

Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland

Autoren:

Jaqueline Daniel-Gromke, Nadja Rensberg, Velina Denysenko (DBFZ),
Marcus Trommler, Toni Reinholz, Klaus Völler (dena),
Michael Beil, Wiebke Beyrich (IWES)

IMPRESSUM

Herausgeber:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Telefon: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133
info@dbfz.de

Förderung:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen
Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Geschäftsführung:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles
(Wissenschaftlicher Geschäftsführer)
Daniel Mayer
(Administrativer Geschäftsführer)

DBFZ Report Nr. 30

Anlagenbestand Biogas und Biomethan –
Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland
Leipzig: DBFZ, 2017
ISSN: 2197-4632 (Online)
ISSN: 2190-7943 (Print)
ISBN: 978-3-946629-24-5

Bilder:

Sofern nicht direkt am Bild vermerkt: DBFZ, Stefanie Bader
(Karte), Hartmut910/pixelio.de (Titel, oben rechts)

Copyright:

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Broschüre darf
ohne die schriftliche Genehmigung des Herausgebers
vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot
fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per
Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die
Vervielfältigung auf CD-ROM.

Datum der Veröffentlichung:

15. Dezember 2017

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese
Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter
der Adresse www.dnb.de abrufbar.

Förderhinweis:

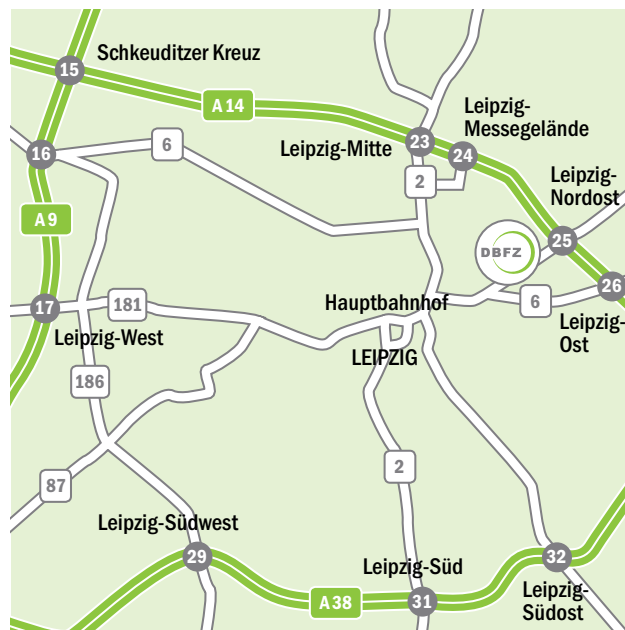
Dieses Vorhaben wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes
im Rahmen des Energieforschungsplanes – Forschungskenn-
zahl FKZ 37EV 16 111 0 – erstellt und mit Bundesmitteln
finanziert.

ANFAHRT

Mit dem Zug: Ankunft Leipzig Hauptbahnhof; Straßenbahn
Linie 3/3E (Richtung Taucha/Sommerfeld) bis Haltestelle
Bautzner Straße; Straße überqueren, Parkplatz rechts liegen
lassen, geradeaus durch das Eingangstor Nr. 116, nach ca.
100 m links, der Eingang zum DBFZ befindet sich nach weite-
ren 60 m auf der linken Seite.

Mit dem Auto: Über die Autobahn A 14; Abfahrt Leipzig Nord-
Ost, Taucha; Richtung Leipzig; Richtung Zentrum, Innenstadt;
nach bft Tankstelle befindet sich das DBFZ auf der linken
Seite (siehe „... mit dem Zug“).

Mit der Straßenbahn: Linie 3/3E (Richtung Taucha/Sommer-
feld); Haltestelle Bautzner Straße (siehe „... mit dem Zug“).



Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und - nutzung in Deutschland

(FKZ 37EV 16 111 0)

**Jaqueline Daniel-Gromke, Nadja Rensberg, Velina Denysenko
(DBFZ), Marcus Trommler, Toni Reinholz, Klaus Völler (dena),
Michael Beil, Wiebke Beyrich (IWES)**

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133

www.dbfz.de
info@dbfz.de

Auftraggeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau

Ansprechpartner:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133
E-Mail: info@dbfz.de
Internet: www.dbfz.de

Dipl.- Umweltwiss. Jaqueline Daniel-Gromke (DBFZ)

Tel.: +49 (0)341 2434 - 441
E-Mail: jaqueline.daniel-gromke@dbfz.de

Dipl.- Volksw./ Dipl.- Betriebsw. (BA) Marcus Trommler (dena)

Tel.: +49 (0)30 72 61 65 - 619
E-Mail: trommler@dena.de

Dipl.-Ing. (FH) Michael Beil (IWES)

Tel.: +49 (0)561 7294 - 421
E-Mail: michael.beil@iwes.fraunhofer.de

Erstelldatum: 15. Dezember 2017

Projektnummer DBFZ: 3220005

Projektnummer Auftraggeber: FKZ 37EV 16 111 0

Gesamtseitenzahl + Anlagen 87

Die Inhalte des Reports basieren auf der Datengrundlage des AP 1 „Anlagenbestand Biogas und Biomethan“ des Verbundvorhabens „Optionen für Biogas-Bestandsanlagen bis 2030 aus ökonomischer und energiewirtschaftlicher Sicht (FKZ 37EV 16 111 0)“.

Dieses Vorhaben wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Energieforschungsplanes – Forschungskennzahl FKZ 37EV 16 111 0 – erstellt und mit Bundesmitteln finanziert.



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	VI
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis	X
1 Einleitung	1
2 Methodische Vorgehensweise	2
2.1 Betreiberbefragung.....	2
2.2 DBFZ-Datenbank - Biogasanlagen	4
2.3 Auswertung - Daten BNetzA und Anlagenregister	5
3 Beitrag Biogas zur Energiebereitstellung in Deutschland	5
4 Direktvermarktung und Flexibilisierung	6
5 Anlagen zur Biogaserzeugung mit Vor-Ort-Verstromung.....	9
5.1 Biogasanlagenbestand	9
5.2 Regionale Verteilung	10
5.2.1 Verteilung der Biogasanlagen im Überblick.....	10
5.2.2 Güllekleinanlagen bis 75 kWel (§ 27b EEG 2012 bzw. § 46 EEG 2014).....	11
5.2.3 Abfallvergärungsanlagen	13
5.3 Einsatzstoffe zur Biogaserzeugung (VOV)	16
5.3.1 Substrateinsatz zur Biogaserzeugung insgesamt	16
5.3.2 Substratinput landwirtschaftlicher Biogasanlagen.....	18
5.3.3 Substratinput - Abfallvergärungsanlagen.....	22
5.4 Technologien und Verfahren zur Biogaserzeugung und -nutzung.....	23
5.4.1 Vergärungsverfahren	23
5.4.2 Gasspeicher.....	25
5.4.3 Gasverwertung.....	26
5.4.4 Wärmenutzung	27
5.4.5 Gärrestbehandlung	32
5.4.6 Optimierungsmaßnahmen an Biogasanlagen	33
6 Anlagen zur Biomethanherzeugung.....	34
6.1 Anlagenbestand	34
6.2 Regionale Verteilung	37
6.3 Einsatzstoffe zur Biomethanherzeugung.....	38
6.3.1 Biomethan – Landwirtschaftliche Anlagen.....	39
6.3.2 Biomethan - Abfallvergärungsanlagen	41
6.3.3 Biomethan - Anteiliger Substrateinsatz nach Bundesländern	42
6.4 Technologien zur Biomethanherzeugung.....	43
6.5 Biomethan – Verwendung nach Sektoren	45

7	Zusammenfassung und Ausblick.....	47
	Literatur- und Referenzverzeichnis	51
8	Anhang.....	53
A 1	Fragebögen Biogas 2016 (Bezugsjahr 2015).....	54
A 1.1	Fragebogen - Landwirtschaftliche Biogasanlagen.....	54
A 1.2	Fragebogen - Bioabfallvergärungsanlagen.....	56
A 1.3	Fragebogen - Biogasaufbereitungsanlagen	58
A 1.4	Fragebogen - Abfallvergärung mit Aufbereitung zu Biomethan	60
A 2	Verteilung Rücklauf Betreiberbefragung 2015 (Bezugsjahr 2014) [1].....	62
A 3	Verteilung Rücklauf Betreiberbefragung 2016 (Bezugsjahr 2015)	64
A 4	Verteilung der Rückläufe landwirtschaftlicher Biogasanlagen im Rahmen der DBFZ-Betreiberbefragungen von 2015 und 2016 für die Auswertung des Substrateinsatzes auf Bundeslandebene.....	65
A 5	Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen in Deutschland (ohne Biogasaufbereitungsanlagen) (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015).....	66
A 6	Energiebezogene Substratverteilung, Stromerzeugung und geschätzter Primärenergieeinsatz zur Stromproduktion aus Biogas und Biomethan (Biogas-VOV und Biomethan-KWK) 2015 (DBFZ, 2017) [8]	67
A 7	Einsatz nachwachsender Rohstoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2017, Bezugsjahr 2016)	68
A 8	Einsatz von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2017, Bezugsjahr 2016)	69
A 9	Energetische Verteilung - Substratinput Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen entsprechend der DBFZ- Betreiberbefragungen 2015 und 2016	70
A 10	Verteilung der Ende 2015 in Betrieb befindlichen Biogas-BHKW (Vor-Ort-Verstromung und Satelliten-BHKW) und installierter Anlagenleistung nach Bundesländern (Datenbasis BNetzA 2016, Bezugsjahr 2015) [5]	71
A 11	Verteilung von Güllekleinanlagen vergütet gemäß §27b EEG 2012 bzw. §46 EEG 2014 zum Stand 31.12.2016 (Datenbasis: Anlagenregister BNetzA) [13]	72
A 12	Regionale Verteilung der Abfallvergärungsanlagen in Deutschland zum Stand 31.12.2016 (Datenbasis DBFZ).....	73
A 13	Standorte der Abfallvergärung in Deutschland nach Substrateinsatz und Status der Anlage (Betrieb, Bau, Planung), Stand 31.12.2016.....	74
A 14	Verteilung der Anlagenzahl, der installierten elektrischen Anlagenleistung und der durchschnittlichen Anlagenleistung von Biogasanlagen in Deutschland auf Kreisebene	75

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
AP	Arbeitspaket
BBH	Becker Büttner Held Rechtsanwälte Wirtschaftsprüfer Steuerberater PartGmbH
BGA	Biogasanlage
BGAA	Biogasaufbereitungsanlagen
BHKW	Blockheizkraftwerk
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
CNG	Compressed Natural Gas
CO ₂	Kohlendioxid
dena	Deutsche Energie Agentur
DBFZ	DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
FuE	Forschung und Entwicklung
GPS	Ganzpflanzensilage
Hs	Brennwert
HTK	Hühnertrockenkot
IWES	Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
k.A.	keine Angabe
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LKS	Lieschkolbenschrot
LNG	Liquefied Natural Gas (Flüssigerdgas)
LW	Landwirtschaft
m ³ _{i.N.} /h	Normkubikmeter im Normzustand bei 0 °C und 1013,25 mbar
MwSt	Mehrwertsteuer
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
PtG	Power-to-Gas
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VLS	Volllaststunden
VOV	Vor-Ort-Verstromung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Entwicklung der Stromerzeugung aus Biogas (Vor-Ort-Verstromung (VOV)) und Biomethan im Rahmen des EEG, 2009 – 2016; *Prognose (Datengrundlage: 2009 – 2015 nach Auswertungen BNetzA [5] durch DBFZ, Gesamtstromerzeugung 2016 nach AGEE-Stat [3]; Differenzierung Biogas/Biomethan in 2016 nach Einschätzungen DBFZ (DBFZ, 2017)).	6
Abbildung 4-1:	Entwicklung der Flexprämie für Biogas und Biomethan-BHKW und jeweils installierter Anlagenleistung im Zeitraum 01/2012 und 06/2017 mit Anzahl BHKW und installierter elektrischer Leistung in MWel (Datenquelle: Auswertungen DBFZ auf der Basis der jährlichen Stromerzeugung nach BNetzA für 2012 – 2015, monatlichen Berichten zur Direktvermarktung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien der Übertragungsnetzbetreiber für die Jahre 2012 - 2017 mit Stand 06/2017, sowie Daten des Anlagenregisters der BNetzA zum Stand 04/2017) (DBFZ, 2017) [8].	8
Abbildung 5-1:	Standorte der in Betrieb befindlichen Biogasanlagen (Vor-Ort-Verstromung und Satelliten-BHKW) in Deutschland, ohne Biogasaufbereitungsanlagen; Bezugsebene Postleitzahl (Biogasdatabank DBFZ, 03/2017) (DBFZ, 2017)	11
Abbildung 5-2:	Regionale Verteilung der Güllekleinanlagen vergütet gemäß §27b EEG 2012 bzw. §46 EEG 2014 [5], [13] (DBFZ, 2017)	12
Abbildung 5-3:	(Bio-)Abfallvergärungsanlagen in Deutschland differenziert nach Betriebsstatus und Substratinput (Datenbank Biogas DBFZ, 05/2017) (DBFZ, 2017)	14
Abbildung 5-4:	Entwicklung der (Bio-)Abfallvergärungsanlagen in Deutschland 2008 - 2017 differenziert nach Substratinput der Anlagen (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 05/2017) (DBFZ, 2017)	15
Abbildung 5-5:	Standorte der kombinierten (Bio-)Abfallvergärungsanlagen und Kompostierung in Deutschland (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 12/2016) (DBFZ, 2017)	16
Abbildung 5-6:	Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen in Deutschland (ohne Biogasaufbereitungsanlagen) (DBFZ Betreiberbefragung 2017, Bezugsjahr 2016), (DBFZ, 2017)	17
Abbildung 5-7:	Verteilung landwirtschaftlicher Biogasanlagen in Deutschland differenziert nach Substratinput und Anlagenzahl (Datenbasis: DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016 [14], [2]), (DBFZ, 2017)	18
Abbildung 5-8:	A 6 Einsatz nachwachsender Rohstoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016), (DBFZ, 2017)	21
Abbildung 5-9:	Einsatz von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016) (DBFZ, 2017)	22
Abbildung 5-10:	Verteilung des Substratinputs in (Bio-)Abfallvergärungsanlagen in Deutschland (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 05/2017) (DBFZ, 2017)	23

Abbildung 5-11: Einsatz von Vergärungsverfahren an Biogasanlagen in Deutschland (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015) (DBFZ, 2017).....	24
Abbildung 5-12: Verteilung zur Prozessführung der in Betrieb befindlichen Abfallvergärungsanlagen in Abhängigkeit vom Substratinput (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 02/2017) (DBFZ, 2017).....	25
Abbildung 5-13: Art der Gasspeicher an Biogasanlagen in Deutschland (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015) (DBFZ, 2017)	26
Abbildung 5-14: Anteile externer Wärmenutzung (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs), dargestellt nach der Anzahl der Nennungen (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [2].....	28
Abbildung 5-15: Entwicklung des externen Wärmenutzungsgrades (Wärmenutzung nach Abzug des Eigenwärmebedarfs) differenziert nach Anteilen der extern genutzten Wärme der Biogasanlagen nach Bezugsjahr (2010 - 2015) (DBFZ Betreiberbefragung 2011 - 2016), (DBFZ, 2017)	29
Abbildung 5-16: Art der externen Wärmenutzung, absolute Anzahl der Nennungen und relative Häufigkeit bezogen auf die Stichprobe n=418 (Mehrfachnennungen möglich) (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [2].....	30
Abbildung 5-17: Verteilung der Art der externen Wärmenutzung differenziert nach Anlagengröße (Mehrfachnennungen möglich) (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [2].....	31
Abbildung 5-18: Verteilung der externen Wärmenutzung nach Art und Umfang der externen Wärmenutzung (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015) (DBFZ, 2017), (DBFZ, 2017)	32
Abbildung 5-19: Art der Gärrestbehandlung gemäß Biogas-Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015 (DBFZ, 2017)	33
Abbildung 5-20: Umsetzung von Maßnahmen zur Anlagenerweiterung/Effizienzsteigerung 2011 - 2015; relative Häufigkeit (Mehrfachnennungen möglich) (DBFZ-Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015; Stand 05/2016) (DBFZ, 2016).....	34
Abbildung 6-1: Entwicklung der Anzahl und Aufbereitungskapazität von Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland von 2006 bis 2016 mit einer Abschätzung für 2017 und 2018. Stand 06.07.2017 (IWES, 2017).	35
Abbildung 6-2: Entwicklung der Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland nach Anlagenzahl (differenziert nach Aufbereitungskapazitäten) und Einspeisekapazität von Biomethan (DBFZ-Biomethananlagendatenbank, Stand 03/2017) [11].....	36
Abbildung 6-3: Entwicklung Biomethaneinspeisung und Anlagenanzahl, ohne PtG-Anlagen (dena, 2016)	37
Abbildung 6-4: A: Standorte der Ende 2016 in Betrieb befindlichen Biogasaufbereitungs- und einspeiseanlagen in Deutschland differenziert nach Aufbereitungskapazität ($\text{m}^3_{\text{i.N.}} \text{Biomethan/h}$), (DBFZ-Biomethananlagendatenbank, Stand 03/2017); B: Ein- und Ausspeisung von Biomethan 2015 (Dena 2015)	38
Abbildung 6-5: Masse- und energiebezogener Substrateinsatz zur Biomethanproduktion in 2015 (n=141) (dena, 2017)	39

Abbildung 6-6: Masse- und energiebezogener Substrateinsatz zur Biomethanproduktion in 2016 (n=160) (dena, 2017)	39
Abbildung 6-7: Massebezogener Substrateinsatz in landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit Biomethanproduktion in 2015 und 2016 (dena, 2017).....	40
Abbildung 6-8: Verwendung nachwachsender Rohstoffe zur Biomethanproduktion in 2015 (n=127) (dena, 2017).....	40
Abbildung 6-9: Verwendung nachwachsender Rohstoffe zur Biomethanproduktion in 2016 (n=140) (dena, 2017).....	41
Abbildung 6-10: Verteilung tierischer Exkrementen zur Biomethanproduktion (massebezogen) in 2015 und 2016 (dena, 2017)	41
Abbildung 6-11: Masse- und energiebezogener Einsatz von Abfall- und Reststoffen zur Biomethanerzeugung 2015 (n=20) (dena, 2017).....	42
Abbildung 6-12: Masse- und energiebezogener Einsatz von Abfall- und Reststoffen zur Biomethanerzeugung 2016 (n=20) (dena, 2017).....	42
Abbildung 6-13: Verteilung der in Deutschland eingesetzten Verfahren zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan (Anzahl der Verfahren; %-Anteil) (DBFZ-Biomethananlagendatenbank, Stand 06/2017) [8]	44
Abbildung 6-14: Biomethaneinsatz nach Verwertungspfaden in 2015 (Angaben in GWh; % Anteil) (dena, 2017)	46
Abbildung 7-1: Szenario – Entwicklung der installierten Anlagenleistung bestehender Biogasanlagen im Falle des Auslaufens der EEG-Förderung nach 20 Jahren ohne Anschlussförderung. Auswertungen der Datenbasis BNetzA 2016 mit Bestandsentwicklung bis 2016 und ohne Zubau ab 2017 (DBFZ, 2017).....	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Übersicht Datenquellen (DBFZ, 2017).....	2
Tabelle 2-2:	DBFZ Betreiberbefragungen Biogas in 2015 und 2016 (Bezugsjahr 2014 bzw. 2015) – Verteilung der Fragebögen, Rückläufe und Rücklaufquote nach Art der Biogasanlage. (DBFZ, 2017).....	3
Tabelle 5-1:	Verteilung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland nach Anlagenart, Stand 12/2016 (DBFZ, 2017).....	10
Tabelle 5-2:	Substratinput (massenbezogene Anteile) in landwirtschaftlichen Biogasanlagen differenziert nach Größenklassen (DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016), (DBFZ, 2017)	20
Tabelle 5-3:	Verteilung der Ende 2015 in Betrieb befindlichen Biogas-BHKW (Vor-Ort-Verstromung und Satelliten-BHKW) nach installierter Anlagenleistung in Deutschland (Datenbasis BNetzA 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [5].....	27
Tabelle 6-1:	Anteilige massebezogene Substratverteilung nach Bundesländern 2016 (dena, 2017).....	43
Tabelle 6-2:	Installierte BHKW-Leistung und Anlagenzahl von Biomethan-BHKW nach Größenklassen in 2016 (Datenbasis: Auswertungen der EEG-Stammdaten und Anlagenregister der BNetzA durch dena) (dena, 2017).....	45

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der nationalen Klimaschutzziele ist der Umbau des Energiesystems hin zu einem auf erneuerbare Energien basierendem System mit zahlreichen Herausforderungen verbunden. Seit Einführung des EEG ist der Biogasanlagenbestand in Deutschland kontinuierlich gewachsen und infolge der Novellierungen des EEG stets einem sich ändernden Regulierungs- und Marktumfeld ausgesetzt. Ende 2016 werden in Deutschland bereits etwa 8.500 Biogasanlagen (Biogasproduktionsanlagen) mit Vor-Ort Verstromung betrieben, was im Wesentlichen auf die Setzung der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen zurückzuführen ist. Zusätzlich bereiten knapp 200 Biogasanlagen das Biogas zu Biomethan auf (Biogasaufbereitungsanlagen).

Nach einem Boom in den Jahren 2009 bis 2011 wurde der Zubau durch die Neustrukturierung und Vergütungsabsenkungen im EEG 2012 und 2014 deutlich gebremst. Vor dem Hintergrund der geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen (EEG 2012 und 2014) ist der Leistungszubau im Biogasbereich überwiegend von Anlagenerweiterungen, Umstellungen auf den flexiblen Anlagenbetrieb sowie geringem Zubau im Bereich der Güllekleinanlagen und Anlagen im Abfallbereich bestimmt. In Hinblick darauf, dass bis 2030 eine Vielzahl von Anlagen aus der Förderung des EEG fallen könnte und der Anteil fluktuierender erneuerbaren Energien am Energiesystem zunimmt, ergeben sich für die Biogasanlagen neue Anforderungen und Herausforderungen. Zentrale Frage ist, welche Optionen für den Anlagenbestand nach Ablauf der 20-jährigen Vergütungsdauer existieren und welche Perspektiven sich für die jeweiligen Sektoren (Kraftstoff, Strom/Wärme) entsprechend der Ausbauziele Erneuerbarer Energien und Klimaschutzziele ergeben.

Die Inhalte des DBFZ-Report Nr. 30 „Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland“ wurden im Rahmen des Verbundvorhabens „Optionen für Biogas-Bestandsanlagen bis 2030 aus ökonomischer und energiewirtschaftlicher Sicht (FKZ 37EV 16 111 0)“ auf der Basis des AP 1 „Anlagenbestand Biogas und Biomethan“ durch DBFZ, dena und IWES erstellt.

Das FuE-Vorhaben wurde vom Umweltbundesamt im Rahmen des EVUPLAN (FKZ: 37EV 16 111 0) ausgeschrieben und umfasst eine Projektlaufzeit von zwei Jahren (1/2017–2/2019). Im Projektverbund mit der Deutschen Energie-Agentur (dena), dem Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) und der Kanzlei Becker Büttner Held Rechtsanwälte Wirtschaftsprüfer Steuerberater (BBH) untersucht das Deutsche Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH die Perspektiven von Biogas-Bestandsanlagen in Deutschland. Ziel des Vorhabens ist es, sinnvolle ökologische und ökonomische Anlagenkonzepte für den Anlagenbestand der Zukunft aufzuzeigen.

In insgesamt vier Arbeitspaketen werden verschiedene Aspekte zur perspektivischen Weiterentwicklung von Bestandsanlagen erforscht und u.a. die Fragen untersucht, welche alternativen Anlagenkonzepte besonders wertvoll für das sich verändernde Energiesystem sind, für welche Bestandsanlagen die Umrüstung zu einem dieser Konzepte technisch möglich, ökonomisch tragbar und ökologisch sinnvoll ist und welche Hemmnisse bei der Umsetzung solcher alternativen Anlagenkonzepte bestehen.

2 Methodische Vorgehensweise

Die nachfolgend beschriebenen Datengrundlagen und methodischen Vorgehensweisen werden für unterschiedliche Auswertungen und Ergebnisdarstellungen herangezogen. Tabelle 2-1 gibt einen Überblick über die genutzten Datenquellen.

Tabelle 2-1: Übersicht Datenquellen (DBFZ, 2017)

Datenquelle	Ergebnisse/ Daten
Statistik Arbeitsgruppe Erneuerbare-Energien-Statistik (AGEE-Stat)	- Daten zur Energiebereitstellung (Strom, Wärme, Kraftstoff) aus Biogas/ Biomethan
Anlagenregister (BNetzA)	- Güllekleinanlagen (§27b EEG 2012 bzw. §46 EEG 2014) - Biogasanlagenbestand (VOV)
BNetzA – Stamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)	- Entwicklung Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan - Biogasanlagenbestand (VOV) (Leistungsgrößen, Verteilung) - Biogas- und Biomethan-BHKW (Anzahl, Leistungsgröße, Flexibilisierung)
Dena	- Anlagenbestand zur Biogasaufbereitung und Nutzung Biomethan (Entwicklung, Substratinput, Verwertungswege Biomethan); - über das Biogasregister Deutschland sind der dena die IST-Einspeisungen von 176 Anlagen bekannt; für die restlichen Anlagen wurden Befragungen, Recherchen und eigene Schätzungen vorgenommen
Datenbank Biogas DBFZ	- Biogasanlagenbestand VOV - Abfallvergärungsanlagen (Anlagenbestand, Substrate, Technik, Entwicklung)
Betreiberbefragung DBFZ	- Wärmenutzung, technische Parameter Biogasanlagen (VOV) - Substratinput sowie regionale Verteilung für Biogasanlagen (VOV) auf Bundeslandebene

2.1 Betreiberbefragung

Der im Folgenden beschriebene Stand der Nutzung von Biogas beruht vielfach auf Auswertungen der jährlich durchgeführten Betreiberbefragung des DBFZ. Ziel der jährlich durchgeführten Befragung ist es, für eine möglichst große Anzahl von Biogasanlagen repräsentative Daten zum Anlagenbetrieb, Anlagentechnik, Anlagenveränderung und Substratinput zu erfassen. In den nachfolgenden Betrachtungen wurden die jährlichen DBFZ Biogasbetreiberbefragungen 2015 (Bezugsjahr 2014),

2016 (Bezugsjahr 2015) sowie ergänzend für den Substrateinsatz von Biogasanlagen die Befragung 2017 (Bezugsjahr 2016) berücksichtigt.

Zur besseren Vergleichbarkeit und Ableitung von Entwicklungen des Biogasanlagenbestandes ist der Fragebogen über die Jahre im Wesentlichen identisch. Im Rahmen der Befragung wurden je nach Anlagenart – differenziert nach Abfallvergärungsanlagen, Biogasaufbereitungsanlagen und landwirtschaftliche Biogasanlagen – Fragebögen an die Betreiber versandt (vgl. Anhang A 1). Lediglich die Abfallvergärungsanlagen, die zudem auch Aufbereitungsanlagen zur Produktion von Biomethan darstellen, haben einen gesonderten Fragebogen erhalten, der beide Inhalte abdeckt (vgl. Anhang A 1.4).

Tabelle 2-2 gibt eine Übersicht über die versandten Fragebögen und Rückläufe im Rahmen der Betreiberbefragungen 2015 und 2016. Die Rücklaufquote bei den berücksichtigten Befragungen liegt bei 12 bzw. 10 %. Bezogen auf den Anlagenbestand liegen damit für rund 10 % (Befragung 2015) und 8 % (Befragung 2016) des Gesamtanlagenbestandes bezogen auf Biogasproduktionsanlagen Rückmeldungen vor [1][2].

Tabelle 2-2: DBFZ Betreiberbefragungen Biogas in 2015 und 2016 (Bezugsjahr 2014 bzw. 2015) – Verteilung der Fragebögen, Rückläufe und Rücklaufquote nach Art der Biogasanlage. (DBFZ, 2017)

Anlagenart	2015, Bezugsjahr 2014			2016, Bezugsjahr 2015		
	Ange-schrieben	Rück-lauf	Rücklauf-quote	Ange-schrieben	Rück-lauf	Rücklauf-quote
Biogasanlagen (ohne Bioabfallvergärung)	6694	805	12,0%	6662	618	9,3%
Bioabfallvergärungsanlagen	133	23	17,3%	132	23	17,4%
Biogasaufbereitungsanlagen	183	53	29,0%	189	29	15,3%
Gesamt	7010	881	12,6%	6983*	670	9,6%

* Inkl. 14 Biogasaufbereitungsanlagen, die auch Abfallvergärungsanlagen sind und daher einen Fragebogen erhalten haben, der beide Inhalte (Abfall-Fragebogen mit Biogasaufbereitung) abdeckt (vgl. Anhang A 1.4).

Die Verteilung der Befragungsergebnisse hinsichtlich Größenklassenverteilung und regionaler Verteilung zeigt, dass die zur Verfügung stehenden Rückmeldungen vergleichbare Verteilungen aufweisen. Für die Größenklassenverteilung kann festgestellt werden, dass Anlagen der Größenklassen 151 – 500 kW_{el} und 501 – 1.000 kW_{el} analog zum Anlagenbestand dominieren. In Anhang A 2 und Anhang A 3 ist die Verteilung der Rückläufe der Befragung 2015 und 2016 nach Größenklassen und Bundesland bezogen auf den Anlagenbestand dargestellt [1][2].

Die regionale Verteilung der Rückläufe auf Bundeslandebene weisen für beide Betrachtungsjahre gute Übereinstimmungen zum Anlagenbestand in Deutschland auf. Bundesländer, die bezogen auf den Anlagenbestand die größten Anteile stellen (Bayern, Niedersachsen und Baden-Württemberg) machen

auch den größten Anteil der Rückmeldungen aus. Dennoch sind regionale Unterschiede im Rücklauf festzustellen. Für die Mehrheit der Bundesländer konnten zwischen 8 und 14 % des Anlagenbestandes über die Befragung erfasst werden. Hohe Rückläufe wurden dabei vor allem in Sachsen und Thüringen erzielt. In Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Brandenburg wurden dagegen nur geringe Rücklaufquoten erzielt [1] (vgl. Anhang A 2 bzw. Anhang A 3). Für eine regionale Auswertung des Anlagenbestandes sind diese Ergebnisse zu berücksichtigen.

Zu beachten ist, dass sich die im Rahmen der Betreiberbefragung erfassten Leistungsangaben auf die installierte Gesamtleistung einer Biogasproduktionsanlage beziehen. Satelliten-BHKW werden den zugehörigen Biogasproduktionsstandorten zugeordnet. Für die Auswertungen im Rahmen der Betreiberbefragung bezieht sich der Begriff „Biogasanlage“ auf die Betriebsstätte der Biogaserzeugung.

In den nachfolgenden Darstellungen wird die jeweils zugrundeliegende Betreiberbefragung eindeutig ausgewiesen. Die dargestellten Ergebnisse beruhen dabei i. d. R. auf die Betreiberbefragung 2016 mit Bezugsjahr 2015. Die Auswertungen der Betreiberbefragungen beziehen sich in erster Linie auf die Ergebnisdarstellung zur externen Wärmenutzung und Wärmenutzungskonzepte an Biogasanlagen, technischen Parametern und der Verteilung des Substratinputs in landwirtschaftlichen Biogasanlagen (vgl. Tabelle 2-1). Lediglich für die regionale Verteilung des Substratinputs zur Biogaserzeugung auf Bundeslandebene wurden zwei Betreiberbefragungen (2015 und 2016 mit Bezugsjahr 2014 bzw. 2015) zusammengefasst, um repräsentivere Ergebnisse zu erhalten (vgl. Anhang A 4 bzw. Kapitel 5.3).

2.2 DBFZ-Datenbank - Biogasanlagen

Die vom DBFZ geführte und fortlaufend aktualisierte Datenbank Biogas stellt eine umfassende Datenbasis zu den in Deutschland befindlichen Biogasproduktionsanlagen dar. Die Datenbank wird seit 2005 kontinuierlich ausgebaut und aktualisiert und enthält umfassende Daten zum Anlagenbetrieb, Substratinput, Anlagenveränderungen und -erweiterungen sowie zu prozessspezifischen Parametern. Gespeist wird die Datenbank in erster Linie über die jährlich durchgeführte Betreiberbefragung von Biogasanlagen und über Mitteilungen von Anlagenherstellern, Pressemitteilungen, Landesämter und Genehmigungsbehörden sowie Veröffentlichungen zum Anlagenbestand auf nationaler und lokaler Ebene. Weiterhin erfolgt eine Verknüpfung zu den EEG-Daten der Bundesnetzagentur (BNetzA) mit den Stamm- und Bewegungsdaten. Dadurch lassen sich u.a. gelistete BHKW-Standorte, die einer Biogasproduktionsstätte zugehören identifizieren und eindeutig dem Produktionsstandort zuordnen. Die Datenbank differenziert zwischen Abfallvergärungsanlagen, Biogasaufbereitungsanlagen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen und stellt zudem Überschneidungen heraus. Darüber hinaus werden Biogasanlagen erfasst, die sowohl landwirtschaftliche Substrate als auch industrielle, gewerbliche und sonstige organische Reststoffe einsetzen. Insgesamt umfasst die Biogasanlagendatenbank Datensätze von rund 7.600 Biogasproduktionsanlagen inkl. Abfallvergärungsanlagen und Biogasaufbereitungsanlagen. Das entspricht zum Stand Ende 2016 etwa 87 % des Biogasanlagenbestandes in Deutschland. Aufgrund der vergleichsweise geringen Anlagenanzahl kann die Datenbasis für Abfallvergärungsanlagen und Biogasaufbereitungsanlagen als nahezu vollständig bezeichnet werden.

2.3 Auswertung - Daten BNetzA und Anlagenregister

Das DBFZ wertete die Daten der Stamm- und Bewegungsdaten für EEG-Bioenergieanlagen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB), die an die Bundesnetzagentur (BNetzA) übermittelt werden, sowie die Daten des Anlagenregisters der Bundesnetzagentur aus. Dafür erfolgte eine Zuordnung nach Art der Bioenergieträger durch Auswertung der Vergütungsschlüssel (mit Angaben zur Vergütungsstruktur und Boni) und Abgleich mit der Biogasanlagendatenbank des DBFZ. Über verschiedene Boni wie den Güllebonus oder den Gasaufbereitungsbonus lassen sich Anlagen eindeutig als Biogas- oder Biomethananlagen zuordnen. Die Methodik der Zuordnung nach Art der Bioenergieträger wurde im Zeitraum 2013/2014 im Austausch mit den Vertretern der AGEE-Stat abgestimmt und in den Folgejahren eigenständig fortgeführt. Da die Daten durch die BNetzA nur zeitversetzt zur Verfügung stehen, erfolgte die letzte aktuelle Zuordnung der BNetzA-Daten 2016 zunächst für das Bezugsjahr 2015.

