

Deutsches BiomasseForschungsZentrum
gemeinnützige GmbH

German Biomass Research Centre



Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse

Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse

(FZK: 03MAP138)

Zwischenbericht

März 2010

Zuwendungsgeber **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)**
Referat KI III 2
Alexanderstraße 3
10178 Berlin

Projektträger **Projektträger Jülich (PtJ)**
Geschäftsbereich Umwelt (UMW)
Forschungszentrum Jülich GmbH
Zimmerstr. 26-27
10969 Berlin

Ansprechpartner: **Deutsches BiomasseForschungsZentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Tel.: +49-341-2434-112
Fax: +49-341-2434-133
E-Mail: info@dbfz.de
Internet: www.dbfz.de

Kooperationspartner: **Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)**
Naumburger Straße 98
07743 Jena

Tel.: +49-3641-683-0
Fax: +49-3641-683-390
E-Mail: postmaster@tll.thueringen.de
Internet: www.tll.de

**Verantwortliche
Bearbeiter:**

DBFZ:

- Janet Witt
- Christiane Hennig
- Nadja Rensberg
- Andre Schwenker
- Mattes Scheftelowitz
- Alexander Krautz
- Kay Schaubach
- Dr. Daniela Thrän
- Prof. Dr. Frank Scholwin

TLL:

- Tanja Kutne
- Annika Hilse
- Armin Vetter
- Torsten Graf
- Dr. Gerd Reinhold

Kontakt per Email: biomassenutzung@dbfz.de

Erstelldatum: 31.03.2010

Projektnummer DBFZ: 3330002

Inhalt

Inhalt	II
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
1 Einleitung	1
2 Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe.....	3
2.1 Stand der Nutzung.....	3
2.1.1 Entwicklung des Anlagenbestandes	4
2.1.2 Regionale Verteilung.....	7
2.1.3 Anwendungsbereiche, Betreiber- und Organisationsstruktur	12
2.2 Stand der Technik	14
2.2.1 Strom- und Wärmeerzeugung.....	14
2.2.2 Eingesetzte Technologien und Verfahren.....	15
2.3 Biomasseeinsatz	18
2.3.1 Eingesetzte Stoffströme	18
2.3.2 Markt- und Preisentwicklung	20
3 Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger	23
3.1 Stand der Nutzung.....	23
3.1.1 Entwicklung des Anlagenbestandes	23
3.1.2 Regionale Verteilung.....	25
3.1.3 Auswertung der Anlagenbetreiberumfrage.....	30
3.2 Stand der Technik	37
3.2.1 Strom- und Wärmeerzeugung.....	37
3.2.2 Technologien und Verfahren	42
3.2.3 Biogasaufbereitung und -einspeisung.....	46
3.2.4 Entwicklungen und kurzfristige Perspektiven der Biogastechnologie	48
3.3 Biomasseeinsatz	51
3.3.1 Eingesetzte Stoffströme	51
3.3.2 Markt- und Preisentwicklungen.....	54
4 Anlagen zur Nutzung flüssiger Bioenergieträger	55
4.1 Stand der Nutzung.....	55
4.1.1 Entwicklung des Anlagenbestandes	55
4.1.2 Anwendungsbereiche und Organisationsstruktur	56
4.2 Stand der Technik	60
4.2.1 Stromerzeugung.....	60
4.2.2 Wärmeerzeugung und Wärmenutzung	61
4.3 Biomasseeinsatz	61
4.3.1 Eingesetzte Stoffströme	61
4.3.2 Markt- und Preisentwicklungen.....	62
5 Effekte Landwirtschaft und Landschaftspflege	64
5.1 Einleitung	64
5.1.1 Hintergrund und Zielstellung.....	64
5.1.2 Vorgehensweise.....	64

5.1.3	Regionale Verteilung.....	65
5.2	Energiepflanzenanbau in Deutschland.....	66
5.2.1	Flächeneinsatz für die Biogaserzeugung.....	67
5.2.2	Substrateinsatz und Anbaufläche.....	68
5.3	Häufigkeitsverteilung des Substrateinsatzes.....	69
5.3.1	Einsatzhäufigkeiten in der Substratgruppe nachwachsende Rohstoffe.....	70
5.3.2	Einsatzhäufigkeiten in der Substratgruppe Wirtschaftsdünger.....	70
5.4	Substratkosten.....	72
5.5	Grünland.....	74
5.5.1	Entwicklung von Dauergrünland in Deutschland.....	75
5.5.2	Grünlandnutzung für Biogasanlagen.....	77
5.6	Landschaftspflegematerial.....	79
5.7	Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen.....	80
6	Zusammenfassung.....	81
	Abbildungsverzeichnis.....	87
	Tabellenverzeichnis.....	89
	Literaturverzeichnis.....	90

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
Ack.	Ackerland
AF	Ackerfläche
AWS	Anweilksilage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BioSt-NachV	Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung
BL	Bundesland
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BtL	Biomass to Liquid
BWL	Brennstoffwärmeleistung
CCM	Corn-Cob-Mix
Degr	Degradiertes (Land)
DIN	Deutsche Industrienorm
DT	Dampfturbine
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
el	elektrisch
Erück	Ernterückstände
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FM	Frischmasse
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GL	Grünland
GPS	Ganzpflanzensilage
ha	Hektar
haLF	Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche
HTK	Hühnertrockenkot
IBBK	Internationalen Biogas und Biomasse Kompetenzzentrums
kg _{oTS} /m ³ d	Kilogramm organischer Trockensubstanz je Kubikmeter und Tag
kV	Kilovolt
kW _{el}	Kilowatt elektrisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LF	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LKS	Lieschkolbenschrot
LPH	Landschaftspflegeholz
LPM	Landschaftspflegematerial
MW _{el}	Megawatt elektrisch
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NachhaltigkeitsVO	Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung, Richtlinie 2009/28/EG
oTS	organische Trockensubstanz
PÖL-BHKW	Pflanzenöl-Blockheizkraftwerk
t _{atro}	Tonne Trockenmasse
t _{FM}	Tonne Frischmasse
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Abkürzung	Erklärung
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
TWh	Terawattstunden
TWh _{el}	Terawattstunden elektrisch
TWh _{th}	Terawattstunden thermisch
V	Volt
WD	Wirtschaftsdünger

1 Einleitung

In den energie- und umweltpolitischen Diskussionen gewinnt die Energiebereitstellung aus regenerativen Energien i. Allg. und aus Biomasse im Besonderen zunehmend an Bedeutung. Erneuerbare Energien decken heute bereits knapp 10 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland. Mehr als zwei Drittel davon entfällt auf Biomasse. Bis 2020 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland auf 18 % steigen. Dieses nationale Ziel ist sowohl im Integrierten Energie- und Klimapaket der Bundesregierung, als auch in der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen verankert. Die Erreichung dieses Ziels ist der deutsche Beitrag zur Erreichung des Ziels, bis 2020 mindestens 20 % des Endenergieverbrauchs der Europäischen Union aus erneuerbaren Energien zu decken. In Deutschland wird Biomasse auch mittelfristig der wichtigste erneuerbare Energieträger bleiben. Um diese politischen Zielvorgaben erreichen zu können, ist es zunehmend wichtig, innovative Einsatzmöglichkeiten der Biomassenutzung zu prüfen und den effizienten Einsatz von Biomasse als Energieressource bei der Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung weiter voranzubringen.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stellt seit dem Jahr 2000 in Deutschland ein maßgebliches Instrument zur Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung dar. Mit der Neufassung des EEG 2009 konnten auch die nationalen Ziele gesteigert werden, den Anteil regenerativer Energien an der Stromversorgung von derzeit 16,1% bis zum Jahr 2020 auf 30 % zu erhöhen. Die ursprüngliche Zielstellung von 12,5 % für das Jahr 2010 (aus dem Jahr 2004) konnte bereits 2007 erreicht werden¹. Hinsichtlich des Einsatzes von Bioenergieträgern zur Stromerzeugung werden besonders effiziente Technologien nun noch gezielter unterstützt (z. B. KWK-Anlagen, Biogaseinspeisung). Der Einsatz von Gülle in dezentralen Biogaskleinanlagen wird besonders gefördert.

Das Projekt „Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse“ soll für den Zeitraum 2008-2011 die Entwicklung der Marktveränderungen dokumentieren. Ähnlich wie die Vorläuferprojekte² ist die Zielstellung des aktuellen Vorhabens, spezifische Fragestellungen hinsichtlich der Wirkung des neuen Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse fortführend zu analysieren und zu bewerten.

¹ Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Juni 2009

² Scholwin, F.; Thraen, D.; Daniel, J.; Schreiber, K.; Witt, J.; Schuhmacher, B.; Jahraus, B.; Klinski, S.; Vetter, A.; Beck, J.; Scheftelowitz, M.: Anschlussvorhaben zum Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, im Auftrag des Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2008

Scholwin, F.; Thraen, D.; Daniel, J.; Weber, M., Weber, A.; Fischer, E.; Jahraus, B.; Klinski, S.; Vetter, A.; Beck, J.: Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, im Auftrag des Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2007

Einleitung

In dem hier vorliegenden dritten Zwischenbericht werden insbesondere folgende Fragestellungen betrachtet:

- Wie hat sich die Struktur des Bioenergieanlagenbestandes (feste Biomasse, Biogas, Pflanzenöl) im Laufe des Jahres 2009 entwickelt, sind Veränderungen gegenüber dem Stand zum Ende des Jahres 2008 erkennbar (z. B. hinsichtlich der Anlagenanzahl, installierten elektrischen Leistung, Einsatzstoffe).
- Welche Technologien und Verfahren haben sich im Markt etabliert bzw. sind Innovationen und Effizienzsteigerungen nachweisbar?
- Welche landwirtschaftlichen Flächen und Substrate werden für die Biogas-/Biomethanbereitstellung tatsächlich genutzt und welche Auswirkungen hat dies sowohl auf die nicht-energetische landwirtschaftliche Nutzung als auch auf die Markt- und Preisentwicklung von Biogasanlageneinsatzstoffen?
- Inwieweit kommt es durch den Energiepflanzenanbau zu einer Verdrängung von Grünlandanbauflächen?

2 Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

2.1 Stand der Nutzung

Der hier beschriebene Entwicklungsstand der Nutzung biogener Festbrennstoffe in Anlagen zur Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung basiert auf einer Datenbank, die durch langjährige Befragungen und Auskünfte von Anlagenbetreibern, -herstellern und -planern sowie zusätzlichen Angaben aus Konferenzen, Fachzeitschriften und anderen veröffentlichten Dokumenten, Artikeln, Referenzlisten usw. erstellt wurde. Die Datenbank enthält aktuell 478 Einträge, wobei sowohl Anlagen in Betrieb, in Genehmigung, in Bau, in Planung, als auch realisierte und umgerüstete Standorte von Biomasse(heiz)kraftwerken enthalten sind.

Eine über das ganze Jahr verteilte, fortlaufende Aktualisierung der Datenbank ergibt sich durch die Nutzung o. g. Veröffentlichungen und Befragungen. Für die aktuelle Bestandsauswertung kommen zusätzlich Daten aus Betreiberbefragungen im Rahmen einer Masterarbeit³ zur Anwendung. Hier wurden 40 Anlagenbetreiber telefonisch und schriftlich kontaktiert. Diese Gespräche dienten einerseits der Prüfung des Anlagenstatus sowie grundsätzlicher Anlagenparameter und sollten andererseits Aussagen zur Nutzung der EEG-Boni in Erfahrung bringen. Zur weiteren Schließung von Datenlücken hat sich zudem der Abgleich mit Erhebungen verschiedener Institutionen und Verbänden bewährt. In einem Workshop mit Vertretern der Holzindustrie wurden weiterhin die Auswirkungen und Problemstellungen des neuen EEG diskutiert. Aufgrund der äußerst dynamischen Entwicklung, die der Bioenergieanlagenmarkt in den letzten Jahren verzeichnet hat, kann eine Vollständigkeit der Erhebungen nicht garantiert werden. Der Datenabgleich mit öffentlich zugänglichen Studien und Quellen anderer Institutionen lässt jedoch vermuten, dass die DBFZ- Datenbank der Biomasse-HKW inzwischen eine der umfassendsten Datenbankbestände in Deutschland darstellt. Dennoch sind Unschärfen in der Datenbankauswertung durch nicht komplett aktualisierte Einträge, hervorgerufen durch nicht bekannte oder veröffentlichte Anlagenumrüstungen, Brennstoffmodifikationen (z. B. vermehrter Einsatz von NawaRo in A I-II-Kraftwerken, Einsatz von Ersatzbrennstoffen statt Altholz), Verzögerungen von Inbetriebnahmen, Baumaßnahmen, Genehmigungsverfahren usw. möglich. Alle Angaben stellen den derzeitigen Stand des Wissens dar und sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengetragen und ausgewertet worden.

Hinzu kommen Heizkraftwerke der Papier- und Zellstoffindustrie. Hierbei handelt es sich um 8 Anlagen mit einer gesamten installierten Leistung von über 250 MW_{el}. Sie werden in der nachfolgenden Datenbankauswertung nicht in die Betrachtung mit einbezogen, da der Brennstoffeinsatz und somit der Anteil des EEG-fähigen Stroms aus Biomasse derzeit nicht abschließend geklärt ist. Obwohl es nach dem neuen EEG möglich sein sollte eine Vergütung für den anteiligen Biomassestrom zu erlangen, stellt die Erfassung/Nachweisführung dieses Anteils für die Unternehmen scheinbar größere Schwierigkeiten dar. Eine Konkretisierung dieser Angaben wird in einem Folgebericht Berücksichtigung finden.

³ Pfeifer, J.: Anreizwirkung des EEG auf den Biomasseeinsatz in Biomasseheizkraftwerken. eingereicht an der Universität Kassel, Fachbereich: Maschinenbau, Studiengang: Regenerative Energien und Energieeffizienz, zur Erlangung des Master of Science, 2009-10 (bisher unveröffentlicht)

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

Biogene Festbrennstoffe werden außer in Mono-Verbrennungsanlagen auch zur Substitution von fossilen Brennstoffen oder als additiver Brennstoff in Anlagen, die Ersatzbrennstoffe oder Abfall verbrennen, eingesetzt. Diese (Heiz-)Kraftwerke werden nachfolgend ebenfalls nicht mit berücksichtigt, da der in vergleichbaren Anlagen erzeugte Strom derzeit ebenfalls keinen Anspruch auf EEG-Vergütung hat.

Weiterhin wurden seit dem Jahr 2008/09 zunehmend Kleinst-BHKW-Anlagen im Leistungsbereich zwischen 0,3 – 10 kW_{el} (der Großteil der Anlagen hat eine Kapazität zwischen 1,7 – 3 kW_{el})⁴ ausgeliefert, deren Marktreife derzeit im Labor- und Praxisbetrieb getestet wird. Diese Anlagen sind in die nachfolgende statistische Auswertung nicht eingeflossen, da keine Aussagen zu den Betriebslaufzeiten vorliegen bzw. in welchem Rahmen überhaupt die EEG-Vergütung in Anspruch genommen wird.

2.1.1 Entwicklung des Anlagenbestandes

Der aktuelle Anlagenbestand aller in Betrieb befindlichen, für eine Vergütung nach EEG in Frage kommenden Biomasse(heiz)kraftwerke ist in Abb. 2-1 dargestellt. Es handelt sich dabei um 249 Anlagen, die nach derzeitigem Kenntnisstand bis Ende 2009 mit einer elektrischen Leistung von rund 1 211 MW_{el} installiert wurden. Damit hat sich seit dem Jahr 2000 – im Wesentlichen als Folge der Anreizwirkungen des EEG – die Zahl der Biomasseverstromungsanlagen annähernd verfünffacht. Im gleichen Zeitraum ist dabei die Höhe der installierten elektrischen Leistung um mehr als das Zehnfache angestiegen. Allein seit 2004 (Inkrafttreten der ersten Novellierung des EEG) wurden rund 158 neue Biomasse(heiz)kraftwerke in Betrieb genommen.

⁴ Allein 250 Pellet-Stirlinganlagen des Unternehmens Sunmachine wurden bis März 2010 nach Deutschland ausgeliefert (Quelle: persönl. Mitteilung, Sunmachine Messestand, World Sustainable Energy Days, Wels, 04.03.2010).

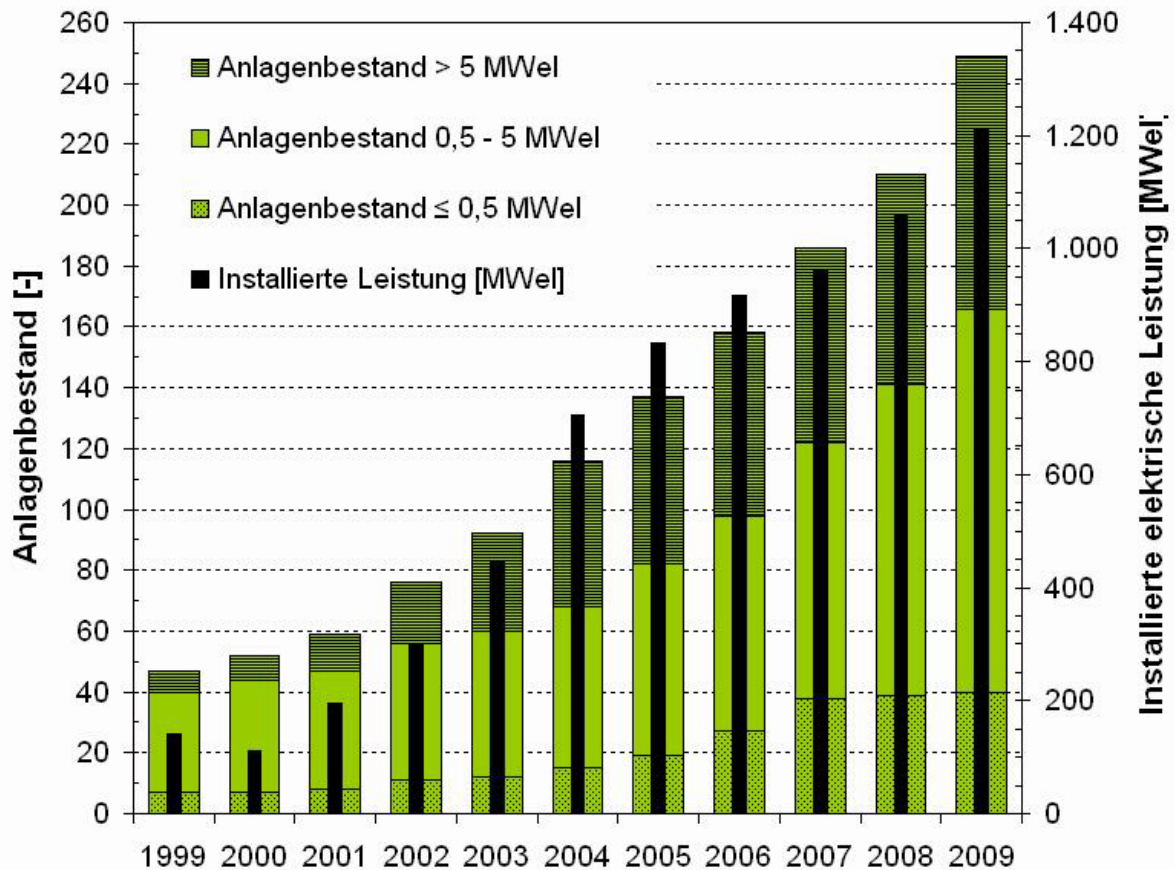


Abb. 2-1: Anlagenbestand & installierte elektrische Leistung der in Betrieb befindlichen Biomasse(heiz)kraftwerke (Stand Ende 2009)

Im Jahr 2009 sind 40 Anlagen mit einer Leistung von rund 133 MW_{el} in Betrieb genommen worden. Die Inbetriebnahmezeitpunkte in 2009 lagen schwerpunktmäßig im ersten und letzten Quartal des Jahres. Die Inbetriebnahmen 2009 übertreffen zumindest in der Anlagenanzahl die Werte der letzten Jahre und stellen somit einen neuen Höchststand dar.

Dieser Rekord gilt allerdings nicht für die neu installierte elektrische Leistung im Jahr 2009. Sie wird von den installierten Leistungen der Jahre 2003 und 2004 übertroffen (zw. 150-260 MW_{el}/a), die vor allem durch den Zubau von Großanlagen mit elektrischen Leistungen von 15 bis 20 MW_{el} geprägt waren. Dieser Trend hat sich in den letzten Jahren aufgrund gesättigter Märkte und veränderter Rahmenbedingungen bei der EEG-Vergütung gewandelt und folgt nun der Entwicklung eines verstärkten Ausbaus von Anlagen v. a. im kleinen und mittleren Leistungsbereich (< 5 MW_{el}). Hier konnten 2009 als deutliche Steigerung zum Vorjahr mind. 25 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 38 MW_{el} in Betrieb genommen werden (2008: 15 Anlagen, 27 MW_{el}). Gegenüber 2008 gab es 2009 aber auch einen vergleichsweise hohen Zubau von Anlagen der Größenklasse > 5 MW_{el}. Dennoch sank die durchschnittlich installierte Leistung aller Anlagen im Jahr 2009 von rund 5,0 MW_{el} (2008) auf 4,9 MW_{el} ab.

Die ausschließliche Stromerzeugung aus fester Biomasse ohne parallele Wärmenutzung ist nach wie vor aus ökonomischer Sicht nicht sinnvoll. Daher setzt sich die Entwicklung der letzten Jahre fort, dass Anlagenplaner v. a. den mittleren Leistungsbereich anvisieren und durch den Einsatz von innovativen

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

Technologien, einer möglichst hohen Wärmeauskopplung und der Nutzung von 100 % Wald(rest)holz oder Landschaftspflegeholz (NawaRo-Bonus-fähiges Material) einen möglichst wirtschaftlichen Anlagenbetrieb gewährleisten wollen.

Aus Abb. 2-2 geht hervor, dass immer noch über 50 % der installierten Leistung nur durch rund 15 % der Anlagen des Leistungsbereiches $> 10 \text{ MW}_{\text{el}}$ (38 Anlagen) bereitgestellt wird. Dagegen wird nur 17 % der installierten elektrischen Leistung von dem Großteil der Anlagen mit Kapazitäten $> 1\text{-}5 \text{ MW}_{\text{el}}$ (34,9 %) gestellt. Bei dem Leistungsbereich $< 0,15 \text{ MW}_{\text{el}}$ handelt es sich trotz möglicher Anreize durch den Technologie-Bonus des EEG um Anwendungen, die sich auf dem Markt noch nicht durchgesetzt haben (z. B. Prototypanlagen bzw. Stirling-betriebene Kleinst-BHKW).

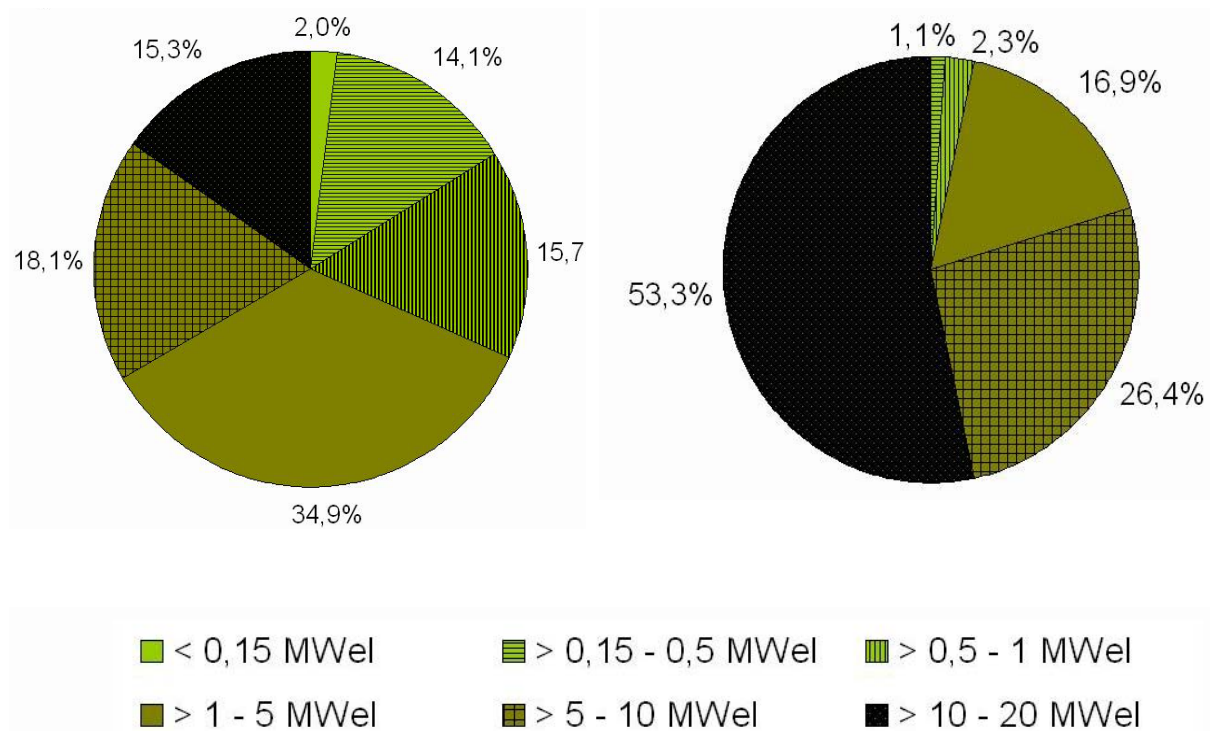


Abb. 2-2: Aufteilung der Biomasse(heiz)kraftwerke nach Anlagenanzahl (links) und Anlagenleistung (rechts)

Nach derzeitigen Erkenntnissen befinden sich weitere 18 Biomasseheizkraftwerke mit einer voraussichtlich installierten elektrischen Leistung von rund $50 \text{ MW}_{\text{el}}$ im Bau, deren Inbetriebnahme in den Jahren 2010 und 2011 erwartet wird. Weiterhin sind rund 41 Anlagen mit mind. $140 \text{ MW}_{\text{el}}$ installierter elektrischer Leistung in unterschiedlich weit fortgeschrittenen Stadien der Genehmigungs- oder Planungsphase. Eine Umsetzung ist hier bei vielen Anlagen noch nicht als gesichert anzusehen und hängt meist von mehreren Parametern ab, die in den kommenden Monaten geklärt werden sollen (u. a. Anlagengenehmigung, behördliche Auflagen, Finanzierung, Versorgungskonzept und insbesondere Absicherung von Wärmelieferverträgen).

2.1.2 Regionale Verteilung

Die regionale Verteilung der in diesem Bericht betrachteten Anlagen in Deutschland ist in den folgenden beiden Darstellungen ersichtlich.

Tabelle 2-1: Regionale Verteilung der Biomasse(heiz)kraftwerke

Bundesland	Anlagenanzahl		Inst. elektrische Leistung		Durchschnittl. inst. elektrische Leistung	
	in Betrieb [-]	Zubau 2009 [-]	in Betrieb [MW _{el}]	Zubau 2009 [MW _{el}]	in Betrieb [MW _{el}]	Zubau 2009 [MW _{el}]
Baden- Württemberg	32	5	125	10,0	3,9	2,0
Bayern	57	4	202	12,6	3,5	3,2
Berlin	1	-	20	-	20,0	-
Brandenburg	20	3	147	11,3	7,4	3,8
Bremen	-	-	-	-	-	-
Hamburg	2	-	22	-	10,9	-
Hessen	16	6	71	32,2	4,5	5,4
Mecklenburg- Vorpommern	12	1	46	1,4	3,9	1,4
Niedersachsen	12	3	111	10,7	9,2	3,6
Nordrhein- Westfalen	32	6	190	14,6	5,9	2,4
Rheinland- Pfalz	18	3	69	8,6	3,8	2,9
Saarland	3	1	5	1,8	1,5	1,8
Sachsen	14	4	78	12,0	5,6	3,0
Sachsen- Anhalt	12	3	41	5,1	3,4	1,7
Schleswig- Holstein	5	-	11	-	2,3	-
Thüringen	13	1	74	12,9	5,7	12,9
Gesamt	249	40	1 211	133	4,9	3,3

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

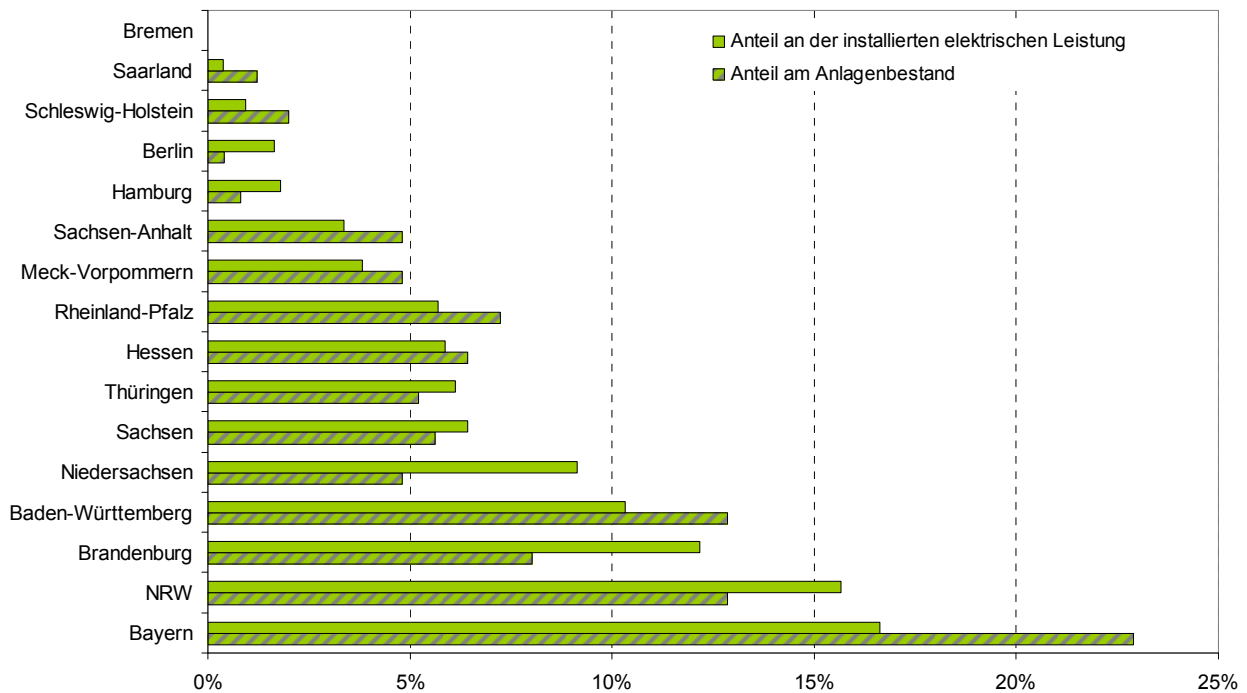


Abb. 2-3: Regionale Verteilung des Anlagenbestandes und der inst. elektr. Leistung

Abb. 2-3 betrachtet das Verhältnis der in Betrieb befindlichen Anlagen zur installierten elektrischen Leistung in den einzelnen Bundesländern. Der Schwerpunkt der installierten elektrischen Kraftwerkskapazität liegt weiterhin in Bayern (16,6 %), gefolgt von Nordrhein-Westfalen (15,7 %). Brandenburg hat mit 12,2 % Baden-Württemberg (10,3 %) vom dritten Platz verdrängt, was auf den etwas höheren Zubau im letzten Jahr zurückzuführen ist. Bei der Anzahl der in Betrieb befindlichen Anlagen ist Bayern mit 25,4 % ebenfalls Spitzenreiter, gefolgt von Baden-Württemberg (12,9 %) und Nordrhein-Westfalen (12,9 %). Die in Relation zur Anlagenzahl höhere Gesamtleistung in Nordrhein-Westfalen gegenüber Baden-Württemberg ist auf die vergleichsweise große Anzahl an Anlagen im höheren Leistungsbereich zurückzuführen. Dieser Punkt spiegelt sich in der durchschnittlich installierten Leistung des Bundeslands wieder, die in Tabelle 2-1 dargestellt ist.

Abb. 2-4 verdeutlicht den Anlagenzubau 2009 in den einzelnen Bundesländern. In Hessen und NRW wurden 2009 jeweils 6 Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 32,2 MW_{el} und 14,6 MW_{el} zugebaut. Baden-Württemberg folgt mit 5 Anlagen in 2009, liegt in der installierten elektrischen Leistung aber nur im unteren Mittelfeld, was auf die vergleichsweise niedrige durchschnittliche installierte Leistung zurückzuführen ist (vgl. Tabelle 2-1). In den Bundesländern Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen und Berlin fand 2009 scheinbar kein Anlagenzubau statt.

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

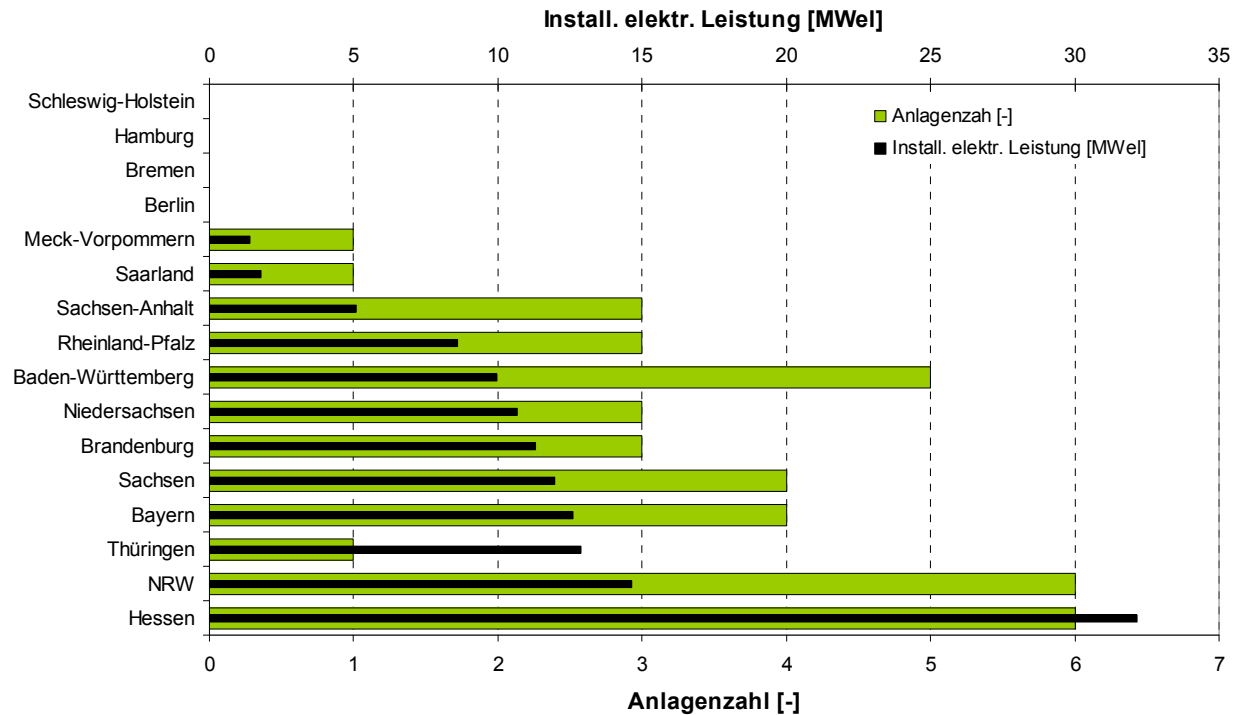


Abb. 2-4: Regionale Verteilung des Anlagenzubaues 2009

In den Stadtstaaten Berlin und Hamburg plant der Energieversorger Vattenfall den Bau mehrerer Biomasseheizkraftwerke. In Berlin sollen bis 2019 am Standort des schon bestehenden Braunkohlekraftwerkes Klingenberg zwei Heizkraftwerksblöcke mit je 20 MW_{el} entstehen. Geplant ist, dass sie ausschließlich mit naturbelassenem Holz befeuert werden, das sowohl aus regionalen, überregionalen und auch internationalen Quellen stammt. Zudem soll die Wärmeversorgung des Berliner Märkischen Viertels auf naturbelassenes Holz umgestellt werden. Eine weitere Anlage ist in Hamburg-Altona in Planung (jeweils rund 5 MW_{el}) [24]. Großprojekte wie am Standort Klingenberg sind in dieser Dimension bisher in Deutschland eher Ausnahmefälle gewesen und beschränkten sich auf 2 Anlagen mit je 20 MW_{el} der Stadtwerke Leipzig. Darüber hinaus sind keine weiteren im Bau oder Planung befindlichen Projekte bekannt, die Biomasseanlagen in dem Leistungsbereich über 10 MW_{el} darstellen.

Abb. 2-5 verdeutlicht die in den Anlagen eingesetzten Holzsortimente. Es wird an dieser Stelle zwischen 4 verschiedenen Sortimenten unterschieden. Naturbelassenes Holz bezeichnet Wald(rest)-hölzer und in zunehmendem Maße auch Landschaftspflegeholz. Bezogen auf die Anlagenzahl setzen rund 53 % der Anlagen diesen Brennstoff ein. Bezogen auf die gesamte installierte elektrische Leistung ist dieser Wert geringer und beträgt 32,4 %. Bei den Anlagen, die ausschließlich Altholzsortimente der Klassen A I und A II einsetzen, handelt es sich um 16,9 % des Anlagenbestandes bzw. 12 % der installierten elektrischen Leistung. Bei den Anlagen, die alle Altholzklassen (A I bis A IV) einsetzen dürfen, handelt es sich um 12,4 % (nach Anlagenzahl) bzw. 31,4 % (nach inst. elektr. Leistung). Schließlich findet in einigen Anlagen auch eine Mischnutzung statt. Hier kommen sowohl Althölzer als auch naturbelassene Hölzer zum Einsatz. Es handelt sich um 17,7 % der Anlagen bzw. 24,2 % der installierten Leistung.

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

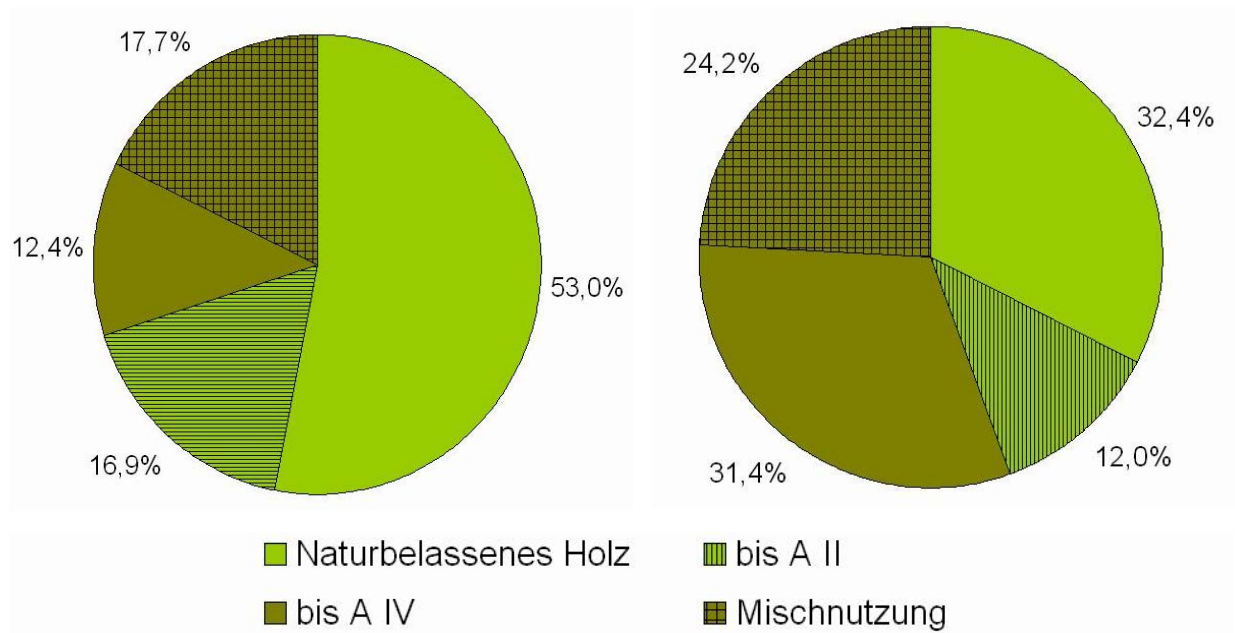


Abb. 2-5: Brennstoffeinsatz in Biomasse(heiz)kraftwerken nach Anlagenzahl (links) und inst. elektr. Leistung (rechts)

Abb. 2-6 zeigt die Verteilung der Biomasse(heiz)kraftwerke in Deutschland, aufgeteilt nach Leistungsbereich und Brennstoffeinsatz. Die Brennstofffraktion „Altholz“ beinhaltet hier sämtliche Altholzklassen von A I bis A IV. Die Fraktion Gemischtholz bezieht sich auf Anlagen, die neben Altholzsortimenten aller Klassen auch naturbelassene Hölzer (z. B. Waldrestholz, Landschaftspflegehölzer [LPH]) einsetzen. Die Bezeichnung „Wald + LPH“ bezieht sich auf Biomasse(heiz)kraftwerke, die ausschließlich naturbelassene Hölzer nutzen.

