



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Der Markt für Bioenergie

Welf Guenther-Lübbers, Sören Henke, Christian Schaper und Ludwig Theuvsen
Georg-August-Universität Göttingen

1 Einleitung

2013 wird im Hinblick auf die Entwicklung des Marktes für Bioenergie vermutlich einmal als ein Jahr des Übergangs in Erinnerung bleiben. Dafür sind verschiedene Gründe maßgeblich. So ist der zuvor einige Jahre lang zügig voranschreitende Ausbau der Erzeugung erneuerbarer Energien auf der Grundlage von Biomasse aus verschiedenen, teils ökonomischen, teils (förder-)politischen Gründen in weiten Teilen nahezu zum Erliegen gekommen. Gleichgültig, ob Zahl der Biogasanlagen, Umfang der Biokraftstoffproduktion oder Einsatz von biogenen Festbrennstoffen zur Strom- und Wärmeerzeugung: Die vor allem nach 2004 teilweise sehr hohen Wachstumsraten im Bioenergiebereich gehören der Vergangenheit an; teilweise sind sogar negative Vorzeichen zu erkennen, so etwa bei der für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen genutzten landwirtschaftlichen Nutzfläche oder der Produktion von Biodiesel.

Der schon seit einiger Zeit (ZSCHACHE et al., 2010) zunehmend kontrovers geführte Diskurs über die Erzeugung von Bioenergie hat das Seinige zu der sich abzeichnenden Stagnation beigetragen. Mit Verweis namentlich auf die ökologischen Konsequenzen sowie die Auswirkungen auf das Landschaftsbild hat der Widerstand gegen Projekte zur Bioenergieproduktion, etwa Biogasanlagen oder Biomassekraftwerke, erheblich zugenommen (LEIBENATH, 2013). Interessant ist dabei, dass der tiefe Graben zwischen Befürwortern und Gegnern bis weit in die Umweltorganisationen und etablierten politischen Parteien hinein reicht und sich dadurch teilweise gänzlich neue und überraschende, für die Handlungsfähigkeit und den weiteren Ausbau der Bioenergieproduktion aber nicht unbedingt förderliche Akteurskonstellationen ergeben (OTTO und LEIBENATH, 2013).

Schließlich trägt auch die zunehmende Unsicherheit über die weitere Ausgestaltung der politischen Rahmenbedingungen zu einer Verunsicherung der Akteure und einer Investitionszurückhaltung bei. Die Kritik am Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) als dem zentralen Instrument zur Förderung erneuerbarer Energien ist in der jüngeren Vergangenheit zunehmend lauter geworden. Im öffentlichen Diskurs über-

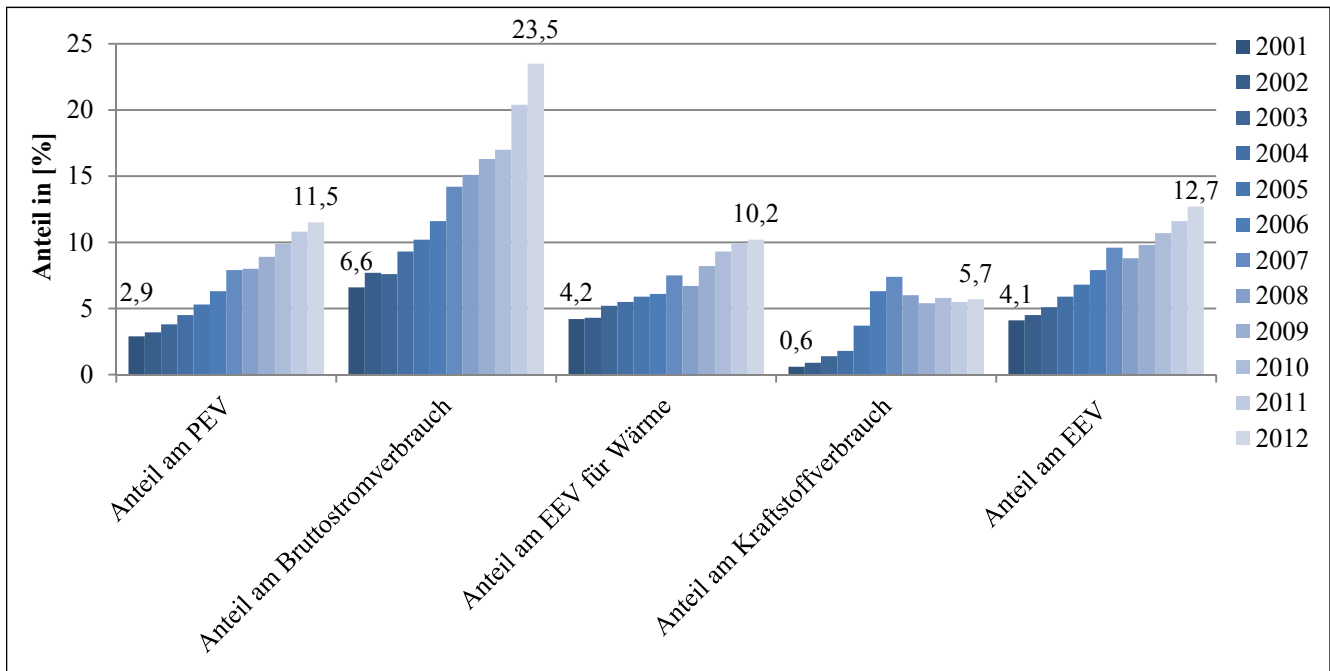
wiegt dabei die Sorge über stark steigende Strompreise, die zu erheblichen Belastungen der Verbraucher und einer Minderung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands als Industriestandort führen (WETZEL, 2013; PEITSMEIER und PENNEKAMP, 2013). Daneben wird auch befürchtet, dass speziell die Biokraftstoffproduktion die Volatilität der Agrarrohstoffpreise verstärkt und damit mittelbar die Ernährungssicherheit gefährdet (SCHMITZ und MOLEVA, 2013). Im fach-öffentlichen Diskurs werden weitere Argumente vorgebracht, so etwa scharfe Kritik an der fehlenden Marktintegration erneuerbarer Energien sowie grundsätzliche Zweifel an der Effektivität des EEG als Instrument zur Senkung der Emissionen klimarelevanter Gase. Diese und weitere Kritikpunkte haben zu Forderungen nach einem grundsätzlichen Umbau der Förderpolitik und des Marktdesigns geführt (EKKHOFF, 2012; HAUCAP et al., 2013). Die Politik hat diese Bedenken aufgegriffen und eine tiefgreifende Umgestaltung namentlich des EEG angekündigt (CDU/CSU, SPD, 2013).

Vor dem skizzierten Hintergrund sind in letzter Zeit positive Aspekte der Bioenergieproduktion, so etwa die erfolgreiche Gründung von Bioenergie-dörfern (KARPENSTEIN-MACHAN et al., 2013), die Entstehung energieautonomer Regionen (KUNZE, 2013), die Wiederbelebung des Genossenschaftsgedankens durch die zahlreichen Neugründungen von Genossenschaften im Bereich erneuerbarer Energien (VOLZ, 2012) oder der Beitrag erneuerbarer Energien zur Erhöhung der Wertschöpfung in ländlichen Räumen (HARSCHKE et al., 2013), zunehmend in den Hintergrund getreten. Insgesamt bleibt der Eindruck vorherrschend, dass die Erzeugung erneuerbarer Energien und mit ihr der Markt für Bioenergie an einem Wendepunkt angelangt sind und eine grundsätzliche Neuorientierung ansteht.

2 Relevanz der erneuerbaren Energien im Energiemix

Trotz der ambitionierten Bestrebungen, aus ökologischen (Klimaschutz) und gesellschaftlichen Gründen (Kernenergieausstieg) auf erneuerbare Energien

Abbildung 1. Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland



Stand: 11/2013
Quelle: BMU (2013c)

umzusteigen, decken fossile (2012: 78,9 %) und nukleare (2012: 7,95 %) Energieträger immer noch den Großteil des deutschen Primärenergieverbrauchs (PEV) ab (ENERGYCOMMENT, 2013). Gleichwohl werden dank der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch bereits 147 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart (BMU, 2013c).

Der Bioenergie kommt aufgrund ihrer großen Flexibilität (Bereitstellung von Strom, Kraftstoff und Wärme) sowie ihrer im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien guten Speicher- und Dosierbarkeit eine besondere Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende zu. Mittlerweile erreicht die Bioenergie einen Anteil von 8,4 % am deutschen Gesamtenergieverbrauch; sie liegt damit deutlich vor den übrigen erneuerbaren Energien (Wasser, Wind, Solar, Geothermie), die gemeinsam auf einen Anteil von 4,1 % kommen. Für die Zukunft strebt der deutsche Gesetzgeber eine weitere Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch von 12,5 % auf 18 % an (BMU, 2013c; BNETZA, 2012).

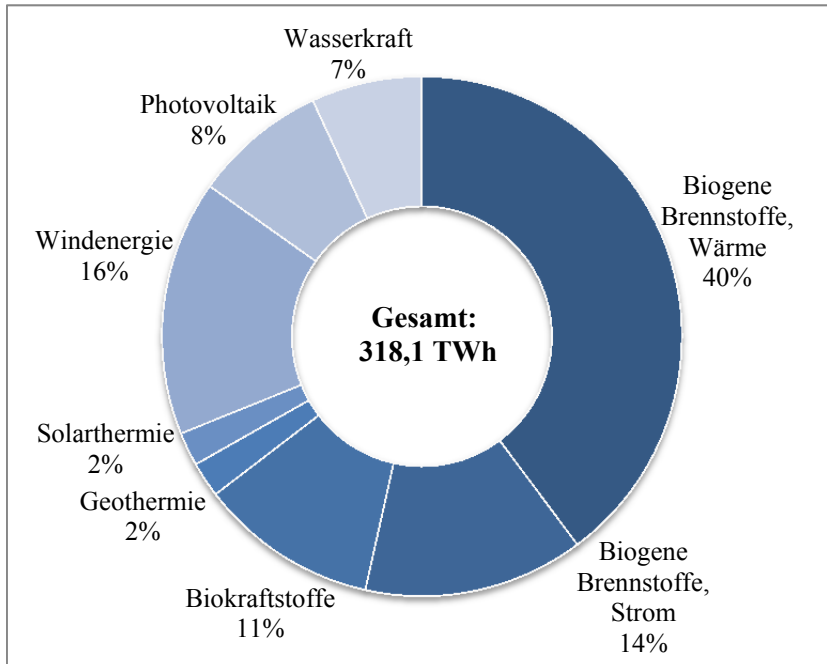
Eine Detailanalyse des Endenergieverbrauchs (EEV) zeigt, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Strom-, Wärme- und Kraftstoffverbrauch erheblich variiert. So beträgt der Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Strommix 23,5 % (2011: 20,3 %, Ziel 2020: 35 %), an der Wärmebereitstellung 10,2 % (2011: 11 %, Ziel 2020: 14 %) und am Kraftstoffver-

brauch 5,7 % (2011: 5,5 %, Ziel 2020: 10 %) (BMU, 2013c). In der Längsschnittbetrachtung wird zudem deutlich, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in den letzten Jahren besonders stark gestiegen ist (Abbildung 1).

Insgesamt trugen 2012 erneuerbare Energien 318,1 TWh (2011: 300,9 TWh) zum Endenergieverbrauch bei; hiervon entfielen rund 64,6 % (205,49 TWh; 2011: 187,7 Milliarden kWh) auf die Nutzung von Biomasse (Abbildung 2). Bei der Stromerzeugung (142,418 TWh) rangieren Windkraft (50,67 TWh), Biomasse (inklusive biogener Anteil des Abfalls; 43,55 TWh) und Wasserkraft (21,793 TWh) auf den ersten Plätzen. Im Bereich der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Quellen (140,4 TWh) entfallen rund 90,2 % auf die Biomassennutzung (BMU, 2013a; BMU, 2013b).

Weltweit stieg der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion im Jahr 2012 auf 21,7 % (1 470 GW). Den Spitzenplatz nimmt hierbei die Stromproduktion aus Wasserkraft mit 990 GW weit vor Windkraft (283 GW), Solar (100 GW) und Biomasse (83 GW) ein. Insbesondere für China (derzeit 8,3 % erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch) (PwC, 2012), die USA (11,8 % der Primärenergieproduktion) und die EU (2011: 13 % des Endenergieverbrauchs) wird ein weiterer Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromproduktion erwar-

Abbildung 2. Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland 2012



Stand: 11/2013; Angaben gerundet
Quelle: BMU (2013a)

(2011: 13,8 Mrd. €); davon stammten 10,7 Mrd. € aus der Bioenergiebranche (BMU, 2013c; AEE, 2013a). Auch 377 800 inländische Arbeitsplätze (2004: 160 500) zeugen von der hohen Relevanz der Erneuerbare-Energien-Branche. In der Einzelbetrachtung lag 2012 die Bioenergie mit 128 900 (2011: 124 400) Arbeitsplätzen noch vor der Windenergie (117 900 Arbeitsplätze; 2011: 101 000) und der Solarenergie (100 500 Arbeitsplätze; 2011: 125 000) (BMU, 2013a). Die Nettobeschäftigungseffekte fallen jedoch deutlich geringer aus und werden für 2010 und 2011 mit etwa 50 000 bis 70 000 Arbeitsplätzen angegeben, können aufgrund der durch die EEG-Umlage verursachten Energiekostensteigerungen aber auch negativ sein (LEHR et al., 2011).

tet. So geht die Bundesnetzagentur im Leitszenario für das Jahr 2024 davon aus, dass sich in Deutschland die installierte Erzeugungsleistung aller erneuerbaren Energien gegenüber dem Referenzjahr 2012 (75,3 GW) auf 138,6 GW erhöhen wird. Die Biomasse spielt hierbei mit 8,7 GW (2012: 5,7 GW) nur eine untergeordnete Rolle im Vergleich zur Windenergie (67,7 GW, 2012: 31,3 GW) und zur Photovoltaik (56 GW, 2012: 33,1 GW) (BNETZA, 2013).

