



Stand und Perspektiven der Biogaserzeugung aus Gülle

Autoren: Stefan Majer, Peter Kornatz, Jaqueline Daniel-Gromke, Nadja Rensberg, André Brosowski, Katja Oehmichen, Jan Liebetrau

IMPRESSUM

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekträger:



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
www.dbfz.de

Autoren: Stefan Majer, Peter Kornatz, Jaqueline Daniel-Gromke, Nadja Rensberg,
André Brosowski, Katja Oehmichen, Jan Liebetrau

Bilder: Sofern nicht am Bild vermerkt, DBFZ.

Druck: sedruck

ISBN: 978-3-946629-48-1

DBFZ, Leipzig 2019

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

DTP/Layout: Paul Trainer

Datum der Veröffentlichung: 26. November 2019

Stand und Perspektiven der Biogaserzeugung aus Gülle



INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Wesentliche Faustzahlen der energetischen GÜllenutzung | 6 |
| Hintergrund..... | 11 |
| Aktuelle GÜllenutzung im Biogassektor..... | 14 |
| Technisches Potenzial von Festmist und GÜlle in Deutschland..... | 23 |
| Ökonomie und THG-Vermeidungseffekte der energetischen GÜllenutzung | 29 |
| Erste Schlussfolgerungen aus den vorliegenden Ergebnissen..... | 36 |
| Ausblick..... | 37 |
| Literaturhinweise..... | 38 |
| Anhang..... | 42 |

WESENTLICHE FAUSTZAHLEN DER ENERGETISCHEN GÜLLENUTZUNG

POTENZIALE AN RINDER UND SCHWEINEGÜLLE IN DEUTSCHLAND SOWIE STAND DER DERZEITIGEN ENERGETISCHEN NUTZUNG

- Das technisch nutzbare Potenzial von Rinderfestmist, Rindergülle, Rinderjauche, Schweinefestmist und Schweinegülle liegt in einer Bandbreite von 153 bis 187 Mio. t FM im Jahr.
- Über 40 % des technischen Potenzials befinden sich dabei in lediglich 35 Landkreisen.
- Etwa 53,3 Mio. t FM an tierischen Exkrementen befinden sich in Nutzung, davon rund 38,4 Mio. t FM Rindergülle, 4,8 Mio. t FM Rinderfestmist, 5,1 Mio. t FM Schweinegülle, 0,2 Mio. t FM Schweinefestmist sowie ca. 5,3 Mio. t FM nicht näher spezifizierte Exkremente, Geflügelmist und Paarhufermist, die hier keine weitere Berücksichtigung finden.
- Etwa zwei Drittel des technischen Potenzials sind dabei derzeit ungenutzt.

DERZEITIGE UND POTENZIELL ERSCHLIESSBARE THG-EINSPARPOTENZIALE DURCH DIE ENERGETISCHE NUTZUNG DES BESCHRIEBENEN POTENZIALS AN RINDER- UND SCHWEINEGÜLLE

- Durch die energetische Nutzung von Gülle in Biogasanlagen können THG-Emissionen vermieden werden. Diese Vermeidung ergibt sich zum einen aus dem Unterschied zu der konventionellen Güllelagerung (Effekt in der Landwirtschaft) und zum anderen durch die Nutzung der aus dem Biogas erzeugten Energieträger (Effekt in der Energiewirtschaft). Die Höhe der Einsparungen in der Landwirtschaft betragen unter den, für diese Studie getroffenen Annahmen zwischen 42 und 54 g CO₂-Äq. pro kg Gülle FM.
- Die derzeitige energetische Nutzung von jährlich ca. 48,5 Mio. t FM im Bestand der Biogas- und Biomethananlagen ist mit einer Einsparung von 1 – 1,5 Mio. t CO₂-Äq. pro Jahr verbunden. Diese Einsparung ergibt sich aus vermiedenen Emissionen, welche durch die konventionelle Lagerung entstanden

wären. Sie beinhalten noch nicht die zusätzlichen Einsparungen durch die Erzeugung von Energieträgern aus Gülle und die damit verbundenen Substitutionseffekte in der Energiewirtschaft. Damit sind diese ausgewiesenen Einspareffekte der Landwirtschaft zuzuschreiben. Eine flächendeckende gasdichte Abdeckung der Gärrestlager der entsprechenden Biogasanlagen könnte die Einsparung durch die derzeitige Nutzung in der Landwirtschaft auf 1,5 - 2 Mio. t CO₂-Äq. pro Jahr erhöhen.

