1. Generation forderten daher im politischen Prozess eine weniger starke Begrenzung des Anteils der aus Nahrungsmittelpflanzen erzeugten Biokraftstoffe sowie eine ILuC-freie Biokraftstoffbasismenge in Höhe von 7 % (Kappungsgrenze), da ansonsten das Erreichen der gesetzten Klimaziele kaum möglich sei.

Mitte 2015 wurden die beiden Richtlinien geändert und am 15.09.2015 im Amtsblatt (ABl. L239 v. 15.9.15) veröffentlicht. Für den anrechenbaren Biokraftstoffanteil „...aus Getreide und sonstigen Kulturpflanzen mit hohem Stärkegehalt, Zuckerpflanzen und Ölpflanzen und aus Hauptkulturen vorrangig für die Energiegewinnung auf landwirtschaftlichen Flächen angebaute Pflanzen...“ wurde ein Höchstbetrag von 7 % in der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (RL 2009/28/EG) festgelegt. In Sachen ILuC-Faktoren, die als Malus für europäische und nachhaltig hergestellte Biokraftstoffe gewirkt hätten, wurden in den beiden Richtlinien keine konkreten Vorgaben aufgenommen. Vielmehr wurden Nachhaltigkeitskriterien ausformuliert, in welchen beschrieben wird, auf welchen Flächenkategorien kein Anbau von

Energiepflanzen erfolgen sollte. Biokraftstoffe aus Rohstoffen der genannten Flächenkategorien sind nicht anrechenbar auf die zu erfüllenden Quoten. In Bezug auf den Biomasseanbau in Ländern außerhalb Europas wird in den Richtlinien appelliert, mit den Rohstofflieferanten Vereinbarungen zu treffen, die den Vorgaben innerhalb Europas entsprechen. Auf den 05.10.2016 vorverlegt wurde hingegen das Datum, ab welchem neue Biokraftstoffwerke eine 60 %ige THG-Einsparung zu erbringen haben (bisher 31.12.2016). Die neuen Vorgaben der beiden EU-Richtlinien müssen von den Mitgliedsstaaten bis 2017 in nationales Recht umgesetzt werden.

Insgesamt wird an dieser Stelle aber deutlich, wie stark politische Entscheidungen das Thema Nutzung erneuerbarer Energien prägen. Die Reduktion des Biokraftstoffanteils aus Anbaubiomasse (Nahrungsmitteln) bedeutet für die Biokraftstoffindustrie, dass ggf. Überkapazitäten in der Produktion abgebaut werden müssen. Nachteilig wird von den Akteuren in dem Sektor angemerkt, dass keine Regelungen über das Jahr 2020 hinaus getroffen wurden.

2014 beschlossen die Staats- und Regierungschefs den europäischen Klima- und Energierahmen 2030. Hierin wurde die Weiterentwicklung der Klima- und Energiepolitik der EU bis 2030 formuliert, welche eine Reduktion der gesamten THG-Emissionen bis 2030 um 40 % gegenüber 1990 fordert. In Sachen erneuerbare Energien wurde als Ziel für 2030 ein Anteil von mindestens 27 % des gesamten Endenergieverbrauchs in der Gemeinschaft genannt. Abweichend von der Zielformulierung für das „20-20-20-Ziel“ bis 2020 sollten aber in dem Vorschlag bis 2030 keine nationalen Zielmarken für den Anteil erneuerbarer Energien festgelegt werden, das 27 % Ziel sollte bei voller Flexibilität für die Mitgliedstaaten gemeinsam erreicht werden. Viele Organisationen bemängelten gerade diese „unkonkrete“ Zielformulierung als deutlichen Rückschritt in der europäischen Klima- und Energiepolitik. In Sachen Energieeffizienzsteigerung wird eine Zielvorgabe von ebenfalls 27 % genannt, wobei nach einer Überprüfung des Status 2020 eine Erhöhung dieses Zieles auf 30 % angedacht ist.

Die 21. Weltklimakonferenz im Dezember 2015 in Paris brachte in Sachen Weltklimavertrag endlich einen Durchbruch. Im Kern wurde das Ziel beschlossen, die Erderwärmung deutlich unter 2 Grad zu begrenzen. Anzustreben ist ein Wert unter 1,5°C. Auch zur „Klimafinanzierung“ wurden Festlegungen getroffen. Die Industrieländer verpflichten sich, die Entwicklungsländer finanziell zu unterstützen. Ein Betrag von 100 Mrd. US-\$ soll ab 2020 dafür jährlich zur Verfügung stehen. Diese Verpflichtung wurde zunächst bis 2025 festgeschrieben. Von April 2016 bis April 2017 läuft das Ratifizierungsverfahren, so dass noch nicht über den endgültigen Erfolg von Paris berichtet werden kann.

**Kraftstoffe** -  **15-3** Der Inlandsabsatz von Mineralölerzeugnissen in der EU-28 lag bei 521 Mio. t (Vj. 528) in 2014. 54,6 % entfiel davon auf den Absatz von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen, der Rest auf Flugturbinenkraftstoffe und sonstige Mineralölprodukte bzw. -reststoffe. Der Abwärtstrend bei Ottokraftstoffen, der schon viele Jahre zu beobachten ist, setzte sich 2014 weiter fort. Es wurden 79,5 Mio. t (Vj. 80,9) Ottokraftstoffe (einschließlich der Beimischungsanteile von Ethanol) abgesetzt. Die Nachfrage bei Dieselmotorkraftstoff stieg hingegen erneut leicht an. Insgesamt wurden 2014 204,8 Mio. t (Vj. 203,7) Dieselmotorkraftstoff in der EU-28 abgesetzt.

**Bioethanol** -  **15-5** Die Ethanolproduktion in der EU-28 wird von der OECD auf rund 7,1 Mio. t in 2014 und 7,6 Mio. m<sup>3</sup> in 2015 geschätzt. Größter FUEL-Ethanolproduzent war 2014 unverändert Frankreich mit geschätzt 0,98 Mio. m<sup>3</sup>. An 2. Stelle rangierte Deutschland mit 0,89 Mio. m<sup>3</sup>, das Ver. Königreich folgt auf Platz 3 mit 0,52 Mio. m<sup>3</sup>. Die Palette der Rohstoffe in europäischen Ethanolfabriken umfasst praktisch alle Getreidearten sowie Zuckerrüben. Wichtigster Rohstoff war 2014 nach Zahlen von ePURE (European Renewable ethanol) Weizen (34 %), Mais (42 %), sonstige Getreide (7 %) sowie Zuckerrüben und Melasse (16 %). ePURE nennt für Europa Produktionskapazitäten von rund 8,8 Mio. m<sup>3</sup>. In der EU-28 wurden nach Schätzungen der EU-Kommission in der Saison 2014/15 ca. 12,6 Mio. t Getreide zur Ethanolherzeugung eingesetzt, davon ca. 11,0 Mio. t zur FUEL-Produktion. Dies entspricht einem Anteil von 3,8 % der europäischen Getreideernte. Bei einem angenommenen Ertragsdurchschnitt von 7,0 t/ha resultiert daraus ein Flächenbedarf von gut 1,8 Mio. ha Anbaufläche. 2015/16 stieg der Getreideverbrauch für die Ethanolproduktion auf rund 12,8 Mio. t, davon 11,2 Mio. t für Bioethanol.

Zur Erzielung einer THG-Minderung von 4 %, wie in der Kraftstoffqualitäts-RL (Richtlinie 98/70/EG) als mögliche Empfehlung an die Länder vorgeschlagen, wäre rechnerisch eine Beimischung von rund 10 Mio. t Ethanol erforderlich (bei Ethanol mit 50 % THG-Minderungspotential), geht man von einem Ottokraftstoffverbrauch von rund 80 Mio. t in der EU-28 aus.