Die weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien erreichten 2012 einen neuen Rekordwert in Höhe von etwa 244 Mrd. US \$ (REN21, 2013). Dank der frühen Förderung erneuerbarer Energien in Deutschland konnten sich deutsche Unternehmen einen Know-how-Vorsprung im Bereich der Anlagentechnik erarbeiten. So liegen die Exportquoten insbesondere bei Wind- und Wasserkrafttechnologie bei bis zu 80 % des Produktionsvolumens (AEE, 2013a).

Der gestiegene Exportanteil an der Produktion ist zu einem Teil auch durch die gesunkenen Investitionen in erneuerbare Energien in Deutschland zu erklären. So gingen 2012 im Inland die Investitionen in erneuerbare Energien auf 19,5 Mrd. € zurück (2011: 23,2 Mrd. €). Davon entfielen 2,6 Mrd. € (2011: 2,9 Mrd. €) auf Biomasse. Die durch den Anlagenbetrieb generierten Umsätze hingegen stiegen auch im Jahr 2012 weiter auf rund 14,8 Mrd. € an

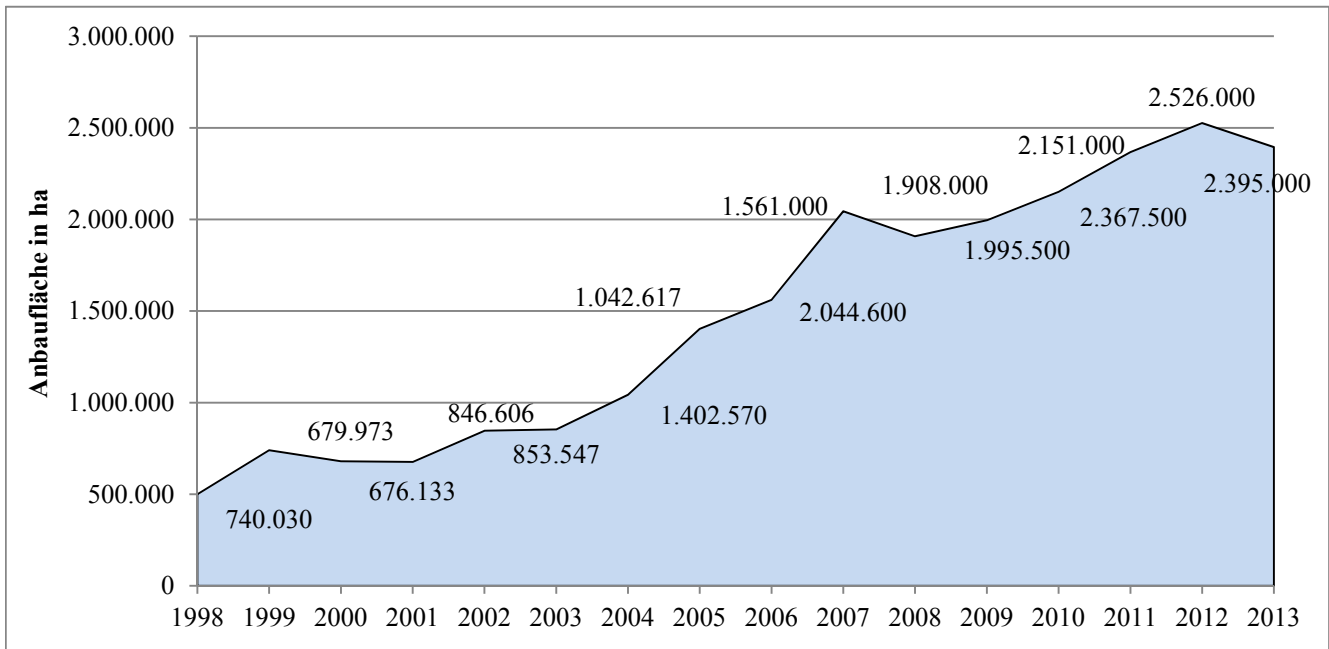
3 Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland

Die Bioenergieproduktion fußt auf dem Anbau nachwachsender Rohstoffe, der Nutzung landwirtschaftlicher Nebenprodukte und der Kaskadennutzung biogener Reststoffe. Nachdem sich das genutzte biogene Reststoffvolumen aufgrund geänderter gesetzlicher Rahmenbedingungen in der Abfallerfassung zunächst stark erhöht hat, stagniert es nunmehr bereits seit einigen Jahren (PROGNOS, 2012; THRÄN, 2012). Auch ist im Jahr 2013 die Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland erstmals gesunken, nachdem sie zuvor mehrere Jahre in Folge stark gestiegen war (IEA, 2011).

3.1 Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion

Insgesamt wurden in Deutschland 2013 nach vorläufigen Schätzungen auf 14,34 % bzw. 2,395 Mio. ha (2012: 15,16 %) der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (16,704 Mio. ha) nachwachsende Rohstoffe zur energetischen und stofflichen Verwendung angebaut (FNR, 2013c; Abbildung 3). Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies einen Rückgang der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe um 131 000 ha (5,19 %). Unter den angebauten Kulturen

Abbildung 3. Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland



Anbaufläche für 2013 geschätzt
Quelle: FNR (2013a)

dominierten wie in den Vorjahren die Energiepflanzen mit einem Anbauanteil von 88,29 % (2 144 500 ha; 2012: 2,156 Mio. ha) vor den Industriepflanzen mit 11,71 % (280 500 ha; 2012: 281 500 ha).

Die größte Einbuße an Anbaufläche erfuhr der Raps, welcher insbesondere für die Pflanzenöl- und Biodieselerzeugung verwendet wird. Der Anbauumfang ist bereits seit dem Jahr 2007 (1,12 Mio. ha) aufgrund der Besteuerung von Biodiesel und Pflanzenöl rückläufig (FNR, 2013c; AMMERMAN und MENGEL, 2011). Im Jahr 2013 wurde der Rückgang durch ungünstige klimatische Aussaatbedingungen zusätzlich verstärkt und führte zu einer Anbaufläche von lediglich 746 500 ha (2012: 786 000 ha). Dennoch ist der Raps nach wie vor die bedeutendste Energiepflanze in Deutschland. Der Energiepflanzenanbau für die Biogasproduktion ging geringfügig um 1 000 ha auf 1 157 000 ha zurück (FNR, 2013c). Unter den Biogassubstratpflanzen dominierte hierbei mit rund 829 000 ha der Energiemais, welcher etwa ein Drittel der deutschen Maisanbaufläche (2013: 2,49 Mio. ha; 2012: 2,57 Mio. ha) ausmacht, vor (Acker-)Gräsern, Getreide-Ganzpflanzensilage, Rüben und Getreide (FVB, 2012a; DMK, 2013). Die Industriepflanzenanbaufläche sank von 281 500 ha (2012) auf 280 500 ha in 2013 (FNR, 2013c). Der Selbstversorgungsgrad für Rohstoffe zur stofflichen Nutzung beträgt weiterhin nur etwa 30 bis 40 % (FNR, 2012b).

3.2 Biomasse aus biogenen Reststoffen und Abfällen

Unter biogenen Reststoffen und Abfällen werden Exkremamente aus der Nutztierhaltung, Landschaftspflegematerial, Stroh, biogene Hausabfälle, feste Nebenprodukte aus der Landwirtschaft sowie Grün- und Strauchschnitt verstanden (BUNZEL et al., 2011). Zusätzlich werden biogene Rest- und Abfallstoffe aus dem produzierenden Gewerbe und der Lebensmittelindustrie, die organischen Anteile des Restmülls, Klärschlamm, Industrie- und Altholz sowie Stoffe aus der Tierkörperbeseitigung darunter subsumiert (LEIBLE et al., 2007). Die Nutzung erfolgt je nach Struktur und Feuchtegehalt in der Regel durch Verbrennung oder Vergärung; auch eine energetische Verwertung nach vorheriger Vergärung ist möglich (KERN und RAUSSEN, 2012). Eine Transformation in Kraftstoffe gilt dagegen aufgrund der Stoffheterogenität als technisch anspruchsvoll (KERN und SPRICK, 2012; ZEHM und BILITEWSKI, 2008).

Biogene Reststoffe und Abfälle stehen regional in sehr unterschiedlichem Umfang zur Verfügung. Biogene Hausabfälle bspw. entstehen vorwiegend in urban geprägten Regionen (74 % des Gesamtpotenzials) (PROGNOS, 2012), während in den intensiven Tierhaltungsregionen Nordwestdeutschlands und Teilen Südbayerns große Wirtschaftsdüngermengen anfallen (THIERING, 2010).

Tabelle 1. Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (ha)

Rohstoff	2009	2010	2011	2012	2013*	Anteil an NawaRo-Fläche 2013* (%)
Energiepflanzen Raps für Biodiesel/ Pflanzenöl	942 000	940 000	910 000	786 000	746 500	31,17
Zucker/Stärke für Bioethanol	226 000	240 000	240 000	201 000	200 000	8,35
Pflanzen für Biogas	530 000	650 000	900 000	1 158 000	1 157 000	48,31
Sonstiges (u.a. Agrarholz, Miscanthus)	3 500	4 000	6 000	11 000	11 000	0,46
Energiepflanzen insgesamt	1 701 500	1 834 000	2 056 000	2 156 000	2 114 500	88,23
Industriepflanzen Industriestärke **	130 000	160 000	165 000	121 500	121 500	5,07
Industriezucker **	22 000	10 000	10 000	10 000	9 000	0,38
technisches Rapsöl	120 000	125 000	120 000	125 000	125 000	5,22
technisches Sonnenblumenöl	8 500	8 500	8 500	7 500	7 500	0,31
technisches Leinöl	2 500	2 500	2 500	4 000	4 000	0,17
Pflanzenfaser	1 000	1 000	500	500	500	0,02
Arznei- und Farbstoffe	10 000	10 000	10 000	13 000	13 000	0,54
Industriepflanzen insgesamt	294 000	317 000	316 500	281 500	280 500	11,71
NawaRo insgesamt	1 995 500	2 151 000	2 282 500	2 437 500	2 395 000	100,00

* vorläufige Schätzung

** Bei der Berechnung der Flächen zur Nutzung von Stärke und Zucker wurde 2010 die Berechnungsgrundlage umgestellt. Daher sind Vergleiche mit dem Wert aus 2009 nur eingeschränkt möglich.

Quelle: EMMANN et al. (2012); FNR (2013c)

In der Bundesrepublik wird gut ein Prozent des Strombedarfs aus der Verbrennung von Abfallstoffen gedeckt (JACOBS, 2012). Doch trotz der Neufassung des EEG, der Schaffung weiterer Nutzungsanreize sowie der Verbesserung der Abfallerfassung durch Getrenntsammlung von Bio- und Grünabfällen (BMW und BMU, 2010; BMELV, 2012; PROGNOSE, 2012) verlieren biogene Reststoffe in der Energieerzeugung weiter an Bedeutung. So sank beispielsweise im Jahr 2012 der Anteil der industriellen und landwirtschaftlichen Reststoffe sowie der Bioabfälle am energiebezogenen Substrateinsatz auf 4 % (2011: 8 %) (DBFZ, 2013). Auch für die Zukunft ist aufgrund hoher Logistik- und Verfahrenskosten bei Gülle und Landschaftspflegematerial sowie Nutzungskonkurrenzen bei der Verwertung organischer Siedlungsabfälle (z.B. Kompostierung) keine signifikante Steigerung der energetischen Nutzung biogener Reststoffe zu erwarten. Insgesamt beträgt das technisch verfügbare Reststoffpotential zwar 44,7 Mrd. kWh, doch gelten maximal 50 % als wirtschaftlich erschließbar (URBAN, 2013).