- Durch die Nutzung der Energieträger aus der Güllevergärung ergeben sich derzeit jährliche Einsparungen von mindestens¹ 1,6 Mio. t CO₂-Äq. in der Energiewirtschaft.
- Eine Ausweitung der Güllebehandlung in Biogasanlagen bis auf 100 % des technischen Potenzials wäre mit THG-Einsparungen von bis zu insgesamt 6,3 Mio. t² CO₂-Äq. pro Jahr für den landwirtschaftlichen Sektor verbunden. Nach Abzug der Einsparungen durch die derzeitige Nutzung entspricht dies einem zusätzlichen Potenzial von 3,8 - 4,8 Mio. t CO₂-Äq. (siehe Abbildung 1). Durch die zusätzliche Güllevergärung könnten so etwa 34 % der im Klimaschutzplan festgeschriebenen Klimaschutzziele für die Landwirtschaft erreicht werden.
- Die Vergärung des gesamten technischen Güllepotenzials und die energetische Nutzung des dabei entstehenden Biogases würde durch die Substitution fossiler Energieträger zu zusätzlichen Emissionseinsparungen in der Energiewirtschaft in Höhe von mindestens ca. 3,8 Mio. t CO₂-Äq. führen.
- Insgesamt beträgt damit das THG-Einsparpotenzial bei einer Erschließung des gesamten Güllepotenzials für die energetische Nutzung jährlich ca. 8,7 – 10,1 Mio. t CO₂-Äq.

¹ Dieser Wert wurde gegenüber dem Emissionsfaktor für den deutschen Strommix berechnet. Berücksichtigt man den Einspeisevorrang Erneuerbarer Energieträger und geht von einer ausschließlichen Substitution fossiler Energieträger aus, fällt der Einsparwert deutlich größer aus (in einer Größenordnung von ca. 25%).

² Aufgrund der Unterschiede in den THG-Bilanzen der Technologiekonzepte (z. B.: durch die Gärrestlagerabdeckung) sind die Emissionseinsparungen über das Güllepotenzial hier nicht linear. So beschreibt das Potenzial von 6,3 Mio. t CO₂-Äq. die Einsparung bei der Nutzung in Biogasanlagen mit abgedecktem Gärrestlagern. Dies ist bei der derzeitigen Nutzung vor allem in Güllekleinanlagen nicht der Fall.

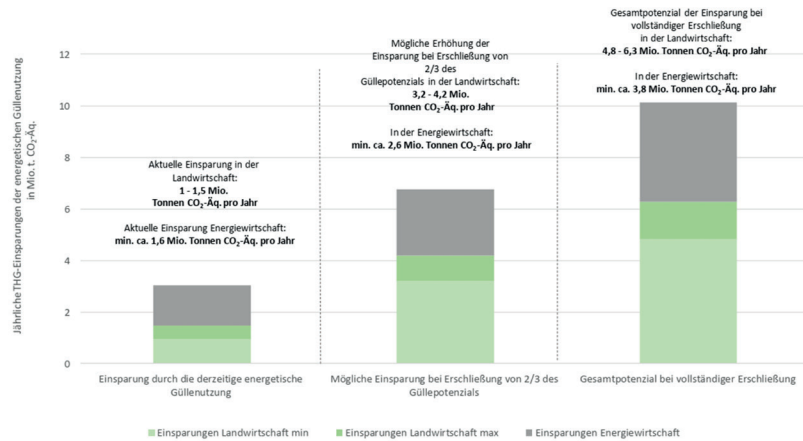


Abbildung 1 Gegenüberstellung der derzeitigen THG-Einsparungen durch die Güllebehandlung der Biogasanlagen mit dem Gesamtpotenzial zur THG-Einsparung in der Landwirtschaft und der Energiewirtschaft