**Biodiesel** -  **15-6** Die Herstellung von Biodiesel hat in der EU seit der Jahrtausendwende Tradition. Bereits im Jahr 2000 wurden rund 700.000 t hergestellt. Diese Entwicklung wurde insbesondere auch durch die Flächenstilllegungs-Regelungen der EU getragen. Hier war verankert, dass der Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen sich nicht negativ auf die Agrarprämienzahlungen auswirkt. Der NawaRo-Rapsanbau weitete sich nach und nach aus, 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. 2014 wurden in der EU-28 nach Angaben von Eurostat ca. 12,7 Mio. t Biodiesel erzeugt. Größter Hersteller ist unverändert Deutschland mit einem Anteil

von 27 % der EU-Erzeugung. Frankreich baute seine Biodieselerzeugung inzwischen deutlich aus und liegt mit 18,4 % auf Rang 2. Es folgt, allerdings mit deutlichem Abstand, die Niederlande, Spanien, Polen, Italien, Finnland, Belgien und Portugal.

Die Produktionskapazitäten in Europa werden von ESBF für das Jahr 2014 auf rund 25 Mio. t beziffert, woraus sich nur eine Auslastung der Fabriken zwischen 50 bis 60 % ergibt. Wichtigster Rohstoff der europäischen Biodieselproduktion ist weiter Rapsöl mit rund 55 %. Palmöl ist nach Angaben des USDA (FAS) auf Rang 2 der Rohstoffe aufgerückt. Etwa 10 % entfallen auf die Verarbeitung von Altölen und -fetten aus der Lebensmittelverarbeitung, die restlichen Rohstoffe stammen aus der Verwertung tierischer Fette.

**Biogas** -  **15-8** Die Primärenergieerzeugung aus Biogas betrug in der EU 2014 622 PJ (Vj. 584). Das entspricht einem Anteil von 0,88 % (Vj. 0,79) am Primärenergieverbrauch. Größter Biogaserzeuger war Deutschland mit 311 PJ (Vj. 288), nachdem sich hier die landwirtschaftliche Biogaserzeugung, insbesondere aus NawaRo auch in den vergangenen Jahren aufgrund der Regelungen des EEG noch etwas weiter entwickeln konnte. An 2. Stelle rangiert Großbritannien mit 89 PJ. Italien konnte auch in 2014 aufholen und liegt mit ebenfalls 82 PJ nur knapp hinter Großbritannien auf Rang 3. Es folgen, allerdings mit weitem Abstand, die Tschechische Republik, Frankreich, Spanien, die Niederlande und Österreich. Diese acht Staaten zusammen erzeugen und verwerten knapp 91 % des europäischen Biogases. Während in der überwiegenden Zahl der Mitgliedstaaten der Schwerpunkt auf der Nutzung von Deponie- und Klärgas liegt, wird v.a. in Deutschland, aber auch in Italien, den Niederlanden, der Tschechischen Republik, Österreich und Dänemark ein gewisser Schwerpunkt in der landwirtschaftlichen Biogasnutzung (Kategorie „Sonst. Biogas“) erkennbar.

Vor allem in Dänemark und Schweden wird das Konzept verfolgt, in Kooperation betriebenen größeren zentralen Anlagen Stallmist, Gülle und landwirtschaftliche Abfälle zu vergären. Diese 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 an Bedeutung.

### 15.1.4 Deutschland

**Primärenergieverbrauch (PEV) Deutschland** - Der PEV in Deutschland belief sich 2014 auf 13.132 PJ. Nachdem der PEV in den vergangenen 20 Jahren relativ konstant in einem Band zwischen 14.000 und knapp 15.000 PJ pendelte, lässt sich gerade in den letzten Jahren ein leicht abnehmender Trend beobachten. Die Gründe hierfür sind vielschichtig. 2009 führte eine geringere Nachfrage aufgrund der Wirtschaftskrise dazu,

Tab. 15-8 Primärenergie-Erzeugung aus Biogas in Europa

in PJ	2013				2014 <sup>v</sup>			
	Deponie- gas	Klär- gas	sonst. Biogas <sup>1)</sup>	gesamt	Deponie- gas	Klär- gas	sonst. Biogas <sup>1)</sup>	gesamt ▼
<b>Deutschland</b>	<b>4,63</b>	<b>18,34</b>	<b>264,87</b>	<b>287,84</b>	<b>4,34</b>	<b>18,38</b>	<b>288,52</b>	<b>311,25</b>
Großbritannien	64,30	11,98	8,98	85,27	62,88	13,01	13,15	89,03
Italien	16,88	2,03	57,09	76,00	16,49	2,14	63,47	82,10
Tschechische Republik	1,21	1,66	21,04	23,91	1,29	1,70	22,47	25,46
Frankreich	7,57	1,82	8,90	18,28	7,29	1,75	8,57	17,61
Spanien	8,10	6,79	5,18	20,07	6,64	4,67	3,48	14,79
Niederlande	1,08	2,42	9,28	12,78	0,95	2,36	9,78	13,09
Österreich	0,15	0,59	7,49	8,24	0,16	0,47	11,61	12,24
Polen	2,16	3,57	1,86	7,59	2,05	5,84	2,81	10,70
Belgien/Luxemburg	1,19	1,05	6,32	8,57	1,13	0,98	7,23	9,34
Schweden	0,41	3,07	2,59	6,07	0,35	3,10	2,97	6,42
Dänemark	0,22	0,94	3,45	4,61	0,18	1,02	3,94	5,14
Griechenland	2,83	0,67	0,20	3,70	2,81	0,65	0,18	3,64
Ungarn	0,60	0,84	2,00	3,44	0,60	0,88	2,03	3,50
Lettland	0,29	0,13	2,30	2,72	0,33	0,08	2,72	3,14
Portugal	2,59	0,11	0,03	2,73	2,94	0,11	0,03	3,08
Finnland	1,24	0,64	0,54	2,43	1,28	0,62	0,66	2,56
Slowakei	0,14	0,62	1,54	2,30	0,14	0,62	1,69	2,45
Irland	1,54	0,33	0,15	2,02	1,64	0,33	0,23	2,19
Slowenien	0,30	0,12	1,04	1,45	0,27	0,11	0,91	1,29
Rumänien	0,06	0,00	1,19	1,26	0,06	0,00	1,19	1,26
Kroatien	0,02	0,10	0,58	0,69	0,22	0,12	0,76	1,10
Litauen	0,30	0,15	0,20	0,65	0,32	0,29	0,26	0,88
<b>EU-28 gesamt</b>	<b>118,07</b>	<b>58,02</b>	<b>407,85</b>	<b>583,94</b>	<b>114,72</b>	<b>57,25</b>	<b>450,29</b>	<b>622,26</b>

PJ = 10<sup>15</sup> Joule 1) dezentrale landwirtschaftliche Biogasanlagen, kommunale Abfallvergärung, zentrale Kofermentationsanlagen

Quelle: EurObserver

Stand: 23.05.2016

dass der PEV lediglich bei 13.531 PJ lag. 2011 wurde v.a. die milde Witterung des Jahres sowie hohe Energiepreise als Ursache für den Rückgang identifiziert. In 2012 war zwar kühleres Wetter als in den Vorjahren zu verzeichnen, die etwas schwächere Konjunktur dämpfte hingegen den Verbrauchsanstieg. 2014 belief sich der Primärenergieverbrauch auf 13.132 PJ. Insbesondere die milde Witterung im Winter 2013/14 führte zu dem Rückgang. Nach ersten Zahlen der AG Energiebilanzen lag der Primärenergieverbrauch 2015 mit 13.306 PJ wieder leicht über dem Vorjahr. Vor allem die kühlere Witterung wird für den Anstieg verantwortlich gemacht.

Bemerkbar macht sich inzwischen, dass der Anteil Erneuerbarer Energien steigt und insbesondere die Erzeugung von Strom zunehmend aus Erneuerbaren erfolgt. Denn: Zur Herstellung einer Kilowattstunde Strom aus fossilen Energieträgern wird nahezu die dreifache Menge an Primärenergie benötigt.