4 Energetische Verwendung von Biomasse

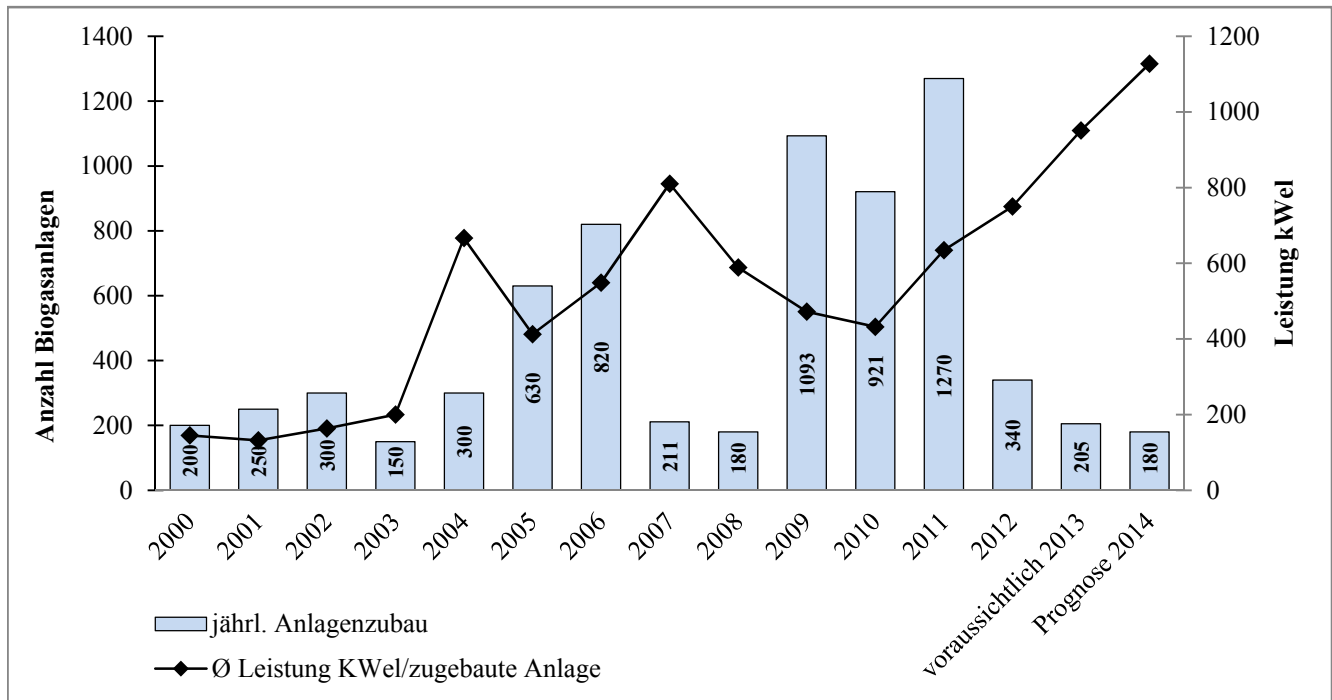
Unter dem Oberbegriff „Energie aus Biomasse“ werden feste, flüssige und gasförmige Energieformen zusammengefasst (KALTSCHMITT et al., 2009). In Abhängigkeit von den verarbeiteten biogenen Ausgangsmaterialien und den eingesetzten technischen Verfahren entstehen verschiedene energiereiche Produkte wie Bio-, Klär- und Deponiegase, Festbrennstoffe oder flüssige Kraftstoffe (FNR, 2012a).

4.1 Entwicklung der Biogasproduktion

4.1.1 Biogaserzeugung im Inland

Das zuvor starke Wachstum der Biogasproduktion ist im Jahr 2012 merklich gedämpft worden (DBFZ, 2013). Nachdem 2011 bundesweit noch 1 415 neue Biogasanlagen errichtet worden sind, waren es im Jahr 2012 nur noch 340 Anlagen. Die Prognosen deuten darauf hin, dass auch in 2013 und 2014 die Zahl der neu errichteten Biogasanlagen weiter zurückgehen wird (FVB, 2013a; Abbildungen 4 und 5). Ausschlaggebend dafür war das Inkrafttreten der 3. Novellierung des EEG, das die betriebswirtschaftliche Vorzüglichkeit entsprechender Investitionen deutlich reduziert hat.

Abbildung 4. Entwicklung des Biogasanlagenzubaues in Deutschland – Zahl der Anlagen und durchschnittliche Anlagengröße



Quelle: Eigene Berechnung nach FvB (2013a)

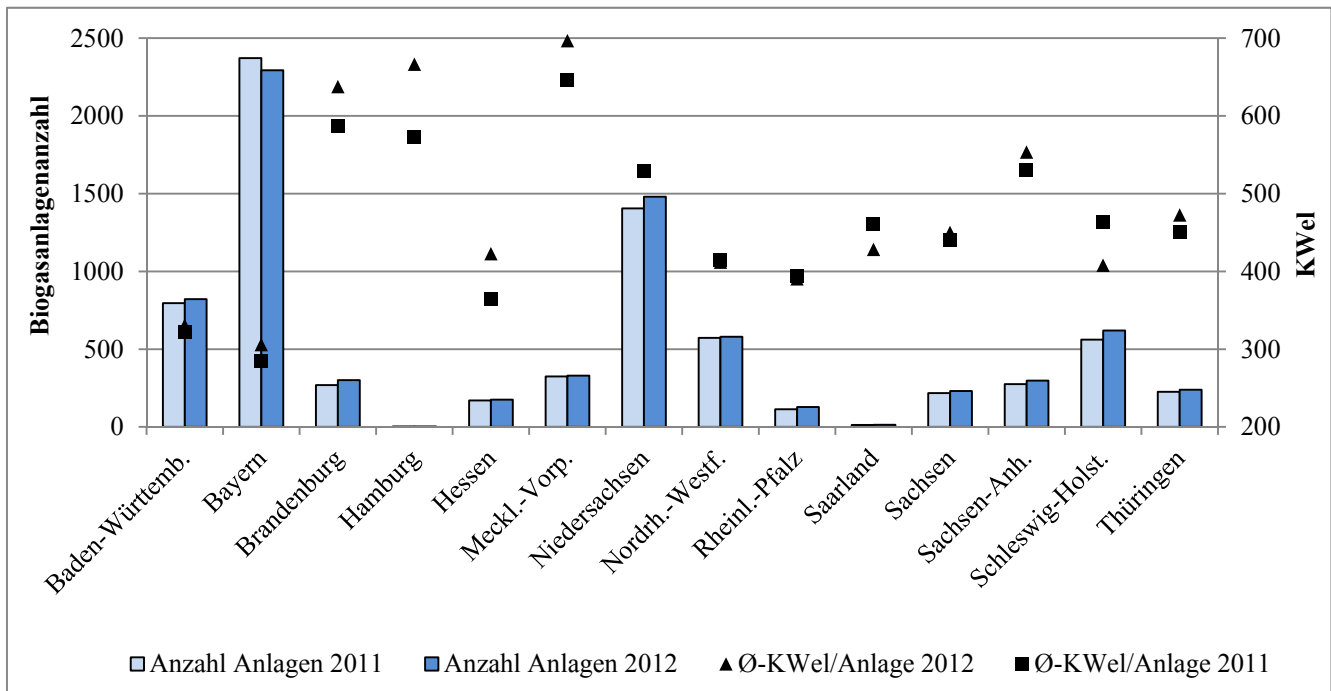
Das EEG 2012 zielt durch verschiedene Maßnahmen auf eine Neuausrichtung der dezentralen Energieversorgung ab. Es greift in bestehende Anlagen mit $>100 \text{ kW}_{\text{el}}$ installierter Leistung ein, indem im Nachhinein technische Einrichtungen installiert werden müssen, die es dem Netzbetreiber ermöglichen, auf die Einspeiseleistung Einfluss zu nehmen, um Netzüberlastungen im Notfall zu verhindern. Ebenso müssen Gärrestelager ab dem 01.01.2012 gasdicht errichtet werden. Zudem muss nun jede Biogasanlage die Möglichkeit der Verweildauer von Gärresten über mindestens 150 Tagen nachweisen können, was auf vielen Altanlagen zu weiteren nicht geplanten Investitionen führte. Die neue Vergütungsstruktur des EEG 2012 begünstigt Kleinanlagen $\leq 75 \text{ kW}_{\text{el}}$ sowie große Biomethandirekteinspeiseanlagen. Kleinanlagen ($\leq 75 \text{ kW}_{\text{el}}$) müssen mindestens 80 % Gülle oder Mist einsetzen, um den erhöhten Vergütungssatz zu erlangen. Alle weiteren KWK-Biogasanlagen werden nicht mehr nach dem zuvor bekannten Bonussystem vergütet, sondern erhalten nach Größe gestaffelt eine Grundvergütung mit einem Zuschlag je nach verwendeten Einsatzstoffen. Weitere neue Auflagen sind, dass mindestens 60 % der entstehenden Abwärme zielführend genutzt werden müssen sowie Mais- und Getreidesilage maximal 60 % der Gesamtsubstrateinsatzmenge ausmachen dürfen. Anders als mittelgroße landwirtschaftliche Biogasanla-

gen wurden die Biomethandirekteinspeiseanlagen im Vergleich zum EEG 2008 durch einen erhöhten Gas-aufbereitungsbonus bessergestellt und sind damit wirtschaftlich attraktiver geworden.

Ende 2012 waren in Deutschland insgesamt 7 515 Biogasanlagen am Netz. Darunter waren 109 Biomethananlagen. 2011 gab es erst 77 Anlagen dieses Typs, was einer Steigerung um 43 % innerhalb eines Jahres entspricht. Die installierte Leistung betrug $3\,352 \text{ MW}_{\text{el}}$; dies entspricht einer Steigerung um $255 \text{ MW}_{\text{el}}$ gegenüber 2011. Während die Zahl der neu gebauten Biogasanlagen unter den Bedingungen des EEG 2012 weiter deutlich zurückgehen wird, steigt die durchschnittliche Leistung der neu gebauten Anlagen seit 2010 kontinuierlich an (Abbildung 4). Sie betrug im Jahr 2012 bereits $750 \text{ kW}_{\text{el}}$; für 2013 und 2014 wird nochmals ein deutlicher Anstieg dieser Kenngröße prognostiziert (FvB, 2013a). Wirtschaftsdüngerbasierte Kleinanlagen $\leq 75 \text{ kW}_{\text{el}}$ scheinen sich dagegen trotz der verbesserten Anreize durch das EEG 2012 nicht durchzusetzen.

Die regionale Verteilung der Biogasanlagen hat sich von 2011 auf 2012 nicht wesentlich verändert (Abbildung 5). Die meisten Anlagen stehen nach wie vor in Bayern (2 294), gefolgt von Niedersachsen (1 480), Baden-Württemberg (822), Schleswig-Holstein (620) und Nordrhein-Westfalen (580). Eine andere Rangfolge ergibt sich bei der Betrachtung der

Abbildung 5. Regionale Verteilung: Zahl und Durchschnittsgröße der Biogasanlagen



Quelle: eigene Berechnung nach FvB (2012b, 2013a)

durchschnittlichen Größe der Biogasanlagen. Spitzenreiter ist hier Mecklenburg-Vorpommern (697 KW_{el} /Anlage), gefolgt von Brandenburg (638 KW_{el} /Anlage), Sachsen-Anhalt (554 KW_{el} /Anlage) und Niedersachsen (529 KW_{el} /Anlage). Die durchschnittliche Anlagengröße hat sich in Regionen mit bereits hohen Anlagenleistungen weiter leicht erhöht, so z.B. in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. In Bundesländern, in denen bisher vorwiegend kleinere Anlagen installiert waren, ist die durchschnittliche Anlagengröße dagegen nicht oder kaum angestiegen.

2013 stammten rund 4 % des deutschen Stromverbrauchs aus Biogasanlagen. Dies reichte nach Expertenschätzung aus, um ca. 6,8 Mio. Haushalte zu versorgen. Trotz dieser erheblichen Bedeutung ist der weitere Ausbau der Biogasproduktion in der (fach-)öffentlichen Debatte mittlerweile umstritten. Ökonomische Aspekte, wie der starke Anstieg der EEG-Umlage, ökologische Gründe, wie die zunehmende „Vermaischung“ der Landschaft, und steigende Nährstoffüberschüsse in einigen Landesteilen sowie schließlich die Flächenkonkurrenz zwischen Energiepflanzen- und Nahrungsproduktion („Tank oder Teller“) (EMMANN und THEUVSEN, 2012; HENKE und THEUVSEN, 2013; LINHART und DHUNGEL, 2013) lassen auch für die Zukunft eher restriktive Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau der Biogasproduktion erwarten.

4.1.2 Biogaserzeugung im Ausland

Die Biogaserzeugung findet mittlerweile auch außerhalb Deutschlands zunehmend Beachtung (EGGERS und VON FELDE, 2012). Allerdings sind bei der Würdigung statistischer Angaben definitorische Unterschiede zu beachten. In Deutschland wird unter „Biogas“ Gas verstanden, das in Biogasanlagen aus nachwachsenden Rohstoffen, industriell genutzten pflanzlichen Reststoffen oder Nahrungsmittelresten erzeugt wird. Gase, die auf andere Art und Weise gewonnen werden (Klär-, Deponiegas), werden gesondert ausgewiesen. International wird unter Biogas dagegen auch die Gewinnung von Deponie- und Klärgasen verstanden (EUROSERVER, 2012).