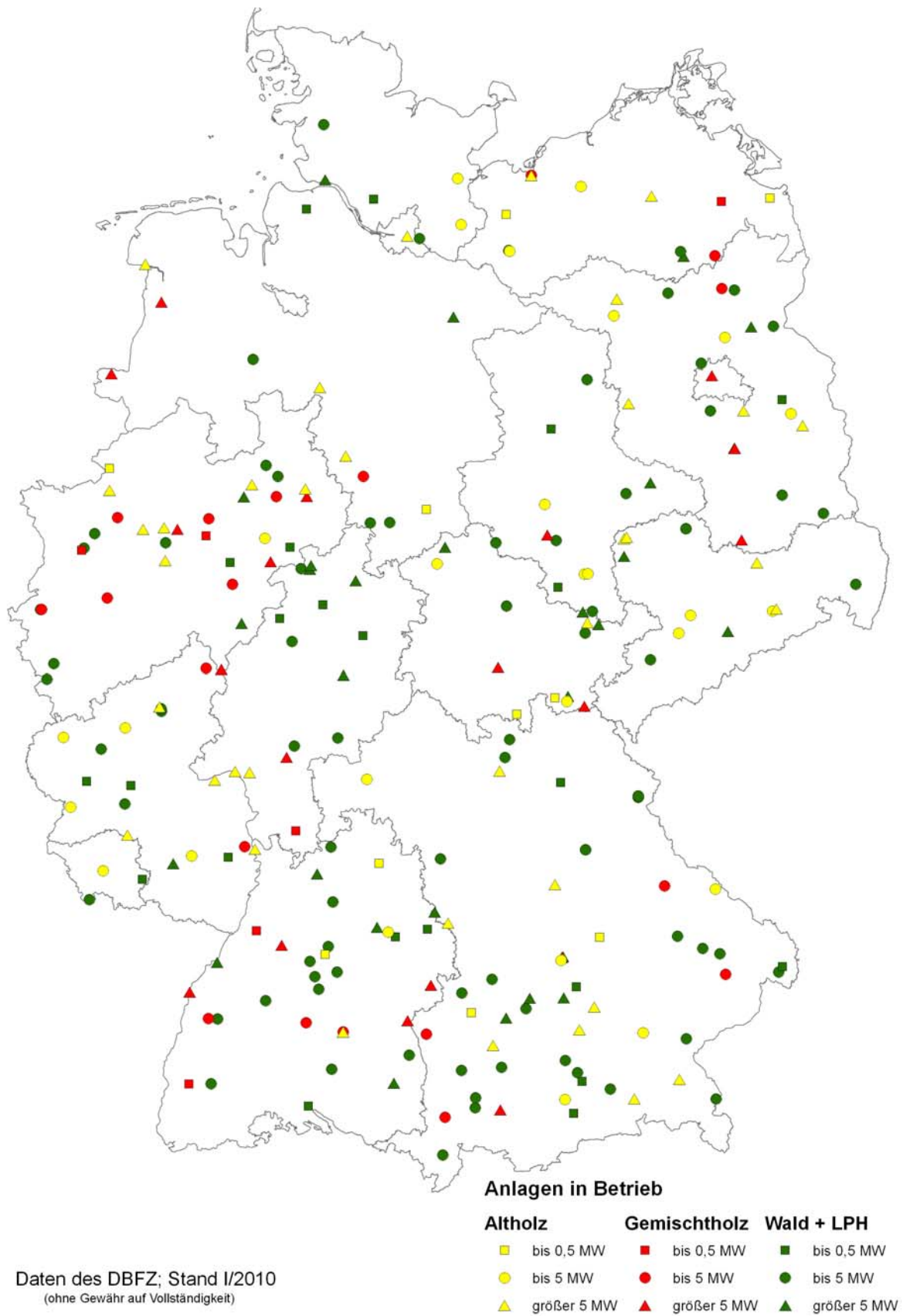


Abb. 2-6: Standort, Leistungs- und Brennstoffklasse der Biomasse(heiz)kraftwerke in Deutschland (ohne Zellstoff-/ Papierindustrie, ohne Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kW_{el})

2.1.3 Anwendungsbereiche, Betreiber- und Organisationsstruktur

Angaben zur Betreiberstruktur der in Betrieb befindlichen Biomasse(heiz)kraftwerke können für 2/3 der Anlagen gemacht werden (n=165, siehe Abb. 2-7). Ein Großteil dieser Anlagen (49,7 % des Bestandes bzw. 45,1 % der installierten elektrischen Leistung) wird durch Unternehmen der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie betrieben. Zur holzbearbeitenden Industrie zählen dabei Säge-/Hobelwerke sowie Holzwerkstoffhersteller, zur Holzverarbeitenden Industrie beispielsweise Hersteller von Möbeln, Holzpackmitteln, der Holzfertigbau und die sonstige Holzverarbeitung. Anlagenbetreiber von Pelletproduktionen mit eigenem Holzheizkraftwerk werden im Rahmen dieser Auswertung ebenfalls der Kategorie der Holzverarbeitung zugeordnet. Die Pelletproduktion wird immer öfter von Unternehmen der Holzindustrie als zusätzlicher Betriebszweig etabliert bzw. auch von neuen Investoren entdeckt. In der Holzindustrie fallen je nach Betrieb eine Vielzahl an Reststoffen an, die zur betriebseigenen Energiegewinnung genutzt werden können. Solche Betriebe eignen sich aufgrund ihres hohen Wärmebedarfes für (Schnitt-)Holztrocknung und anderen Anwendungsbereichen für Prozesswärme und Beheizung in Form von Warmwasser oder Dampf sehr gut für die Energieversorgung durch innerbetrieblich anfallende Reststoffe.

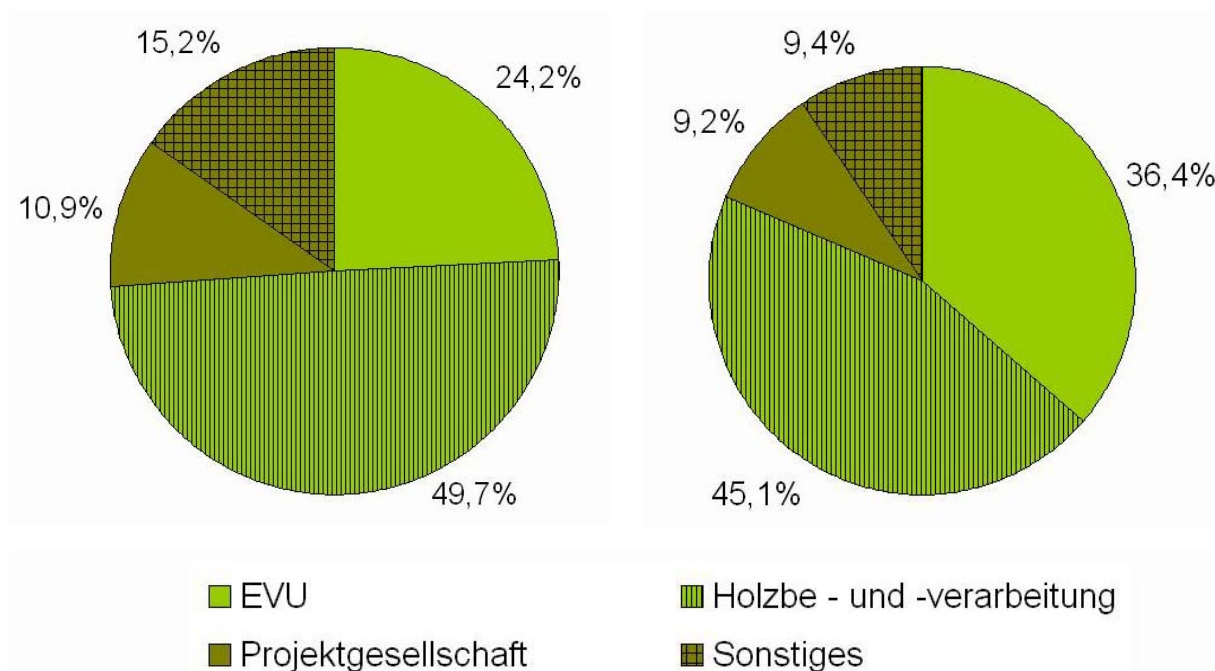


Abb. 2-7: Betreiberformen der Biomasse(heiz)kraftwerke nach Anlagenzahl (links) und inst. elektr. Leistung (rechts). n=165

Der zweitgrößte Betreiberbereich wird durch Energieversorgungsunternehmen (EVU) abgedeckt (rund 24,2 % der Anlagen bzw. 36,4 % der inst. elektr. Leistung). Dabei handelt es sich sowohl um die großen, deutschlandweit agierenden EVU als auch um vergleichsweise kleine, regional tätige, städtische Unternehmen. Hier zeigt sich deutlich, wie bereits im Jahr 2007 zu beobachten war, dass die regionalen und überregionalen EVU ihr Betätigungsfeld zunehmend auf Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien erweitern und dabei insbesondere die Biomassenutzung als eine attraktive Alternative sehen. 23,3 % der in 2009 zugebauten Anlagen bzw. 21,8 % der installierten elektrischen Leistung ist den EVU zuzuordnen. Größere Projekte, wie die Errichtung eines Biomasse(heiz)kraftwerkes im mittleren oder höheren Leistungsbereich, werden oftmals über einen Investoren- und Betreiberverbund finanziert und gebaut. Hierbei handelt es sich um Zusammenschlüsse von z. B. Contracting-Unternehmen, Privatinvestoren, Forstbetriebsgemeinschaften, öffentliche oder soziale Einrichtungen und Unternehmen

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

anderer Branchen (rund 10,9 % der Anlagen bzw. 9,2 % der inst. elektr. Leistung). Des Weiteren finden auch Gewerbe außerhalb der Holzver- und bearbeitenden Industrie Interesse an der Energieversorgung aus fester Biomasse. Hierzu gehören z. B. Unternehmen der Abfall- und Reststoffverwertung, der Tierfutter- oder Heizkesselproduktion (rund 11 % der Anlagen bzw. 6 % der inst. elektr. Leistung). Zur letzten Kategorie gehören zudem weitere kommunale und private Betreiber. Die Anteile dieser Gruppe werden mit 15,2 % der Anlagen und 9,4 % der installierten elektrischen Leistung beziffert.

Abb. 2-8 verdeutlicht die oben beschriebenen Strukturen für den Anlagenzubau 2009. Von 30 (106 MW_{el}) der insgesamt 40 Neuanlagen ist die Betreiberform bekannt (75 % nach Anlagenzahl bzw. 79,6 % nach inst. elektr. Leistung). Davon sind 46,7 % (nach Anlagenzahl) bzw. 53,5 % (nach inst. elektr. Leistung) der Holzindustrie zuzuordnen. Dem folgen die EVU und die Projektgesellschaften (23,3 % und 20 % nach Anlagenzahl, 21,8 % und 18,1 % nach inst. elektr. Leistung). Die restlichen Anteile gehören der Kategorie „Sonstiges“ an.

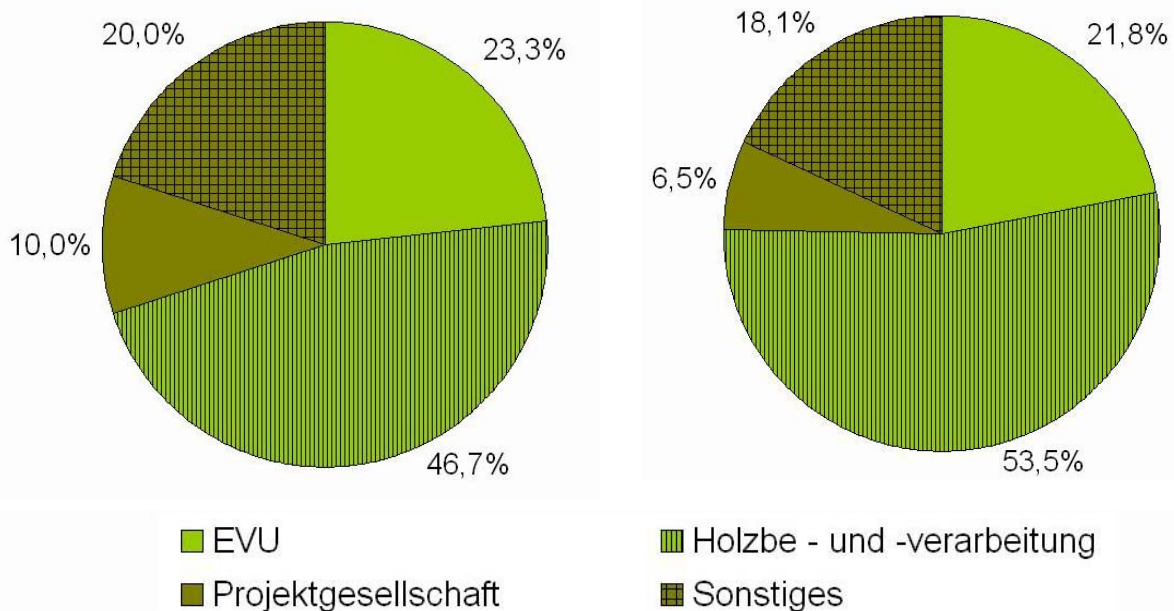


Abb. 2-8: Betreiberformen der 2009 in Betrieb genommenen Biomasse(heiz)kraftwerke nach Anlagenzahl (links) und inst. elektr. Leistung (rechts). n=40

2.2 Stand der Technik

2.2.1 Strom- und Wärmeerzeugung

Die potenzielle Brutto-Stromerzeugung wird, auf Basis des aktuellen Anlagenbestands sowie unter Berücksichtigung mittlerer Volllaststunden, für das Jahr 2009 auf etwa 8 TWh (2008: 7,1 TWh) abgeschätzt⁵. Die tatsächlich realisierte Stromerzeugung aus Biomassefestbrennstoffen lag im Jahr 2009, aufgrund der im Jahresverlauf erfolgten Inbetriebnahme und der damit deutlich geringeren Betriebsstunden, bei etwa 7,6 TWh⁶ (2008: 6,7 TWh).

Während Anlagen im kleinen bis mittleren Leistungsbereich i. d. R. wärmegeführt arbeiten, ist die Betriebsweise von Biomasse(heiz)kraftwerken im großen Leistungsbereich bis 20 MW_{el} oftmals stromgeführt. Dies liegt vor allem an der Schwierigkeit, für die in diesen Leistungsgrößen anfallenden Wärmemengen geeignete oder ausreichend große Wärmesenken am Standort der Biomasseanlage zu finden. Das betrifft v. a. die sog. Altholzanlagen, die vermehrt in den Jahren 2003 und 2004 errichtet wurden, mit dem vorrangigen Ziel nach EEG vergütbaren Strom zu erzeugen. Bei solchen Anlagenkonzepten war eine Wärmeauskopplung oftmals nicht vorgesehen oder nur geringfügig vertreten. Anders ist das bei Anlagen dieser Größenordnung, die als Industrieanlage zur Energieversorgung umliegender Betriebe mit Prozesswärme (Dampf, Warmwasser) oder als Heizkraftwerke zur Einspeisung in städtische/kommunale Nahwärmenetze geplant und errichtet wurden. Bei geeigneten Wärmekunden ist eine hohe Wärmeauskopplung über das ganze Jahr verteilt möglich.

Generell wird in Biomasse(heiz)kraftwerken – neben dem ins öffentliche Netz eingespeisten Strom – auch Wärme in Form von Heißwasser oder Dampf bereitgestellt, das beispielsweise in vorhandene Wärmeleitungsnetze eingespeist oder für industrielle Dampfprozesse genutzt werden könnte. Insgesamt wird nur bei einem kleinen Teil der erfassten Anlagen (rund 5 %) des Biomasse(heiz)kraftwerkparks ausschließlich Strom erzeugt. Bei den meisten Biomasse(heiz)kraftwerken findet zumindest eine geringe Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) für den Eigenbedarf statt.

Die Menge der erzeugten, ausgekoppelten Wärme für den gesamten Anlagenbestand hängt, über das Jahr betrachtet, von einer Vielzahl von standortabhängigen Faktoren ab (Abnehmerstruktur, ggf. variabler Wärmebedarf der Abnehmer, Witterungsverhältnisse, Werksauslastungen) und kann an dieser Stelle nur abgeschätzt werden. Zudem erschwert der nicht-lineare Zusammenhang zwischen elektrischer Anlagenleistung und Wärmeauskopplung aufgrund unterschiedlichster Anlagenkonzepte die Abschätzung.

Auf Basis durchschnittlicher Volllaststunden für die Wärmeauskopplung der in Betrieb befindlichen Anlagen, die aus den vorhandenen Angaben zur Wärmeauskopplung entwickelt wurden (n=73), wird

⁵ Zur Berechnung der Stromerzeugung wurden folgende Volllaststunden angenommen: Anlagen im Leistungsbereich $\leq 0,15$ MW_{el}: 2 500 h/a; Anlagen im Leistungsbereich $\geq 0,15$ -1 MW_{el}: 4 000 h/a; Anlagen im Leistungsbereich > 1 -10 MW_{el}: 6 000 h/a, Anlagen im Leistungsbereich > 10 MW_{el}: 7 500 h/a.

⁶ Dabei wurden für Anlagen, die 2009 in Betrieb genommen wurden, je nach Inbetriebnahme-Quartal und Leistungsbereich entsprechend angepasste Volllaststunden angenommen.

die Wärmemenge für das Jahr 2009, die gekoppelt zur Stromproduktion erzeugt und als Nutzwärme abgegeben wurde, auf 14 200 GWh geschätzt⁷.

2.2.2 Eingesetzte Technologien und Verfahren

Nach derzeitigem Entwicklungsstand haben inzwischen zwei KWK-Technologien auf Basis der Biomasseverbrennung Marktreife erlangt. Dies sind der Dampfkraftprozess unter Anwendung von Dampfturbine beziehungsweise Dampfmotor sowie der ORC⁸-Prozess. Der Dampfturbinenprozess ist von allen KWK-Anwendungen zur Stromerzeugung aus fester Biomasse am längsten praxiserprobt und deshalb am Markt etabliert. Er ist jedoch in der Regel erst ab 2 MW_{el} kostendeckend darstellbar.

Ursprünglich für die Strombereitstellung aus Niedertemperaturwärme entwickelt, hat sich der ORC-Prozess vor allem in den letzten 4 Jahren (mit Unterstützung des Bonus für innovative Technologien) im Bereich der Biomasseheizkraftwerke zu einer wesentlichen Größe entwickelt. Nach derzeitigem Kenntnisstand befanden sich Ende 2009 bereits 74 ORC-Anlagen mit einer elektrischen Leistung zwischen 0,3 und 3,1 MW_{el} (2 Module à 1,55 MW_{el}) in Betrieb.

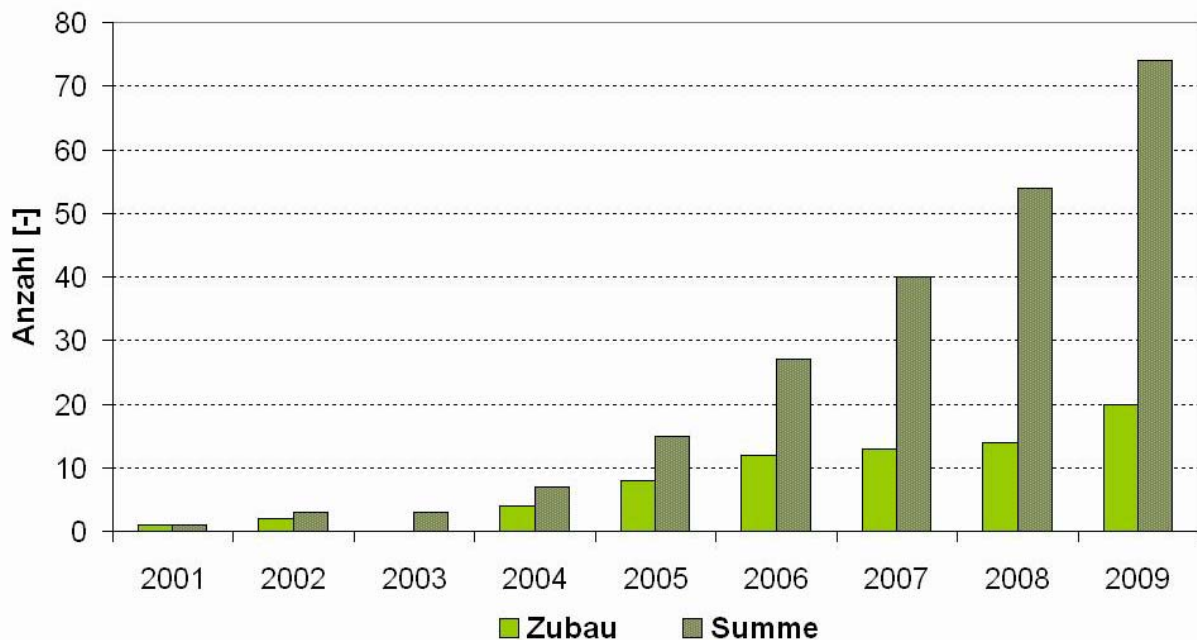


Abb. 2-9: Zubau von ORC-Anlagen 2001 – 2009

Seit 2004 stieg die Zahl der jährlichen Zubauten an und erreichte 2009 ihren bisherigen Höhepunkt mit 20 in Betrieb genommenen Anlagen in einem Jahr. Der Trend dieser Technologie wird sich aller Voraussicht nach wohl auch in den kommenden Jahren fortsetzen. Derzeit sind weitere 12 Biomasseheizkraftwerke bekannt, die ab 2010 und 2011 ORC-Anlagen einsetzen wollen. Diese Entwicklungen sind zum einen auf die Anreizwirkungen des EEG zurückzuführen, wonach Strom aus ORC-Anlagen mit einem zusätzlichen Technologiebonus vergütet wird. Zum anderen ist im Zuge der Preisentwicklungen der Holzbrennstoffe in den letzten Jahren eine an dem vorhandenen Wärmebedarf aus-

⁷ Zur Berechnung der Wärmeauskopplung wurden folgende Volllaststunden angenommen: Anlagen im Leistungsbereich $\leq 0,5$ MW_{el}: 5 000 h/a; Anlagen im Leistungsbereich $\geq 0,5-5$ MW_{el}: 6 500 h/a; Anlagen im Leistungsbereich > 5 MW_{el}: 4 000 h/a

⁸ Organic Rankine Cycle

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

gerichtete Anlagenauslegung von Heizkraftwerken immer wichtiger. Eine ausschließliche Verstromung von Holz ohne gleichzeitige Wärmenutzung durch KWK ist mittlerweile nicht mehr kostendeckend darstellbar. Trotz Marktreife scheint deshalb auch hier die Anlagenentwicklung noch lange nicht abgeschlossen. So zeigte sich bei ORC-Anlagen durch vereinzelt auftretende Störfälle im Silikonöl-Kreislauf konstruktiver Optimierungsbedarf im Zusammenspiel der einzelnen Komponenten des Systems [25]. Weiterhin sehen Branchenexperten durchaus noch Optimierungsbedarf bei der Anlageneffizienz von ORC-Anlagen.

Des Weiteren ist das Interesse an Vergasungsanlagen ungebrochen. Deren Projektrealisierung wird allerdings, trotz der Inbetriebnahme erster Pilotanlagen in den letzten Jahren, unter ökonomischen Gesichtspunkten weiterhin besonders kritisch betrachtet. Unabhängig von dem bereits erfolgten Entwicklungsschub der Biomassevergasungstechnologie werden derzeit vorrangig Konzepte im kleineren Leistungsbereich realisiert. Im Bereich der kleintechnischen Holzvergasungsanlagen ($< 1 \text{ MW}_{\text{el}}$) bestehen Unsicherheiten über den Bestand der in Betrieb befindlichen Anlagen Ende 2009. Derzeitigen Schätzungen zufolge wurden bis dahin rund 90 Anlagen im kleinen Leistungsbereich $< 500 \text{ kW}_{\text{el}}$ mit einer insgesamt installierten elektrischen Leistung von rund $15 \text{ MW}_{\text{el}}$ von diversen Herstellern ausgeliefert [26]. Viele dieser Anlagen sind als Demonstrations-/Pilotanlagen errichtet, zudem wurden einige dieser Anlagen aufgrund technischer Probleme wieder stillgelegt. Man kann davon ausgehen, dass bei den meisten der installierten Anlagen derzeit kein Dauerbetrieb erfolgt. Im Bereich der großtechnischen Holzvergasung befinden sich in Deutschland zwei Anlagen mit einer insgesamt installierten Leistung von rund 8 MW_{el} im Bau. Hierbei handelt es sich um Anlagenkonzepte, die aufgrund der Größe (Skaleneffekte) und Anlagentechnik (z.B. Wirbelschichtvergasung, adäquate Gas-aufbereitung) vielversprechende Ansätze für einen dauerhaften und wirtschaftlichen Betrieb liefern. Inwieweit sich die Erwartungen erfüllen, wird sich in den Jahren nach Fertigstellung und Inbetriebnahme (ab Mitte 2011) herausstellen.

Weitere Biomasse-Stromerzeugungstechnologien, v. a. im kleinen Leistungsbereich $< 100 \text{ kW}_{\text{el}}$ befinden sich weiterhin im Entwicklungsstadium. Im Betrieb der mit Holz beschickten Stirling-BHKW gibt es derzeit weiterhin Optimierungsbedarf. Aufgrund technischer Schwierigkeiten haben Hersteller die Entwicklungsarbeit eingestellt oder bauen die Produktionskapazitäten zurück [27].

Weitere innovative Technologien – wie der Heißluftturbinenprozess (indirekte Gasturbine) und der direkte Gasturbinenprozess – befinden sich noch in einem frühen Entwicklungsstand. Es bleibt daher abzuwarten, inwieweit diese Alternativen für die KWK-Anwendung in kleinen und mittleren Leistungsbereichen für holzartige Biomasse nutzbar sind.

Bezüglich der vorhandenen Feuerungstechnologie bei der Verbrennung von biogenen Festbrennstoffen werden üblicherweise Rostfeuerungen (Schrägrost- oder Wanderrostfeuerungen) eingesetzt. Sie bilden bei den hier betrachteten Anlagen den Schwerpunkt. Im höheren Leistungsbereich (ab etwa $10 \text{ MW}_{\text{el}}$) kommen auch Wirbelschichtfeuerungen zum Einsatz, dennoch wird auch in diesem Leistungsbereich überwiegend mit Rostfeuerungen gearbeitet.

Abb. 2-10 stellt eine Auswahl ($n=107$) der in der Datenbank vorhandenen Angaben zu Gesamtanlagenwirkungsgraden (oder Brennstoffnutzungsgrad) dar. Hierbei ist der Anlagenwirkungsgrad der installierten elektrischen Leistung gegenübergestellt.

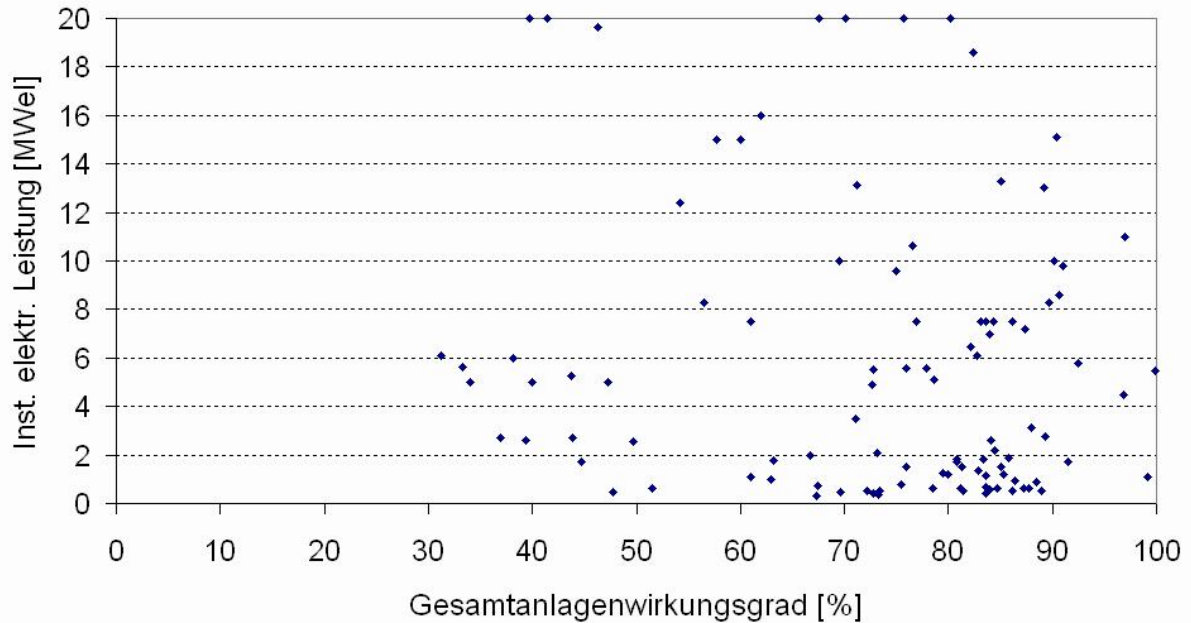


Abb. 2-10: Gesamtanlagenwirkungsgrad in Abhängigkeit der inst. elektr. Leistung

Der Anlagenwirkungsgrad, der sich aus dem thermischen und elektrischen Anlagenwirkungsgrad zusammensetzt, ergibt sich aus Angaben der Anlagenbetreiber zur Feuerungswärmeleistung sowie der elektrischen und thermischen Leistung ihres Biomasse(heiz)kraftwerkes. In der Darstellung werden die unterschiedlichen Anlagenkonzepte deutlich. Neben den reinen Kraftwerken mit ausschließlicher Stromerzeugung (hohe elektrische Leistungen, niedrige Anlagenwirkungsgrade) kommen je nach Standort und Wärmeabnehmerstruktur häufig auch Anlagenkonzepte zur Anwendung, die bei unterschiedlichen elektrischen Leistungen wenig Wärme auskoppeln. Das stellt sich v. a. für den Bereich bis 6 MW_{el} dar. Hier sind Anlagenwirkungsgrade zwischen 30 und knapp 50 % vorhanden. Auffällig ist die Punktwolke im Bereich bis ca. 3 MW_{el} bei Gesamtwirkungsgraden zwischen 75 und 90 %. Hieran wird deutlich, dass der überwiegende Teil dieser Anlagen eine hohe Wärmeauskopplung bei gleichzeitig moderater Leistungsgröße verzeichnen kann.

Wie bereits erwähnt, ist die reine Stromproduktion bei derzeitigen Rohstoffpreisen nicht mehr kostendeckend darstellbar. Je höher die Wärmenutzung, desto positiver die Effekte und Chancen auf einen mindestens kostendeckenden Betrieb des Biomasseheizkraftwerkes. Das resultiert beispielsweise aus dem Verkauf der Wärme bzw. der Substitution eines externen Wärmeeinkaufs oder dem KWK-Bonus des EEG. Die Erhöhung der Anlageneffizienz bzw. des Brennstoffausnutzungsgrades steht immer mehr im Mittelpunkt der Betrachtung. Hierbei spielt ein wärmegeführter Anlagenbetrieb eine große Rolle. Die Stromproduktion richtet sich in diesem Fall nach der Wärmeerzeugung. Dabei sind Stromerzeugungsaggregate variabel ausgelegt und für Teillast geeignet. Die heutige Relevanz dieser Eigenschaften spiegelt sich besonders in dem enormen Zubau der ORC-Technologie wieder.

Aus o. g. Gründen verfolgen Anlagenkonzepte, die sich derzeit in Planung oder in Bau befinden, KWK-Strategien mit der vorrangigen Auskopplung von Nutzwärme bei gleichzeitig daran angepasster Stromerzeugung. Je nach Abnehmerstruktur kommen dafür Dampf- oder ORC-Prozesse in Frage. Vor allem Industriebetriebe mit einem hohen, konstanten bzw. ganzjährigen Bedarf an Prozessdampf/-wärme sind für die Energieversorgung durch Biomasseheizkraftwerke geeignet. Ein gutes Beispiel

bieten Betriebe der Säge- oder Holzwerkstoffindustrie. Zum einen fällt in solchen Betrieben bei Verarbeitungsprozessen Restholz in bedeutenden Größenordnungen (z. B. Rinde, Kapphölzer, Späne) an, die für die betriebseigene Energieerzeugung genutzt werden kann. Zum anderen begünstigt der hohe Wärmebedarf einen dauerhaften Anlagenbetrieb. Neben Wärme in Form von Prozessdampf kann hier in vielen Fällen auch Wärme auf niedrigem Temperaturniveau für die Trocknung von Schnittholz oder Spänen genutzt werden. Durch geeignete Technologien (z. B. Wärmerückgewinnung aus Rauchgaskondensationsanlagen) erhöht sich in diesem Zusammenhang auch der Anlagenwirkungsgrad. Das wirkt sich v. a. in den Wintermonaten positiv aus, da bei niedrigen Außentemperaturen und nassen Brennstoffen die erzielbare Wärmemenge aus dem Rauchgas steigt. Durch geschickte Anlagenauslegung ergibt sich in solchen Fällen die Reduzierung der erforderlichen Kesselleistung bzw. Einsparung von Brennstoffen.

2.3 Biomasseeinsatz

2.3.1 Eingesetzte Stoffströme

Der Brennstoffeinsatz aller derzeit in Betrieb befindlichen Biomasse(heiz)kraftwerke wird für das Jahr 2009 auf rund 7,5 Mio. t_{atro} geschätzt. Die Papier- und Zellstoffindustrie findet bei dieser Betrachtung keine Berücksichtigung. Hier werden neben Rinde u. a. Schwarzlauge, Faserschlämme und andere Reststoffe aus internen Produktionsprozessen energetisch genutzt.

Ermittelt man die Anteile der verschiedenen Holzfraktionen bezogen auf die in Betrieb befindlichen Biomasse(heiz)kraftwerke, so ergeben sich deutliche Unterschiede in den sechs Leistungsbereichen. Abb. 2-11 bis Abb. 2-14 verdeutlichen diesen Sachverhalt (aus Darstellungsgründen weisen die Diagramme unterschiedliche Skalierungen auf).

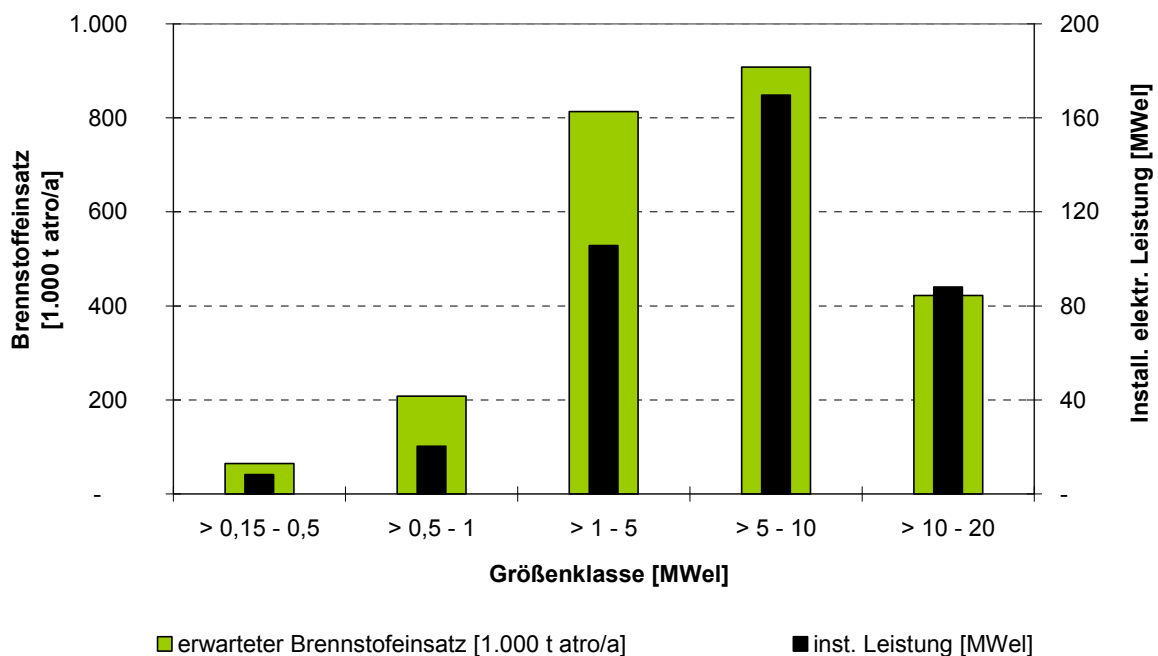


Abb. 2-11: Erwarteter Brennstoffeinsatz von naturbelassenem Holz

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

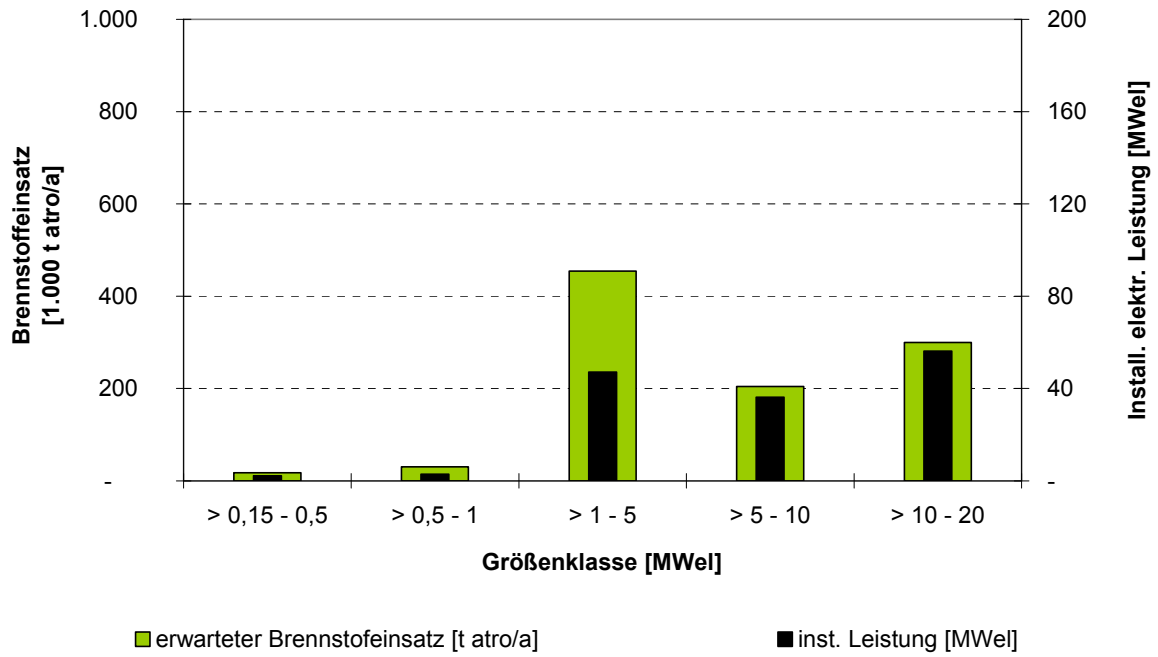


Abb. 2-12: Erwarteter Brennstoffeinsatz von Altholz bis AII

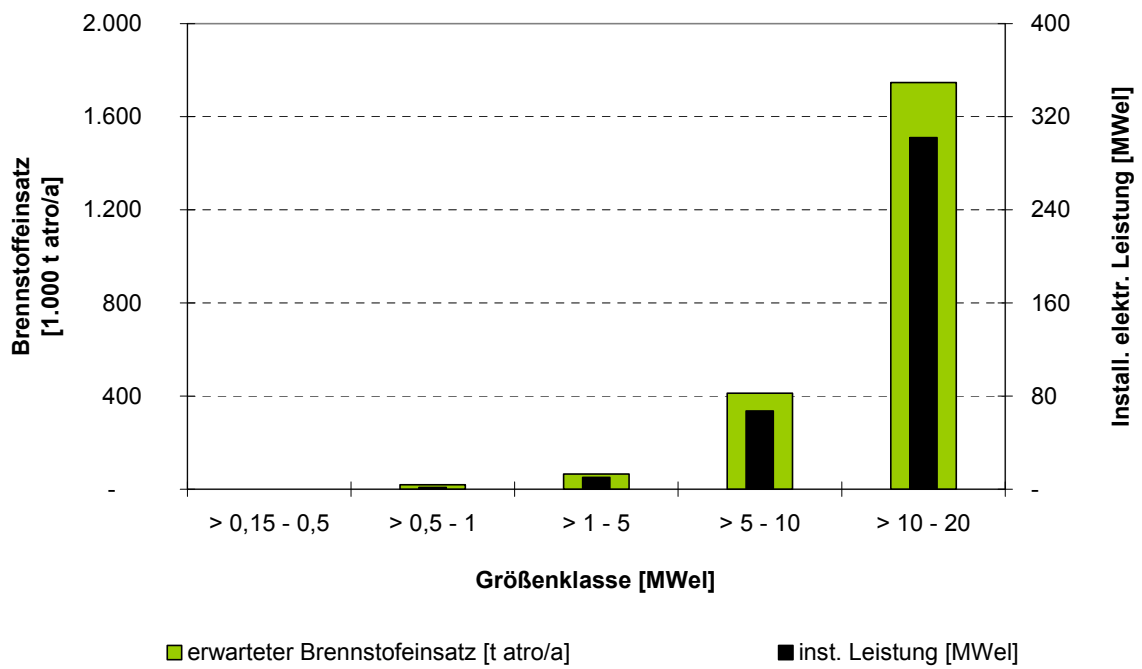


Abb. 2-13: Erwarteter Brennstoffeinsatz von Altholz bis AIV

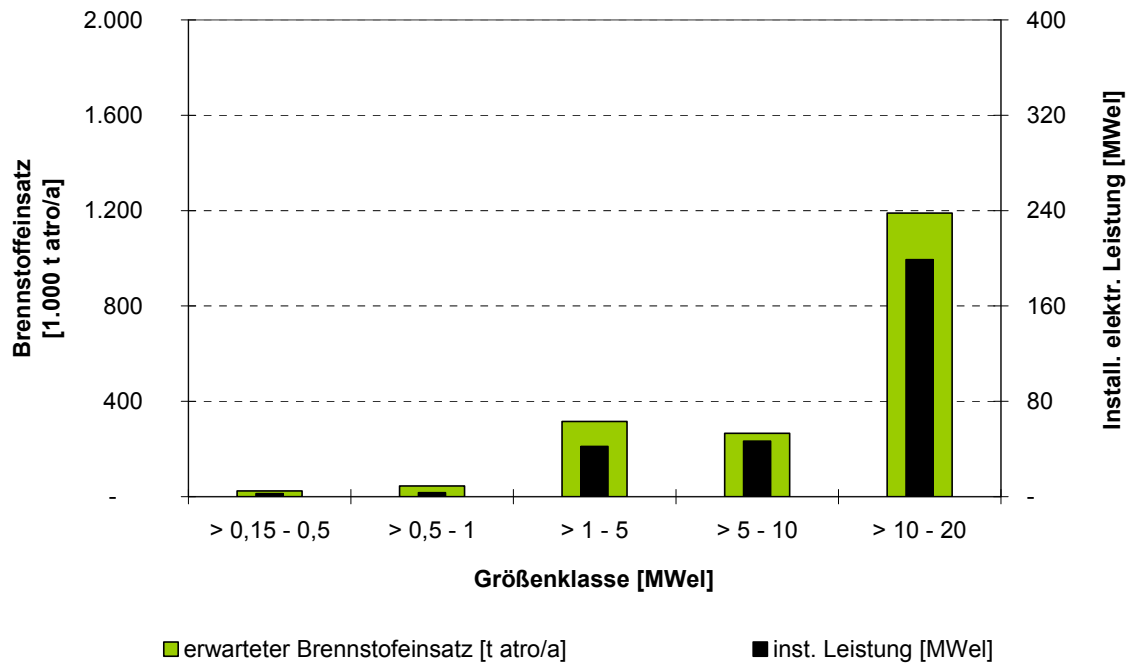


Abb. 2-14: Erwarteter Brennstoffeinsatz von Mischsortimenten

Den mengenmäßig bedeutsamsten Brennstoffeinsatz mit rund 2,4 Mio t_{atro} (rund 32 % der insgesamt eingesetzten Brennstoffe) haben Anlagen, die ausschließlich naturbelassenes Holz einsetzen (392 MW_{el} , rund 32 % der Anlagen). Aufgrund der hohen Anlagenleistungen verzeichnen die Größenklassen ab 1 MW_{el} den höchsten Brennstoffeinsatz in diesem Bereich. Ebenfalls mengenmäßig bedeutsam kommt Altholz in Anlagen zum Einsatz, die nach 17. BImSchV für Althölzer bis A IV genehmigt sind. Die prognostizierte Menge für 2009 beträgt hier zusammen rund 2,2 Mio t_{atro} (30 %). Hier überwiegt ganz klar die Größenklasse ab 10 MW_{el} . Insgesamt kommen in rund 31 % der Anlagen (bezogen auf inst. elektr. Leistung, 380 MW_{el}) ausschließlich Althölzer zum Einsatz. Einen weiteren großen Anteil stellen die Anlagen, die neben naturbelassenem Holz auch unterschiedliche Altholzklassen einsetzen dürfen dar. Hierbei handelt es sich um rund 24 % der inst. elektr. Leistung (293 MW_{el}), die fast 25 % der eingesetzten Brennstoffe nutzen (1,8 Mio. t_{atro}). Wie hoch die tatsächlichen Anteile der naturbelassenen Hölzer bzw. Althölzer in diesen Anlagen sind, kann derzeit nicht hinreichend genau abgeschätzt werden. Die verbleibende 1 Mio. t_{atro} Brennstoff (14 %) wird den Althölzern der Klasse A I + II, die in entsprechenden Anlagen zum Einsatz kommen (12 %, 145 MW_{el}), zugeordnet.