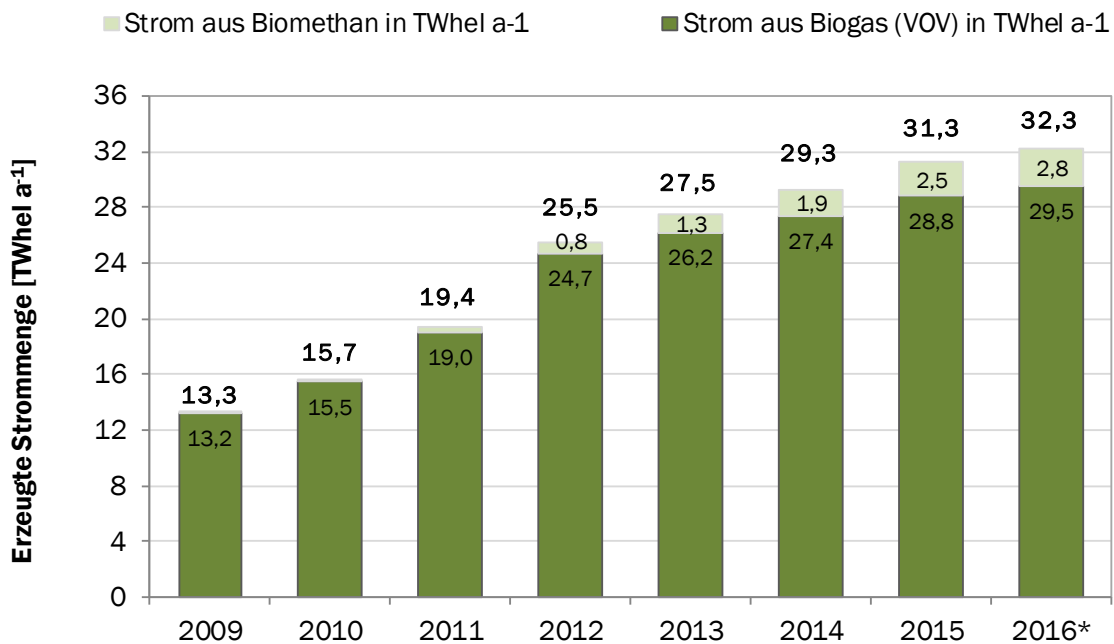
Die Daten der BNetzA umfassen die Anlagen zur Verstromung des Biogases bzw. Biomethans (BHKW inkl. Satelliten-BHKW und Biomethan-BHKW). Eine eindeutige Differenzierung zwischen Vor-Ort-Verstromung (VOV) und Satelliten-BHKW für Biogas ist dabei nicht immer zweifelsfrei möglich. Die exakte Anzahl an Anlagen zur Erzeugung von Biogas ist statistisch daher nicht abgesichert und kann folglich nur geschätzt werden.

Hinsichtlich der Biomethan-BHKW ist anzumerken, dass statistisch belastbare Angaben zum Anlagenbestand der Biomethan-BHKW-Anlagen in Deutschland nur unvollständig vorliegen, da die Vergütungsstruktur Zuordnungen nur ab Inbetriebnahme 2009, nicht jedoch vor 2009 ermöglichen. Da seit 2012 viele Bioenergieanlagen zunehmend in der Direktvermarktung sind, verändern sich die Vergütungsschlüssel, so dass für Anlagen in der Direktvermarktung die KWK-Anteile nicht mehr ausgewiesen werden. Statistisch gesehen, sinken daher die nach BNetzA ausweisbaren KWK-Mengen ab 2012 für Biogas, Biomethan und feste Biomasse. Dennoch wird davon ausgegangen, dass eine Wärmesenke, die gleichzeitig eine Einnahmequelle für die Anlagenbetreiber darstellt, i. d. R. auch in der Direktvermarktung weiterhin bedient wird.

3 Beitrag Biogas zur Energiebereitstellung in Deutschland

Der Anteil Erneuerbarer Energien zur Energiebereitstellung in Deutschland ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. In 2015 lag der Anteil erneuerbarer Energien an der gesamten Bruttostromerzeugung bei 31,7 % (188,3 TWh_{el}) [3]. Dabei nimmt Biogas (inkl. Biomethan) neben Windenergie und Photovoltaik eine wichtige Rolle bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ein. In 2016 erreichte die Stromerzeugung aus Biogas (inkl. Biomethan) rund 32.370 GWh_{el} [3]. Das entspricht 17,2 % der Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien. Bezogen auf die Bruttostromerzeugung in Deutschland, wurden damit rund 5 % aus Biogas und Biomethan bereitgestellt [3].

Abbildung 3-1 zeigt die Stromerzeugung aus Biogas (Vor-Ort-Verstromung) und Biomethan für den Zeitraum von 2009 bis 2016. Die Zeitreihen zur Stromerzeugung aus Biogas basieren hierbei einschließlich der für 2015 dargestellten Werte auf Auswertungen der BNetzA-Daten, die sehr gut mit den Daten der AGEE-Stat korrespondieren. Für 2016 wurde die Schätzung der AGEE-Stat übernommen, wobei hinsichtlich der Verteilung der Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan eine Einschätzung seitens DBFZ vorgenommen wurde.



* Prognose

Abbildung 3-1: Entwicklung der Stromerzeugung aus Biogas (Vor-Ort-Verstromung (VOV)) und Biomethan im Rahmen des EEG, 2009 – 2016; *Prognose (Datengrundlage: 2009 – 2015 nach Auswertungen BNetzA [5] durch DBFZ, Gesamtstromerzeugung 2016 nach AGEE-Stat [3]; Differenzierung Biogas/Biomethan in 2016 nach Einschätzungen DBFZ (DBFZ, 2017).

Die Wärmebereitstellung aus Biogas und Biomethan erreichte in 2016 rund 16,9 TWh_{th}. Das entspricht rund 1,4 % des Endenergieverbrauchs Wärme bzw. 10,4 % der Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien [4]. Die Auswertungen zur Art und Umfang der Nutzung verfügbarer Wärme aus Biogas-KWK-Anlagen ist in Kapitel 5.4.4 dargestellt.

Im Bereich Verkehr spielt Biomethan mit 1,1 % [3] gegenwärtig (2016) unter den erneuerbaren Kraftstoffen eine untergeordnete Rolle.

4 Direktvermarktung und Flexibilisierung

Bezogen auf die installierte elektrische Leistung werden derzeit rund 75 % des erzeugten Stroms direkt an der Börse vermarktet (Direktvermarktung mit gleitender Marktprämie), während für rund 25 % der installierten Anlagenleistung von Biogasanlagen die EEG-Festvergütung gewährt wird [6].

Um Anreize für einen flexiblen Anlagenbetrieb zu setzen, wurde mit dem EEG 2012 eine Prämie für Biogasanlagen, die installierte Leistung zum flexiblen Betrieb vorhalten, eingeführt. Gemäß § 54 EEG 2014 und § 50b EEG 2017 wurde die Flexibilitätsprämie für bestehende Biogasanlagen, welche vor dem 01.08.2014 in Betrieb genommen wurden, fortgeführt. Neuanlagen haben hingegen einen Anspruch auf einen Flexibilitätszuschlag entsprechend § 53 des EEG 2014 bzw. § 50a des EEG 2017. Die Prämie bzw. der Zuschlag dienen als Anreiz, zusätzliche installierte elektrische Leistung für eine bedarfsorientierte Stromerzeugung bereitzustellen, und somit auf Preissignale des Strommarkts reagieren zu können.

Seit Januar 2012 nimmt die Inanspruchnahme der Flexibilitätsprämie als Anreizinstrument für eine bedarfsorientierte Stromproduktion kontinuierlich zu. Insbesondere vor Inkrafttreten des EEG 2014 [19] konnte ein deutlicher Anstieg an Neuanmeldungen für die Flexibilitätsprämie verzeichnet werden. So erfolgte insbesondere im Juni/Juli 2014 ein starker Anstieg der Anmeldungen zur Flexibilitätsprämie, der als Vorzieheffekt aufgrund großer Unsicherheit hinsichtlich der EEG-Novellierung 2014 interpretiert werden kann [7].

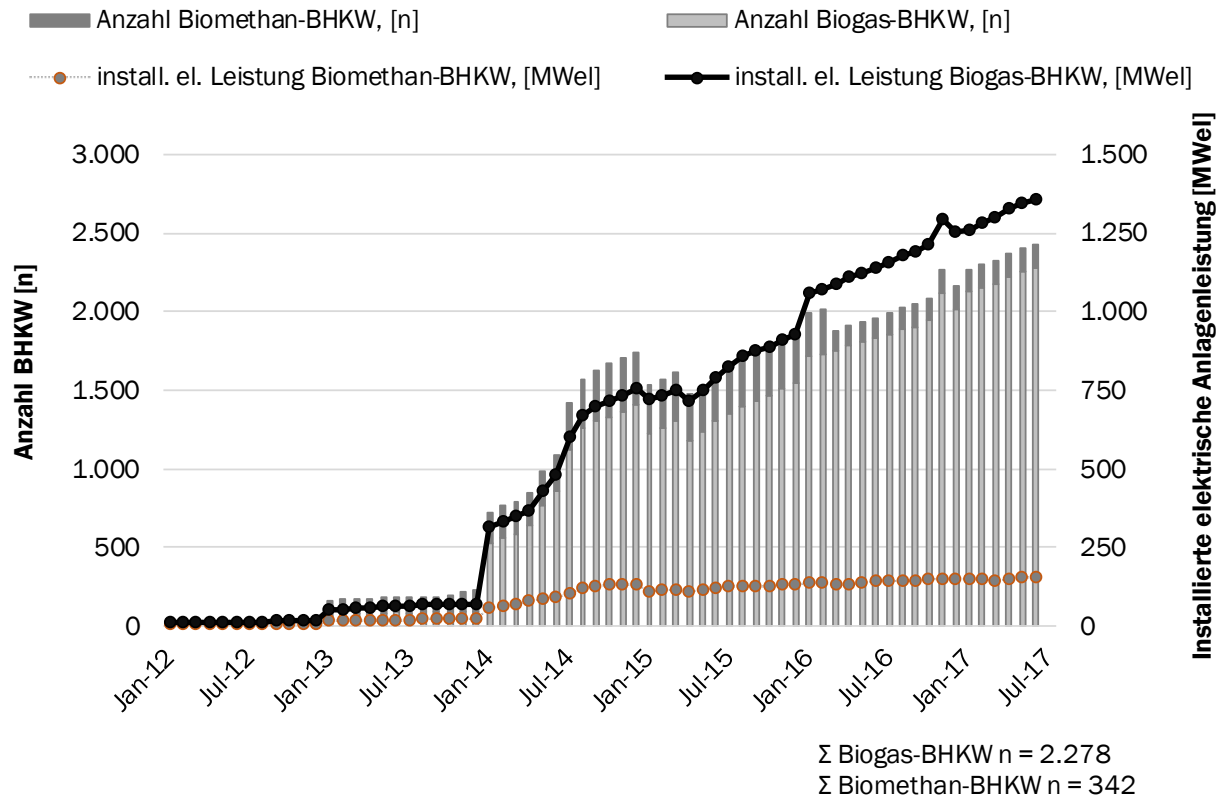
Mit Stand 6/2017 wurden anhand der Daten der Bundesnetzagentur und Übertragungsnetzbetreiber durch Auswertungen des DBFZ rd. 2.600 Biogas- und Biomethan-BHKW mit einer gesamten installierten Anlagenleistung von rd. 1,5 GW_{el} registriert, für die eine Auszahlungen der Flexprämie erfolgte [8] (vgl. Abbildung 4-1). Der Großteil der erfassten Anlagen stellt Biogas-BHKW (~ 2.300) mit einer installierten Anlagenleistung von rund 1,35 GW_{el} dar. Da i. d. R. weitere Nachmeldungen von Anlagenbetreiber erfolgen, kann nach Einschätzung des DBFZ gegenwärtig eine Gesamtleistung für Biogas- und Biomethan-BHKW mit Flexibilitätsprämie von rund 1,8 GW_{el} angenommen werden¹. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Großteil bereits vor August 2014 für die Flexibilisierung registriert wurde. Demnach werden von der maximal zusätzlich installierten Leistung von 1.350 W_{el} (sog. Förderdeckel), die als Erhöhung der installierten Leistung der Anlagen nach dem 31. Juli 2014 an das Register übermittelt werden, bislang etwa 350 MW_{el} als zusätzlich installierte Leistung für den flexiblen Betrieb beansprucht. Folglich steht für zusätzlich installierte Leistung im Zuge der Flexibilisierung, für die eine Flexprämie gezahlt wird, etwa 1 GW_{el} zur Verfügung.

Ende 2014 wurden nach Auswertungen der Stromerzeugungsdaten der BNetzA 342 Biomethan-BHKW mit Flexprämie ermittelt [8], wobei die Anzahl derzeit rückläufig ist (vgl. Abbildung 4-1). Die schwankende Anzahl bei Biomethan-BHKW deutet auf den stärkeren Wechsel von der Direktvermarktung zur Festvergütung hin. Angenommen wird, dass die wärmegeführte Fahrweise der Biomethan-BHKW im Vordergrund steht.

Es ist davon auszugehen, dass der Anlagenbetrieb insbesondere der landwirtschaftlichen Biogasanlagen weiter flexibilisiert werden; auch vor dem Hintergrund dass eine Teilnahme an den

¹ Anzumerken ist, dass nach Einschätzung von IWES diejenige Anlagenleistung, für welche die Flexibilitätsprämie mindestens einmal beansprucht wurde, bereits insgesamt etwa 2,4 GW_{el} (§ 54 EEG 2014 und § 33 i EEG 2012 [18]) umfasst (IWES et al., 2017) [9]. Zu prüfen ist, woher die Differenz resultiert und welchen Einfluss der Wechsel von der Direktvermarktung zur Festvergütung in diesem Zusammenhang hat.

Ausschreibungsverfahren (EEG 2017) eine flexibilisierte Anlage erfordert [10]. Das bedeutet, es werden entweder zusätzliche BHKW beziehungsweise leistungsstärkere Austausch-BHKW errichtet, ohne dass die eingesetzte arbeitswirksame Biogasmenge steigt oder die Biogasproduktion der Anlagen wird reduziert ohne dass die installierte Leistung reduziert wird. In der Praxis wird häufig die Leistungserweiterung gewählt.



© DBFZ 08/2017

Abbildung 4-1: Entwicklung der Flexprämie für Biogas und Biomethan-BHKW und jeweils installierter Anlagenleistung im Zeitraum 01/2012 und 06/2017 mit Anzahl BHKW und installierter elektrischer Leistung in MWel (Datenquelle: Auswertungen DBFZ auf der Basis der jährlichen Stromerzeugung nach BNetzA für 2012 – 2015, monatlichen Berichten zur Direktvermarktung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien der Übertragungsnetzbetreiber für die Jahre 2012 – 2017 mit Stand 06/2017, sowie Daten des Anlagenregisters der BNetzA zum Stand 04/2017) (DBFZ, 2017) [8].

Auswertungen der BNetzA-Daten zur Stromerzeugung zeigen, dass die durchschnittlichen Volllaststunden der Biogas-BHKW mit Flexprämie rd. 6.250 h betragen, die von Biomethan-BHKW mit Flexprämie dagegen rd. 4.000 h [8], wobei hierbei keine Differenzierung in Volllast- und Teillastbetrieb der BHKW berücksichtigt wurde. In welchem Umfang diese Anlagen tatsächlich flexibel betrieben werden, kann daraus jedoch nicht abgeleitet werden. Insgesamt weist der Anlagenbestand an Biogasanlagen noch erheblichen Optimierungsbedarf für die Neuausrichtung der Betriebsstrategie auf die flexible Verstromung auf. Die geringe Flexibilität wird in erster Linie auf die geringe vorgehaltene flexible Leistung zurückgeführt. Unsicherheiten bestehen auf Seiten der Anlagenbetreiber bzgl. des wirtschaftlichen Betriebs der Anlagen, eines passenden Betriebskonzepts, des zusätzlichen

Arbeitsaufwands sowie der Vielfalt neuer Vertragspartner. Zudem bleibt festzuhalten, dass die Fahrplangestaltung für die flexible Strombereitstellung derzeit nicht die gewünschten Erlöse erzielt.

Die Auswertungen der BNetzA-Daten zeigen, dass Biogas- und Biomethan-Anlagen, die Anspruch auf Flexprämie bzw. Flexzuschlag hatten, 2016 mit etwa 4 TWh_{el} rund 12 % der Stromerzeugung aus Biogas beitrugen. Eine Aussage zum arbeitsrelevanten Anteil der installierten Anlagenleistung bzw. der Anteil der Überbauung der Biogasanlagen zum Zweck der Flexibilisierung kann nur abgeschätzt werden. Schätzungsweise 4,1 GW_{el} der installierten Anlagenleistung für Biogas können als arbeitsrelevante Bemessungsleistung berücksichtigt werden [10].

5 Anlagen zur Biogaserzeugung mit Vor-Ort-Verstromung

5.1 Biogasanlagenbestand

Die Auswertung der Daten der BNetzA für das Bezugsjahr 2015 (Datenbasis BNetzA 2016 [5]) ergibt eine Anzahl von 10.551 Biogas-BHKW (ohne Biomethan-BHKW) mit einer installierten elektrischen Anlagenleistung von 4.379 MW_{el}, welche Ende 2015 in Betrieb waren. Unter der Annahme, dass es sich bei rund 20 % der BHKW um Satelliten-BHKW handelt², ist für **Ende 2015** von rund 8.300 Biogaserzeugungsanlagen (ohne Betriebsstätten mit Aufbereitung zu Biomethan) auszugehen [11]. Zudem waren Ende 2015 187 Biogasaufbereitungsanlagen in Betrieb (dena) [12].

Ähnlich wie in 2015 beschränkte sich der Anlagenzubau auch **in 2016** in erster Linie auf die Erweiterung bestehender Anlagen durch Leistungszubau für die Flexibilisierung der Anlagen. Daneben sind etwa 190 Neuanlagen in Betrieb gegangen, wobei es sich bei dem Großteil der Neuanlagen um Güllekleinanlagen (gem. §27b EEG 2012/ §46 EEG 2014) handelt. Laut Anlagenregister BNetzA sind 174 Güllekleinanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 12,7 MW_{el} in 2016 in Betrieb gegangen. Daneben sind vereinzelt landwirtschaftliche Biogasanlagen (>75 kW_{el} installierte Leistung) und eine Abfallvergärungsanlage neu in Betrieb gegangen [11]. Der Zubau an Biogasaufbereitungsanlagen lag in 2016 bei 9 Anlagen. Nach Angaben der AGEE-Stat liegt der Leistungszubau bei Biogasanlagen in 2016 bei rund 203 MW_{el}; wobei etwa 90 % auf den Leistungszubau für die Flexibilisierung der Stromerzeugung zurückzuführen sind [3]. Demzufolge liegt der arbeitsrelevante Leistungszubau in 2016 bei rund 20 MW_{el} [11].

Ende 2016 sind somit in Deutschland insgesamt rund 8.700 Biogasproduktionsanlagen inkl. Betriebsstätten mit Aufbereitung zu Biomethan in Betrieb. Die Zahl der Biogasproduktionsanlagen mit Vor-Ort-Verstromung (und Satelliten-BHKW) des Biogases liegt bei rund 8.500 Anlagen. Daneben sind

² Einschätzung DBFZ, auf der Basis der Auswertungen der Biogas-Betreiberbefragungen hinsichtlich der Angaben zu den einzelnen BHKW und Angaben der Landesämter/-ministerien, bei denen eine Differenzierung der Biogas-BHKW nach Produktionsstätte und Satelliten-BHKW erfolgte (Bandbreite liegt in der Größenordnung von 15 bis 25%).

Ende 2016 196 Biogasaufbereitungsanlagen mit Aufbereitungstechnologie zur Bereitstellung von Biomethan in Betrieb [11], [12] (vgl. Kap. 6.1).

Eine Übersicht zur Verteilung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland nach Anlagenart mit Stand 12/2016 ist in Tabelle 5-1 dargestellt.

Tabelle 5-1: Verteilung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland nach Anlagenart, Stand 12/2016 (DBFZ, 2017)

Art der Biogasproduktionsanlage	Anlagenzahl
Landwirtschaftliche Biogasproduktionsanlagen	ca. 8.200
davon Güllekleinanlagen ($\leq 75\text{kW}$) gemäß §27b EEG 2012/ §46 EEG 2014	560
Abfallvergärungsanlagen (Anteil org. Abfälle $\geq 90\%$, massebezogen)	135
Vergärungsanlagen auf Basis von org. Abfällen und Gülle/ NawaRo (Anteil org. Abfälle $< 90\%$, massebezogen)	200
Biogasaufbereitungsanlagen zu Biomethan (Erweiterungen nicht als separate Anlage erfasst)	196
Biogasproduktionsanlagen, gesamt	ca. 8.700

5.2 Regionale Verteilung

5.2.1 Verteilung der Biogasanlagen im Überblick

Die regionale Verteilung des Biogasanlagenbestandes zum Stand Ende 2016 ist in Abbildung 5-1 dargestellt. Die Bundesländer Bayern, Niedersachsen und Baden-Württemberg stellen nach wie vor mehr als die Hälfte des Biogasanlagenbestandes in Deutschland. Regionale „Hot spots“ an Biogasanlagen sind in Süddeutschland zwischen Donau, Stadtregion München und Alpenvorland, sowie zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb und den Alpen, ebenso wie in Niedersachsen (Ostfriesland, bis Münsterland und Lüneburger Heide) und Schleswig-Holstein zu finden. Bezogen auf die installierte Anlagenleistung sind in Norddeutschland und Teilen Bayerns Schwerpunkte zu verzeichnen (vgl. Anhang A 10).

Ein Überblick zum Biogasanlagenbestand auf Kreisebene hinsichtlich der Anlagenzahl, installierten elektrischen Anlagenleistung und der durchschnittlichen Anlagengröße ist im Anhang A 14 dargestellt.

Die regionale Differenzierung des Biogasanlagenbestandes hinsichtlich der durchschnittlichen Anlagengröße zeigt, dass im Norden und Osten Deutschlands die Anlagen im Mittel eine installierte Anlagenleistung deutlich über dem Bundesdurchschnitt aufweisen. In Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern liegt die mittlere Anlagenleistung bei $> 500\text{ kW}_{\text{el}}$. In Süddeutschland, Saarland und Rheinland-Pfalz sind vorwiegend Anlagen im kleinen bis mittleren Leistungsbereich ($< 370\text{ kW}_{\text{el}}$) in Betrieb (vgl. Anhang A 10).

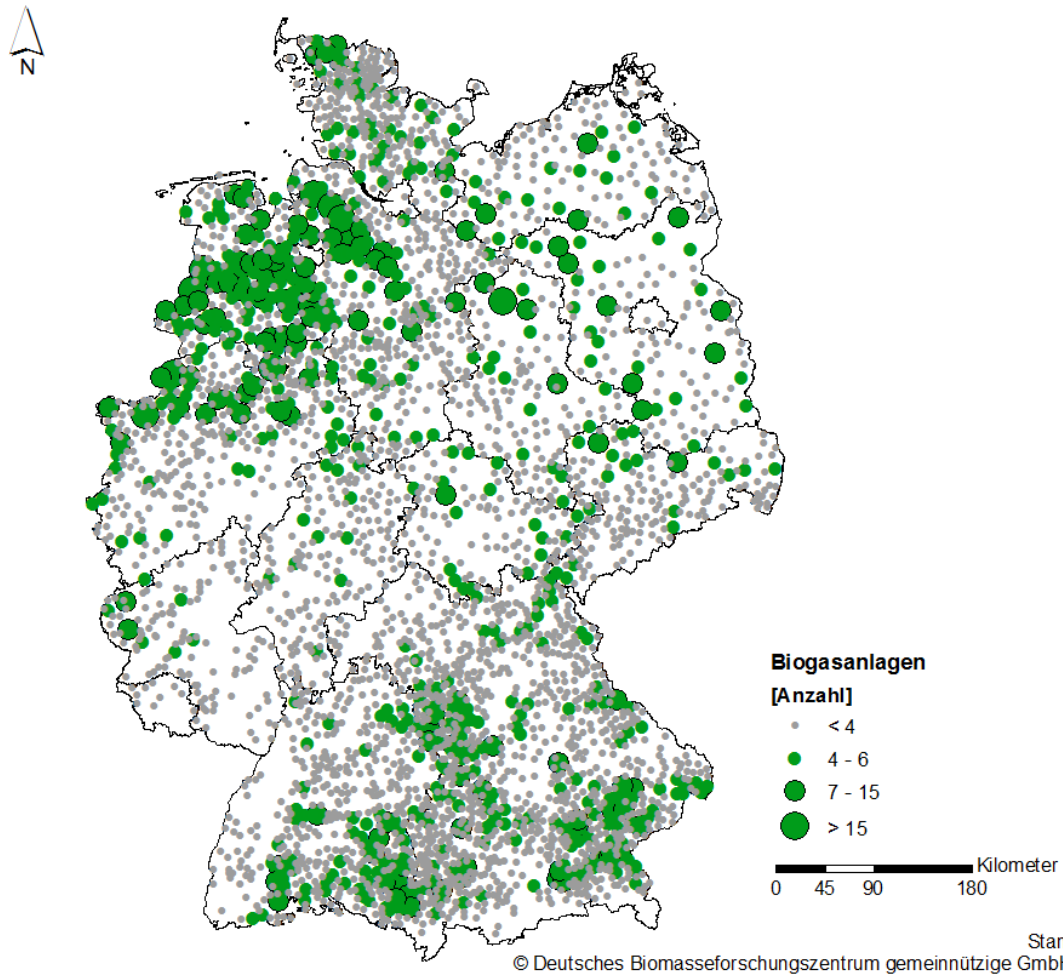


Abbildung 5-1: Standorte der in Betrieb befindlichen Biogasanlagen (Vor-Ort-Verstromung und Satelliten-BHKW) in Deutschland, ohne Biogasaufbereitungsanlagen; Bezugsebene Postleitzahl (Biogasdatenbank DBFZ, 03/2017) (DBFZ, 2017)

5.2.2 Güllekleinanlagen bis 75 kW_{el} (§ 27b EEG 2012 bzw. § 46 EEG 2014)

Mit der Einführung der gesonderten Vergütungskategorie für güllebasierte Kleinanlagen mit den EEG 2012 (§ 27b EEG 2012 bzw. § 46 EEG 2014) gingen zahlreiche neue Biogasanlagen ≤ 75 kW_{el} basierend auf dem Einsatz von Gülle und Festmist in Betrieb.

Zum Stand Ende 2015 sind nach Auswertungen der Daten der BNetzA 385 Güllekleinanlagen gemäß § 27b EEG 2012 bzw. § 46 EEG 2014 in Betrieb [11]. Hierbei handelt es sich konkret um die Anlagen, die gemäß EEG die Vergütung für Güllekleinanlagen erhalten. Für das Jahr 2016 wird die Inbetriebnahme weiterer 174 Güllekleinanlagen auf der Basis des Anlagenregisters der BNetzA (Stand: 5/2017) angegeben [13]. Abschließende Zahlen liegen zum Redaktionsschluss noch nicht vor. Demnach kann zum Stand Ende 2016 die Anzahl EEG-vergüteter Güllekleinanlagen (gemäß §27b EEG 2012 bzw. §46 EEG) auf rund 560 Anlagen abgeschätzt werden [11] (vgl. Anhang A 11). In diesen

Anlagen werden mindestens 80 % des Substratinputs (bezogen auf die eingesetzte Substratmenge) aus Gülle und Festmist gestellt. Abbildung 5-2 zeigt die Standorte der Güllekleinanlagen, die nach EEG 2012 bzw. 2014 vergütet werden. Für 2016 wird die Stromproduktion für diese Güllekleinanlagen mit rund 271,3 GWh_{el} prognostiziert [11]. Bezogen auf die Gesamtstromerzeugung aus Biogas inkl. Biomethan (2016: 32.370 GWh_{el} [3]) liegt die Stromerzeugung aus EEG-vergüteten Güllekleinanlagen (§27b EEG 2012/ §46 EEG 2014) bei einem Anteil von etwa 0,84 % an der Gesamtstromerzeugung aus Biogas/ Biomethan in 2016 [11].

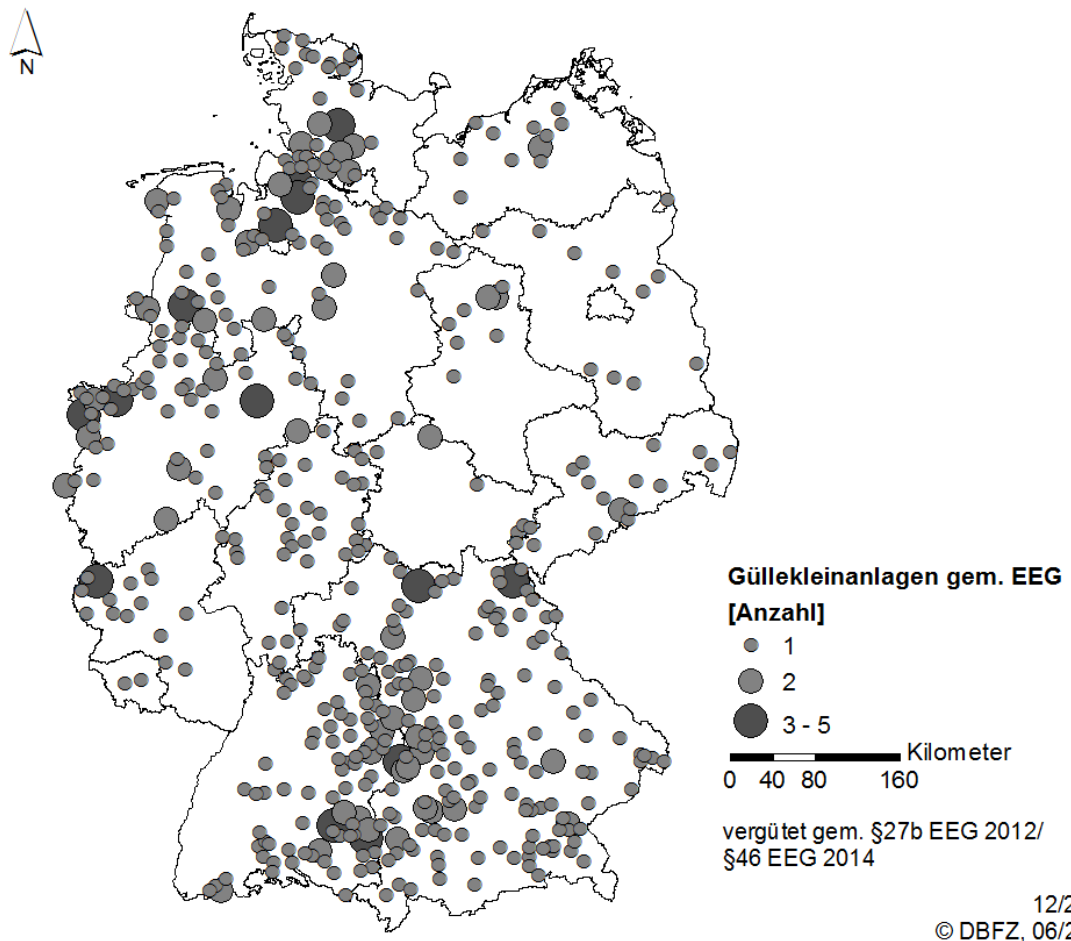


Abbildung 5-2: Regionale Verteilung der Güllekleinanlagen vergütet gemäß §27b EEG 2012 bzw. §46 EEG 2014 [5], [13] (DBFZ, 2017)

Neben diesen gemäß EEG vergüteten Güllekleinanlagen sind zahlreiche weitere Biogasanlagen in Betrieb, in denen vordergründig Gülle und Festmist zum Einsatz kommen. Eine Differenzierung der Daten erfolgt anhand der vorliegenden Ergebnisse der Betreiberbefragungen 2015 und 2016. Im Ergebnis der Befragungen wird in rund 12 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen ein Anteil von mindestens 80 % Gülle/Festmist eingesetzt (bezogen auf die Mengen). Bezogen auf den Anlagenbestand entspricht das etwa 900 – 1.000 Anlagen. Dies beinhaltet die o.g. Güllekleinanlagen mit spezieller Vergütung gemäß EEG. Die mittlere Anlagenleistung dieser Anlagen liegt bei 285 kW_{el}. Die Ergebnisse zeigen, dass davon insgesamt rund 200 - 250 Anlagen als reine Gülleanlagen

(Substratinput 100 % Gülle/Festmist) betrieben werden (vgl. Abbildung 5-7) (DBFZ Betreiberbefragung 2015, 2016) [14], [2].

5.2.3 Abfallvergärungsanlagen

Neben den rein landwirtschaftlichen Biogasanlagen spielt in Deutschland die Vergärung von Bioabfällen und anderen organischen Abfällen aus Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft eine untergeordnete Rolle bei der Biogasproduktion. Dennoch steigt die Zahl der in Betrieb befindlichen Abfallvergärungsanlagen kontinuierlich. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes lag die Zahl der biologischen Abfallbehandlungsanlagen im Jahr 2015 bei insgesamt 2.362 Anlagen, wobei 1.392 Anlagen als Biogas-/Vergärungsanlagen (inkl. kombinierter Kompostierung und Vergärung) ausgewiesen sind. Hierbei handelt es sich um Abfallvergärungs- oder Kofermentationsanlagen, die für den Einsatz von Abfällen zugelassen sind. Jedoch werden nicht in allen dieser Anlagen tatsächlich Bioabfälle oder andere organische Abfälle eingesetzt. Im Berichtsjahr 2015 wurden nach Angaben des Statistischen Bundesamtes in 1.055 Anlagen (mit vorhandener Genehmigung für den Einsatz von Abfällen) keine Abfälle zur Biogasproduktion eingesetzt. Damit wurden im Jahr 2015 in 337 Biogasanlagen Abfälle verarbeitet [15].

Infolge der Anpassungen des EEG 2012 und 2014 ist die Vergärung von Bioabfällen (gem. §27a EEG 2012, §45 EEG 2014) neben der Installation von Güllekleinanlagen stärker in den Fokus gerückt. **Ende 2015** sind in Deutschland nach Datenlage des DBFZ 133 Abfallvergärungsanlagen in Betrieb. Dies umfasst sowohl Anlagen, in denen Bio- und Grünabfälle aus getrennter Sammlung gemäß EEG eingesetzt werden, als auch Anlagen, in denen gewerbliche organische Abfälle (Lebensmittel, Speisereste aus Großküchen, Kantinen und Gastronomie, Fette und Flotate), Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie oder sonstige organische Abfälle eingesetzt werden. Dabei resultieren mindestens 90 % des Substratinputs aus Bioabfällen (gem. §27a EEG 2012, §45 EEG 2014) oder gewerblichen org. Abfällen, Abfällen aus der Nahrungsmittelindustrie oder sonstigen org. Abfällen. Tierische Nebenprodukte wie Gülle und Festmist werden dabei nicht berücksichtigt.