Im Jahr 2012 sind in allen OECD-Mitgliedsstaaten 56,8 TWh Strom aus Biogas produziert worden (2010: 40,4 TWh; 2011: 47,7 TWh) (IEA, 2012). Mit einer jährlichen Wachstumsrate seit 1990 von ca. 13,3 % hat diese Form der Gewinnung erneuerbarer Energien das drittgrößte Wachstum in den OECD-Mitgliedstaaten erfahren. 75,2 % der Produktion innerhalb der OECD erfolgt in Europa, 19 % in den USA. Deutschland nimmt mit 43,8 % der Biogasproduktion den Spitzenplatz ein, aber auch Großbritannien (10,5 %) und Italien (5,6 %) sind wichtige Produzenten (IEA, 2013).

Während die Biogasproduktion in Deutschland nur noch verhalten wächst, wird in den Niederlanden, Frankreich, Schweiz, Österreich, Polen und Groß-

britannien der Ausbau der Biogasproduktion – wenn auch im Einzelnen unter sehr unterschiedlichen Vorzeichen – weiterhin geplant bzw. vorangetrieben (EGGERS und VON FELDE, 2012). Anders als in Deutschland werden im Ausland die Mehrzahl der Biogasanlagen nicht als dezentrale Kraft-Wärme-Kopplungs-, sondern als Biomethaneinspeiseanlagen betrieben. Zum Ende des Jahres 2012 waren europaweit 216 Biomethananlagen in Betrieb, von denen 157 Anlagen das gewonnene Biomethan in die örtlichen Mitteldruckleitungen des Erdgasnetzes einspeisten. Von diesen Anlagen standen 109 in Deutschland, 47 in Schweden, 17 in der Schweiz, 13 in den Niederlanden, zehn in Österreich und je drei in Frankreich und Großbritannien. Alle europäischen Biomethananlagen verfügen insgesamt über eine Einspeisekapazität von 83 000 Nm³ pro Stunde (DANY, 2013).

Es wird davon ausgegangen, dass es Ende 2012 weltweit etwa 10 000 Biogasanlagen gab, die über eine installierte Leistung von ca. 5 000 MW_{el} verfügten. Prognostiziert wird, dass bis 2016 etwa weitere 3 800 Biogasanlagen errichtet werden, die die gesamte elektrische Leistung auf 8 800 MW erhöhen würden. Schwerpunkte des Anlagenbaus werden in Amerika und Asien gesehen (WIRTSCHAFTSFORUM MITTELSTAND, 2012).

4.2 Entwicklung der Biokraftstoffproduktion

In Deutschland wurden 2012 rund 53 Mio. t Kraftstoffe (2011: 52 Mio. t) verbraucht. Der Anteil biogener Kraftstoffe am Gesamtkraftstoffverbrauch lag bei 5,7 % bzw. 3,8 Mio. t; er ist damit gegenüber dem Vorjahr (5,6 %; 3,7 Mio. t) geringfügig angestiegen. Biodiesel ist mit 2,6 Mio. t (72 %) nach wie vor der wichtigste Biokraftstoff, vor Bioethanol mit 1,3 Mio. t (27 %) und Pflanzenöl mit 25 000 t (1,0 %). Nach den Startschwierigkeiten bei der Einführung des Otto-Kraftstoffs E10 war im Laufe des Jahres 2012 ein allmählicher Anstieg des E10- bzw. damit verbundenen Bioethanolabsatzes festzustellen. Der Absatz von Reinkraftstoffen wird aufgrund der Besteuerung weiterhin ein Nischendasein fristen (FNR, 2013b; AEE, 2013b).

Der Umsatz aus dem Betrieb von Biokraftstoffanlagen belief sich 2012 auf 3,68 Mrd. € und hat sich damit gegenüber 2011 (3,67 Mrd. €) nur unwesentlich verändert (BMU, 2012, 2013b). Insgesamt hat sich die deutsche Biokraftstoffbranche somit nach den starken Absatzeinbrüchen in der Vergangenheit aufgrund mehrfacher Änderungen der politischen Rahmen-

bedingungen stabilisieren können (HENKE et al., 2013; EMMANN et al., 2012). In der Biokraftstoffbranche waren 2011 rund 23 100 Personen beschäftigt (VDB, 2012); 2012 sank die Zahl der Beschäftigten weiter auf 22 700 (AEE, 2013b; BMU, 2013b).

Insgesamt ist die Branche durch eine wenig dynamische Entwicklung geprägt. Symptomatisch hierfür sind die nur teilweise ausgelasteten Produktionskapazitäten bei Biodiesel und Bioethanol. Eine Steigerung der Produktion wäre jederzeit möglich, erfolgt aber aufgrund der ungünstigen politischen Rahmenbedingungen sowie der hohen Agrarrohstoffpreise nicht (SCHMITZ, 2012). Sehr problematisch ist weiterhin die Situation im Pflanzenölbereich; die meisten der rd. 400 verbliebenen dezentralen Ölmühlen waren in 2011 und 2012 stillgelegt (AEE, 2013b). Für die Zukunft rechnen Branchenexperten u.a. aufgrund unklarer politischer Vorgaben, steigender Nachhaltigkeitsanforderungen, günstiger Importe (so z.B. 2012 von Biodiesel aus Indonesien und Argentinien), eines sinkenden Kraftstoffbedarfs sowie einer insgesamt mangelnden Rentabilität der Anlagen mit einer Stagnation oder sogar einem weiteren Rückgang der Biokraftstoffproduktion in Europa (EBB, 2013; F.O. LICHT, 2013a, 2013b; EUROSERVER, 2013; FNR, 2013b). Für die weitere Marktentwicklung ist darüber hinaus die Umstellung von der energetischen Biokraftstoffquote auf eine Klimaschutzquote zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen durch Biokraftstoffe ab 2015 bedeutsam. Die Klimaschutzquote löst die in Deutschland seit 2009 gesetzlich vorgegebene Gesamtquote für den Biokraftstoffanteil am Kraftstoffmarkt ab; für die Jahre 2011 bis 2014 liegt diese bei 6,25 % (BMU, 2011).

Mit Blick auf die weltweite Produktion von Biokraftstoffen ist festzuhalten, dass trotz steigender Unsicherheiten bezüglich der Biokraftstoffpolitiken, der makroökonomischen Rahmenbedingungen sowie der Entwicklung der Rohölpreise mit einem deutlichen Wachstum der Biokraftstoffproduktion gerechnet wird. Bis 2020 sollen 12 % (2008 bis 2010: 11 %) des Futtergetreides und 33 % (2008 bis 2010: 21 %) der Weltzuckerproduktion für die Ethanolherstellung bereitgestellt sowie rd. 16 % (2008 bis 2010: 11 %) der pflanzlichen Öle für die Biodieselproduktion verwendet werden (SCHMITZ, 2012).

4.2.1 Biodieselproduktion

Die Produktion von Biodiesel lag im Jahr 2012 in Deutschland mit 2,6 Mio. t deutlich unter dem Niveau des Vorjahres mit 2,8 Mio. t (FNR, 2013b). Gleichzeitig

verringerten sich die Produktionskapazitäten weiter von 4,9 Mio. t (2010) auf 4,35 Mio. t (2012). Die Auslastung der Anlagen betrug knapp 60 % (FNR, 2013b). Trotz dieser rückläufigen Entwicklung ist Deutschland innerhalb der EU nach wie vor der wichtigste Biodieselproduzent. In Deutschland liegt die Biodieselproduktion um rund 550 000 t über dem Biodieselsabsatz, der in 2012 rd. 2,05 Mio. t (2011: 2,2 Mio. t) betrug (Abbildung 6).

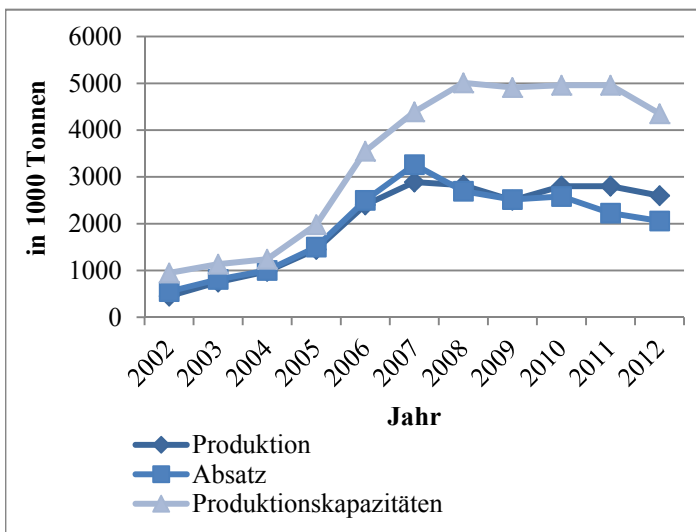
In der EU ist eine ähnliche Entwicklung wie in Deutschland zu beobachten. So sank die europäische Biodieselproduktion von 8,6 Mio. t (2011) auf

8,22 Mio. t in 2012 (F.O. LICHT, 2013a). Nach vorläufigen Zahlen war allerdings 2013 wieder ein leichter Anstieg der Produktionsmenge auf knapp 8,6 Mio. t und damit insgesamt eine Stabilisierung der Produktion in Europa zu verzeichnen (F.O. LICHT, 2013b). Die angegebenen Mengen beziehen dabei die Produktion von hydrierten Pflanzenölen (hydrotreated vegetable oils; HVO) ein, die in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat. Während bei normalem Biodiesel Methanol für die Umesterung des Rapsöls in Rapsmethylester (RME) verwendet wird, wird bei der Herstellung von HVO Wasserstoff eingesetzt. Ein Vorteil des HVO-Kraftstoffes ist der geringere Anfall an Ruß sowie anderen umwelt- und gesundheitsschädlichen Stoffen (WIKIPEDIA, 2013).

Schwerpunktländer der europäischen Biodieselproduktion sind nach wie vor Deutschland (2012: 2,4 Mio. t), Frankreich (2012: 1,65 Mio. t), Polen (2012: 0,55 Mio. t), Spanien (2012: 0,44 Mio. t), die Niederlande (2012: 0,37 Mio. t) und Italien (2012: 0,35 Mio. t) (UFOP, 2013). Aktuell liegt die Produktionskapazität für Biodiesel in der EU bei etwa 23,54 Mio. t (Stand: Juli 2012) (EBB, 2013).

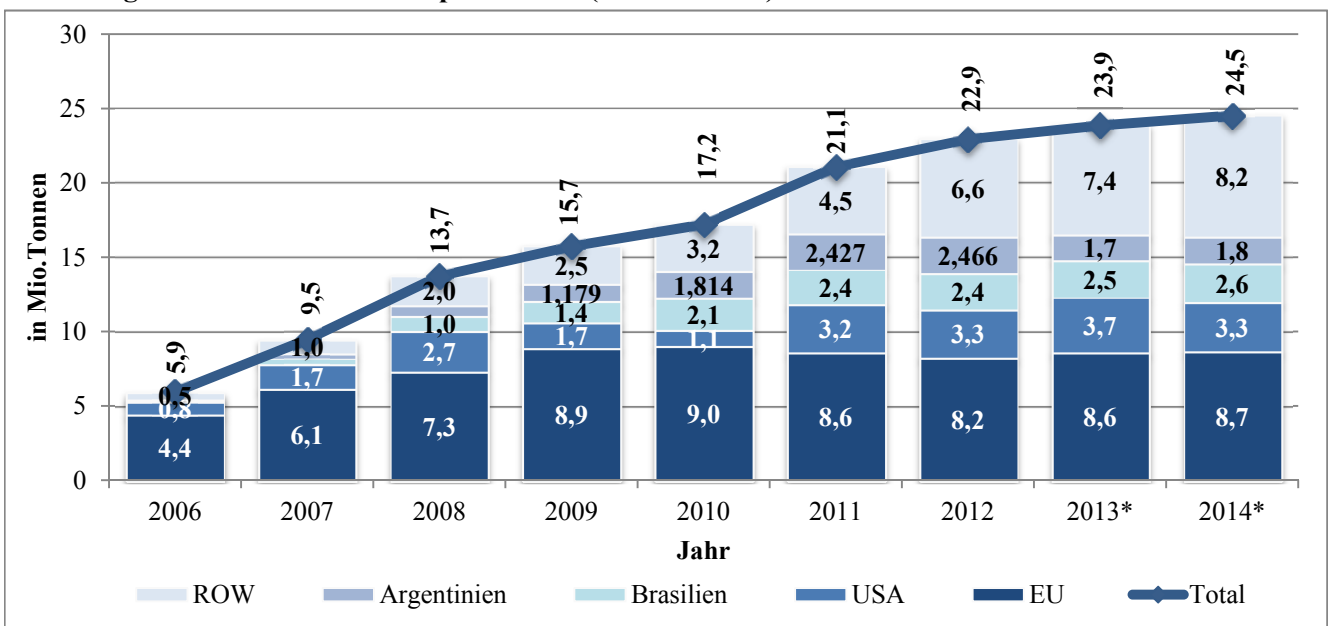
Weltweit stieg 2013 die Biodiesel- einschließlich der HVO-Produktion um 4 % von 22,93 Mio. t auf 23,86 Mio. t an (Abbildung 7). Neben der EU mit 8,6 Mio. t in 2013 sind die USA mit 3,7 Mio. t (2012: 3,27 Mio. t), Brasilien mit 2,5 Mio. t (2012: 2,39 Mio. t), Argentinien

Abbildung 6. Biodieselskapazitäten, -produktion und -absatz in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an FNR (2013b)

Abbildung 7. Weltweite Biodieselproduktion (2006 bis 2014)



*vorläufige Schätzung inklusive HVO

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an F.O. LICHT (2013a)

mit 1,7 Mio. t (2012: 2,46 Mio. t) und Indonesien mit 1,65 Mio. t (2012: 1,55 Mio. t) die größten Biodieselproduzenten. Länder wie Thailand und Malaysia haben ihre Biodieselproduktion in den letzten Jahren kontinuierlich ausgebaut (F.O. LICHT, 2013a). Ein großer Anteil der argentinischen und der indonesischen Produktion wird dabei in die EU exportiert (F.O. LICHT, 2012a), während die brasilianische Produktion fast ausschließlich für den heimischen Markt bestimmt ist (UFOP, 2012). Nach vorläufigen Schätzungen wird die weltweite Produktion von Biodiesel von 23,9 Mio. t (2013) auf 24,5 Mio. t (2014) weiter leicht zunehmen. Die Produktion wird dabei vor allem im südostasiatischen Raum weiter ausgebaut (F.O. LICHT, 2013a).