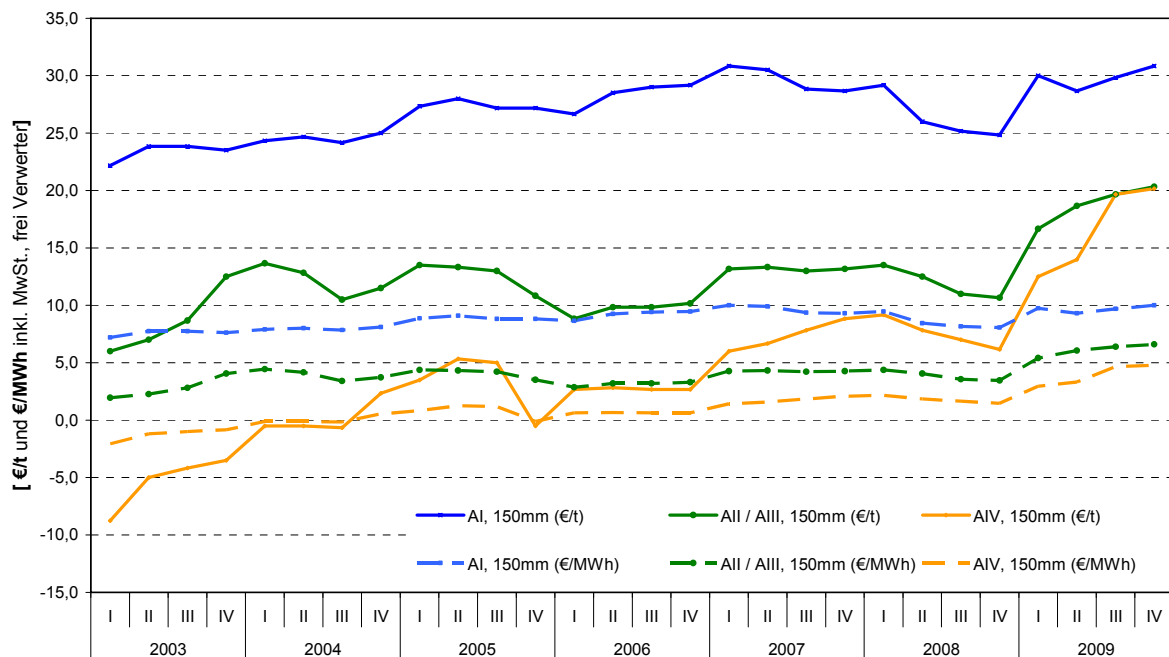
2.3.2 Markt- und Preisentwicklung

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick der Preisentwicklung von Holzsortimenten gegeben, die für die hier betrachteten Biomasse(heiz)kraftwerke relevant sind. Die Daten beruhen zum einen auf vierteljährlich publizierte Angaben der Europäischen Wirtschaftsdienst (EUWID) GmbH, zum anderen auf Marktbeobachtungen von C.A.R.M.E.N. e.V.

Sie können regional betrachtet z. T. deutliche Unterschiede aufweisen. Im Nordosten Deutschlands z. B. liegen die Preise für Althölzer i. d. R. höher als im Rest der Republik. Die Preise für Hackschnitzel aus Waldholz weisen derzeit ein Süd-Nord-Gefälle auf. In Abb. 2-15 ist der gesamtdeutsche Durchschnitt der Altholzsortimente dargestellt. Der Aufwärtstrend ab 2003 ist hier klar erkennbar. Gerade die Sortimente A II und A IV sind im Jahr 2009 nochmals deutlich im Preis angestiegen. Daraus

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

wird die zunehmende Nachfrage v. a. aus dem Sektor der energetischen Nutzung bei einer Stagnation bzw. leicht rückläufiger Tendenz⁹ des Altholzaufkommens im letzten Jahr deutlich. Neben dem Einsatz in Altholz-Kraftwerken werden diese Sortimente bei entsprechender Preisgestaltung in nicht separierter und aufbereiteter Form auch in Müllverbrennungsanlagen verbrannt. Der Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (BVSE) kritisierte deshalb, dass aufgrund derzeitiger Marktentwicklungen (v. a. durch erhöhte energetische Nutzung) die stoffliche Nutzung von Altholz weiter verdrängt wird [28].



Datenbasis: EUWID

Abb. 2-15: Preisentwicklung der Durchschnittspreise von Altholzsortimenten [29]

Bei naturbelassenem Holz (Wald(rest)holz, Landschaftspflegeholz) sieht die Preisentwicklung ähnlich aus (Abb. 2-16). Die Preise für Waldholzsortimente wurden in den letzten Jahren ebenfalls geprägt durch einen stetigen Anstieg. Immer mehr Anlagenbetreiber haben Schwierigkeiten, zu ursprünglich kalkulierten Preisen an Holzhackschnitzel heranzukommen. Aufgrund der aktuellen Marktentwicklung ist davon auszugehen, dass die Preise für Holzhackschnitzel weiterhin anziehen werden.

⁹ Für 2009 liegen noch keine absoluten Zahlen für das Aufkommen vor, allerdings schätzt die Branche, dass das Aufkommen an Altholz in Deutschland nicht mehr signifikant zunehmen wird und sich eher rückläufig verhalten wird.

Anlagen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe

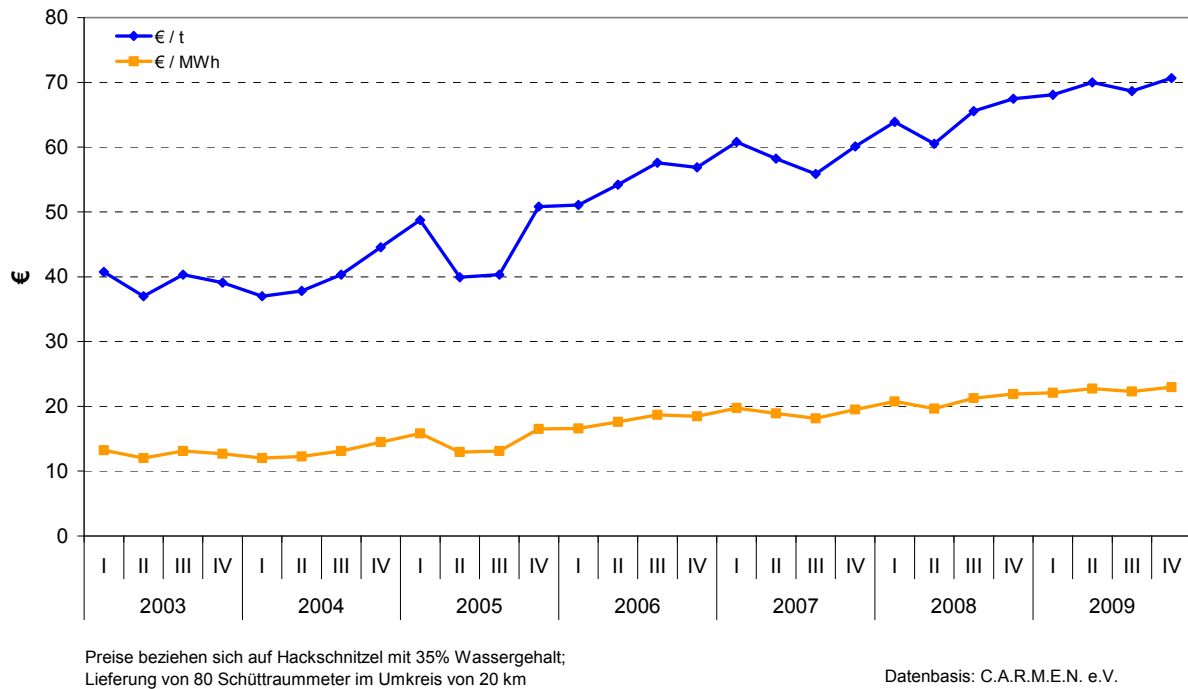


Abb. 2-16: Preisentwicklung der Durchschnittspreise von Hackschnitzel aus Waldholz [30]

Immer mehr Anlagenbetreiber versuchen durch alternative Rohstoffquellen an die erforderlichen Mengen heranzukommen. War der Einsatz von Landschaftspflegeholz in Biomasse(heiz)kraftwerken vor ein paar Jahren noch kein Thema, so werden solche Sortimente heute fast selbstverständlich mit einkalkuliert.

Unter Landschaftspflegehölzern versteht man die gesamte Bandbreite an holzhaltiger Biomasse, die bei Pflegearbeiten im Rahmen landespflegerischer oder naturschutzfachlicher Maßnahmen, bei der Baumpflege sowie im Rahmen von Verkehrssicherungsmaßnahmen anfällt. Neben der Kompostierung ist eine energetische Nutzung möglich. Landschaftspflegeholz fällt hauptsächlich an Straßen- und Feldrändern, Bahnlinien oder Flussufern an. Das größte Potenzial liegt erfahrungsgemäß im öffentlichen/kommunalen Sektor (Straßenmeistereien, Deutsche Bahn, Grünflächenamt, etc.). In der Praxis wird das Potenzial von Landschaftspflegeholz erst minimal genutzt [31]. Das bei der Pflege des Straßenbegleitgrüns anfallende Material findet bisher nur in Einzelfällen Verwendung. Es wird entweder gesammelt und verbrannt oder gehackt und an den Straßenrändern belassen. Pflegemaßnahmen im kommunalen Bereich erfolgen i. d. R. turnusgemäß und werden aufgrund der hohen Kosten immer häufiger zurückgestellt oder gar nicht durchgeführt. Eine energetische Nutzung des anfallenden Materials könnte bei entsprechend niedrigen Bergungskosten wirtschaftlich sein. Problematisch ist die Verbrennung des Landschaftspflegeholzes durch die heterogene Qualität und die anschließend hohe Aschemenge. Die weitere Marktentwicklung des Landschaftspflegeholzes wird bestimmt durch dessen Verfügbarkeit und damit den Preis, den Verwerter bereit sind, für die Beschaffung des Materials zu zahlen.

Der Markt für Holzsortimente aus der Landschaftspflege befindet sich derzeit noch in der Entwicklung. Somit ist noch keine bundesweite Preiserhebung vorhanden. Durch die NawaRo-Bonusvergütung im EEG 2009 für den Einsatz in Stromerzeugungsanlagen wird die energetische Nutzung von Landschaftspflegeholz immer attraktiver. Der Hintergrund dieser Förderung ist, dass

Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger

Landschaftspflegeholz ein hohes, bisher ungenutztes Potential besitzt und hierbei derzeit kaum Konkurrenz zu anderen holzartigen Rohstoffen besteht. Eine Ausnahme bilden hier Kompostieranlagen, die holzartiges Material als Strukturbildner für die Rottehaufen benötigen. Ein weiterer Nebeneffekt der vermehrten Nutzung von Landschaftspflegeholz wäre, dass Gewinne aus dem Verkauf von Landschaftspflegeholz die Landschaftspflegekosten besser kompensieren würden [32]. Jedoch wurde erst im Oktober 2009 durch die EEG-Clearingstelle definiert, welche Materialien unter den Begriff Landschaftspflegematerial fallen. Davor bestand eine große Verunsicherung bei den Anlagenbetreibern, weshalb die Wirkung des Landschaftspflege-Bonus noch nicht im Markt nachvollzogen werden kann. Eventuell bringt das Jahr 2010 hier neue Erkenntnisse.

Landschaftspflegeholz weist in Abhängigkeit von der regionalen Entsorgungsstruktur und Nachfrage derzeit noch hohe Preisspannen auf. Teilweise muss für die Abnahme des Materials bezahlt werden, weil keine sinnvolle Verwertung vor Ort möglich ist [33]. Von den Biomasseheizkraftwerken, die das Material einsetzen, wird ein relativ geringerer Preis gezahlt oder das Material kostenlos entgegengenommen. Verschiedene Literaturangaben gehen in Abhängigkeit von der Qualität von Preisen zwischen 9 – 44 €/t aus. Die Bereitstellungskosten (inkl. Bergungs-, Aufbereitungs-, Transport- und Lagerkosten) liegen allerdings derzeit bei rund 72 – 85 €/t Frischmasse [34].

Im Rahmen einer Betreiberbefragung vermerkten Anlagenbetreiber eine Preisspanne von 52-65 €/t_{atro}. Der Brennstoff wird in diesem Zusammenhang auch eher aus Gründen der Verfügbarkeit als aus rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten eingesetzt. Der Import von Landschaftspflegeholz spielt nur in grenznahen Regionen eine Rolle, i. d. R. kommt das Material aus einem Umkreis von max. 50 km. In Zukunft wird seitens der Anlagenbetreiber mit einem stabilen bzw. steigenden Mengenaufkommen gerechnet, das vermehrt zur Versorgungssicherheit der Biomasse(heiz)kraftwerke beitragen soll. Das Marktvolumen wird nach Betreiberangaben v. a. durch zukünftige Faktoren wie Nachfragezunahme, regionale Verfügbarkeit, günstige Preise, EEG-Bonus, die Knappheit des Waldrestholzes und die Auslegung des Begriffes „Landschaftspflegematerial“ beeinflusst.

3 Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger

3.1 Stand der Nutzung

Die im Folgenden aufgeführten Daten zum Stand der Nutzung von Biogas zur Strombereitstellung in Deutschland beruhen im Wesentlichen auf Auskünften der Landesämter, Genehmigungsbehörden, Experten verschiedener Bundesländer und Anlagenhersteller. Darüber hinaus werden Ergebnisse der jährlich durchgeführten Betreiberbefragung sowie Daten, die aus einer Auswertung der Biogasanlagendatenbank resultieren, herangezogen und bei der Darstellung entsprechend gekennzeichnet.

3.1.1 Entwicklung des Anlagenbestandes

Der Biogasanlagenbestand in Deutschland erfährt seit der Novellierung des EEG im Jahr 2004 eine deutliche Zunahme. Ende 2009 umfasste der Anlagenbestand in Deutschland rund 4 700 Anlagen mit einer installierten elektrischen Anlagenleistung von 1 719 MW_{el} (Abb. 3-1). Damit lag der Zubau von Biogasanlagen im Jahr 2009 in der Größenordnung von 600 Anlagen. Zu beachten ist, dass der Zubau von Neuanlagen in den Bundesländern Niedersachsen und Brandenburg bei diesen Angaben nicht berücksichtigt werden konnte, da zum Redaktionsschluss keine belastbaren Daten vorlagen. Da sich der

Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger

Ausbau in den genannten Flächenländern jedoch ebenso stark entwickelt haben dürfte, ist demnach davon auszugehen, dass etwa weitere 200 bis 250 Biogasanlagen bis Ende 2009 in Betrieb genommen wurden, womit sich die Gesamtzahl der tatsächlich in Betrieb befindlichen Anlagen auf bis zu 4 950 belaufen dürfte¹⁰.

Im Vergleich zu dem eher verhaltenen Zubau von Biogasanlagen im Vorjahr erfolgte im Jahr 2009 ein hoher Zubau von Neuanlagen. Dies ist insbesondere auf die Neufassung des EEG 2009 und die deutlich verbesserten Vergütungssätze für die Stromerzeugung aus Biogas zurückzuführen. Damit ist eine Entwicklung zu beobachten, die der nach der Novellierung des EEG im Jahr 2004 sehr ähnelt. Aufgrund der Vergütungsstruktur des EEG zeichnete sich dabei im Jahr 2009 ein deutlicher Trend zum Zubau kleinerer Biogasanlagen ($< 150 \text{ kW}_{el}$) ab, wengleich der Zubau größerer Anlagen fortgeführt wird. In Tabelle 3-1 ist der prozentuale Zuwachs unterteilt nach Größenklassen im Vergleich zum Anlagenzubau 2008 dargestellt. Es lässt sich herausstellen, dass sich der Zubau von Biogasanlagen im Jahr 2009 eher in den Größenklassenbereich $< 500 \text{ kW}_{el}$ verschoben hat. Zudem hat die Biogasaufbereitung und -einspeisung in das Erdgasnetz im Jahr 2009 deutlich an Bedeutung gewonnen und konnte einen deutlichen Zubau verzeichnen. Für das Jahr 2010 wird angenommen, dass sich dieser positive Trend hinsichtlich des Biogasanlagenbestandes und der Aufbereitungs- und Einspeiseanlagen fortsetzt. Es wird ein Zubau von etwa 300 MW_{el} installierter Biogasanlagenleistung (ohne Biogasaufbereitungs- und Einspeiseanlagen) prognostiziert.

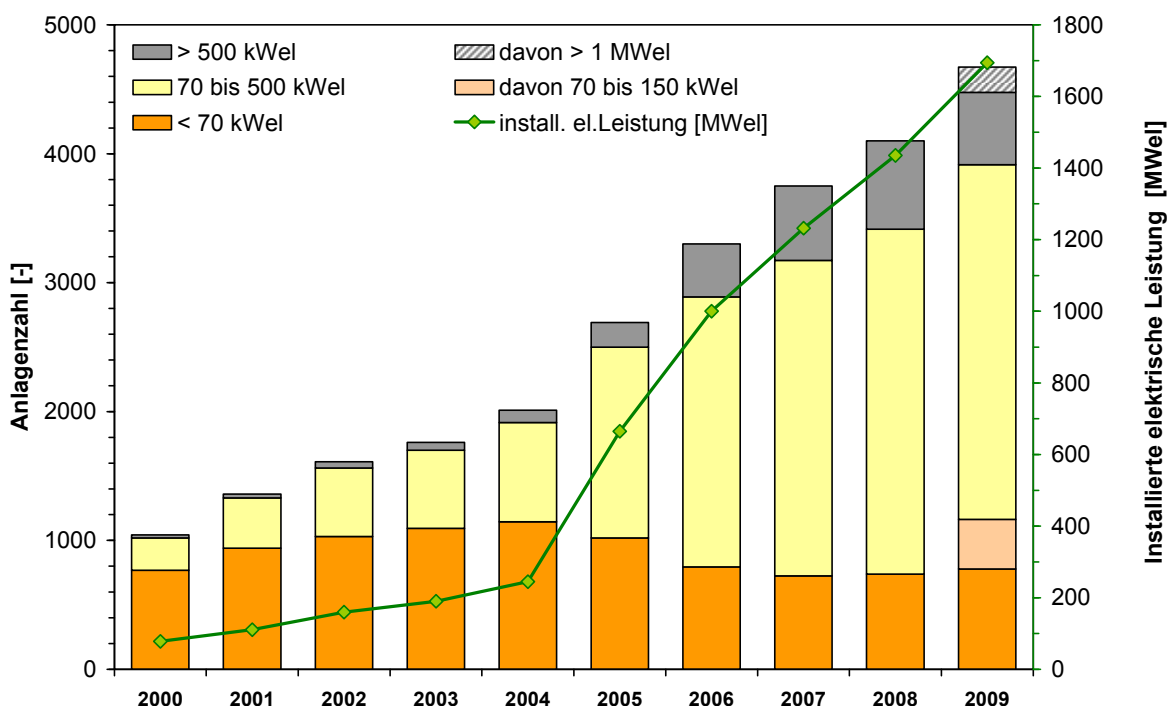


Abb. 3-1: Biogasanlagenentwicklung in Deutschland (Anlagenzahl differenziert nach Leistungsklassen und installierter elektrischer Anlagenleistung in MW_{el}), ohne Abbildung von Biogasaufbereitungsanlagen, Deponie- und Klärgasanlagen

¹⁰ Ergänzung nach Redaktionsschluss: Die Biogasanlagenzahl Ende 2009 liegt insgesamt bei rund 4 960 mit einer installierten Anlagenleistung von rund 1 780 MW_{el} (Zubau Niedersachsen rund 240 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 70 MW_{el} , Zubau Brandenburg etwa 20 Anlagen mit einer Leistung von rund 13 MW_{el}).

Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger

Tabelle 3-1: Prozentualer Zubau von Biogasanlagen bezogen auf die installierte elektrische Anlagenleistung

Installierte elektr. Anlagenleistung [kW_e]	Zubau 2008 [%]	Zubau 2009 [%]
≤ 70	4	9
70 - 500	66	80
> 500	30	11
Zubau gesamt [Anzahl]	350	600

3.1.2 Regionale Verteilung

Eine möglichst vollständige regionale Erfassung des Biogasanlagenbestandes wird mit Unterstützung verschiedener Verbände und Vertretern von Landesministerien und Genehmigungsbehörden angestrebt.

Die Verteilung der im Jahr 2009 in Betrieb befindlichen Biogasanlagen auf Ebene der Bundesländer ist in Tabelle 3-2 dargestellt, differenziert nach Anzahl der Biogasanlagen und installierter elektrischer Anlagenleistung. Die Daten beruhen dabei auf einer Befragung der Landwirtschafts- und Umweltministerien, Landwirtschaftskammern und Landesanstalten für Landwirtschaft der jeweiligen Bundesländer und sind entsprechend detailliert abgebildet.

Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger

Tabelle 3-2: Verteilung der in Betrieb befindlichen Biogasanlagen und der installierten elektrischen Anlagenleistung in Deutschland nach Bundesländern (Befragung der Länderinstitutionen 2010), Deponie- und Klärgasanlagen sind nicht berücksichtigt

Bundesland	Biogasanlagen, in Betrieb [Anzahl]	Inst. elektr. Gesamtleistung MW _{el}	Durchschnittl. inst. elektr. Anlagen- leistung [kW _{el}]
Baden-Württemberg	612	161,8	264
Bayern	1 691	424,1	251
Berlin	0	0	0
Brandenburg*	156	98,0	628
Bremen	0	0	0
Hamburg	1	1	1 000
Hessen	97	34,0	351
Mecklenburg-Vorpommern**	156 (205)	116,9	570
Niedersachsen*	710	367,0	517
Nordrhein-Westfalen	330	125,0	379
Rheinland-Pfalz	100	25,0	250
Saarland	9	3,5	414
Sachsen	167	64,8	388
Sachsen-Anhalt	178	113,1	635
Schleswig-Holstein	275	120,0	436
Thüringen	140	65,0	464
Gesamt	4 671	1 719	368

* Daten Ende 2008

** Angabe von Betriebsstätten (Anlagenparks zu einer Betriebsstätte zusammengefasst) aufgrund veränderter Datenerhebungsmethodik, Daten in Klammern: geschätzte Anzahl an Biogasanlagen

Deutlich wird, dass die Bundesländer Bayern, Niedersachsen und Baden-Württemberg nach wie vor den größten Anteil am Anlagenbestand in Deutschland haben. Die hohe durchschnittliche elektrische Anlagenleistung für Hamburg resultiert aus der dort installierten Bioabfallvergärungsanlage mit einer Leistung von 1 MW_{el}. In den Stadtstaaten Berlin und Bremen sind mit Ausnahme von Kläranlagen¹¹ mit Gasnutzung bislang keine Biogasanlagen erfasst. Insbesondere in Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen ist gegenüber dem Vorjahr der Zubau an Neuanlagen deutlich angestiegen. In Niedersachsen waren zu Beginn 2009 rund 180 Biogasanlagen im Bau oder in der Planung. Daher kann für Niedersachsen von einem Zubau von rund 200 Biogasanlagen im Jahr 2009 ausgegangen werden. In Mecklenburg-Vorpommern gab es Ende 2009 156 Betriebsstätten. Dabei werden Anlagenparks zu einer

¹¹ Klär- und Deponiegasanlagen sind in der hier aufgeführten Statistik nicht erfasst.

Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger

Betriebsstätte zusammengefasst. Unter Einbeziehung entsprechend bekannter Anlagenparks kann die Anzahl der Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern auf etwa 205 Anlagen geschätzt werden.

In Abb. 3-2 ist die auf Bundesebene spezifische installierte Leistung je Hektar landwirtschaftliche Fläche dargestellt. Die Darstellung berücksichtigt alle Biogasanlagen, neben dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen auch den Einsatz von Wirtschaftsdünger, Bioabfall und organischen Reststoffen. Der Stadtstaat Hamburg ist dabei für die Vollständigkeit mit aufgeführt. Deutlich wird, dass in Bayern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein die installierte Biogasanlagenleistung bezogen auf die landwirtschaftliche Fläche am größten ist. In Hessen, Saarland und Rheinland-Pfalz werden die geringsten Werte erreicht ($< 0,05 \text{ kW}_{el}/\text{ha}_{LF}$).

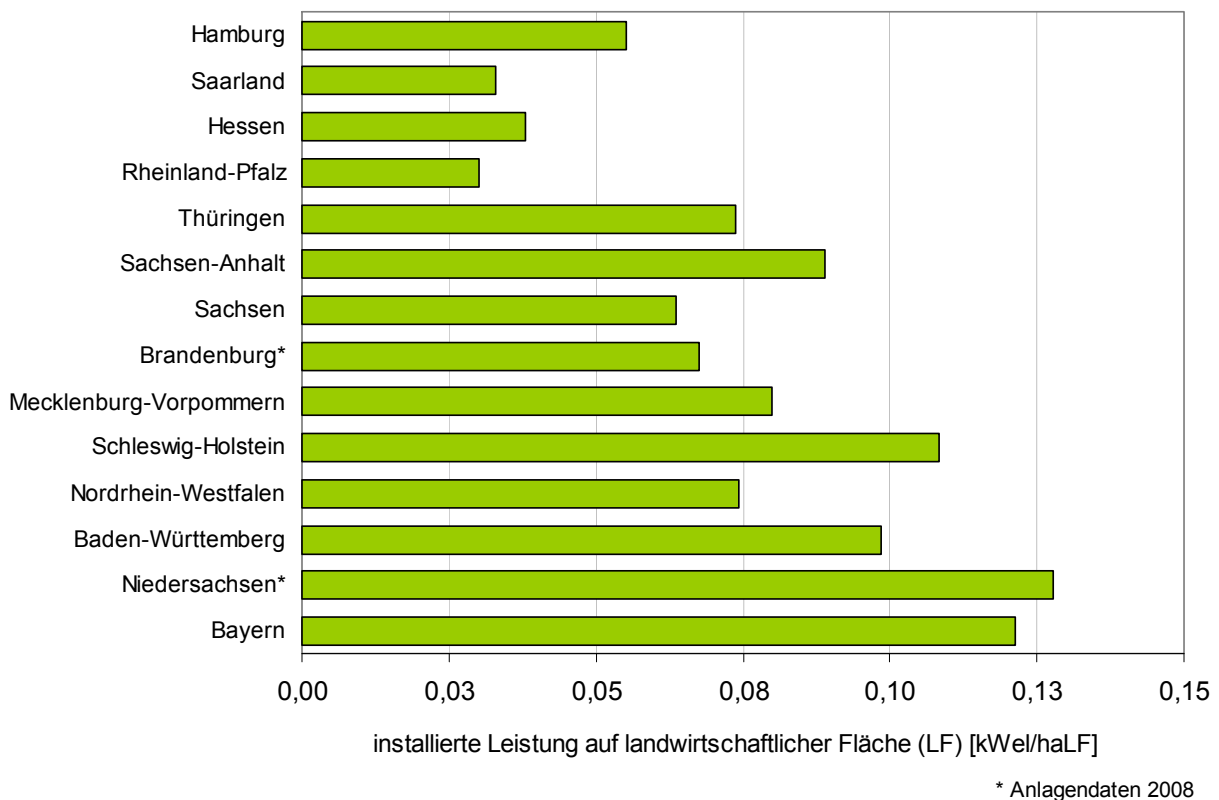


Abb. 3-2: installierte Leistung je ha landwirtschaftlicher Fläche - Bundeslandebene

Die räumliche Verteilung der Biogasanlagen in Deutschland, entsprechend der Datenlage der Biogasdatenbank, ist in Abb. 3-3 dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass etwa 75 %¹² des Biogasanlagenbestandes in Deutschland in der Datenbank erfasst sind.

¹² Dopplungen können aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht vollkommen ausgeschlossen werden.

Anlagen zur Nutzung gasförmiger Bioenergieträger

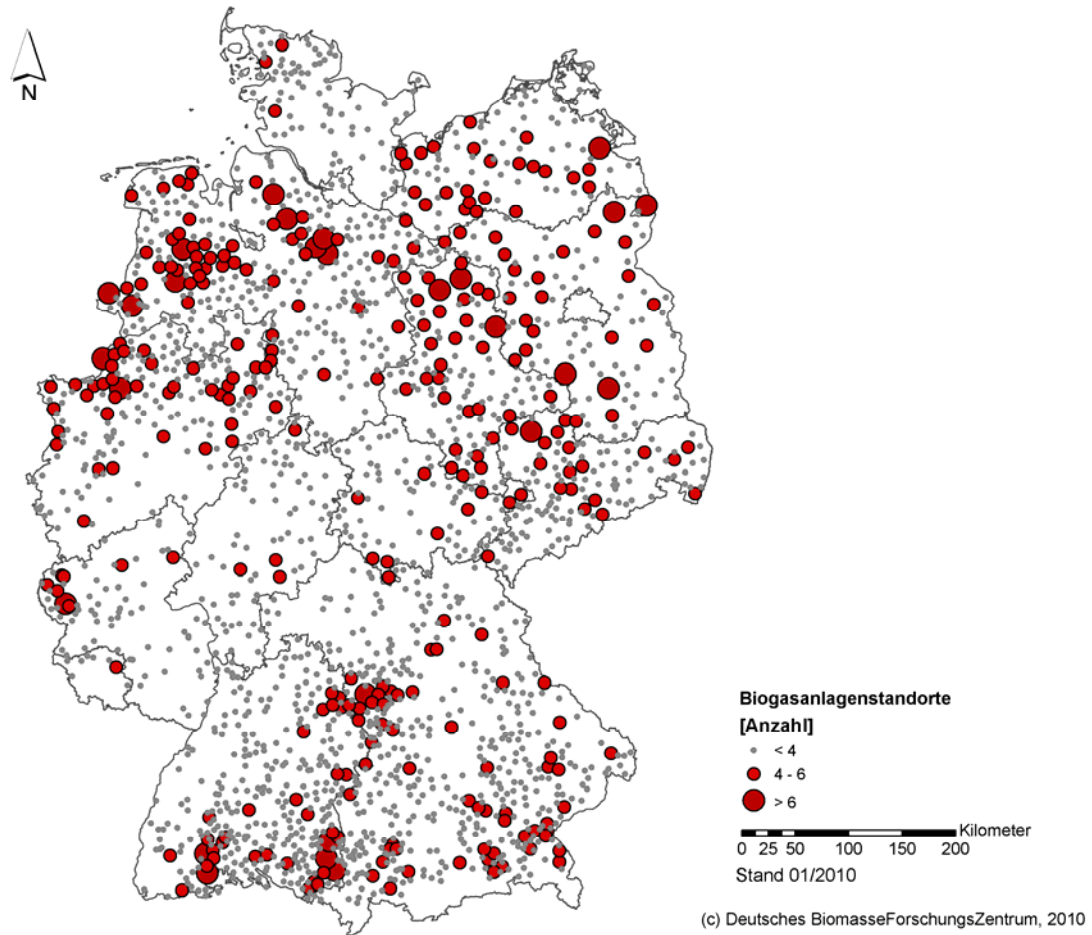


Abb. 3-3: Verteilung der Biogasanlagen (Betrieb, Bau, Planung) in Deutschland (Stand Biogasdatenbank 01/2010)

In Abb. 3-4 ist der Biogasanlagenbestand auf Kreisebene mit der Anlagenzahl, der gesamten installierten elektrischen Anlagenleistung sowie der durchschnittlichen Anlagenleistung dargestellt. Deutlich wird die Konzentration von Biogasanlagenstandorten in Niedersachsen und Süddeutschland. Hinsichtlich der durchschnittlich installierten Anlagenleistung sind nach wie vor im Süden Deutschlands, anders als in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt, eher Anlagen kleiner Leistung ($< 250 \text{ kW}_{el}$) installiert.

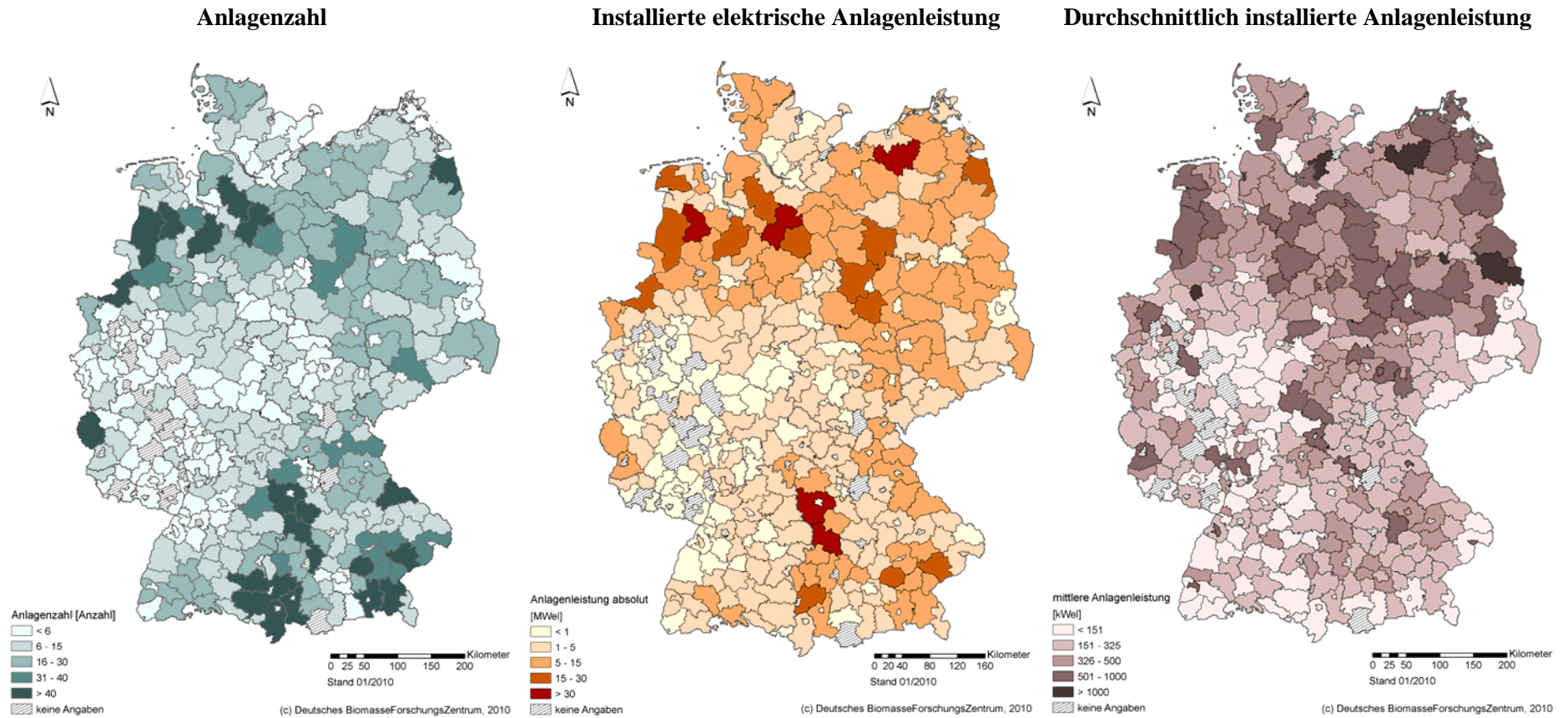


Abb. 3-4: Anlagenzahl, gesamte und durchschnittlich installierte elektrische Anlagenleistung in Deutschland (Stand Biogasdatenbank 01/2010 und Angaben der Länderinstitutionen)

3.1.3 Auswertung der Anlagenbetreiberumfrage

Statistik der Anlagenbetreiberumfrage 2009

In Hinblick auf die Untersuchung und Beschreibung der Entwicklung und des Standes der Biogasnutzung in Deutschland wurde wie in den vergangenen Jahren eine Betreiberbefragung durchgeführt. In diesem Rahmen wurden im Dezember 2009 Fragebögen an rund 950 Betreiber versandt. Darüber hinaus konnten mit Unterstützung des Internationalen Biogas und Biomasse Kompetenzzentrums (IBBK) und der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) eine Großzahl von Biogasanlagenbetreibern befragt werden, womit die Betreiberbefragung in diesem Jahr deutlich ausgebaut werden konnte. Nach Schätzungen deckte die Untersuchung etwa 80 % des Biogasanlagenbestandes ab.