Gegenüber den ersten 2 Jahren nach Inkrafttreten des EEG 2012 und der damit verbundenen Einführung einer gesonderten Vergütungskategorie für die Vergärung von Bioabfällen ist der Zubau an Neuanlagen seit 2015 zurückgegangen. Im Jahr 2016 ist lediglich eine Neuanlage auf Basis von Bioabfällen aus getrennter Sammlung in Betrieb gegangen. Zum Stand **Ende 2016** sind in Deutschland demnach 134 Abfallvergärungsanlagen in Betrieb (vgl. Anhang A 12). In knapp 90 Abfallvergärungsanlagen werden Bio- und Grünabfälle aus getrennter Sammlung eingesetzt – mit sehr unterschiedlichen Anteilen am Gesamtinput. Nach Datenlage des DBFZ handelt es sich bei 70 Anlagen um Vergärungsanlagen, in denen Bioabfälle gemäß §27a EEG 2012 bzw. §45 EEG 2014 eingesetzt werden [11]. In Abbildung 5-3 sind die Standorte der Vergärungsanlagen differenziert nach Betriebsstatus und Substratinput zum Stand 31.12.2016 dargestellt.

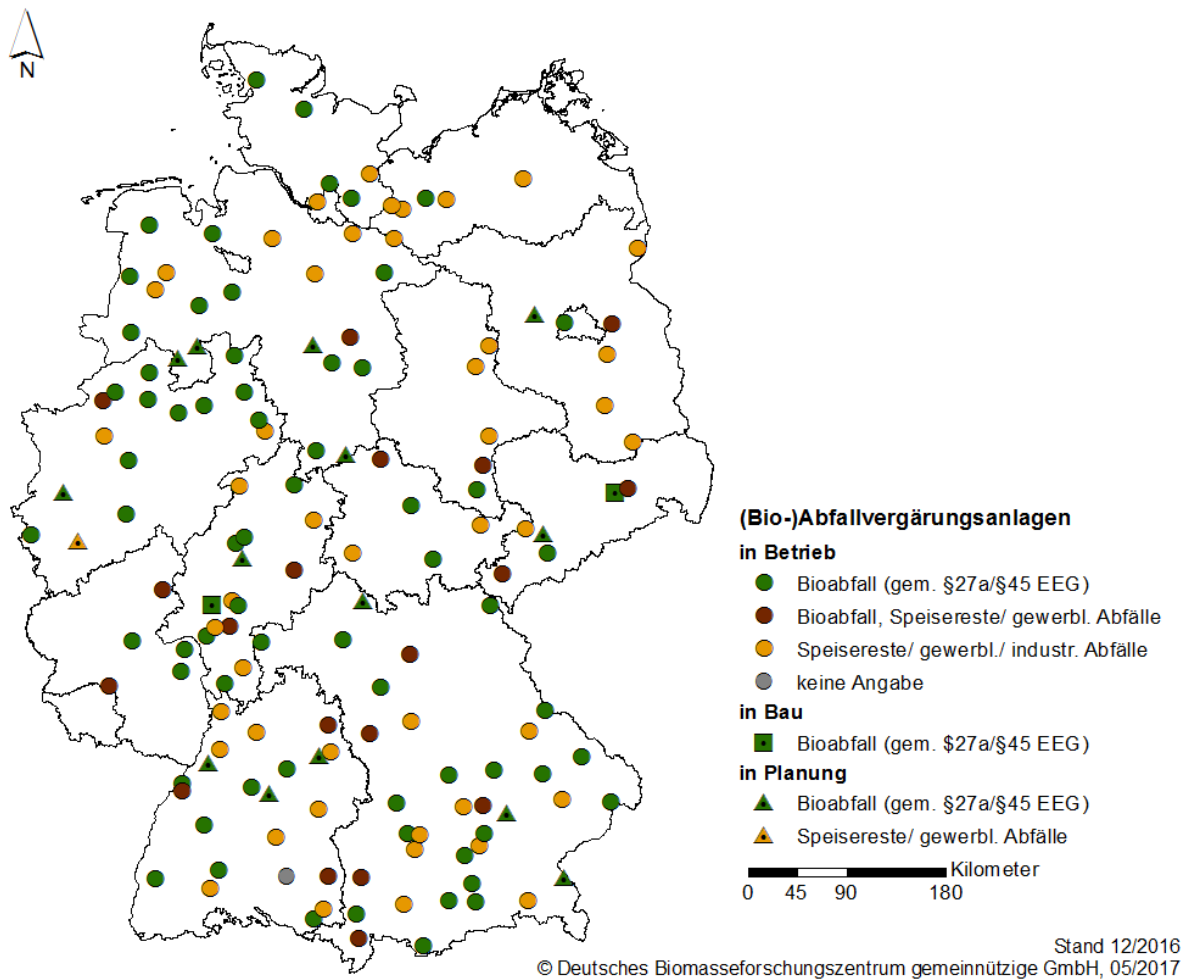


Abbildung 5-3: (Bio-)Abfallvergärungsanlagen in Deutschland differenziert nach Betriebsstatus und Substratinput (Datenbank Biogas DBFZ, 05/2017) (DBFZ, 2017)

Die Mehrheit der Bioabfallvergärungsanlagen liegt in Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen. Regionen, in denen die erfassten Bio- und Grüngutmengen bezogen auf die Einwohnerdichte in den vergangenen Jahren verhältnismäßig niedrig waren (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen und Thüringen), bietet die Vergärung von Bioabfällen aus der getrennten Sammlung gegenwärtig größere Nutzungspotenziale [16].

Neben den Abfallvergärungsanlagen, in denen der Substratinput überwiegend (> 90 % massebezogen) oder ausschließlich auf den Einsatz von Bioabfällen oder sonstigen organischen Abfällen aus Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft zurückzuführen sind, ist eine Vielzahl von Kofermentationsanlagen in Betrieb, in denen zusätzlich tierische Nebenprodukte wie Gülle und Festmist oder nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden. Der Anteil von Bioabfällen am Substratinput liegt hier bei <90 % am Gesamtinput. Bezugnehmend auf die o.g. 337 Biogasanlagen, in denen organische Abfälle zur Biogasproduktion eingesetzt werden, entspricht das zum Stand Ende 2015 insgesamt einer Anlagenzahl von etwa 200 Kofermentationsanlagen (vgl. Anhang A 13). Aufgrund der geringen Relevanz dieser Anlagen erfolgt an dieser Stelle keine weitere detaillierte Betrachtung dieser Anlagenkategorie.

Zum Stand Ende 2016 sind seit Inkrafttreten des EEG 2012 insgesamt 29 Abfallvergärungsanlagen neu in Betrieb gegangen. In 25 dieser Anlagen wird ausschließlich oder überwiegend getrennt erfasster Bioabfall gemäß §27a EEG 2012 bzw. §45 EEG 2014 eingesetzt. In den übrigen 4 Neuanlagen finden organische gewerbliche Abfälle, Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie bzw. sonstige organische Abfälle Eingang. Bei den gegenwärtig in Bau und Planung befindlichen Anlagen handelt es sich überwiegend um Anlagen, in denen vorwiegend Bioabfälle aus getrennter Sammlung gemäß EEG Einsatz finden (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 02/2017).

Abbildung 5-4 zeigt die Entwicklung der Abfallvergärungsanlagen und verdeutlicht zudem, dass die in den vergangenen Jahren in Betrieb genommenen Anlagen vorwiegend auf dem Input von Bio- und Grünabfall aus der getrennten Sammlung basieren. Die durchschnittliche Anlagenleistung, der seit 2012 in Betrieb gegangenen Abfallvergärungsanlagen liegt bei rund 780 kW_{el} (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 02/2017).

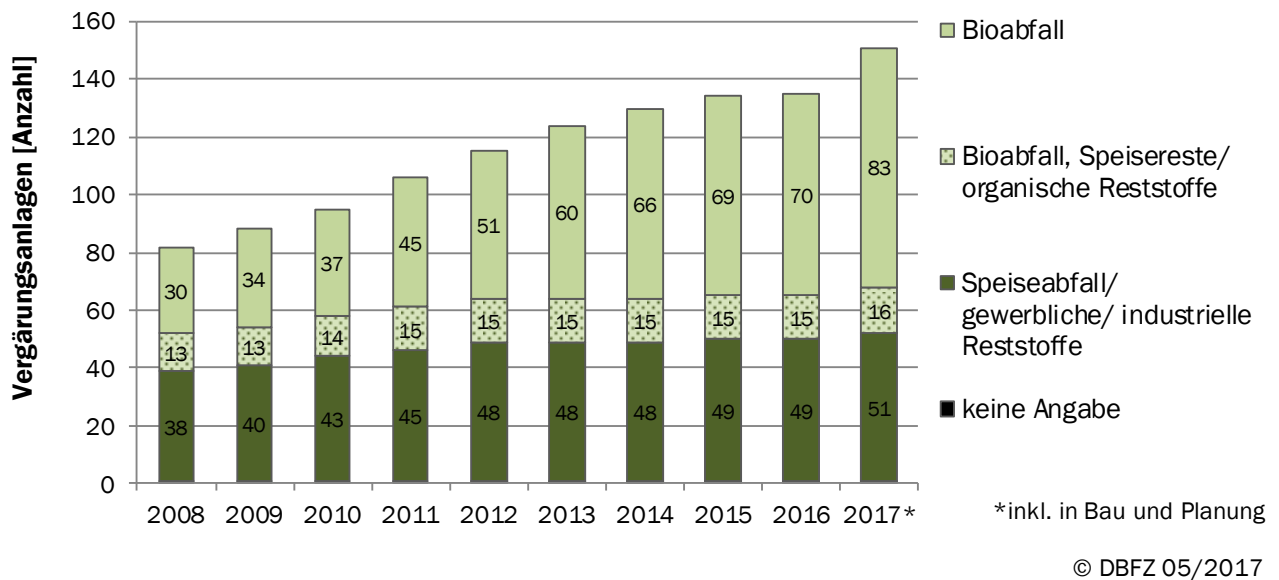
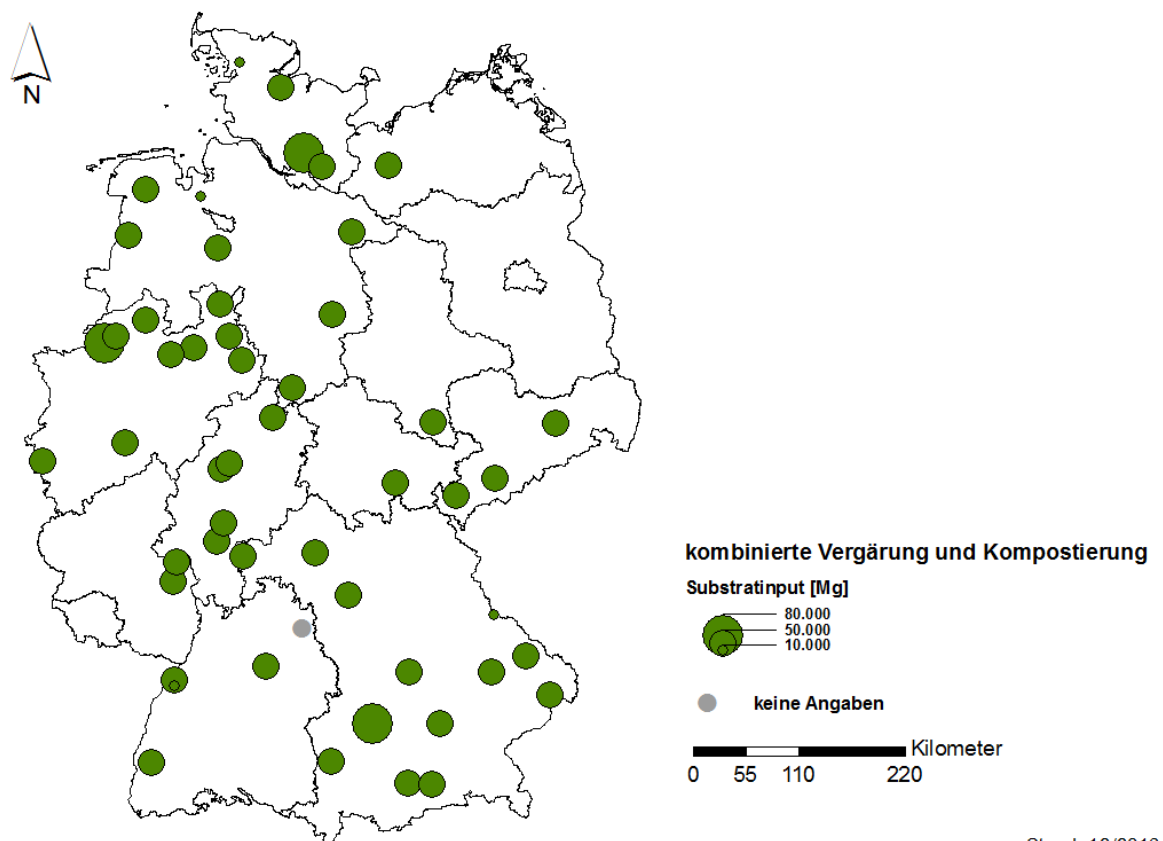


Abbildung 5-4: Entwicklung der (Bio-)Abfallvergärungsanlagen in Deutschland 2008 - 2017 differenziert nach Substratinput der Anlagen (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 05/2017) (DBFZ, 2017)

Mindestens 15 Neuanlagen, die seit 2012 in Betrieb gegangen sind, wurden als vorgeschaltete Vergärung an bestehenden Kompostierungsanlagen integriert. Insgesamt sind in Deutschland Ende 2016 mehr als 50 Vergärungsanlagen mit einer nachgeschalteten Kompostierung in Betrieb (vgl. Abbildung 5-5). Die kombinierte Vergärung und Kompostierung von Bioabfällen stellt einen effizienten Verwertungsweg zur energetischen und stofflichen Nutzung der erfassten Abfälle aus der Biotonne und Grünabfälle dar.



Stand 12/2016
© DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, 2017

Abbildung 5-5: Standorte der kombinierten (Bio-)Abfallvergärungsanlagen und Kompostierung in Deutschland (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 12/2016) (DBFZ, 2017)

5.3 Einsatzstoffe zur Biogaszeugung (VOV)

5.3.1 Substrateinsatz zur Biogaszeugung insgesamt

Die dargestellten Ergebnisse zum Substratinput resultieren aus den Auswertungen der Betreiberbefragung 2016 (Bezugsjahr 2015) sowie 2017 (Bezugsjahr 2016).

Die überwiegende Mehrheit der Biogasanlagen in Deutschland wird auf der Basis tierischer Nebenprodukte wie Gülle und Festmist sowie nachwachsender Rohstoffe (NawaRo) betrieben. Diese landwirtschaftlichen Biogasanlagen dominieren in Deutschland und machen rund 95 % des Biogasanlagenbestandes – bezogen auf die Anlagen mit Vor-Ort-Verstromung – aus. Daneben sind insgesamt rund 300 Biogasanlagen in Betrieb, in denen organische Abfälle, wie beispielsweise getrennt erfasste Bioabfälle, Garten- und Parkabfälle, Speisereste, Abfälle aus der Lebensmittelindustrie oder sonstige organische Abfälle eingesetzt werden. Hierbei gibt es sowohl Vergärungsanlagen, in denen der Einsatz von organischen Abfällen 100 % des Substrateinsatzes ausmacht als auch Anlagen, in denen neben NawaRo und tierischen Exkrementen organische Abfälle zur Vergärung eingesetzt werden (sog. Kofermentationsanlagen).

Im Rahmen der Förderung durch das EEG nahm insbesondere der Einsatz nachwachsender Rohstoffe mit der Einführung des NawaRo-Bonus im Jahr 2004 kontinuierlich zu. Zudem erfuhren diese landwirtschaftlichen Einsatzstoffe mit der Einführung des Gülle-Bonus im Zuge der Neufassung des EEG 2009 und den festgelegten Einsatzstoffvergütungsklassen im Rahmen des EEG 2012 starke Anreize zum Einsatz für die Biogasproduktion. Insbesondere in den Jahren des boomenden Anlagenzubaues wurden hierbei vordergründig Anlagenkonzepte für den Einsatz von NawaRo und tierischen Nebenprodukten umgesetzt. Im Jahr 2016 nahmen tierische Exkremente (Gülle, Festmist) und nachwachsende Rohstoffe etwa 93% der Substratinputströme in Biogasanlagen ein [2].

Unter Berücksichtigung des Energiegehaltes der eingesetzten Substrate verschiebt sich die Verteilung hin zu nachwachsenden Rohstoffen (vgl. Abbildung 5-6). Dies ist mit deutlich höheren Gasausbeuten von NawaRo gegenüber tierischen Exkrementen, insbesondere Gülle, zu begründen. Etwa 77 % der Energiebereitstellung aus Biogas sind auf den Einsatz nachwachsender Rohstoffe zurückzuführen. Der Einsatz von Gülle und Festmist spielt energiebezogen mit rund 15 % nur eine vergleichsweise geringe Rolle. Kommunaler Bioabfall und Reststoffe aus Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft machen insgesamt rund 7 % bezogen auf die eingesetzten Substratmengen und rund 9 % energiebezogen aus.

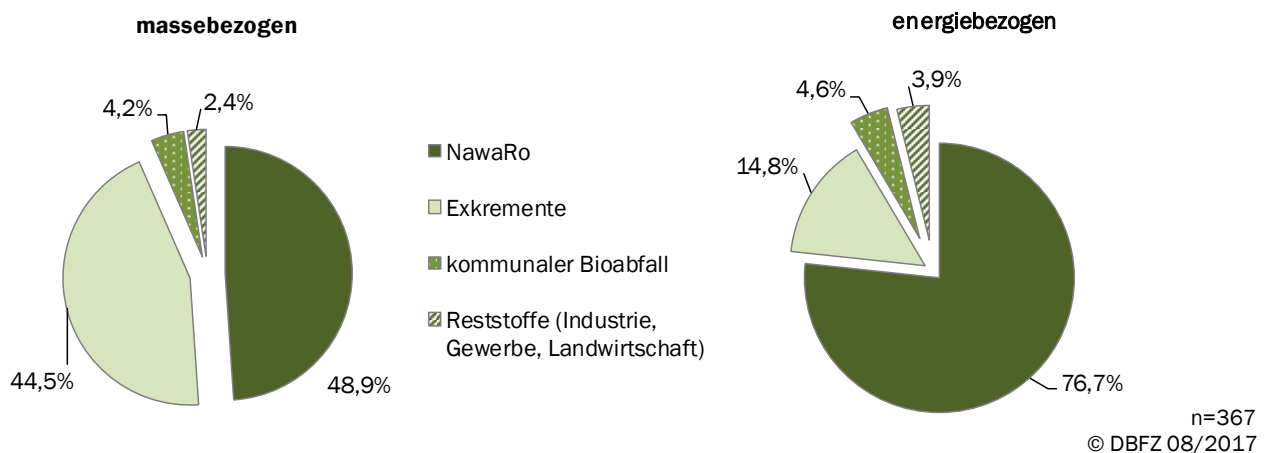


Abbildung 5-6: Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen in Deutschland (ohne Biogasaufbereitungsanlagen) (DBFZ Betreiberbefragung 2017, Bezugsjahr 2016), (DBFZ, 2017)

Die vergleichende Betrachtung zum Vorjahr (Betreiberbefragung 2016; Bezugsjahr 2015) zeigen für die Erzeugung von Biogas hinsichtlich der prozentualen Verteilung der Substratkategorien nur geringe Unterschiede (vgl. Anhang A 5).

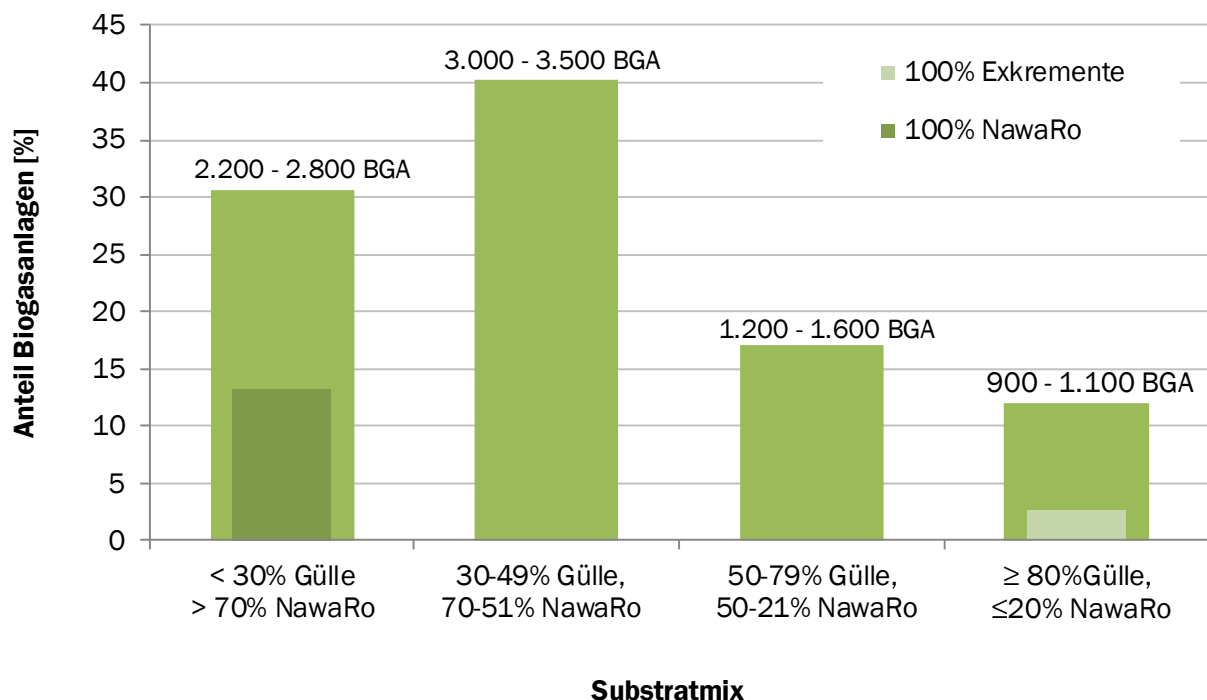
Auf der Basis der energiebezogenen Substratverteilung (DBFZ Betreiberbefragung) und der Angaben zur Stromerzeugung aus Biogas (AGEE stat 2017) wurde der Primärenergieeinsatz zur Stromproduktion aus Biogas und Biomethan für das Bezugsjahr 2015 nach Substratkategorien ermittelt (vgl. Anhang A 6). Dabei wird zwischen Biogas-Vor-Ort-Verstromung (VOV) und Biomethan-KWK unterschieden.

5.3.2 Substratinput landwirtschaftlicher Biogasanlagen

Landwirtschaftliche Biogasanlagen machen den Großteil des Biogasanlagenbestandes in Deutschland aus. Der Substratinput wird in diesen Anlagen aus nachwachsenden Rohstoffen und tierischen Exkrementen wie Gülle und Festmist gestellt. Insgesamt waren zum Stand Ende 2016 rund 8.200 landwirtschaftliche Biogasanlagen in Betrieb, deren Substratinput zu 100% aus diesen Einsatzstoffen resultiert. Daneben sind etwa 200 Biogasproduktionsanlagen in Betrieb, deren Substratinput aus NawaRo/ tierischen Exkrementen und organischen Abfällen resultiert (sog. Kofermentationsanlagen). Diese Anlagen finden in der nachfolgenden Darstellung zum Substratinput in landwirtschaftlichen Biogasanlagen keine Berücksichtigung.

Zum Stand Ende 2016 sind in Deutschland rund 8.200 Biogasproduktionsanlagen (Vor-Ort-Verstromung und Satelliten-BHKW) in Betrieb. Nachfolgend werden die am Biogasanlagenbestand verbreiteten landwirtschaftlichen Anlagenkonzepte mit Aufschlüsselung nach Substratinput im Überblick dargestellt, wobei eine Abschätzung der Anlagenzahl bezogen auf den Anlagenbestand vorgenommen wird. Diese erfolgt als Spannweiten, da anlagenscharfe Daten zum Substratinput nicht vorliegen und die Ergebnisse auf Auswertungen der DBFZ Betreiberbefragungen und Datenbank basieren.

Abbildung 5-7 zeigt die Verteilung der landwirtschaftlichen Biogasanlagen hinsichtlich Substratinput, differenziert nach den Anteilen für Gülle und NawaRo am Substratinput und Anlagenzahl.



© DBFZ, 06/2017

Abbildung 5-7: Verteilung landwirtschaftlicher Biogasanlagen in Deutschland differenziert nach Substratinput und Anlagenzahl (Datenbasis: DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016 [14], [2]), (DBFZ, 2017)

Die Clusterung der Substratkategorien „NawaRo“ und „Tierische Exkrement“ zeigt im Ergebnis:

- Dominierend am Anlagenbestand sind Biogasanlagen mit einem Substratinput von 30 – 50 % Gülle/ Festmist und überwiegendem Einsatz von NawaRo. Ergebnisse der DBFZ-Betreiberbefragungen zeigen, dass rund 40 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen ein derartiges Substratkonzept aufweisen. Hinsichtlich des Gesamtanlagenbestandes entspricht dies etwa 3.000 – 3.500 Biogasproduktionsanlagen in Deutschland.
- NawaRo-basierte Biogasanlagen (> 70 % NawaRo am Substratinput) machen rund 30 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen aus. Das entspricht, bezogen auf den Anlagenbestand rund 2.200 – 2.800 Biogasproduktionsanlagen in Deutschland. Die mittlere installierte Anlagenleistung dieser Anlagen liegt bei rund 670 kW_{el}.
- Rund 1.050 – 1.150 Biogasproduktionsanlagen werden als reine NawaRo-Anlagen (Substratinput 100 % NawaRo) betrieben. Dies entspricht etwa 13 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Die mittlere installierte Anlagenleistung dieser NawaRo-Anlagen liegt bei 725 kW_{el} [14][2].
- Biogasanlagen mit einem Substratinput von 50 – 79 % Exkrement neben dem Einsatz von NawaRo (bezogen auf die eingesetzten Substratmengen) machen etwa 17 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen aus. Dies entspricht etwa 1.200 – 1.600 Biogasproduktionsanlagen³.
- Biogasanlagen mit einem Substratinput von ≥ 80 % Exkrement/ ≤ 20% NawaRo stellen unter den landwirtschaftlichen Biogasanlagen das am wenigsten verbreitete Anlagenkonzept dar. Rund 12 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden mit diesem güllebasierten Substratinput betrieben. Zu den hier benannten güllebasierten Biogasanlagen zählen ebenso die nach EEG (§27b EEG 2012/ §46 EEG 2014) vergüteten Güllekleinanlagen (vgl. Kapitel 5.2.2). Rund 200 – 250 Biogasanlagen werden dabei als reine Gülleanlagen (Substratinput 100 % Gülle/ Festmist) betrieben.

Für die nachfolgend dargestellten Ergebnisse zur Substratverteilung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Deutschland wurden die Ergebnisse der Betreiberbefragungen 2015 und 2016 (mit den Bezugsjahren 2014 und 2015) herangezogen, um die Anzahl der Datensätze zu steigern und damit die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen. Auftretende Dopplungen (Rückmeldungen zu einer Biogasproduktionsanlage in beiden Befragungsjahren) wurden bereinigt. Hier wurden in Hinblick auf die Aktualität die Daten der Befragung 2016 verwendet (vgl. Anhang A 3). Für die Darstellung des massebezogenen Substrateinsatzes werden die vorliegenden Rückmeldungen der Befragungen 2015 und 2016 nach Substratkategorien aufsummiert dargestellt. Berücksichtigt sind hierbei nur Biogasanlagen, deren Substratinput aus NawaRo und/ oder Wirtschaftsdünger bereitgestellt wird. Abfallvergärungsanlagen und weitere Vergärungsanlagen, in denen Bioabfälle, industrielle oder gewerbliche Reststoffe Einsatz finden, werden nicht berücksichtigt.

³ Bandbreite aufgrund einer angenommenen Abweichung von etwa 10 % bezogen auf die Anlagenzahl.

Ergänzende Darstellungen zum Substrateinsatz für die Verteilung der nachwachsenden Rohstoffe und Wirtschaftsdünger zur Biogasproduktion in landwirtschaftlichen Anlagen auf der Basis der Betreiberbefragung 2017 (Bezugsjahr 2016) sind im Anhang A 7 und Anhang A 8 aufgeführt.

Analog zu der in Abbildung 5-6 dargestellten Verteilung des Substratinputs in den Biogasanlagen in Deutschland, zeigt die Verteilung des Substratinputs in landwirtschaftlichen Biogasanlagen, dass der Einsatz nachwachsender Rohstoffe den Einsatz von tierischen Exkrementen massenbezogen leicht und energiebezogen deutlich übersteigt. Bezogen auf die eingesetzten Mengen liegt der Anteil von NawaRo am Substrateinsatz 2015 bei rund 54 %. Gülle und Festmist machen rund 46 % der Inputmengen aus. Bezogen auf die durch die Vergärung erzeugte Energiemenge liegt der Anteil von Exkrementen bei rund 15 % am Substratinput. Daneben resultieren rund 85 % der erzeugten Energie aus nachwachsenden Rohstoffen [2].

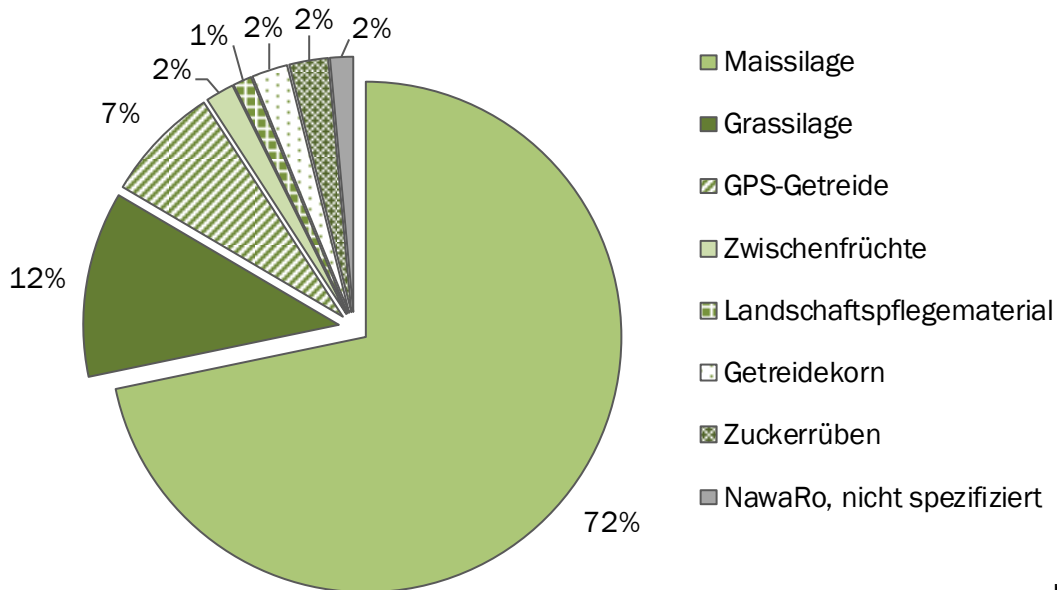
Es besteht eine deutliche Abhängigkeit des Substratinputs zur installierten Anlagenleistung. Biogasanlagen im kleinen Leistungsbereich ($\leq 150 \text{ kW}_{\text{el}}$) werden überwiegend mit tierischen Exkrementen beschickt. Der massenbezogene Anteil nachwachsender Rohstoffe am durchschnittlichen Substrateinsatz steigt mit zunehmender Anlagenleistung. Der Anteil von tierischen Exkrementen sinkt dabei. Im Leistungsbereich $\leq 150 \text{ kW}_{\text{el}}$ stellen NawaRo nur rund 22 % des Substratinputs, Gülle und Festmist dagegen etwa 78 %. Im Leistungsbereich $> 500 \text{ kW}_{\text{el}}$ sind rund 68 % der Einsatzstoffe NawaRo und etwas mehr als 30 % Exkreme (vgl. Tabelle 5-2).

Tabelle 5-2: Substratinput (massenbezogene Anteile) in landwirtschaftlichen Biogasanlagen differenziert nach Größenklassen (DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016), (DBFZ, 2017)

Leistungsgröße, installierte Leistung [kW_{el}]	NawaRo [%]	Exkreme [%]	ind./ landw./ gewerbl. Reststoffe [%]	berücksichtigte Rückmeldungen [Anzahl]
≤ 150	22,0	78,0	0,0	97
151 - 300	46,4	53,5	0,1	165
301 - 500	50,1	49,7	0,2	220
501 - 1.000	55,4	44,5	0,1	276
> 1.000	68,2	31,5	0,3	89

Der Einsatz von tierischen Exkrementen liegt bei der Mehrheit der landwirtschaftlichen Biogasanlagen zwischen 30 und 50 % des gesamten Substratinputs (massebezogen). Im Ergebnis der Betreiberbefragungen 2015 und 2016 setzt sich in rund 40 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen der Substratmix wie folgt zusammen: 30 – 50 % Exkreme / 70 – 50 % NawaRo. Dies ist vor allem mit der Förderung des Gülleinsatzes über den im EEG 2009 eingeführten Güllebonus zu begründen [17]. In 2015 werden in rund 65 % der Anlagen mehr als 30 % der eingesetzten Substratmenge aus Gülle und Festmist gestellt. Einen Anteil von mindestens 80 % Gülle/ Festmist am Gesamtsubstratinput der Biogasanlage wird in rund 12 % der Biogasanlagen erreicht. Dies umfasst auch die Güllekleinanlagen in Deutschland (vgl. Kapitel 5.2.2).

Eine Differenzierung des Substrateinsatzes nachwachsender Rohstoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen, bezogen auf die eingesetzte Masse, ist in Abbildung 5-8 dargestellt. Maissilage ist dabei das dominierende Substrat unter den nachwachsenden Rohstoffen. Rund 72 % der in Biogasanlagen eingesetzten NawaRo-Mengen werden durch Maissilage gestellt. Daneben nimmt Grassilage einen Anteil von rund 12 % am Gesamtinput nachwachsender Rohstoffe ein. Auf Getreide-GPS entfallen etwa 7 % des NawaRo-Inputs. Daneben machen Zwischenfrüchte, Getreidekorn, Landschaftspflegematerial, Zuckerrüben und sonstige NawaRo nur einen vergleichsweise geringen Anteil des Substrateinsatzes aus nachwachsenden Rohstoffen aus.