4.2.2 Bioethanolproduktion

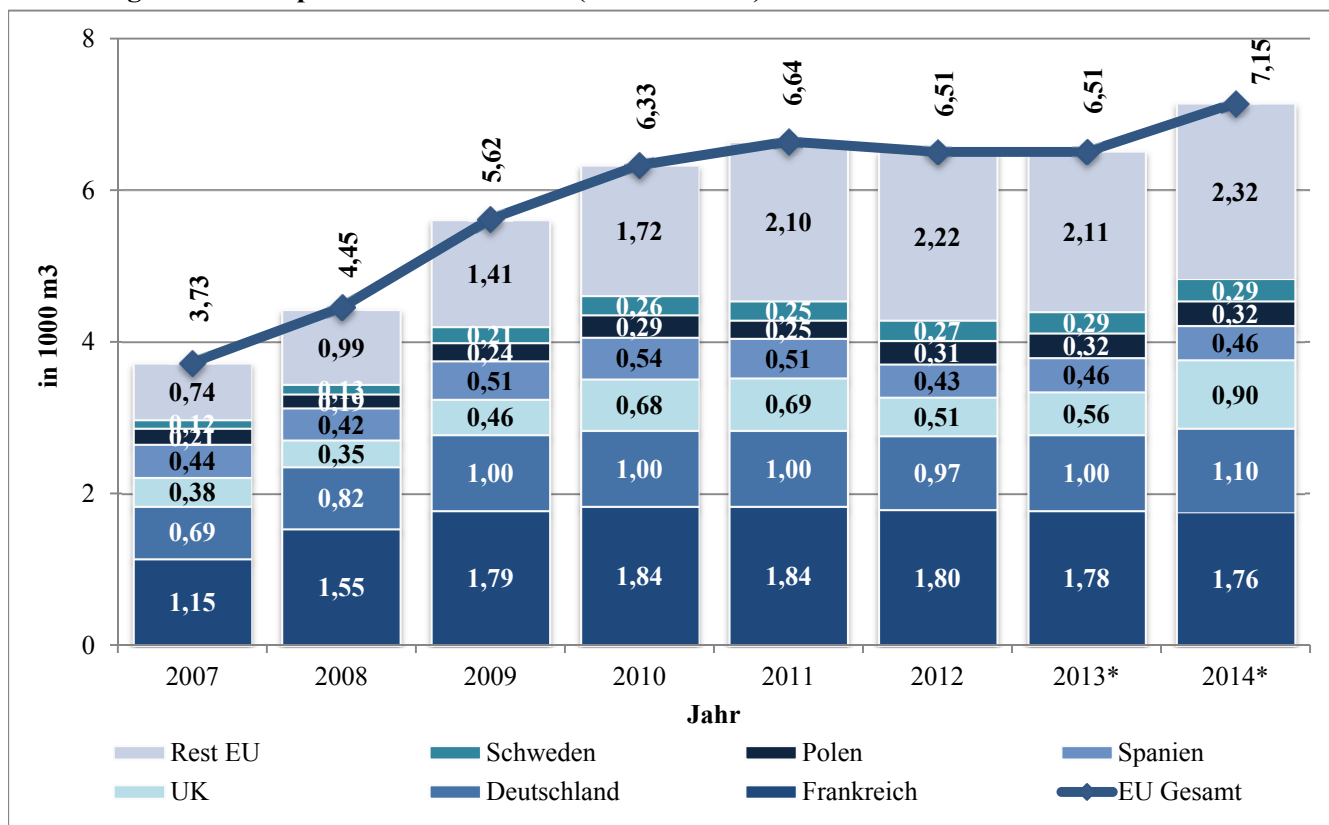
Die Rahmenbedingungen für eine europäische Bioethanolproduktion wurden durch die EU-Biokraftstoffrichtlinie von 2003 geschaffen, die im Jahr 2009 durch die Erneuerbare-Energien-Richtlinie angepasst wurde. Vor dem Hintergrund der bestehenden Regulierungen zu Biokraftstoffen in der EU gehen Beobachter von einem weiteren zukünftigen Wachstum

des europäischen Bioethanolmarktes aus; diese Erwartung hat sich in den letzten Jahren bestätigt (EMMANN et al., 2012; F.O. LICHT, 2013a).

Auch die Bioethanolbranche in Deutschland konnte in den letzten Jahren weiter zulegen. Die im Norden und Osten Deutschlands stehenden acht Anlagen produzierten im Jahr 2012 insgesamt 613 381 t Bioethanol. Die Basis der Bioethanolproduktion bildeten im Wesentlichen 2,7 Mio. t Industrierüben, aus denen 253 866 t Bioethanol (+54 %) entstanden, und 1,2 Mio. t Futtergetreide, die zu 359 030 t Bioethanol (-12 %) verarbeitet wurden. Diese Entwicklungen stellen das Ergebnis einer guten Rübenernte im Herbst 2011 und der gestiegenen Getreidepreise in 2012 dar. Vorwiegend werden heimische Rohstoffe verarbeitet. Gegenüber dem Vorjahr konnte die Produktion um 42 106 t (7,4 %) ausgeweitet werden. Die Gesamtkapazität der deutschen Anlagen liegt derzeit bei ca. 900 000 Tonnen; sie wurde in 2012 im Durchschnitt zu 66 % ausgelastet (BDBE, 2013; F.O. LICHT, 2013b).

Im Jahr 2012 betrug der Bioethanolverbrauch (für Super E5, Super E10, E85 und ETBE) in Deutschland 1,25 Mio. t. Er erhöhte sich gegenüber 2011 (1,24 Mio. t) um 1,4 %, obwohl der deutsche Benzin-

Abbildung 8. Ethanolproduktion in der EU (2007 bis 2014)



*vorläufige Schätzung; Angaben gerundet
 Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an F.O. LICHT (2013b)

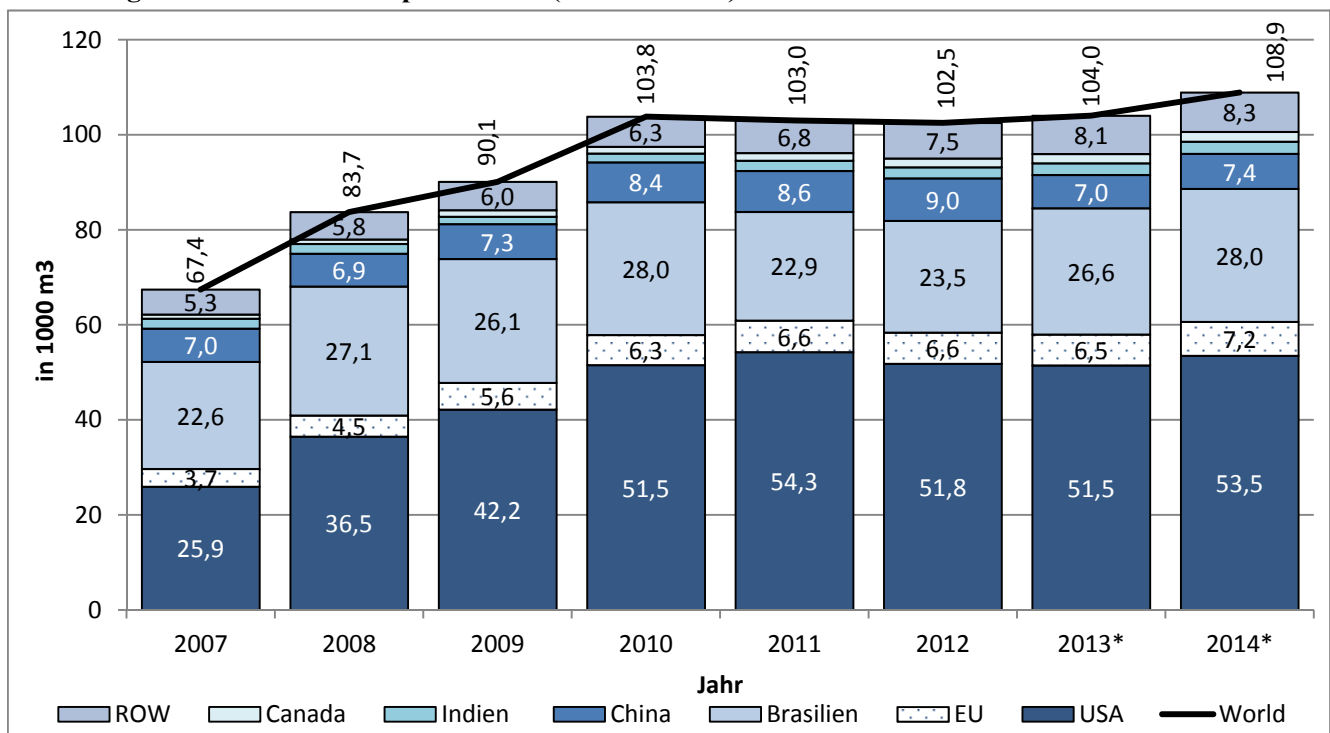
markt 2012 um insgesamt 6 % schrumpfte. Dabei stieg der Absatz von Super E10 im Vergleich zum Vorjahr um 2,6 Mio. t (43 %) an. Der Marktanteil von Super E10 lag bei 14,2 %. Dahingegen verringerte sich der Verbrauch der Beimischungskomponente ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether) weiter von 162 195 t auf 141 676 t (BDBE, 2013; FNR, 2013b). Der Absatz der Kraftstoffsorte E85 konnte weiter von 19 723 t (2011) auf 20 925 Tonnen ausgebaut werden. Die Differenz zwischen Verbrauch und Produktion von Ethanol wird durch Importe aus Frankreich, Spanien und den Niederlanden ausgeglichen (BDBE, 2012b). Aufgrund der Erweiterung des Spektrums der verfügbaren Ausgangsstoffe und der Erhöhung der ökologischen Nachhaltigkeit gehen Experten davon aus, dass die Ethanolproduktion in Deutschland weiter ausgedehnt werden wird (BDBE, 2013; F.O. LICHT, 2012b, 2013b).

In der EU erreichte die Bioethanolproduktion im Jahr 2013 insgesamt 6,5 Mrd. l (Abbildung 8). Frankreich ist mit 1,78 Mrd. l weiterhin größter Produzent vor Deutschland (1,0 Mrd. l), Großbritannien (560 Mio. l) und Spanien (460 Mio. l). Gegenüber 2012 ist die produzierte Menge nicht angestiegen. In den meisten EU-Mitgliedstaaten, vor allem in Deutschland und Großbritannien, wird die Produktion nach ersten Schätzungen für 2014 aufgrund zunehmender Nachfrage ausgeweitet werden, sodass eine

EU-Produktion von 7,15 Mrd. l erwartet wird (F.O. LICHT, 2013b; EUROSERVER, 2013).

Nach zehn Jahren kontinuierlichen Wachstums stagnierte die Welt-Ethanolproduktion in den letzten drei Jahren bei rund 103 Mrd. l (Abbildung 9). Davon entfallen auf Nordamerika 54,22 Mrd. l, auf Südamerika 28,38 Mrd. l, auf Asien 12,33 Mrd. l und auf die EU 6,5 Mrd. l. Führende Produzenten sind unangefochten die USA mit 51,5 Mrd. l und Brasilien mit 26,6 Mrd. l (F.O. LICHT, 2013b). Zuletzt weiteten die USA ihre Produktion nicht weiter aus, sondern stabilisierten diese aufgrund einer lang anhaltende Dürreperiode und stark gestiegener Preise für Agrarrohstoffe auf einem hohen Niveau. China ist mit einer Menge von 7 Mrd. l (2012: 9,0 Mrd. l) weiterhin der drittgrößte Ethanolproduzent der Welt; ferner sind im asiatischen Raum noch Indien mit 2,45 Mrd. l sowie Thailand mit 1,2 Mrd. l bedeutende Erzeugerländer. Experten attestieren dem asiatischen Markt nach wie vor die größten Wachstumspotentiale (F.O. LICHT, 2013b, 2012b). Trotzdem werden laut aktuellen Prognosen bis 2020 die USA vor Brasilien größter Produzent und Nachfrager von Ethanol bleiben. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Importbedarf der USA im Prognosezeitraum ansteigen wird, während Brasilien seine Ethanolexporte weiter ausbauen wird (SCHMITZ, 2012).