**Endenergieverbrauch (EEV) Deutschland** - **15-9** Der EEV, welcher sich aus dem Primärenergieverbrauch im Wesentlichen durch Abzug der nicht-energetischen Nutzung von Energieträgern (z.B. industrielle Verwendung von Erdöl zur Herstellung von Kunststoffen etc.) und aus den Umwandlungsverlusten (v.a.

Wärmeverluste bei der Stromherstellung in Kraftwerken) errechnet, belief sich 2014 auf 8.648 PJ (Vj. 9.180). Er schwankte in den vergangenen 20 Jahren zwischen 8.650 PJ und knapp 9.700 PJ (1996). 49,2 % des EEV entfielen 2014 auf Wärme, 29,6 % auf Kraftstoffe und gut 21,2 % auf Strom.

**Energieversorgung** - Gedeckt wurde der PEV in Deutschland 2014 durch Mineralöl (34,4 %), Gase (20,5 %), Steinkohle (13,1 %), Braunkohle (12,0 %), Kernenergie (8,1 %), erneuerbare Energieträger (11,3 %) sowie sonstige Energieträger (1,6 %). Insgesamt sind bei der Energiebereitstellung weiter steigende Anteile der erneuerbaren Energien zu beobachten. Der Trend zur Braunkohle hat sich auch 2014 noch leicht verstärkt. In Summe geht die AGEB davon aus, dass 2014 der CO<sub>2</sub>-Ausstoß gegenüber dem Vorjahr um ca. 1 % gesunken sein dürfte.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am EEV stieg in den vergangenen Jahren stetig. 2014 belief er sich auf 13,5 %. Dabei betrug der Anteil der EE an der Stromerzeugung 2014 rund 27,4 % (Vj. 25,2), bei Kraftstoffen 5,6 % (Vj. 5,5) und bei Wärme und Kälte 12,2 % (Vj. 12,3). Mittelfristig lässt sich damit ein deutlich steigender Beitrag der erneuerbaren Energien am EEV erkennen.

Tab. 15-9 Endenergieverbrauch in Deutschland und Anteil Erneuerbarer Energien

in PJ	2013		2014	
	in %		in %	
<b>Gesamtverbrauch Endenergie</b>	<b>9.180</b>	<b>100,0</b>	<b>8.649</b>	<b>100,0</b>
- Steinkohle	338	3,7	346	4,0
- Braunkohle	93	1,0	87	1,0
- Mineralöle	3.454	37,6	3.340	38,6
- dv. Kraftstoffe <sup>1)</sup>	2.549	27,8	2.560	29,6
- dv. Heizöl schwer	16	0,2	10	0,1
- dv. Heizöl leicht	806	8,8	692	8,0
- Gase <sup>2)</sup>	2.286	24,9	2.026	23,4
- Strom	1.884	20,5	1.833	21,2
- Fernwärme	435	4,7	390	4,5
- Sonst. erneuerbare Energien	627	6,8	567	6,6
- Sonstige <sup>3)</sup>	63	0,7	60	0,7
<b>Erneuerbare Energien</b>	<b>1.145,3</b>	<b>12,1</b>	<b>1.237,4</b>	<b>13,5<sup>4)</sup></b>
<b>EE Wärme ges.</b>	<b>483,9</b>	<b>9,1</b>	<b>523,9</b>	<b>12,5<sup>5)</sup></b>
- biogene Festbrennstoffe (Haushalte)	235,9	.	204,8	.
- biogene Festbrennstoffe (GHD)	0,0	.	28,5	.
- biogene Festbrennstoffe (Industrie)	72,4	.	95,5	.
- biogene Festbrennstoffe (HW + HKW)	27,0	.	19,7	.
- biogene Flüssigbrennstoffe	7,4	.	7,9	.
- biogene gasförmige Brennstoffe	47,4	.	61,9	.
- biogener Anteil des Abfalls	35,1	.	41,0	.
- Solarthermie	24,4	.	26,2	.
- tiefe Geothermie	3,1	.	3,8	.
- oberflächennahe Geothermie	31,2	.	34,6	.
- <b>EE Strom ges.</b>	<b>543,2</b>	<b>25,3</b>	<b>585,0</b>	<b>27,4<sup>6)</sup></b>
- Wasserkraft	74,9	.	70,5	.
- Windenergie	186,1	.	206,5	.
- Photovoltaik	111,6	.	129,8	.
- biogene Festbrennstoffe	45,3	.	42,7	.
- biogene Flüssigbrennstoffe	1,6	.	1,3	.
- Biogas	97,8	.	105,6	.
- Klärgas	4,9	.	4,8	.
- Deponiegas	1,7	.	1,6	.
- biogener Anteil des Abfalls	18,9	.	21,8	.
- Geothermie	0,3	.	0,4	.
- <b>EE Kraftstoffe ges.</b>	<b>118,1</b>	<b>6,1</b>	<b>128,5</b>	<b>5,6<sup>7)</sup></b>
- Biodiesel	84,5	.	82,1	.
- Pflanzenöl	0,0	.	0,2	.
- Bioethanol	32,0	.	32,6	.
- Biomethan	1,6	.	2,1	.
- EE-Stromverbrauch im Verkehr	0,0	.	11,5	.

1 PJ = 10<sup>15</sup> J  
1) Kraftstoff und übrige Mineralölprodukte  
2) Flüssiggas, Raffineriegas, Kokereigas, Gichtgas und Naturgase  
3) Brennholz, Brenntorf, Klärschlamm und Müll  
4) sinkender Anteil am PEV durch Methodikänderung ab dem Jahr 2012, Vorjahre noch nicht revidiert  
5) bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser und sonstige Prozesswärme 2014 von 1.168 TWh (nach AGEb)  
6) bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2014 von 592,2 TWh (nach AGEb)  
7) bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr 2014 von 637 TWh (nach ZSW, BAFA)

Quellen: AG Energiebilanzen e.V.; BMU

Stand: 23.05.2016

**Rechtsrahmen in Deutschland** - In Deutschland bestehen eine Reihe rechtskräftiger Regelungen in den Bereichen Strom, Kraftstoffe und Wärme zur Förderung der erneuerbaren Energien. Ausgangspunkt dieser Regelungen war vielfach das im August 2007 in Meseberg auf den Weg gebrachte Integrierte Energie- und

Klimaprogramm (IEKP). Das IEKP benannte insgesamt 29 Eckpunkte als Aktionsfelder. Nachfolgend werden beispielhaft einige wichtige Regelungen in den Sektoren Strom, Kraftstoffe und Wärme genannt:

Tab. 15-10 Biokraftstoffquoten in Deutschland

energetische Bezugsgröße (in %)	Gesamt-Quote	Diesel-Quote	Benzin-Quote
2007	-	4,4	1,2
2008	-		2,0
2009	5,25		2,8
2010	6,25		2,8
2011	6,25	Unterquote gilt auch für die Folgejahre	Unterquote gilt auch für die Folgejahre
2012	6,25		
2013	6,25		
2014	6,25		
ab 2015	THG-Minderungsquote von 3,5 % für die gesamte Absatzmenge		
ab 2017	THG-Minderungsquote von 4,0 % für die gesamte Absatzmenge		
ab 2020	THG-Minderungsquote von 6,0 % für die gesamte Absatzmenge		
Volle Besteuerung in der Beimischung /Quotenerfüllung			

Quelle: BMU

Stand: 10.02.2015

**Strom** - Das Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG) regelt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE). Die im Jahr 2000 in Kraft getretene und 2004 grundlegend novellierte Vorschrift wurde 2009, 2012 und zuletzt 2014 (01.08.2014) fortgeschrieben. Aktuell steht die Fortschreibung 2016 an, die Ergebnisse waren zur Drucklegung noch nicht bekannt.