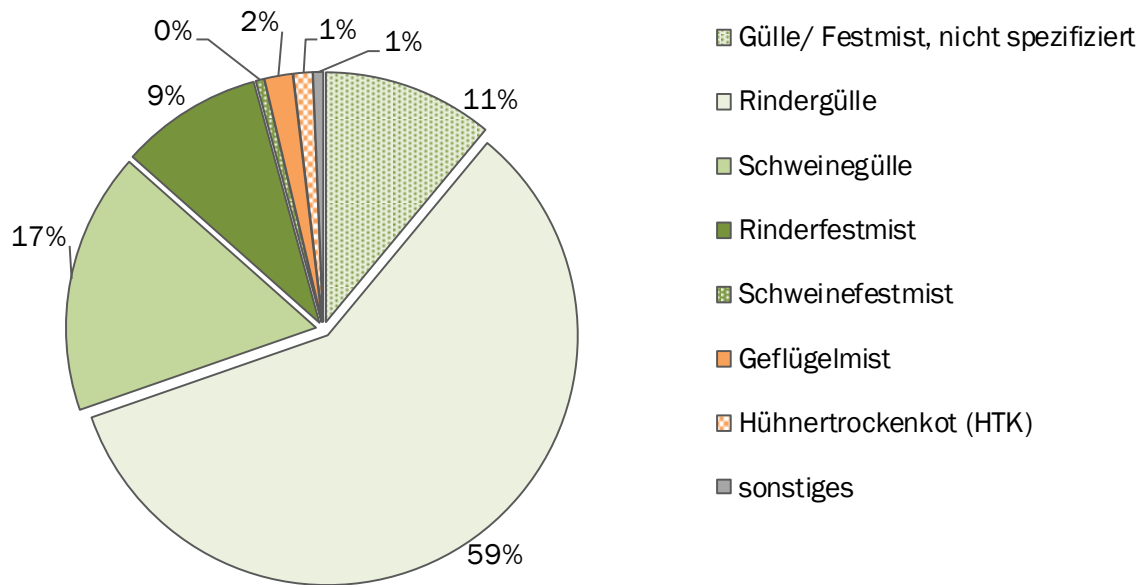


n=826
©DBFZ 04/2017

Abbildung 5-8: A 6 Einsatz nachwachsender Rohstoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016), (DBFZ, 2017)

Die massebezogene Verteilung des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen auf der Basis der Betreiberbefragung 2017 (Bezugsjahr 2016) ist ergänzend im Anhang A 6 dargestellt.

Der Einsatz von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist in Abbildung 5-9 dargestellt. Der Begriff Wirtschaftsdünger umfasst nachfolgend Wirtschaftsdünger und Einstreu. Rindergülle ist mit einem Anteil von rund 59 % das wesentliche Eingangssubstrat der Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen. Daneben werden etwa 17 % des Inputs aus Schweinegülle bereitgestellt. Die Festmistfraktion (Rinder- und Schweinefestmist, Hühnertrockenkot (HTK), Geflügelmist, Pferdemist) macht insgesamt etwa 13 % des Wirtschaftsdüngereinsatzes aus und spielt insgesamt nur eine nachrangige Rolle. Aufgrund höherer Gasausbeuten resultieren jedoch rund 35 % der Energiebereitstellung aus Wirtschaftsdüngern aus Fest- und Geflügelmist einschließlich HTK.



n=810
©DBFZ 04/2017

Abbildung 5-9: Einsatz von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2015 und 2016) (DBFZ, 2017)

Bezogen auf die Energiegehalte gehen rund 45 % der Energiebereitstellung auf Rindergülle und rund 22 % auf Rinderfestmist zurück. Etwa 12 % der Energiebereitstellung aus Wirtschaftsdünger sind auf Geflügelmist und Hühnertrockenkot (HTK) zurückzuführen (vgl. Anhang A 9).

Die massebezogene Verteilung des Einsatzes von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen auf der Basis der Betreiberbefragung 2017 (Bezugsjahr 2016) ist ergänzend im Anhang A 8 dargestellt.

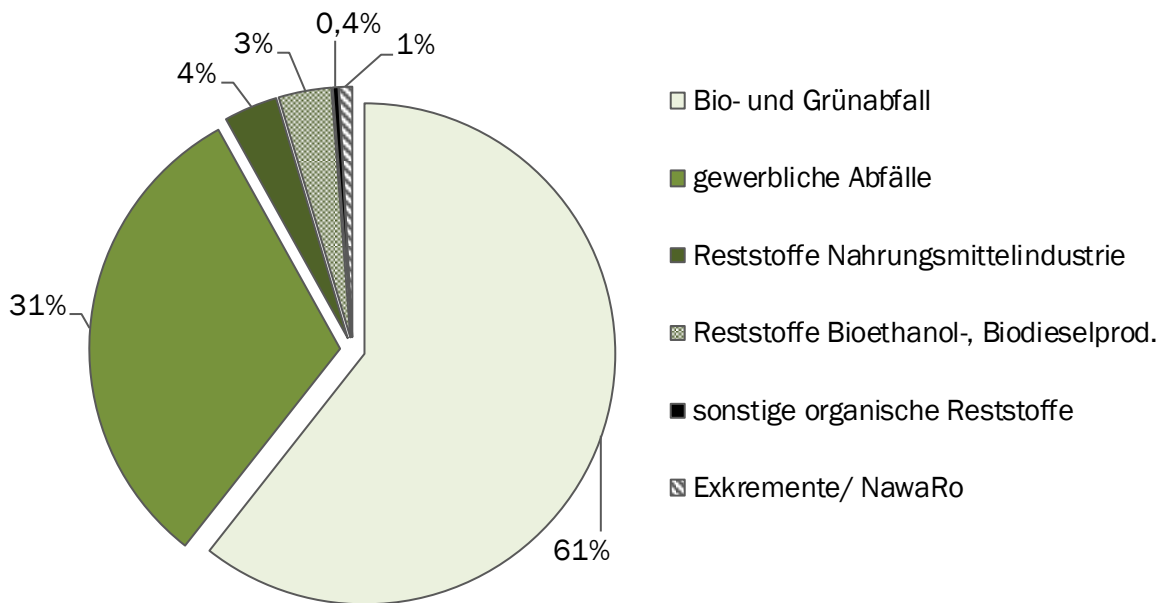
Ausgehend vom Anlagenbestand, der Stromerzeugung aus Biogas und der Substratverteilung auf Basis der Betreiberbefragung kann der Substrateinsatz zur Biogasproduktion ermittelt werden. Die Auswertungen der Betreiberbefragung 2016 für das Bezugsjahr 2015 ergeben in der Hochrechnung des DBFZ etwa 67 Mio. t (Frischmasse) nachwachsender Rohstoffe und etwa 51 Mio. t (Frischmasse) tierischer Exkremente (Gülle, Festmist), die zur Biogasproduktion eingesetzt werden [8] [11].

5.3.3 Substratinput - Abfallvergärungsanlagen

In Deutschland wurden in 2014 rund 9,8 Mio. t organische Abfälle aus getrennter Sammlung erfasst [15]. Die Verwertung der Bioabfälle erfolgt gegenwärtig vorwiegend in der stofflichen Verwertung (Kompostierung). In 2014 wurden rund 7,4 Mio. t Bio- und Grünabfälle in Kompostierungsanlagen behandelt [15]. Ein kleiner Anteil der getrennt erfassten Bioabfälle wird zur Vergärung und Biogasproduktion eingesetzt. Bezogen auf die Datenbasis des DBFZ ist davon auszugehen, dass rund 1,5 - 2 Mio. t der getrennt erfassten Bio- und Grünabfälle zur Vergärung eingesetzt werden. Dies

entspricht nahezu 20 % der in Deutschland insgesamt getrennt erfassten organischen Abfälle (Datenbank Biogas DBFZ, 02/2017).

In Abbildung 5-10 ist die Verteilung des Substratinputs der in Betrieb befindlichen Abfallvergärungsanlagen dargestellt. Getrennt erfasste Bio- und Grünabfälle machen hierbei mit rund 61 % den größten Anteil am Input aus. Gewerbliche Abfälle wie Lebensmittel, Speisereste aus Großküchen, Kantinen und Gastronomie sowie Fette und Flotate sind mit einem Anteil von rund 31 % am Gesamtsubstratinput beteiligt. Reststoffe aus der Lebensmittelproduktion, ebenso wie Abfälle aus der Biodiesel- oder Bioethanolproduktion spielen nur eine untergeordnete Rolle.



n=98
© DBFZ 04/2017

Abbildung 5-10: Verteilung des Substratinputs in (Bio-)Abfallvergärungsanlagen in Deutschland (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 05/2017) (DBFZ, 2017)

5.4 Technologien und Verfahren zur Biogaserzeugung und -nutzung

5.4.1 Vergärungsverfahren

Die Nassfermentation ist die dominierende Technologie bei der Prozessführung von Biogasanlagen, während die Trockenfermentation bzw. Feststoffvergärung nur wenig Anwendung findet [1][21]. Die Ergebnisse der Betreiberbefragungen spiegeln dies wider. Rund 90 % der Biogasanlagen in Deutschland werden mit dem Verfahren der Nassfermentation betrieben. Insgesamt werden an rund 10 % der Anlagen Verfahren der Trockenfermentation angewandt, wobei die kontinuierliche Betriebsweise (Pfropfenstromverfahren) hierbei überwiegt (vgl. Abbildung 5-11). Etwa 1 % der Biogasanlagen werden in diskontinuierlichen Betriebsweise (Batchbetrieb, Garagenverfahren) betrieben (Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015).

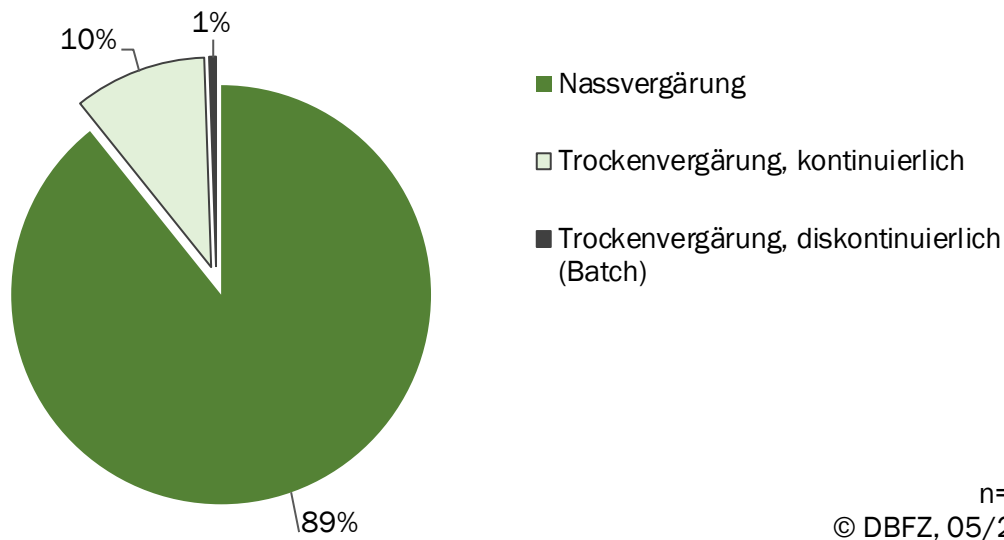
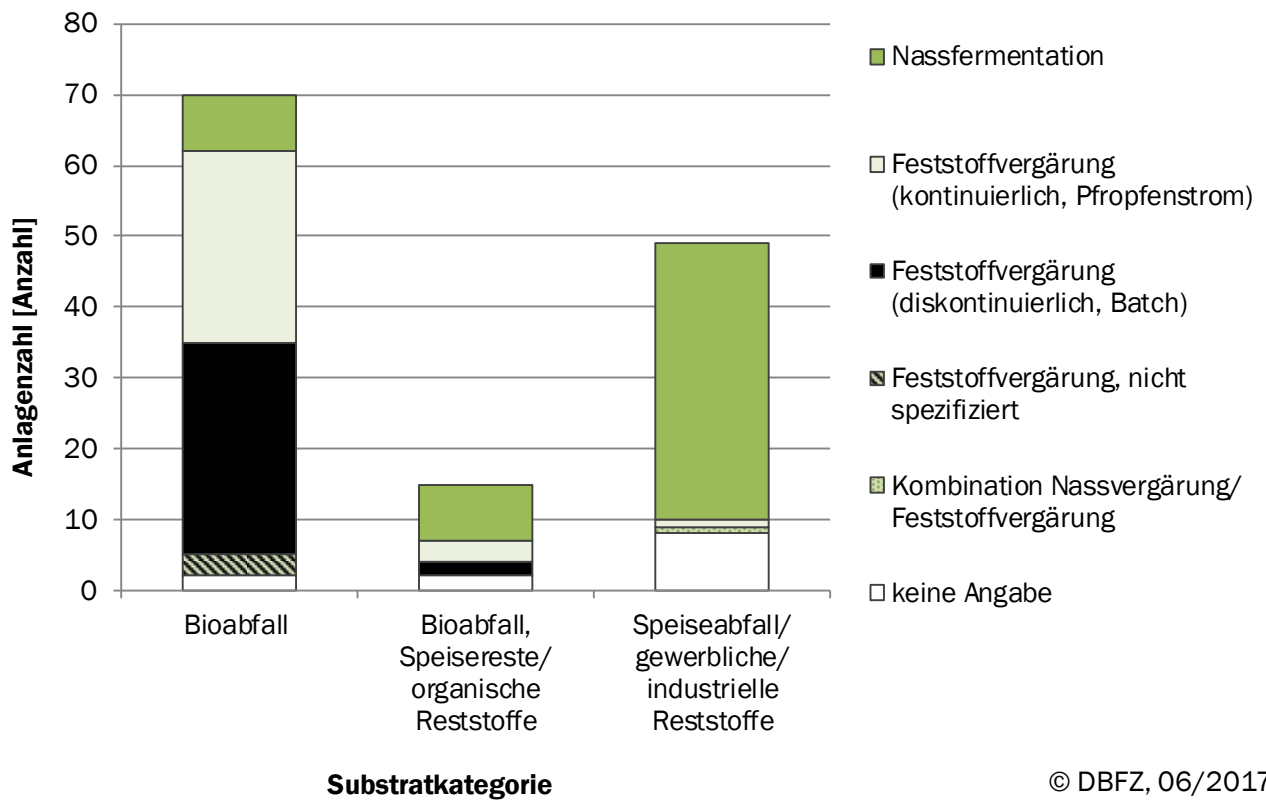


Abbildung 5-11: Einsatz von Vergärungsverfahren an Biogasanlagen in Deutschland (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015) (DBFZ, 2017)

Hinsichtlich des Substrateinsatzes lassen sich deutliche Unterschiede zwischen landwirtschaftlichen Biogasanlagen und Abfallvergärungsanlagen herausstellen. Anlagen mit landwirtschaftlichen Substraten (Gülle, Festmist, NawaRo) werden überwiegend als Nassfermentationsanlagen betrieben, wohingegen im Bereich der Abfallvergärung die Anlagen etwa gleichverteilt mit den Verfahren der Nassfermentation oder dem Verfahren der Feststoffvergärung betrieben werden. Insbesondere der Betrieb von Bioabfallvergärungsanlagen auf Basis von getrennt erfassten Bioabfällen (Biotonne) erfolgt überwiegend als Trockenfermentationsanlagen.

Hinsichtlich der eingesetzten Technologie bei der Prozessführung bei **Abfallvergärungsanlagen** kommen Nassfermentation und Trockenfermentationsverfahren etwa gleichermaßen zum Einsatz. Die jeweils eingesetzte Technologie ist dabei vor allem vom Substratinput der Anlage abhängig. Dabei werden Anlagen, die Bio- und Grünabfälle aus getrennter Sammlung einsetzen, überwiegend als Feststoffvergärungsanlagen (diskontinuierlich (Boxen) oder kontinuierlich (Pfropfenstromverfahren) betrieben. Verfahren der Nassfermentation kommen vordergründig bei der Vergärung von gewerblichen Abfällen, wie Speiseresten, Fetten und Flotaten, und Abfällen aus der Nahrungsmittelindustrie zum Einsatz (vgl. Abbildung 5-12). Die Feststoffvergärungsanlagen verteilen sich nahezu gleich auf kontinuierlich betriebene Feststoffvergärungsanlagen (Pfropfenstromverfahren) und klassische diskontinuierlich betriebene Trockenvergärungsanlagen (Batch, Boxen). Zudem wird gegenwärtig eine Abfallvergärungsanlage in einem kombinierten Verfahren aus Nass- und Trockenvergärung betrieben. Dies betrifft die Abfallvergärungsanlage in Schkopau, die nach dem TNS-Verfahren (Kombination aus Trocken- und Nassfermentation-Verfahren) arbeitet.

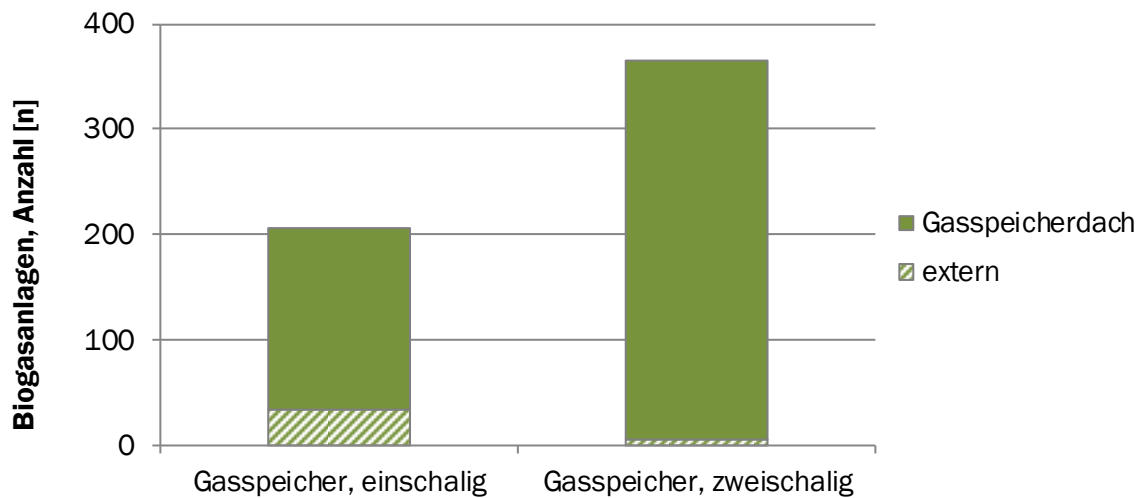


© DBFZ, 06/2017

Abbildung 5-12: Verteilung zur Prozessführung der in Betrieb befindlichen Abfallvergärungsanlagen in Abhängigkeit vom Substratinput (Datenbank Biogas DBFZ, Stand 02/2017) (DBFZ, 2017)

5.4.2 Gasspeicher

Zur Speicherung des Biogases an Biogasanlagen werden nach Auswertung der Betreiberbefragung überwiegend integrierte Gasspeicher verwendet, wobei mit 64% der Betreiberangaben, zweischalige Gasspeicher resp. 36 % einschalige Gasspeicher einzusetzen (vgl. Abbildung 5-13). Bei rund 7 % der Anlagen werden externe Gasspeicher zur Speicherung des erzeugten Biogases genutzt. Ohne zusätzlichen Gasspeicher weisen Biogasanlagen im Durchschnitt etwa 4 h Speicherkapazitäten (mit großen Schwankungsbreiten) auf [22].



n = 571

© DBFZ, 5/2017

Abbildung 5-13: Art der Gasspeicher an Biogasanlagen in Deutschland (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015) (DBFZ, 2017)

5.4.3 Gasverwertung

Die Nutzung des Biogases erfolgt überwiegend in der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme in Blockheizkraftwerken (BHKW). Die hierfür eingesetzten Motoren sind Gas-Otto-Motoren und Zündstrahlmotoren, welche i.d.R. elektrische Wirkungsgrade zw. 38 und 40 % erreichen können. In der Praxis kommen die beiden Motorenarten in unterschiedlichen Leistungsbereichen zum Einsatz. Gas-Otto-Motoren werden vor allem im mittleren und höheren Leistungsbereich ($< 250 \text{ kW}_{\text{el}}$) eingesetzt. Zündstrahlmotoren kommen überwiegend in kleinen Leistungsbereichen bis $340 \text{ kW}_{\text{el}}$ zur Anwendung (Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015).

Eine Aufschlüsselung des Biogasanlagenbestandes (Vor-Ort-Verstromungsanlagen und Satelliten-BHKW, ohne Berücksichtigung von Biogasaufbereitungsanlagen) hinsichtlich der Größenklassenverteilung ist in Tabelle 5-3 dargestellt.

Deutschlandweit dominieren dabei Biogasanlagen im Leistungsbereich zwischen 151 und $300 \text{ kW}_{\text{el}}$ installierter Leistung und machen rund 30 % des Anlagenbestandes aus. Im Leistungsbereich $\leq 70 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $> 1 \text{ MW}_{\text{el}}$ liegt die Anzahl der Anlagen bei jeweils weniger als 500 Anlagen. Zu beachten ist dabei, dass in der Leistungsklasse $\leq 70 \text{ kW}_{\text{el}}$ die nach EEG geförderten Güllekleinanlagen (§ 27b EEG 2012 bzw. § 46 EEG 2014) zum Großteil nicht enthalten sind, da diese oftmals mit einer installierten Anlagenleistung von $75 \text{ kW}_{\text{el}}$ betrieben werden. Im Ergebnis der Größenklassenauswertung sind 387 Biogasanlagen mit einer installierten Anlagenleistung zwischen 71 und $75 \text{ kW}_{\text{el}}$ in Betrieb [5].

Tabelle 5-3: Verteilung der Ende 2015 in Betrieb befindlichen Biogas-BHKW (Vor-Ort-Verstromung und Satelliten-BHKW) nach installierter Anlagenleistung in Deutschland (Datenbasis BNetzA 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [5]

Leistungsgröße, installierte Leistung [kWel]	Anlagenzahl 2015 [Anzahl]	Anteil Anlagenzahl [%]	Installierte Leistung gesamt 2015 [kWel]	Anteil install. Leistung [%]
≤ 70	456	4,3	18.276	0,4
71 - 150	1.018	9,6	102.354	2,3
151 - 300	3.261	30,9	757.015	17,3
301 - 500	2.540	24,1	1.031.985	23,6
501 - 750	2.294	21,7	1.348.649	30,8
751 - 1.000	555	5,3	466.829	10,7
> 1.000	427	4,0	654.333	14,9
Summe	10.551	100,0	4.379.442	100,0

5.4.4 Wärmenutzung

5.4.4.1 Externe Wärmenutzung

Die nach Abzug des Eigenwärmebedarfs der Biogasanlage extern verfügbare Wärmemenge des BHKW wird einer weiteren Nutzung zugeführt. Hierbei variieren der Anteil der extern genutzten Wärmemenge sowie die zum Einsatz kommenden Wärmenutzungskonzepte von Anlage zu Anlage. Im Mittel wird an rund 90 % der Biogasanlagen die extern verfügbare Wärme einer Nutzung zugefügt (DBFZ-Betreiberbefragung 2014 - 2016) [2][1][23]. Nach Angaben der Biogasanlagenbetreiber werden, nach Abzug des Eigenwärmebedarfs, durchschnittlich rund 56 % der extern verfügbaren Wärmemenge genutzt (Betreiberbefragung DBFZ 2016, n=223). Im Ergebnis der Befragung wird an der Hälfte der Biogasanlagen zwischen 26 und 75 % der extern verfügbaren Wärmemenge (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs) genutzt, wobei die Anteile der extern genutzten Wärmemenge insgesamt zwischen 0 und 100 % variieren (vgl. Abbildung 5-14) [2]. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich im Wesentlichen um Schätzungen und nicht um Messangaben der Anlagenbetreiber handelt.

In Abbildung 5-14 sind die Rückmeldungen zum Anteil der externen Wärmenutzung im Rahmen der Betreiberbefragung 2016 dargestellt. Demnach wird von rund 55 % der Anlagenbetreiber mehr als 50 % der extern verfügbaren Wärmemenge einer weiteren Wärmenutzung zugeführt. Der Anteil der Anlagen, die nach Angaben der Betreiber ohne externe Wärmenutzung ist ähnlich hoch, wie der Anteil der Anlagen mit 100 % externer Wärmenutzung (jeweils rund 9 %).

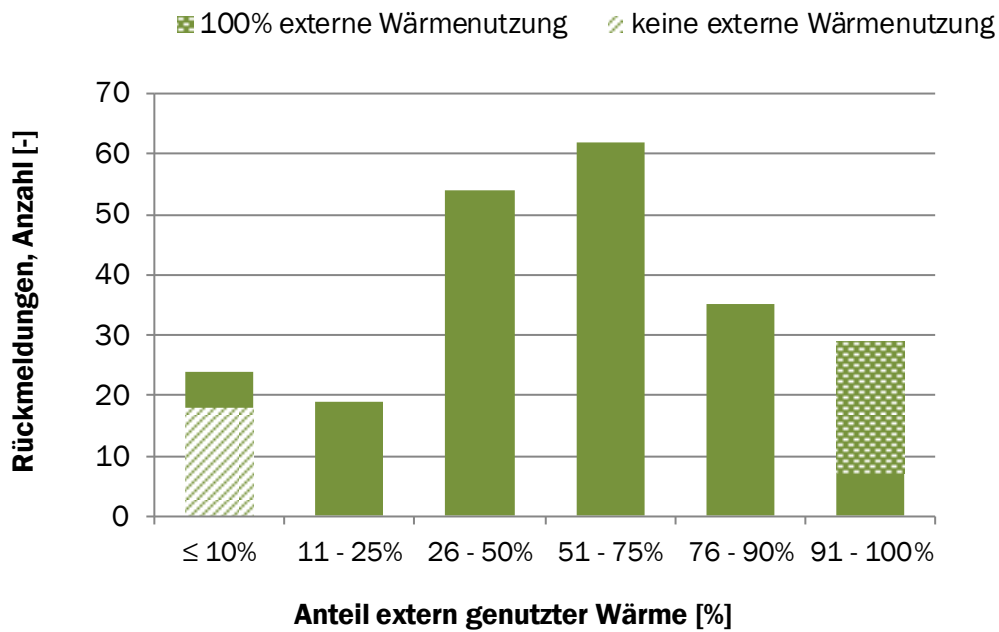


Abbildung 5-14: Anteile externer Wärmenutzung (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs), dargestellt nach der Anzahl der Nennungen (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [2]

Die Ergebnisse der Betreiberbefragungen 2010 bis 2015 zeigen, dass der Anteil der extern genutzten Wärmemenge zugenommen hat. Während Auswertungen der Bezugsjahre 2010 und 2011 zeigen, dass Biogasanlagenbetreiber im Mittel rund 45 % der extern verfügbaren Wärmemenge für weitere Wärmenutzungen einsetzten, lag der mittlere externe Wärmenutzungsgrad (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs) für 2015 bei rund 56 %. Hierbei hat seit 2010 vor allem der Anteil der Biogasanlagen mit einem externen Wärmenutzungsgrad größer 75 % zugenommen (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015) (vgl. Abbildung 5-15).

Eine Differenzierung nach Größenklassen zeigt keine signifikanten Unterschiede des Wärmenutzungsgrades in Bezug auf die Anlagengröße. Lediglich Großanlagen (> 1 MW_{el} installierte Leistung) weisen einen deutlich höheren externen Wärmenutzungsgrad von durchschnittlich 70 % auf (Betreiberbefragung DBFZ 2016).

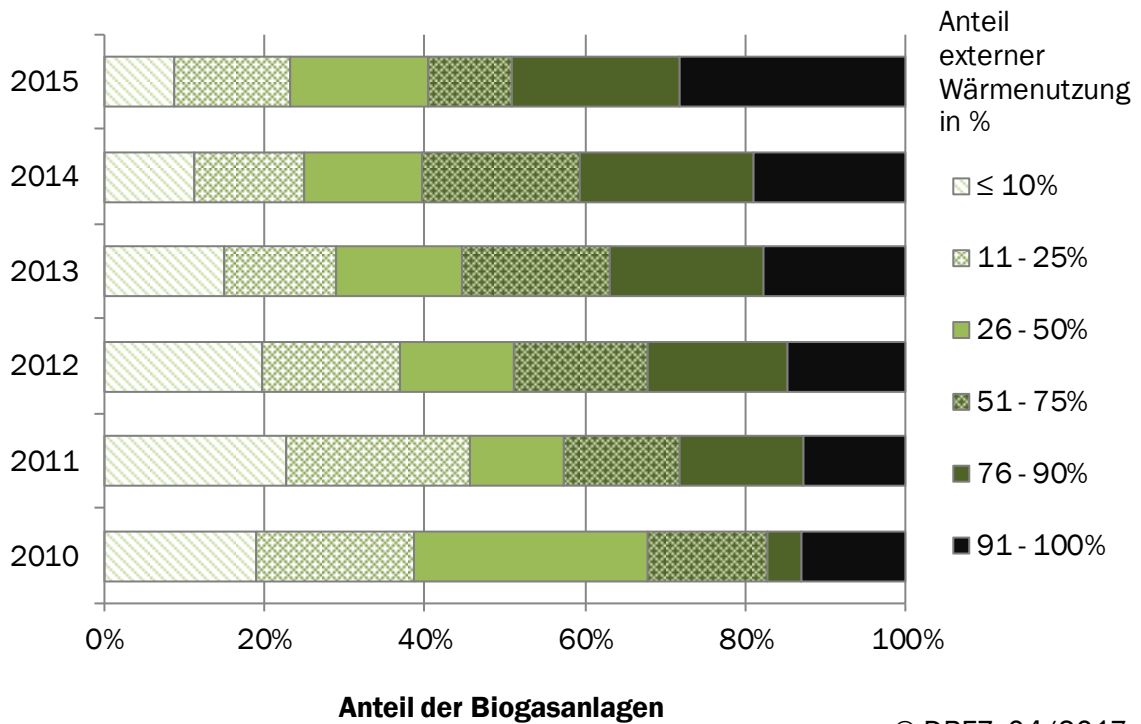


Abbildung 5-15: Entwicklung des externen Wärmenutzungsgrades (Wärmenutzung nach Abzug des Eigenwärmebedarfs) differenziert nach Anteilen der extern genutzten Wärme der Biogasanlagen nach Bezugsjahr (2010 - 2015) (DBFZ Betreiberbefragung 2011 - 2016), (DBFZ, 2017)

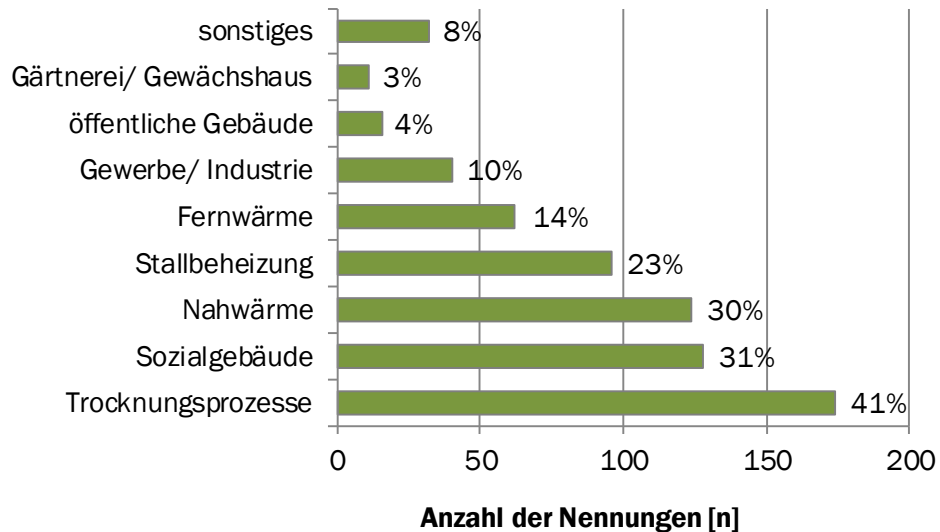
5.4.4.2 Wärmenutzungskonzepte

Die Verteilung der unterschiedlichen Wärmenutzungsarten bezogen auf die Anzahl der Nennungen ist in Abbildung 5-16 dargestellt und zeigt die Anzahl und den Anteil der Anlagen, an denen die extern verfügbare Wärmemenge für eine oder mehrere der dargestellten Wärmenutzungen eingesetzt wird [2]. Eine mengenmäßige Verteilung in Abhängigkeit von der Nutzungsart erfolgt hierbei nicht.

Deutlich wird, dass die externe Wärmenutzung vor allem für Trocknungsprozesse und die Beheizung von Sozialgebäuden, Wohnhäusern inkl. Warmwasserbereitung erfolgt. Die Wärmenutzung für Trocknungsprozesse hat in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen [1][23]. Im Ergebnis der Betreiberbefragung 2016 wird von rund 41 % der Anlagenbetreiber die extern verfügbare Wärme für Trocknung eingesetzt. Daneben erfolgt die Wärmenutzung vielfach für die Beheizung von Wohn- und Arbeitsräumen bzw. Werkstätten sowie zur Warmwasserbereitung (zusammengefasst unter „Sozialgebäude“ vgl. Abbildung 5-16).