Die Betreiber wurden, analog zu den Betreiberbefragungen der Vorjahre, zu folgenden Aspekten befragt:

- Installierte elektrische Leistung
- Anlagengenehmigung, Bebauung nach § 35 BauGB
- Erzeugte Strommenge, Eigenstrombedarf
- Volllaststunden
- Wärmenutzungsgrad, Art der Wärmenutzung
- Vergütungsstruktur
- Art der Gasnutzung
- Abdeckung von Gärrestlager
- Gärrestaufbereitung
- Substrateinsatz (Art, Menge, Kosten bzw. Erlöse)
- Flächenumfang für den Anbau landwirtschaftlicher Rohstoffe zur Biogasproduktion

Die Fragestellung zur Thematik der Gärrestaufbereitung und -verwertung wurde in dieser Befragung neu aufgenommen. Weiterhin wurde erstmalig abgefragt, ob die jeweilige Anlage privilegiert nach § 35 BauGB gebaut wurde. Durch die Abfrage der Vergütungsstruktur kann erhoben werden, inwiefern die Neuregelungen des EEG 2009 Auswirkungen auf den Anlagenbestand und den Anlagenzubau haben und in Anspruch genommen werden. Wie in den Vorjahren wurden die Betreiber nach dem Substrateinsatz und dem Flächenumfang für den Anbau landwirtschaftlicher Rohstoffe zur Biogasproduktion befragt. Die Auswertung dieser Fragestellung wurde von der TLL durchgeführt – die Ergebnisse sind in Kapitel 5 dargestellt.

Die Befragung der Biogasanlagenbetreiber erfolgte in zwei Teilen. Im ersten Teil wurden rund 950 Betreiber direkt über das DBFZ angeschrieben. Mit dem Ziel der Erfassung der Grundgesamtheit wurde in Kooperation mit dem IBBK und der TLL im zweiten Schritt der Großteil des weiteren Biogasanlagenbestandes erfasst und angeschrieben. Insgesamt umfasste damit die Untersuchung rund 4 000 Betreiber, was etwa 80 % des Biogasanlagenbestandes Ende 2009 entspricht.

Aufgrund dieses zweigeteilten Vorgehens konnte die Anzahl der für die Auswertung zur Verfügung stehenden Rückantworten gegenüber den Vorjahren deutlich gesteigert werden. Während im Vorjahr insgesamt 248 Fragebögen für die Auswertung zur Verfügung standen, können in diesem Jahr

462 Fragebögen in der Auswertung berücksichtigt werden. Damit stehen etwa 10 % des Biogasanlagenbestandes Ende 2009 für eine Auswertung zur Verfügung.

Tabelle 3-3 zeigt die Verteilung der in die Auswertung einbezogenen Rückmeldungen nach Bundesländern. Deutlich wird, dass die Bundesländer mit dem größten Biogasanlagenbestand, Bayern, Niedersachsen und Baden-Württemberg, den größten Anteil an den Rückmeldungen aufweisen und hinsichtlich der realen Verteilung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland (Anteil am Gesamtanlagenbestand in Deutschland) vergleichbar sind. Eine Aufschlüsselung, welcher Anteil des Anlagenbestandes des jeweiligen Bundeslandes für die Auswertung zur Verfügung steht (Anteil des Rücklaufs am Anlagenbestand BL), zeigt, dass im Schnitt zwischen 6 % und 20 % des Anlagenbestandes über die Betreiberbefragung erfasst wurden und ausgewertet werden können. An dieser Stelle gilt daher den Betreibern der Anlagen ein besonderer Dank für ihre freiwilligen Aufwendungen im Rahmen der Untersuchung.

Tabelle 3-3: Betreiberbefragung 2009 und Anteil am Anlagenbestand je Bundesland

Bundesland	Rücklauf		Anlagenbestand (GG)	
	Anzahl	Anteil am Rücklauf [%]	Anteil am Gesamtanlagenbestand Deutschland [%]	Anteil des Rücklaufs am Anlagenbestand BL [%]
Baden-Württemberg	56	12,1	13,1	9,2
Bayern	129	27,9	36,2	7,6
Berlin	0	0	-	-
Brandenburg*	22	4,8	3,3	14,1
Bremen	0	0	-	-
Hamburg	1	0,2	0,02	100
Hessen	21	4,6	2,0	21,6
Mecklenburg-Vorpommern	17	3,6	4,4	8,3
Niedersachsen*	78	16,9	15,2	11,0
Nordrhein-Westfalen	37	8,0	7,1	11,2
Rheinland-Pfalz	15	3,3	2,1	15,0
Saarland	2	0,4	0,2	22,2
Sachsen	39	8,4	3,6	23,4
Sachsen-Anhalt	12	2,6	3,8	6,7
Schleswig-Holstein	13	2,8	5,9	4,7
Thüringen	20	4,3	3,0	14,3
Gesamt	462	100		9,89

GG – Grundgesamtheit, BL - Bundesland; *Daten des Anlagenbestands Ende 2008

In Hinblick auf die Größenklassenverteilung der installierten Leistung der Anlagen, die in die Auswertung der Befragung eingehen, zeigt sich eine Verteilung entsprechend der realen Verteilung des Anlagenbestandes nach Größenklassen. Dargestellt ist diese Verteilung in Tabelle 3-4. Damit ist insgesamt von einer repräsentativen Verteilung der im Folgenden untersuchten Biogasanlagen auszugehen.

Tabelle 3-4: Größenklassenverteilung der Betreiberbefragung und Anteil am Gesamtanlagenbestand

installierte elektr. Anlagenleistung [kW_e]	Anzahl	Anteil am Rücklauf [%]	Anteil am Gesamtanlagenbestand (GG) [%]
≤ 70	56	12,1	16,5
71 -150	51	11,0	8,3
151 – 500	221	47,8	59,0
501 – 1 000	83	18,0	12,0
> 1 000	33	7,1	4,1
keine Angaben	18	3,9	-

GG - Grundgesamtheit

In Abb. 3-5 ist die regionale Verteilung der Biogasanlagen, die in der Auswertung der Betreiberbefragung berücksichtigt werden, dargestellt.

Insgesamt wurden unter den eingegangenen Rückläufen neun Anlagen stillgelegt oder sind vorübergehend außer Betrieb genommen. Somit stehen für die Auswertung der Betreiberbefragung 453 ausgefüllte Fragebögen zur Verfügung, wobei jedoch nicht für alle Abfragekriterien eine vollständige Beantwortung erfolgte. Der Großteil der Anlagen (etwa 80 %), die in der Auswertung berücksichtigt werden, gehört zu den landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Etwa 15 % des Stichprobenumfangs sind Biogasanlagen, die Abfälle und industrielle Reststoffe einsetzen. Für die übrigen Anlagen gibt es diesbezüglich keine Angaben. Insgesamt wurden mit dem Rücklauf der Betreiberbefragung 17 Biogasanlagen erfasst, die im Jahr 2009 in Betrieb gegangen sind und 5 Anlagen, die sich zum Zeitpunkt der Befragung im Bau befanden (voraussichtliche Inbetriebnahme 2010).

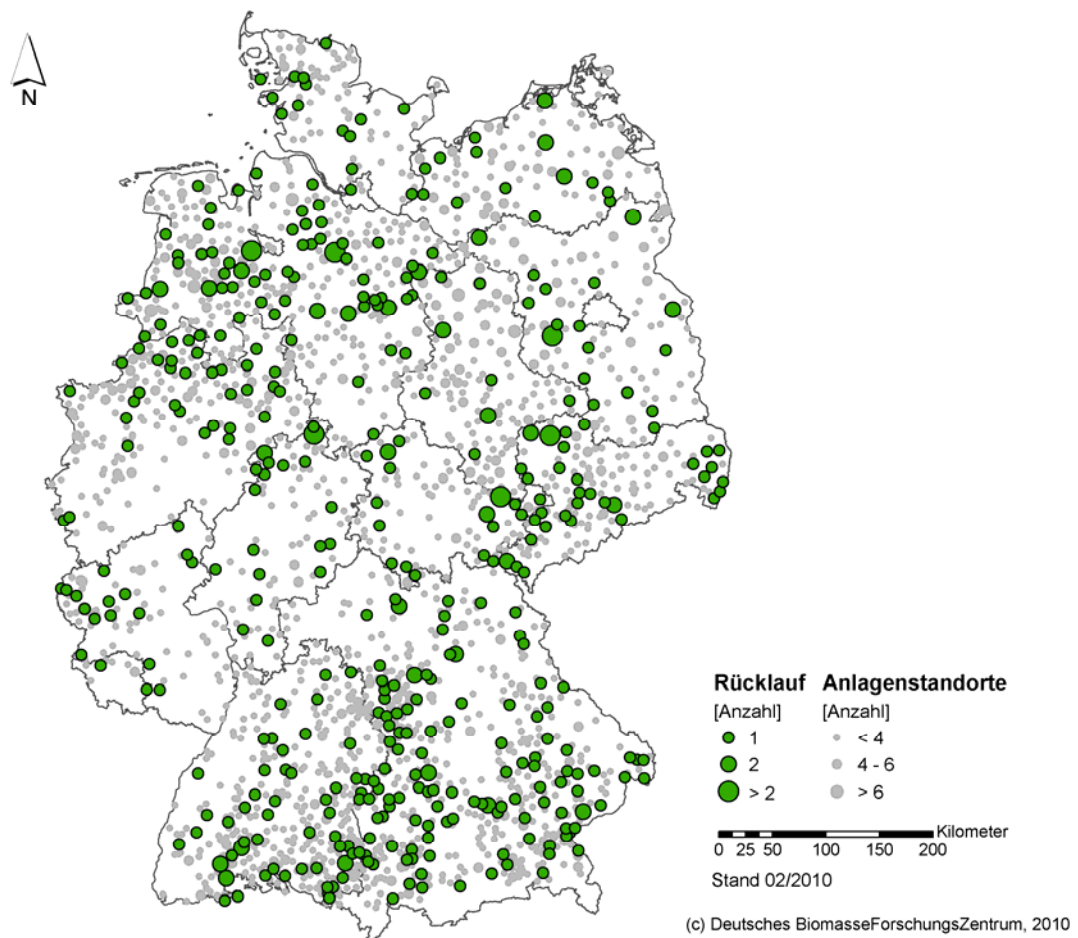


Abb. 3-5: Betreiberbefragung 2009 - Anlagenbestand und Rücklauf

Rechtsform des Betreiberunternehmens

Alle üblichen Rechtsformen sind im Biogasanlagenbereich grundsätzlich möglich. Personen- und Kapitalgesellschaften sowie die Sonderform der Genossenschaft sind dabei vertreten. Biogasanlagen werden überwiegend als Einzelunternehmen (27 %) betrieben. Weiterhin werden Biogasanlagen üblicherweise als Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR), GmbH & Co. KG oder als GmbH betrieben (Abb. 3-6). Die besonders in den neuen Bundesländern üblichen Genossenschaften (e.G.) haben einen Anteil von 7 % am Anlagenbestand der befragten Betreiber. Gegenüber den Vorjahren zeigt sich eine sehr ähnliche Verteilung der Rechtsformen. Die Betreiberform der eingetragenen Genossenschaft, welche im Vorjahr über den erhöhten Rücklauf aus den neuen Bundesländern eine größere Gewichtung aufzeigte, verzeichnet in diesem Jahr einen geringeren Anteil. Weitere Rechtsformen wie Kommanditgesellschaften (KG), offene Handelsgesellschaften (OHG) und eingetragene Vereine (e.V.), zusammengefasst unter sonstige, sind eher selten.

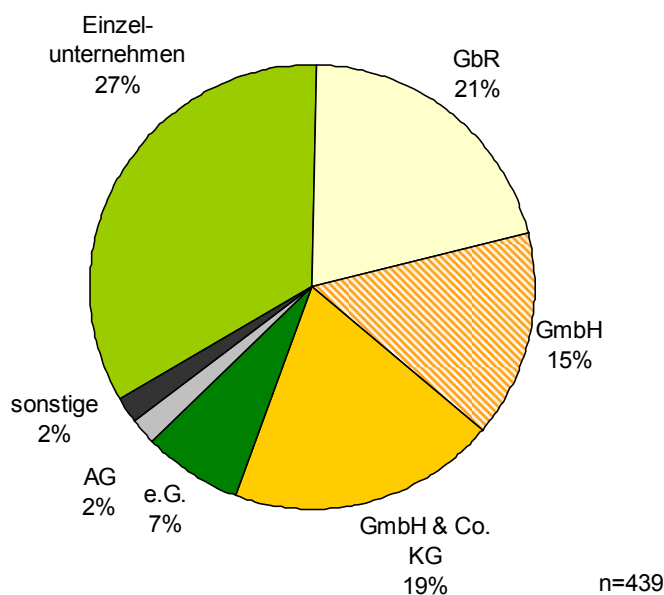


Abb. 3-6: Rechtsform der Betreiberunternehmen für Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)

Anlagengenehmigung

In Abhängigkeit von Menge, Art und Herkunft der eingesetzten Substrate in der Biogasanlage kommen verschiedene Genehmigungsverfahren zur Anwendung. Dabei können kleine Anlagen generell nach Baurecht genehmigt werden, größere Anlagen bedürfen einer Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG).

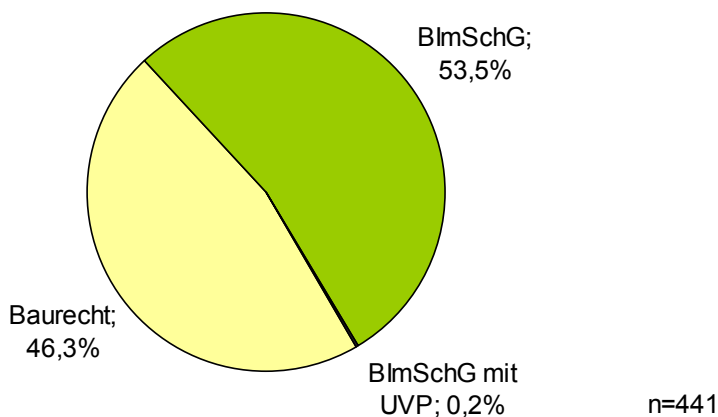


Abb. 3-7: Verteilung der Art der Anlagengenehmigung für Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)

Eine Darstellung der Art der Genehmigung der Biogasanlagen in Deutschland hat bereits in den Vorjahren gezeigt, dass die Mehrheit der Biogasanlagen eine Genehmigung nach BImSchG erhalten hat. Diese Anlagen überschreiten aufgrund ihrer Feuerungswärmeleistung, des Substratdurchsatzes und/oder der Güllelagerkapazität festgelegte Grenzwerte und werden demnach nach BImSchG genehmigt. Im Ergebnis der Betreiberbefragung 2009 hat sich gezeigt, dass etwa 54 % der Biogasanlagen nach BImSchG und etwa 46 % nach Baurecht genehmigt wurden (Abb. 3-7). Bei einem sehr geringen Anteil der Anlagen ist zusätzlich zur Genehmigung nach BImSchG auch eine Zulassung nach dem

Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz notwendig. Das trifft auf Einzelfälle zu, abhängig von der Gesamtfeuerungsleistung der BHKW, dem Einsatz von Abfällen oder von sonstigen Besonderheiten.

Im Vergleich zu den Befragungen der Vorjahre haben sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Verteilung der Anlagengenehmigungen ergeben.

Neben der Art des Genehmigungsverfahrens der Biogasanlagen können die Anlagen zudem nach § 35 BauGB privilegiert gebaut werden. Dabei ist geregelt, dass Bauvorhaben im Außenbereich zulässig sind, wenn eine energetische Nutzung von Biomasse einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb oder dem Anschluss an öffentliche Versorgungseinrichtungen dient oder weitere Kriterien hinsichtlich Anlagenanzahl je Betrieb und installierter elektrischer Leistung erfüllt sind. Nach Angaben der Anlagenbetreiber in der Befragung ist die Mehrheit der Biogasanlagen (65 %) privilegiert gebaut worden. 35 % der Anlagenbetreiber gaben an, dass es sich bei der betriebenen Biogasanlage nicht um eine nach § 35 BauGB privilegierte Anlage handelt.

Vergütungsstruktur

Die Vergütungsstrukturen der befragten Biogasanlagen sind in Abb. 3-8 mit ihrer relativen Verteilung dargestellt. Berücksichtigt wurden dabei alle Rückmeldungen der Betreiber, die Angaben zur Einstufung der Vergütung vorgenommen haben (n=444). Deutlich wird, dass mit der Einführung der neuen Boni für den Einsatz von Gülle und Landschaftspflegematerial und mit der Vergütungserhöhung für Emissionsminderung eine Vielzahl an Kombinationen der Vergütungsstruktur der Biogasanlagen auftritt. Die Vergütungsstruktur ist dahingehend komplexer geworden. In Abb. 3-8 wird deutlich, dass rund 35 % der Biogasanlagenbetreiber neben der Grundvergütung sowohl den NawaRo- als auch den KWK- und Güllebonus erhalten. Etwa weitere 15 % der Anlagenbetreiber erhalten neben der Grundvergütung den NawaRo- und Güllebonus. Damit zeigen etwa 50 % der Biogasanlagen eine dieser beiden Vergütungsstrukturen auf. Lediglich 6 % der Biogasanlagen erhalten nur die Grundvergütung und keine weiteren Boni. Die in Abb. 3-8 direkt benannten Vergütungsstrukturen erfassen insgesamt rund 90 % der befragten Biogasanlagen. Von den neu in Betrieb gegangenen Biogasanlagen erhalten die Mehrheit der Anlagen (rund 60 %) neben der Grundvergütung den NawaRo-, KWK- und Güllebonus sowie in einigen Fällen zusätzlich eine Vergütungserhöhung für Emissionsminderung. Mit einer Ausnahme geben alle Anlagenbetreiber neuer Biogasanlagen (Inbetriebnahme 2009/2010) an, den NawaRo-Bonus zu erhalten bzw. zu beantragen. Etwa 84 % der neu in Betrieb gegangenen Biogasanlagen haben zudem einen Anspruch auf den Gülle-Bonus; den KWK-Bonus erhalten etwa 73 % der neuen Biogasanlagen, entsprechend der Angaben der Betreiber. Inwieweit mit der Einführung des Gülle-Bonus der Einsatz von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen zusätzlich mobilisiert werden konnte, ist derzeit noch nicht erfasst.

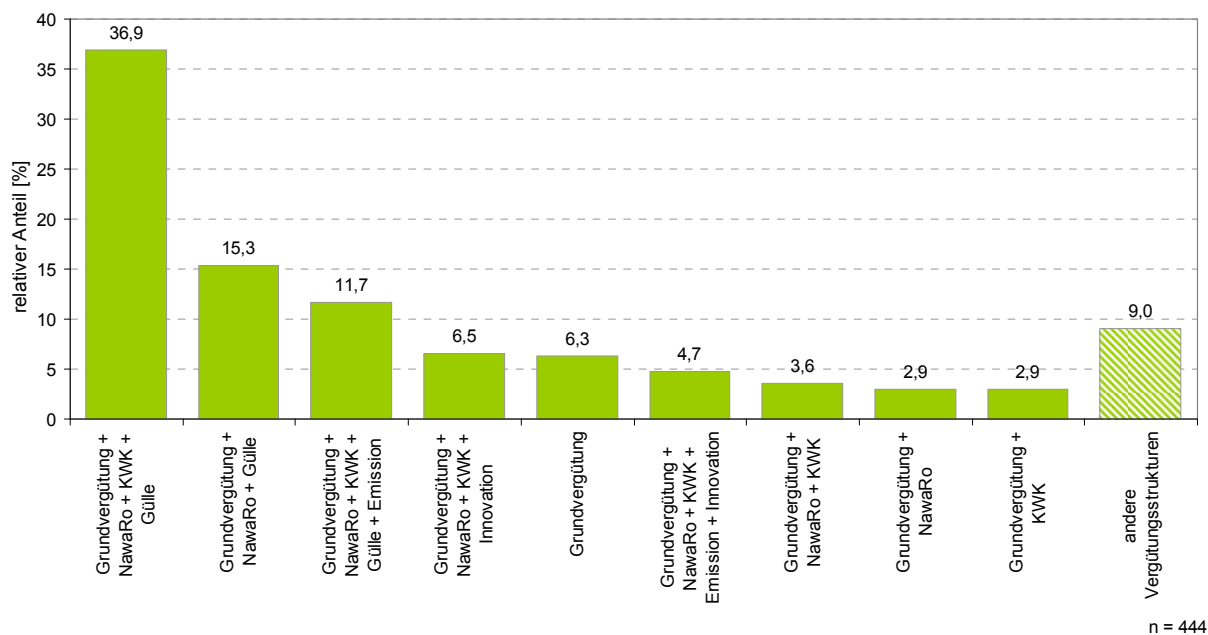


Abb. 3-8: relative Häufigkeit der Vergütungsstruktur der Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)

Im Rahmen der Vergütungsstrukturen soll neben der Grundvergütung die Inanspruchnahme der Boni noch einmal herausgestellt werden. Diesbezüglich werden die einzelnen Boni hinsichtlich der Häufigkeit der Inanspruchnahme untersucht. Tabelle 3-5 bildet die Anzahl der Rückmeldungen und den relativen Anteil der Inanspruchnahme der Boni sowie Vergütungserhöhung für die Betreiberbefragung 2009 ab. Wie bereits anhand der Vergütungsstrukturen zu erkennen ist, erhält die Mehrzahl der Biogasanlagen den NawaRo- Bonus. Etwa 70 % der Befragten gaben an, den KWK-Bonus bzw. den Güllebonus zu erhalten. Die Vergütungserhöhung für Emissionsminderung und den Technologiebonus erhalten dagegen nicht einmal ein Viertel der Biogasanlagen. Von den Befragten gab ein Anlagenbetreiber an, den Landschaftspflegebonus zu erhalten, zwei weitere Betreiber haben den Landschaftspflegebonus beantragt. Damit zeichnet sich insbesondere die Wirkung des neuen Güllebonus deutlich ab, da dieser von einer Vielzahl der Biogasanlagenbetreiber in Anspruch genommen wird und entsprechende Biogasanlagenkonzepte unterstützt. Der Landschaftspflegebonus wird dagegen nur in seltenen Fällen in Anspruch genommen. Das ist vor allem auf Schwierigkeiten der Substratbereitstellung und der zum Teil mangelhaften Wirtschaftlichkeit derartiger Konzepte zurückzuführen.

Tabelle 3-5: Inanspruchnahme von Boni sowie der Vergütungserhöhung für Emissionsminderung neben der Grundvergütung für Biogasanlagen, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

	NawaRo	KWK	Gülle	Technologie	Landschafts- pflege	Vergütungs- erhöhung für Emissions- minderung	keine Boni
Anzahl der Rückmeldungen	391	323	305	68	3	103	28
%-Anteil an Rückmeldungen (n=444)	88,1	72,8	68,7	15,3	0,7	23,2	6,3

3.2 Stand der Technik

Biogas bietet aus technischer Sicht den Vorteil, dass es mit etablierten und verlässlichen Technologien zur Bereitstellung von Strom, Wärme und/oder Kraftstoff ausgesprochen flexibel eingesetzt werden kann. Im folgenden Kapitel sollen einige ausgewählte Parameter entlang der Prozesskette der Biogaserzeugung hinsichtlich der eingesetzten Technologien und deren Entwicklung dargestellt werden.

3.2.1 Strom- und Wärmeerzeugung

Biogas wird überwiegend zur Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) eingesetzt. In Hinblick auf eine möglichst hohe Wärmenutzung bei der Stromerzeugung aus Biogas wurden in den letzten Jahren verstärkt Konzepte umgesetzt, um das Biogas zum Ort der Energienachfrage zu transportieren. Zunehmend werden neben der bisherigen Vor-Ort-Verstromung von Biogas alternative Biogasnutzungsoptionen relevant und umgesetzt. Dabei gewinnt bspw. die Aufbereitung des Biogases zu Biomethan mit anschließender Gaseinspeisung in das Erdgasnetz oder die Verwendung von Mikrogasnetzen bzw. Biogasleitungen zur zentralen Verstromung des Biogases immer mehr an Bedeutung.

Stromerzeugung

Die potenzielle Stromerzeugung aus Biogas, geschätzt auf Basis der bis Jahresende installierten elektrischen Anlagenleistung, beträgt im Jahr 2009 etwa 13,2 TWh_{el}¹³. Unter Berücksichtigung des über das Jahr verteilten Zubaus von Neuanlagen im Jahr 2009 ist die reale Stromerzeugung aus Biogas geringer abzuschätzen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die reale Stromerzeugung im Jahr 2009 rund 11,7 TWh_{el}¹⁴ betrug und somit gegenüber dem Vorjahr um 2,4 TWh_{el} angestiegen ist.

¹³ Abschätzung der potenziellen Stromerzeugung auf Basis mittlerer Volllaststunden von 7 650 h, wobei der Zeitpunkt der Inbetriebnahme von Neuanlagen nicht berücksichtigt ist.

¹⁴ Abschätzung der realen Stromerzeugung anhand folgender Annahmen: Volllaststunden des Anlagenbestandes Ende 2008 7 500 h, Neuanlagen mit Inbetriebnahme im ersten Halbjahr 2009 mit 5 000 Volllaststunden und Neuanlagen mit Inbetriebnahme in der zweiten Jahreshälfte 2009 mit 1 600 Volllaststunden.

Die Anwendung von Verbrennungsmotoren ist als Stand der Technik anzusehen. Als Verbrennungsmotoren werden meist Gas-Otto-Motoren oder Zündstrahlaggregate eingesetzt. Diese erreichen elektrische Wirkungsgrade bis über 40 %. In der Praxis werden beide Motorenarten in unterschiedlichen Leistungsklassen oftmals kombiniert. Durch eine gleichmäßigere Gasproduktion und daraus resultierende höhere Auslastung des BHKW erreicht ein Großteil der Biogasanlagen mehr als 8 000 Betriebsstunden im Jahr [1], [4].

Im Ergebnis der Betreiberbefragung erreichen die Biogasanlagen nach Angaben der Betreiber eine mittlere Volllaststundenzahl von rund 7 800 Stunden pro Jahr. Insgesamt machten 277 Betreiber Angaben zur Volllaststundenzahl. Unsicher bleibt dabei jedoch, in welchem Maße bei den Angaben der Betreiber die Betriebsstunden jedoch nicht die Volllaststunden angegeben hat.

Hinsichtlich des Eigenstrombedarfs der befragten Biogasanlagen zeigt sich, dass der Strombedarf der Anlagen im Mittel bei etwa 7,9 % liegt. Diesbezüglich konnten 297 Rückmeldungen der Anlagenbetreiber berücksichtigt werden. In Abb. 3-9 ist die Verteilung des Anteils des Strombedarfs entsprechend der installierten elektrischen Anlagenleistung dargestellt. Deutlich wird, dass nur sehr wenige Anlagen einen Eigenstrombedarf von über 20 % an der produzierten Strommenge der Anlage benötigen. 68,3 % der Anlagen haben dabei einen Eigenstrombedarf zwischen 2 und 14 % ($\bar{x} \pm \sigma$).

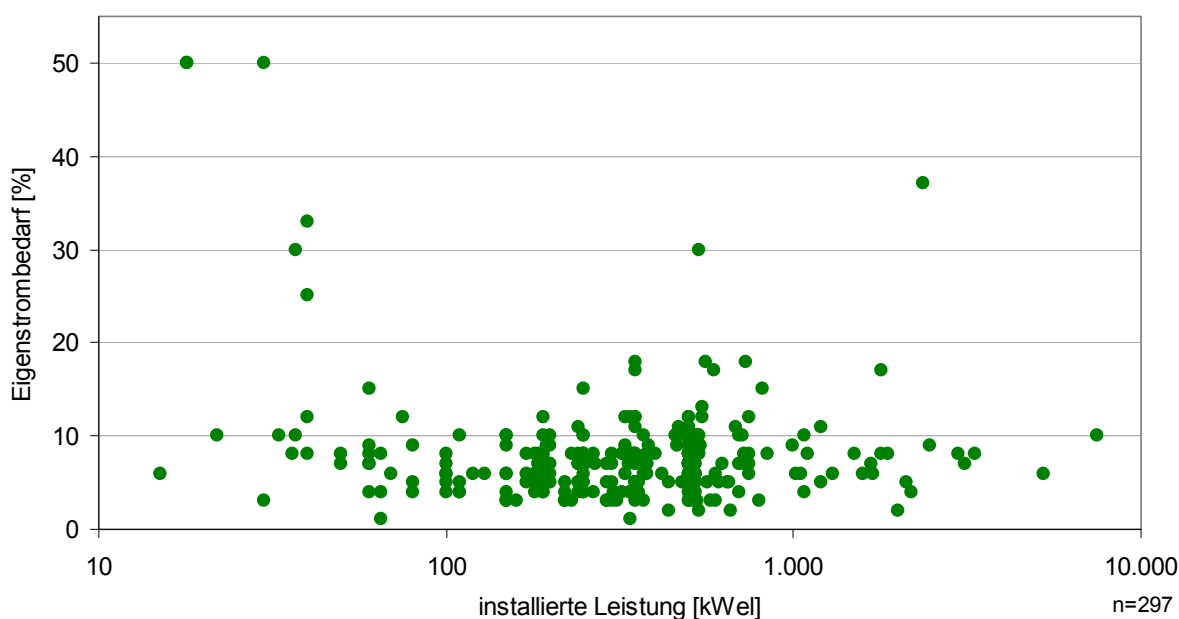


Abb. 3-9: Verteilung des Eigenstrombedarfs in Abhängigkeit der installierten Anlagenleistung (Betreiberbefragung 2009)

Der mittlere Eigenstrombedarf der Anlagen bezogen auf die installierte Leistung ist in Tabelle 3-6 detaillierter aufgeschlüsselt. Deutlich wird, dass insbesondere im kleinen Leistungsbereich ($\leq 50 \text{ kW}_{el}$) Anlagen mit rund 20 % einen vergleichsweise hohen Eigenstrombedarf aufweisen. Ein genereller Zusammenhang zwischen der Anlagengröße und dem Eigenstrombedarf der Anlagen ist dabei aber nicht erkennbar.

Tabelle 3-6: Mittlerer Eigenstrombedarf und Standardabweichung in Abhängigkeit von der installierten elektrischen Anlagenleistung, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

Installierte elektr. Anlagenleistung [kW _{el}]	Mittlerer Strombedarf [%]	Standardabweichung σ	berücksichtigte Rückmeldungen [Anzahl]
≤ 50	20	17,2	16
51 - 150	6,5	2,9	34
151 - 500	6,9	2,7	167
501 – 1 000	8,1	4,8	54
> 1 000	8,5	6,6	25
Gesamt	7,9	6,0	297

Wärmeerzeugung

Mit der Einführung des KWK-Bonus bei der Novellierung des EEG im Jahr 2004 wurde bereits der Anreiz zur Steigerung der Gesamteffizienz geschaffen, was eine deutliche Zunahme der Abwärmenutzung und verstärkte Umsetzungen von Wärmenutzungskonzepten bei der Stromerzeugung aus Biogas bewirkte. Mit der Erhöhung des KWK-Bonus mit der Neufassung des EEG 2009 wird dieser Anreiz zum Ausbau der Wärmenutzung weiter verstärkt. Zudem wurde mit der Neufassung des EEG eine Positivliste zur Wärmenutzung im Gesetz verankert. Die dort aufgeführten Wärmenutzungskonzepte ermöglichen einen Anspruch auf den erhöhten KWK-Bonus. Auf diese Weise sollen Wärmenutzungskonzepte, bei denen keine Substitution fossiler Energieträger gegeben oder unklar ist, keinen KWK-Bonus in Anspruch nehmen können. In einem Workshop mit Vertretern aus Forschung und Praxis wurden Wirkungen sowie Umsetzungsmöglichkeiten und -probleme in der Praxis zum KWK-Bonus diskutiert.

Unter Berücksichtigung der geschätzten realen Stromerzeugung aus Biogasanlagen (2009: 11,7 TWh_{el}), zu Grunde gelegter durchschnittlicher BHKW-Wirkungsgrade (el: 38 %, th: 45 %) und eines durchschnittlichen Wärmenutzungsgrades von 50 % wird die genutzte Wärmemenge aus Biogasanlagen für 2009 auf 4,8 bis 5,5 TWh_{th}¹⁵ abgeschätzt.

In Hinblick auf die Angaben der Anlagenbetreiber zur externen Wärmenutzung zeigt sich, dass im Mittel etwa 50 % der verfügbaren Wärmemenge des BHKW (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs) extern genutzt werden. Mit einer Standardabweichung (σ) von etwa 32 % setzen nach eigenen Angaben 68,3 % der Anlagenbetreiber zwischen 18 und 82 % der verfügbaren Wärmemenge nach Abzug des Eigenwärmebedarfs für eine externe Wärmenutzung ein. Dabei konnten insgesamt 151 Rückmeldungen von Biogasanlagenbetreibern berücksichtigt werden. 133 Anlagenbetreiber gaben an, einen Teil der verfügbaren Wärme extern zu nutzen. Die Spannweite des Anteils der extern genutzten Wärmemenge liegt zwischen 6 und 100 %. 18 Anlagenbetreiber haben angegeben, die verfügbare Wärmemenge für

¹⁵ Zu Grunde gelegte verfügbare Wärmemenge der BHKW: 13,9 TWh_{th}; von der verfügbaren Wärmemenge ausgehend wird abgeschätzt, dass rund 70 bis 80 %, je nach Eigenwärmebedarf der Anlage, für externe Wärmenutzungen zur Verfügung stehen. Als durchschnittlicher Wärmenutzungsgrad werden rund 50 % angenommen (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs von der verfügbaren Abwärme)

keine weitere Nutzung einzusetzen. In Abb. 3-10 ist die Häufigkeit der Nennungen hinsichtlich des externen Wärmenutzungsgrades dargestellt. Deutlich wird, dass nach Angaben der Betreiber zahlreiche Biogasanlagen mehr als 50 % der verfügbaren Wärmemenge extern nutzen. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass ausgehend von einer Fragebogenerhebung grundsätzlich vorstellbar ist, dass Anlagenbetreiber, die ihre Anlage als vorbildliche Anlage hinsichtlich der Wärmenutzung betrachten, wahrscheinlich eher ihre Daten herausgeben als Anlagenbetreiber, die um ihre nicht ausgeschöpften Optimierungsmöglichkeiten wissen.

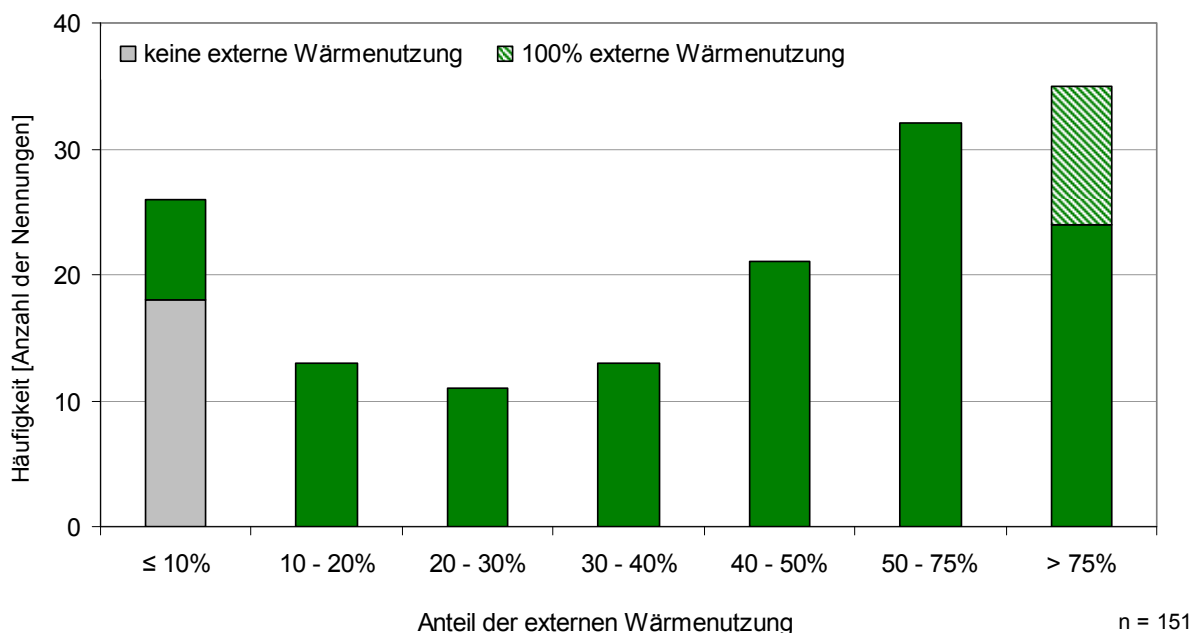


Abb. 3-10: Anteil der externen Wärmenutzung, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

11 Anlagenbetreiber gaben an, dass der Anteil der externen Wärmenutzung bei 100 % liegt. Dennoch überwiegt die Anzahl der Biogasanlagen, die weniger als die Hälfte der verfügbaren Wärme extern nutzen bzw. keine Wärmenutzung außerhalb der Biogasanlage aufweisen (Abb. 3-10). Unter Ausklammerung der Anlagen, die keine Wärmenutzung aufweisen, verzeichnen etwa die Hälfte der Anlagen eine Wärmenutzung über 50 % und die andere Hälfte der Anlagen eine Wärmenutzung unter 50 %. Damit wird deutlich, dass verglichen mit den Vorjahren der Grad der Wärmenutzung bei Biogasanlagen zunimmt, jedoch weiterhin deutliche Ausbaumöglichkeiten und in vielen Fällen unzureichende Wärmenutzungen bestehen. Eine Aufschlüsselung des Wärmenutzungsgrades hinsichtlich des Inbetriebnahmejahres der Biogasanlagen ist in Tabelle 3-7 dargestellt. Deutlich wird, dass die Anzahl der Anlagen ohne externe Wärmenutzung in den letzten Jahren stark abgenommen hat, der Grad der Wärmenutzung ist dabei angestiegen.

Tabelle 3-7: Wärmenutzungsgrad in Abhängigkeit von dem Jahr der Inbetriebnahme, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

Inbetriebnahme	mittlerer externer Wärmenutzungsgrad* [%]	Standardabweichung σ^*	Anlagen ohne externe Wärmenutzung [Anzahl]	berücksichtigte Rückmeldungen [Anzahl]
vor 2004	56	26,7	9	51
2004 – 2006	52	28,3	6	54
2007 – 2008	55	27,1	3	23
2009	62	33	0	5
Gesamt	56	28	18	113

* Anlagen, ohne externe Wärmenutzung nicht berücksichtigt

In Bezug auf die Art der externen Wärmenutzung wurden bei der Befragung von 285 Anlagenbetreibern Angaben gemacht. Dabei waren Mehrfachnennungen zur Wärmenutzung möglich. Im Ergebnis hat sich gezeigt, dass nach wie vor in den meisten Fällen Sozialgebäude, Wohnhäuser inkl. Warmwasserbereitung sowie Werkstätten und Büros beheizt werden (Abb. 3-11). Etwa 80 % der Biogasanlagen nutzen die Wärme extern zur Beheizung von Sozialgebäuden. Daneben wird die Wärme vor allem für die Stallbeheizung (z. B. Schweineställe, Mastanlagen) oder für Trocknungsprozesse (Trocknung von Getreide oder Holzhackschnitzeln) genutzt. Rund 16 % der Biogasanlagenbetreiber gaben an, die verfügbare Wärmemenge für die Beheizung von Schulen, Turnhallen oder öffentlichen Verwaltungsgebäuden zu nutzen. Vereinzelt umfasst das Wärmenutzungskonzept auch die Beheizung von Hotels, Altenheimen, Kasernen oder Schwimmbädern.