Das „alte“ EEG ( Fassungen vor 2014) kombinierte im Wesentlichen zwei Mechanismen. Zum einen wurden für Strom aus EE Mindestvergütungssätze garantiert, die in der Höhe jeweils auf die Erfordernisse der Technologie zugeschnitten waren. Zusätzlich waren in allen Bereichen jährliche oder monatliche Absenkungen der Vergütungen für Neuanlagen vorgesehen, um damit den technischen Fortschritt, d.h. der Lernkurve der Technologie, Rechnung tragen zu können. Flankierend regelte das Gesetz, dass dem Strom aus EE Netzzugang gewährt werden muss und dieser zudem vorrangig abzunehmen sei. 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 den Novellierungen 2009 und 2012 wurden die Erfahrungen der zurückliegenden Jahre in das Gesetz eingebracht. In der grundlegenden Überarbeitung 2014 zum „EEG 2.0“ wurden zentrale Schwerpunkte (Biogaserzeugung, Photovoltaik, Wind an Land/auf See) verändert gesetzt. Ein Kernziel ist es, die EE mit der Fassung vom 01.08.2014 schrittweise an den freien Markt heranzuführen. Im Brennpunkt der Überarbeitung stand auch die Begrenzung des Anstiegs der sogenannten EEG-Umlage, welche 2016 inzwischen die Höhe von 6,354 Cent/Kilowattstunde erreicht hatte.

Mit dem KWKG (Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz) wurde im Strombereich darüber hinaus eine wichtige Rege-

lung für eine effiziente Strom- und Wärmeherzeugung aus nicht erneuerbaren Energieträgern geschaffen.

**Kraftstoffe** -  **15-10** Anfänglich, zur Jahrtausendwende, wurde die Entwicklung der Biokraftstoffe in Deutschland vorwiegend durch das Instrument der Steuerbefreiung gefördert. 2004 kam hinzu, dass steuerbefreier Biodiesel bis zu 5 % (volumetrisch) dem fossilen Diesel beigemischt werden konnte. Auf der Rohstoffseite wirkte stützend, dass Rapsanbau als NawaRo (Rohstoff für die Biodieselerzeugung) auf Stilllegungsflächen möglich war und Rapsöl, bzw. Pflanzenöl insgesamt, zu attraktiv niedrigen Preisen am Markt verfügbar war. Die Produktionskapazitäten für Biodiesel entwickelten sich entsprechend dynamisch. Im Jahr 2006 kam es zu einer grundlegenden Änderung der Förderpolitik für Biokraftstoffe in Deutschland. Mit dem Biokraftstoffquotengesetz wurden erstmals verpflichtende Beimischquoten für Biodiesel und Bioethanol festgelegt. Die Höhe der Quoten wurde im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) verankert. Die bis 31.12.2014 gültige Biokraftstoff-Quotenregelung verpflichtete die Kraftstoffindustrie dazu, mindestens 6,25 % (Bezugsgröße: Energiegehalt) des Kraftstoffs als Biokraftstoff zu Verfügung zu stellen. Für die Beimischung von Bioethanol (2,8 %) und Biodiesel (4,4 %) galten dabei Unterquoten.

Parallel zur Einführung der Quotenregelung wurde das Energiesteuergesetz geändert, in welchem die Steuerbefreiungen einzelner Biokraftstoffsegmente festgelegt sind. Dem vollen Steuersatz unterliegen seit dem Jahr 2006 Biodiesel- und Bioethanolen, die fossilen Kraftstoffen im Rahmen der Quote beigemischt werden. Für reinen Biodiesel (B100) und reines Pflanzenöl wurde 2006 ein Steuer-Stufenmodell eingeführt, welches diesen Biokraftstoffen bis 31.12.2012 eine anteilige Steuerbefreiung sicherte. Zum 1. Januar 2013 wurde die Steuerbefreiung für Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff abgeschafft. BTL-Kraftstoffe, reiner Bioethanol

(B85) und Biomethan blieben bis 31.12.2015 als Kraftstoff von der Steuer befreit.

Sonderfall: Bestehen bleibt weiterhin die Möglichkeit der Steuerrückerstattung für land- und forstwirtschaftliche Betriebe im Rahmen des Agrardiesel-Antragsverfahrens. Bei Verwendung der Reinkraftstoffe (B100, Pflanzenöl) kann eine Steuerrückerstattung in nahezu voller Höhe beantragt werden (§ 57 Energie-StG).

Zum 31.12.2014 endete die Quotenregelung in ihrer bisherigen Form. Ab 1.1.2015 verpflichtet das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) die Kraftstoffindustrie dazu eine „Klimaschutz-Quote“ zu erbringen. Diese kann z.B. dadurch erreicht werden, dass entsprechende Mengen an Biokraftstoffen, welche geringere THG-Emissionen aufweisen als fossiler Kraftstoff, dem in Verkehr gebrachten Kraftstoff beigemischt werden. Alternativ wäre auch eine Vermarktung reiner Biokraftstoffe denkbar. Ab 1.1.2015 muss die Kraftstoffindustrie Treibhausgas (THG)-Einsparungen von mindestens 3,5 % jährlich erbringen, ab 2017 steigt der Wert auf 4 %, ab 2020 gelten 6 %. Mit der Klimaschutz-Quote setzte Deutschland als erstes Land die Vorgaben der EU-Kraftstoffqualitätsrichtlinie (RL 98/70/EG) um. Ergänzend zur geforderten THG-Minderung legt die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) fest, dass Biokraftstoffe derzeit nur dann zur Erfüllung der Klimaschutz-Quote angerechnet werden dürfen, wenn sie ein THG-Minderungspotential von mindestens 35 % gegenüber fossilen Kraftstoffen aufweisen. Ab 2017 erhöht sich diese Anforderung auf mindestens 50 %. Für neue Biokraftstoffwerke, die nach dem 31.12.2016 errichtet werden gilt derzeit noch, dass diese ab 2018 sogar ein THG-Minderungspotential von mind. 60 % zu realisieren haben. Allerdings wurde dieses Datum faktisch durch die Änderung der Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RL 2009/28/EG) und der Kraftstoffqualitäts-RL (Richtlinie 98/70/EG) auf den 05.10.2015 vorverlegt. Es fehlt lediglich noch die Umsetzung in nationales Recht, die aber bis 2017 zu erfolgen hat.

Die Diskussion um ILuC Faktoren (Indirect Landuse Change), die im Zusammenhang mit der Fortschreibung der entsprechenden Rechtsvorschriften auf EU-Ebene geführt wurde, scheint derzeit vom Eis zu sein. Weder in der Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RL 2009/28/EG), noch in der Kraftstoffqualitäts-RL (Richtlinie 98/70/EG) wurde das angedachte Malus-System aufgenommen. Grund hierfür war die fehlende wissenschaftliche Grundlage. Fachlich war mit den ILuC-Faktoren vorgesehen, die durch Rohstoffherzeugung, Verarbeitung und Transport entstehenden THG-Werte den Biokraftstoffen rechnerisch aufzuschlagen, um damit der Vermutung gerecht zu werden, dass durch die Erzeugung von Biokraftstoffen weltweit neue Agrarflächen in Kultur

genommen werden müssen, was wiederum zusätzlichen Ausstoß von THG's verursacht. Befürchtet wurde, dass eine Einführung der ILuC-Faktoren für in der EU erzeugten Biodiesel aus Raps bzw. für Bioethanol aus Getreide oder Zucker hätte bedeuten können, dass eine Anrechnung als Biokraftstoff auf die Klimaschutz-Quote kaum noch möglich gewesen wäre. Nach Standardwerten weist beispielsweise Biodiesel aus Raps ohne ILuC ein THG-Minderungspotential von rund 38 % gegenüber fossilem Kraftstoff (Referenzwert = 83,8 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente je Gigajoule) auf. Mit Anrechnung der ILuC-Faktoren wäre der THG-Wert für den Biodiesel aus Raps mit rund 128 % sogar deutlich über dem THG-Wert von fossilem Kraftstoff gelandet. Ethanol aus Weizen hat ohne ILuC ein THG-Minderungspotential von ca. 48 %, unter Hinzurechnung der ILuC-Faktoren wäre das THG-Minderungspotential nur noch bei rund 3 bis 4 % gelegen. Auf Grundlage dieser Diskussion und v.a. fehlender, belastbarer wissenschaftlicher Grundlagen wurde das Thema ILuC bei der Aktualisierung der einschlägigen EU-Richtlinien nicht berücksichtigt.