Die Bedeutung von Nah- und Fernwärmeversorgung hat seit 2010 kontinuierlich zugenommen [1][23]. An etwa 30 % der Biogasanlagen wird die extern verfügbare Wärme über ein Nahwärmenetz zur Wärmeversorgung eingesetzt. Weiterhin wird die verfügbare Wärme für die Beheizung von Schwimmbädern, Turnhallen, Schulen, Kliniken oder anderen öffentlichen Gebäuden eingesetzt. Die in

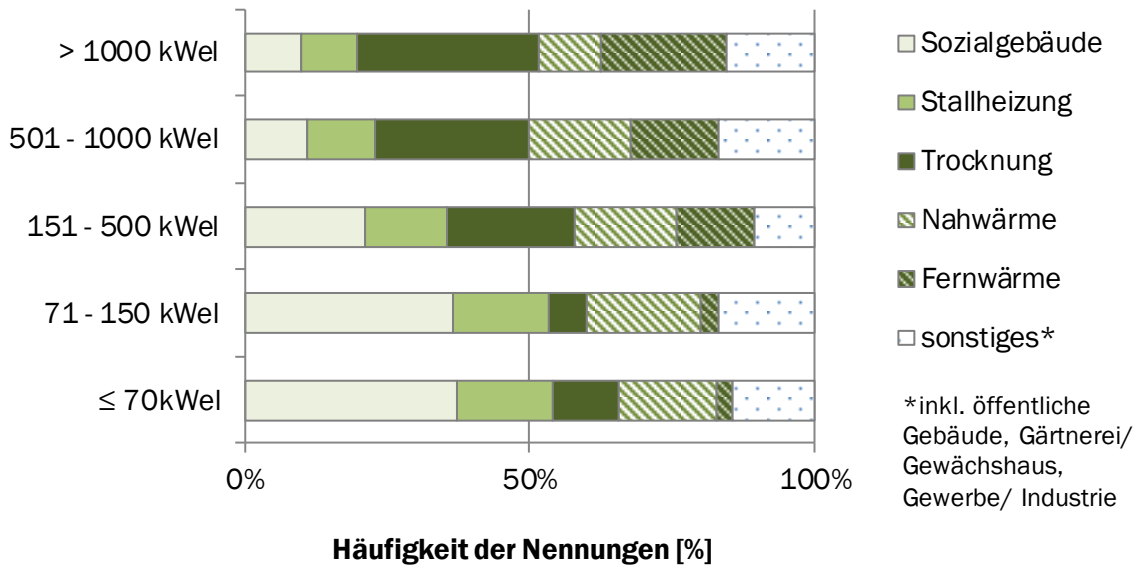
Abbildung 5-16 unter „sonstiges“ zusammengefassten Konzepte umfassen beispielsweise Kühlprozesse oder Fischzucht.



n=418
© DBFZ, 04/2017

Abbildung 5-16: Art der externen Wärmenutzung, absolute Anzahl der Nennungen und relative Häufigkeit bezogen auf die Stichprobe n=418 (Mehrfachnennungen möglich) (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [2]

Die Differenzierung der externen Wärmenutzung nach Größenklassen zeigt, dass im Leistungsbereich $\leq 150 \text{ kW}_{el}$ bei mehr als der Hälfte der Biogasanlagen die extern verfügbare Wärme für die Beheizung von Wohnräumen, Werkstätten, zur Warmwasserbereitung („Sozialgebäude“) und Stallbeheizung genutzt wird (vgl. Abbildung 5-17). Im Leistungsbereich $> 150 \text{ kW}_{el}$ sind Konzepte zur Nah- und Fernwärmeversorgung, ebenso wie Trocknungsprozesse von Bedeutung. Insbesondere im größeren Leistungsbereich wird die verfügbare Wärme oftmals für Trocknungsprozesse eingesetzt [11][2].



*inkl. öffentliche Gebäude, Gärtnerei/ Gewächshaus, Gewerbe/ Industrie

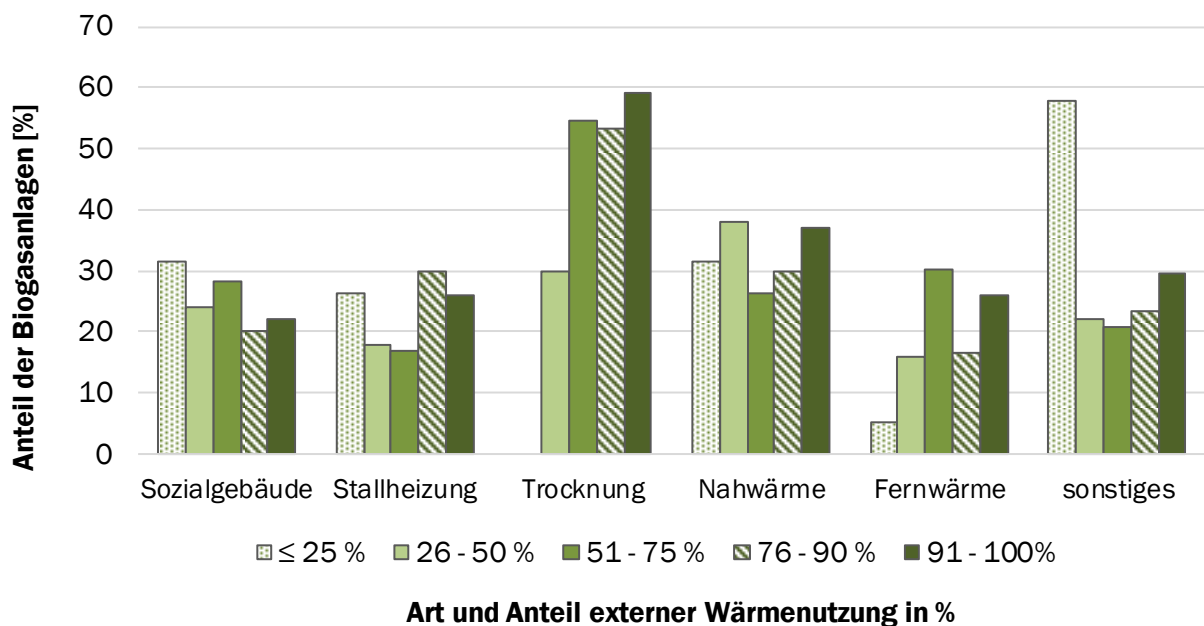
n = 418

© DBFZ 03/2017

Abbildung 5-17: Verteilung der Art der externen Wärmenutzung differenziert nach Anlagengröße (Mehrfachnennungen möglich) (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015), (DBFZ, 2017) [2]

Eine Aufschlüsselung der Art der externen Wärmenutzung und des Wärmenutzungsgrades (Anteil der extern genutzten Wärmemenge)⁴ zeigt, dass die Art der Wärmenutzung vielfach gleichverteilt über alle Anlagen zum Einsatz kommen, unabhängig vom Umfang der externen Wärmenutzung (vgl. Abbildung 5-18).

⁴ Anteil der externen Wärmenutzung bezogen auf die verfügbare Wärme (nach Abzug des Eigenbedarfs der Biogasanlage).



n=182

© DBFZ, 8/2017

Abbildung 5-18: Verteilung der externen Wärmenutzung nach Art und Umfang der externen Wärmenutzung (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015) (DBFZ, 2017), (DBFZ, 2017)

Die Auswertungen der Betreiberbefragungen bzgl. der Wärmekonzepte an Biogasanlagen zeigen, dass der Anteil an Betreibern, die Nahwärmekonzepte bedienen, zugenommen hat. Während für das Jahr 2010 weniger als 10 % der Betreiber angeben, die extern verfügbare Wärme für ein Nahwärmenetz bereitzustellen, sind es im Jahr 2015 etwa 30 % der Anlagenbetreiber, die im Rahmen der Betreiberbefragung rückmelden, überschüssige Wärme an Nahwärmenetze abzugeben. Eine Zunahme an Rückmeldungen sind darüber hinaus für Trocknungsprozesse und die Bereitstellung von Fernwärme zu verzeichnen.

Eine Aufschlüsselung der zur Anwendung kommenden Trocknungsprozesse verdeutlicht, dass in erster Linie Holz (Hackschnitzel, Scheitholz) getrocknet wird, was mehr als die Hälfte der benannten Trocknungsprozesse ausmacht. Daneben wird die Wärme für die Getreidetrocknung eingesetzt (entspricht etwa 22 % der benannten Trocknungsprozesse). Weiterhin erfolgt mit ca. 10 % der Trocknungsprozesse die Gärresttrocknung (vgl. Kapitel 5.4.5) sowie vereinzelt die Trocknung von Kräutern, Heu oder Gemüse (DBFZ Betreiberbefragung 2011 – 2016).

5.4.5 Gärrestbehandlung

Im Rahmen der Biogasbetreiberbefragung 2016 (Bezugsjahr 2015) konnten insgesamt 618 Rückmeldungen bzgl. der Art der Gärrestbehandlung ausgewertet werden. Etwa 14 % der Anlagenbetreiber gaben an, eine Gärrestbehandlung vorzunehmen (n= 86), während 44 % der Anlagenbetreiber eine Gärrestbehandlung verneinten (n=270). 42 % der an der Befragung beteiligten Anlagenbetreiber (n=262) machten keine weiteren Angaben zur Gärrestbehandlung. Bei den

Biogasanlagen, bei denen eine Gärrestbehandlung vorlag, konnten 83 Rückmeldungen zur Art der Gärrestbehandlung berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 5-19).

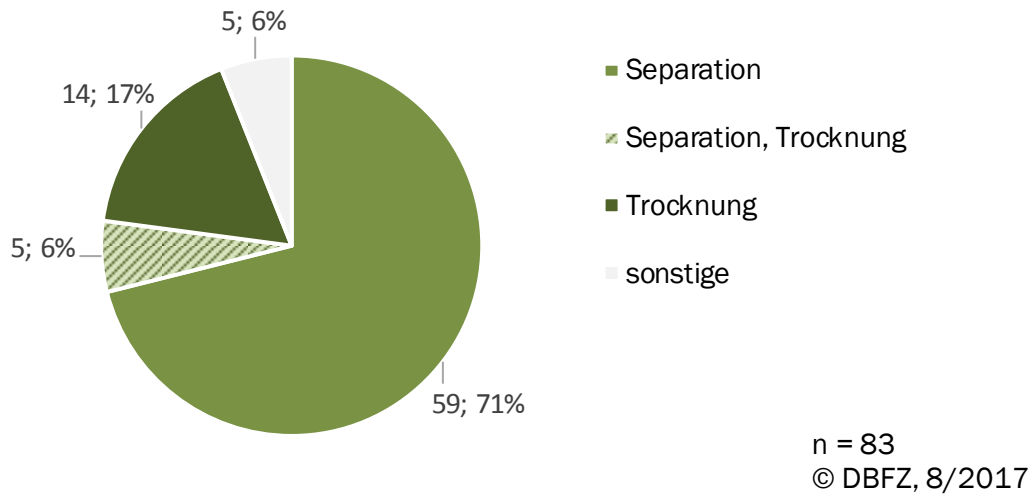


Abbildung 5-19: Art der Gärrestbehandlung gemäß Biogas-Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015 (DBFZ, 2017)

Demnach wird im Falle der Gärrestbehandlung bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen bei rund $\frac{3}{4}$ der Rückmeldungen am häufigsten eine Separation (Fest-Flüssig-Trennung) der Gärreste vorgenommen. Die häufigsten Rückmeldungen zur Separation der Gärreste kamen aus NRW, Bayern und Baden-Württemberg. Bei 17 % der Gärrestbehandlungen werden die Gärreste getrocknet, wobei bei 6 % der Behandlungsverfahren sowohl eine Separation als auch eine Trocknung der Gärreste durchgeführt wird. Unter dem Punkt „Sonstiges“ wurden allgemeine Angaben wie Eindickung, Abpressen oder Desintegration der Gärreste zusammengefasst. Bei den Anlagen, die keine weitere Angabe zu den Gärrestbehandlungen angegeben haben, kann davon ausgegangen werden, dass die Gärreste ohne weitere Aufbereitungsschritte direkt als landwirtschaftlichen Dünger ausgebracht werden.

5.4.6 Optimierungsmaßnahmen an Biogasanlagen

Mit dem Rückgang des Anlagenzubaus und dem steigenden ökonomischen Druck auf die Betreiber gewinnt die Optimierung der Bestandsanlagen zunehmend an Bedeutung. Die Auswertung der Betreiberbefragungen zeigt, inwiefern Anlagenerweiterungen bzw. Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz der Anlage durchgeführt wurden. Mehrheitlich spielen dabei vor allem der Ausbau der Wärmenutzung und die Erhöhung der BHKW-Leistung bzw. der Ersatz von Alt-BHKW eine wichtige Rolle. Der Anlagenzubau erfolgt vielfach an bestehenden Anlagenstandorten infolge des Zubaus zusätzlicher BHKW-Leistung oder Satelliten-BHKW. [11]

Werden die implementierten Repowering-Maßnahmen im Zeitverlauf betrachtet, so zeigt sich laut Betreiberrückmeldungen, dass der Zubau zusätzlicher BHKW-Leistung an bestehenden Anlagenstandorten im verstärkten Maße in den Jahren 2011 sowie 2014 stattgefunden hat (vgl. Abbildung 5-20). Der sukzessive Ausbau der Wärmenutzung nach Inbetriebnahme ist dabei nicht zuletzt dem steigenden wirtschaftlichen Druck geschuldet. Daher wird die Wärmenutzung im gleichen Umfang seit

2013 kontinuierlich ausgebaut. Der Zubau der Satelliten-BHKW mit damit einhergehender Verlegung der Rohgasleitungen fand im Wesentlichen im Jahr 2011 statt. Gasdichte Abdeckung der Gärrestlager erfolgte größtenteils in den Jahren 2013 und 2015.

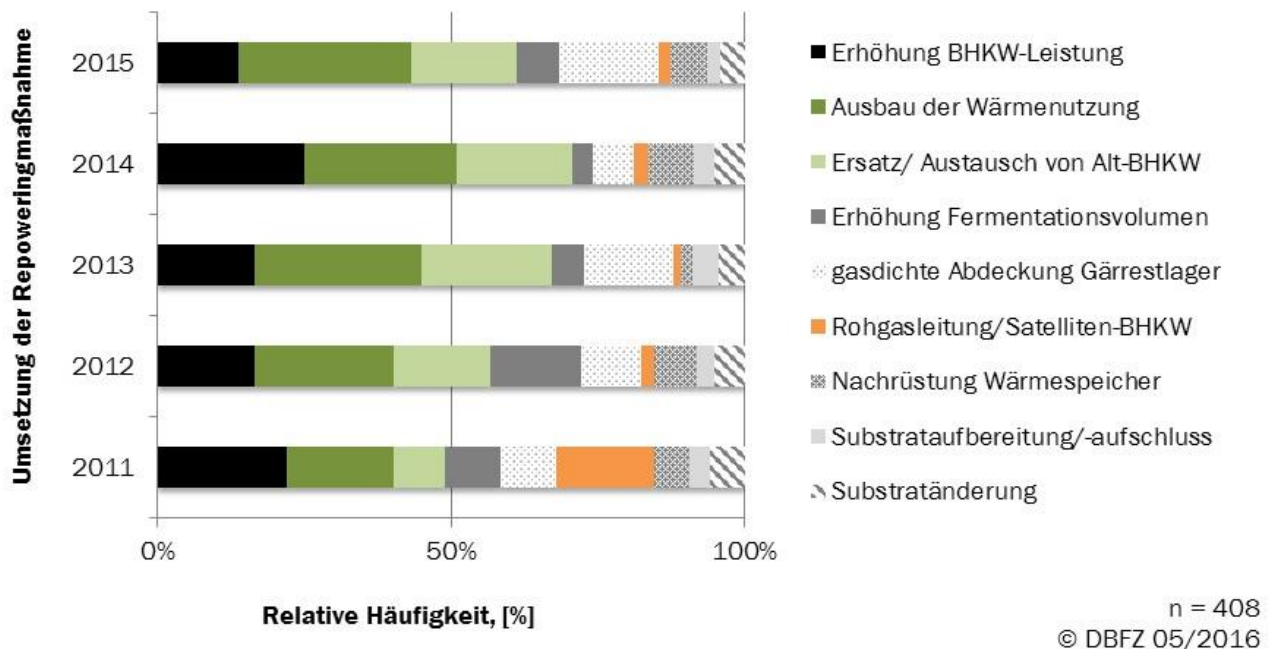


Abbildung 5-20: Umsetzung von Maßnahmen zur Anlagenerweiterung/Effizienzsteigerung 2011 - 2015; relative Häufigkeit (Mehrfachnennungen möglich) (DBFZ-Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015; Stand 05/2016) (DBFZ, 2016)

Weitere Ausführungen und Bewertungen von Repoweringmaßnahmen bei Biogasanlagen – insbesondere in Hinblick auf die energetische Effizienz verschiedener Maßnahmen – sind im DBFZ-Report Nr. 28 [24] ausführlicher dargestellt.

6 Anlagen zur Biomethanherzeugung

6.1 Anlagenbestand

Ende 2016 befanden sich in Deutschland nach Angaben von Fraunhofer IWES 205 Anlagen zur Aufbereitung von Biogas mit einer Gesamtaufbereitungskapazität von 232.939 m³_{i.N.} h⁻¹ Rohgas von insgesamt 20 verschiedenen Herstellern in Betrieb. Anzumerken ist, dass IWES im Vergleich zur Auswertung der dena bei einem Biomethanprojekt, bei dem im Rahmen einer Anlagenerweiterung eine zweite Aufbereitungsanlage ergänzt wurde, von zwei Biogasaufbereitungsanlagen ausgeht und diese als separate Anlagen wertet. Dies betrifft maßgeblich neun Anlagen, bei denen eine Erweiterung vorliegt.

Abbildung 6-1 zeigt die Entwicklung der Anzahl und Aufbereitungskapazität von Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland von 2006 bis Ende 2016 mit einer Abschätzung für 2017 und 2018.

Basis der Daten ist eine jährliche Abfrage von Fraunhofer IWES bei den Herstellern von Biogasaufbereitungsanlagen.

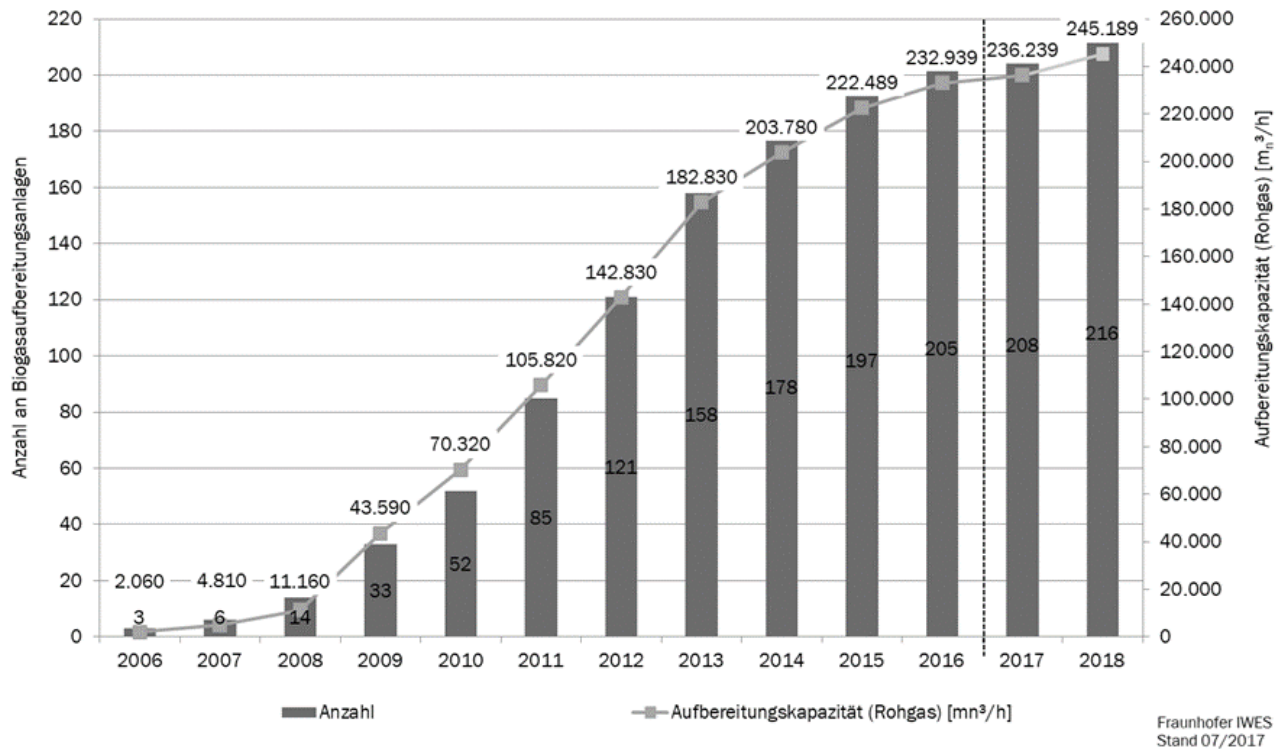
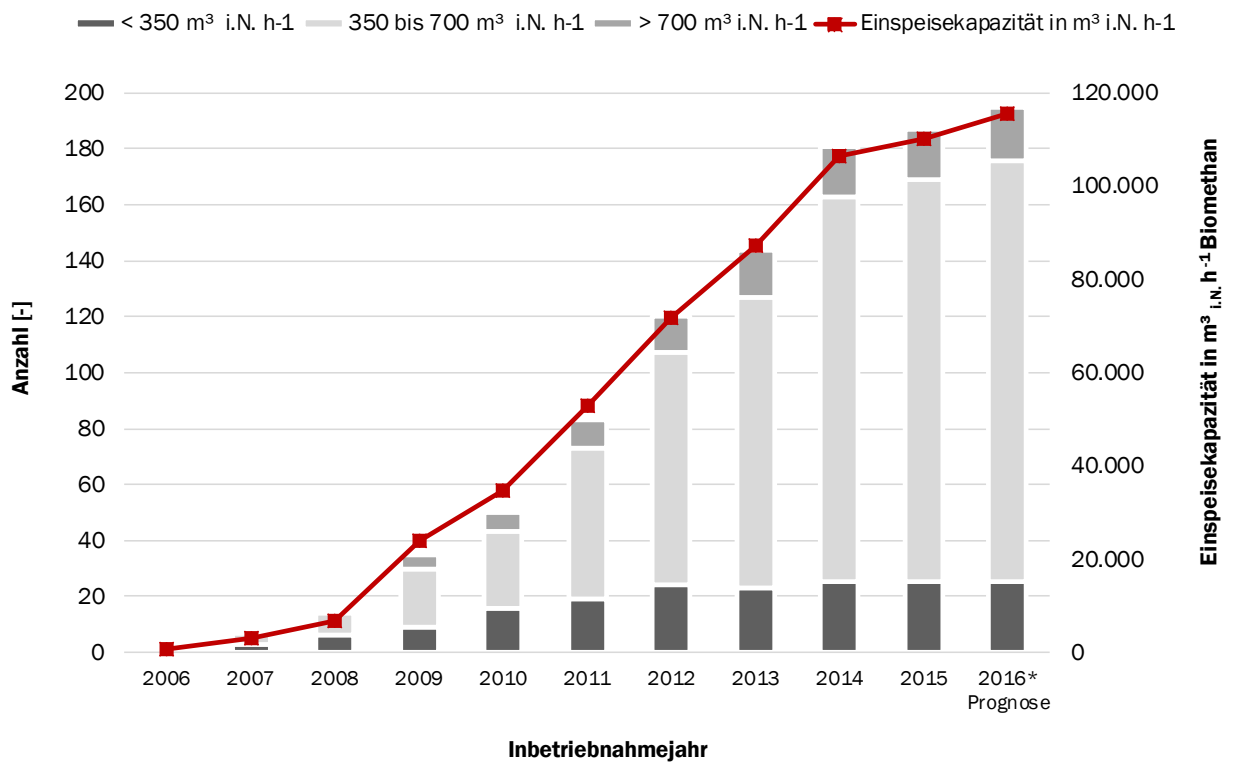


Abbildung 6-1: Entwicklung der Anzahl und Aufbereitungskapazität von Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland von 2006 bis 2016 mit einer Abschätzung für 2017 und 2018. Stand 06.07.2017 (IWES, 2017).

Ohne Berücksichtigung der Anlagenerweiterungen als separate Anlage waren Ende 2016 nach Angaben der dena 196 Anlagen mit einer Einspeisekapazität von rund 120.000 m³ i.N. h⁻¹ in Betrieb [17]. In den Jahren 2015 und 2016 blieb der Anlagenzubau neuer Biomethananlagen unter dem Niveau der Vorjahre, was auf die EEG-Novelle 2014 zurückzuführen ist.

Die Entwicklung der Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland nach Anlagenzahl und Einspeisekapazität von Biomethan ist in Abbildung 6-2 dargestellt. Es wird deutlich, dass im Jahr 2016 – ähnlich wie in den Jahren davor – überwiegend Biogasaufbereitungsanlagen mittlerer Kapazität (350 bis 700 m³ i.N./h) zugebaut wurden, während die Zahl kleineren Biogasaufbereitungsanlagen seit 2014 konstant geblieben ist.



© DBFZ 03/2017

Abbildung 6-2: Entwicklung der Biogasaufbereitungsanlagen in Deutschland nach Anlagenzahl (differenziert nach Aufbereitungskapazitäten) und Einspeisekapazität von Biomethan (DBFZ-Biomethananlagendatenbank, Stand 03/2017) [11]

Das Einspeisevolumen erreichte nach Auswertungen des Biogasregisters Deutschland und Recherchen der dena in 2016 mit ca. 8,94 TWh_{HS} einen neuen Höchststand (Einspeisevolumen 2015: ca. 8,36 TWh_{HS} bei 190 Anlagen⁵). Damit konnte die Biomethaneinspeisung gegenüber dem Vorjahreswert noch einmal um ca. 7 % gesteigert werden.

⁵ Quelle: Monitoringbericht 2016 (BNetzA)

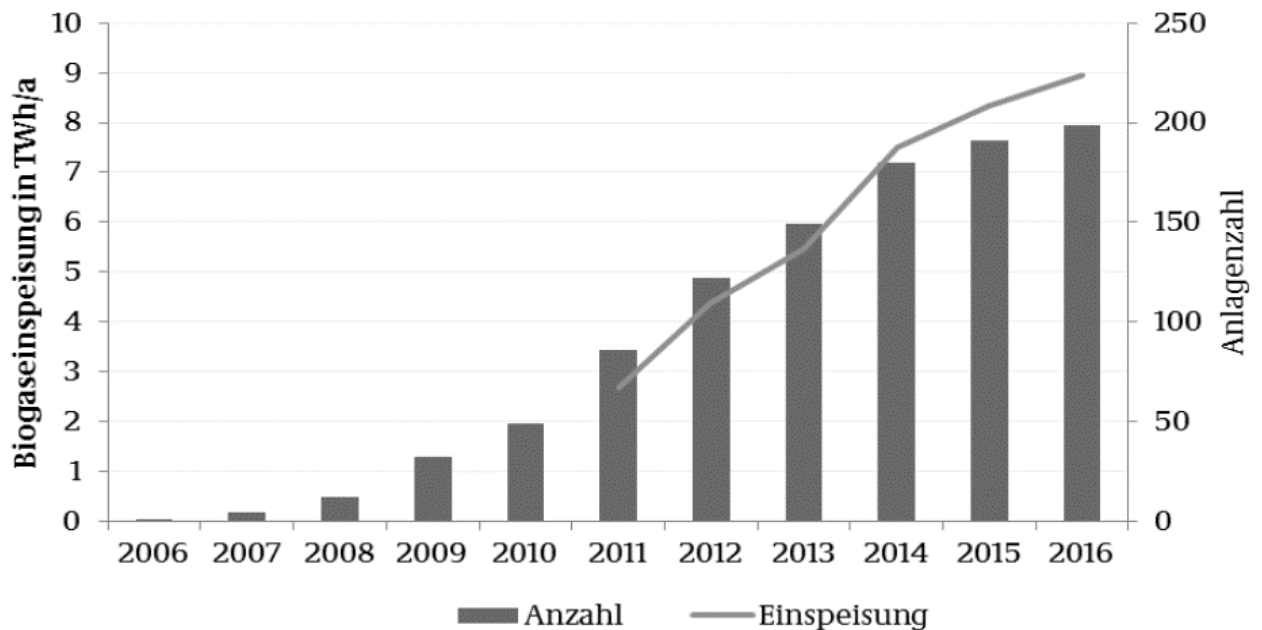


Abbildung 6-3: Entwicklung Biomethaneinspeisung und Anlagenanzahl, ohne PtG-Anlagen (dena, 2016)

Exkurs: Power to Gas (PtG) Anlagen (dena)

Bis Ende 2016 wurden nach Angaben der dena 30 Power-to-Gas-Anlagen (PtG-Anlagen) mit einer Stromaufnahmekapazität von ca. 21 MW in Betrieb genommen. Davon sind 11 Anlagen an das öffentliche Gasnetz angeschlossen. 8 Anlagen davon speisen den erzeugten Wasserstoff teilweise oder vollständig in das Erdgasnetz ein. Die restlichen drei Anlagen verfügen zusätzlich über eine Methanisierung und speisen das synthetische Methan ebenfalls teilweise oder vollständig in das Erdgasnetz ein.

Im Biogasregister sind nach Angaben der dena bisher vier Power-to-Gas-Anlagen mit einer Stromaufnahmekapazität von insgesamt 3,95 MW und einer gesamten Nennleistung von $740 \text{ m}^3_{\text{i.N.}} \text{ h}^{-1}$ Wasserstoff registriert. Alle im Biogasregister registrierten Anlagen speisen den erzeugten Wasserstoff vollständig in das Erdgasnetz ein. Die gesamte Erzeugungsleistung in 2016 belief sich dabei auf ca. 2.860 MWh.

6.2 Regionale Verteilung

Die regionale Verteilung der Ende 2016 in Betrieb befindlichen Biogasaufbereitungsanlagen ist in Abbildung 6-4 A dargestellt. Regionale Schwerpunkte sind dabei vor allem in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt zu verzeichnen. Nach Angaben der dena erfolgt eine höhere Einspeisung von Biomethan in den östlichen Bundesländern, während die Ausspeisung von Biomethan in West- und Süddeutschland dominiert (vgl. Abbildung 6-4 B).

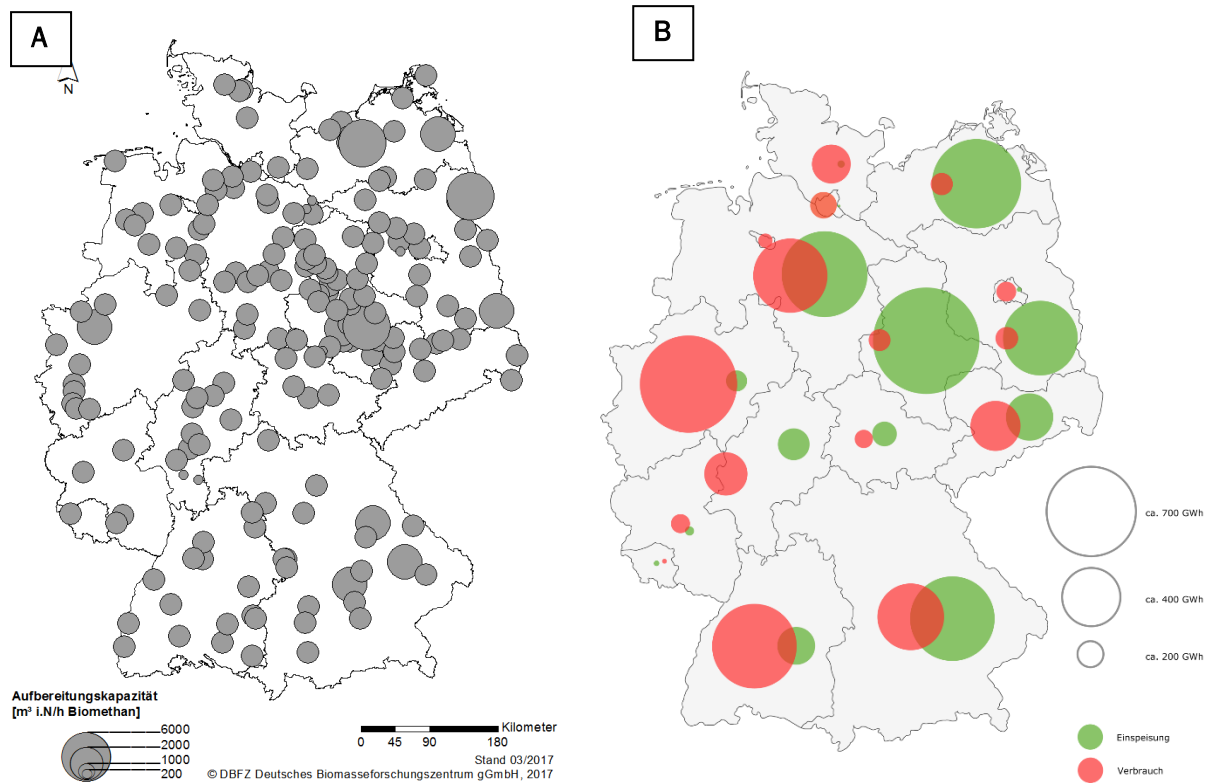


Abbildung 6-4: A: Standorte der Ende 2016 in Betrieb befindlichen Biogasaufbereitungs- und einspeiseanlagen in Deutschland differenziert nach Aufbereitungskapazität ($\text{m}^3_{\text{i.N.}} \text{Biomethan/h}$), (DBFZ-Biomethananlagendatenbank, Stand 03/2017); B: Ein- und Ausspeisung von Biomethan 2015 (Dena 2015)

6.3 Einsatzstoffe zur Biomethanerzeugung

Die Auswertung der Einsatzstoffe basiert auf den EEG-Gutachten aus dem Biogasregister sowie eigenen Recherchen der dena und Betreiberbefragungen. Für 160 Anlagen konnte der Substrateinsatz nach Einsatzstoffarten oder Einsatzstoffkategorien über die EEG-Gutachten für das Jahr 2016 ermittelt werden. Für 16 Anlagen konnte der Substrateinsatz durch Betreiberumfragen und eigene Recherchen ermittelt werden. Für die verbliebenen 20 Anlagen wurde der Substrateinsatz auf Basis des bekannten Einspeisevolumens und der bekannten Einsatzstoffkategorien sowie den Informationen aus den IST-Daten des Biogasregisters geschätzt. Demnach ergibt sich insgesamt ein massebezogener Substrateinsatz von ca. 9,27 Mio. Tonnen zur Biomethanerzeugung in 2016 (massebezogener Substrateinsatz von ca. 8,95 Mio. Tonnen in 2015 bei 190 Anlagen). Die Aufteilung auf verschiedene Substratkategorien für 2015 bzw. 2016 zeigen Abbildung 6-5 bzw. Abbildung 6-6. Die dafür verwendeten Daten basieren auf den absoluten Substratinputs.