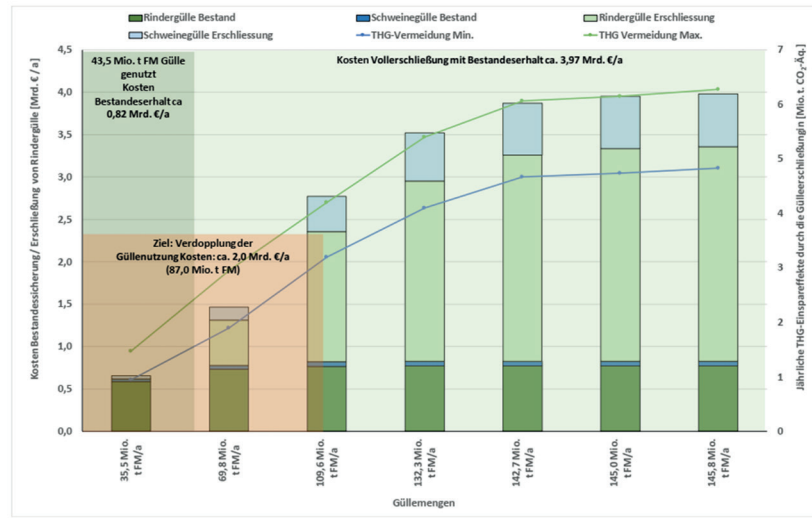
ÖKONOMISCHE BEWERTUNG DER ENERGETISCHEN GÜLLENUTZUNG

- Eine neugebaute 100 kW Monogülleanlage mit Rindergülle ohne gasdichte Gärrestlagerung kann Strom für 0,214 €/kWhel bereitstellen, während eine gleichwertige Anlage mit 20 % Nawaro Anteil Stromgestehungskosten in Höhe von 0,248 €/kWhel erreicht.
- Die Anzahl der Tiere an einem Standort limitieren das direkt verfügbare Güllepotenzial. Hierdurch können Skaleneffekte des Anlagenbetriebes durch Güllemonovergärung nicht genutzt werden, da die Viehwirtschaft überwiegend von Standorten mit geringen Tierbeständen geprägt ist. Die Erschließung dieser Potenziale wird damit spezifisch teurer. Durch Gülletransporte lassen sich geringe Mengen im Sinne eines Pooling zu größeren Mengen zusammenschließen. Ein Standort, der Güllemengen

für eine 50 kW Anlage bietet, kann dieses für spezifische Kosten von ca. 0,28 €/kWhel erschließen (offenes Gärrestlager). Wird zu diesem Standort zusätzlich die gleiche Menge an Gülle transportiert und entsprechend eine 100 kW Anlage installiert, kann diese inklusive Transportaufwendungen Stromgestehungskosten von ca. 0,23 €/kWhel realisieren (offenes Gärrestlager, 5 km Transportentfernung).

- Zur Einsparung von Treibhausgasemissionen könnte für Standorte mit geringen Güllemengen die gasdichte Lagerung der Gülle mit anschließender Abfackelung der entstehenden Gase eine kostengünstigere Alternative darstellen³.
- Die Gesamteffekte der für die Kosten und THG-Einsparpotenziale aus der derzeitigen und potenziell erschließbaren energetischen Nutzung von Rindergülle sind in Abbildung 17 dargestellt. Den bereits beschriebenen THG-Einsparereffekten stehen demnach Kosten in Höhe von ca. 820 Mio. EUR/a für die Bestandssicherung bzw. ca. 3,97 Mrd. EUR/a für die Erschließung des gesamten technischen Potenzials von ca. 146 Mio t FM Rindergülle entgegen.