**Wärme** - Der Bereich Wärme war auf Bundesebene bislang überwiegend durch Fördermaßnahmen (Marktanzreizprogramm) flankiert worden. Zum 1.1.2009 trat 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 im Gegensatz zum Bundesgesetz auch Regelungen zu Altgebäuden und Umbauten und wurde 2014 überarbeitet.

Ein weiteres wichtiges Regelwerk im Wärmebereich ist die Energieeinsparverordnung (EnEV), in welcher weitreichende Mindestanforderungen in Bezug auf die Gebäudedämmung und -isolierung formuliert werden. Im Rahmen der fortlaufenden Aktualisierung trat zuletzt die EnEV 2014 zum 1. Mai 2014 in Kraft. Mittelfristig sollen v.a. Neubauten so ausgestaltet werden, dass der Gebäude-Wärmeenergiebedarf auf ein sehr niedriges Maß sinkt.

Über die genannten Vorgaben hinaus wurden eine Reihe weiterer Regelungen geschaffen, die sich beispielsweise mit der Kennzeichnungspflicht für Energieverbraucher, dem Ausbau der Stromnetze oder der Elektromobilität beschäftigen.

**Kraftstoffe** -  **15-3** Der Inlandsabsatz von Mineralölerzeugnissen in Deutschland ist 2014 gegenüber dem Vorjahr um 2,5 % auf 102,7 Mio. t gefallen. Der Absatz von Ottokraftstoffen war mit 18,5 Mio. t (Vj. 18,4) nahezu unverändert. Weiter steigende Tendenz zeigt jedoch der Dieselsabsatz mit 35,6 Mio. t (Vj. 34,8). Die Bereiche Heizöl, Petroleum und Flugturbinenkraftstoffe waren

2014 leicht rückläufig, während die Kategorie „andere Mineralölerzeugnisse“ unverändert zum Vorjahr blieb.

**Bioethanol** -  **15-5** Die Bioethanolproduktion 2014 belief sich nach Zahlen des BDBe in Deutschland auf rund 727.000 t bzw. 920.000 m<sup>3</sup> (OECD: 890.000 m<sup>3</sup>) und lag damit 8,1% über Vorjahresniveau. 2014 waren nach Angaben des BDBe sieben Werke mit Standorten überwiegend im Osten und Norden Deutschlands in Betrieb. Deren Kapazität belief sich in der Summe auf rund 900.000 m<sup>3</sup> (709.000 t) jährlich. Als Rohstoff wurde nach Angaben des BDBe 2014 ca. 65 % Getreide (Weizen, Mais, Roggen, Gerste und Triticale), aber auch Zuckerrüben (34 %) und Abfälle sowie sonstige Rohstoffe (1 %) eingesetzt.

Die „wechselhaften“ Vorgaben der Politik verursachen in der Branche Verunsicherung, es fehlt an Planungssicherheit für weitere langfristige Entscheidungen (Diskussion um ILuC, fehlende langfristige Perspektive nach 2020). Hinzu kommt, dass die Biokraftstoffproduktion durch den stark eingebrochenen Rohölpreis auf teilweise unter 50 US-\$/barrel ökonomisch stark unter Druck steht. Von 2014 auf 2015 verringerte sich die Zahl der Werke von neun auf sieben, die Kapazitäten wurden von 939.000 t/Jahr auf 709.000 t/Jahr verringert.

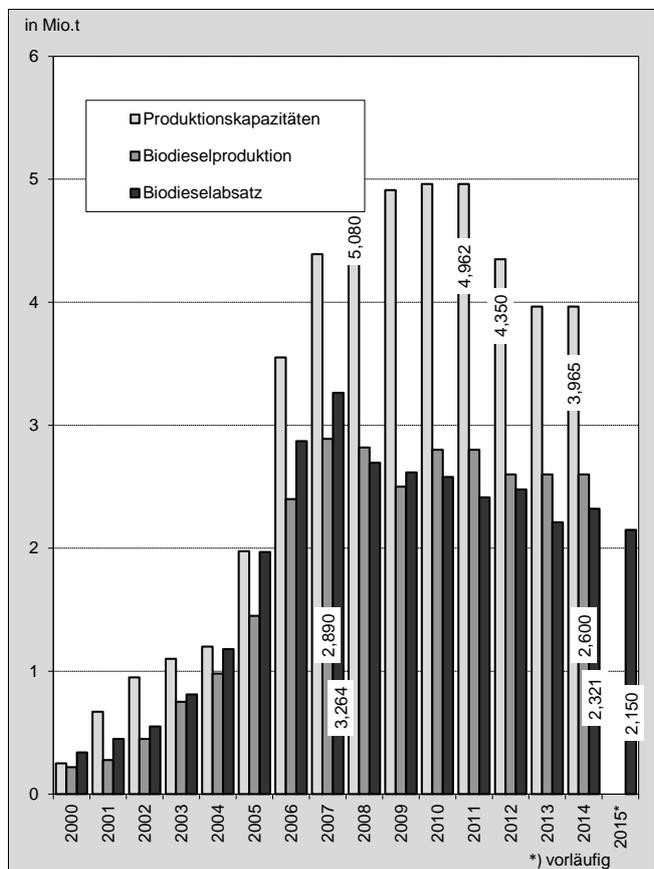
Bioethanol wird in Deutschland v.a. zur Beimischung in Ottokraftstoff (E10) eingesetzt. Nach Angaben des BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) wurden 2014 insgesamt 1,23 Mio. t Bioethanol abgesetzt. Davon wurden 1,08 Mio. t in der Beimischung verwendet, 139.000 t als ETBE und lediglich 10.200 t als E85-Kraftstoff (85 % Ethanolanteil). Nach den vorläufigen Dezemberzahlen 2015 ist davon auszugehen, dass der Absatz von Bioethanol um 4,5 % gegenüber dem Vorjahr rückläufig war, und dies obwohl der Absatz von Ottokraftstoffen zu diesem Zeitpunkt nur leicht rückläufig war (-1,6 %). Rückläufig waren alle Bereiche, sowohl die Beimischung, der Anteil ETBE als auch der Absatz von E85.

**Biodiesel** -  **15-6**  **15-8** Die Biodieselproduktion 2014 belief sich in Deutschland nach Angaben des VDB geschätzt auf 3,0 Mio. t (eurostat: 3,43). Die theoretische Produktionskapazität 2014 wird auf knapp 4,8 Mio. t beziffert, wobei inzwischen eine größere Anzahl der Anlagen stillgelegt wurden. Die Auslastung der noch produzierenden Anlagen lag bei rund 84 %. In Summe ist eine deutliche Konzentration der Standorte im Norden und Osten festzustellen. Als Rohstoffe für die Herstellung nannte der VDB für das Jahr 2014 unverändert vor allem Rapsöl (72,6 %), Sojaöl (4,9 %), Palmöl (3 %), Altspeisefette und tierische Fette (18,9 %) sowie Andere (0,6 %).

Der Inlandsverbrauch lag 2014 laut BAFA bei 2,32 Mio. t, davon 2,31 Mio. t Biodiesel als Beimischungskomponente und lediglich noch 5.000 t Biodiesel als Reinkraftstoff sowie 5.500 t als reiner Pflanzenölkraftstoff.

Der Verbrauch von Biodieselreinkraftstoff B100 erlebte in den vergangenen Jahren damit einen dramatischen Einbruch. Waren 2007 knapp über 1,82 Mio. t B100 verkauft worden, so waren es 2014 nur noch knapp über 5.000 t pro Jahr. Auch der Verbrauch von Pflanzenöl als Kraftstoff liegt mit nur noch knapp über 5.500 t praktisch am Boden. 2007 waren es noch 750.000 t. Auslöser für diesen starken Rückgang ist die seit Januar 2013 gültige volle Besteuerung von B100 und Pflanzenöl-Kraftstoff nach dem Energiesteuergesetz sowie der Einbruch der Tankstellenpreise für fossile Kraftstoffe aufgrund des Einbruchs der Rohölnotierungen. Beide Komponenten haben dadurch ihre Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem fossilen Diesel komplett eingebüßt. Für land- und forstwirtschaftliche Betriebe blieb allerdings die Möglichkeit einer nahezu vollständigen Steuerrückerstattung im Rahmen des Agrardieselantrags beim Einsatz von B100 oder reinem Pflanzenöl in landwirtschaftlichen Maschinen bestehen.