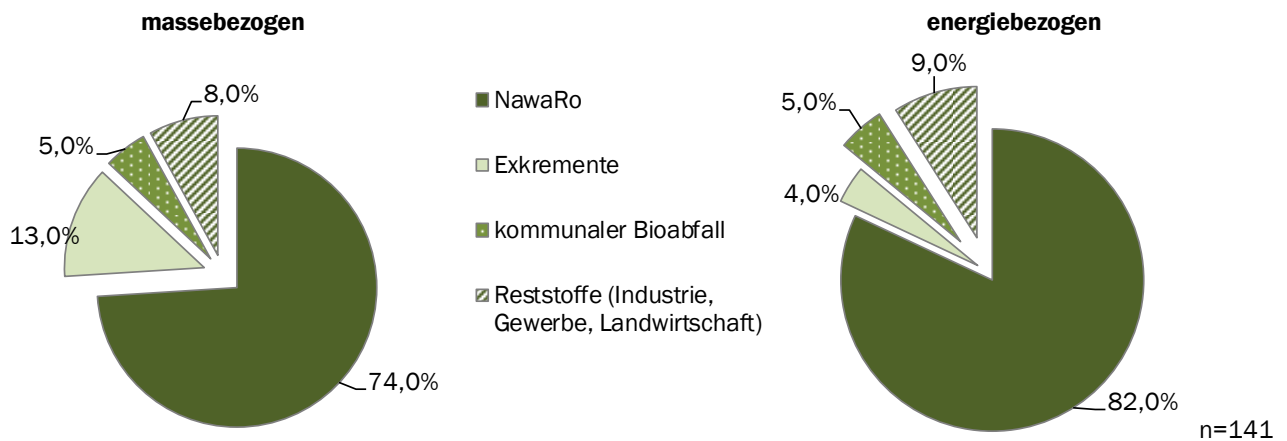


Abbildung 6-5: Masse- und energiebezogener Substrateinsatz zur Biomethanproduktion in 2015 (n=141) (dena, 2017)

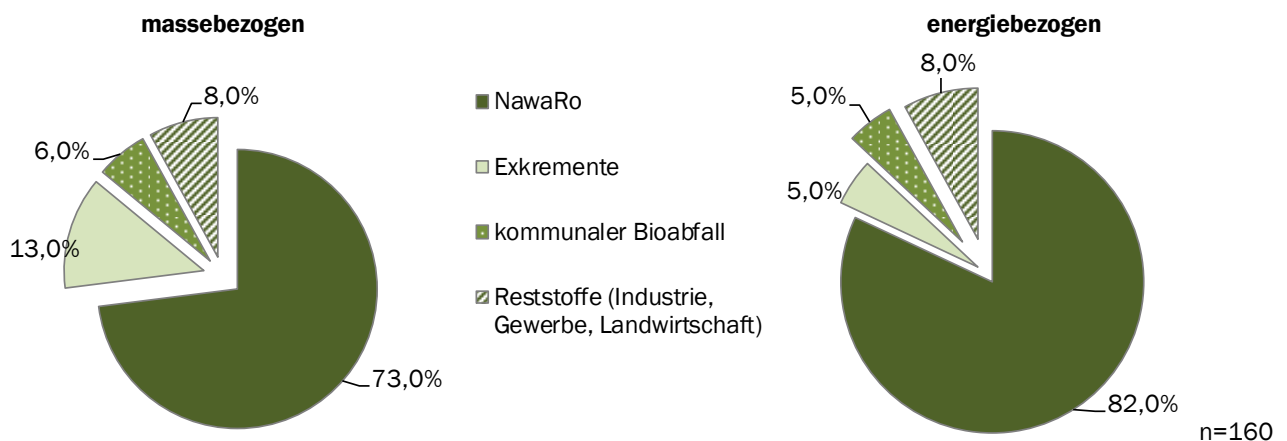


Abbildung 6-6: Masse- und energiebezogener Substrateinsatz zur Biomethanproduktion in 2016 (n=160) (dena, 2017)

6.3.1 Biomethan – Landwirtschaftliche Anlagen

Unter den insgesamt 196 Biomethananlagen befinden sich 172 Anlagen mit überwiegendem Einsatz von landwirtschaftlichen Substraten. Die Auswertung von Daten über 140 landwirtschaftliche Anlagen für das Jahr 2016 zeigt, dass neben nachwachsenden Rohstoffen und Exkrementen auch ein geringer Anteil von Abfall und Reststoffen eingesetzt wurde, welcher sich auf 14 Anlagen verteilt (vgl. Abbildung 6-7).

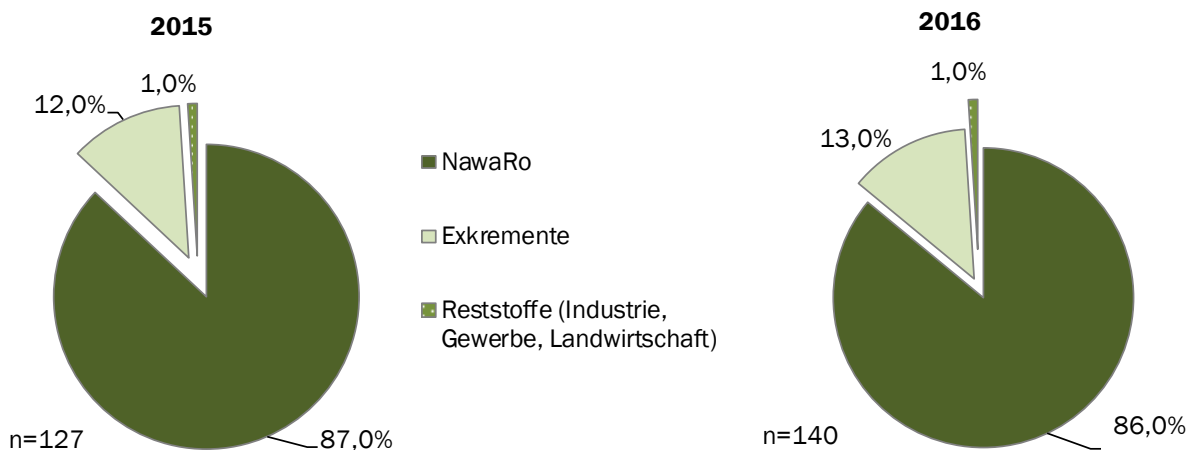


Abbildung 6-7: Massebezogener Substrateinsatz in landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit Biomethanproduktion in 2015 und 2016 (dena, 2017)

Die Verteilung des Substrateinsatzes nachwachsender Rohstoffe zur Erzeugung hat sich in den vergangenen Jahren nicht signifikant geändert. Mais stellt nach wie vor mit Abstand den größten Anteil an den eingesetzten Substraten. Der Maisdeckel gemäß EEG 2012 gilt für rund die Hälfte der betrachteten Anlagen und hat seine Wirkung insbesondere für Anlagen entfaltet, die ab dem Jahr 2012 errichtet wurden.

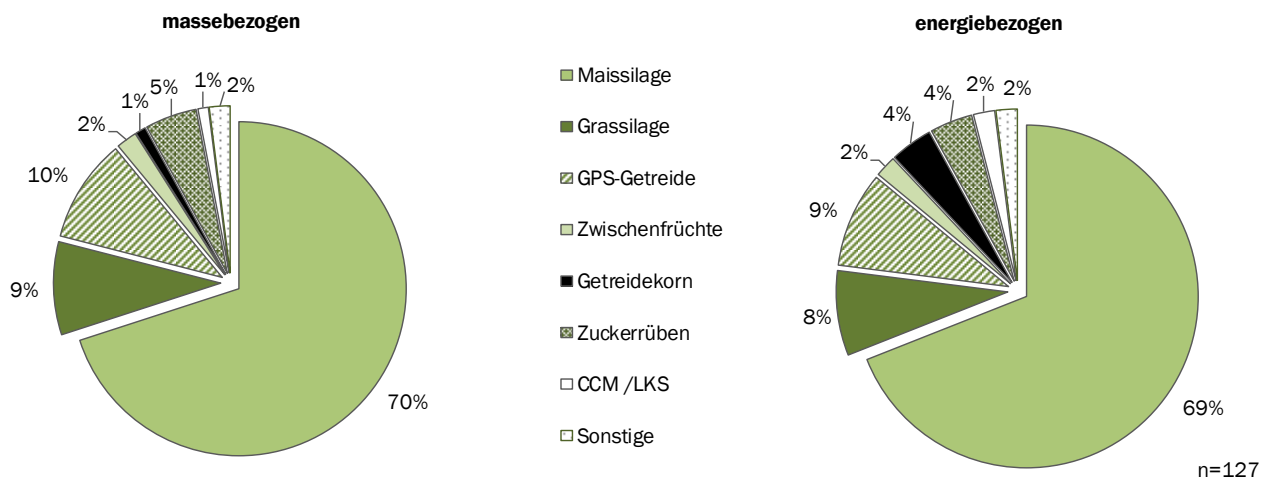


Abbildung 6-8: Verwendung nachwachsender Rohstoffe zur Biomethanproduktion in 2015 (n=127) (dena, 2017)

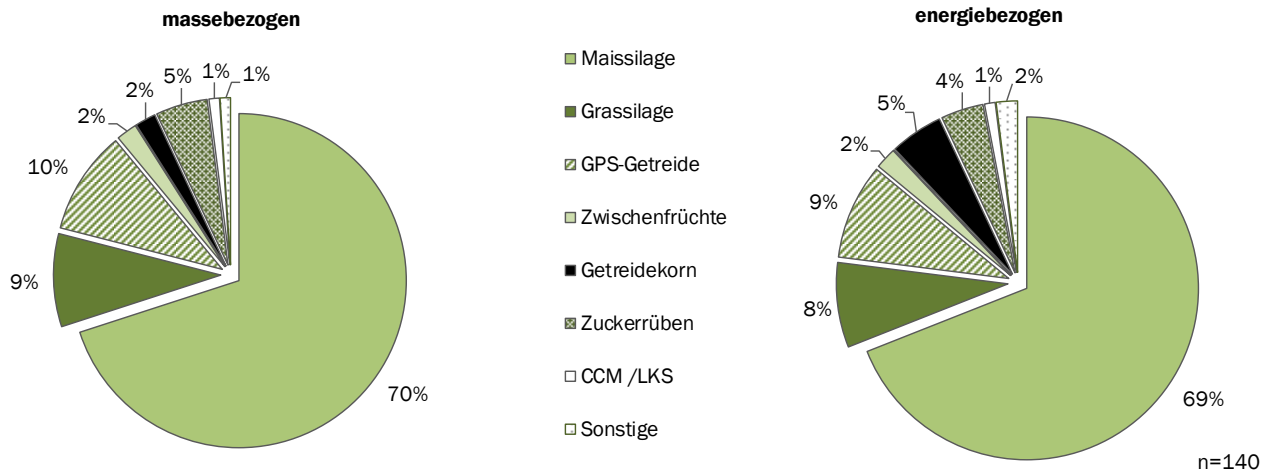


Abbildung 6-9: Verwendung nachwachsender Rohstoffe zur Biomethanproduktion in 2016 (n=140) (dena, 2017)

Massebezogen stellen tierische Exkrememente die zweithäufigste Substratkategorie zur Biomethanherzeugung. Über die Hälfte des Aufkommens an tierischen Exkrementen zur Biomethanherzeugung kommt dabei in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Niedersachsen zum Einsatz.

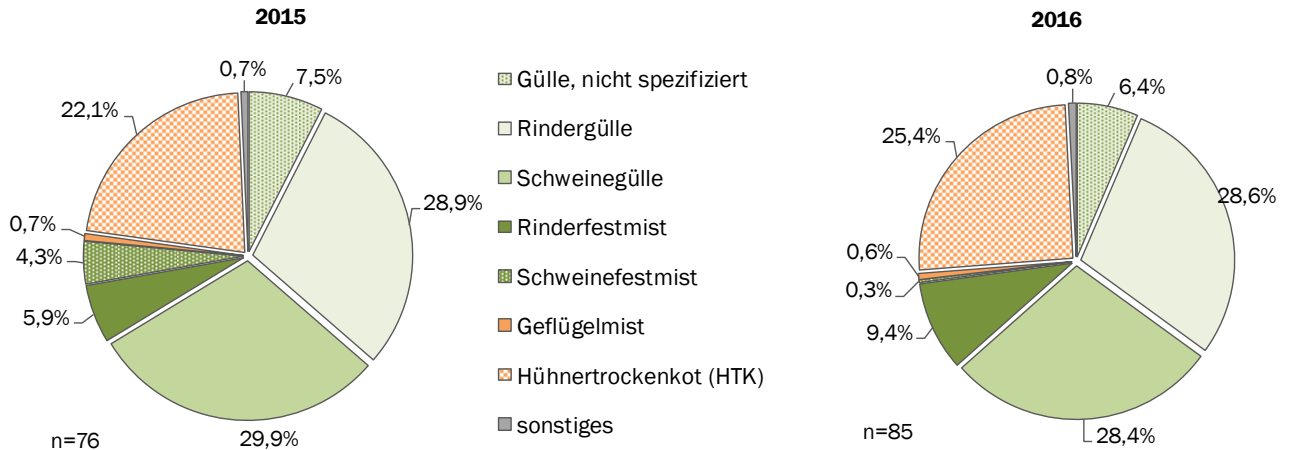


Abbildung 6-10: Verteilung tierischer Exkrementen zur Biomethanproduktion (massebezogen) in 2015 und 2016 (dena, 2017)

6.3.2 Biomethan - Abfallvergärungsanlagen

In 2016 wurden in 24 von 196 Anlagen zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan ausschließlich Abfall- und Reststoffe zur Vergärung eingesetzt. In 7 Anlagen davon kommen überwiegend kommunale Bioabfälle zum Einsatz. Die Biomethaneinspeisung aus allen Abfall- und Reststoffanlagen belief sich im Jahr 2016 auf rund 1,1 TWh_{HS} und verblieb somit auf dem Niveau von 2015. Abbildung 6-11 und

Abbildung 6-12 zeigen den Einsatz von Abfall- und Reststoffen für die Biomethanherzeugung für die Jahre 2015 und 2016.

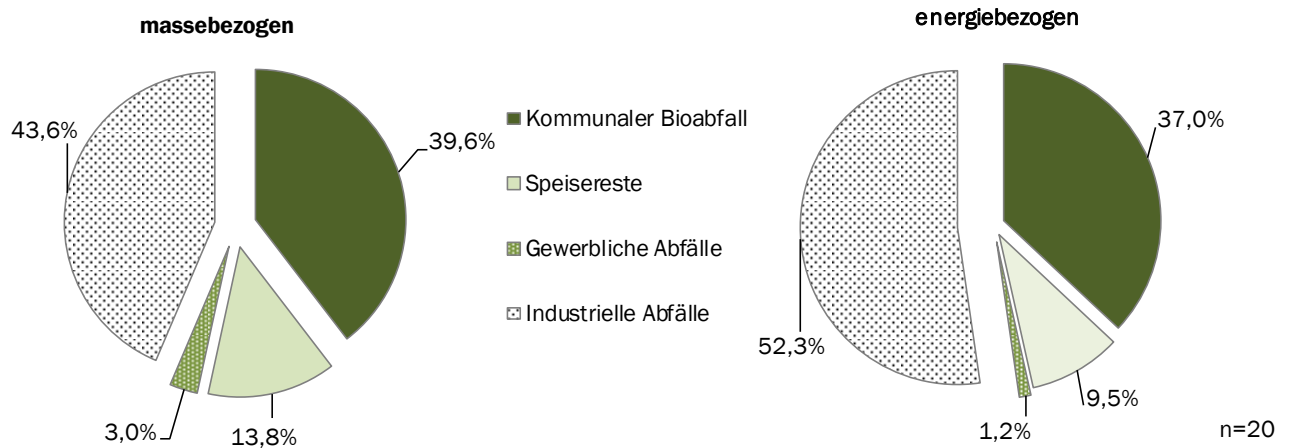


Abbildung 6-11: Masse- und energiebezogener Einsatz von Abfall- und Reststoffen zur Biomethanherzeugung 2015 (n=20) (dena, 2017)

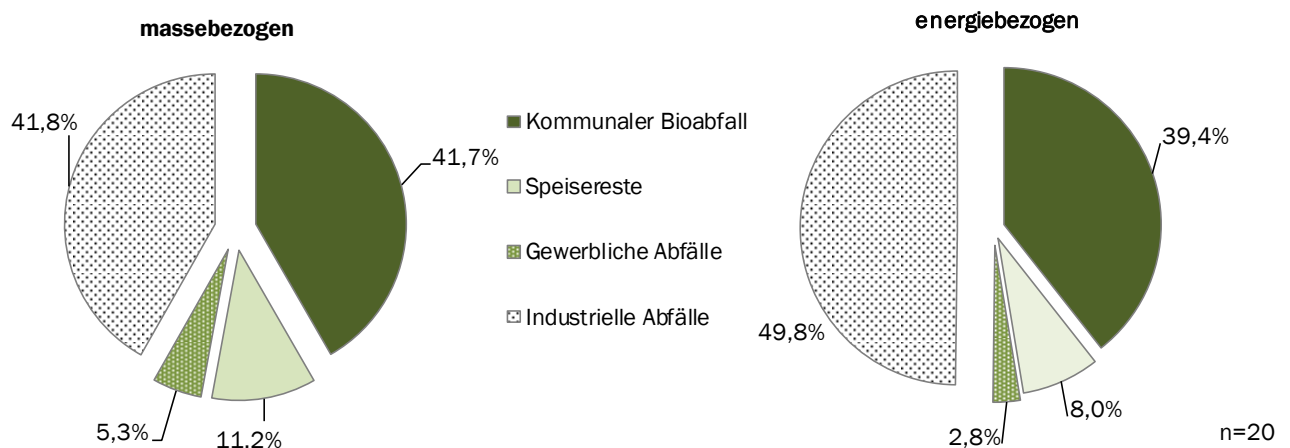


Abbildung 6-12: Masse- und energiebezogener Einsatz von Abfall- und Reststoffen zur Biomethanherzeugung 2016 (n=20) (dena, 2017)

6.3.3 Biomethan - Anteiliger Substrateinsatz nach Bundesländern

Die Auswertung des anteiligen Substrateinsatzes basiert auf Daten der EEG-Gutachten aus dem Biogasregister der dena für das Jahr 2016. Die hierbei herangezogenen Daten bilden 80 % des gesamten Anlagenbestands an Biogasaufbereitungsanlagen ab. Auf Bundeslandebene wird mindestens eine Abdeckung von 60 % erreicht. Damit kann eine Aussage zur anteiligen Substratverteilung für jedes Bundesland getroffen werden. Die notwendigen Abschätzungen für die verbleibenden Anlagen sind naturgemäß mit Unsicherheit behaftet.

Tabelle 6-1: Anteilige massebezogene Substratverteilung nach Bundesländern 2016⁶ (dena, 2017)

	Nachwachsende Rohstoffe	Exkrememente	kommunale Bioabfälle	Reststoffe/Abfälle (Gewerbe/Industrie/Landwirtschaft)	Anlagenzahl ⁷
Baden-Württemberg	87%	12%	0%	1%	13 (16)
Bayern	84%	2%	8%	6%	18 (20)
Berlin	0%	0%	100%	0%	1 (1)
Brandenburg	69%	15%	5%	11%	21 (25)
Hessen	37%	13%	27%	23%	10 (14)
Meckl.-Vorpommern	81%	6%	3%	10%	14 (15)
Niedersachsen	64%	22%	0%	14%	20 (33)
Nordrhein-Westf.	62%	24%	11%	3%	10 (14)
Rheinland-Pfalz	97%	3%	0%	0%	4 (5)
Saarland	100%	0%	0%	0%	1 (1)
Sachsen	93%	7%	0%	0%	8 (10)
Sachsen-Anhalt	78%	16%	0%	6%	27 (31)
Schleswig-Holstein	65%	12%	22%	1%	6 (6)
Thüringen	81%	18%	0%	1%	7 (9)
Gesamt	73%	13%	6%	8%	160 (196)

6.4 Technologien zur Biomethanerzeugung

Um Biogas zu Biomethan aufzubereiten, bedarf es im Wesentlichen der Abtrennung von Kohlenstoffdioxid. In den letzten Jahren haben sich verschiedene Verfahren zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan etabliert. Seit 2006 werden in Deutschland zur Biogasaufbereitung am häufigsten die Verfahren der Aminwäsche, Druckwasserwäsche und Druckwechseladsorption eingesetzt. Vereinzelt wird die Aufbereitung mit Hilfe einer physikalischen Absorption mit organischem Lösemittel. Zudem

⁶ Alle Werte gerundet.

⁷ Anzahl der untersuchten Anlagen sowie tatsächliche Anlagenzahl im jeweiligen Bundesland in Klammern.

wurde in den letzten Jahren zunehmend das Membrantrennverfahren zur CO₂-Abtrennung eingesetzt [11].

Abbildung 6-13 zeigt die Verteilung der eingesetzten Aufbereitungsverfahren nach Anzahl und %-Anteil an der Gesamtzahl der Aufbereitungsanlagen in Deutschland.

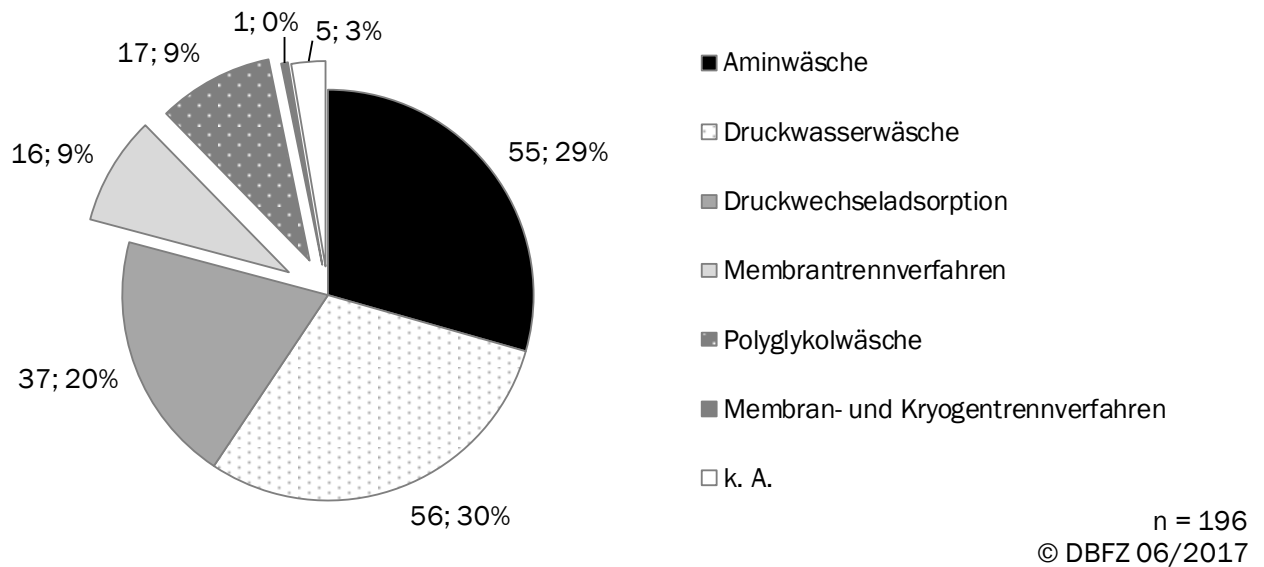


Abbildung 6-13: Verteilung der in Deutschland eingesetzten Verfahren zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan (Anzahl der Verfahren; %-Anteil) (DBFZ-Biomethananlagendatenbank, Stand 06/2017) [8]

Anlagenzahl und installierte Leistung Biomethan-BHKW

Im Zuge der EEG-Novelle 2014 wurden zahlreiche Erdgas-BHKW auf Biomethan umgestellt, wodurch die installierte Leistung an Biomethan-BHKW zusätzlich anstieg. In den Jahren 2015 und 2016 kam der Zubau an neuer installierter Leistung nahezu zum Erliegen, was in erster Linie auf die geänderten Rahmenbedingungen und den abnehmenden Anreizen für KWK-Biomethan zurückzuführen ist. Im Jahr 2016 wurden lediglich rund 5 MW zugebaut, so dass die gesamte installierte Leistung von Biomethan-BHKW von ca. 548 MW in 2015 auf 553 MW gestiegen ist.

In Tabelle 6-2 ist die Verteilung der installierten Leistung der Biomethan-BHKW nach Anlagengrößen dargestellt.

Tabelle 6-2: Installierte BHKW-Leistung und Anlagenzahl von Biomethan-BHKW nach Größenklassen in 2016 (Datenbasis: Auswertungen der EEG-Stammdaten und Anlagenregister der BNetzA durch dena) (dena, 2017)

installierte Anlagenleistung [kW _{el}]	Anlagenzahl Biomethan-BHKW	installierte Leistung gesamt [MW _{el}]
≤70	535	15
71-150	174	21
151-300	222	52
301-500	226	88
501-750	139	83
751-1000	59	50
>1000	133	244
Summe	1488	553

6.5 Biomethan – Verwendung nach Sektoren

Auf Basis der Angaben im Biogasregister und Schätzungen der dena wurde für das Jahr 2015 ein Biomethanverbrauch von ca. 9 TWh_{HS} ermittelt. Die Nachfrage nach Biomethan für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) war 2015 der mit Abstand wichtigste Absatzpfad für Biomethan (vgl. Abbildung 6-14).

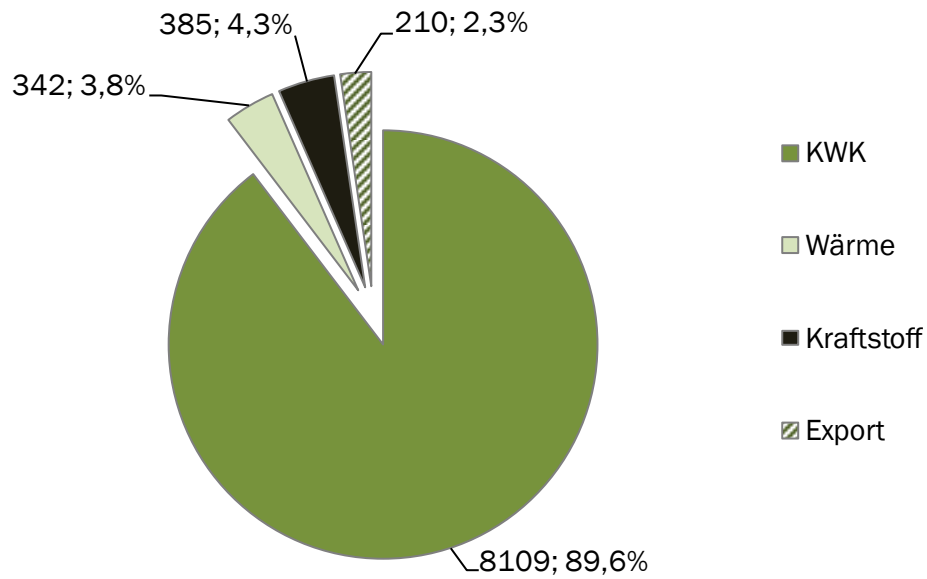


Abbildung 6-14: Biomethaneinsatz nach Verwertungspfaden in 2015 (Angaben in GWh; % Anteil) (dena, 2017)

Im Vergleich mit anderen Anwendungsbereichen wird deutlich, dass in den vergangenen Jahren lediglich das EEG signifikante Nachfrageimpulse setzen konnte. Der Absatz im Kraftstoffmarkt war für Biomethan in 2015 gemäß Evaluationsbericht der BLE [20] rückläufig. Der Wärmemarkt ist nach dem EEG der zweitgrößte Absatzmarkt für Biomethan. Während für den Absatz im KWK-Markt überwiegend Biomethan auf der Basis nachwachsender Rohstoffe eingesetzt wurde, wird angenommen, dass im Kraftstoffmarkt nur Biomethan aus Abfall und Reststoffen zum Einsatz kam.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Seit dem Inkrafttreten des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 hat der Ausbau der Biogaserzeugung und der Bau neuer Biogasanlagen in Deutschland kontinuierlich zugenommen. Wesentliche Anreize waren die 20-jährige Festvergütung und die Abnahmepflicht des Stromnetzbetreibers für den Strom aus Biogas. Vor dem Hintergrund der geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen (EEG 2012 und 2014) ist der Leistungszubau im Biogasbereich überwiegend von Anlagenerweiterungen, Umstellungen auf den flexiblen Anlagenbetrieb sowie Güllekleinanlagen und Anlagen im Abfallbereich bestimmt. Im Zuge der Novellierung des EEG 2014 wurde festgelegt, dass die Förderhöhe für erneuerbare Energien zukünftig über Ausschreibungen zu ermitteln ist.

Anreizwirkungen wurden durch das EEG insbesondere für den Ausbau der Biogaserzeugung mit den Novellierungen im Jahr 2004 und 2009 gesetzt. Der größte Zubau von Biogasanlagen erfolgte in den Jahren 2005 bis 2011, weshalb das Auslaufen der 20-jährigen EEG-Festvergütung der meisten Biogasanlagen im Zeitraum von 2024 bis 2030 erfolgen wird (vgl. Abbildung 7-1). Mit der Neustrukturierung des EEG in 2012 und 2014 hat sich der jährliche Zubau von Biogasanlagen aufgrund der Vergütungsabsenkungen deutlich reduziert. In Folge des geänderten gesetzlichen Rahmens ist der Leistungszubau im Biogasbereich überwiegend von Anlagenerweiterungen, Umstellungen auf den flexiblen Anlagenbetrieb sowie geringem Zubau im Bereich der Güllekleinanlagen und Anlagen im Abfallbereich bestimmt. Mit dem EEG 2017 wird die Förderung der erneuerbaren Energien von der Festvergütung zu einem Ausschreibungsmodell geändert. Das bedeutet, es wird eine begrenzte Menge an Strom aus Biomasse und Jahr ausgeschrieben und die Betreiber von Biogasanlagen müssen durch die erfolgreiche Teilnahme an der Ausschreibung ihren Förderanspruch zunächst erwerben. Die maximalen Höchstgebotsgrenzen liegen mit 16,9 ct/kWh_{el} (Bestandsanlagen) und 14,88 ct/kWh_{el} (Neuanlagen) und einer jährlichen Degression von 1 % unter den derzeitigen Vergütungssätzen für Strom aus Biogas. Aufgrund des Wettbewerbes um das preisgünstigste Angebot ist anzunehmen, dass die realen Vergütungssätze kleiner als die Höchstgebotsgrenzen und damit deutlich unter den bisherigen Vergütungssätzen liegen werden. Betreiber suchen daher nach lukrativen Alternativen zur Vergütung über das EEG für die Vermarktung der bei der Biogaserzeugung entstehenden Produkte. Es ist davon auszugehen, dass der Anlagenbestand weiter flexibilisiert wird; auch vor dem Hintergrund, dass eine Teilnahme an den Ausschreibungsverfahren (EEG 2017) eine flexibilisierte Anlage erfordert. Wenn es für Bestandsanlagen keine Aussicht auf einen wirtschaftlichen Weiterbetrieb nach Auslaufen der EEG-Vergütung gibt, ist abzusehen, dass keine für den Weiterbetrieb notwendige Investitionen im Bestand getätigt werden und kurzfristig die verfügbare Anlagenleistung abnehmen wird.

Abbildung 7-1 verdeutlicht die Entwicklung der installierten Anlagenleistung für Biogasanlagen für den Fall, dass – ausgehend von der Inbetriebnahme der Anlagen - nach der 20-jährigen EEG-Vergütung keine weitere Anschlussfinanzierung erfolgt. Hierbei wurden Inbetriebnahmejahre und installierte Anlagenleistungen der stromerzeugenden Biogasanlagen auf Datenbasis BNetzA 2016 durch Verschnitt der Stamm- und Bewegungsdaten bis 2016 ausgewertet, wobei für die vereinfachte Darstellung ab 2017 kein Zubau berücksichtigt wurde und die installierte Anlagenleistung auch den Leistungszubau der Flexibilisierung (Überbauung) beinhaltet. Basierend auf den angegebenen Boni bzw. Vergütungsschlüsseln erfolgte die Zuordnung zu Biogasanlagen sowie eine Differenzierung nach Biogasanlagen (VOV), Biomethan-BHKW, Güllekleinanlagen und Bioabfallvergärungsanlagen nach EEG

2012 und EEG 2014. Im weiteren Projektverlauf erfolgt eine Fortschreibung des möglichen Ausbaus unter Berücksichtigung des Zubaus von Güllekleinanlagen, Bioabfallanlagen, Anlagen mit Flexibilisierung sowie der mögliche Anlagenzubau infolge der Ausschreibungen im Rahmen weiterer Szenarienbetrachtungen.

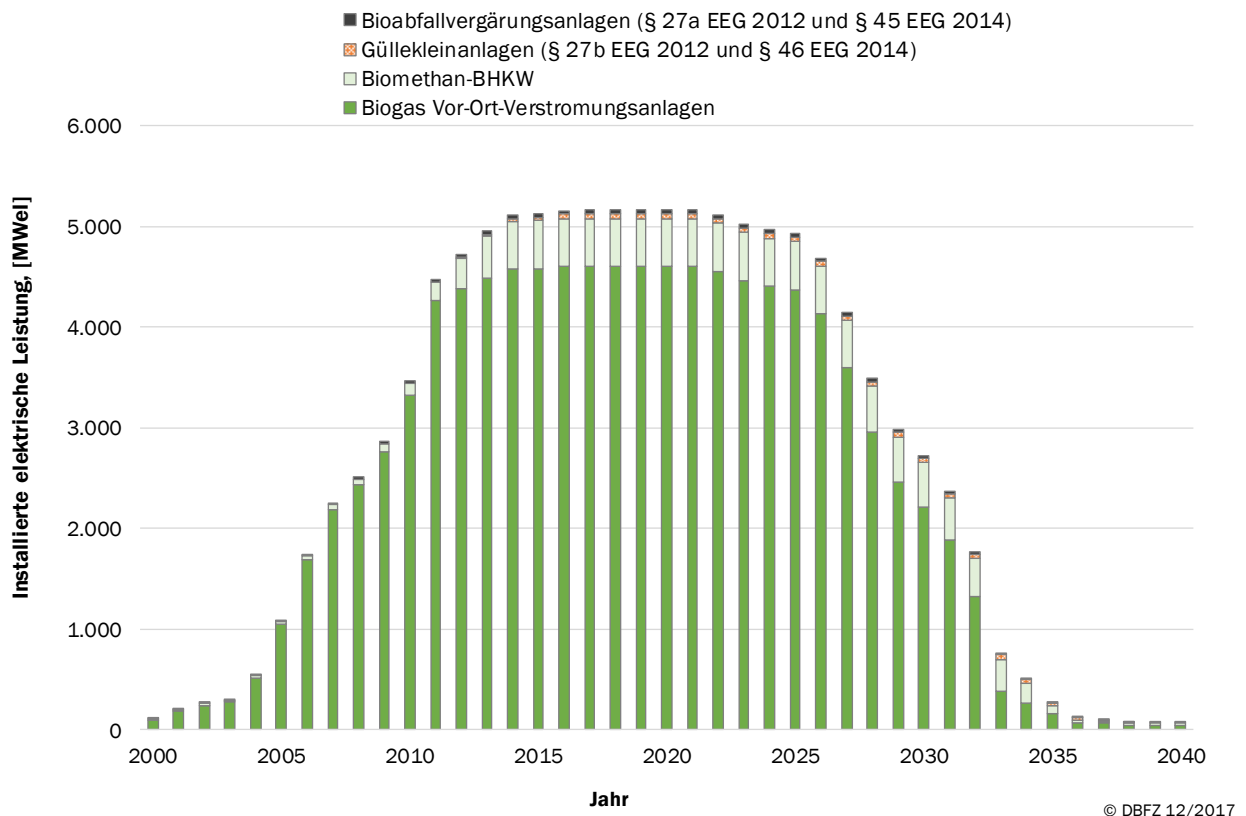


Abbildung 7-1: Szenario – Entwicklung der installierten Anlagenleistung bestehender Biogasanlagen im Falle des Auslaufens der EEG-Förderung nach 20 Jahren ohne Anschlussförderung. Auswertungen der Datenbasis BNetzA 2016 mit Bestandsentwicklung bis 2016 und ohne Zubau ab 2017 (DBFZ, 2017).