Die Umsetzung von Nahwärmekonzepten erfolgt nur bei einer geringen Anzahl von Biogasanlagen. Nach Angaben von Anlagenbetreibern werden derartige Konzepte zunehmend angestrebt und bieten vor allem im ländlichen Raum und im Bestand hohe Potenziale. Bei der Umsetzung spielen jedoch zahlreiche Faktoren eine Rolle (Akzeptanz, Planung, Genehmigung, Kooperationsbereitschaft bei Kommunen, Begrenzung der Wärmeverluste). Drei Anlagenbetreiber gaben an, die Wärme für die Fischzucht einzusetzen. Mit der Neufassung des EEG 2009 wird der KWK-Bonus zusätzlich für die Trocknung von Gärresten gewährt. In der Praxis werden diese Trocknungsverfahren von den Anlagenbetreibern verstärkt nachgefragt.

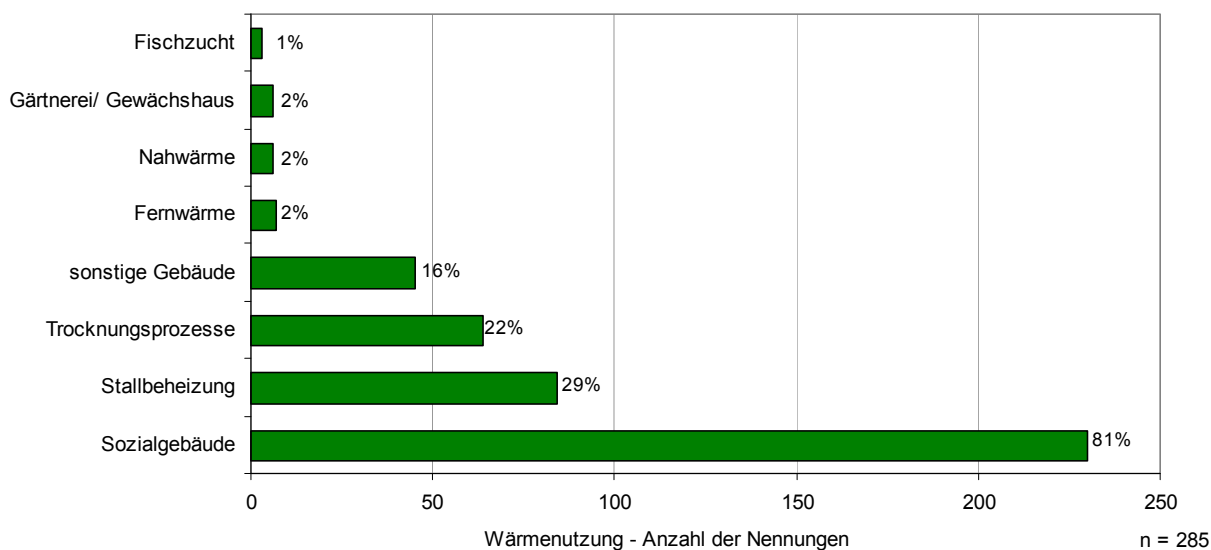


Abb. 3-11: Häufigkeit der Wärmenutzung, absolut und relativ (Betreiberbefragung 2009)

3.2.2 Technologien und Verfahren

In Hinblick auf die Prozessführung von Biogasanlagen ist die Nassfermentation die Technologie, welche am meisten in Biogasanlagen eingesetzt wird. Der Anteil von sogenannten Trockenfermentationsanlagen¹⁶ am Anlagenbestand ist demgegenüber gering und liegt zwischen 8 und 14 % [1], [4]. Mit der Neufassung des EEG 2009 haben Neuanlagen mit Trockenfermentation keinen Anspruch mehr auf den Technologie-Bonus.

In Abb. 3-12 ist die Auswertung der Betreiberrückmeldungen hinsichtlich der Verfahrensart dargestellt. Mehr als 80 % der befragten Biogasanlagen werden demnach mit dem Verfahren der Nassfermentation betrieben. Etwa 14 % der Anlagenbetreiber gaben an, dass die Biogasanlage als Trockenfermentationsanlage betrieben wird. Eine entsprechend detaillierte verfahrenstechnische Zuordnung ist dabei nicht möglich. Von den klassisch diskontinuierlich betriebenen Trockenfermentationsanlagen mit sogenannten Garagenverfahren (Boxenfermenter) im landwirtschaftlichen Sektor dürften in Deutschland Ende 2009 etwa 50 Anlagen existieren. Im Rahmen der Betreiberbefragung wird von den neu in Betrieb gegangenen Biogasanlagen lediglich eine Anlage als Trockenfermentation betrieben.

Mit dem schnellen Wachstum des Biogasanlagenbestandes in Deutschland gibt es vielfältige verfahrenstechnische Weiterentwicklungen hinsichtlich der angebotenen und verfügbaren Technologien zur Biogasgewinnung. Ein umfassender Überblick über die am Markt verfügbaren verfahrenstechnischen Konzepte von Biogasanlagen und die eingesetzte und verfügbare Technik wird in der Studie „Stand der Technik beim Bau und Betrieb von Biogasanlagen“ [5] gegeben.

¹⁶ Nach der für den Erhalt des Innovationsbonus des EEG 2004 gültigen Definition: diskontinuierlich betrieben: u. a. Boxen und Garagenfermenter/ Batchverfahren, kontinuierlich betrieben: Pfpfenstromverfahren

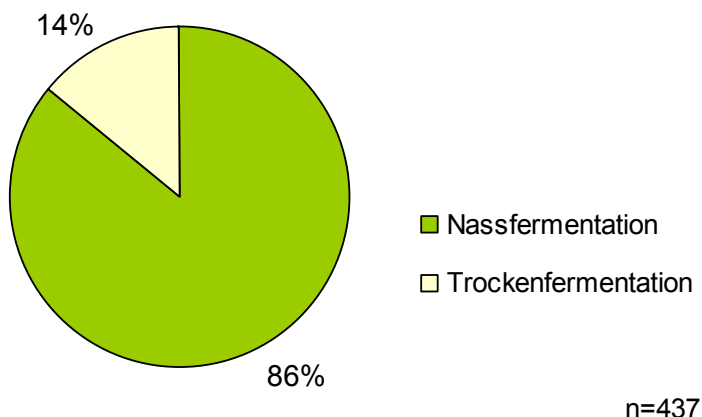


Abb. 3-12: Verfahrensart der Biogasanlagen, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009 (nach der Definition „Trockenfermentation“ des EEG 2004)

Gasverwertung

Die Verwertung des Biogases erfolgt in der Regel als gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme in Blockheizkraftwerken. Als Stand der Technik wird dabei die Anwendung von Verbrennungsmotoren – in der Regel als Gas-Otto-Motor oder als Zündstrahlaggregat – beschrieben. Während Gas-Otto-Motoren überwiegend im höheren Leistungsbereich (> 250 kW_{el}) eingesetzt werden, kommen Zündstrahlmotoren im Leistungsbereich bis 500 kW_{el} zum Einsatz [5]. Für Zündstrahl-Anlagen, die nach 2007 in Betrieb gegangen sind, sind nur noch Pflanzenöl oder Pflanzenölmethylester als Zünd- und Stützfeuerung für Zündstrahlmotoren zulässig, um den Vergütungsanspruch nicht zu verlieren.

Im Rahmen der Betreiberbefragung wird deutlich, dass als Verbrennungsmotoren überwiegend Gas-Otto-Motoren zum Einsatz kommen. Bei etwa 28 % der Anlagen wird zur Verstromung des Biogases ein Zündstrahl-BHKW eingesetzt. Etwa 9 % der Biogasanlagen setzen beide Motorenarten kombiniert ein. In den neuen Biogasanlagen (Inbetriebnahme ab 2009) kommen, entsprechend der Angaben der Betreiber, überwiegend Gas-Otto-Motoren zum Einsatz.

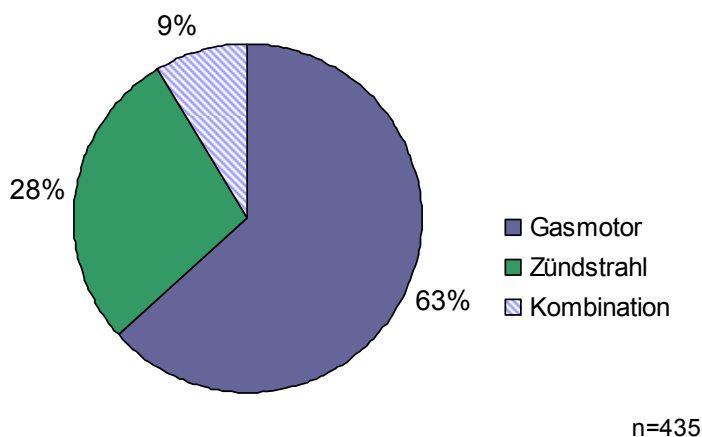


Abb. 3-13: Einsatz von Gas- und Zündstrahlmotoren zur Verstromung des Biogases, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

Darüber hinaus werden Mikrogasturbinen zur Strombereitstellung angeboten. Diese werden gegenwärtig jedoch nur in sehr wenigen Anlagen eingesetzt ($n < 20$). Des Weiteren werden Stirlingmotoren und Brennstoffzellen vorwiegend in Forschungsprojekten betrieben.

Gärrestlagerabdeckung und Gärrestaufbereitung

Mit der Neufassung des EEG 2009 ist für neu in Betrieb genommene Biogasanlagen, die nach BImSchG genehmigt sind, eine gasdichte Abdeckung des Gärrestlagers erforderlich, damit ein Anspruch auf den NawaRo-Bonus gewährleistet ist.

Im Ergebnis der Betreiberbefragung zeigt sich analog zum Vorjahr, dass die Verteilung der Biogasanlagen mit und ohne abgedecktem Gärrestlager nahezu gleich ist (Abb. 3-14). Etwa 5 % der Anlagenbetreiber gaben an, sowohl ein offenes als auch ein abgedecktes Gärrestlager zu haben. Anlagen, die 2009 neu in Betrieb gegangen sind bzw. sich gegenwärtig im Bau befinden, sind zum überwiegenden Teil (etwa 64 %) mit einem abgedeckten Gärrestlager ausgestattet.

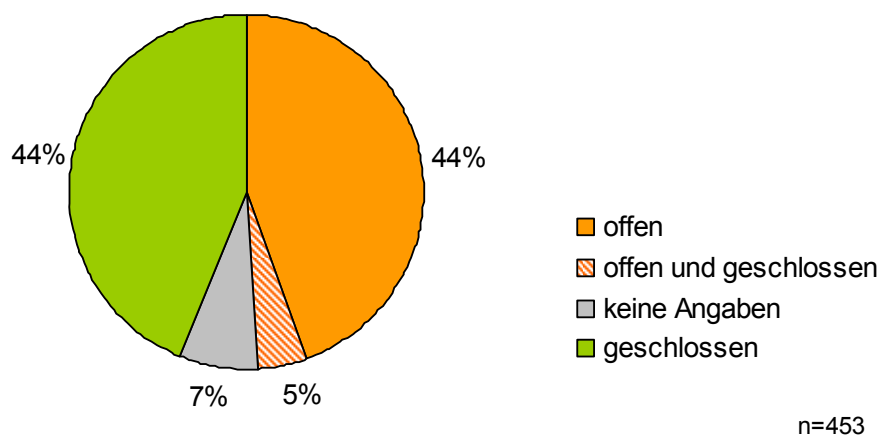


Abb. 3-14: Abdeckung von Gärrestlagern (Betreiberbefragung 2009)

Eine Gegenüberstellung der Gärrestlagerabdeckung mit der Art der eingesetzten Stoffströme (Substratklasse) zeigt, dass Anlagen mit Hauptsubstratinput NawaRo den größten Anteil an den Biogasanlagen mit abgedecktem Gärrestlager ausmachen. Wie in Tabelle 3-8 dargestellt, haben rund 62 % der Biogasanlagen, die vorwiegend Exkremente einsetzen, ein offenes Gärrestlager. Die Mehrheit der Biogasanlagen, die Bioabfälle oder industrielle und landwirtschaftliche Reststoffe einsetzen, ist mit einem abgedeckten Gärrestlager ausgestattet.

Tabelle 3-8: Gärrestlagerabdeckung in Abhängigkeit der Anlagenkategorie bzgl. des Substrateinsatzes, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

Substratkategorie	Anteil an Anlagen mit abgedecktem Gärrestlager [%]	Anteil an Anlagen mit offenem Gärrestlager [%]	Gärrestlager abgedeckt – Anteil an Anlagen der Substratkategorie [%]	Gärrestlager offen – Anteil an Anlagen der Substratkategorie [%]	
Exkremente	28	48	38	62	n=150
NawaRo	61	47	57	43	n=213
Bioabfall	15	3	71	29	n=21
Industr. und landwirtschaftliche Reststoffe	7	2	64	36	n=11
Gesamt	100 (n= 201)	100 (n=194)			

Die übliche Art der Gärrestverwertung ist deren unmittelbare Ausbringung zur Düngung landwirtschaftlicher Flächen – ohne vorherige Aufbereitung. Eine derartige Verwertung ist nicht immer oder teilweise nur eingeschränkt möglich. Daher bieten unterschiedliche Verfahren der Gärrestaufbereitung Möglichkeiten, die Gärreste aufzubereiten und anschließend an anderen Orten einzusetzen. Dabei kommen als Verfahren beispielsweise die Separierung (ggf. mit Bandtrocknung), das Membrantrennverfahren, Eindampfung oder Strippung zum Einsatz. Fest-Flüssig-Separierung ist dabei weit verbreitet. Mit Hilfe der Fest-Flüssig-Separierung wird das Lagervolumen für flüssige Gärreste reduziert, Sink- und Schwimmschichten werden vermindert und es kommt vor allem zu einer Auftrennung der Nährstoffe. In Abhängigkeit von dem Trenngrad werden dabei Pressschneckenseparatoren, Dekanter oder Siebtrommel- bzw. Siebbandpressen eingesetzt [3].

Nach Angaben der Anlagenbetreiber nutzen etwa 12 % der Biogasanlagen eine Gärrestaufbereitung. Rund 88 % der Biogasanlagenbetreiber gaben an, keine Gärrestaufbereitung zu betreiben. Diesbezüglich konnten 441 Rückmeldungen der Anlagenbetreiber berücksichtigt werden. Nähere Angaben zur Art der Gärrestaufbereitung der befragten Biogasanlagen wurden dabei von 47 Anlagenbetreibern, die eine Gärrestaufbereitung einsetzen, gemacht. Nach Angaben der Betreiber sind die meisten Anlagen mit einer Teilaufbereitung des Gärrests ausgestattet. Dabei kommt bei einer weitergehenden Aufbereitung der Festphase vor allem die Trocknung (insbesondere über Bandtrockner) zum Einsatz. Die Kompostierung wird nach Angaben der Betreiber vorrangig bei Abfallanlagen eingesetzt. Ein Anlagenbetreiber gab an, nach der Feststoffabtrennung eine Behandlung der Flüssigphase mit Hilfe von Ultrafiltration und Umkehrosmose durchzuführen. Eine derartige Vollaufbereitung des Gärrests wird nur in wenigen Biogasanlagen eingesetzt. In Tabelle 3-9 sind die Rückmeldungen der Betreiberbefragung hinsichtlich der Gärrestaufbereitung abgebildet. Dabei wird bei dem Verfahren der Teilaufbereitung mit einer Fest-Flüssig-Separation und anschließender Trocknung der Festphase Wärme benötigt, die theoretisch über die Biogasanlage bereitgestellt werden kann. Damit stellen Verfahren zur Trocknung der Festphase (z. B. Bandtrockner, Trommeltrockner oder Schubwendetrockner) mögliche Wärmenutzungskonzepte, die einen Anspruch auf den KWK-Bonus haben, dar. Daneben kann auch bei der Vollaufbereitung der Gärreste mit Behandlung der Flüssigphase über Eindampfung ein entsprechendes KWK-Bonus-fähiges Wärmekonzept umgesetzt werden.

Tabelle 3-9: Einsatz einer Gärrestaubebereitung, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

Aufbereitungsverfahren	Anzahl der Rückmeldungen	Anteil [%]
Gärrestaubebereitung	53	12
Teilaufbereitung	46	
Trocknung der Festphase	6	
Kompostierung	5	
Vollaufbereitung	1	
keine Gärrestaubebereitung	388	88
Gesamt	441	100

3.2.3 Biogasaufbereitung und -einspeisung

Die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität zur Einspeisung in das Erdgasnetz gewinnt in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung. Damit kann die Nutzung des Biogases vom Ort der Entstehung entkoppelt und somit flexibler eingesetzt werden. Die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz ist dann interessant, wenn bspw. eine zentrale Verstromung des Biogases an einem Standort mit hoher Wärmenachfrage erfolgt. Auf diese Weise können im Vergleich zur herkömmlichen Vorortverstromung höhere Gesamtnutzungsgrade erzielt werden.

Ende 2009 waren in Deutschland 31 Biogaseinspeiseanlagen mit einer installierten Gasleistung von rund 200 MW in Betrieb (Abb. 3-15). Damit hat sich die Anzahl der Anlagen zur Biogasaufbereitung und -einspeisung im Jahr 2009 gegenüber 2008 verdoppelt. Für das Jahr 2010 sind etwa 30 bis 40 weitere Anlagen zur Biogasaufbereitung und -einspeisung geplant. Neben der Errichtung neuer Biogaseinspeiseanlagen besteht ein großes Interesse an der Umrüstung von stromerzeugenden Biogasanlagen zu Biogas-konzepten, die mit der Technologie der Biogasaufbereitung und -einspeisung betrieben werden [1], [7].

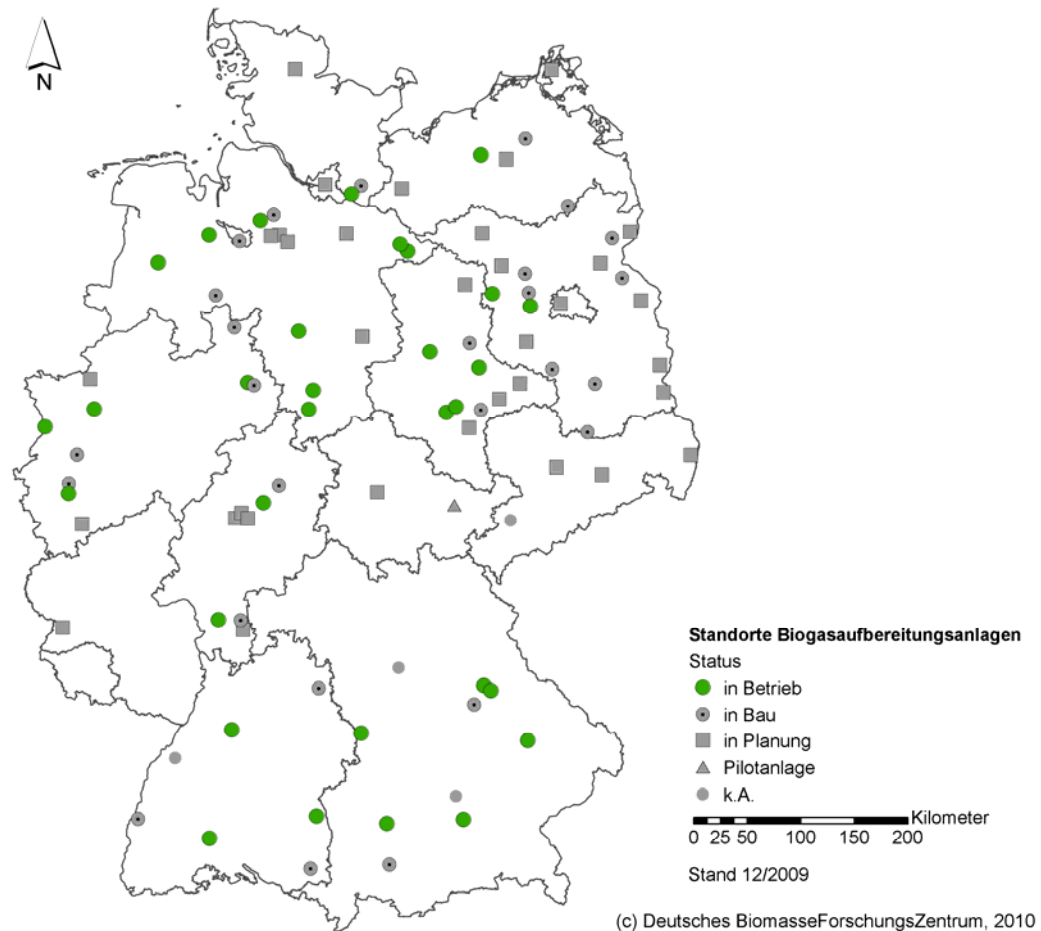


Abb. 3-15: Biogasaufbereitungs- und -einspeiseanlagen in Deutschland differenziert nach Betriebsstatus

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Inbetriebnahmezeitpunkte und Leistungsgrößen der Aufbereitungsanlagen wird die reale Gaseinspeisung in das Erdgasnetz für das Jahr 2009 auf 1,24 TWh geschätzt. Das entspricht etwa 0,15 % des Erdgasverbrauchs in Deutschland. Neben der Einspeisung des Biomethans in das Erdgasnetz wird an zwei Anlagenstandorten (Jameln und Bottrop) das Biomethan direkt als Fahrzeugkraftstoff verwendet.

Die Mehrheit der Aufbereitungsanlagen basiert dabei auf der Fermentation von nachwachsenden Rohstoffen wie Mais, Weizen, Roggen oder Ganzpflanzensilagen, ergänzt durch Gülle. Darüber hinaus gibt es Ende 2009 zwei Anlagen auf der Basis von Abfall, weitere Aufbereitungsanlagen auf Basis von Abfall werden voraussichtlich 2010 in Betrieb geben. Für die Aufbereitung des Biogases kommen überwiegend die Verfahren der Druckwechseladsorption (DWA), Druckwasserwäsche (DWW) und die Aminwäsche zur Anwendung. Bei einigen Biogaseinspeiseanlagen kommt die Genosorb-Wäsche (sog. BiogasVerstärker) als Aufbereitungsverfahren zum Einsatz. Vereinzelt wird in Pilotprojekten auch die Aufbereitung mit Hilfe des Membranverfahrens getestet.

In Abb. 3-16 sind die Standorte der Biogasaufbereitungsanlagen (Betrieb, Bau und Planung) in Deutschland mit Angabe des Aufbereitungsverfahrens sowie die Einspeisekapazität auf Bundeslandebene der in Betrieb befindlichen Anlagen dargestellt. An zwei Anlagen wird das aufbereitete Biogas in Form von Biomethan direkt als Kraftstoff zur Vertankung in einer Biogastankstelle

bereitgestellt. In Mecklenburg-Vorpommern wird mit einer in Betrieb befindlichen Einspeiseanlage die höchste Einspeisekapazität erreicht.

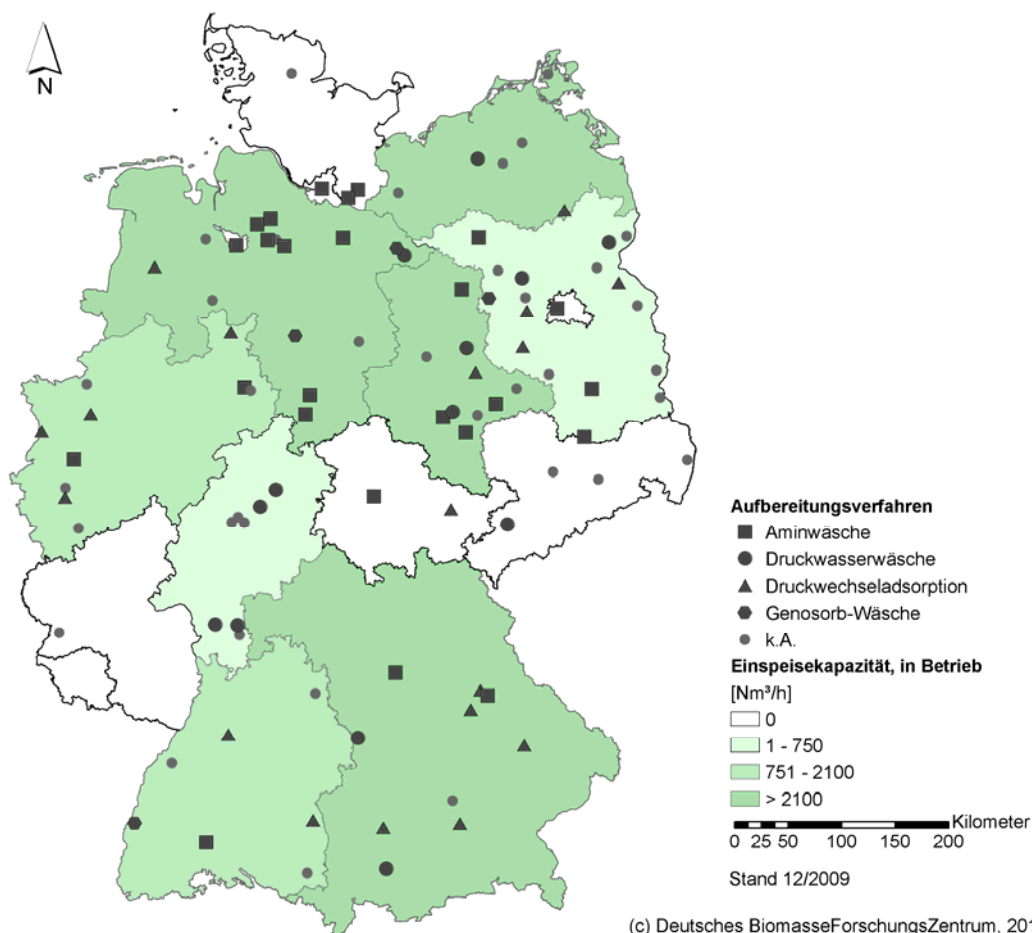


Abb. 3-16: Aufbereitungsverfahren der Biogasaufbereitungsanlagen (Betrieb, Bau, Planung) und Einspeisekapazität auf Bundeslandebene (Berücksichtigung in Betrieb befindlicher Anlagen)

3.2.4 Entwicklungen und kurzfristige Perspektiven der Biogastechnologie

Grundsätzlich ist im **Biogasmarkt** festzustellen, dass die Branche erhebliche Schwierigkeiten mit dem Einbruch der Nachfrage nach Biogasanlagen vor der Neufassung des EEG 2009 hatte. Obwohl grundsätzlich eine Erholung des Marktes eingetreten ist, sind Nachwirkungen dieser Entwicklung nach wie vor am Markt zu beobachten. Daher waren die vergangenen zwei Jahre durch Firmenübernahmen und Firmenschließungen gekennzeichnet. Gleichzeitig ist aber einer Vielzahl neuer Unternehmen der Markteintritt gelungen. Ein wesentliches Standbein vieler Marktteilnehmer ist inzwischen der stark wachsende internationale Markt. Der Einbruch der Nachfrage nach Anlagen hat gleichzeitig mit der internationalen Finanzkrise zusätzliche Herausforderungen für die Finanzierung von Biogasanlagen mit sich gebracht, da insbesondere aufgrund der volatilen Agrarmärkte Kreditinstitute vorsichtiger mit der Anlagenfinanzierung umgegangen sind. Demgegenüber ist jedoch festzustellen, dass sich die Branche diesen besonderen Herausforderungen mit einer höheren Qualität der Planung und Errichtung der Anlagen, einer stärkeren Fokussierung auf die Qualifizierung der Anlagenhersteller und Betreiber als auch durch die weitestgehend freiwillige Erarbeitung von neuen Qualitäts- und Sicherheitsstandards gestellt hat.

Hinsichtlich der eingesetzten **Technologien** sind dank der deutlichen Förderung von Forschung und Innovation Entwicklungstendenzen und leichte Veränderungen der angewendeten Verfahren zu beobachten:

Vorbehandlung von Substraten

Es ist eine Vielzahl neuer Verfahren am Markt verfügbar. Hinsichtlich deren Effizienz und Nachhaltigkeit besteht aber häufig Unklarheit, die die Forschung und Entwicklung in naher Zukunft mit der Bereitstellung belastbarer Daten für die meisten Anwendungen ausräumen wird. Insbesondere die praktische Anwendung wird hier wertvolle Informationen bereitstellen können, die die Bewertung deutlich vereinfachen wird.

Substrateinbringung

Im Bereich der Substrateinbringung sind neben der Einführung neuer Verfahren vor allem Erhöhungen der Standzeit und der Zuverlässigkeit der Technologien einschließlich der Resistenz gegen Störstoffe festzustellen. Darüber hinaus erfolgt eine deutliche Anpassung der Technologien an spezifische Stoffströme wie z. B. Rüben.

Fermenter

Die Vergärungssysteme sind vielfach durch eine weiter steigende Raumbelastung der Fermenter gekennzeichnet, die bereits häufig Werte von $6 \text{ kg}_{\text{OTS}}/\text{m}^3\text{d}$ übersteigt. Dabei werden in Hochleistungsstufen die Aufenthaltszeiten teilweise merklich reduziert. Derartige Systeme erfordern einen erhöhten Überwachungsaufwand. Insbesondere aufgrund mangelnder Messtechnik bzw. geringer Anwendungsverbretung der installierten Messtechnik sind einzelne Systeme jedoch schnell an die biochemischen Grenzen gekommen. Andererseits werden auch häufig Empfehlungen gegeben, die Fermentervolumina so groß als möglich zu errichten, um sicher hohe Ausfallgrade bzw. eine hohe Prozessstabilität bei geringen Raumbelastungen zu erreichen.

Prozessbiologie

Hinsichtlich der Prozessbiologie wird zunehmend Forschung im Bereich der Mikrobiologie durchgeführt. Die breite Anwendung von Ergebnissen ist zwar für eine zeitnahe Anwendung der Forschungsergebnisse nicht zu erwarten, jedoch werden hier Grundlagen für die zukünftige Anlagenoptimierung geschaffen.

Gasreinigung

Aufgrund der Tatsache, dass Störungen und Regelwartungen an BHKW in der Vergangenheit mit am häufigsten für Betriebsausfälle verantwortlich sind, wurden erhebliche Anstrengungen für die Optimierung des Betriebes aufgewendet. Im Bereich der Gasreinigung werden die Reinigungsgrade hinsichtlich des Feuchtigkeits- und Schwefelwasserstoffgehaltes daher zunehmend sowohl durch den Einsatz technischer Trocknungseinrichtungen als auch durch effizientere Entschwefelungen bis hin zum Einsatz von Aktivkohlefiltern erhöht, was einen geringeren Verschleiß und Verlängerungen der Ölwechselintervalle mit sich bringt. Nach wie vor wird aber der überwiegende Teil der Biogasanlagen mit einer gasrauminternen Entschwefelung betrieben.

Gasnutzung zur Stromerzeugung

Die Gasnutzung erfolgt weiterhin deutlich überwiegend in BHKW, wobei nach wie vor Gas-Otto- und Zündstrahl-BHKW eingesetzt werden. Die Zündstrahl-BHKW-Hersteller haben dabei den Umstieg der Zündölnutzung auf biogene Zündöle sehr gut realisiert. Die oberen elektrischen Leistungen im Portfolio der Hersteller beider Aggregatstypen sind dabei gestiegen. Leichte Wirkungsgradsteigerungen wurden nach Herstellerangaben zusätzlich erreicht, so dass die Nennwirkungsgrade (elektrisch) der meisten Aggregate heute oberhalb von 40 % liegen. Der Einsatz von Katalysatoren zum Erhalt der Vergütungserhöhung für Emissionsminderung im EEG ist nach anfänglich sehr zögerlicher Umsetzung deutlich gestiegen, wobei meist größere BHKW nach- bzw. ausgerüstet werden. Dabei sind die Standzeiten der Katalysatoren jedoch nach den ersten Praxiserfahrungen nur wenig zufriedenstellend, da sie häufig deutlich unter einem Jahr liegen. Durch die Vergütungserhöhung für die Emissionsminderung soll dabei allerdings ein Anreiz für weitere Umsetzungen geboten werden. Darüber hinaus wurden mit alternativen Gasnutzungstechnologien zur Stromerzeugung einige Anlagen mit Mikrogasturbinen ausgerüstet, so dass die Anzahl derartiger Anlagen gestiegen ist. Meist werden hier mehrere Turbinen parallel betrieben. Die wohl weltweit erste Turbine mit einer elektrischen Leistung von 200 kW wurde dabei in Deutschland installiert. Im Leistungsbereich von 200 bis 5 000 kW_{el} existiert aber weiterhin kein Anbieter.

Abwärmenutzung

Die bei der Stromerzeugung anfallende und nicht für die Prozesswärmebereitstellung erforderliche Abwärme wird, wie aus der Fragebogenerhebung klar hervorgeht, zunehmend genutzt. Aus technischer Sicht werden hier zunehmend angepasste Trocknungstechnologien angeboten und umgesetzt. Darüber hinaus werden zunehmend lokale Wärmenetze umgesetzt, aber in ähnlichem Umfang auch lokale Gasnetze, an welche KWK-Anlagen am Ort des Wärmebedarfs meist im Umkreis von bis zu 5 km angeschlossen werden. Die vor zwei Jahren häufig in der Diskussion befindlichen ORC-Verfahren zur Stromerzeugung aus der Abwärme sind kaum noch in der Diskussion und es wurden auch keine weiteren Projekte realisiert.

Biogasaufbereitung auf Erdgasqualität

Zunehmend werden Projekte zur Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität realisiert. Diese haben bis auf zwei Ausnahmen bisher das Ziel der Netzeinspeisung des Gases in das Erdgasnetz. Als Aufbereitungstechnologien werden hauptsächlich die bewährten Verfahren der Druckwechseladsorption, der Druckwasserwäsche und der noch jungen Aminwäschen bzw. chemischen Wäschen eingesetzt. Aufgrund starker Entwicklungsaktivitäten sind hier in der Zukunft aber weitere Verfahren zu erwarten. Viel Hoffnung wird derzeit in die Membrantrennverfahren gesetzt, wovon international erste optimierte Pilotanwendungen betrieben werden. Weiterhin wird stark an der Senkung des hohen Energiebedarfes der Aufbereitung gearbeitet.

Gärrestaufbereitung

Hinsichtlich der Aufbereitung von Gärresten besteht nach wie vor eine hohe Nachfrage insbesondere aus den Veredelungsregionen und von sehr großen Biogasanlagen. Verfahren der Fest-Flüssig-Separation sind inzwischen sehr weit verbreitet, die Verfahren zur weitergehenden Aufbereitung aber eher die Seltenheit. Hier werden häufig insbesondere bei der Anwendung von Membrantrennverfahren technische Schwierigkeiten berichtet, wobei für die weitere Verbreitung der Verfahren die hohen Aufbereitungskosten die größte Hürde darstellen.

Nicht zuletzt soll ein Blick auf den **Anlagenbetrieb** geworfen werden. Der Anlagenbetrieb selbst stellt letztlich die effiziente Anwendung der realisierten Technologien dar. Um dies realisieren zu können, ist ein sehr komplexes Wissen um das Zusammenspiel der verschiedenen Anlagenkomponenten, der Biomasselogistik und nicht zuletzt der Prozessbiologie erforderlich. Hier haben sowohl die Angebote als auch deren Inanspruchnahme an Aus- und Weiterbildung in der letzten Zeit stark zugenommen. Damit ist davon auszugehen, dass ein zunehmend qualifizierter Betrieb der Anlagen gewährleistet ist, was sich in einer höheren Auslastung zukünftig widerspiegeln wird. Diese Entwicklung ist daher sehr zu begrüßen.

3.3 Biomasseeinsatz

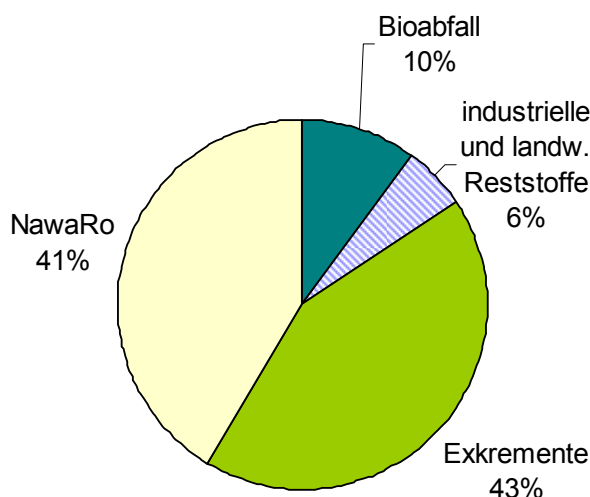
3.3.1 Eingesetzte Stoffströme

Durch die Anreizwirkung des NawaRo-Bonus erfolgte in den letzten Jahren ein verstärkter Anbau von Energiepflanzen zur Stromerzeugung. Ausgehend vom Biogasanlagenbestand und der Verteilung der Einsatzsubstrate umfasst die Anbaufläche für die Biogaserzeugung nach Abschätzung des DBFZ rund 800 000 bis 850 000 ha¹⁷. Damit hat wie in den Vorjahren die Anbaufläche für die Biogasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen weiter zugenommen (2008: 560 000 – 580 000 ha). Die deutliche Steigerung ist vor allem auf eine Anpassung der Anbauflächenabschätzung für den energiebezogenen Substrateinsatz zurückzuführen.

Im Jahr 2009 wurde die Energiepflanzenprämie zum letzten Mal angeboten. Dabei steht der relativ geringen Prämie von 45 €/ha ein erheblicher Verwaltungsaufwand gegenüber, so dass viele Betriebe auf die Beantragung der Energiepflanzenprämie verzichten dürften.

Die Verteilung der eingesetzten Substrate in Biogasanlagen auf Basis der Betreiberbefragung 2009 ist in Abb. 3-17 dargestellt. Die prozentuale Verteilung bezieht sich dabei auf die massenbezogene Verteilung (Frischmasse) aller Substratmengen, die auf der Basis der Betreiberbefragung ermittelt werden konnten. Nach Prüfung der Plausibilität konnten von den Rückmeldungen mit Angabe der Substratmengen 420 Fragebögen in der Auswertung berücksichtigt werden.

¹⁷ Für die Abschätzung der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe zur Biogaserzeugung werden ausgehend von der installierten elektr. Anlagenleistung und der Substratverteilung folgende Annahmen getroffen: Im Jahr 2009 können etwa 1 200 MW_{el} der installierten Leistung auf den Einsatz nachwachsender Rohstoffe zurückgeführt werden (70 % des energiebezogenen Substrateinsatzes). Für die Ermittlung der Anbaufläche für Biogas werden die in 2009 ermittelte Substratverteilung nachwachsender Rohstoffe sowie die üblichen Hektarerträge der Kulturarten berücksichtigt.



n=420

Abb. 3-17: Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)

Massebezogen nehmen der Anteil tierischer Exkrememente (Gülle, Festmist) und der Anteil nachwachsender Rohstoffe mehr als 80 % aller Substratinputströme der befragten Biogasanlagen ein. Der Anteil tierischer Exkrememente ist dabei nur leicht höher als der Anteil nachwachsender Rohstoffe. Der Einsatz von Bio- und Speiseabfällen liegt nach Angaben der Betreiber bei etwa 10 %, während der Anteil industrieller und landwirtschaftlicher Reststoffe nach wie vor deutlich den geringsten Anteil am gesamten Substratinput haben. Damit ist im Vergleich zum Ergebnis der Befragung im Vorjahr der Anteil nachwachsender Rohstoffe beim Substrateinsatz stärker abgebildet (Vorjahr: 26 %). Das ist darauf zurückzuführen, dass zahlreiche Anlagen (etwa 60 %) einen Gülleeinsatz von weniger als 50 % aufweisen (Tabelle 3-10). Biogasanlagen setzen insgesamt entweder zu einem eher geringen Teil oder verglichen mit dem Einsatz tierischer Exkrememente einen hohen Anteil nachwachsender Rohstoffe ein. Bei rund 32,5 % der Biogasanlagen liegt der Substrateinsatz nachwachsender Rohstoffe zwischen 50 und 75 %.

Tabelle 3-10: Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen für tierische Exkrememente und NawaRo, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009

Substrateinsatz (massebezogen)	Tierische Exkrememente	
	[Anteil der Biogasanlagen in %]	[Anteil der Biogasanlagen in %]
< 30%	31,1	32,1
30 – 50%	30,6	14,0
50 – 75%	18,7	32,5
> 75%	19,6	21,4

Bezogen auf den Energiegehalt verschiebt sich die Verteilung des Substrateinsatzes deutlich hin zu nachwachsenden Rohstoffen. Rund 70 % der Energiebereitstellung in Biogasanlagen ist damit auf nachwachsende Rohstoffe zurückzuführen (Abb. 3-18).