**Abb. 15-8 Entwicklung des Biodieselmärktes in Deutschland 2000 - 2014**



Quellen: VDB; EBB; FNR; BAFA; EUROSTAT

Stand: 13.05.2016

**Tab. 15-11 Biogas - Erzeugung (Faustzahlen)**

Rohstoffbasis	Substrat- menge in t FM / ha	Biogas- ertrag in Nm³/t	Methan- gehalt in %	Ertrag je Hektar bzw. je GV		
				Biogas in Nm³/ha	Methan in Nm³/ha	Diesel- äquivalente in l/ha
Maissilage	50,0	210	52	10.500	5.460	5.550
Ganzpflanzensilage Getreide	35,0	200	52	7.000	3.640	3.700
Getreide (Korn)	8,0	685	53	5.480	2.900	2.950
Grassilage (4 Nutz.)	35,0	185	54	4.630	2.500	2.610
	in t FM/GV	in Nm³/t	in %	in Nm³/GV	in Nm³/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  
Nm³ = Normkubikmeter

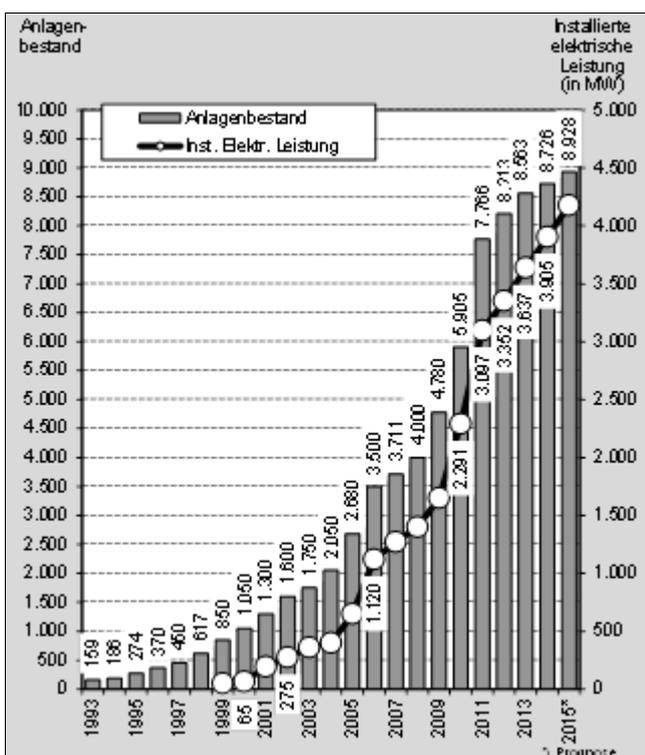
Quelle: KTBL; Staatl. Biogasberatung B.-W.; LEL

Stand: 12.02.2015

**Biogas** - 15-11 15-9 15-10 Bei der Biogasverwertung steht in Deutschland der Pfad „Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung“ weiterhin im Vordergrund. Vor allem in mittleren und kleineren Anlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben ist dieses Konzept Standard. Die anfallende Wärme wird mittlerweile in vielen Anlagen sinnvoll genutzt, was die Energieeffizienz dieser Anlagen verbessert. Hinzu kommt, dass die Anlagen zunehmend durch Ausstattung mit zusätzlicher BHKW-Kapazität als Regenergie-Kraftwerke nutzbar gemacht werden. Das Nutzungskonzept „Me-

thaneinspeisung ins Erdgasnetz“ hat in Deutschland ebenfalls an Bedeutung gewonnen. Vorteil dieser Technik ist, dass das Biogas aufbereitet und in der Regel ins Erdgasnetz eingespeist wird. Dadurch kann die Gasverwendung in Form von Kraft-Wärme-Kopplung direkt am Verbrauchsstandort der Wärme stattfinden. Mit diesem Konzept kann ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden. Die Herstellung von „Bio-Flüssiggas als Kraftstoff“ stellt bislang in Deutschland noch eine Nische dar, die Verwendung von Biogas in „Brennstoffzellen“ befindet sich noch in der Entwicklung. Verschiedene

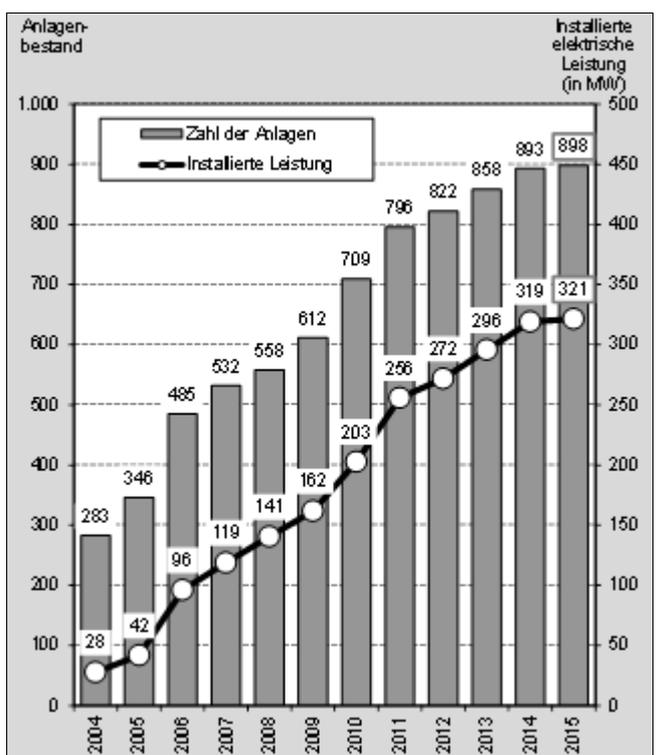
**Abb. 15-9 Biogasnutzung in Deutschland**



Quelle: Fachverband Biogas e.V.

Stand: 10.06.2016

**Abb. 15-10 Biogasnutzung in Bayern**



Quelle: LfL Bayern

Stand: 10.06.2016

Beispiele wie die Biogas-Kraftfahrzeugflotte in Schweden zeigen, dass solche Pfade durchaus erfolgversprechend sein können. Im Gegensatz zu den bisherigen üblichen Nutzungsformen ist allerdings in vielen Fällen eine oft umfangreiche Aufbereitung des Gases erforderlich. Dies lässt sich umso effizienter und ökonomischer gestalten, wenn ausreichend große Mengen Roh-Biogas am Standort der Aufbereitung zur Verfügung stehen.

Die Biogasbranche in Deutschland entwickelte sich in den zurückliegenden 20 Jahren rasant. Insbesondere mit Inkrafttreten des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2004 wurde ein regelrechter Boom ausgelöst. Der jährliche Anlagen-Zubau stieg ebenso steil wie die installierte elektrische Leistung je Einzelanlage. Nach einem etwas gebremsten Wachstum in den Jahren 2007 und 2008 erlebte die Branche nach der EEG Novellierung 2008 in den Jahren 2009 bis 2012 erneut einen Boom. Grund hierfür waren die Einführung des sogenannten „Güllebonus“ sowie eine attraktive Erhöhung der Prämie für die Verwendung von NawaRo's. Beflügelnd kam hinzu, dass die Preise für Agrarrohstoffe in den Jahren 2008 und 2009, nach der Preisspitze in 2007/08, nahezu wieder ins Bodenlose gefallen waren. Mit der Novellierung des EEG zu Jahresbeginn 2012 kam dann noch eine neue Anlagenklasse bis 75 kW<sub>el</sub> Leistung hinzu (sog. „Gülleanlagen“), die speziell darauf ausgerichtet ist, dass viehhaltende Betriebe einen Großteil der Biogasgewinnung aus dem anfallenden Wirtschaftsdünger zu attraktiven Konditionen bewerkstelligen können.