Abbildung 9. Globale Ethanolproduktion (2007 bis 2014)



*vorläufige Schätzung; Angaben gerundet
Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an F.O. LICHT (2013b)

4.3 Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen

Unter dem Begriff ‚biogene Festbrennstoffe‘ werden organische, nicht fossile Feststoffe subsumiert, die zur Zeit ihrer energetischen Nutzung in fester Form vorliegen. Zu diesen Energieträgern werden feste Biomassen sowie Neben- und Restprodukte der land- und forstwirtschaftlichen Erzeugung, aber auch der gewerblichen Nutzung gezählt. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf dem Rohstoff Holz, der entweder in Form von Energiehölzern auf landwirtschaftlichen Nutzflächen kultiviert oder im Zuge der Waldbewirtschaftung gewonnen wird. Darüber hinaus werden auch Rest-, Bau- und Verpackungsholz energetisch weitergenutzt (HARTMANN, 2005). Biogene Festbrennstoffe werden sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Die Erzeugung von Strom und Wärme ist zudem oftmals über die Kraft-Wärme-Kopplung miteinander verbunden. Während des Verbrennungsprozesses wird hierbei Energie freigesetzt, die sowohl als Wärme als auch zur Stromerzeugung genutzt wird.

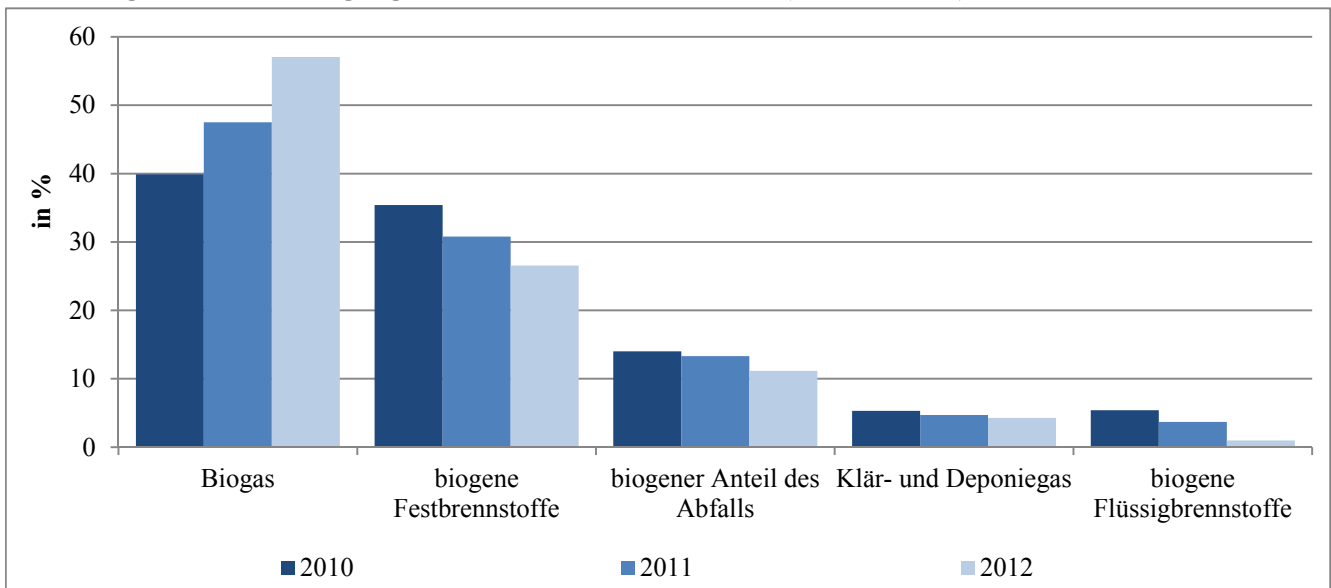
Die Stromerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen hatte 2012 einen Anteil von 8,1 % (2011: 9,2 %) an der Gesamtstrombereitstellung durch erneuerbare Energien. Gegenüber 2011 (11,58 Milliarden kWh) ging die Erzeugung leicht um 0,05 Milliarden kWh auf 11,53 Milliarden kWh zurück. Bereits seit 2010 sinkt der Anteil der biogenen Festbrennstoffe an der Gesamtbereitstellung von Strom aus Biomasse. Trotzdem rangiert die Bereitstellung aus biogenen Festbrennstoffen nach wie vor auf Platz zwei der Strom-

erzeugung aus Biomasse (BMU, 2011, 2013b) (Abbildung 10).

Neben Strom wird aus erneuerbaren Energien auch Wärmeenergie bereitgestellt. 2012 hatten die biogenen Festbrennstoffe einen Anteil von 81,1 % an der Gesamtwärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (2011: 74 %; BMU, 2013b) (Abbildung 11). Der größte Teil der Wärmebereitstellung wird in privaten Haushalten erbracht (58,8 %); weitere 22,3 % (2011: 23 %) der Wärmeerzeugung entfallen auf industrielle Anlagen und dezentrale Heizkraftwerke. Die dezentrale Wärmeerzeugung in privaten Haushalten findet meist in Form von Holz-Zentralheizungen (Pellet-, Scheitholz- oder Hackschnitzelanlagen) oder in alternativen Heizanlagen wie Kaminöfen oder offenen Kaminen statt. Im Januar 2013 waren in Deutschland ca. 270 000 Pelletkessel unter 50 KW Leistung und Pelletkaminöfen installiert (DEPI, 2013). Eine Erhebung des Schornsteinfegerhandwerks wiederum zeigt für 2012 bundesweit ca. 800 000 installierte Biomasseheizkessel in privaten oder gewerblichen Gebäuden, was einem Anteil von knapp 4 % am Gesamtbestand der deutschen Heizanlagen entsprach (STATISTA, 2013). Die zur Wärmeerzeugung im privaten Bereich eingesetzten Holzmen gen und Holzarten sowie die Herkunft des Holzes sind nur sehr schwer zu erfassen, da der Holzeinschlag oft in Eigenregie durch Privatpersonen in Privatwäldern stattfindet (BUNZEL et al., 2011).

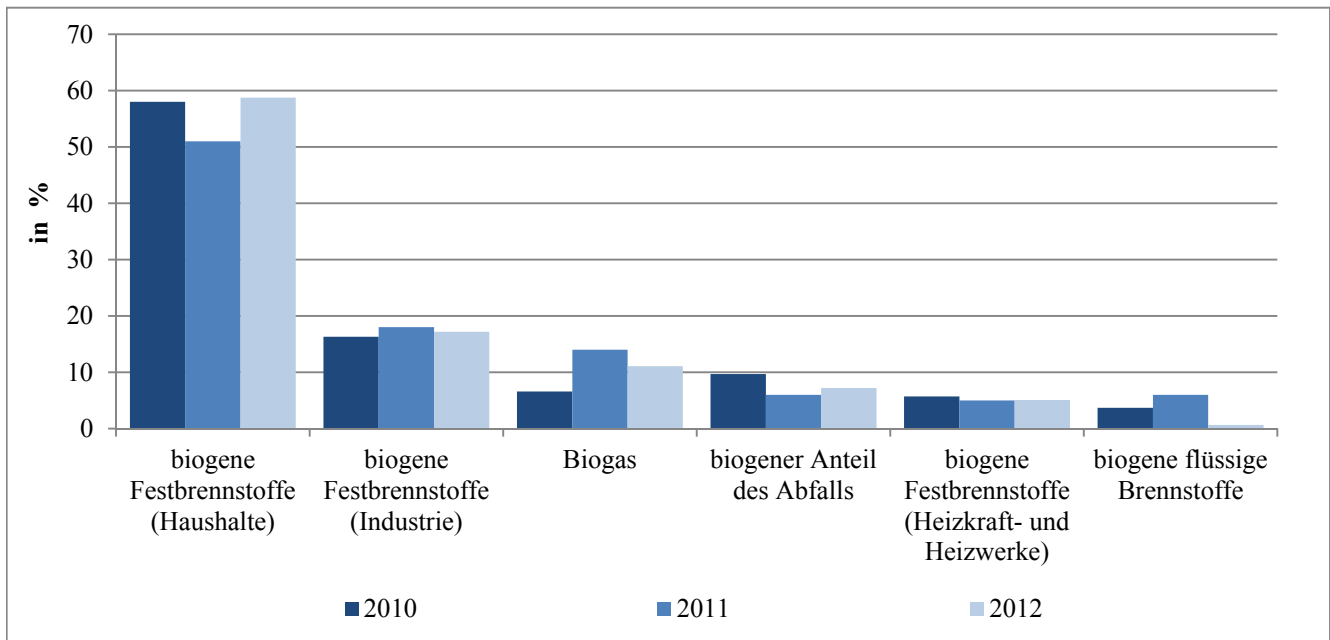
Ende 2012 waren in Deutschland ca. 540 Biomasse(heiz)kraftwerke einschließlich thermo-chemischer Holzvergaser mit einer elektrischen Leistung

Abbildung 10. Stromerzeugung aus Biomasse in Deutschland (2010 bis 2012)



Quelle: eigene Berechnung nach BMU (2011, 2013b)

Abbildung 11. Wärmeerzeugung aus Biomasse in Deutschland (2010 bis 2012)



Quelle: eigene Berechnung nach BMU (2011, 2013b)

von insgesamt 1 560 MW_{el} installiert. Seit der Einführung des EEG hat ein steter Zubau derartiger Anlagen stattgefunden. Während in früheren Jahren überwiegend Anlagen mit einer hohen elektrischen Leistung $\geq 0,5$ MW_{el} und vor allem auch ≥ 5 MW_{el} errichtet worden sind und damit ein hoher jährlicher Zubau an elektrischer Leistung stattgefunden hat, sind in den Jahren 2011 und 2012 vermehrt kleinere Anlagen $\leq 0,5$ MW_{el} und vor allem $\leq 0,15$ MW_{el} errichtet worden (DBFZ, 2013). Im Jahr 2012 wurden rund 100 Neuanlagen mit einer Gesamtleistung von 45 MW_{el} gebaut; auf 80 dieser Neuanlagen entfiel eine Gesamtleistung von 7 MW_{el} und damit im Mittel weniger als ≤ 100 KW_{el} je Anlage. Für das Jahr 2013 wurde ein ähnlicher Trend prognostiziert; erwartet wurde der Neubau von 97 Anlagen mit einer kumulierten Leistung von ca. 44 MW_{el}, von denen sieben Anlagen alleine 35 MW_{el} stellen würden (DBFZ, 2013).

Die Biomasseheizkraftwerke sind regional unterschiedlich verteilt. Während in Bayern und Baden-Württemberg viele Anlagen mit einer geringen elektrischen Leistung stehen, sind in Niedersachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt weniger, aber deutlich größere Anlagen (≥ 1 MW_{el}) im Einsatz (DBFZ, 2013). Während die kleineren Anlagen oft privat betrieben werden, sind die größeren Anlagen vielfach in Verbindung mit der Zellstoff- und der Holzverarbeitenden Industrie errichtet worden, um den prozessbedingten Wärmebedarf zu decken und gleichzeitig anfallende Rest- und Abfallprodukte sinnvoll zu verwerten zu können. Weiterhin werden große Anlagen von

Energieversorgern, zum Beispiel Stadtwerken, zur Fernwärme- und Stromerzeugung betrieben, um Landschaftspflegematerial sowie regional anfallende Holzreststoffe sinnvoll energetisch verwerten zu können.

5 Bioenergieproduktion zwischen GAP- und EEG-Novellierung 2014

Die Bioenergieproduktion steht in engem Zusammenhang mit der land- und forstwirtschaftlichen Urproduktion. Innerhalb der landwirtschaftlichen Erzeugung konkurriert der Anbau von Biomasse zur Gewinnung von Bioenergie mit dem Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln. Dieser Zusammenhang führt dazu, dass die Bioenergieproduktion sowohl durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) als auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das seit 1999 entsprechend den jeweiligen politischen Zielsetzungen sowie den volks- und betriebswirtschaftlichen Anforderungen der Ausgestaltung der Energiewende in Deutschlands dient, beeinflusst wird. Aktuell stehen beide Lenkungsinstrumente erneut vor umfassenden Veränderungen mit möglicherweise weitreichenden Auswirkungen auf die weitere Entwicklung der Bioenergieproduktion.

Laut dem Koalitionsvertrag von CDU, CSU und SPD, der der Arbeit der neuen Bundesregierung zugrunde liegt, soll eine Überarbeitung des momentan gültigen EEG 2012 bis zur Mitte des Jahres 2014 vor-

liegen. Die Koalitionspartner setzen sich für einen nachhaltigen, stetigen und bezahlbaren Ausbau der erneuerbaren Energien ein, wollen der Erneuerbare-Energien-Branche einen verlässlichen Wachstumspfad aufzeigen und gleichzeitig die Kostendynamik beim Ausbau der erneuerbaren Energien begrenzen. Gleichzeitig wird Altanlagen Bestandsschutz sowie in der Realisierung befindlichen Anlagenprojekten Vertrauensschutz zugesichert (CDU/CSU, SPD, 2013).