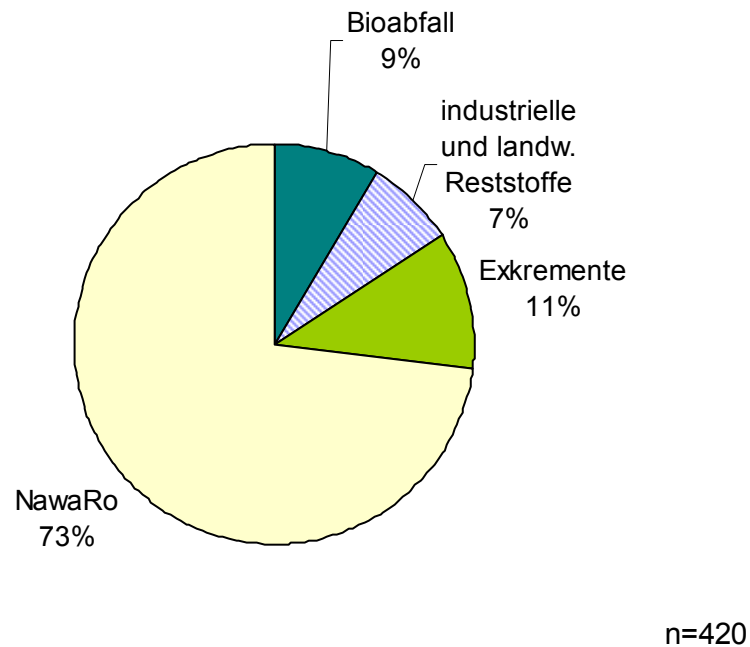


Abb. 3-18: Energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)

Eine Aufschlüsselung des Substrateinsatzes nachwachsender Rohstoffe ist in Abb. 3-19 dargestellt. Deutlich wird, dass der Einsatz von Maissilage nach wie vor die wichtigste Rolle beim Einsatz nachwachsender Rohstoffe einnimmt. Grassilage ist neben dem dominierenden Einsatz von Maissilage mit einem Anteil von rund 11 % am Gesamteinsatz nachwachsender Rohstoffe beteiligt. Ganzpflanzensilagen und Getreidekorn haben insgesamt eher einen geringen Anteil beim Einsatz in Biogasanlagen. Im Vergleich zur Betreiberbefragung des Vorjahres sind bei der Substratverteilung nachwachsender Rohstoffe kaum Veränderungen zu verzeichnen.

Eine detailliertere Auswertung des Substrateinsatzes und der Anbauflächen für den Einsatz von NawaRo in Biogasanlagen erfolgt in Kapitel 5.2.

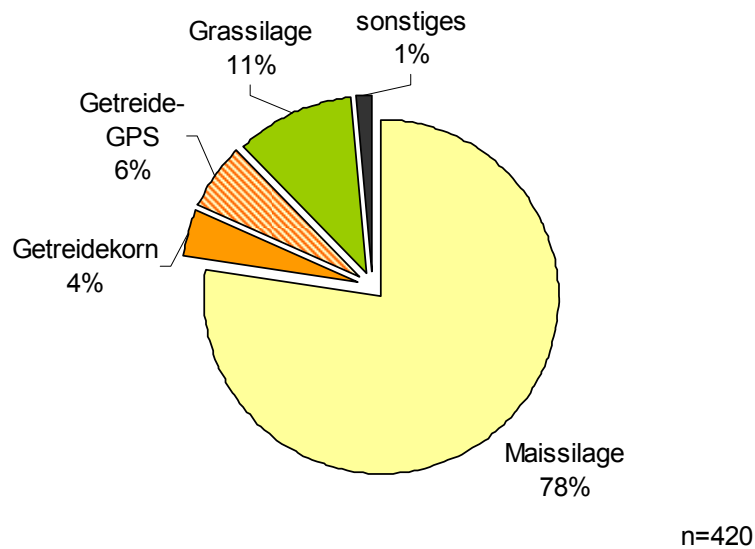


Abb. 3-19: Massebezogener Substrateinsatz nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)

3.3.2 Markt- und Preisentwicklungen

In Abhängigkeit von dem Substrateinsatz der Biogasanlage fallen entsprechende Substratkosten an. Für den Einsatz tierischer Exkremente fallen in der Regel keine Substratkosten an bzw. werden dabei auch keine Erlöse erzielt. Bei der Verwertung von Bio- oder Speiseabfällen werden üblicherweise Substraterlöse erzielt. Demgegenüber sind vor allem bei dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in Abhängigkeit von der Transportentfernung mitunter Transportkosten zu berücksichtigen.

Eine nähere Darstellung der Substratkosten erfolgt in Kapitel 5.4.

4 Anlagen zur Nutzung flüssiger Bioenergieträger

4.1 Stand der Nutzung

Nachfolgende Daten basieren im Wesentlichen auf der jährlichen Betreiberbefragung sowie auf Befragungen verschiedener Anlagenhersteller und der Auswertung der Betreiberdaten der Anlagendatenbank der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

4.1.1 Entwicklung des Anlagenbestandes

Der Bestand der Pflanzenöl-BHKW (PÖL-BHKW) stieg nach Inkrafttreten des EEG 2004 zunächst stark an. Ausgehend von ca. 160 Anlagen in 2004 umfasste der Bestand im Jahr 2007 ca. 2 700 Anlagen. Im Jahr 2008 gab es aufgrund der Marktlage mit einer deutlichen Verteuerung der Pflanzenöle und zunehmenden unsicheren politischen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Nachhaltigkeitsanforderungen einen deutlichen Rückgang des Anlagenbestandes auf ca. 1 400 Anlagen. Ob die übrigen Anlagen stillgelegt oder nur vorübergehend außer Betrieb sind, ist derzeit nicht bekannt.

Im Jahr 2009 wurden nach Herstellerangaben ca. 100 PÖL-BHKW in der Größenklasse kleiner 10 kW_{el} zugebaut. Gleichzeitig erfolgte in dieser Größenklasse im Bestand der Altanlagen zum Teil eine Umstellung von Pflanzenöl auf Heizöl, so dass diese Anlagen nicht mehr nach dem EEG vergütet werden. Weitere Altanlagen wurden aufgrund mangelnder Rentabilität stillgelegt. Die genaue Größenordnung, sowohl der auf Heizöl umgestellten als auch der stillgelegten Anlagen, kann momentan nicht verifiziert werden. Im Leistungsbereich bis 500 kW_{el} wurden in Einzelfällen Neuanlagen errichtet sowie Altanlagen stillgelegt.

Insgesamt wird im Jahr 2009 von einem Bestand von ca. 1 400 PÖL-BHKW mit einer installierten Leistung von ca. 310 MW_{el} ausgegangen, mit einem leicht rückläufigen Trend (Abb. 4-1).

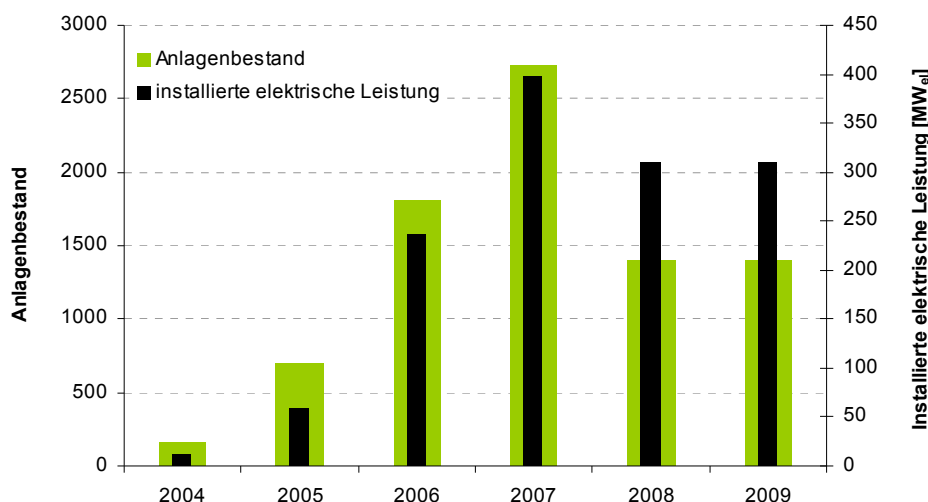


Abb. 4-1: Entwicklung des Anlagenbestandes von PÖL-BHKW in Deutschland, Anlagenzahl und installierte Leistung in MW_{el}

4.1.2 Anwendungsbereiche und Organisationsstruktur

Um die Entwicklung der stationären energetischen Pflanzenölnutzung zu erfassen, wurde im Januar 2010 erneut eine Befragung der Anlagenbetreiber durchgeführt. Dazu wurden ca. 200 Betreiber, teilweise analog zu der Betreiberbefragung im Vorjahr, zu folgenden Aspekten befragt:

- Status der Anlage
- Betriebsart der Anlage
- Installierte Leistung
- Erzeugte Strom- und Wärmemenge
- Betriebsstunden
- Vergütung der Wärme
- Eigenbedarf Wärme der Anlage
- Brennstoffeinsatz und -bezug
- Investitions- und Wartungskosten

Fragen zur Vergütung der Wärme und zum Wärmebedarf der Anlage (Pflanzenöltanks) waren erstmals Bestandteil der Untersuchung. Außerdem wurde abgefragt, ob die Anlagen bereits entsprechend den Vorgaben der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV) im Anlagenregister der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung registriert sind. Überdies wurde gefragt inwieweit die Bezugsquellen der PÖL-BHKW-Betreiber schon nach der BioSt-NachV zertifiziertes Pflanzenöl anbieten und welche Zertifizierungssysteme voraussichtlich verwendet werden.

Der Rücklauf der Befragung im Januar 2010 war mit 58 Antworten gegenüber 187 in 2009 niedriger als erwartet (in 2009 wurde 400 und in 2010 200 Fragebögen postalisch verschickt). In den 58 zurückgesandten Fragebögen wurde von 4 Betreibern angegeben, dass die Anlagen stillgelegt wurden. Eine der Anlagen wurde bereits 2008, die anderen im Laufe des Jahres 2009 stillgelegt. Damit standen für Teile der Auswertung 57 Fragebögen zur Verfügung.

Da der Anlagenbestand der einzelnen Bundesländer derzeit nicht festgestellt werden kann, erfolgt diese Einteilung voraussichtlich im nächsten Zwischenbericht, nach Abgleich mit den Daten der Anlagendatenbank der BLE.

Die regionale Verteilung der Antworten der Betreiberbefragungen 2009 und 2010 ist in Tabelle 4-1 ersichtlich. Die meisten Antworten kamen, analog zur Befragung 2009, aus den Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern.

Tabelle 4-1: Regionale Verteilung der Antworten der Betreiberbefragungen 2009 und 2010

Bundesland	Rücklauf	
	Anzahl 2009	Anzahl 2010
Baden-Württemberg	31	11
Bayern	80	16
Berlin	1	1
Brandenburg*	2	1
Bremen	0	0
Hamburg	1	0
Hessen	2	2
Mecklenburg-Vorpommern*	2	0
Niedersachsen*	7	7
Nordrhein-Westfalen	14	5
Rheinland-Pfalz	8	3
Saarland	0	0
Sachsen	23	9
Sachsen-Anhalt	0	0
Schleswig-Holstein	0	0
Thüringen	10	2
Gesamt	181	57

In Tabelle 4-2 ist die Verteilung der Antworten der Betreiberbefragung nach Größenklassen dargestellt. Da der Umfang der Stichprobe aus der Befragung 2010 sehr klein ist, wurde außer der Bildung von Mittelwerten auf eine weitergehende statistische Auswertung der Daten verzichtet. Die Betriebsarten und Werte unterscheiden sich innerhalb der Leistungsklasse 0-150 kW_{el} sehr stark, weshalb eine Zusammenfassung der Anlagen mit einer Leistung kleiner oder gleich 10 kW_{el} in einer Gruppe erfolgte.

Tabelle 4-2: Größenklassenverteilung der Betreiberbefragung PÖL-BHKW 2009 & 2010

Installierte elektr. Anlagenleistung in kW	Anzahl 2009	Anzahl 2010
≤ 10	28	11
11 -150	26	18
151 – 500	97	21
501 – 1 000	10	4
> 1 000	6	2
keine Angaben	14	1
Gesamt	181	57

Betriebsart der PÖL-BHKW

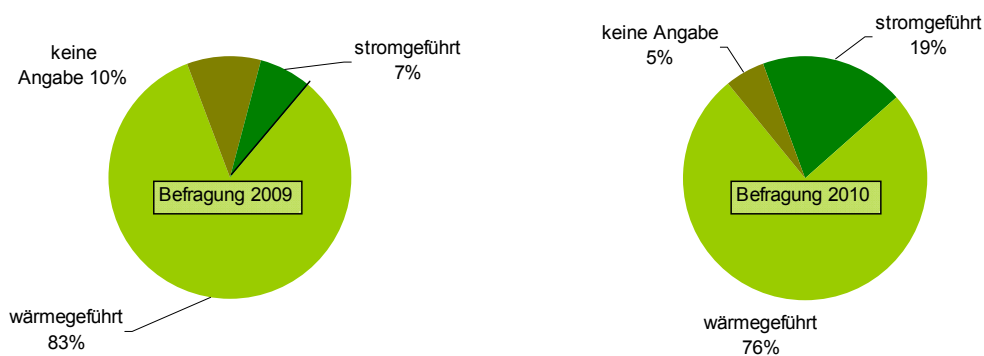


Abb. 4-2: Betriebsart PÖL-BHKW, Betreiberbefragung DBFZ 2009, n=183, Betreiberbefragung DBFZ 2010, n=57

Die Betreiberbefragung 2010 ergab einen Anstieg des Anteils der stromgeführten PÖL-BHKW. Waren es 2009 noch 7 % der Betreiber, die angaben, ihre Anlage stromgeführt zu betreiben, gaben dies 2010 19 % der befragten Betreiber an.

Vergütungsstruktur

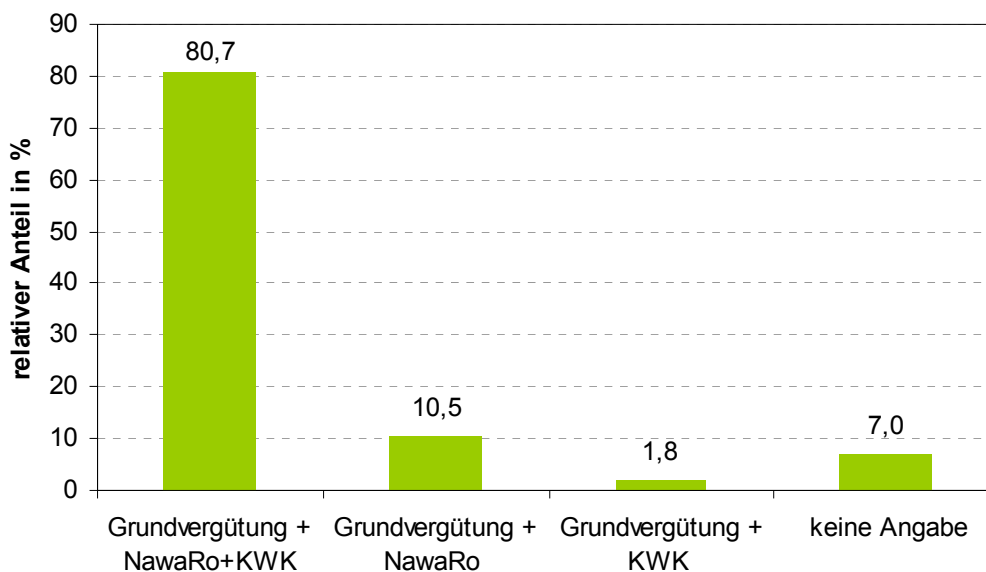


Abb. 4-3: Relative Häufigkeit der Vergütungsstruktur der PÖL-BHKW, DBFZ 2010, n=57

Der Großteil der Anlagen (80,7 %) erhält sowohl die Grundvergütung nach dem EEG als auch den NawaRo- und KWK-Bonus (siehe Abb. 4-3). Die Grundvergütung und den NawaRo-Bonus beziehen 10,5 % der Anlagen. Nur ein sehr kleiner Anteil der Anlagen (1,8 %) wird in der Kombination Grundvergütung und KWK-Bonus vergütet. Der Technologiebonus wurde von keiner der befragten Anlagen in Anspruch genommen. Von 7 % der Anlagenbetreiber wurde keine Angabe zur Vergütungsstruktur gemacht (Tabelle 4-3).

Tabelle 4-3: Inanspruchnahme von Boni neben der Grundvergütung für PÖL-BHKW, entsprechend der Rückmeldung der Betreiberbefragung 2010, n=57

Angaben zum Vergütungs-Bonus nach EEG				
	NawaRo	KWK	Technologie	keine Angabe
Anzahl der Rückmeldungen	52	47	0	4,0
%-Anteil an Rückmeldungen (n=57)	91,2	82,5	0	7,0

Rechtliche Rahmenbedingungen

Mit dem Inkrafttreten der BiomasseStrom-Nachhaltigkeitsverordnung am 01.01.2010 müssen die Betreiber von PÖL-BHKW verschiedene neue rechtliche Vorgaben einhalten¹⁸. So darf nur noch entsprechend der BioSt-NachV zertifiziertes Pflanzenöl verwendet werden. Außerdem müssen bis zum 30.06.2010 alle Anlagen im Anlagenregister der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung registriert sein. Der Anspruch auf Vergütung wird sonst bis zum Zeitpunkt der Anlagenregistrierung ausgesetzt.

Daher wurden die Betreiber nach dem Zwischenstand der Erfüllung dieser rechtlichen Rahmenbedingungen befragt. Nur 31,5 % der befragten Anlagen waren zum Zeitpunkt der Befragung bereits im Anlagenregister der BLE registriert. Bei der Beantwortung der Frage wurde deutlich, dass für einen Großteil der PÖL-BHKW-Betreiber bezüglich der für sie verbindlichen rechtlichen Rahmenbedingungen eine große Unklarheit besteht.

Auf die Frage, ob die Bezugsquellen bereits entsprechend der BioSt-NachV zertifiziertes Pflanzenöl anbieten, antworteten 26 % der Betreiber positiv. Angaben zum voraussichtlich verwendeten Zertifizierungssystem konnte keiner der befragten Anlagenbetreiber machen. Allerdings befand sich zum Zeitpunkt der Befragung erst ein Zertifizierungssystem in der vorläufigen Zulassung der BLE. Daher konnte zur diesem Zeitpunkt kein Händler zertifiziertes Pflanzenöl, entsprechend der BioSt-NachV, anbieten. Dies lässt insgesamt auf einen verhältnismäßig schlechten Informationsfluss bezüglich der neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen in der Branche schließen.

4.2 Stand der Technik

Die Nutzung flüssiger Biomasse in Form von Pflanzenöl bietet verschiedene Vorteile. Zum einen kann die Biomasse mit etablierter Technik dezentral und zentral bereitgestellt werden. Die Verstromung und Wärmegewinnung kann anschließend ebenfalls dezentral oder zentral erfolgen. Die Technologien zur Verstromung flüssiger Biomasse mit BHKW sind etabliert und ausgereift. Die Anwendung von Verbrennungsmotoren ist Stand der Technik. Die elektrischen Wirkungsgrade liegen, abhängig von Motorengröße und Anlagenkonzept zwischen 30 und 46 %, die thermischen Wirkungsgrade zwischen 40 und 60 %.

Pflanzenöl-BHKW werden fast ausschließlich zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) eingesetzt. Für eine optimale Wärmenutzung sind PÖL-BHKW besonders gut geeignet, da sie meist direkt an Wärmesenken installiert und betrieben werden.

4.2.1 Stromerzeugung

Der geschätzte Anlagenbestand für 2009 ist mit ca. 1 400 Anlagen und einer installierten Leistung von ca. 310 MW_{el} konstant gegenüber 2008. Die von PÖL-BHKW erzeugte Strommenge lag 2009 bei ca. 1,9 TWh_{el}.

¹⁸ Nach Redaktionsschluss wurde durch das Gesetz zur Vermeidung kurzfristiger Marktengpässe bei flüssiger Biomasse der Zeitpunkt zum Einsatz ausschließlich zertifizierter flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung auf den 01. Januar 2011 verschoben. Darüber hinaus wurde die Anmeldefrist im Anlagenregister der BLE bis zum 31. Dezember 2010 verlängert.

4.2.2 Wärmeerzeugung und Wärmenutzung

Der für 2009 geschätzte Anlagenbestand hat eine Nutzwärmeleistung von ca. 311 MW_{th}. Damit wurden ca. 1,9 TWh_{th} Wärme erzeugt.

Der Verwendungszweck der erzeugten Wärme hat sich gegenüber der Befragung 2009 erwartungsgemäß nicht geändert. Die erzeugte Wärme wurde für folgende Anwendungen genutzt:

- Heizung und Warmwasserbereitstellung für Wohnhäuser
- Heizung und Warmwasserbereitstellung für kommunale Einrichtungen
- Beheizung von Gewächshäusern in Gärtnereien
- Prozesswärme für industrielle Abnehmer
- Stallheizung

Außerdem wurde der Eigenbedarf an Wärme zur Beheizung der Pflanzenöltanks abgefragt. Allerdings machte der Großteil der Anlagenbetreiber ungenaue Angaben. Einer der Gründe dafür dürften die hohen Kosten eines extra vor den Pflanzenöltank geschalteten Wärmehählers sein. Die Angaben über den Eigenbedarf an Wärme gehen mit 1-10 % der Wärmeproduktion stark auseinander, da der Wärmebedarf der Pflanzenöltanks abhängig vom Standort des Tanks ist. Für den Bau von Pflanzenöl-BHKW gibt es keine Standardlösung, sodass die Tanks sowohl im Freien als auch innerhalb von Gebäuden aufgestellt sein können.

Die Angaben zur Vergütung der Wärme liegen ebenfalls weit auseinander. Die Spannbreite der Vergütung liegt zwischen 0,01 EUR/kWh Wärme und 0,19 EUR/kWh¹⁹. Der Mittelwert der Angaben beträgt 0,058 EUR/kWh Wärme, der Median 0,027 EUR/kWh.

4.3 Biomasseinsatz

4.3.1 Eingesetzte Stoffströme

Im Bereich der Pflanzenöl-BHKW wird aus ökonomischen Gründen hauptsächlich Palmöl aber auch Rapsöl eingesetzt. Andere pflanzliche Öle wie Sojaöl kommen nur in wenigen Fällen zum Einsatz. In BHKW mit einer Leistung unter 10 kW_{el} findet fast ausschließlich Rapsöl als Brennstoff Anwendung. Gründe sind die oft begrenzten räumlichen Möglichkeiten für größere Tanks sowie der höhere Aufwand, da Tanks für Palmöl beheizbar sein müssen. In dieser Leistungsklasse liegt der durchschnittliche Jahresverbrauch zwischen 5,4 und 5,9 t. Der durchschnittliche Jahresverbrauch der Leistungsklassen, entsprechend den Angaben der PÖL-BHKW-Betreiber ist in Tabelle 4-4 ersichtlich. Die große Abweichung des durchschnittlichen Jahresverbrauchs innerhalb der Leistungsklasse 11 bis 150 kW_{el} ergibt sich zum einen aus der Spannbreite der Anlagengröße innerhalb der Leistungsklasse, zum anderen weichen die Stichproben hinsichtlich der Anlagenleistung in dieser Klasse voneinander ab.

¹⁹ Die Vergütung der Wärme durch Bereitstellung von Prozesswärme für Gewerbe, Industrie und kommunale Abnehmer liegt im unteren Bereich der angegebenen Spannbreite. Im Bereich der Bereitstellung von Wärme in Einfamilienhäusern und kleineren Wohneinheiten wird von den Pflanzenöl-BHKW-Betreibern eine Vergütung im oberen Bereich der Spannbreite angegeben.

Tabelle 4-4: Durchschnittlicher Jahresverbrauch nach Leistungsklassen, DBFZ 2009 n=183, DBFZ 2010 n=57, *BLE 2010 n=406, [21]

Inst. elektr. Anlagenleistung in kW	Durchschnittlicher Verbrauch p.a. 2008 in t	n	Durchschnittlicher Verbrauch p.a. 2009 in t	n	Durchschnittlicher Verbrauch p.a. 2010* in t	n
≤ 10	5,8	29	5,9	9	5,4	28
11 - 150	71,7	22	42,0	15	172,3	83
151 - 500	541,9	25	331,1	14	568,1	270
501 – 1 000	1 017,5	9	1015	4	908,8	13
> 1 000	6 466,7	5	4 793,3	2	3 674,4	12

*Schätzung

Die Anteile der beiden hauptsächlich eingesetzten Pflanzenöle, Palmöl und Rapsöl, haben sich von 2008 zu 2009 zugunsten des Einsatzes von Rapsöl verschoben. So stieg nach Angaben der Betreiber der Einsatz von Rapsöl in der Leistungsklasse 151-500 kW_{el} von 9 % auf 14,7 %. Grund dafür war der zum Teil geringe preisliche Abstand der beiden Öle zueinander, sodass auch in größeren BHKW der Einsatz von Rapsöl wirtschaftlich war. In der Leistungsklasse größer 1 MW_{el} lagen aus der Befragung 2010 nur zwei Antworten vor. In einer der Anlagen wurde nur Rapsöl, in der anderen nur Palmöl eingesetzt. Da eine fünfzigprozentige Verteilung der Pflanzenöle für alle Anlagen dieser Größenklasse als unwahrscheinlich angenommen wird, wurden die Angaben für die Verteilung der Pflanzenöle für diese Auswertung nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-5: Anteile der Pflanzenöle Leistungsklassen, DBFZ 2009, n=183, 2010, n=57

Installierte elektr. Anlagenleistung in kW	Anteil Rapsöl 2008 in %	Anteil Rapsöl 2009 in %	Anteil Palmöl 2008 in %	Anteil Palmöl 2009 in %
≤ 10	99	99	*	*
11 - 150	14	35	85	65
151 - 500	9	14,7	91	83,3
501 – 1 000	3	4,5	93	95,5
> 1 000	4	*	96	*

*fehlende Prozent zu 100, sonstige Pflanzenöle oder keine Angabe

4.3.2 Markt- und Preisentwicklungen

Die Preisentwicklung ist seit 2008 wieder rückläufig. Allerdings haben sich die Pflanzenölpreise auf einem höheren Niveau eingependelt (Abb. 4-4). Da Pflanzenöle global gehandelt werden, unterliegen sie verschiedenen Markteinflüssen und bleiben weiterhin volatil.

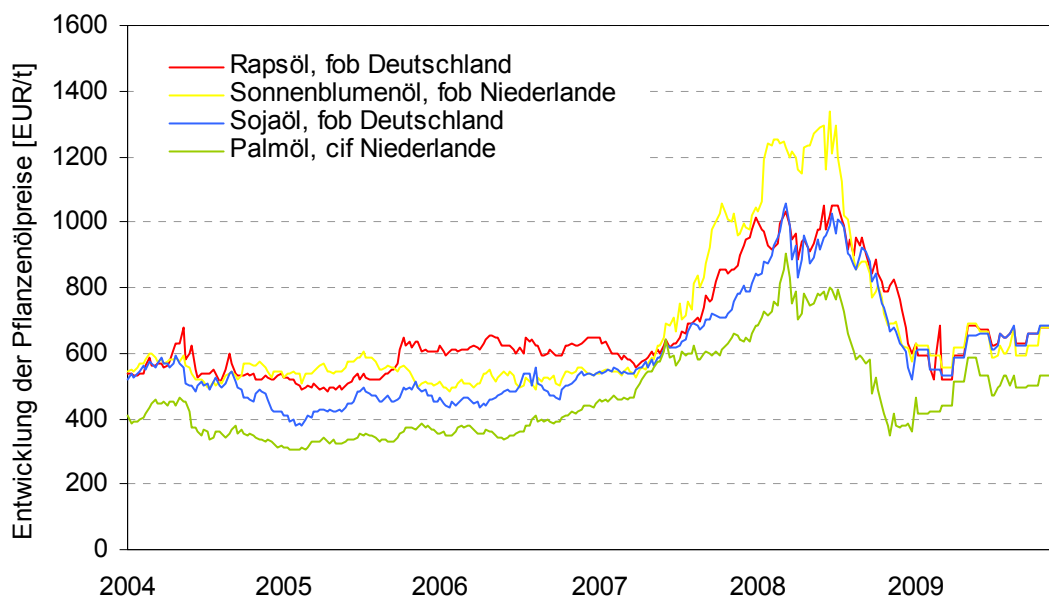


Abb. 4-4: Preisentwicklung von Pflanzenölen, [22], [23]

Über die Höhe der zusätzlichen Kosten, die für die Zertifizierung der Pflanzenöle entsprechend der BioSt-NachV anfallen, können bisher keine belastbaren Angaben gemacht werden. Unklar ist, ob sich diese Mehrkosten für zertifizierte Pflanzenöle dann nur auf Höhe der Kosten der Zertifizierung belaufen werden. Weitere Mehrkosten könnten entstehen, wenn ab dem 01. Juli 2010 weniger zertifiziertes Pflanzenöl verfügbar ist als nachgefragt wird²⁰. Hierbei ist zu beachten, dass für die Biokraftstoffproduzenten ebenfalls die Verwendung zertifizierter Biomasse ab dem 01. Juli 2010 bindend ist. Unsicherheiten bestehen insbesondere im Hinblick auf die Verfügbarkeit von nachhaltig zertifiziertem Pflanzenöl, welches mit einer Angabe zum Treibhausgasminderungspotenzial am Markt verfügbar ist, da das Treibhausgasminderungspotenzial für den Biokraftstoffbereich von der Mehrheit der Herstelleranlagen (Altanlagen) erst ab April 2013 angegeben werden muss.

²⁰ Nach Redaktionsschluss wurde durch das Gesetz zur Vermeidung kurzfristiger Marktengpässe bei flüssiger Biomasse der Zeitpunkt zum Einsatz ausschließlich zertifizierter flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung auf den 01. Januar 2011 verschoben. Darüber hinaus wurde die Anmeldefrist im Anlagenregister der BLE bis zum 31. Dezember 2010 verlängert.

5 Effekte Landwirtschaft und Landschaftspflege

5.1 Einleitung

5.1.1 Hintergrund und Zielstellung

Die Ausweitung der Stromerzeugung aus Biomasse führt in Deutschland zu einem verstärkten Anbau von Energiepflanzen. Da die landwirtschaftliche Nutzfläche (LF) begrenzt ist, wurde besonders 2008/2009 eine Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und zum Naturschutz unter dem Synonym „Tank oder Teller“ öffentlich diskutiert. Die jährlichen Flächenverluste für Siedlung und Verkehr verstärken die Situation zusätzlich. Somit wird in diesem Teil des Berichtes näher betrachtet, inwieweit sich der verstärkte Energiepflanzenanbau tatsächlich auf einzelne Bereiche der Landwirtschaft und Landschaftspflege auswirkt. Ziel ist es dabei, den Status der Flächennutzung, die Veränderungen der Anbaustrukturen und die Einsatzhäufigkeit der verschiedenen Substrate in den Bereichen nachwachsende Rohstoffe und Wirtschaftsdünger zu bestimmen.

Aufgrund der auch im EEG angestrebten Nutzung von Dauergrünlandflächen, der aktuellen Entwicklung auf diesem Sektor und der Suche nach neuen Substraten für den Einsatz in Biogasanlagen liegt der Schwerpunkt dieser Betrachtung in den Bereichen Grünland und Landschaftspflegematerial.

5.1.2 Vorgehensweise

Ende 2009 erfolgte vom Deutschen Biomasse Forschungszentrum (DBFZ) in Kooperation mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) und anderen Institutionen die Versendung eines Fragebogens an schätzungsweise 80 % des deutschen Biogasanlagenbestandes. Neben Angaben zum Verfahren und zur Technik der Anlagen wurden auch Angaben zur Betriebsfläche, zum Substrateinsatz und die verschiedenen Einflüsse auf die landwirtschaftliche Produktion abgefragt.

Eingangs wurden die Fragebögen auf Plausibilität geprüft und unklare Datensätze von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Unvollständig ausgefüllte Fragebögen sind, soweit möglich, in Einzelbereichen mit einbezogen worden.

Neben den Veränderungen in den Anbaustrukturen werden die Häufigkeit des Substrateinsatzes, die Sachlage der Grünlandflächen und der aktuelle Stand zum Einsatz von Landschaftspflegematerial in Biogasanlagen betrachtet. Eine Auswertung des Substrateinsatzes nach Mengenanteilen erfolgte in Kapitel 3.3 und wird in diesem Teil noch einmal flächenbezogen analysiert aufgegriffen.

5.1.3 Regionale Verteilung

Von den insgesamt versandten Fragebögen konnten derzeit 301 ausgewertet werden. Hiervon ließen sich wiederum 283 regional zuordnen. Der Rücklauf erfolgte deutschlandweit relativ gleichmäßig (Abb. 5-1). Eine leichte Häufung des Rücklaufs ist in Bayern, Niedersachsen und Sachsen zu erkennen. Da Bayern und Niedersachsen die Bundesländer mit der höchsten Biogasanlagendichte sind, war hier ein erhöhter Rücklauf zu erwarten.



Abb. 5-1: Regionale Verteilung der berücksichtigten Rückmeldungen der Betreiberbefragung mit Angaben zur landwirtschaftlichen Nutzung

Von den 301 ausgewerteten Fragebögen haben im landwirtschaftlichen Sektor (Substrateinsatz/Flächennutzung) 284 Anlagenbetreiber Angaben gemacht. Hiervon konnten aufgrund fehlerhafter bzw. unplausibler Angaben 274 Anlagen im technischen Bereich einbezogen werden. Insgesamt weisen diese Biogasanlagen eine installierte elektrische Leistung von 99,7 MW_{el} auf. Die durchschnittliche Anlagengröße entspricht 364 kW_{el}. Im Jahr 2008 lag die durchschnittliche Anlagengröße noch bei 420 kW_{el}. Ob das bereits eine erste Widerspiegelung des Trends zum Bau kleinerer Anlagen ist, bleibt in den Folgeberichten zu überprüfen. Das Gesamtfermentervolumen beträgt 654 850 m³ und ergibt eine mittlere Größe von 2 373 m³ je Biogasanlage, die mit der durchschnittlichen Fermentergröße des Vorjahres übereinstimmt.

5.2 Energiepflanzenanbau in Deutschland

Insgesamt war beim Energiepflanzenanbau im Jahr 2009 gegenüber 2008 wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen (Abb. 5-2). Es wurden auf knapp 2 Mio. ha nachwachsende Rohstoffe angebaut. Hiervon entfielen 294 000 ha auf den Anbau von Industriepflanzen zur Erzeugung von Industriestärke und -zucker, technischem Raps- und Sonnenblumenöl sowie Faser-, Heil- und Färberpflanzen. Die Fläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Produktion von Biodiesel/Pflanzenöl (94 2000 ha, Ethanol (226 000 ha), Dauerkulturen für Festbrennstoffe (3 500 ha) und Biogas betrug 1,7 Mio. ha, knapp 98 000 ha mehr als im Vorjahr. Betrachtet man hier lediglich die Anbaufläche von insgesamt 530 000 ha für Pflanzen zur Konversion in Biogas, hat sich die Anbaufläche um 30 000 ha ausgeweitet. Diese Daten beziehen sich auf Angaben der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe und unterscheiden sich daher zu den in 3.3.1 ausgewiesenen Anbauflächen. Der Mais stellt in diesem Bereich mit einem Anteil von 403 860 ha die stärkste Kulturart dar. Die zweitstärkste Fruchtart war Getreide zur Herstellung von Ganzpflanzensilage (GPS), welches von 50 350 ha gewonnen wurde, gefolgt von Anwelksilage²¹, die auf 33 390 ha erzeugt wurde und Körnergetreide mit einer Anbaufläche von 25 440 ha [13].

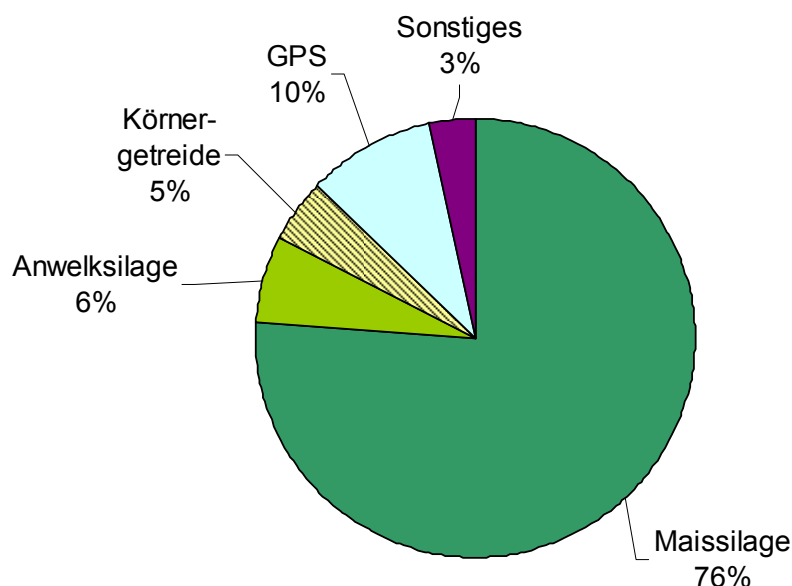


Abb. 5-2: Energiepflanzenanbau für Biogas in Deutschland bezogen auf die Ackerfläche in ha (FNR 2009), [13]

²¹ Anwelksilage entspricht oft nach der Begrifflichkeit der Grassilage. Laut Definition ist Grassilage oder Frischsilage von der Wiese geerntetes (gemähtes) Material, das direkt siliert wird. Grassilage hat einen TS – Gehalt von 15 bis 20 %. Bei der Anwelksilage verbleibt das Gras nach der Ernte auf dem Feld und trocknet an. Die Anwelkdauer beträgt ein bis maximal zwei Tage. Dann wird das Material siliert. Anwelksilage hat einen TS - Gehalt von 25 bis 35 %. Oft handelt es sich bei Anwelksilage um Ackerfutter, d. h. Leguminosen/ Kleegrasmischungen. Daher hat Anwelksilage einen etwas höheren Eiweißgehalt als Grassilage. Eine genaue Abgrenzung von Grassilage und Anwelksilage ist in der Praxis jedoch schwierig, da Überschneidungen der Begrifflichkeiten vorkommen. Insbesondere bei den durch die Angaben der Betreiber ermittelten Werten ist der Übergang von einem zum anderen Begriff fließend.

5.2.1 Flächeneinsatz für die Biogaserzeugung

Zur Auswertung des Flächeneinsatzes für die Biogaserzeugung konnten 182 Fragebögen mit vollständigen Angaben in diesem Bereich verwendet werden (Abb. 5-3). Die Gesamtfläche aller am Betrieb der Biogasanlagen beteiligten Unternehmen beträgt nach Angaben der Betreiber 110 151 ha. Die Anbaufläche gliedert sich in 90 438 ha Ackerfläche und 16 824 ha Grünland, was einem Grünlandanteil von 15 % entspricht. Dieser Anteil ist deutlich niedriger als die gesamtdeutsche Grünlandfläche, die mit 28 % fast einen doppelt so hohen Anteil an der LF ausmacht. Von der Gesamtfläche der Anlagenbetreiber werden 21 079 ha Ackerfläche zum Anbau von nachwachsenden Rohstoffen genutzt. Der Aufwuchs von 2 856 ha Grünland kommt in den Biogasanlagen zum Einsatz. Das bedeutet, dass im Mittel 22 % der gesamten Betriebsfläche zur Erzeugung von Biogas eingesetzt werden.