In vielen Anlagen in Deutschland steht heute dennoch die Biogaserzeugung aus Energiepflanzen im Vordergrund. Mit der Einführung einer 75 kW-Klasse wurde allerdings erneut der Wille verdeutlicht, Gülle, Mist und andere organische Reststoffe auf den landwirtschaftlichen Höfen sinnvoll zu verwerten. Mit der Neureglung des EEG zum „EEG 2.0“ in 2014 kamen jedoch die Entwicklungen im Biogasbereich ins Stocken. Das EEG 2014 legt den Schwerpunkt auf die Nutzung von Abfällen und Reststoffen und fordert zunehmend eine flexible, netzdienliche Führung der Anlagen ein. Hinzu kommt, dass ein Zubaukorridor von lediglich 100 MW<sub>el</sub> pro Jahr im neuen EEG verankert ist. Der Zubau von Neuanlagen hat sich daher nach der EEG-Novellierung weitgehend auf 75 kW-Anlagen beschränkt. Bestandsanlagen werden vielfach in der Weise umgebaut und ertüchtigt, dass sie flexibel Strom einspeisen und damit die Vorteile von Marktprämie und ggf. Flexibilitätsprämie nutzen können. Mit der Diskussion um die Novellierung des EEG 2016 wird die Branche erneut durch die Politik verunsichert. Da zur Drucklegung noch keine Entscheidungen vorlag, kann an dieser Stelle nur auf die entsprechenden Originalquellen verwiesen werden.

Ende 2014 waren in Deutschland nach Angaben des Fachverband Biogas e.V. 8.726 Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 3.905 MW<sub>el</sub> in Betrieb. Die Durch-

schnittsgröße der Anlagen liegt zwischenzeitlich bei 447 kW<sub>el</sub> (Vj. 425). Erste Schätzungen des Fachverbandes Biogas e.V. deuten darauf hin, dass 2015 eine überschaubare Anzahl an Biomethananlagen (ca. 10) in Betrieb genommen wurde. Zudem sei das Interesse an 75 kW-Anlagen spürbar ausgeprägt. Belastbare Zahlen für 2015 waren jedoch vor Redaktionsschluss nicht verfügbar. In Summe verdeutlichen die Zahlen, dass das neue EEG seine Wirkung entfaltet. Zwar steigt die Anzahl der Anlagen noch moderat, die Gesamtleistung der Anlagen aber bleibt nahezu unverändert.

Die Stromerzeugung aus Biogas hat sich in Deutschland innerhalb der letzten 5 Jahre mehr als verdreifacht. Sie belief sich 2014 auf 29.340 GWh (105,6 PJ) und 2015 nach vorläufigen Zahlen auf 30.110 GWh (108,4 PJ). Zwischenzeitlich stellt die Biogaserzeugung damit 15,4 % des durch erneuerbare Energien erzeugten Stroms. Obwohl die Stromerzeugung durch Biogas nominal noch zuwachsen konnte, verliert der Sektor relativ leicht an Bedeutung, v.a. da die regenerative Stromerzeugung aus Wind (an Land und auf See) deutlich stärkere Zuwachsraten aufweist.

Als Rohstoffe werden Gülle und Festmist sowie nach der EEG-Novellierung 2012 zunehmend auch industrielle und kommunale Reststoffe oder Abfälle eingesetzt. Von unverändert großer Bedeutung ist der Einsatz von Energiepflanzen. Insgesamt wurden 2015 nach vorläufigen Zahlen der FNR 1,393 Mio. ha Energiepflanzen zur Biogasherstellung angebaut. Im Jahr 2014 waren es noch 1,375 Mio. ha.

Der Flächenbedarf für die Biogaserzeugung spiegelt sich auch in den wachsenden Zahlen der Silomais-Anbauflächen wieder. 2015 belief sich die Silomaisfläche in Deutschland auf 2,100 Mio. ha, im Durchschnitt der fünf Jahre 2010 bis 2014 betrug die Fläche nur 1,940 Mio. ha. Mais stellt geschätzt einen Anteil von deutlich über 50 % bei den Energiepflanzen für Biogas. Der Grund dafür liegt in dem hohen Ertragspotential von Biomassemais. Rechnerisch werden rund 0,4 bis 0,5 ha Maisanbaufläche benötigt, um das „Futter“ für 1 Kilowatt BHKW-Leistung über das Jahr bereit zu stellen (Berechnungsbasis: 7.500 Betriebsstunden jährlich). Zur „Fütterung“ der inzwischen installierten Leistung von knapp 4.000 MW<sub>el</sub> ausschließlich mit Mais wären rechnerisch zwischen 1,6 bis 2,0 Mio. ha Silomaisanbaufläche erforderlich.

Die größte Anzahl an Biogasanlagen befindet sich in Bayern. 2.360 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 790 MW<sub>el</sub> waren Ende 2014 dort am Netz. Nach ersten Angaben für 2015 ist die Zahl der Anlagen nochmals moderat auf 2.378 gewachsen, ebenso die installierte Leistung mit rund 800 MW<sub>el</sub>. D.h. in Bayern stehen rund 27 % der deutschen Biogasanlagen und insgesamt 22 % der in Deutschland installierten elektrischen Leistung. Die durchschnittliche Anlagenleistung lag 2014 bei 335 kW<sub>el</sub>. Niedersachsen stellt die

zweithöchste Anzahl an Biogasanlagen, Ende 2014 waren es 1.562. Die installierte Leistung lag mit 884 MW<sub>el</sub> leicht über der Leistung der bayerischen Anlagen. Die durchschnittliche Größe der Einzelanlage liegt dort mit über 566 kW<sub>el</sub> deutlich höher als im Süden. Baden-Württemberg lag Ende 2014 an 3. Stelle mit 893 Anlagen und einer installierten Leistung von 357 MW<sub>el</sub>. Die durchschnittliche Anlagengröße betrug 400 kW<sub>el</sub>. Erste Zahlen für die Biogasentwicklungen in Baden-Württemberg in 2015 deuten darauf hin, dass sowohl die Zahl der Anlagen (898) als auch die installierte Leistung (321 MW<sub>el</sub>) nur noch sehr moderat zulegen konnten.

**15-11** Blickt man auf die Karte Baden-Württembergs lässt sich nach wie vor ein Schwerpunkt der Biogasproduktion in Südwürttemberg erkennen. Hier war nach Inkrafttreten des EEG eine sehr dynamische Entwicklung zu beobachten. Zwischenzeitlich haben andere Regionen aber etwas aufgeholt. In der Karte ist auch die „Zusatzleistung“ dargestellt. Dabei handelt es sich um diejenige BHKW-Leistung, die zur Ertüchtigung der Anlagen für den Regelenergiemarkt zusätzlich vorgehalten wird. Damit lassen sich Anlagen in manchen Phasen teilabschalten, in anderen Phasen eine Mehrproduktion als Regelenergie bereitstellen.

Im Reigen der verwendeten NawaRo in der Biogasproduktion liegt nach Schätzungen der staatlichen Biogasberatung Silomais mit geschätzt 65.000 ha in 2014 in Baden-Württemberg an 1. Stelle, gefolgt von 33.000 ha Grünland, 11.000 ha GPS und knapp 15.000 ha sonstige Ackerfrüchte. In Summe werden 91.000 ha Ackerfläche (rd. 11 %) und 33.000 ha Grünland (rd. 6 %) über die Biogasschiene verwertet. Der „Energiemaisanteil“ an der Ackerfläche beläuft sich geschätzt auf 7,8 %. Kennzeichnend für die Biogaserzeugung im Süden ist der relativ hohe Grünlandanteil. In Niedersachsen entfielen nach Mitteilungen des dortigen Landwirtschaftsministeriums zum Vergleich in 2011 bei einem geschätzten Gesamteinsatz von 250.000 ha Fläche 205.000 ha auf Silomais, 25.000 ha auf GPS und 20.000 ha auf Grünland.