Ein zentrales Anliegen der Koalitionspartner ist, dass der Anstieg der EEG-Umlage und damit der Energiekosten für die Endverbraucher zukünftig begrenzt wird. Erreicht werden soll dies durch einen Abbau von Überförderung und Bonusregelungen, eine kontinuierliche Degression der Einspeisevergütungen großer Anlagen sowie eine gezieltere Ausrichtung der Förderung an den Marktanforderungen. Speziell die Einbindung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Markt gilt im planwirtschaftlichen Ansatz des bisherigen EEG, das vor allem auf garantierte Einspeisevergütungen setzt, bislang als stark defizitär, was zahlreiche Ineffizienzen und Verwerfungen zur Folge hatte (HAUCAP et al., 2013). Ein wesentlicher Punkt beim Ausbau der erneuerbaren Energien ist darüber hinaus die verstärkte Partizipation der Bevölkerung an der Planung von Vorhaben sowie ihre Beteiligung an der Wertschöpfung (CDU/CSU, SPD, 2013). Letztere ist in der jüngeren Vergangenheit verstärkt über die Gründung sog. Energiegenossenschaften realisiert worden, deren Zahl bis Ende 2011 bereits auf knapp 600 angestiegen war und auf die im selben Jahr 63 % aller genossenschaftlichen Neugründungen entfielen (VOLZ, 2012; o.V., 2012).

Der weitere Ausbau der Energiegewinnung aus Biomasse soll vorrangig im Wege der Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen stattfinden, um Nutzungskonkurrenzen zu entschärfen und die weitere Ausdehnung des Maisanbaus zu verhindern. Dies entspricht Forderungen zum Beispiel des Sachverständigenrats für Umweltfragen, denen zufolge „die Beendigung der Förderung von Anbau-Biomasse unbedingt erwogen werden“ (SRU, 2013: 8) sollte, um gravierende ökologische Folgen ebenso wie unerwünschte Verlagerungseffekte zu vermeiden. Bislang bestehende Anlagen auf Biomassebasis sollen in Zukunft möglichst bedarfsorientiert betrieben werden, um ihr Potential zur System- und Netzstabilisierung besser auszunutzen. Zudem wird eine Gesamtstrategie zur Nutzung von Biomasse angekündigt, die Zielen wie dem Arten- und Naturschutz sowie der CO₂-Minderung Rechnung trägt. Konkret soll für große

Neuanlagen über 5 MW_{el} Leistung eine Direktvermarktungspflicht auf Basis der gleitenden Marktprämie vorgeschrieben werden (CDU/CSU, SPD, 2013).

Schließlich will der Gesetzgeber auch prüfen, ob alle Produzenten erneuerbarer Energien dazu verpflichtet werden sollen, einen Anteil ihrer Maximalleistung als „virtuelle Grundlast“ zu garantieren, um zur notwendigen Netzstabilität beizutragen. Erzeuger von nicht grundlastfähigen erneuerbaren Energien (z.B. Windenergie, Photovoltaik) müssten sich dann durch entsprechende Verträge mit Betreibern von Speichern, abschaltbaren Lasten, fossilen Kraftwerken oder nachfrageabhängig regelbaren erneuerbaren Energien (z.B. Biogasanlagen oder Blockheizkraftwerke) absichern (CDU/CSU, SPD, 2013).

Insgesamt lässt der Koalitionsvertrag eine tiefgreifende Novellierung des EEG erwarten. Mit Blick auf die Energieerzeugung aus Biomasse werden die Schwerpunkte zukünftig auf der Nutzung von Rest- und Abfallstoffen sowie der Kaskadennutzung von Energiepflanzen liegen. Die nachwachsenden Rohstoffe sollen zukünftig zunächst einer stofflichen und erst im Anschluss daran einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Im Bereich der Rest- und Abfallstoffe wird ein großes Potential bei Stroh, Maisspindeln, Grün- und Gehölzschnitte u.ä. gesehen. Ebenso wird der ökologisch sinnvolle Einsatz von Gülle und festen Wirtschaftsdüngern weiter vorangetrieben werden (UBA, 2013).

Neben dem EEG ist auch die GAP ein bedeutender Einflussfaktor auf die Entwicklung der Energiegewinnung aus Biomasse, da ein Großteil der benötigten Biomasse auf landwirtschaftlichen Nutzflächen bereitgestellt wird. Die GAP beeinflusst den Anbau von Biomasse, indem sie die Rahmenbedingungen für die landwirtschaftlichen Betriebe und deren Produktionsverfahren vorgibt. So sind die Landwirte durch die Kopplung der Direktzahlungen an einzuhaltende Auflagen (Cross Compliance) gezwungen, Verpflichtungen in den Bereichen Umweltschutz, Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit, Tiergesundheit sowie Tierschutz einzuhalten (BMELV, 2013). Für die Biomasseproduktion auf landwirtschaftlichen Flächen sind in der ersten Säule der Agrarpolitik vor allem die folgenden Aspekte der jüngsten GAP-Reform von Bedeutung (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2013):

- **Greening-Flächen:** Jeder landwirtschaftliche Betrieb mit mehr als 15 ha Ackerland muss mindestens 5 % seiner Ackerfläche als im Umweltinteresse bewirtschaftete Fläche bereitstellen. Anrechenbar auf diese 5 % Ackerfläche sind alle

vorhandenen Teilflächen, die bereits aus einer intensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsform herausgenommen wurden.

- **Anbaudiversifizierung:** Künftig müssen – von Ausnahmen abgesehen – Landwirte mit mehr als 30 ha Ackerland mindestens drei Kulturen anbauen. Eine Hauptkultur darf nicht mehr als 75 % der Fläche einnehmen und zwei Hauptkulturen dürfen in der Summe nicht mehr als 95 % der Ackerfläche umfassen.
- **Dauergrünland:** Das Grünland soll in seinem jetzigen Umfang erhalten bleiben.

Alle drei Forderungen haben Einfluss auf die Bereitstellung von Biomasse, da sie die Landwirte in der Gestaltung ihrer Fruchtfolgen einschränken. Betreiber von Biogasanlagen beispielsweise müssen ggf. auf andere, weniger vorteilhafte Energiepflanzen als Mais zurückgreifen, um die benötigten Mengen an Biomasse zu erhalten.

Auch über die zweite Säule der GAP, den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER), können die Produktion sowie die weitere energetische Verarbeitung von Biomasse unterstützt werden, etwa durch Investitionsförderungen (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2011).

Die Konkretisierung und Umsetzung der GAP obliegt den einzelnen EU-Mitgliedstaaten. In Deutschland lagen zum Jahresbeginn 2014 dazu Vorschläge vor, die auch die weitere energetische Nutzung von Biomasse betreffen würden. So steht zur Diskussion, ob auf den vorgeschriebenen Greening-Flächen ökologisch wertvolle Mischkulturen mit geringen Einschränkungen in der Bearbeitungsweise und des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln angebaut werden dürfen, die später zur Erzeugung von Bioenergie genutzt werden könnten (FvB, 2013b). Weiterhin wird gefordert, dass Flächen mit Agroforstsystemen (z.B. Kurzumtriebsgehölze auf Dauergrünland oder Kurzumtriebsstreifen auf erosionsgefährdeten Standorten) auf die geforderte Greening-Fläche anrechenbar sein sollen (ERNEUERBARE ENERGIEN, 2012).

Festzuhalten bleibt, dass sich sowohl die Novelisierung des EEG 2012 als auch der GAP auf die Produktion von Bioenergie auswirken werden, auch wenn die Auswirkungen im Augenblick noch nicht im Einzelnen absehbar sind. Während die GAP vorwiegend die Bereitstellung von Biomasse aus land- und bedingt auch aus forstwirtschaftlichen Quellen betrifft, wird das neue EEG vor allem an den Vergütungsstrukturen bei der Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung

ansetzen. Beide Lenkungsinstrumente werden getrennt voneinander bearbeitet, sollten aber dort, wo es notwendig erscheint, möglichst aufeinander abgestimmt werden, um ein stimmiges Gesamtkonzept zu erhalten, zum Beispiel im Hinblick auf den Einsatz von auf Greening-Flächen anfallender Biomasse (FvB, 2013b). Dies kann erheblich dazu beitragen, dass zwei der zentralen Ziele der Bundesregierung im Bereich erneuerbarer Energien erreicht werden: die Deckung von 40 % bis 45 % des Energiebedarfs Deutschlands durch erneuerbare Energien im Jahre 2025 sowie die Verbesserung ihrer Fähigkeit, „[...] perspektivisch ohne Förderung am Markt bestehen“ zu können (CDU/CSU, SPD, 2013: 54).

Literatur

- AEE (Agentur für erneuerbare Energien) (2013a): Aktuelle Daten und Fakten – Erneuerbare Energien. URL: <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/wirtschaft/aktuelle-daten-und-fakten.html> (Abrufdatum: 18.12.2013).
- (2013b): Kraftstoffe aus Biomasse: Marktentwicklung 2012. URL: <http://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/biomasse2/biokraftstoffe/kraftstoffe-aus-biomasse-marktentwicklung-2012> (Abrufdatum: 29.12.2013).
- AMMERMANN, K. und A. MENGEL (2011): Energetischer Biomasseanbau im Kontext von Naturschutz, Biodiversität, Kulturlandschaftsentwicklung. In: BBSR und BBR (Hrsg.): Biomasse: Perspektiven räumlicher Entwicklung. Heft 5/6: 323-337.
- BDBE (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft) (2013): Branchendaten. URL: http://www.bdbe.de/files/4813/6783/1328/BDBE_Marktdaten_2012_2013.pdf (Abrufdatum: 29.12.13).
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2012): Holzmarktbericht 2011. Berlin.
- (2013): Cross-Compliance (Stand 14.07.13). URL: http://www.bmelv.de/DE/Landwirtschaft/Foerderung-Agrarsozialpolitik/_Texte/Cross-Compliance.html (Abrufdatum: 20.12.2013).
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2011): Basisinformationen zur Entwicklung des Biokraftstoffsektors bis 2011. In: Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“, Band 3, Berlin.
- (2012): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklungen (Stand: Juli 2012). Berlin.
- (2013a): Erneuerbare Energien In Zahlen – Nationale und internationale Entwicklungen (Stand: Juli 2013). Berlin.
- (2013b): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklungen (Stand: November 2013). Berlin.
- (2013c): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012 – Grafiken (Stand: Juli 2013). URL: http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente_PDFs/ee_in_zahlen_ppt_bf.pdf (Abrufdatum: 13.11.2013).
- BMWf (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) und BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz

- und Reaktorsicherheit) (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.
- BNETZA (Bundesnetzagentur) (2012): EEG Statistikbericht 2010. URL: http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Energie/ErneuerbareEnergienGesetz/Statistikberichte/StatistikberichtEEG2010.pdf.jsessionid=BD72D3F32E4726C2E51FB1C2AC08465F?__blob=publicationFile (Abrufdatum: 15.11.2012).
- (2013): Genehmigung des Szenariorahmens zum NEP/O-NEP 2014. URL: http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/III/Szenariorahmen/GenehmigungSzenariorahmenIII.pdf?__blob=publicationFile (Abrufdatum: 17.11.2013).
- BUNZEL, K., D. THRÄN, U. SEYFERT, V. ZELLER und M. BUCHHORN (2011): Forstwirtschaftliche Biomaspotenziale und Rohstoffpotenziale in Deutschland. In: BBSR und BBR (Hrsg.): Biomasse: Perspektiven räumlicher Entwicklung. Heft 5/6: 297-308.
- CDU/CSU, SPD (Christlich Demokratische Union, Christlich-Soziale Union, Sozialdemokratische Partei Deutschlands) (2013): Deutschlands Zukunft gestalten, Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 18. Legislaturperiode. URL: http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf.jsessionid=63CFFFA0F4C0679AB314C378353C3635.s4t1?__blob=publicationFile&v=2 (Abrufdatum: 18.12.2013).
- DANY, C. (2013): Im Westen Aufschwung, im Osten Hoffnung. Biomethan in Europa. In: Biogas Journal 1/2013: 144-149.
- DBFZ (Deutsches BiomasseForschungsZentrum) (2013): Stromerzeugung aus Biomasse 03MAP250. Zwischenbericht, Stand: Juni 2013. Leipzig.
- DEPI (Deutsches Pelletinstitut) (2013): Pelletfeuerung in Deutschland. URL: http://www.depi.de/media/filebase/files/infothek/images/Pelletfeuerungen_in_Deutschland.jpg (Abrufdatum: 16.12.2013).
- DMK (Deutsches Maiskomitee) (2013): Ein Drittel der Maisanbaufläche für Biogas. URL: <http://www.maiskomitee.de/web/intranet/news.aspx?news=f9a97b5a-51c7-4fb0-ae85-c577730c5f41> (Abrufdatum: 17.11.2013).
- EBB (European Biodiesel Board) (2013): Statistics: The EU Biodiesel industry. URL: <http://www.ebb-eu.org/stats.php> (Abrufdatum: 29.12.2013).
- EEG (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien) (2012): Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) („EEG 2012“). URL: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_informationen_faq_bf.pdf (Abrufdatum: 11.12.2013).
- ECKHOFF, J. (2012): Die Ökostrom-Förderung des EEG ganz auslaufen lassen! In: Frankfurter Allgemeine Zeitung 223/2013: 12.
- EGGERS, S. und A. VON FELDE (2012): Biogas im EU-Vergleich. In: DLG-Mitteilungen 10/2012: 49-51.
- EMMANN, C.H., C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2012): Der Markt für Bioenergie 2012. In: German Journal of Agricultural Economics 61 (Supplement): 93-112.
- EMMANN, C.H. und L. THEUVSEN (2012): Einfluss der Biogasproduktion auf den regionalen Pachtmarkt – Empirische Erhebung in fünf niedersächsischen Landkreisen mit hoher Anlagendichte. In: Berichte über Landwirtschaft 90: 84-112.
- ENERGYCOMMENT (2013): Deutscher Energieverbrauch 2012 – Quartalszahlen (AGEB). URL: <http://www.energycomment.de/primarenergieverbrauch-deutschland-1990-2012/> (Abrufdatum: 9.11.2013).
- ERNEUERBARE ENERGIEN (2012): Energiepflanzen auf Ausgleichsflächen – Kurzumtrieb als Option erhalten. URL: <http://www.erneuerbareenergien.de/kurzumtrieb-als-option-erhalten/150/484/33187/> (Abrufdatum 03.01.2014).
- EUROSERVER (2012): Biogas Barometer. In: Systemes Solaires – Le Journal des Energies Renouvelables Nr. 212/2012: 66-79.
- (2013): Biofuels Barometer. In: Systemes Solaires – Le Journal des Energies Renouvelables, Nr. 216/2013: 49-63.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Vorschlag für eine Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER). Brüssel.
- (2013): GAP-Reform – Erläuterung der wichtigsten Aspekte. In: MEMO/13/937, Stand 25.10.2013. Brüssel.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2012a): Basisdaten Bioenergie Deutschland. Gülzow.
- (2012b): Daten und Fakten zu nachwachsenden Rohstoffen. URL: <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten.html> (Abrufdatum: 04.12.2013).
- (2013a): Basisdaten Bioenergie Deutschland. Gülzow.
- (2013b): Daten und Fakten zu Biokraftstoffen in Deutschland. Gülzow. <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biokraftstoffe.html> (Abrufdatum: 29.12.2013).
- (2013c): Daten und Fakten zu nachwachsenden Rohstoffen. URL: http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/t/a/tabelle-anbau-nr-12-13_2.pdf (Abrufdatum: 17.11.2013).
- FvB (Fachverband Biogas) (2012a): Maisanbaufläche 2012: geringer Anstieg bestätigt Biogas-Prognose. URL: [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM-20-12/\\$file/12-08-20_PM_Maisanbaustatistik.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM-20-12/$file/12-08-20_PM_Maisanbaustatistik.pdf) (Abrufdatum: 12.01.2014).
- (2012b): Pressemitteilung 23/11: EEG 2012 wird Biogas bremsen. URL: http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM_23_11 (Abrufdatum: 18.12.2013).
- (2013a): Branchenzahlen – Prognose 2013/2014. URL: [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf) (Abrufdatum: 10.12.2013).
- (2013b): Positionspapier: Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP): Alternative Energiepflanzen im Rahmen des Greenings (Stand 09.08.2013).
- F.O. LICHT (2012a): F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report 11 (3) vom 08.10.2012.
- (2012b): F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report 11 (4) vom 22.10.2012.
- (2013a): F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report 12 (3) vom 07.10.2013.
- (2013b): F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report 12 (4): 21.10.2013.
- HARSCHE, J., B. IMELLI und K. JAENSCH (2013): Entwicklungsperspektiven der Bioenergiebranche im Vergleich

- zwischen unterschiedlich strukturierten ländlichen Räumen. In: *Berichte über Landwirtschaft* 91 (2): 1-25.
- HARTMANN, H. (2005): Produktion, Bereitstellung und Eigenschaften biogener Festbrennstoffe. In: *FNR* (Hrsg.): *Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen*. Gülzow: 52-90.
- HAUCAP, J., C. KLEIN und J. KÜHLING (unter Mitarbeit von P. JANTSCH) (2013): *Die Marktintegration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Eine ökonomische und juristische Analyse*. Nomos, Baden-Baden.
- HENKE, S., W. GUENTHER-LÜBBERS, C. SCHAPER, T. ANSCHÜTZ und L. THEUVSEN (2013): Der Markt für Bioenergie. In: *German Journal of Agricultural Economics* 62 (Supplement): 107-126.
- HENKE, S. und L. THEUVSEN (2013): Sozioökonomische Bewertung der Wertschöpfungskette Biogas. In: *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie* 22 (2): 45-54.
- IEA (International Energy Agency) (2011): *Renewables Information 2011*. Paris.
- (2012): *Renewables Information 2012*. Paris.
- (2013): *Renewables Information 2013*. Paris.
- JACOBS, S. (2012): *Wie Strom aus Müll gewonnen wird*. Der Tagesspiegel, Berlin. URL: <http://www.tagesspiegel.de/berlin/kraftwerk-ruheleben-wie-strom-aus-muell-gewonnen-wird/6369376.html> (Abrufdatum: 13.01.2014).
- KALTSCHMITT, M., H. HARTMANN und H. HOFBAUER (2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren*. 2. Auflage. Springer, Heidelberg.
- KARPENSTEIN-MACHAN, M., A. WÜSTE und P. SCHMUCK (2013): Erfolgreiche Umsetzung von Bioenergieanlagen in Deutschland – Was sind die Erfolgsfaktoren? In: *Berichte über Landwirtschaft* 91 (2): 1-25.
- KERN, M. und T. RAUSSEN (2012): *Bioabfallvergärungsanlagen in Deutschland: Stand und Potentiale*. URL: http://www.biogas-atlas.de/biogasanlagen_in_deutschland.pdf (Abrufdatum: 13.01.2014).
- KERN, M. und W. SPRICK (2012): *Bioabfallvergärung in Deutschland*. URL: <http://www.witzenhausen-institut.de/downloads/Kern%20und%20Sprick%20Biomasseforum.pdf> (Abrufdatum: 13.01.2014).
- KUNZE, C. (2013): Die Energiewende und ihre geographische Diffusion. In: Gailing, L. und M. Leibenath (Hrsg.): *Neue Energielandschaften – Neue Perspektiven der Landschaftsforschung*. Springer VS, Wiesbaden: 33-43.
- LEHR, U., C. LUTZ, D. EDLER, M. O’SULLIVAN, K. NIENHAUS, S. SIMON, J. NITSCH, B. BREITSCHOPF, P. BICKEL und M. OTTMÜLLER (2011): *Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt*. Studie im Auftrag des BMU. Osnabrück u.a.
- LEIBENATH, M. (2013): *Energiewende und Landschafts-Governance: Empirische Befunde und theoretische Perspektiven*. In: Gailing, L. und M. Leibenath (Hrsg.): *Neue Energielandschaften – Neue Perspektiven der Landschaftsforschung*. Springer VS, Wiesbaden: 45-63.
- LEIBLE, L., S. KÄLBER, G. KAPPLER, S. LANGE, E. NIEKE, P. PROPLESCH, D. WINTZER und B. FÜRNIß (2007): *Kraftstoff, Strom und Wärme aus Stroh und Waldrestholz – Eine systemanalytische Untersuchung*. Arbeitsbericht Nr. 7170. FZKA (Forschungszentrum Karlsruhe).
- LINHART, E. und A.-K. DHUNGEL (2013): *Das Thema Vermaisung im öffentlichen Diskurs*. In: *Berichte über Landwirtschaft* 91 (2): 1-21.
- OTTO, A. und M. LEIBENATH (2013): *Windenergielandschaften als Konfliktfeld: Landschaftskonzepte, Argumentationsmuster und Diskurskoalitionen*. In: Gailing, L. und M. Leibenath (Hrsg.): *Neue Energielandschaften – Neue Perspektiven der Landschaftsforschung*. Springer VS, Wiesbaden: 65-75.
- O.V. (2012): *Bürger erzeugen gemeinsam grüne Energie*. In: *Agrarzeitung* 38/2012.
- PEITSMEIER, H. und J. PENNEKAMP (2013): *Unternehmer fordern: Strompreise runter*. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* 221/2013: 25.
- PROGNOS (2012): *Regionale Potenziale von Bio- und Grünabfall zur Vergärung – Beiträge zur regenerativen Energieerzeugung und zum Ressourcenschutz*. http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/aktuelles/Folder_Regionale_Potentiale_Bio-und_Gruenabfaelle_final.pdf (Abrufdatum: 09.01.2014).
- PWC (PricewaterhouseCoopers) (2012): *Der Markt für erneuerbare Energien in China*. URL: <http://www.pwc.de/de/internationalisierung/der-markt-fuer-erneuerbare-energien-in-china.jhtml> (Abrufdatum: 13.01.2014).
- REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) (2013): *Renewables 2013 – Global Status Report*. URL: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf (Abrufdatum: 16.11.2013).
- SCHMITZ, M. (2012): *Vorstudie – Bestimmungsgründe für das Niveau und die Volatilität von Agrarrohstoffpreisen auf internationalen Märkten – Implikationen für Welt-ernährung und Politikgestaltung*. Universität Gießen.
- SCHMITZ, M. und P. MOLEVA (2013): *Bestimmungsgründe für das Niveau und die Volatilität von Agrarrohstoffpreisen auf internationalen Märkten. Sind Biokraftstoffe verantwortlich für Preisschwankungen und Hunger in der Welt? Studie*. Universität Gießen.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2013): *Den Strommarkt der Zukunft gestalten*. Eckpunktepapier, Oktober 2013. Berlin.
- STATISTA (2013): *Bestand zentraler Wärmeerzeuger für Heizungen in Deutschland nach Kategorie im Jahr 2012*. URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/165282/umfrage/gesamtbestand-der-zentralen-waermeerzeuger-in-deutschland/> (Abrufdatum: 17.12.2013).
- THIERING, J. (2010): *Förderung der Biogasproduktion in Deutschland – Rahmenbedingungen, Folgen und alternative Gestaltungsmöglichkeiten unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftsdüngernutzung*. Dissertation. Universität Göttingen.
- THRÄN, D. (2012): *Bioenergie heute und morgen*. Vortrag. Universität Göttingen, 04.10.2012.
- UBA (Umweltbundesamt) (2013): *Biogaserzeugung und -nutzung: Ökologische Leitplanken für die Zukunft, Vorschläge der Kommission Landwirtschaft beim Umweltbundesamt (KLU)* (Stand: November 2013). Dessau-Roßlau.
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen) (2012): *UFOP-Marktinformation Ölsaaten und Biokraft-*

- stoffe 02.11.2012. URL: http://www.ufop.de/files/6613/5185/1162/RZ_MI_1112.pdf (Abrufdatum: 11.01.2014).
- (2013): Biodiesel 2012/2013 – Sachstandsbericht und Perspektive – Auszug aus dem UFOP-Jahresbericht. URL: <http://www.ufop.de/presse/aktuelle-pressemitteilungen/ufop-sonderdruck-biodieselandco-erschienen/> (Abrufdatum: 29.12.2013).
- URBAN, W. (2013): Perspektiven der Biogasnutzung vor dem Hintergrund der Instrumente zur Förderung Erneuerbarer Energien. URL: http://www.ecologic.eu/sites/files/presentation/2013/110411_VDI_Biogas_Urban_Ecologic.pdf (Abrufdatum: 18.12.2013).
- VDB (Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie) (2012): Informationen: Biokraftstoffe in Deutschland. Stand: Januar 2012. URL: www.biokraftstoffverband.de/index.php/biodiesel.html?file=tl... (Abrufdatum: 09.01.2014).
- VOLZ, R. (2012): Genossenschaften im Bereich erneuerbarer Energien. Status quo und Entwicklungsmöglichkeiten eines neuen Betätigungsfeldes. Forschungsstelle für Genossenschaftswesen, Stuttgart-Hohenheim.
- WETZEL, D. (2013): Nie war Strom für Privathaushalte teurer. In: Die Welt, 11.06.2013: 11.
- WIKIPEDIA (2013): HVO Hydriertes Pflanzenöl. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Hydriertes_Pflanzen%C3%B6l (Abrufdatum: 29.12.2013).
- WIRTSCHAFTSFORUM MITTELSTAND (2012): Biogasmarkt im Umbruch: Europa wächst – deutscher Markt bricht ein. URL: <http://www.agitano.com/biogasmarkt-im-umbruch-europa-waechst-deutscher-markt-bricht-ein/43848> (Abrufdatum: 12.12.2013).
- ZEHM, A. und B. BILITEWSKI (2008): Biokraftstoffe aus Bioabfall. 6. Fachtagung: Anaerobe biologische Abfallbehandlung, September 2008.
- ZSCHACHE, U., S. VON CRAMON-TAUBADEL und L. THEUVSEN (2010): Öffentliche Deutungen im Bioenergiediskurs. In: Berichte über Landwirtschaft 88: 502-512.

Kontaktautor:

WELF GUENTHER-LÜBBERS

Georg-August-Universität Göttingen

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung

Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen

E-Mail: welf.guenther-luebbers@agr.uni-goettingen.de