Die erste Ausschreibungsrunde für Biomasse im September 2017 zeigt, dass das Ausschreibungsvolumen von 122 MW_{el} für Strom aus Biomasse nicht ausgeschöpft wurde; lediglich 27,5 MW_{el} wurden im Rahmen der ersten Ausschreibungsrunde nach Angaben der BNetzA [25] bezuschlagt. Die Bandbreite der Stromvergütung lag demnach für die erste Ausschreibungsrunde für Biomasse-Anlagen zwischen 9,9 – 16,9 ct/kWh_{el}, wobei ca. 77 % der bezuschlagten Menge an Bestandsanlagen (> 150 kW_{el}) ging [25].

Hinsichtlich des steigenden Anteils fluktuierender, erneuerbarer Energien am Energiesystem und des zunehmenden Bedarfes flexibel erzeugter und bereitgestellter Energie, ergeben sich für Biogasanlagen neue Anforderungen und Herausforderungen. Zentrale Fragen für Bestandsanlagen sind, welche Optionen für einen Weiterbetrieb von Biogasanlagen existieren und für welche Sektoren (Verkehr, Strom, Wärme) der Einsatz von Biogas und damit der Weiterbetrieb der Biogasanlagen wirtschaftlich sind.

Grundsätzlich werden für den Weiterbetrieb von Biogasanlagen verschiedene Modelle diskutiert. Das sind u.a.:

- Eigenstrom- und Eigenwärmenutzung (Selbstnutzung)
- Direktvermarktung von (flexiblen/bedarfsgerecht erzeugtem) Strom, Wärme und Gärprodukt (Dünger/Nährstoffsubstitut)
- Teilnahme an Ausschreibungen und Sicherung einer (reduzierten) Vergütung von Strom für weitere 10 Jahre (setzt Flexibilisierung der Anlagen voraus)
- Umstellung von Vor-Ort-Verstromung-Anlagen auf Anlagen zur Bereitstellung von Biomethan durch Einsatz von Aufbereitungstechnologien
 - Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz oder/ und
 - Bereitstellung von Biomethan als Kraftstoff (CNG, LNG)
- Biogas mit Kopplung von biogene CO₂-Nutzung (z.B. Herstellung von erneuerbarem Methan in Abhängigkeit der Qualitäten und Absatzpotenziale)
- Bereitstellung von Grundchemikalien (z.B. durch Bereitstellung organischer Säuren für die chemische Industrie) [26]

Die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Optionen ist aktuell kritisch zu bewerten und hängt in großem Maße von der Richtung der zukünftigen Entwicklungen in den jeweiligen Sektoren ab.

Chancen für Biogas/ Biomethan werden dabei in verschiedenen Sektoren gesehen. Derzeit lässt sich kein einheitlicher Pfad für alle Bestandsanlagen ableiten. Zukünftig werden standortangepasste Konzepte erforderlich sein, wobei Anlagenbetreiber für die „Vermarktung“ der an der Anlage anfallenden Produkte (Biogas, Strom, Wärme, Kraftstoff, Gärprodukt) stärker selbst verantwortlich sein werden.

Aufgrund der neue Anforderungen und Transformationsprozesse im Energiesystem ist der Pfad der Flexibilisierung von Biogasanlagen („KWK-Flex“) von besonderer Bedeutung. Zudem ist der Anteil erneuerbarer Kraftstoffe nach wie vor vergleichsweise gering, so dass Biomethan im Kraftstoffbereich sinnvoll eingesetzt werden könnte, um auch in diesem Sektor THG-Einsparungen zu erzielen. Biomethan ist im Vergleich zu Anlagen mit Vor-Ort Verstromungskonzepten flexibel hinsichtlich Ort, Zeit und Art der Verwertung des Gases. Es kann zur Wärme, Strom und Kraftstoffbereitstellung eingesetzt werden. Diese Flexibilität wird mit zusätzlichen Kosten für Aufbereitung und Einspeisung, sowie größeren Einschränkungen hinsichtlich der Standortwahl bezahlt. Der anstehende Transformationsprozess des Anlagenbestandes wird vermutlich neben der Erhaltung von effizienten Vor-Ort-Verstromungsanlagen mit hohem THG-Minderungspotenzial auch die Umrüstung von geeigneten Anlagen zu Biomethananlagen beinhalten.

Hinsichtlich der Projektbearbeitung ist die Datenzusammenstellung zum Anlagenbestand „Biogas und Biomethan“ (AP 1) mit Veröffentlichung dieses Reports abgeschlossen. Im Rahmen des AP 2 wird eine Bewertungsmatrix erstellt und Kriterien für die Bewertung von Anlagenkonzepten festgelegt. Im Ergebnis werden geeignete Anlagenkonzepte identifiziert, die sowohl ökologisch (u.a. THG-Emissionen, Flächeninanspruchnahme, Kreislaufschließung) als auch ökonomisch sinnvolle Anlagenkonzepte (u.a. Konzepte mit geringen Bereitstellungskosten, geringe THG-Vermeidungskosten) für Biogasanlagen darstellen und für die eine detaillierte ökonomische und ökologische Bewertung erfolgt. Auf der Basis der in AP 2 ausgewählten Anlagenkonzepte (u.a. reststoffbasierte Konzepte, Flex-Konzepte, Umrüstung

VOV zu Biomethan) werden in 2018 Hemmnisse für die Umsetzbarkeit identifiziert. Zudem werden auf der Basis des Biogasanlagenbestandes Szenarien möglicher Entwicklungen für die jeweiligen Konzepte mit Abschätzung des Umsetzungspotenzials betrachtet. Im Anschluss daran erfolgt im AP 4 die Entwicklung von Instrumenten für die Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen Anlagenkonzepte und die Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Literatur- und Referenzverzeichnis

- [1] Scheftelowitz, M., Rensberg, N., Denysenko, V., Daniel-Gromke, J., Stinner, W., Hillebrand, K., Naumann, K., Peetz, D., Hennig, C., Thrän, D., Beil, M., Kasten, J., Vogel, L. (2015): Stromerzeugung aus Biomasse. FKZ O3MAP250. Zwischenbericht Mai 2015, Projekt gefördert vom Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Leipzig
- [2] DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015: Auswertungen der Betreiberbefragung Biogas und Biomethan
- [3] Umweltbundesamt (2017): Erneuerbare Energien in Deutschland. Daten zur Entwicklung im Jahr 2016. Hintergrund – März 2017, Dessau-Roßlau
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2016. Berlin
- [5] Bundesnetzagentur (BNetzA). Stamm- und Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber 2007-2015.
- [6] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (2017): EEG-Jahresabrechnungsdaten 2016.
- [7] Trommler, M., Dotzauer, M., Barchmann, T., Lauer, M., Hennig, C., Mauky, E., Liebetrau, J., Thrän, D. (2016): Flexibilisierung von Biogasanlagen in Deutschland – Ein Überblick zu technischen, rechtlichem Rahmen und Bedeutung für das Energiesystem. Verfügbar unter: <http://enr-ee.com/de/bioenergien/nachrichten/leser/flexibilisierung-von-biogasanlagen-in-deutschland.html> (Zugriff am 05.04.2017)
- [8] Daniel-Gromke, J., Rensberg, N., Denysenko, V., Stinner, W., Schmalfuß, T., Scheftelowitz, M., Nelles, M., Liebetrau, J.: Current Developments in Production and Utilization of Biogas and Biomethane in Germany. Chem. Ing. Tech. 2018, 90, No. 1-2, DOI: 10.1002/cite.201700077, accepted 12.09.2017.
- [9] Fraunhofer IWES et al.: Monitoring der Direktvermarktung von Strom aus Erneuerbaren Energien - Quartalsbericht 03/2017. Im Auftrag des BMWi. Verfügbar unter: http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/monitoring-direktvermarktung-strom-ee-quartalsbericht-03-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am 06.07.2017)
- [10] Lenz, V., Müller-Langer, F., Denysenko, V., Daniel-Gromke, J., Rensberg, N., Rönsch, C., Janczik, S., Kaltschmitt, M. (2017): Erneuerbare Energien. BWK, Bd 69 (2017) Nr. 5, 2017
- [11] Daniel-Gromke, J., Liebetrau, J., Denysenko, V., Rensberg, N., Scheftelowitz, M., Nelles, M. (2017): Aktuelle Entwicklungen bei der Erzeugung und Nutzung von Biogas. Tagungsbeitrag 10. Innovationskongress Biogas, S. 19-36, Osnabrück 2017
- [12] Dena (2016): Branchenbarometer 2016 – Daten, Fakten und Trends zu Biomethan. Stand 11/2016
- [13] Bundesnetzagentur (BNetzA): Anlagenregister. Verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html (Zugriff am 15.02.2017)

- [14] DBFZ Betreiberbefragung 2015, Bezugsjahr 2014: Auswertungen der Betreiberbefragung Biogas und Biomethan
- [15] Statistisches Bundesamt (2017): Umwelt, Abfallentsorgung 2015, Umwelt (Fachserie 19, Reihe 1), Wiesbaden. Statistisches Bundesamt, 2017
- [16] VHE (2012): Bio- und Grünguterfassung in Deutschland – Kartenmäßige Darstellung der kommunal erfassten Mengen an Bioabfällen in Bezug zur Einwohnerdichte, Aachen
- [17] EEG 2009. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2009), 2008, BGBl. I S.2074
- [18] EEG 2012. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2012), 2011, BGBl. I S.1634
- [19] EEG 2014. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2014), 2014, BGBl. S.1066
- [20] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2016): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2015. Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung. Stand September 2016. Verfügbar unter: http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Evaluationsbericht_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Zugriff am 14.08.2017)
- [21] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2016): Leitfaden Biogas. Von der Gewinnung zur Nutzung. 7. Auflage. Gülzow. ISBN 3-00-014333-5
- [22] Liebetrau, J., Daniel-Gromke, J., Jacobi, F.: Flexible power generation from biogas. In Smart Bioenergy, (Ed: D. Thrän), Springer International Publishing Switzerland, 2015, 67 -82, DOI: 10.1007/978-3-319-16193-8
- [23] Scheftelowitz, M., Daniel-Gromke, J., Rensberg, N., Denysenko, V., Hillebrand, K., Naumann, K., Ziegler, D., Witt, J., Beil, M., Beyrich, W. (2014): Stromerzeugung aus Biomasse. FKZ O3MAP250. Zwischenbericht Juni 2014, Projekt gefördert vom Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Leipzig
- [24] Postel, J., Fischer, E., Barchmann, T., Rensberg, N., Stur, M.: Potenziale zur Steigerung der Leistungsfähigkeit von Biogasanlagen - Energetische Effizienz von Repoweringmaßnahmen. DBFZ Report Nr. 28, Leipzig 2017. Verfügbar unter: https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/DBFZ_Reports/DBFZ_Report_28.pdf (Zugriff am 26.08.2016)
- [25] Bundesnetzagentur (BNetzA) (2017): Hintergrundpapier Ergebnisse der Ausschreibung für Biomasse vom 1. September 2017, veröffentlicht am 29.09.2017. Verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen_2017/Biomasse17/Hintergrundpapier_0109_2017.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff am 14.12.2017)
- [26] Braune, M., Daniel-Gromke, J., Sträuber, H. (2017): Von der Biogasanlage zur modernen Bioraffinerie. In: Nelles, M. (Hrsg.) 11. Rostocker Bioenergieforum: am 22. und 23. Juni 2017 an der Universität Rostock. Tagungsband. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 68). ISBN: 978-3-86009-455-6. S. 123–132.

8 Anhang


A 1 Fragebögen Biogas 2016 (Bezugsjahr 2015)

A 1.1 Fragebogen - Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Betreiberbefragung Biogas – Bezugsjahr 2015

Alle Angaben beziehen sich auf das Betriebsjahr 2015. Rückfragen bitte an: biogas@dbfz.de

DBFZ • Torgauer Straße 116 • D-04347 Leipzig




Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig
Fax: +49 341 2434 - 133
biogas@dbfz.de
www.dbfz.de
Bearbeiterin:
Velina Denysenko
+49 341 2434 - 440

Grunddaten					
Status	<input type="checkbox"/> in Betrieb <input type="checkbox"/> in Planung <input type="checkbox"/> in Bau <input type="checkbox"/> z.Zt. außer Betrieb <input type="checkbox"/> stillgelegt				
Wie erfolgt die Gasnutzung?	<input type="checkbox"/> BHKW <input type="checkbox"/> Mikrogasturbine <input type="checkbox"/> Gaskessel				
BHKW /Stromerzeugung	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	weitere BHKW	Turbine / Kessel
installierte el. Leistung [kW _e]					
Inbetriebnahme [Monat/Jahr]					
Betriebsstunden [h/Jahr]					
EEG-vergütete Strommenge in 2015 [kWh _e /Jahr] (inkl. Direktvermarktung)					
Satelliten-BHKW	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	
Ausfallzeiten <u>Gesamtanlage</u> (keine Stromeinspeisung in 2015)	h/Jahr				
Vergütung nach EEG					
<input type="checkbox"/> EEG 2000 <input type="checkbox"/> EEG 2004 <input type="checkbox"/> EEG 2009 <input type="checkbox"/> EEG 2012 <input type="checkbox"/> EEG 2014 Gütle-Kleinanlagen: <input type="checkbox"/> EEG 2012 <input type="checkbox"/> EEG 2014 Bioabfallanlagen: <input type="checkbox"/> EEG 2012 <input type="checkbox"/> EEG 2014					
Direktvermarktung (falls vorhanden)					
	installierte el. Leistung [kW _e]	Form		Anmeldung geplant	
<input type="checkbox"/> Marktprämienmodell		<input type="checkbox"/> ganzjährig <input type="checkbox"/> monatlicher Wechsel		<input type="checkbox"/> nein wenn ja, wann?	
<input type="checkbox"/> Flexibilitätsprämie				<input type="checkbox"/> nein wenn ja, wann?	
<input type="checkbox"/> Strommärkte und Regelleistung		<input type="checkbox"/> Primärregelleistung <input type="checkbox"/> Sekundärregelleistung <input type="checkbox"/> Minutenreserve <input type="checkbox"/> Epex-Spot <input type="checkbox"/> Intraday		<input type="checkbox"/> nein wenn ja, wann?	
Eigenstrom- und Wärmebedarf		Menge	Menge [%]	Art	
Eigenstromverbrauch der Anlage [kWh _e /Jahr]			(bez. auf die Gesamtstromerz.)	<input type="checkbox"/> Eigendeckung <input type="checkbox"/> Fremdbezug	
Eigenwärmeverbrauch der Anlage [kWh _e /Jahr]			(bez. auf die Gesamtwärmeerz.)		
Externe Wärmenutzung (ohne Fermenterbeheizung)		Menge [kWh _e /Jahr]	Menge [%]	externe Wärmenutzung, weitere (Art/ Menge)	
Art:					
Art:					
Art:					
Ist ein Wärmemengenzähler vorhanden?		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, Erfassung der extern genutzten Wärme <input type="checkbox"/> ja, Erfassung des Eigenbedarfes			
Art des Wärmespeichers		<input type="checkbox"/> Warmwasser sonstiges:		Wärmespeichervolumen: Liter	
Verfahren					
Vergärungsverfahren		<input type="checkbox"/> Nass <input type="checkbox"/> Trocken (kontin.) <input type="checkbox"/> Garagen/Batch (diskontin.) sonstige:			
Fermenter/ Nachgärer (beheizt, isoliert)		Anzahl:		Volumen (gesamt inkl. Nachgärer): m ³	

Betreiberbefragung Biogas – Bezugsjahr 2015 FAX an: 0341-2434-133							
Messtechnik Füllstand Gasspeicher	<input type="checkbox"/> Seilzug <input type="checkbox"/> hydraulisches Messprinzip (Schlauchwaage) <input type="checkbox"/> Druck <input type="checkbox"/> Ultraschall						
Gasspeicher	Gasspeicherdach: <input type="checkbox"/> einschalig <input type="checkbox"/> zweischalig extern: <input type="checkbox"/> einschalig <input type="checkbox"/> zweischalig						
Gasspeicher Gesamtvolumen	m ³ Zielfüllstand Gasspeicher: % (im Normalbetrieb)						
Häufigkeit der Überdruckfälle	<input type="checkbox"/> mehr als 1x Woche <input type="checkbox"/> 1x Woche <input type="checkbox"/> 1x Monat <input type="checkbox"/> 1x Quartal <input type="checkbox"/> 1x Jahr <input type="checkbox"/> nie						
Fackel	<input type="checkbox"/> automatisch startend <input type="checkbox"/> manuelle Zündung						
Auslösen der Fackel durch:	<input type="checkbox"/> BHKW-Ausfall <input type="checkbox"/> Füllstand Gasspeicher, ab % <input type="checkbox"/> Gasdruckerhöhung						
Laufzeit Fackel 2015	automatische Erfassung: h/Jahr Schätzung: h/Jahr						
Gärrestlager (nicht beheizt)							
	Gärrestlager 1 Gärrestlager 2 Gärrestlager 3 Gärrestlager 4						
Volumen [m ³]							
offen	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja						
gasdicht (techn.) abgedeckt	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja						
nicht gasdicht abgedeckt	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ja						
Gärrestaufbereitung vorhanden?	<input type="checkbox"/> nein wenn ja, welche:						
Umstellung/ Erweiterung nach der Inbetriebnahme der Anlage							
	Jahr(e)						
<input type="checkbox"/> Erhöhung der BHKW-Leistung um kW _{el} <input type="checkbox"/> Ersatz/Austausch von Alt-BHKW kW _{el} <input type="checkbox"/> Aufbereitung zu Biomethan <input type="checkbox"/> Substratänderung (Art/ Menge): <input type="checkbox"/> Substrataufbereitung-/aufschlussverfahren	Jahr(e)						
<input type="checkbox"/> Erhöhung des Fermentationsvolumens <input type="checkbox"/> gasdichte Abdeckung der Gärrestlager <input type="checkbox"/> Rohgasleitung /Satelliten-BHKW <input type="checkbox"/> Nachrüstung des Wärmespeichers <input type="checkbox"/> Ausbau der Wärmenutzung (Art/ Menge):							
Sind o.g. Maßnahmen für 2016 geplant? Wenn ja, welche:							
Substrate							
Kreuzen Sie bitte jeweils an, ob die Mengenangaben sich auf Silage oder frische Ernte beziehen.	Ø Ertrag [t _{FM} /ha]	Substrataufschluss (wenn ja, welcher?)	Eigenproduktion/Anbau		Zukauf/von extern		mittlere Transportentfernung [km]
			Menge [t/Jahr]	Kosten [€/t _{FM}]	Menge [t/Jahr]	Preis [€/t _{FM}]	
Gülle (<input type="checkbox"/> Rind <input type="checkbox"/> Schwein) :			Menge Frischmasse	Kosten frei BGA	Menge Frischmasse	Preis frei BGA	
Festmist (<input type="checkbox"/> Rind <input type="checkbox"/> Schwein) :							
Mais : frisch <input type="checkbox"/> Silage <input type="checkbox"/>							
Ackergras : frisch <input type="checkbox"/> Silage <input type="checkbox"/>							
Grünland : frisch <input type="checkbox"/> Silage <input type="checkbox"/>							
davon Herbstschnitt (Ackergras + Grünland):							
GPS (Hauptfrucht), Art :							
Zwischenfrucht, Art:							
Landschaftspflegematerial:							
Getreidekorn:							
weitere:							
weitere:							
Anbaufläche zur Biogasproduktion (eigen + extern):	ha	davon Ackerland:	ha	Grünland:	ha		
Nutzungsänderung im Grünland nach Bau der Biogasanlage?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja welche:				Vieh-dichte:	GV/ ha	
Welche Vermarktungsoptionen für Ihr Biogas bzw. Ihre Anlage sehen Sie nach Auslaufen der EEG-Vergütung?							
Vielen Dank für Ihre Unterstützung!							
Ansprechpartner				Telefon:			
Adresse				E-Mail:			

FM = Frischmasse; BGA = Biogasanlage; GV = Großvieheinheit

A 1.2 Fragebogen – Bioabfallvergärungsanlagen



Betreiberbefragung Bioabfallvergärungsanlage (Bezugsjahr 2015)


Rücksendung per Freiumschlag oder per FAX: 0341/2434 133 oder per Mail: biogas@dbfz.de

DBFZ • Torgauer Straße 116 • D-04347 Leipzig

Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig
Fax: +49 341 2434 - 133
biogas@dbfz.de

www.dbfz.de
Bearbeiterin:
Jaqueline Daniel-Gromke
+49 341 2434 - 441

Grunddaten					
Status	<input type="checkbox"/> in Betrieb <input type="checkbox"/> in Planung <input type="checkbox"/> in Bau <input type="checkbox"/> z.Zt. außer Betrieb <input type="checkbox"/> stillgelegt				
Inbetriebnahme (Monat/Jahr)	<input style="width: 50px;" type="text"/> Erweiterung (Monat/Jahr): <input style="width: 50px;" type="text"/>				
Anlagenkonzept					
Art der Vergärung	<input type="checkbox"/> Nassvergärung <input type="checkbox"/> Trockenvergärung (kontin.) <input type="checkbox"/> Feststoffvergärung (Batch) (diskontin.)				
Temperatur	<input type="checkbox"/> mesophil <input type="checkbox"/> thermophil Temperaturbereich in ° C: <input style="width: 50px;" type="text"/>				
Wurde eine bestehende Kompostierungsanlage erweitert?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja (Monat/Jahr): <input style="width: 50px;" type="text"/>				
Vorhandene Anlagenkomponente bzw. Prozessschritte	<input type="checkbox"/> Störstoffabtrennung Art: <input style="width: 50px;" type="text"/> Anteil: <input style="width: 50px;" type="text"/> % (bez. auf Gesamtinput)				
	<input type="checkbox"/> Hygienisierung Art: <input style="width: 50px;" type="text"/>				
	<input type="checkbox"/> Substrataufschluss Art: <input style="width: 50px;" type="text"/>				
	<input type="checkbox"/> Gärrestseparation Art: <input style="width: 50px;" type="text"/>				
	<input type="checkbox"/> gasdichte Gärrestlagerung				
	<input type="checkbox"/> Kompostierung der Gärreste Art der Rotte: <input style="width: 50px;" type="text"/> <input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> geschlossen				
<input type="checkbox"/> Aktive Belüftung des Rotteprozesses Art der Belüftung: <input style="width: 50px;" type="text"/>					
Substratinput (FM = Frischmasse)					
Kategorie /Art	Abfallschlüssel	Menge [t _{FM} /Jahr]	Kosten [€/t _{FM}]	Erlöse [€/t _{FM}]	Transport-entfernung
Biotonne	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Garten- und Parkabfälle	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Marktabfälle	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Gewerbliche Speiseabfälle	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Fette /Flotate	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Abfälle Nahrungsmittelindustrie: _____	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Tierische Exkremente (u.a. Gülle, Festmist): _____	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Rückstände Alkoholproduktion: _____	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Rückstände Biodieselproduktion: _____	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Sonstige Art: _____	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Sonstige Art: _____	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
Wie erfolgt die Biogasnutzung?	<input type="checkbox"/> BHKW <input type="checkbox"/> Gaskessel <input type="checkbox"/> Aufbereitung zu Biomethan <input type="checkbox"/> sonstige: <input style="width: 50px;" type="text"/>				
Umbaumaßnahmen/ Anlagenänderungen seit Inbetriebnahme?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, und zwar: <input style="width: 50px;" type="text"/>				

					
Betreiberbefragung Bioabfallvergärung – Bezugsjahr 2015 FAX an: 0341-2434-133					
BHKW / Stromerzeugung	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	weitere BHKW /sonstige	
installierte el. Leistung [kW _{el}]					
Inbetriebnahme [Monat/Jahr]					
Betriebsstunden [h/Jahr] in 2015					
erzeugte Strommenge [kWh _{el} /Jahr] in 2015 (inkl. Direktvermarktung)					
Ausfallzeiten der <u>Gesamtanlage</u> (keine Stromeinspeisung in 2015)				h/Jahr	
Vergütung nach EEG					
EEG-Vergütung nach	<input type="checkbox"/> EEG 2000 <input type="checkbox"/> EEG 2004 <input type="checkbox"/> EEG 2009 <input type="checkbox"/> EEG 2012 <input type="checkbox"/> EEG 2014				
Direktvermarktung					
<input type="checkbox"/> nein	Wenn ja, Art:	installierte el. Leistung [kW _{el}]	Form		Anmeldung geplant? (wenn ja, wann?)
	<input type="checkbox"/> Marktprämienmodell		<input type="checkbox"/> ganzjährig	<input type="checkbox"/> monatlicher Wechsel	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> Flexibilitätsprämie				<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> Strommärkte und Regelernergie		<input type="checkbox"/> Primärregelleistung <input type="checkbox"/> Sekundärregelleistung <input type="checkbox"/> Minutenreserve <input type="checkbox"/> Epex-Spot <input type="checkbox"/> Intraday		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
Investitionen der Vergärungsanlage (ohne Rotteprozess)					
Gesamtinvestition		€	bzw.	€/kW _{el} (installierte Leistung)	
- Bau		€	bzw.	% (bez. auf Gesamtinvestition)	
- Technik (ohne BHKW)		€	bzw.	% (bez. auf Gesamtinvestition)	
- sonstige Investitionen		€	bzw.	% (bez. auf Gesamtinvestition)	
Betrieb der Biogasanlage (ohne Rotteprozess)					
Personalaufwand		€/a	bzw.	h/ Tag	
Wartungsaufwand		€/a	bzw.	h/ Tag	
Entsorgung der Reststoffe		€/a	bzw.	t/ Jahr	
Strombedarf		kWh _{el} / Jahr		in % bez. auf Stromproduktion	
Wärmebedarf		kWh _{th} /Jahr		in % bez. auf Wärmeproduktion	
Art der Wärmebedarfsdeckung:					
Externe Wärmenutzung	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, Art:			kWh _{th} / Jahr (ext. Wärmenutzung)	
Hemmnisse /Vermarktungsoption					
Welche Schwierigkeiten traten bei der Umsetzung auf?	<input type="checkbox"/> Genehmigungsverzögerungen <input type="checkbox"/> Höhere Investitionen <input type="checkbox"/> sonstige:		<input type="checkbox"/> Akzeptanzprobleme <input type="checkbox"/> Standortsuche <input type="checkbox"/> keine		
Welche Vermarktungsoptionen für Ihr Biogas sehen Sie nach dem Auslaufen der EEG-Vergütung?					
Ansprechpartner		Telefon/ E-Mail			

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

A 1.3 Fragebogen – Biogasaufbereitungsanlagen

Betreiberbefragung Biomethan – Bezugsjahr 2015

Alle Angaben beziehen sich auf das Betriebsjahr 2015. Rückfragen bitte an: biogas@dbfz.de

Grunddaten (Anlage zur Biogasaufbereitung)																													
Anlagenstandort																													
Inbetriebnahme (Monat/Jahr):	Netzzugangsdatum (Monat/Jahr):																												
Status	<input type="checkbox"/> in Betrieb <input type="checkbox"/> in Bau <input type="checkbox"/> in Planung <input type="checkbox"/> gestoppt <input type="checkbox"/> stillgelegt falls stillgelegt/ außer Betrieb, bitte Gründe angeben:																												
Umstellung Vor-Ort-Verstromungsanlage	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Aufbereitung nur für Teilstrom: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein																												
Betreiberkonzept (bitte Akteure/Firmen benennen)	Substrat- → Rohgas- → Biogas- → Netz- → Biomethan- bereitstellung produktion aufbereitung betreiber verwerter																												
Verwertungsziel Biomethan (sofern bekannt)	<table border="0"> <tr> <td>Ist 2015:</td> <td></td> <td>Geplant 2016:</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> KWK:</td> <td> kWh_{H₂}/Jahr</td> <td><input type="checkbox"/> KWK:</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Kraftstoff:</td> <td> kWh_{H₂}/Jahr</td> <td><input type="checkbox"/> Kraftstoff:</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Wärmemarkt:</td> <td> kWh_{H₂}/Jahr</td> <td><input type="checkbox"/> Wärmemarkt:</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Händler:</td> <td> kWh_{H₂}/Jahr</td> <td><input type="checkbox"/> Händler:</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Export:</td> <td> kWh_{H₂}/Jahr</td> <td><input type="checkbox"/> Export:</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> sonstiges:</td> <td> kWh_{H₂}/Jahr</td> <td><input type="checkbox"/> sonstiges:</td> <td> %</td> </tr> </table>	Ist 2015:		Geplant 2016:		<input type="checkbox"/> KWK:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> KWK:	%	<input type="checkbox"/> Kraftstoff:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Kraftstoff:	%	<input type="checkbox"/> Wärmemarkt:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Wärmemarkt:	%	<input type="checkbox"/> Händler:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Händler:	%	<input type="checkbox"/> Export:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Export:	%	<input type="checkbox"/> sonstiges:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> sonstiges:	%
Ist 2015:		Geplant 2016:																											
<input type="checkbox"/> KWK:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> KWK:	%																										
<input type="checkbox"/> Kraftstoff:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Kraftstoff:	%																										
<input type="checkbox"/> Wärmemarkt:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Wärmemarkt:	%																										
<input type="checkbox"/> Händler:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Händler:	%																										
<input type="checkbox"/> Export:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> Export:	%																										
<input type="checkbox"/> sonstiges:	kWh _{H₂} /Jahr	<input type="checkbox"/> sonstiges:	%																										
Frageblock I: Biogasaufbereitungsanlage																													
Rohgasmenge	<input type="text"/> [m ³ _{i.N.} /h] <input type="checkbox"/> NawaRo <input type="checkbox"/> Abfall Bezugspreis (Rohgas): <input type="text"/> [ct/kWh _{H₂}]																												
Aufbereitungskapazität	<input type="text"/> [m ³ _{i.N.} ·Biomethan/h] Einspeisearbeit: <input type="text"/> [kWh _{H₂} /Jahr]																												
CO ₂ -Abtrennverfahren	Verfahren: _____ Hersteller: _____																												
Auslastung (Verfügbarkeit Aufbereitungsanlage)	<input type="text"/> % bzw. in Volllaststunden: <input type="text"/> h/Jahr																												
Strombedarf (Aufbereitungsanlage)	kWh _{el} /m ³ _{i.N.} Rohgas Art des Strombezuges: <input type="checkbox"/> Stromnetz (extern) <input type="checkbox"/> Biomethan-BHKW am Anlagenstandort <input type="checkbox"/> sonstiges :																												
Wärmebedarf (Aufbereitungsanlage)	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: <input type="text"/> kWh _{th} /m ³ _{i.N.} Rohgas wenn Wärmebedarf, Art der Wärmebedarfsdeckung:																												
Personalbedarf	<input type="text"/> h/Tag bzw. <input type="text"/> €/Jahr																												
Wartungsaufwand	<input type="text"/> h/Tag bzw. <input type="text"/> €/Jahr für:																												
<small>m³_{i.N.} = Normkubikmeter (im Normzustand bei 0°C und 1013,25 mbar)</small>																													

Fragebogen Biomethananlagen FAX an: 0341-2434-133



Methananteil	vor Aufbereitung: <input type="text"/> %	nach Aufbereitung: <input type="text"/> %
Methanschlupf	<input type="text"/> % bez. auf die Methanproduktion	Abgasnachbehandlung (Verfahren):

Netzeinspeisung	
Gasqualität	<input type="checkbox"/> Austauschgas <input type="checkbox"/> Zusatzgas <input type="checkbox"/> H-Gas <input type="checkbox"/> L-Gas
Brennwert (nach Konditionierung)	<input type="text"/> kWh/m ³ _{L,N} Brennwertanpassung:
Verdichtung	Verdichtertyp: <input type="text"/> Hersteller: <input type="text"/> Leistung: <input type="text"/> kW _{el} Redundanz: <input type="text"/> % Investition: <input type="text"/> €
Netzdruck	MOP (max. zulässiger Betriebsdruck): <input type="text"/> bar mittlerer Betriebsdruck: <input type="text"/> bar
Entfernung zum Netz	<input type="text"/> m Gesamtkosten GDRM: <input type="text"/> €
Messtechnik	Verfügbarkeit Netzanschluss: <input type="text"/> %

Sofern bekannt, bitte Daten zur Rohgasproduktion eintragen!

Fragenblock II: Rohgasproduktion

Substrateinsatz						
Substrat	Eigenproduktion/Anbau			Zukauf/von extern		mittlere Transportentfernung [km]
	Menge [t _{FM} /Jahr] Frischmasse (FM)	Ertrag [t _{FM} /ha]	Kosten [€/t _{FM}] frei BGA	Menge [t _{FM} /Jahr] Frischmasse (FM)	Preis [€/t _{FM}] frei BGA	

Substratbereitstellungskosten [€/t _{FM}]	Ernte: <input type="text"/>	Transport: <input type="text"/>	Silierung:
Lieferverträge	<input type="checkbox"/> einjährig	<input type="checkbox"/> max. 5 Jahre	<input type="checkbox"/> 5 – 10 Jahre <input type="checkbox"/> > 10 Jahre

Biogasproduktion (Rohgas)			
Eigenstrom- und -wärmebedarf	Strombedarf: <input type="text"/> kWh _{el} / Jahr	Wärmebedarf: <input type="text"/> kWh _{th} / Jahr	
Wärmebereitstellung für die Rohgasproduktion	<input type="checkbox"/> BHKW-Abwärme <input type="checkbox"/> Erdgasbrenner	<input type="checkbox"/> Biogasbrenner <input type="checkbox"/> Holzheizkessel	<input type="checkbox"/> Biogasturbine <input type="checkbox"/> Biogas-aufbereitung sonstiges: <input type="text"/>

Gärrestaufbereitung	<input type="checkbox"/> nein wenn ja, welche:
Verwertung der Gärreste	<input type="checkbox"/> Verkauf an Dritte <input type="checkbox"/> Rückführung auf Anbauflächen sonstiges:

Vermarktungsoption (Perspektive)	
Welche Vermarktungsoptionen für das Biomethan sehen Sie nach Auslaufen der EEG-Vergütung?	