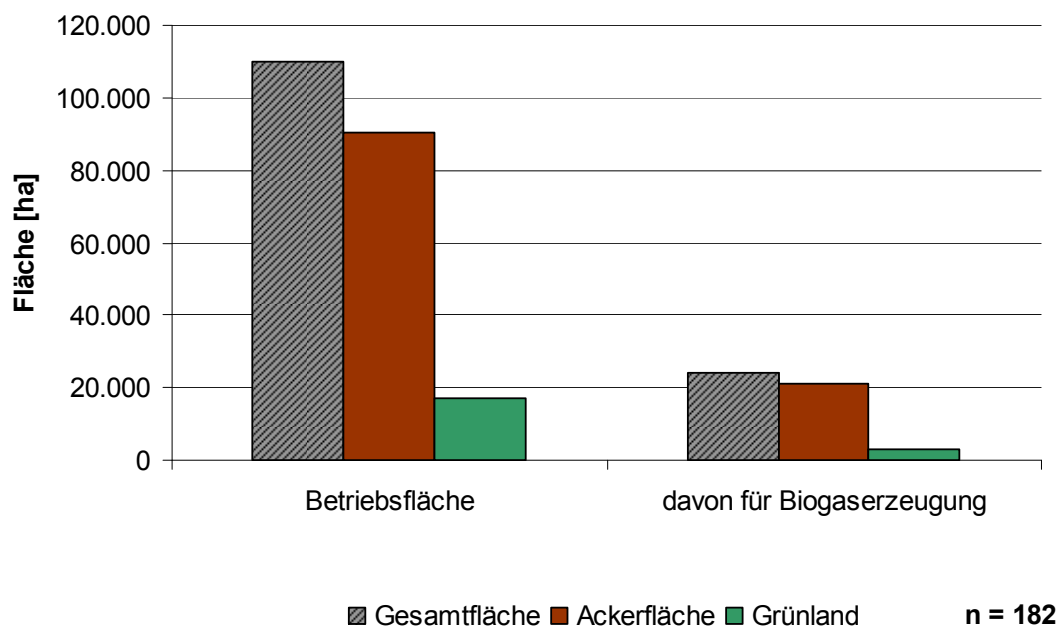


Abb. 5-3: Betriebsfläche nach Art der Nutzung (Betreiberbefragung 2009)

Annähernd 27 % der Ackerfläche dienen dem Anbau von nachwachsenden Rohstoffen für die Biogasproduktion. Dabei wurde nicht zwischen der Ackerfläche für die Belieferung einer Biogasanlage im Fremdbetrieb und der Ackerfläche für den Eigenbetrieb einer Biogasanlage unterschieden. Diese Zahlen spiegeln den Flächeneinsatz deutlich besser wider als die Vorjahreszahlen, die auf einer anderen Basis ermittelt wurden. In der aktuellen Befragung wurde die Gesamtfläche aller an den Biogasanlagen beteiligten Betriebe abgefragt.

Die unter Beachtung der Betriebsgröße erfolgte Analyse der Flächennutzung für Biogas zeigt, dass sich mit steigender Betriebsfläche der Anteil für die Substraterzeugung deutlich verringert (Abb. 5-4). Auch hier wurde zwischen Eigen- und Fremdbetrieb nicht differenziert. Am höchsten ist der Flächenanteil für die Biomasseproduktion bei den Betrieben mit einer Betriebsgröße von weniger als 50 ha, da diese Betreiber sehr oft auf Substratzukauf angewiesen sind. Hier werden im Mittel 74 % der Fläche für NawaRo genutzt. Die mittleren Betriebe mit 100 bis 300 ha setzen durchschnittlich 60 % ihrer Fläche zur Biomasseproduktion ein. Erst bei einer Flächengröße ab 500 ha sinkt der Anteil auf ein Drittel und ab 1 000 ha Betriebsgröße liegt er nur noch bei 15 %.

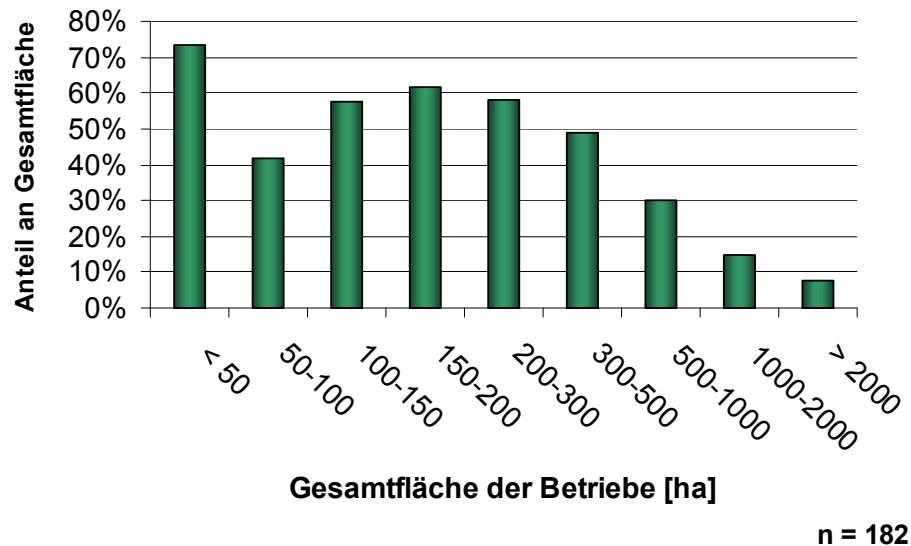


Abb. 5-4: Anteil der Fläche für den Substratanbau zum Einsatz in der Biogasanlage an der Gesamtfläche der Betriebe (Betreiberbefragung 2009)

5.2.2 Substrateinsatz und Anbaufläche

In die detaillierte Auswertung der eingesetzten Substrate und des Flächeneinsatzes (n=454 Fragebögen) konnte eine Anbaufläche von 58 097 ha einbezogen werden. Vergleicht man den Substrateinsatz der ausgewerteten Betriebe mit der Anbaufläche, die zur Erzeugung der einzelnen Substrate benötigt wird, macht der Mais zwar etwas mehr als die Hälfte der Anbaufläche aus, aber der zweitgrößte Anteil der Fläche (24 %) wird zum Anbau von Getreide genutzt (Abb. 5-5). Anwelksilage wird von 5 % der Fläche gewonnen, wobei hier eine Schnitthäufigkeit von 3 Schnitten angenommen wurde. 5 % der Fläche dienen der Herstellung von Ganzpflanzensilage und 3 % der Herstellung von Corn-Cob-Mix (CCM)/Lieschkolbenschrot (LKS). Da der Rübenanteil in 2009 deutlich gesunken ist und nur noch 0,002% beträgt, ist er in Abb. 5-5 nicht dargestellt.

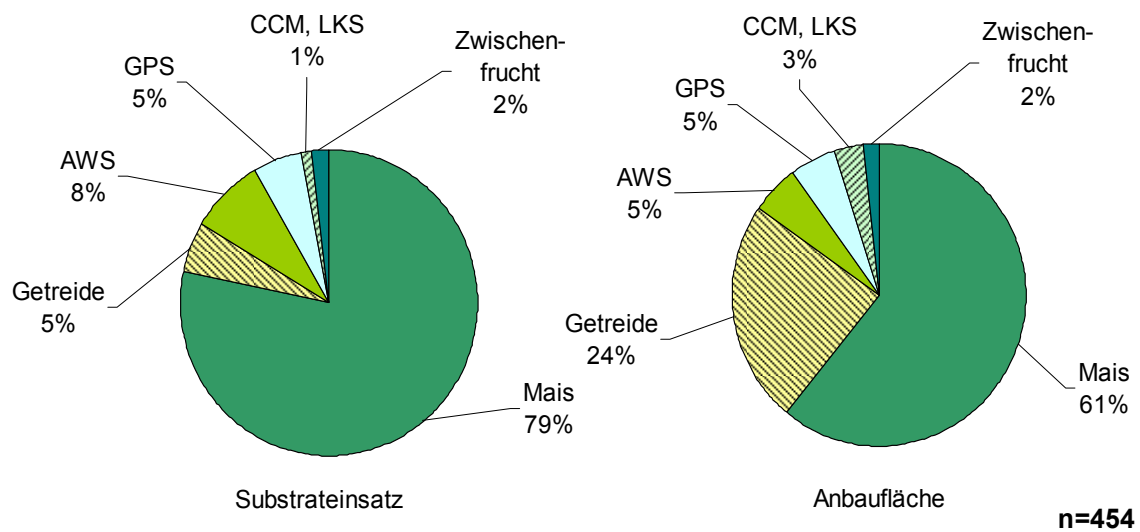


Abb. 5-5: Massebezogener Substrateinsatz und dafür verwendete Anbaufläche (Betreiberbefragung 2009)

5.3 Häufigkeitsverteilung des Substrateinsatzes

Bei der Auswertung der Häufigkeitsverteilung des Substrateinsatzes (n=283 Fragebögen) dominieren weiterhin die nachwachsenden Rohstoffe und werden in 91 % der Biogasanlagen verwendet. Hier ist die Einsatzhäufigkeit gegenüber dem Vorjahr angestiegen, sie betrug dort lediglich 85 %. Am zweithäufigsten mit 83 % kommt in den Betrieben der Wirtschaftsdünger zum Einsatz. Dieser deutliche Anstieg um 13 % gegenüber dem Vorjahr könnte ein erstes Anzeichen für einen verstärkten Einsatz durch die Gewährung des Güllebonus sein, aber auch hier bleibt die Folgeentwicklung zu überprüfen. Der Einsatz von Reststoffen hat sich nicht verändert und liegt weiterhin bei 5 %. Die Abfälle werden zum derzeitigen Stand der Auswertung in 6 % der Biogasanlagen eingesetzt. Hier wird jedoch in der Endauswertung ein höherer Wert erwartet, da noch nicht alle Fragebögen von Abfallanlagen mit einbezogen werden konnten.

5.3.1 Einsatzhäufigkeiten in der Substratgruppe nachwachsende Rohstoffe

In Hinblick auf die Häufigkeit des Substrateinsatzes wurden sämtliche Anlagen, die NawaRo einsetzen, mit einbezogen. Im Vergleich zum Vorjahr ist bei allen Substraten, außer der Zuckerrübe, eine Steigerung der Einsatzhäufigkeit zu verzeichnen. Mais wird mit 93 % am meisten genutzt und liegt damit 1 % über der Einsatzhäufigkeit im Vorjahr (Abb. 5-6). Anwelksilage verwenden knapp 60 % der Betriebe, gefolgt von Getreide mit 46 %. Der verstärkte Einsatz von Getreide (um 4 % häufiger als im Vorjahr), kann in den Getreidepreisen begründet sein, welche 2009 deutlich niedriger lagen als in 2008.

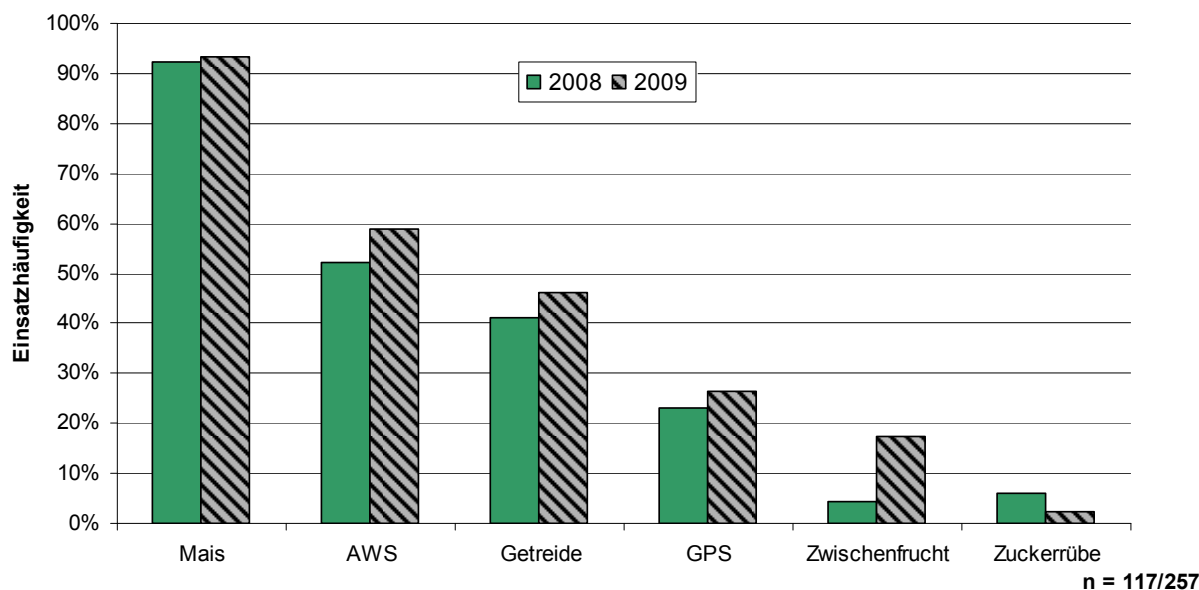


Abb. 5-6: Häufigkeit des Substrateinsatzes von nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen 2008/2009 (Betreiberbefragung 2008/2009 und 2009)

Ganzpflanzensilage wird ebenso stärker genutzt als im Jahr 2008, nämlich von 28 % der Betriebe. Der Anstieg des Einsatzes von Zwischenfrüchten auf 18 % ist als positive Entwicklung anzusehen, da hier zusätzliches Potenzial erschlossen und ggf. die Nutzung von Mais substituiert wird. Die Verwendung von Zwischenfrüchten, wie Grünroggen oder Leguminosen, bringt zudem einige Vorteile mit sich. So werden beispielsweise Arbeitsspitzen bei der Ernte gebrochen, durch die Bedeckung des Bodens auch über die Wintermonate wird der Erosion vorgebeugt und gleichzeitig werden durch die Stickstoffaufnahme der Pflanzen die N_{\min} -Werte²² abgesenkt. Der Anbau von Zwischenfrüchten kann die Flächenproduktivität erhöhen und sich je nach Sorte positiv auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken. Allerdings ist hierbei eine ausreichende Wasserversorgung ein oftmals begrenzender Faktor.

5.3.2 Einsatzhäufigkeiten in der Substratgruppe Wirtschaftsdünger

Die Auswertung aller Wirtschaftsdünger (WD) nutzenden Anlagen erfolgt in diesem Bericht untergliedert nach Tierarten (Abb. 5-7). In den Fällen, in denen die Anlagenbetreiber bei der Beantwortung der Fragebögen keine Unterteilung vorgenommen haben, sind die Substrate als Mischung Rind und Schwein (R + S) angegeben. An erster Stelle steht die Rindergülle mit 56 % Einsatzhäufigkeit, gefolgt von Rindermist mit 39 %. Am dritthäufigsten verwenden die Betriebe Hühnertrockenkot (HTK),

²²Die N_{\min} -Werte geben den Gehalt des pflanzenverfügbaren Stickstoffs im Boden an.

dieser liegt mit 19 % Einsatzhäufigkeit noch vor Schweinegülle, welche lediglich von 17 % der befragten Betriebe genutzt wird.

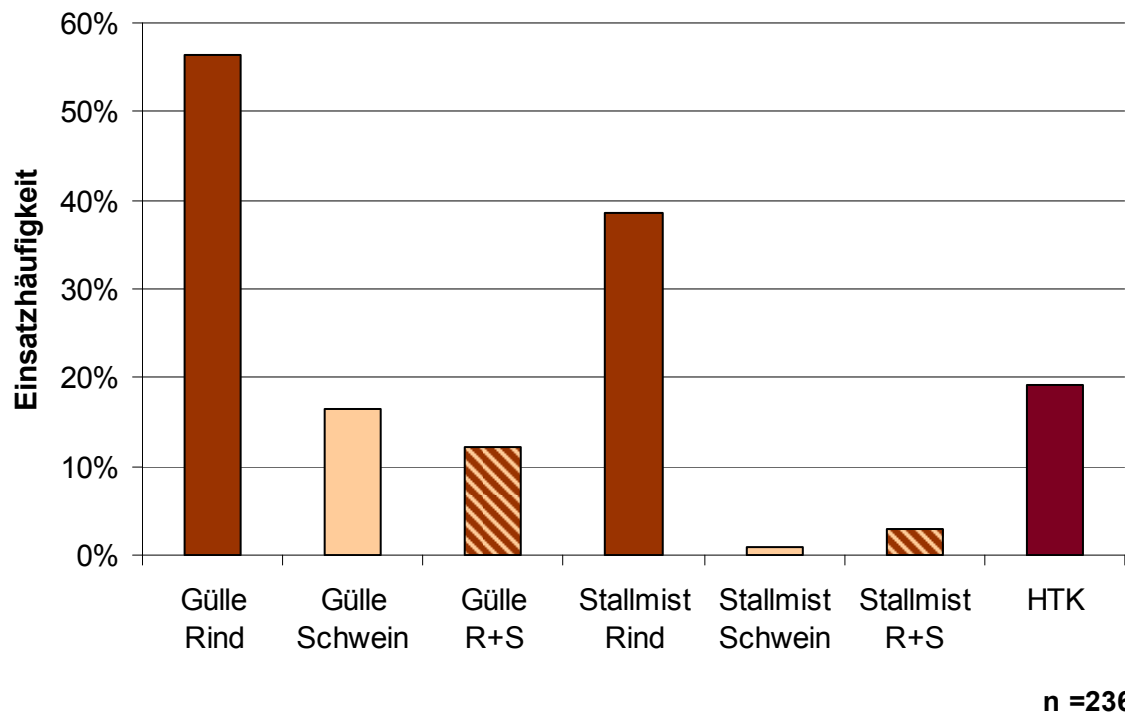


Abb. 5-7: Einsatzhäufigkeit der Substratgruppe Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009) n=236

Die eher geringe Verwertung von Schweinegülle in Biogasanlagen lässt sich mit ihrer Beschaffenheit begründen. Der niedrige TS-Gehalt von 6 % sorgt für eine sehr flüssige Konsistenz und ein geringes Biogaspotenzial, auch wenn die Gasbildung je kg organische Trockensubstanz (oTS) höher als bei Rindergülle ist. Beim Einsatz trockensubstanzarmer Schweinegülle in einer Biogasanlage ist im Winter keine ausreichende Absicherung der Prozesswärmeproduktion mehr gegeben. Zudem fallen bei den Schweineanlagen je Anlage geringere Mengen Gülle als bei Rinderanlagen und noch weniger Festmist in diesem Bereich an. Das spiegelt sich auch in der Auswertung wider, da Schweinemist lediglich von einem Prozent der Betriebe eingesetzt wird. Darüber hinaus ist zu beobachten, dass die Mehrzahl der Biogasanlagen an betriebseigene Milchviehbetriebe gekoppelt sind, 76 % der Betriebe gaben an, Wirtschaftsdünger vom eigenen Betrieb einzusetzen, wobei die Einsatzhäufigkeit der Exkremente aus der Rinderhaltung stark überwiegen. Zudem sind bei dieser Tierhaltungsform die Anbauflächen zur Fütterung mit Mais und AWS bereits vorhanden, was den Einstieg in die Biogasproduktion erleichtert, da hier dieselben Substrate als Einsatzstoffe verwendet werden. Lediglich 24 % der Betriebe nehmen Wirtschaftsdünger von externen Betrieben hinzu.

Zur Ausbringung der Gärreste wurde eine Gesamtfläche aller Betriebe von 105 000 ha angegeben. Der Anteil an eigenen Flächen, auf denen die Gärreste ausgebracht wurden, beträgt 70 %. Da die eigenen Flächen nicht ausreichen bzw. aufgrund der vorhandenen Tierhaltung keine zusätzlichen Nährstoffe eingesetzt werden können, wurden außerdem 30 % externe Flächen zur Gärrestausbringung genutzt.

5.4 Substratkosten

Die Angaben zu den Substratkosten erfolgten sehr restriktiv. Dennoch wurde versucht die Preise, die für den Zukauf externer Substrate gezahlt worden sind, im Vergleich zu den angegebenen Aufwendungen bei eigenem Anbau separat auszuwerten. Insgesamt haben je nach eingesetztem Substrat etwa 22 bis 80 % der Betreiber Angaben zu dem Preis des jeweiligen Substrats gemacht, wobei aber die große Streuung der Angaben (s-% = 9 % bis 97 %) und in den einzelnen Substratgruppen die geringe Anzahl der Preisangaben zu beachten ist (Tabelle 5-1, Tabelle 5-2):

Tabelle 5-1: Substratkosten eigener Anbau (Betreiberbefragung 2009)

Substratart 2009	Kosten €/t FM	Einsatzhäufigkeit	Anzahl der Preisangaben	Schwankungsbreite (s-%)
Mais/-silage	27,10	209	108	22
Getreide	110,77	94	51	19
Gras AF	28,00	56	14	31
Gras GL	26,35	138	45	46
GPS	27,50	59	13	30
Zwischenfrucht	16,25	33	10	52
CCM	70,00	8	5	69
LKS	89,00	7	2	97
Grünroggen	16,78	13	9	38
Zuckerrüben	22,50	5	2	47
Sonnenblumen	23,25	7	4	45

Tabelle 5-2: Substratpreise bei externem Zukauf (Betreiberbefragung 2009)

Substratart 2009	Preise €/t FM	Einsatzhäufigkeit	Anzahl der Preisangaben	Schwankungsbreite (s-%)
Mais/-silage	27,30	106	79	19
Getreide	113,00	40	32	16
Gras AF	21,30	8	6	52
Gras GL	23,00	27	16	37
GPS	27,10	13	11	21
Zwischenfrucht	13,00	7	3	68
CCM	75,00	2	2	9
LKS	k.A.	/	/	/
Grünroggen	k.A.	/	/	/
Zuckerrüben	23,00	2	2	47
Sonnenblumen	k.A.	/	/	/

Für Mais/-silage ergab sich ein mittlerer Preis von ca. 27 €/t Frischmasse (FM) unabhängig davon, ob im eigenen Anbau oder aus dem Zukauf. Die Datengrundlage ist hier nicht eindeutig, da nicht explizit angegeben wurde, ob die Preise frei Feld bzw. frei Silo, wie es in den westlichen Bundesländern häufig der Fall ist, oder als Silage, wie es in den neuen Ländern üblicher ist, gezahlt wurden. Allerdings ist die Streuung mit rund 20 % vergleichsweise gering. Die angegebenen Getreidepreise liegen im Mittel bei 111 €/t_{FM} und sind damit zur Vorjahreserhebung leicht abgesunken, was die Preisentwicklung am Markt Ende 2009 widerspiegelt. Für Corn-Cob-Mix und Lieschkolbensilage sind die üblichen Preise angegeben, allerdings ist hier die Einsatzhäufigkeit sehr begrenzt.

Bei den Angaben für Gras/-silage werden die Aufwendungen für die Produktion bei eigener Erzeugung höher bewertet als die Preise, die für den Zukauf dieser Substrate gezahlt werden. Auch hier ist die Datengrundlage nicht ganz eindeutig. Es ist aber zu vermuten, dass bei Einkauf von Gras/-silage nicht die vollen Kosten angesetzt werden. Insgesamt liegen die angegebenen Werte deutlich unter den Herstellungskosten, da hier wahrscheinlich der dritte und vierte Schnitt eingesetzt wurde, der in der Tierproduktion keinen Einsatz mehr findet, aber aus Sicht der Erhaltung der Grünlandqualität abgefahren werden sollte. Ebenso sind Kosten/Preise bei dem Substrat Zuckerrüben zu niedrig bewertet. Hier handelt es sich wahrscheinlich um Quotenüberschüsse (Überlieferungsmengen). Die Ganzpflanzensilage wurde ähnlich bewertet wie die Maissilage.

Für die Wirtschaftsdünger wurden im Mittel Preise zwischen 2 und 4 €/t_{FM} angegeben. Diese werden wohl für Anlieferung in Form von Transportkosten bezahlt. Lediglich bei HTK entstehen aufgrund des vorhandenen Marktes, der größeren Transportentfernungen und dem verstärkten Zukauf höhere Kosten - zwischen 11 € und 14 €/t_{FM}.

5.5 Grünland

Im Zusammenhang mit dem Anbau von nachwachsenden Rohstoffen wird oftmals auch der Verlust von Dauergrünland postuliert. Rund 29 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland, also 4 741 400 ha, ist Dauergrünland. Es besteht die Annahme, dass Grünlandflächen gezielt umgebrochen werden, um neue Flächen für die NawaRo-Produktion zu schaffen bzw. dass durch eine intensivere Nutzung die Biodiversität einzelner Flächen gefährdet ist. Um diese Aspekte betrachten zu können, ist es notwendig einige grundlegende Begriffe zum Grünland zu erläutern. In der Landwirtschaft gibt es drei Anbauformen zur Gewinnung von Anwelksilage bzw. Gras/Ackerfutter:

- Beim **Feld- oder Ackergrasbau** werden auf Ackerflächen Gräserenssaaten vorgenommen, die dann als Viehfutter verwendet werden. Nach ein- bis dreijähriger Nutzung werden diese Flächen umgebrochen, neu angesät oder als Ackerland genutzt. Rechtlich gesehen sind diese Flächen kein Grünland.
- Die Nutzung als **Wechselgrünland** verhält sich ähnlich. Nach vier bis fünf Jahren Nutzung als Grünland wird die Fläche wieder in Ackerland umgewandelt und eine bestimmte Zeit als Ackerland genutzt. In den Prämienanträgen werden diese Flächen als Ackerland angegeben.
- Neben den genannten zwei Nutzungsformen gibt es noch die Form des **Dauergrünlandes**. Es ist wie folgt definiert: „Dauergrünland sind Flächen, die durch Einsaat oder auf natürliche Weise (Selbstaussaat) zum Anbau von Gras oder anderen Grünfütterpflanzen genutzt werden und mindestens 5 Jahre lang nicht Bestandteil der Fruchtfolge des Betriebes sind (5-Jahres-Regelung). Hierzu zählt auch der ununterbrochene Anbau von Klee, Klee gras, Luzerne, Gras und Klee-Luzerne-Gemischen bzw. das Wechselgrünland. Durch die 5-Jahres-Regelung kann jährlich neues Dauergrünland entstehen, indem ununterbrochen 5 Jahre Grünfütterbau auf der betreffenden Fläche betrieben wird“ [12].

Der Erhalt von Dauergrünland ist in Deutschland wie folgt geregelt: Jedes Bundesland hat jährlich auf der Grundlage der Anträge auf Direktzahlungen den Anteil des Dauergrünlands an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche zu ermitteln und der EU-Kommission mitzuteilen. Dieser jährlich neu ermittelte Wert wird mit einem Basiswert verglichen. Der Basiswert errechnet sich aus dem Anteil der Dauergrünlandflächen des Jahres 2005, die bereits im Jahre 2003 Dauergrünland gewesen sind an der im Jahr 2005 von den Antragsstellern angegebenen landwirtschaftlichen Fläche. Hat sich der aktuell ermittelte Dauergrünlandanteil gegenüber dem Basiswert um 5 % oder mehr verringert, erlässt das jeweilige Land eine Verordnung, nach welcher der Umbruch von Dauergrünland einer vorherigen Genehmigung bedarf. Verringert sich der Anteil um 8 % kann, bei mehr als 10 % muss das Land Zahlungsempfänger, die umgebrochenes Grünland bewirtschaften, verpflichten, dieses wieder einzusäen oder auf anderen Flächen Dauergrünland neu anzulegen. Ackerflächen, die im Rahmen von Agrarumweltprogrammen in Grünland umgewandelt und anschließend wieder zu Ackerland umgebrochen wurden, sind von dieser Wiederansaatverpflichtung ausgenommen [12].

Des Weiteren können Grünlandflächen nach ihrer Nutzungsintensität in Wirtschafts-, Extensiv- und Naturschutzgrünland eingeteilt werden. In der Regel verfügen Extensiv- und Naturschutzgrünland über eine höhere Biodiversität als Wirtschaftsgrünland. Die Bewertung der Biodiversität kann anhand der Vorkommen naturschutzfachlich wertvoller Pflanzenarten erfolgen. In Thüringen wurde im Rahmen der

Evaluierung von Agrarumweltprogrammen eine Methode zur vergleichenden Bewertung von Grünlandflächen entwickelt und erprobt.

Im Rahmen der Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (NachhaltigkeitsVO; Richtlinie 2009/28/EG) wird der Grünlandbegriff auch in natürliches und künstlich geschaffenes Grünland untergliedert. Der Begriff „natürlich“ wird in der Regel zur Kennzeichnung bestehender Offenlandvegetation ohne menschlichen Einfluss verwendet. Diese Grünlandflächen entstehen unter bestimmten klimatischen und weiteren Faktoren, wie natürlicher Beweidung und natürlichem Feuer. Dies trifft unter den Klima- und Standortbedingungen Deutschlands nur für wenige Sonderstandorte zu, beispielsweise für Salzwiesen/ Salzgrasland an Nord- und Ostseeküste.

Als „künstlich geschaffenes“ Grünland werden Flächen bezeichnet, die ohne Eingriff von Menschenhand nicht als Grünland erhalten bleiben würden. „Hierunter fallen vorrangig landwirtschaftlich genutzte Flächen, auf denen Grünfütterpflanzen als Dauerkultur angebaut werden. Es kann sich um Dauergrünland wie Wiesen, Mähweiden und Weiden handeln“ [11].

In der NachhaltigkeitsVO wird von Grünland mit hoher biologischer Vielfalt gesprochen, was bedeutet, dass die natürliche Artenzusammensetzung, ökologische Merkmale und Prozesse intakt sind (natürliches Grünland) oder dass das Grünland artenreich und nicht degradiert ist (künstlich geschaffenes Grünland). Bei künstlich geschaffenen Grünland kann es sein, dass die Ernte der Biomasse zur Erhaltung des Grünlandstatus erforderlich ist.

5.5.1 Entwicklung von Dauergrünland in Deutschland

Die Entwicklung des Dauergrünlands in Deutschland von 2003 bis 2009 weist im Deutschlandmittel eine Abnahme von 3,6 % auf (Abb. 5-8).

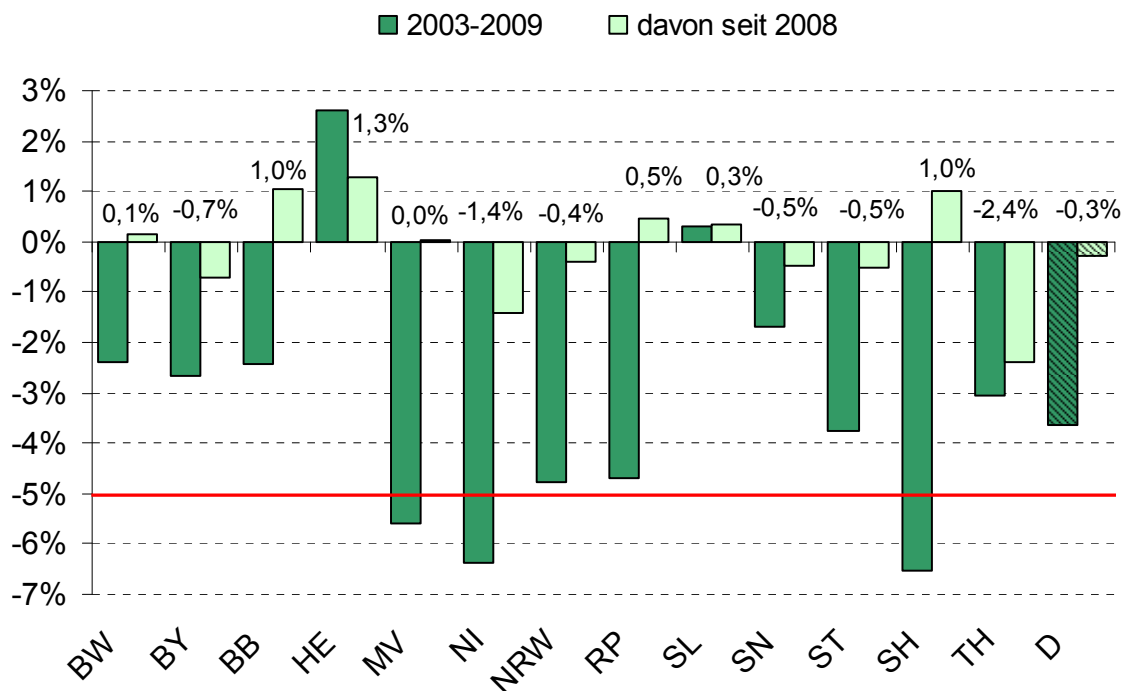


Abb. 5-8: Verlust von Dauergrünland nach Bundesländern und für Gesamtdeutschland (D), Stand Herbst 2009 im Vergleich zum Referenzjahr 2003, nach [10]

Aufgrund der Überschreitung der 5-% Grenze ist in den Bundesländern Rheinland-Pfalz, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein/Hamburg und Ende 2009 auch in Niedersachsen/Bremen ein Umbruchverbot ausgesprochen worden [16]. Ein besonders deutlicher Verlust im letzten Jahr ist in Niedersachsen und Thüringen zu verzeichnen. Warum die Verluste gerade in Thüringen so sprunghaft angestiegen sind und ob die Zahlen anhand anderer Auswertungen bestätigt werden können, kann aufgrund noch nicht vorhandener Daten aus 2009 zum jetzigen Zeitpunkt nicht bestimmt werden. In den Bundesländern, in denen schon länger ein Umbruchverbot besteht, scheint es zu einer Stagnation bzw. sogar zu einer Zunahme an Dauergrünland gekommen zu sein. Jedoch konnte auch hier nicht abschließend festgestellt werden, ob die Fläche tatsächlich zugenommen hat oder es sich lediglich um eine statistische Steigerung handelt.

Die Ursachen für die Abnahme von Grünland sind jedoch nicht nur im Umbruch durch die Landwirtschaft zu suchen. Ein Grund für die Verringerung der Grünlandfläche ist der Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche. So wurden beispielsweise in den Jahren 2005 bis 2008 ca. 104 ha Bodenfläche/Tag für Siedlung und Verkehr verbraucht [17]. Der Anteil an Grünland an dem Verlust der gesamten beihilfefähigen Agrarfläche von 32 500 ha umfasst eine Fläche von 23 000 ha, obwohl das Dauergrünland weniger als ein Drittel der Agrarfläche ausmacht [10].

Weitere Ursachen können auch in der Aussagekraft der Statistik liegen. Die Erfassung der Dauergrünlandflächen basiert auf den gemeldeten Flächen für die GAP-Flächenförderung. Demnach werden Flächen, für die kein Antrag gestellt wurde, auch nicht berücksichtigt, obwohl sie noch als Grünland existieren. Dies kann bei kleinen Flächen beobachtet werden, beispielsweise für die Pferdehaltung, die in den Anfängen des Betriebsprämienystems noch beansprucht wurden, aber aufgrund relativ geringer Beihilfesummen kaum noch aktiviert werden. Auch ist die auf Basis der

Antragsdaten ermittelte landwirtschaftliche Gesamtfläche größer geworden bzw. hat weniger stark abgenommen. Mit den Obst- und Gemüsekulturen sowie den Baum- und Rebschulen in 2008 und den Rebflächen in 2009 sind zusätzliche Flächen antragsfähig geworden. Dies lässt den Anteil an Dauergrünland abnehmen, obwohl kein tatsächlicher Verlust stattfindet. Auch 2010 ist im Zuge des „Health Checks“ der gemeinsamen Agrarpolitik und der damit verbundenen Mindestbeihilfe fläche mit einem Rückgang der Dauergrünland fläche zu rechnen. Betriebe, die weniger als 1 ha bewirtschaften, können keinen Beihilfeantrag mehr stellen und der größte Teil dieser aus der Statistik fallenden Flächen wird wiederum Dauergrünland sein [15].

Somit lassen sich aus der alleinigen Betrachtung der Grünlandverluste auf Grundlage der InVeKos²³-Daten keine Rückschlüsse ziehen. Es bleibt unklar, ob die Flächen einer anderen Nutzung zugeführt wurden oder ob sie lediglich nicht mehr als Förder fläche gemeldet werden.

Der abnehmende Rinderbestand in Deutschland bewirkt, dass weniger Grünland zur Futterproduktion genutzt wird. 2009 gab es in Deutschland noch 12,9 Millionen Rinder, das ist eine Abnahme gegenüber 2008 um 0,7 % [18]. Die Daten der Vorjahre sind nicht direkt vergleichbar, da die Erfassung der Tiere ab 2008 über die HIT²⁴-Datenbank erfolgte und nicht mehr durch die Befragung der Vieh haltenden Betriebe. Dennoch ist aus der Statistik zwischen 1993 und 2008 auch ein Abbau der Rinderbestände um 3 % festzustellen [19].

5.5.2 Grünlandnutzung für Biogasanlagen

Da der Grünlandaufwuchs auch in Biogasanlagen genutzt werden kann, besteht hier eine Möglichkeit, vorhandene Grünland flächen zu erhalten. Flächen, deren Aufwuchs durch die Verringerung der Rinderbestände nicht mehr genutzt werden können, werden somit weiter gepflegt.

Die 183 Anlagenbetreiber, die im Fragebogen vollständige Angaben zur Betriebs fläche gemacht haben, bewirtschaften insgesamt 110 151 ha LF. Davon werden 2 856 ha zur Erzeugung für AWS zur Nutzung in der Biogasanlage verwendet. Das macht einen Anteil von 2,7 % an der gesamten Grünland fläche und knapp 12 % der gesamten zur Erzeugung von Biomasse genutzten Fläche der befragten Betriebe aus. Es ist davon auszugehen, dass für die Flächen keine vollständige Nutzung durch Tierhaltung mehr gegeben ist und besonders die dritten und vierten Aufwüchse in Biogasanlagen eingesetzt werden. Die Abfuhr und Nutzung des Aufwuchses trägt zu einer Erhaltung der Grünlandqualität dieser Flächen bei.

²³ Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem

²⁴ Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere

Bei der diesjährigen Umfrage gaben 50 % der derzeit ausgewerteten Betriebe an, AWS einzusetzen. Um genauer differenzieren zu können, wurde die Abfrage in Grünland und Ackerland unterteilt (Abb. 5-9). Wo keine untergliederten Angaben vorhanden waren, wurden die Angaben unter AWS Acker + Grünland zusammengefasst. Dieser Anteil macht 25 % der eingesetzten Substratmenge aus. Die Gewinnung von AWS vom Acker hat einen verhältnismäßig geringen Anteil von 8 %, hingegen werden 67 % vom Grünland gewonnen.

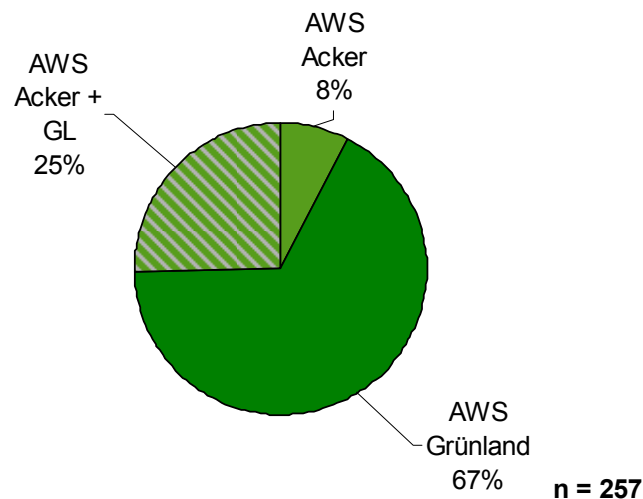


Abb. 5-9: Mengenteile der eingesetzten Anwelksilage (Betreiberbefragung 2009)

Ebenso wurden die Anlagenbetreiber (n=257) zu einer Umnutzung des Grünlandes nach Bau der Biogasanlage befragt. Hier gaben 91 % der Betreiber an, dass keine Umnutzung vorgenommen wurde. Von den 9 %, die eine Änderung bestätigten, wurden überwiegend Schnitte genutzt, die vorher keine Verwendung gefunden haben. In einigen Fällen wurden Flächen, die vorher der Heugewinnung dienten, jetzt zur Silageherstellung eingesetzt. Weitere Änderungen im Grünland erfolgten in einem Fall durch die Aktivierung vorher stillgelegter Flächen und im umgekehrten Fall durch Einsaat von feuchtem Ackerland zu Grünland. Lediglich drei Betriebe gaben an, Grünland umgebrochen zu haben, von denen zwei keine Angaben gemacht haben zu welchen Zwecken, zum Anbau von Biogassubstrat oder Tierfutter. Somit bestätigte sich durch die Betreiberumfrage der Trend zum Grünlandumbruch nicht. Auch konnte durch eine Telefonabfrage bei verschiedenen Grünlandexperten der Länder keine eindeutige Aussage getroffen werden, zu welchen Zwecken die umgebrochenen Grünlandflächen eingesetzt werden. Erhebungen in diesem Bereich gibt es nur wenige. In Niedersachsen wurde beispielsweise keine Korrelation zwischen der Abnahme der Grünlandflächen und der installierten Leistung der Biogasanlagen in bestimmten Kreisen festgestellt [14]. Jedoch konnte ein Bezug zur Aufstockung der Quote, das heißt eine Erhöhung der Milchviehbestände hergestellt werden, was wiederum bedeutet, dass ebenso Grünlandflächen zum Anbau von Tierfutter umgenutzt werden und nicht nur zur Substratgewinnung für Biogasanlagen. Darüber hinaus ist laut Cross Compliance eine Fruchtfolge einzuhalten, womit sich die Nutzung auf Biomasse-, Tierfutter- und Nahrungsmittelproduktion verteilt und nicht nur einer Nutzungsart zugeordnet wird, wie z. B. der ausschließliche Anbau von Mais für die Biogasproduktion.