## 15.2 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 nur geringe Marktbedeutung haben.

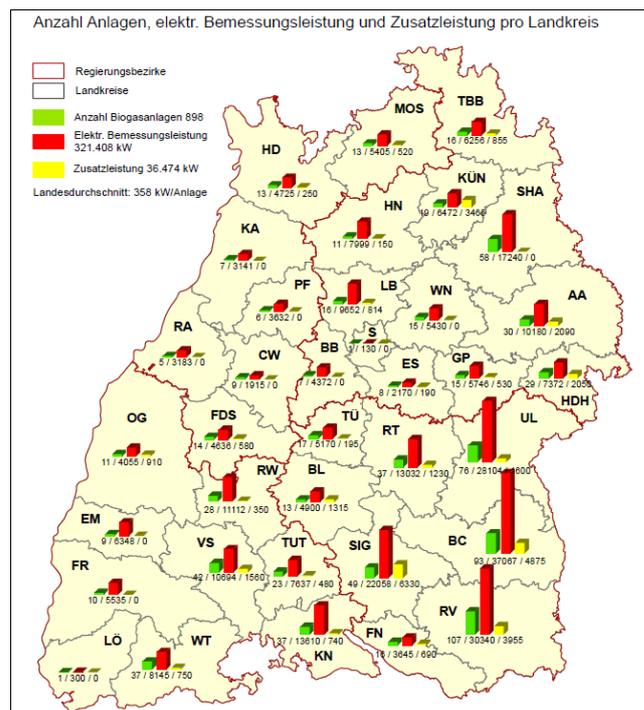
**Strom (und Wärme) - Erzeugung mittels Pflanzenöl-BHKW** - Die Entwicklungen im Bereich Pflanzenöl-BHKW waren nach anfänglicher Euphorie relativ schnell zum Erliegen gekommen. Dies hatte im Wesentlichen zwei Gründe. Bereits kurz nach Einführung attraktiver Vergütungssätze für Kraft-Wärme-Kopplung mit Pflanzenöl als Energieträger durch das EEG 2004 verteuerten

sich die Öle am Markt so sehr, dass ein ökonomischer Betrieb der Anlagen schnell in Frage gestellt war. Darüber hinaus hatte im Laufe der Jahre in diesem Bereich ein Umdenken der Politik stattgefunden. Mit dem EEG 2012 wurde die Förderung der Strom- und Wärmeerzeugung aus „flüssiger Biomasse“ faktisch eingestellt. Lediglich diejenige Menge flüssiger Biomasse, die im Rahmen der Anfahr-, Zünd- oder Stützfeuerung z.B. bei Zündstrahlmotoren in der Biogasverwertung nötig ist, kann auch weiterhin von der EEG Förderung profitieren.

**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 Zellulose, d.h. Waldrestholz oder Getreidestroh erfolgen, so dass zunächst nicht von einem zusätzlichen Ackerflächenbedarf für diesen Verwertungspfad ausgegangen werden muss. Erste Schritte einer Praxiseinführung wurden zwischenzeitlich unternommen, allerdings musste das führende Unternehmen CHOREN in 2011 Insolvenz anmelden, so dass die Aktivitäten derzeit ins Stocken gekommen sind.

**Getreide zur thermischen Nutzung** - Seit Inkrafttreten der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) im Januar 2010 ist die thermische Nutzung von Mindergetreide (... nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner oder Getreidebruchkörner, ...) als Regelbrennstoff zugelassen. Der Einsatz ist allerdings beschränkt auf

**Abb. 15-11 Biogasanlagen in Baden-Württemberg 2015**



Quellen: MLR, Staatliche Biogasberatung BW

Stand: 31.12.2015

Anlagen bis 100 kW Nennleistung sowie einen eingeschränkten Nutzerkreis. Zu diesem gehören z.B. Betriebe der Landwirtschaft, des Gartenbaus und des agrargewerblichen Sektors wie Mühlen oder Agrarhandel. Mit der 1. BImSchV wurde damit zwar der gesetzliche Rahmen für eine legale thermische Verwertung von Getreide geschaffen. Dennoch entwickelte sich dieser Verwertungspfad in den vergangenen Jahren kaum. Bei Erzeugerpreisen knapp unter oder bei 200 €/t flachte das Interesse an der Getreideverbrennung stark ab, zumal für einen sicheren und langfristigen Betrieb solcher Anlagen auch noch nicht alle technische Fragestellungen vollständig beantwortet sind. Die aktuell niedrigen Getreidepreise könnten allerdings die Entwicklungen in diesem Bereich etwas befeuern. Mit einer massiven Nutzung von Getreide zur thermischen Nutzung rechnet man im Markt allerdings nicht. Man geht davon aus, dass es sich bei diesem Pfad allenfalls um eine Nische handelt.

**Kurzumtriebsplantagen, Miscanthus und andere Biomasse zur thermischen Nutzung** - Derzeit ist nur eine überschaubare Anzahl von Ackerflächen in Deutschland mit Kulturen wie Energieholz auf Kurzumtriebsplantagen (KUP), Miscanthus (Chinaschilf) 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. Ob und ggf. in welchem Umfang sich hier Entwicklungen ergeben ist noch nicht absehbar, zumal die Wirtschaftlichkeit des Anbaus teilweise nur bedingt darstellbar ist. Für Landwirte wirkt sich hemmend aus, dass eine langfristige Bindung der Flächen erforderlich ist.

Deutschlandweit waren nach Schätzungen der Bundesländer-Arbeitsgruppe „Nachwachsende Rohstoffe“ in

**Tab. 15-12 Anbau Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland**

in 1.000 ha	2014	2015 <sup>v</sup>
		▼
Industriestärke	93	93
Industriezucker	10	10
technisches Rapsöl	140	140
techn. Sonnenblumenöl	9	9
technisches Leinöl	4	4
Faserpflanzen	1	1
Arznei- und Farbstoffe	12	12
<b>Industriepflanzen gesamt</b>	<b>267</b>	<b>268</b>
Raps (Biodiesel/Pflanzenöl)	649	616
Zucker/Stärke (Bioethanol)	188	184
Pflanzen für Biogas	1.375	1.393
Sonstiges (Agrarholz, Miscanthus, ...)	101	11
<b>Energiepflanzen gesamt</b>	<b>2.223</b>	<b>2.204</b>
<b>NawaRo gesamt</b>	<b>2.490</b>	<b>2.472</b>

Quelle: FNR

Stand: 23.05.2016

2015 6.000 ha mit KUP und 4.500 ha Miscanthus bepflanzt. Damit war die Fläche gegenüber dem Vorjahr nahezu unverändert. In Baden-Württemberg wird die Anbaufläche 2015 auf 411 ha KUP (Vj. 343) und 408 ha Miscanthus (Vj. 363) geschätzt. Sowohl die KUP-Flächen als auch der Miscanthusanbau sind 2015 leicht gewachsen.

### 15.3 Stoffliche Nutzung

**Deutschland** -  **15-12** 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 auf mittlere Sicht betrachtet begrenzt sind.

Die stoffliche Nutzung wies in den vergangenen Jahren im Gegensatz zur energetischen Nutzung nur geringe Veränderungen auf. Insgesamt wurden 2015 auf geschätzt 268.250 ha Fläche landwirtschaftliche Rohstoffe für die Industrie erzeugt. Rund 34 % entfielen hier von auf die Stärkeproduktion mit Schwerpunkt im Getreide-, Körnermais- und Kartoffelanbau. Technische Öle (Raps, Sonnenblumen und Leinsaat) stellen zusammen einen Anteil von knapp 57 %. Die restlichen Anteile entfallen auf Industriezucker sowie Arznei- und Farbstoffe.

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. Insofern könnte auch die stoffliche Nutzung von Biomasse eine interessante Alternative darstellen.