Ansprechpartner	<input type="text"/>	Telefon	<input type="text"/>
Adresse	<input type="text"/>	E-Mail	<input type="text"/>

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

A 1.4 Fragebogen – Abfallvergärung mit Aufbereitung zu Biomethan

Betreiberbefragung Bioabfallvergärungsanlage (Bezugsjahr 2015)

Rücksendung per Freiumschlag oder per FAX: 0341/2434 133 oder per Mail: biogas@dbfz.de



Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig
Fax: +49 341 2434 - 133
biogas@dbfz.de

www.dbfz.de
Bearbeiterin:
Jaqueline Daniel-Gromke
+49 341 2434 - 441

DBFZ • Torgauer Straße 116 • D-04347 Leipzig

Grunddaten					
Status	<input type="checkbox"/> in Betrieb <input type="checkbox"/> in Planung <input type="checkbox"/> in Bau <input type="checkbox"/> z.Zt. außer Betrieb <input type="checkbox"/> stillgelegt				
Inbetriebnahme (Monat/Jahr)	<input type="text"/> Erweiterung (Monat/Jahr): <input type="text"/>				
Anlagenkonzept					
Art der Vergärung	<input type="checkbox"/> Nassvergärung <input type="checkbox"/> Trockenvergärung (kontin.) <input type="checkbox"/> Feststoffvergärung (Batch) (diskontin.)				
Temperatur	<input type="checkbox"/> mesophil <input type="checkbox"/> thermophil Temperaturbereich in ° C: <input type="text"/>				
Wurde eine bestehende Kompostierungsanlage erweitert?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja (Monat/Jahr): <input type="text"/>				
Vorhandene Anlagenkomponente bzw. Prozessschritte	<input type="checkbox"/> Störstoffabtrennung Art: <input type="text"/> Anteil: <input type="text"/> % (bez. auf Gesamtinput)				
	<input type="checkbox"/> Hygienisierung Art: <input type="text"/>				
	<input type="checkbox"/> Substrataufschluss Art: <input type="text"/>				
	<input type="checkbox"/> Gärrestseparation Art: <input type="text"/>				
	<input type="checkbox"/> gasdichte Gärrestlagerung				
	<input type="checkbox"/> Kompostierung der Gärreste Art der Rotte: <input type="text"/> <input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> geschlossen				
<input type="checkbox"/> Aktive Belüftung des Rotteprozesses Art der Belüftung: <input type="text"/>					
Substratinput (FM = Frischmasse)					
Kategorie /Art	Abfallschlüssel	Menge [t _{FM} /Jahr]	Kosten [€ /t _{FM}]	Erlöse [€ /t _{FM}]	Transport-entfernung
Biotonne	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Garten- und Parkabfälle	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Marktabfälle	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Gewerbliche Speiseabfälle	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fette /Flotate	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Abfälle Nahrungsmittelindustrie: _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tierische Exkremete (u.a. Gülle, Festmist): _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rückstände Alkoholproduktion: _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rückstände Biodieselproduktion: _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonstige Art: _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonstige Art: _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Wie erfolgt die Biogasnutzung?	<input type="checkbox"/> BHKW <input type="checkbox"/> Gaskessel <input type="checkbox"/> Aufbereitung zu Biomethan <input type="checkbox"/> sonstige: <input type="text"/>				
Umbaumaßnahmen/ Anlagenänderungen seit Inbetriebnahme?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, und zwar: <input type="text"/>				

Betreiberbefragung Bioabfallvergärung – Bezugsjahr 2015 FAX an: 0341-2434-133

BHKW / Stromerzeugung	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	weitere BHKW /sonstige
installierte el. Leistung [kW _{el}]				
Inbetriebnahme [Monat/Jahr]				
Betriebsstunden [h/Jahr] in 2015				
erzeugte Strommenge [kWh _{el} /Jahr] in 2015 (inkl. Direktvermarktung)				
Ausfallzeiten der <u>Gesamtanlage</u> (keine Stromeinspeisung in 2015)				h/Jahr

Vergütung nach EEG					
EEG-Vergütung nach	<input type="checkbox"/> EEG 2000	<input type="checkbox"/> EEG 2004	<input type="checkbox"/> EEG 2009	<input type="checkbox"/> EEG 2012 <input type="checkbox"/> EEG 2014	
Direktvermarktung					
<input type="checkbox"/> nein	Wenn ja, Art:	installierte el. Leistung [kW _{el}]	Form		Anmeldung geplant? (wenn ja, wann?)
	<input type="checkbox"/> Marktprämienmodell		<input type="checkbox"/> ganzjährig	<input type="checkbox"/> monatlicher Wechsel	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> Flexibilitätsprämie				<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> Strommärkte und Regelernergie		<input type="checkbox"/> Primärregelleistung <input type="checkbox"/> Sekundärregelleistung	<input type="checkbox"/> Minutenreserve <input type="checkbox"/> Epex-Spot <input type="checkbox"/> Intraday	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja

Investitionen der Vergärungsanlage (ohne Rotteprozess)				
Gesamtinvestition		€	bzw.	€/kW _{el} (installierte Leistung)
- Bau		€	bzw.	% (bez. auf Gesamtinvestition)
- Technik (ohne BHKW)		€	bzw.	% (bez. auf Gesamtinvestition)
- sonstige Investitionen		€	bzw.	% (bez. auf Gesamtinvestition)

Betrieb der Biogasanlage (ohne Rotteprozess)				
Personalaufwand		€/a	bzw.	h/ Tag
Wartungsaufwand		€/a	bzw.	h/ Tag
Entsorgung der Reststoffe		€/a	bzw.	t/ Jahr
Strombedarf		kWh _{el} / Jahr		in % bez. auf Stromproduktion
Wärmebedarf		kWh _{th} /Jahr		in % bez. auf Wärmeproduktion
Art der Wärmebedarfsdeckung:				
Externe Wärmenutzung	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, Art:			kWh _{th} / Jahr (ext. Wärmenutzung)

Hemmnisse /Vermarktungsoption	
Welche Schwierigkeiten traten bei der Umsetzung auf?	<input type="checkbox"/> Genehmigungsverzögerungen <input type="checkbox"/> Akzeptanzprobleme <input type="checkbox"/> Höhere Investitionen <input type="checkbox"/> Standortsuche <input type="checkbox"/> sonstige: <input type="text"/> <input type="checkbox"/> keine
Welche Vermarktungsoptionen für Ihr Biogas sehen Sie nach dem Auslaufen der EEG-Vergütung?	<input type="text"/>

Ansprechpartner	<input type="text"/>	Telefon/ E-Mail	<input type="text"/>
-----------------	----------------------	--------------------	----------------------

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

A 2 Verteilung Rücklauf Betreiberbefragung 2015 (Bezugsjahr 2014) [1]

inst. el. Anlagenleistung [kW _{el}]	Rücklauf		Anlagenbestand (GG)	
	Rückmeldungen [Anzahl]	Anteil am Rücklauf [%]	Verteilung Gesamtanlagenbestand [%]	Verteilung installierte elektrische Anlagenleistung [%]
≤ 70	33	4,0	8,4	1,3
71 - 150	68	8,2	10,8	2,5
150 - 500	376	45,4	52,9	46,7
500 - 1.000	262	31,6	21,9	35,0
> 1.000	85	10,3	6,0	14,5
Keine Angabe	4	0,5	-	
Gesamt	828	100,0	100,0	100,0

GG = Grundgesamtheit

Bundesland	Rücklauf				Anlagenbestand (GG)	
	Rück- meldungen [Anzahl]	Anteil am Rücklauf [%]	Bezug Bundesland		Verteilung Anlagen- bestand Deutschland ¹⁾ [%]	Verteilung Anlagen- leistung Deutschland ²⁾ [%]
Anteil des Rücklaufs am Anlagen- bestand BL ¹⁾ [%]			Anteil des Rücklaufs an der Anlagen- leistung BL ²⁾ [%]			
Baden-Württemberg	78	9,4	8,7	11,9	11,2	9,2
Bayern	295	35,6	12,5	15,6	29,7	22,8
Berlin	0	0,0	-	-	0,0	0,0
Brandenburg	26	3,1	7,0	8,0	4,7	5,3
Bremen	0	0,0	-	-	0,0	0,0
Hamburg	1	0,1	100,0	100,0	0,0	0,0
Hessen	35	4,2	14,1	20,8	3,1	2,0
Mecklenburg- Vorpommern	21	2,5	8,5	9,3	3,1	4,9
Niedersachsen	132	15,9	8,4	9,3	19,7	25,5
Nordrhein-Westfalen	71	8,6	11,7	14,9	7,6	7,9
Rheinland-Pfalz	15	1,8	10,6	14,4	1,8	1,7
Saarland	1	0,1	8,3	5,8	0,2	0,1
Sachsen	39	4,7	16,9	21,4	2,9	2,8
Sachsen-Anhalt	19	2,3	6,4	6,3	3,7	5,0
Schleswig-Holstein	58	7,0	8,2	11,0	8,9	9,2
Thüringen	37	4,5	13,6	18,8	3,4	3,5
Gesamt	828	100,0	10,4	12,4	100,0	100,0

¹⁾ Bezug: Anzahl Biogasanlagen ausgehend von der DBFZ-Befragung der Länderinstitutionen 2015

²⁾ Bezug: installierte el. Anlagenleistung ausgehend von der DBFZ-Befragung der Länderinstitutionen 2015

GG = Grundgesamtheit, BL = Bundesland

A 3 Verteilung Rücklauf Betreiberbefragung 2016 (Bezugsjahr 2015)

inst. el. Anlagenleistung [kW _{el}]	Rücklauf	
	Rückmeldungen [Anzahl]	Anteil am Rücklauf [%]
≤ 70	36	5,8
71 - 150	43	7,0
150 - 500	277	44,8
500 - 1.000	192	31,1
> 1.000	57	9,2
Keine Angabe	13	2,1
Gesamt	618	100

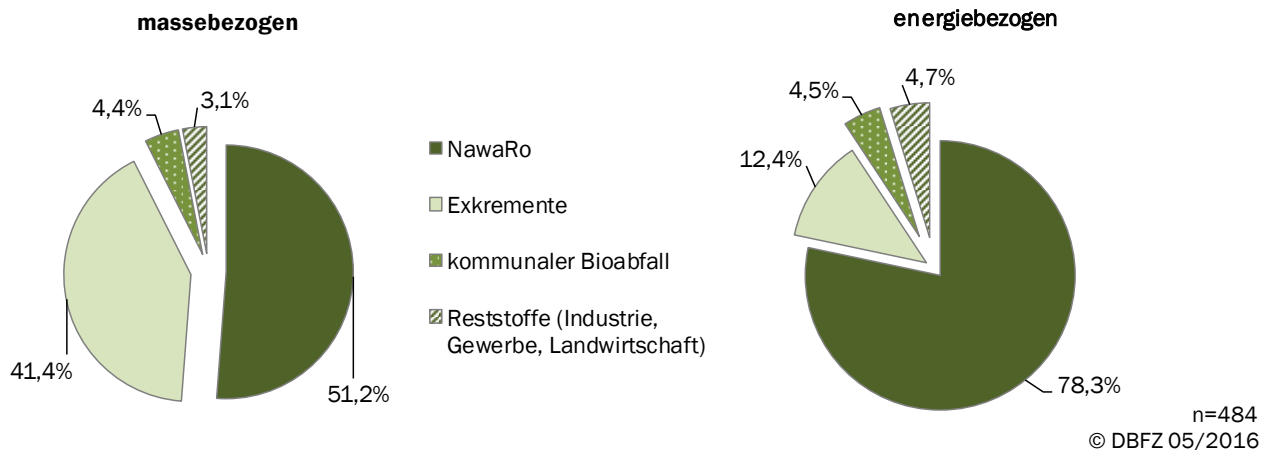
Bundesland	Rücklauf	
	Rückmeldungen [Anzahl]	Anteil am Rücklauf [%]
Baden-Württemberg	67	10,8
Bayern	252	40,8
Berlin	-	-
Brandenburg	18	2,9
Bremen	-	-
Hamburg	-	-
Hessen	15	2,4
Mecklenburg-Vorpommern	10	1,6
Niedersachsen	86	13,9
Nordrhein-Westfalen	51	8,3
Rheinland-Pfalz	8	1,3
Saarland	-	-
Sachsen	39	6,3
Sachsen-Anhalt	17	2,8
Schleswig-Holstein	28	4,5
Thüringen	27	4,4
Gesamt	618	100

A 4 Verteilung der Rückläufe landwirtschaftlicher Biogasanlagen im Rahmen der DBFZ-Betreiberbefragungen von 2015 und 2016 für die Auswertung des Substrateinsatzes auf Bundeslandebene

Bundesland	Rücklauf 2015 (Bezugsjahr 2014) [Anzahl]	Rücklauf 2016 (Bezugsjahr 2015) [Anzahl]	Rückläufe gesamt [Anzahl]
Baden-Württemberg	29	51	80
Bayern	112	180	292
Brandenburg	15	17	32
Hessen	21	13	34
Mecklenburg-Vorpommern	13	7	20
Niedersachsen	72	61	133
Nordrhein-Westfalen	37	36	73
Rheinland-Pfalz	6	6	12
Saarland*	1	0	1
Sachsen	16	34	50
Sachsen-Anhalt	13	10	23
Schleswig-Holstein	36	21	57
Thüringen	15	25	40
Deutschland	386	462	848

*nicht berücksichtigt für die Darstellung des bundeslandspezifischen Substrateinsatzes

A 5 Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen in Deutschland (ohne Biogasaufbereitungsanlagen) (DBFZ Betreiberbefragung 2016, Bezugsjahr 2015)



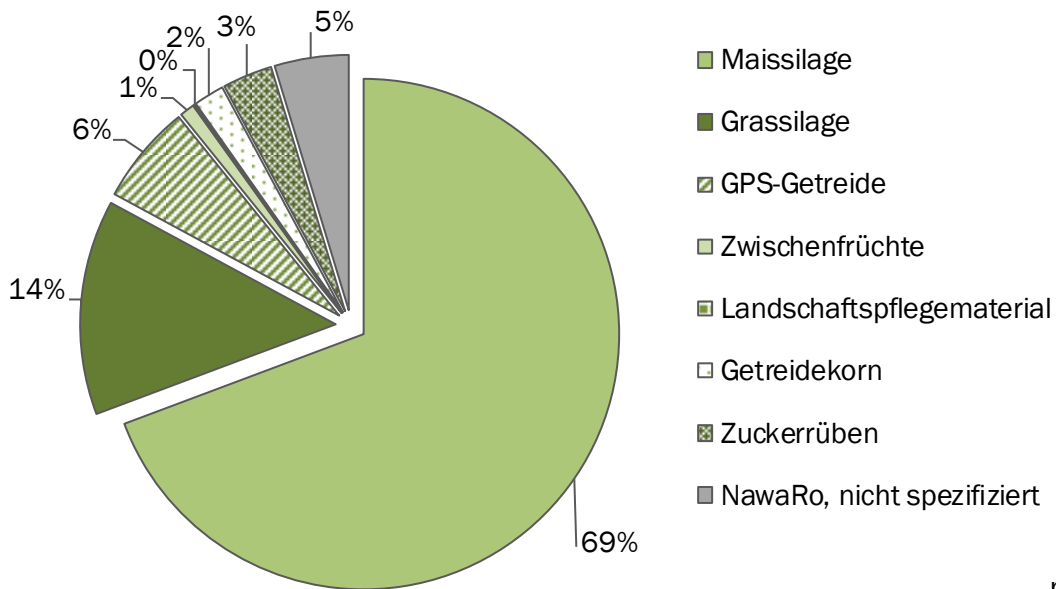
DBFZ Betreiberbefragung Biogas 2016, Bezugsjahr 2015

A 6 Energiebezogene Substratverteilung, Stromerzeugung und geschätzter Primärenergieeinsatz zur Stromproduktion aus Biogas und Biomethan (Biogas-VOV und Biomethan-KWK) 2015 (DBFZ, 2017) [8]

Substratkategorie	Substratverteilung (energiebezogen) nach DBFZ-Betreiberbefragung 2016 (Bezugsjahr 2015) [%]		Stromerzeugung nach Zuordnung BNetzA 2015 (Datenbasis 2016) [TWh _{el}]			Geschätzter Primärenergieeinsatz zur Stromproduktion aus Biogas und Biomethan* nach Zuordnung BNetzA 2015 (Datenbasis 2016) [TWh _{HS}]			
	Biogas (KWK)	VOV	Biomethan-KWK	Biogas (KWK)	VOV	Biomethan-KWK	Biogas (KWK)	VOV	Biomethan-KWK
NawaRo	78,3		85,0	22,6		2,0	67,7		6,1
Exkremente	12,4		4,0	3,6		0,1	10,7		0,3
kommunaler Bioabfall	4,5		8,0	1,3		0,2	3,9		0,6
Reststoffe (Gewerbe, Industrie, Landwirt.)	4,7		3,0	1,4		0,1	4,1		0,2
Gesamt	100		100	28,8		2,5	86,4		7,2

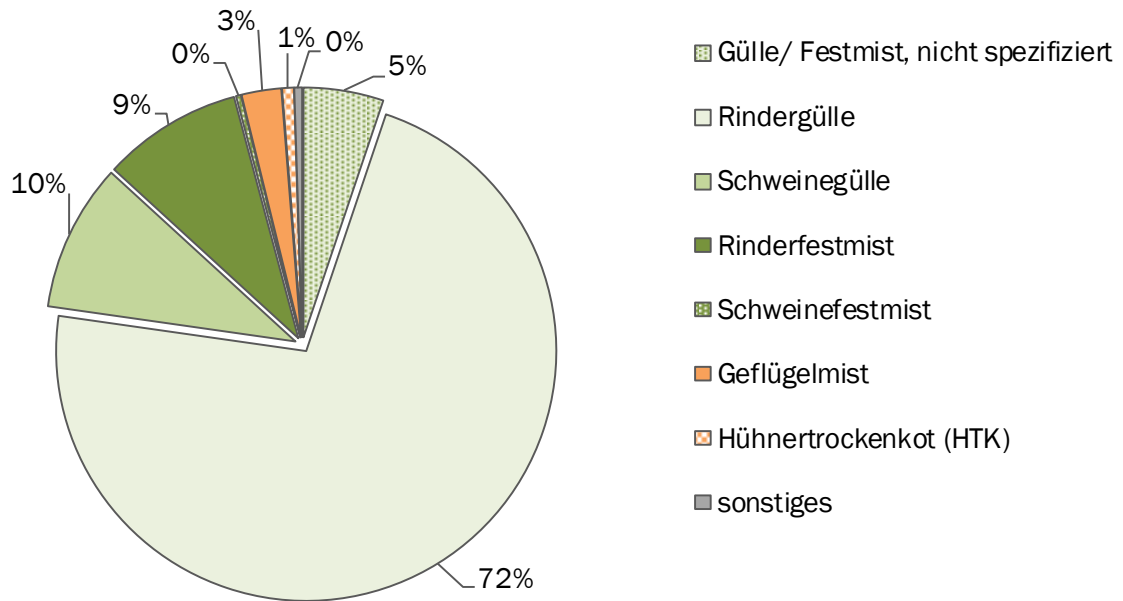
* Durchschnittlicher el. Wirkungsgrad 37%; Umrechnungsfaktor Brennwert/Heizwert 1,11; ohne Berücksichtigung von Verlusten; nur auf Basis der Stromerzeugung (ohne Kraftstoffpfad, ohne reine Wärmeerzeugung aus Biogas).

A 7 Einsatz nachwachsender Rohstoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2017, Bezugsjahr 2016)



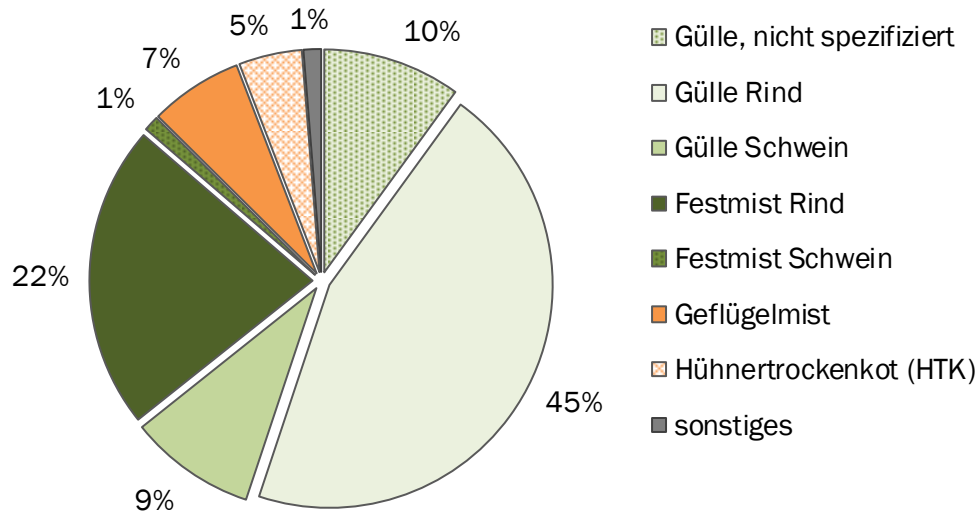
n=367
©DBFZ 10/2017

A 8 Einsatz von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Substratmengen (DBFZ Betreiberbefragung 2017, Bezugsjahr 2016)



n=367
©DBFZ 10/2017

A 9 Energetische Verteilung - Substratinput Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen entsprechend der DBFZ-Betreiberbefragungen 2015 und 2016



n=810
©DBFZ 7/2017

DBFZ Betreiberbefragungen Biogas 2015 und 2016 (Bezugsjahre 2014 und 2015)

A 10 Verteilung der Ende 2015 in Betrieb befindlichen Biogas-BHKW (Vor-Ort-Verstromung und Satelliten-BHKW) und installierter Anlagenleistung nach Bundesländern (Datenbasis BNetzA 2016, Bezugsjahr 2015) [5]

Bundesland	Biogas-BHKW [Anzahl]	Installierte el. Leistung [kW _{el}]	mittlere installierte el. Leistung [kW _{el}]
Baden-Württemberg	1.065	366.852	344
Bayern	2.715	1.001.719	369
Berlin	1	260	260
Brandenburg	441	249.188	565
Bremen	2	3.338	1.669
Hamburg	5	3.430	686
Hessen	301	118.834	395
Mecklenburg-Vorpommern	478	267.855	560
Niedersachsen	2.400	1.052.207	438
Nordrhein-Westfalen	1.093	402.919	369
Rheinland-Pfalz	252	74.173	294
Saarland	15	4.605	307
Sachsen	331	146.566	443
Sachsen-Anhalt	391	208.419	533
Schleswig-Holstein	789	352.858	447
Thüringen	272	126.220	464
Deutschland (gesamt)	10.551	4.379.442	415

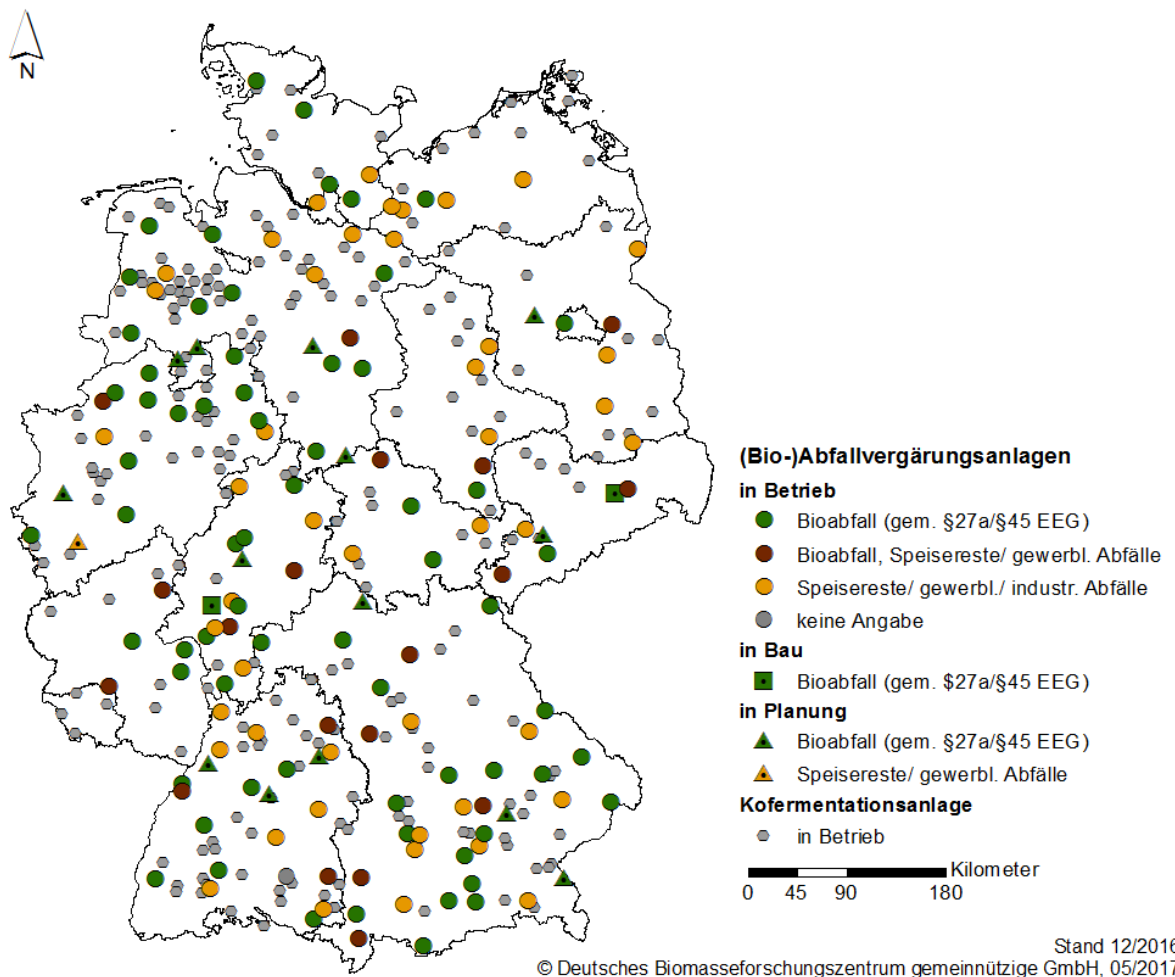
A 11 Verteilung von Güllekleinanlagen vergütet gemäß §27b EEG 2012 bzw. §46 EEG 2014 zum Stand 31.12.2016 (Datenbasis: Anlagenregister BNetzA) [13]

Bundesland	Anlagen [Anzahl]	Install. el. Leistung gesamt [kW _{el}]
Baden-Württemberg	95	6.793
Bayern	168	11.702
Brandenburg	10	750
Hessen	34	2.440
Mecklenburg-Vorpommern	13	975
Niedersachsen	88	6.485
Nordrhein-Westfalen	64	4.527
Rheinland-Pfalz	18	1.275
Saarland	1	75
Sachsen	17	1.250
Sachsen-Anhalt	11	850
Schleswig-Holstein	33	2.425
Thüringen	7	525
Deutschland (gesamt)	559	40.072

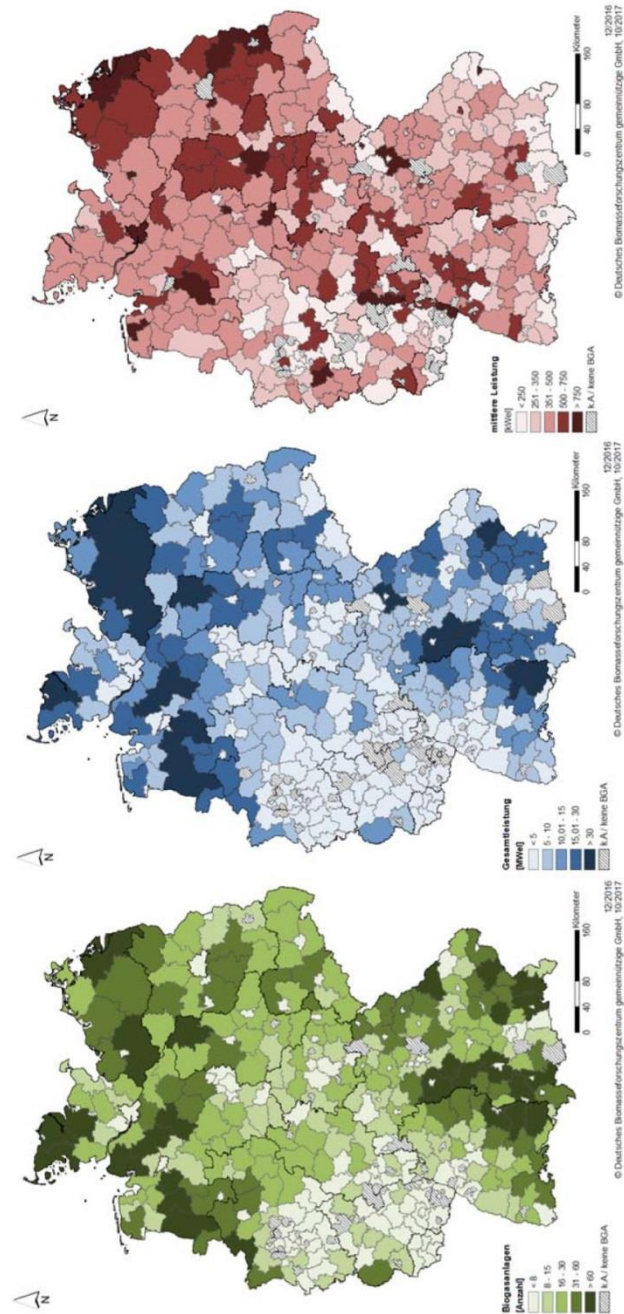
A 12 Regionale Verteilung der Abfallvergärungsanlagen in Deutschland zum Stand 31.12.2016 (Datenbasis DBFZ)

Bundesland	Abfall- vergärungs- anlagen [Anzahl]	Bioabfallanlagen, Substratinput gem. §27a EEG 2012/ §45 EEG 2014 [Anzahl]	Install. el. Leistung gesamt [MW _{el}]	Davon Biomethananlagen [Anzahl]
Baden-Württemberg	19	7	14,5	2
Bayern	33	20	27,1	3
Berlin	1	1		1
Brandenburg	5	0	3,9	3
Bremen	-	-	-	-
Hamburg	1	0	1,0	-
Hessen	14	7	16,9	3
Mecklenburg-Vorpommern	6	1	10,5	3
Niedersachsen	17	10	14,7	2
Nordrhein-Westfalen	14	11	11,5	2
Rheinland-Pfalz	5	3	4,5	-
Saarland	-	-	-	-
Sachsen	4	1	2,8	-
Sachsen-Anhalt	5	0	5,0	2
Schleswig-Holstein	5	4	1,9	1
Thüringen	5	3	8,0	-

A 13 Standorte der Abfallvergärung in Deutschland nach Substrateinsatz und Status der Anlage (Betrieb, Bau, Planung), Stand 31.12.2016



A 14 Verteilung der Anlagenzahl, der installierten elektrischen Anlagenleistung und der durchschnittlichen Anlagenleistung von Biogasanlagen in Deutschland auf Kreisebene



PUBLIKATIONEN

Bisher erschienene Reports:

- DBFZ Report Nr. 29** Effiziente Bioenergie für Regionen - Ergebnisse der technisch-ökonomischen Begleitforschung zur Fördermaßnahme Bioenergie-Regionen 2012-2015
- DBFZ Report Nr. 28** Potenziale zur Steigerung der Leistungsfähigkeit von Biogasanlagen - Energetische Effizienz von Repoweringmaßnahmen
- DBFZ Report Nr. 27** Neuartiger emissionsarmer Kaminofen (DBU-NEKO)
- DBFZ Report Nr. 26** Bewertung technischer und wirtschaftlicher Entwicklungspotenziale künftiger und bestehender Biomasse-zu-Methan-Konversionsprozesse - Dissertationsschrift
- DBFZ Report Nr. 25** Nachrüstlösung zum katalytischen Abbau von gasförmigen organischen Emissionen aus Kaminöfen
- DBFZ Report Nr. 24** Biomasse zur Wärmeerzeugung - Methoden zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes
- DBFZ Report Nr. 23** Technisch-ökonomische Begleitforschung des Bundeswettbewerbes „Bioenergie-Regionen“
- DBFZ Report Nr. 22** Die Biokraftstoffproduktion in Deutschland - Stand der Technik und Optimierungsansätze
- DBFZ Report Nr. 21** Entwicklung der Förderung der Stromerzeugung aus Biomasse im Rahmen des EEG
- DBFZ Report Nr. 20** KlimaCH4 - Klimateffekte von Biomethan
- DBFZ Report Nr. 19** Hy-NOW - Evaluierung der Verfahren und Technologien für die Bereitstellung von Wasserstoff auf Basis von Biomasse
- DBFZ Report Nr. 18** Kleintechnische Biomassevergasung - Option für eine nachhaltige und dezentrale Energieversorgung
- DBFZ Report Nr. 17** Grünlandenergie Havelland - Entwicklung von übertragbaren Konzepten zur naturverträglichen energetischen Nutzung von Gras und Schilf am Beispiel der Region Havelland
- DBFZ Report Nr. 16** Algae biorefinery - material and energy use of algae
- DBFZ Report Nr. 15** Politics and Economics of Ethanol and Biodiesel Production and Consumption in Brazil
- DBFZ Report Nr. 14** Holzpelletbereitstellung für Kleinfeuerungsanlagen
- DBFZ Report Nr. 13** Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung
- DBFZ Report Nr. 12** Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse
- DBFZ Report Nr. 11** Monitoring Biokraftstoffsektor
- DBFZ Report Nr. 10** Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor) - Endbericht
- DBFZ Report Nr. 9** Analyse und Bewertung ausgewählter zukünftiger Biokraftstoffoptionen auf der Basis fester Biomasse
- DBFZ Report Nr. 8 - Kompakt** - Sammelband
- DBFZ Report Nr. 7** Final Report - Global and Regional Spatial Distribution of Biomass Potentials - Status quo and options for specification -
- DBFZ Report Nr. 6** Katalytisch unterstützte Minderung von Emissionen aus Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen
- DBFZ Report Nr. 5** Optimierung und Bewertung von Anlagen zur Erzeugung von Methan, Strom und Wärme aus biogenen Festbrennstoffen

DBFZ Report Nr. 4 Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassennutzung

DBFZ Report Nr. 3 Feinstaubminderung im Betrieb von Scheitholz-Kaminöfen unter Berücksichtigung der toxikologischen Relevanz

DBFZ Report Nr. 2 Methodische Vorgehensweise zur Standortidentifikation und Planung der Biomassebereitstellung für Konversionsanlagen am Beispiel von Bio-SNG-Produktionsanlagen

DBFZ Report Nr. 1 Bewertung und Minderung von Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungsanlagen

Weitere Informationen und Downloads unter:

www.dbfz.de/web/referenzen-publikationen

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112

Fax: +49 (0)341 2434-133

E-Mail: info@dbfz.de

www.dbfz.de