5.6 Landschaftspflegematerial

Um der Flächenkonkurrenz entgegenzuwirken, wird in den letzten Jahren verstärkt versucht, Biomasse, die als Reststoff (bspw. von Landschaftspflegeflächen) anfällt, als Substrat in Biogasanlagen zu verwenden. Werden solche Materialien mit mehr als 50 % Anteil an der Frischmasse aller eingesetzten Stoffe verwendet, wird der Landschaftspflegebonus von 2 €/t/kWh gewährt. Dieser Bonus soll Anreiz zum Einsatz von Landschaftspflegematerial schaffen und die Mehraufwendungen, die bei der Vergärung des relativ inhomogenen Materials auftreten können, abmildern.

Als Landschaftspflegematerial (LPM) werden Pflanzen oder Pflanzenbestandteile bezeichnet, die bei Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung eines bestimmten Zustands der Natur und Landschaft anfallen. Der Begriff umfasst auch Materialien aus forst- und landwirtschaftlicher sowie gartenbaulicher Tätigkeit, sofern diese vorrangig der Landschaftspflege dient. Ein „Anfallen im Rahmen der Landschaftspflege“ ist gegeben, wenn Schnitt- oder Mahdgut auf Flächen anfällt, wie gesetzlich geschützten Biotopen, besonders geschützten Natur- und Landschaftsteilen, auf Vertragsnaturschutzflächen und auf Flächen aus Agrar-, Umwelt- oder vergleichbaren Förderprogrammen. Ebenso darunter fallen Flächen, auf denen die Bewirtschaftungsauflagen solcher Programme freiwillig eingehalten werden und Flächen auf denen vegetationstechnische Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Das hierbei anfallende Material, wie Straßenbegleitgrün, kommunaler Grasschnitt, Grünschnitt aus der privaten und öffentlichen Garten- und Parkpflege sowie von Golf- und Sportplätzen, ebenso wie von Gewässerrandstreifen, soll als Landschaftspflegematerial eingesetzt werden können. Allerdings sind hier die abfallrechtliche Grenze zu Bioabfall und die sich daraus ergebenden Konsequenzen zu beachten. Sollte das Material nicht von den vorher genannten Flächen stammen, dienen der Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie die maximal zweischürige Mahd im Jahr als Indizien, dass es sich um Landschaftspflegematerial handelt [20].

Der Nachweis der Biogasanlagenbetreiber über das eingesetzte Material erfolgt über die Flächenherkunft bzw. über das Einsatzstofftagebuch. Ob der Anteil von mehr als 50 % eingehalten wurde, ist von einem Umweltgutachter zu bestätigen.

Derzeit wird kaum Landschaftspflegematerial in Biogasanlagen eingesetzt. Das spiegelt sich auch in der Umfrage wider. Den Landschaftspflegebonus erhält von 301 ausgewerteten Fragebögen nur ein Betrieb, bei zwei weiteren ist er beantragt. Ursache hierfür kann sein, dass anfänglich nicht eindeutig klar war wie der Begriff des Landschaftspflegematerials definiert ist. Ebenso stellt der mengenmäßige Anteil durch den Begriff „überwiegend“, mit 50 % festgelegt, verfahrenstechnisch eine große Hürde dar. Zusätzlich ist die Konservierung des Materials für den Einsatz außerhalb der Vegetationszeit schwierig.

Bei der Verwendung von Landschaftspflegematerial in landwirtschaftlichen Biogasanlagen dürfen folgende Eigenschaften nicht außer Acht gelassen werden, die deutlich als einsatzbeschränkend wirken: Landschaftspflegematerial fällt in unregelmäßigen Abständen an und darf oft nur ein Mal im Jahr geerntet werden. Die Qualität und das Gasbildungspotenzial ist als eher gering einzustufen und sehr heterogen aufgrund der individuellen und landschaftsspezifischen Zusammensetzungen und Verunreinigungen. Das faserige Material mit vergleichsweise hohen TM-Gehalten lässt sich schlecht silieren und benötigt eine aufwändigere Aufbereitung bzw. eine besondere Fermentertechnologie. Oftmals ist eine „normale“ landwirtschaftliche Nassvergärungsanlage nicht auf die spezifischen Eigenschaften von Landschaftspflegematerial ausgelegt. Um einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage

zu gewährleisten, müssen die Kosten für das eingesetzte Landschaftspflegematerial (und Reparaturen) möglichst gering gehalten werden.

Hier kann laut Bahrs [9] eine Anlage, die weniger Prozent-Anteil Landschaftspflegematerial einsetzt, höhere Kosten für die Bereitstellung des Materials aufwenden. Während eine Anlage, die mit 34 % Gülle, 15 % Maissilage und 51 % Landschaftspflegematerial höchstens 20 €/t Landschaftspflegematerial zahlen kann, kann eine Anlage mit 34 % Gülle, 56 % Maissilage und 10 % Landschaftspflegematerial 40 €/t Landschaftspflegematerial und mehr aufwenden und erhält trotzdem eine höhere Entlohnung der eingesetzten Arbeitskraft.

5.7 Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen

Die Auswertung der Fragebögen hat gezeigt, dass sich die Entwicklungen des Vorjahres weitestgehend fortsetzen. So stellt Mais immer noch die bedeutendste Fruchtart unter den nachwachsenden Rohstoffen dar. Eine positive Entwicklung ließ sich in der Ausweitung des Einsatzes von Zwischenfrüchten/Grünroggen feststellen, was zu einer Substitution von Mais führen kann.

Eine genauere Betrachtung der Grünlandentwicklung bei den einzelnen Betrieben hat zu keiner hinreichenden Erkenntnis geführt, da die meisten Anlagenbetreiber angaben, keine Umnutzung von Grünland vorgenommen zu haben. Hier bestätigt sich die Aussage aus dem Vorjahr, in der sich die Grünlandfläche auch nur geringfügig verringert hatte. Ob und für welchen Zweck Grünland umgenutzt wird, bleibt offen. Eine Intensivierung der Grünlandnutzung hingegen gaben mehrere Anlagenbetreiber an. Hier ist zu prüfen, inwieweit sich Auswirkungen auf den Flächenstatus ergeben.

Der Einsatz von Landschaftspflegematerial in Biogasanlagen tendiert derzeit gegen Null. Besonders die Regelung des 50 %-Anteils scheint als Hemmnis zu wirken.

Die nicht gewährte ganzjährige Verfügbarkeit und die Beschaffenheit des Materials sowie die höheren Anforderungen an die Technik treten als weitere Hemmnisse auf. Somit gestaltet sich der Einsatz unter den derzeitigen Bedingungen als wenig ökonomisch.

Zusätzlich treten immer wieder Fragen bei der Definition von Landschaftspflegematerial auf. Es ist demnach weiterhin eine Präzisierung des Landschaftspflegebegriffs erforderlich. Regelungen zur Veränderung des 50 %-Anteils, wie z. B. die Boni prozentual zur Einsatzmenge zu gewähren und/oder eine Erhöhung des Landschaftspflege-Bonus könnten den Einsatzumfang ggf. deutlich steigern und somit bisher ungenutzte Biomasse einer sinnvollen Verwertung zuführen.

6 Zusammenfassung

Seit der Einführung des EEG im Jahr 2000 sorgten die Vergütungsregelungen des EEG für einen starken Ausbau der Stromerzeugung zunächst auf Basis von fester und seit der ersten Gesetzesnovelle im Jahr 2004 auch von gasförmiger Biomasse. Etwas anders sieht es bei der Verstromung von flüssiger Biomasse (Pflanzenölen) aus, deren Ausbau – nach einem starkem Wachstum in den Jahren 2005-2007 – zunächst aufgrund einiger technischer Probleme und später aufgrund hoher Rohstoffpreise ins Stocken geraten war und im Rahmen der EEG-Neufassung weitere Einschränkungen erfährt.

Generell wird mit dem EEG der Zweck verfolgt, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2020 auf mindestens 30 % zu erhöhen. Der Geltungsbereich des EEG hinsichtlich der für eine EEG-Vergütung zulässigen Rohstoffe ist in der Biomasse-Verordnung geregelt. Allgemein ist die Vergütung für eingespeisten Strom aus Bioenergieanlagen abhängig von der Anlagenleistung, dem eingesetzten Brennstoff, der Technologie, der Wärmeauskopplung sowie dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Biomasseanlage. Sie besteht aus einer Grundvergütung und unterschiedlichen Boni, die zusätzlich gewährt werden können.

Zusammenfassend zeigt sich in Tabelle 6-1, dass die Bereitstellung von Strom aus Bioenergieanlagen im Jahr 2009 mit etwa 21,2 TWh_{el}²⁵ einen bedeutenden Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland bereitstellen konnte²⁶. Der größte Anteil an der Stromerzeugung aus Biomasse ist auf die Biogaserzeugung und -nutzung sowie auf den Einsatz fester Biomasse zurückzuführen. In Abb. 6-1 ist die Verteilung der Stromerzeugung aus Biomasse für das Jahr 2009 dargestellt.

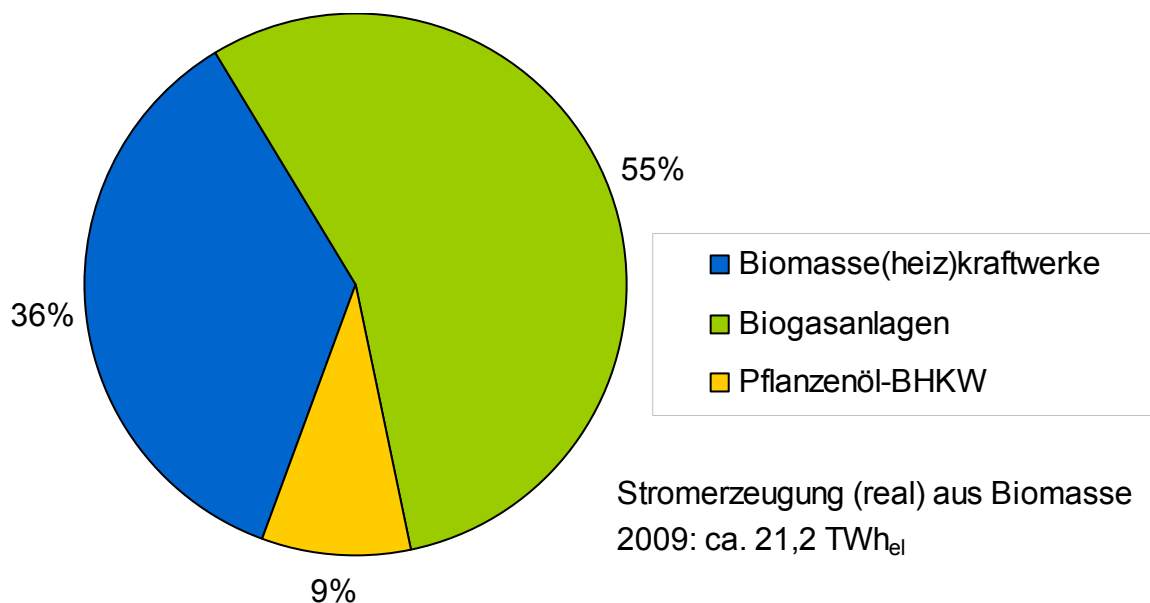


Abb. 6-1: Verteilung der Stromerzeugung aus Biomasse in 2009

²⁵ Stromerzeugung aus Biomasse ohne die Berücksichtigung der Papierindustrie.

²⁶ Laut BBE-Pressemitteilung 10/2010 wuchs die Stromproduktion aus biogenen Rohstoffen im Jahr 2009 um 1,0 Prozentpunkte auf 5,2 %, was 32 % der gesamten erneuerbar erzeugten Strommenge entspricht.

Die Entwicklung der Biomassenutzung im Hinblick auf die installierte elektrische Leistung (MW_{el}) im Bereich der festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger verdeutlicht Abb. 6-2.

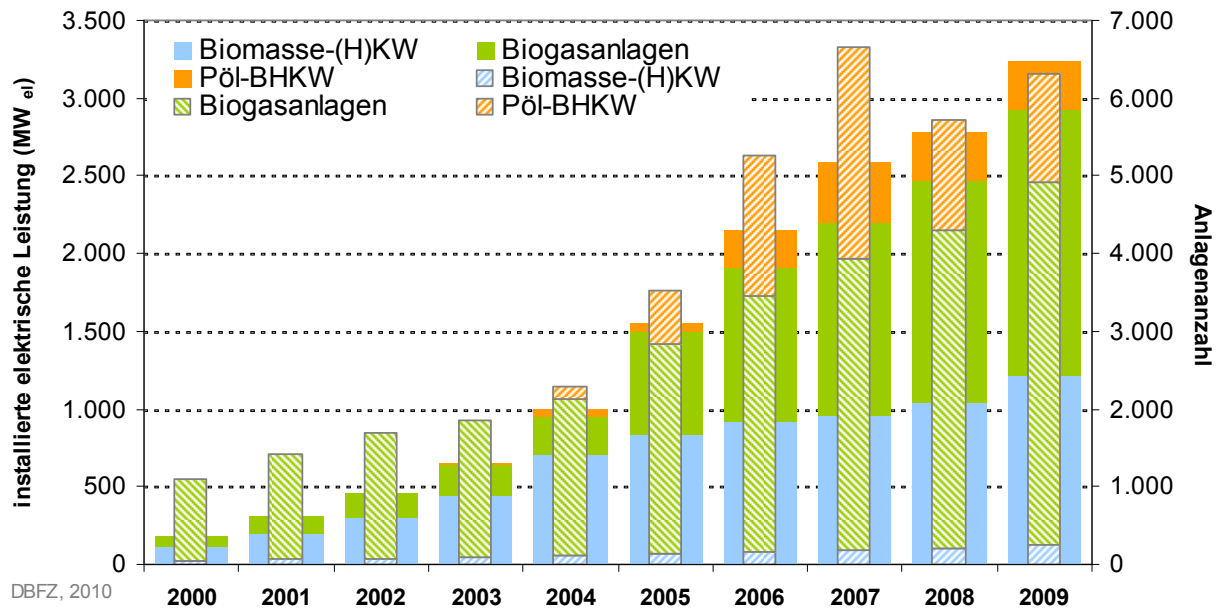


Abb. 6-2: Entwicklung der installierten Anlagenleistung zur Stromerzeugung aus Biomasse

Tabelle 6-1: Stand der Biomassenutzung in Anlagen zur Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung im Jahr 2009 (Bearbeitungsstand: März 2010)²⁷

	Einheit	Feste Bioenergie-träger ²⁸	Gasförmige Bioenergie-träger	Flüssige Bioenergie-träger	Summe
Bestand Ende 2009					
Anlagenanzahl		249	4 671	ca. 1 400	6 320
davon $\leq 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		79	4 476	ca. 1 370	
davon $> 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		170	ca. 195	ca. 30	
Installierte Leistung	MW_{el}	1 211	1 719	310	3 240
davon $\leq 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		41,5	ca. 1 285	ca. 220	
davon $> 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		1 169,5	ca. 434	Ca. 90	
Durchschnittl. Anlagenleistung	kW_{el}	4 900	368	220	
davon $\leq 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		525	287	150	
davon $> 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		6 879	2 226	2 600	
Stromerzeugung (realisiert)	$\text{TWh}_{\text{el}}/\text{a}$	7,6	11,7	1,9	21,20
davon $\leq 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		0,2	8,8	1,3	
davon $> 1 \text{ MW}_{\text{el}}$		7,4	2,9	0,6	
Wärmenutzung	$\text{TWh}_{\text{th}}/\text{a}$	14,2	ca. 4,8 – 5,5	ca. 2,1	21,1-21,8
Technologien					
Relevante innovative Technologien		ORC-Technik (ca.74 Anl.), Vergasungsanlagen (ca. 10), Dampfmotor (ca. 10 Anlagen)	Aufbereitung/ Einspeisung Biogas, Einsatz von Oxidationskatalysatoren und Aktivkohlefiltern, Großflügelrührwerke, Einsatz von Spurenelementen zur Optimierung der Prozessbiologie	(Nachverstromung mit ORC)	

²⁷ Die Abschätzung der Daten zum Bioenergieanlagenbestand sowie der realisierten Stromerzeugung resultieren aus dem zum Zeitpunkt der Berichtserstellung bekannten Wissenstand. Es wird erwartet, dass im Laufe der Folgemonate voraussichtlich aktualisierte Daten zur Verfügung stehen, beispielsweise von einzelnen Bundesländern sowie den derzeitigen Aktivitäten zur Erstellung eines Anlagenregisters bei der BLE. Diese Daten werden bei der weiteren Berichtserstattung einbezogen und fortlaufend aktualisiert.

²⁸ nur EEG-fähige Biomasse(heiz)kraftwerke zum Ende des Jahres 2009 einbezogen (jedoch ohne Berücksichtigung der Anlagen in der Papier- und Zellstoffindustrie)

	Einheit	Feste Bioenergieträger ²⁸	Gasförmige Bioenergieträger	Flüssige Bioenergieträger	Summe
Innovative Technologien am Bestand	% aller Anlagen	ca. 38	k.A.	0	
Rohstoffe					
Wichtigste Rohstoffe		Waldrestholz Altholz Industrierestholz (Rinde, Sägenebenprodukte)	Mais Gülle GPS Gras	Palmöl Rapsöl	
Rohstofflieferanten		Entsorger holzbe- und verarbeitende Industrie Forstbetriebe	Landwirte Entsorgungsdienstleister	international agierende Großhändler Ölmühlen Landhandel,	
Entwicklung der Rohstoffpreise		Altholz- und Waldrestholzpreise tendenziell ansteigend	Preissteigerungen für NawaRo, leichter Rückgang der Getreidepreise	stark volatiler Markt	
Flächenbedarf	1 000 ha/a	-	560-580	Raps: 21, Ölpalme: 110, Soja: k. A. ²⁹	rd. 600 im Inland, 200 im Ausland

Sowohl die aktuelle Entwicklung als auch die erwarteten Trends zeigen, dass das EEG in der heute gültigen Form zur Diversifizierung der in Bioenergieanlagen eingesetzten Rohmaterialien sowie der entsprechenden Konversionstechnologien – bei einer insgesamt deutlich zu beobachtenden Marktausweitung – beiträgt. Dabei stellen sich aber auf der Basis des gültigen energiewirtschaftlichen Rahmens die Perspektiven für die festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger unterschiedlich dar.

- In den bestehenden **Biomasse(heiz)kraftwerken** wird noch immer zu einem Großteil Altholz genutzt. Der Einsatz naturbelassener biogener Festbrennstoffe gewinnt zwar zunehmend an Attraktivität, ist aber wegen der vergleichsweise hohen Brennstoffkosten nur bei sehr guten Standortrahmenbedingungen betriebswirtschaftlich möglich. Der Ausbau der installierten elektrischen Leistung im Festbrennstoffsektor kann deshalb in den vergangenen 3 Jahren eher als moderat gegenüber dem Zeitraum 2004 bis 2006 bezeichnet werden. Während in der

²⁹ keine Angaben derzeit verfügbar; Flächen befinden sich außerhalb Deutschlands

Vergangenheit vorrangig Dampfturbinen zum Einsatz kamen, konnten sich in den letzten Jahren vor allem innovative Stromerzeugungstechnologien im kleinen und mittleren Leistungsbereich (Größenordnung bis 5 MW_{el}) am Markt etablieren und die hier noch vorhandenen Ausbaupotenziale erschließen. Insbesondere die ORC-Technologie mit einer hohen Wärmeauskopplung kann dabei ein großes Nachfragesegment decken. Der Einsatz von anderen Technologien hängt ganz wesentlich von der Entwicklung marktreifer Verfahren und Systeme in den unterschiedlichen Leistungsklassen ab. Neben der technischen Weiterentwicklung ist für den mittelfristigen Ausbau der Festbrennstoffnutzung entscheidend, ob zukünftig eine breitere Rohstoffbasis zu einem aus ökonomischer Sicht attraktiven Brennstoffpreis verfügbar ist. Mit dem geringfügig erhöhten NawaRo-Bonus für den Einsatz von Kurzumtriebsplantagenhölzern in Anlagen größer 5 MW_{el} wurden in der EEG-Neufassung dazu erste Anreize gesetzt. Nach der Klarstellung der Definition zum Landschaftspflegematerial wird sich in den kommenden Jahren zeigen, ob hiermit größere Anreize für die Bereitstellung zusätzlicher Biomassepotenziale geschaffen werden konnten und der Anteil an Landschaftspflegeholz zur anteiligen Strom- und Wärmebereitstellung erhöht werden kann.

- **Biogasanlagen** werden weiterhin mit deutlich steigender Tendenz in einem weiten Anwendungsbereich auf der Basis von Rückständen, Nebenprodukten (z. B. Gülle) und/oder Energiepflanzen gebaut. Trotz der hohen Anlagenanzahl bereits bestehender Biogasanlagen, erscheinen mittelfristig noch erhebliche Ausbaupotenziale vorhanden, wenn die Technik weiter verbessert und ausreichend Substrate kostengünstig verfügbar sind. Die installierte Anlagenleistung als auch die in Biogasanlagen realisierte Stromerzeugung hat inzwischen selbst den Beitrag biogener Festbrennstoffe weit übertroffen. Dies kann auf die im Vergleich relativ vorteilhaften Rahmenbedingungen und Anreizwirkungen des EEG zurückgeführt werden. Somit wurde seit der ersten Novellierung des EEG und der Einführung des NawaRo-Bonus ein umfassender Anreiz zum Einsatz von angebauten Biomassen (Energiepflanzen) gesetzt, der insbesondere bei der Stromerzeugung aus Biogas und befristet auch im Sektor der Pflanzenöl-BHKW zum Tragen kommt/kam. Für den Energiepflanzenanbau zum Einsatz in Biogasanlagen wurden in 2009 schätzungsweise 530 000 ha im Inland genutzt, wobei in einem begrenzten Umfang sowohl Stilllegungs- und Energiepflanzenprämienflächen als auch konventionelle Ackerflächen genutzt wurden. Gemessen an der Ackerfläche in Deutschland (~ 12 Mio. ha) werden derzeit etwa 5 % der verfügbaren Ackerfläche für die Stromerzeugung aus Biogas verwendet. Etwa zu 75 % wurden auf der Energiepflanzenfläche Maiskulturen für den Einsatz in Bioenergieanlagen angebaut.
- **Pflanzenöl-BHKW** können hingegen nur dann wirtschaftlich betrieben werden, wenn das Pflanzenöl zu sehr günstigen Preisen bereitgestellt werden kann und die anfallende Wärme (fast) vollständig genutzt wird. In 2007/2008 mussten deshalb fast 50 % aller Bestandsanlagen bzw. neu installierter Anlagen wieder außer Betrieb genommen werden, was zu einem Markteinbruch bei der Stromerzeugung aus Pflanzenöl führte. Im Jahr 2009 sanken die Pflanzenölpreise wieder auf ein moderates Preisniveau, was zumindest den Trend zu weiteren Anlagenstilllegungen stoppte. Dennoch verunsichern derzeit viele Anlagenbetreiber die stringenten Nachhaltigkeitsanforderungen und häufig noch undurchsichtigen Zertifizierungssysteme, weshalb auch die Kosten für deren Nachweisführung noch nicht abschließend beurteilt werden können. Vor diesem Hintergrund konnte auch im Jahr 2009 kein nennenswerter Anlagenzubau im Pflanzenölsektor zur Stromerzeugung verzeichnet werden. Es lässt sich nur schwer abschätzen, wie die Weiterentwicklung der Branche aussehen könnte, da hier in der Vergangenheit einerseits ein sehr

schnell reagierender Markt mit rasantem Marktwachstum zu beobachten war, andererseits aber mit der Einführung der Nachhaltigkeitsnachweise und den Unsicherheiten verbunden mit möglichen Preisschwankungen eine neue Marktbelebung eher behindert wird. Derzeit wird der Einsatz von Pflanzenöl zur Stromerzeugung weiterhin durch den Import von Palmöl dominiert, dessen Einsatz seit der EEG-Neufassung (nach Ablauf der Übergangsfrist) nur noch mit einem Nachweis der Nachhaltigkeit möglich ist. Insbesondere die hohen Treibhausgasemissionen durch Landnutzungsänderungen stehen beim Anbau von Ölpalmen und Sojapflanzen in der Kritik. Die Zertifizierung von Pflanzenölen nach der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung ist bis Redaktionsschluss nur langsam vorangekommen

Mit der Neufassung des EEG in seiner jetzigen Form ist in den kommenden Jahren vor allem im Biogasbereich ein weitergehender Ausbau der Stromerzeugung aus Biomasse zu erwarten. Daneben scheint sich auch im Bereich der Festbrennstoffanlagen der konstante Ausbau des Anlagenparks – allerdings auf einem relativ niedrigem Niveau – konstant fortzusetzen. Tendenziell finden vorrangig Anlagenkonzepte im kleinen und mittleren Leistungsbereich eine Umsetzung, da nur mit einer hohen Wärmeauskopplung die ökonomische Darstellbarkeit der Anlagen gewährleistet werden kann. Dabei bietet die hohe Investitionsbereitschaft von regionalen und überregionalen Investoren in die Biogasaufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz gute Chancen für ein breites Marktwachstum. Dadurch ergeben sich weiterhin insbesondere für die Landwirtschaft neue Optionen als Substratlieferant, Anlageninitiator oder auch Anlagenbetreiber. Andererseits wächst – vor dem Hintergrund steigender stofflicher und energetischer Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen sowie Nachhaltigkeitsanforderungen – der Druck zur Kostenreduktion und zur Verminderung negativer ökologischer Effekte. Auch deshalb wird seit der Neufassung des EEG beim weiteren Ausbau von Bioenergieanlagen vor allem der Fokus auf kleine dezentrale Anlagen, auf hohe Energieeffizienz und Emissionsreduktion (bei Biogasanlagen) gesetzt.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Anlagenbestand & installierte elektrische Leistung der in Betrieb befindlichen Biomasse(heiz)kraftwerke (Stand Ende 2009)	5
Abb. 2-2:	Aufteilung der Biomasse(heiz)kraftwerke nach Anlagenanzahl (links) und Anlagenleistung (rechts).....	6
Abb. 2-3:	Regionale Verteilung des Anlagenbestandes und der inst. elektr. Leistung	8
Abb. 2-4:	Regionale Verteilung des Anlagenzubaus 2009	9
Abb. 2-5:	Brennstoffeinsatz in Biomasse(heiz)kraftwerken nach Anlagenzahl (links) und inst. elektr. Leistung (rechts).....	10
Abb. 2-6:	Standort, Leistungs- und Brennstoffklasse der Biomasse(heiz)kraftwerke in Deutschland (ohne Zellstoff-/ Papierindustrie, ohne Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kW _{el}).....	11
Abb. 2-7:	Betreiberformen der Biomasse(heiz)kraftwerke nach Anlagenzahl (links) und inst. elektr. Leistung (rechts). n=165.....	12
Abb. 2-8:	Betreiberformen der 2009 in Betrieb genommenen Biomasse(heiz)kraftwerke nach Anlagenzahl (links) und inst. elektr. Leistung (rechts). n=40	13
Abb. 2-9:	Zubau von ORC-Anlagen 2001 – 2009	15
Abb. 2-10:	Gesamtanlagenwirkungsgrad in Abhängigkeit der inst. elektr. Leistung	17
Abb. 2-11:	Erwarteter Brennstoffeinsatz von naturbelassenem Holz.....	18
Abb. 2-12:	Erwarteter Brennstoffeinsatz von Altholz bis AII	19
Abb. 2-13:	Erwarteter Brennstoffeinsatz von Altholz bis AIV	19
Abb. 2-14:	Erwarteter Brennstoffeinsatz von Mischsortimenten	20
Abb. 2-15:	Preisentwicklung der Durchschnittspreise von Altholzsortimenten [29]	21
Abb. 2-16:	Preisentwicklung der Durchschnittspreise von Hackschnitzel aus Waldholz [30].....	22
Abb. 3-1:	Biogasanlagenentwicklung in Deutschland (Anlagenzahl differenziert nach Leistungsklassen und installierter elektrischer Anlagenleistung in MW _{el}), ohne Abbildung von Biogasaufbereitungsanlagen, Deponie- und Klärgasanlagen	24
Abb. 3-2:	installierte Leistung je ha landwirtschaftlicher Fläche - Bundeslandebene.....	27
Abb. 3-3:	Verteilung der Biogasanlagen (Betrieb, Bau, Planung) in Deutschland (Stand Biogasdatenbank 01/2010)	28
Abb. 3-4:	Anlagenzahl, gesamte und durchschnittlich installierte elektrische Anlagenleistung in Deutschland (Stand Biogasdatenbank 01/2010 und Angaben der Länderinstitutionen) ..	29
Abb. 3-5:	Betreiberbefragung 2009 - Anlagenbestand und Rücklauf.....	33
Abb. 3-6:	Rechtsform der Betreiberunternehmen für Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)...	34
Abb. 3-7:	Verteilung der Art der Anlagengenehmigung für Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009).....	34
Abb. 3-8:	relative Häufigkeit der Vergütungsstruktur der Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)	36
Abb. 3-9:	Verteilung des Eigenstrombedarfs in Abhängigkeit der installierten Anlagenleistung (Betreiberbefragung 2009)	38
Abb. 3-10:	Anteil der externen Wärmenutzung, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009	40

Abb. 3-11:	Häufigkeit der Wärmenutzung, absolut und relativ (Betreiberbefragung 2009).....	42
Abb. 3-12:	Verfahrensart der Biogasanlagen, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009 (nach der Definition „Trockenfermentation“ des EEG 2004) .	43
Abb. 3-13:	Einsatz von Gas- und Zündstrahlmotoren zur Verstromung des Biogases, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009.....	43
Abb. 3-14:	Abdeckung von Gärrestlagern (Betreiberbefragung 2009)	44
Abb. 3-15:	Biogasaufbereitungs- und -einspeiseanlagen in Deutschland differenziert nach Betriebsstatus.....	47
Abb. 3-16:	Aufbereitungsverfahren der Biogasaufbereitungsanlagen (Betrieb, Bau, Planung) und Einspeisekapazität auf Bundeslandebene (Berücksichtigung in Betrieb befindlicher Anlagen)	48
Abb. 3-17:	Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)	52
Abb. 3-18:	Energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)	53
Abb. 3-19:	Massebezogener Substrateinsatz nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009)	54
Abb. 4-1:	Entwicklung des Anlagenbestandes von PÖL-BHKW in Deutschland, Anlagenzahl und installierte Leistung in MW _{el}	55
Abb. 4-2:	Betriebsart PÖL-BHKW, Betreiberbefragung DBFZ 2009, n=183, Betreiberbefragung DBFZ 2010, n=57.....	58
Abb. 4-3:	Relative Häufigkeit der Vergütungsstruktur der PÖL-BHKW, DBFZ 2010, n=57	59
Abb. 4-4:	Preisentwicklung von Pflanzenölen, [22], [23]	63
Abb. 5-1:	Regionale Verteilung der berücksichtigten Rückmeldungen der Betreiberbefragung mit Angaben zur landwirtschaftlichen Nutzung	65
Abb. 5-2:	Energiepflanzenanbau für Biogas in Deutschland bezogen auf die Ackerfläche in ha (FNR 2009), [13].....	66
Abb. 5-3:	Betriebsfläche nach Art der Nutzung (Betreiberbefragung 2009).....	67
Abb. 5-4:	Anteil der Fläche für den Substratanbau zum Einsatz in der Biogasanlage an der Gesamtfläche der Betriebe (Betreiberbefragung 2009).....	68
Abb. 5-5:	Massebezogener Substrateinsatz und dafür verwendete Anbaufläche (Betreiberbefragung 2009).....	69
Abb. 5-6:	Häufigkeit des Substrateinsatzes von nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen 2008/2009 (Betreiberbefragung 2008/2009 und 2009)	70
Abb. 5-7:	Einsatzhäufigkeit der Substratgruppe Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen (Betreiberbefragung 2009) n=236	71
Abb. 5-8:	Verlust von Dauergrünland nach Bundesländern und für Gesamtdeutschland (D), Stand Herbst 2009 im Vergleich zum Referenzjahr 2003, nach [10].....	76
Abb. 5-9:	Mengenanteile der eingesetzten Anwelksilage (Betreiberbefragung 2009)	78
Abb. 6-1:	Verteilung der Stromerzeugung aus Biomasse in 2009.....	81
Abb. 6-2:	Entwicklung der installierten Anlagenleistung zur Stromerzeugung aus Biomasse	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Regionale Verteilung der Biomasse(heiz)kraftwerke.....	7
Tabelle 3-1:	Prozentualer Zubau von Biogasanlagen bezogen auf die installierte elektrische Anlagenleistung.....	25
Tabelle 3-2:	Verteilung der in Betrieb befindlichen Biogasanlagen und der installierten elektrischen Anlagenleistung in Deutschland nach Bundesländern (Befragung der Länderinstitutionen 2010), Deponie- und Klärgasanlagen sind nicht berücksichtigt.....	26
Tabelle 3-3:	Betreiberbefragung 2009 und Anteil am Anlagenbestand je Bundesland.....	31
Tabelle 3-4:	Größenklassenverteilung der Betreiberbefragung und Anteil am Gesamtanlagenbestand.....	32
Tabelle 3-5:	Inanspruchnahme von Boni sowie der Vergütungserhöhung für Emissionsminderung neben der Grundvergütung für Biogasanlagen, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009.....	37
Tabelle 3-6:	Mittlerer Eigenstrombedarf und Standardabweichung in Abhängigkeit von der installierten elektrischen Anlagenleistung, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009.....	39
Tabelle 3-7:	Wärmenutzungsgrad in Abhängigkeit von dem Jahr der Inbetriebnahme, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009.....	41
Tabelle 3-8:	Gärrestlagerabdeckung in Abhängigkeit der Anlagenkategorie bzgl. des Substrateinsatzes, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009.....	45
Tabelle 3-9:	Einsatz einer Gärrestaufbereitung, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009.....	46
Tabelle 3-10:	Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen für tierische Exkremente und NawaRo, entsprechend der Rückmeldungen der Betreiberbefragung 2009.....	52
Tabelle 4-1:	Regionale Verteilung der Antworten der Betreiberbefragungen 2009 und 2010.....	57
Tabelle 4-2:	Größenklassenverteilung der Betreiberbefragung PÖL-BHKW 2009 & 2010.....	58
Tabelle 4-3:	Inanspruchnahme von Boni neben der Grundvergütung für PÖL-BHKW, entsprechend der Rückmeldung der Betreiberbefragung 2010, n=57.....	59
Tabelle 4-4:	Durchschnittlicher Jahresverbrauch nach Leistungsklassen, DBFZ 2009 n=183, DBFZ 2010 n=57, *BLE 2010 n=406, [21].....	62
Tabelle 4-5:	Anteile der Pflanzenöle Leistungsklassen, DBFZ 2009, n=183, 2010, n=57.....	62
Tabelle 5-1:	Substratkosten eigener Anbau (Betreiberbefragung 2009).....	72
Tabelle 5-2:	Substratpreise bei externem Zukauf (Betreiberbefragung 2009).....	73
Tabelle 6-1:	Stand der Biomassenutzung in Anlagen zur Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung im Jahr 2009.....	83

Literaturverzeichnis

- [1] Anonymus: Agri.capital plant bis 2010 den Bau von 100 Biogasanlagen, Euwid Neue Energien, Nr. 10, 13.05.2009
- [2] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. 1.Zwischenbericht, Leipzig, 2009
- [3] Döhler, H. & Wulf, S.: Aktueller Stand bei der Gärrestaufbereitung. In: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche - Gärrestaufbereitung für eine pflanzenbauliche Nutzung – Stand und F+E-Bedarf. Band 30, Gülzow, 2009
- [4] Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Biogas-Messprogramm II. 61 Biogasanlagen im Vergleich. Gülzow, 2009
- [5] Scholwin, F., Jung, U., Postel, J.: Stand der Technik beim Bau und Betrieb von Biogasanlagen – Bestandsaufnahme 2008. Studie des Deutschen BiomasseForschungsZentrums im Auftrag des Umweltbundesamtes, Leipzig, 2009
- [6] Weiland, P. (2009). Ergebnisse aus dem aktuellen Biogas-Messprogramm II. In: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche – Tagungsband „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, Band 32, Gülzow
- [7] Wiedemann, K.: Bodenständiges Biogas. Neue Energie, Nr. 2, Februar 2010
- [8] Kaltschmitt, M. & Hartmann, H. (HRSG.): Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2001
- [9] Bahrs, E.: Vortrag „Wirtschaftlichkeit der Verwertung von Landschaftspflegematerial in Biogasanlagen“ auf der Fachtagung „Bioenergie aus der Landschaftspflege“ am 10.02.2010, Berlin, <http://www.lpv.de/index.php?id=641>
- [10] Behm, C.: Pressemitteilung vom 18.11.2009, www.cornelia-behm.de -> Presse -> Finanzkrise und Grünlandverordnungen
- [11] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung, Januar 2010, Bonn
- [12] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), 2006: Die EU-Agrarreform – Umsetzung in Deutschland, Ausgabe 2006, Berlin
- [13] Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR): schriftliche Mitteilung zum Anbau nachwachsender Rohstoffe, 15.01.2010
- [14] Höher, G.: persönliche Mitteilung zur Grünlandsituation, 26.01.10 und Vortrag „Biogasnutzung in Niedersachsen“ am 22.09.2009, Welte
- [15] Müller, Gerd (Parlamentarischer Staatssekretär): „Handlungsansätze und Lösungsvorschläge gegen den Grünlandverlust aus Sicht des BMELV“, Rede auf dem NaBu-Grünlandgipfel am 27.05.09, <http://www.nabu.de/themen/landwirtschaft/landwirtschaftundnaturschutz/10826.html>
- [16] Proplanta: Umbruchverbot Niedersachsen: http://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/agrar_news_themen.php?SITEID=1140008702&Fu1=1256209864
- [17] Statistisches Bundesamt, Flächennutzung: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Umwelt/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Flaechennutzung/Aktuell.psm1>

- [18] Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr.491 vom 17.12.2009, Rückgang bei Schweine- und Rinderbeständen,
http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/12/PD09__491__413.psm1
- [19] Statistisches Bundesamt Deutschland, GENESIS-Online Datenbank, <https://www-genesis.destatis.de> -> Themen/Statistiken -> Land- und Forstwirtschaft und Fischerei -> Viehbestand und tierische Erzeugung
- [20] Clearingstelle EEG: Empfehlung 2008/48, 24.09.2009
- [21] BLE: Anonymisierter Auszug aus Anlagendatenbank für Pflanzenöl-BHKW; Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn, März 2010
- [22] ISTA Mielke GmbH: OIL WORLD Monthly; Hamburg, 2008
- [23] ZMP: Pflanzenölpreise; 2007-2009
- [24] Vattenfall Europe New Energy GmbH (Hrsg.): Diverse Pressemitteilungen und Artikel auf www.vattenfall.de (u.a. „Das neue Heizkraftwerk Klingenberg – Investition in eine klimafreundliche Zukunft“). Zugriff am 09.03.2010
- [25] o.V. (2009): „Betreiber von ORC-Anlagen tauschen sich aus“ in Holz-Zentralblatt, Ausgabe Nr. 47, Jahrgang 2009.
- [26] Schübler, I. et al.: Schwachstellenanalyse an BHKW-Vergaseranlagen - Schlußbericht. Dresden, Februar 2009.
- [27] www.strom-prinz.de/news/article/sunmachine-gmbh-neustart-oder-letztes-aufbaeumen/. Zugriff am 04.03.2010
- [28] Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V (Hrsg.): „Stoffliche Verwertung von Altholz ist in Gefahr“. Pressemitteilung vom 24.03.2010.
- [29] Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH EUWID: Marktbericht für Altholz. In: EUWID Neue Energien. Diverse Ausgaben 2006-2010
- [30] C.A.R.M.E.N. e.V. (Hrsg.) (2010): Preisentwicklung bei Hackschnitzeln. www.carmen-ev.de. Zugriff: 25.03.2010
- [31] Mantau, U. (2008): Die Bedeutung von Holz wird wachsen. In: Erneuerbare Energien Nr. 9/2008, Jg.18, S.94-97.
- [32] Skok, J. (2007): Energetische Potentiale nachwachsender Rohstoffe (Raps, Kurzumtriebsplantagen) und holzreicher Reststoffe aus der Landschaftspflege in Baden-Württemberg. In: Tagungsband 16. Symposium Bioenergie vom 22-23.11.07 in Kloster Banz, Bad Staffelstein.
- [33] o.V. (2007): „Landschaftspflegeholz besser energetisch nutzen“ in Holz-Zentralblatt, Ausgabe Nr. 46, Jahrgang 2007.
- [34] Kretzschmar, J.; Thrän, D. (2009): Energetische Verwertung von Straßenbegleitgrün. In: Müll & Abfall, Jahrgang 2009, Nr. 11, S. 577-583.
- [35] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. 2. Zwischenbericht, Leipzig, 2009