³ Für die Etablierung geeigneter technischer Lösungen sind verschiedene technische und administrative Herausforderungen zu lösen. Für die Abdeckung und Abfackelung von Gasen aus Güllelagern sind dabei u.a. verschiedene Aspekte des Explosionsschutzes relevant.



| Bestandsgrößenklassen | Kumulierte Gülmengen | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 35,5 Mio. t FM/a | 69,8 Mio. t FM/a | 109,6 Mio. t FM/a | 132,3 Mio. t FM/a | 142,7 Mio. t FM/a | 145,0 Mio. t FM/a | 145,8 Mio. t FM/a |
| Rinder | | | | | | | |
| Anzahl Tiere | ≥ 500 | ≥ 200 | ≥ 100 | ≥ 50 | ≥ 20 | ≥ 10 | < 10 |
| Elektrisches Leistungäquivalent [kW] | ≥ 72 | 22,5 | 11 | 5,56 | 2,57 | 1,1 | < 0,43 |
| Schweine | | | | | | | |
| Anzahl Tiere | ≥ 5.000 | ≥ 2.000 | ≥ 1.000 | ≥ 400 | ≥ 100 | ≥ 50 | < 50 |
| Elektrisches Leistungäquivalent [kW] | ≥ 27,5 | 19 | 8,24 | 3,85 | 1,37 | 0,4 | < 0,27 |

Abbildung 2: Ökonomische und ökologische Gesamteffekte unterschiedlicher Erschließungsgrade für die energetische Nutzung von Gülle. Die Tabelle ordnet den kumulierten Gülmengen den Bestandsgrößenklassen zu.

HINTERGRUND

In Deutschland fallen jedes Jahr erhebliche Mengen tierischer Exkremente an. Aktuell ist nur ungefähr ein Drittel der technisch verwertbaren Mengen in einer energetischen Nutzung gebunden. Der bislang ungenutzte Teil wird nach entsprechender Lagerung direkt als Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht. Durch eine optimierte energetische Nutzung bzw. technische Anpassungen der Güllelagerung ließen sich die Emissionen aus der Lagerung von Gülle in der Tierhaltung deutlich reduzieren.

Zur Förderung der Behandlung und energetischen Nutzung von Gülle in Biogasanlagen wurde im EEG 2009 der Güllebonus eingeführt. Um auch Potenziale an kleineren Betrieben zu nutzen, wurde zusätzlich im § 27b EEG 2012 die Kategorie der Güllekleinanlagen etabliert. Diese Kleinanlagen erhalten eine verhältnismäßig deutlich höhere Vergütung für die Stromerzeugung aus Gülle. Die Förderung in dieser Kategorie ist jedoch derzeit auf Anlagen bis max. 75 kWel Bemessungsleistung begrenzt. Außerdem müssen entsprechende Güllekleinanlagen mindestens 80 Masseprozent Gülle oder Mist, mit Ausnahme von Geflügelmist und Geflügeltrockenkot, kalenderjährlich einsetzen. Die Kategorie der Güllekleinanlagen wurde in den Novellen des EEG in 2014 (§ 46) und 2017 (§ 44) beibehalten. Die entsprechende Vergütung beträgt nach dem EEG 2017 23,14 ct/kWhel. Die Vergütung ist degressiv gestaltet und sinkt halbjährlich um 0,5 % (2025 21,14 ct/kWhel, 2030 20,21 ct/kWhel).

Mit der Einführung der gesonderten Vergütungskategorie für auf Gülle basierte Kleinanlagen gingen zahlreiche neue Biogasanlagen ≤75 kWel basierend auf dem Einsatz von Gülle in Betrieb. Eine Auswertung der Stamm- und Bewegungsdaten 2012-2016 der Bundesnetzagentur (Stand 12/2017) ergab für das Jahr 2016 eine Anzahl EEG-vergüteter Güllekleinanlagen (gemäß §27b EEG 2012 bzw. §46 EEG 2014) von 582 mit einer installierten elektrischen Anlagenleistung von 41,6 MWel. Gegenwärtig sind rund 800 Güllekleinanlagen der Sonderkategorie nach EEG (bis 75 kWel) in Betrieb (12/2018). Abbildung 3 zeigt die regionale Verteilung der Güllekleinanlagen, die nach EEG 2012 bzw. 2014 vergütet werden.

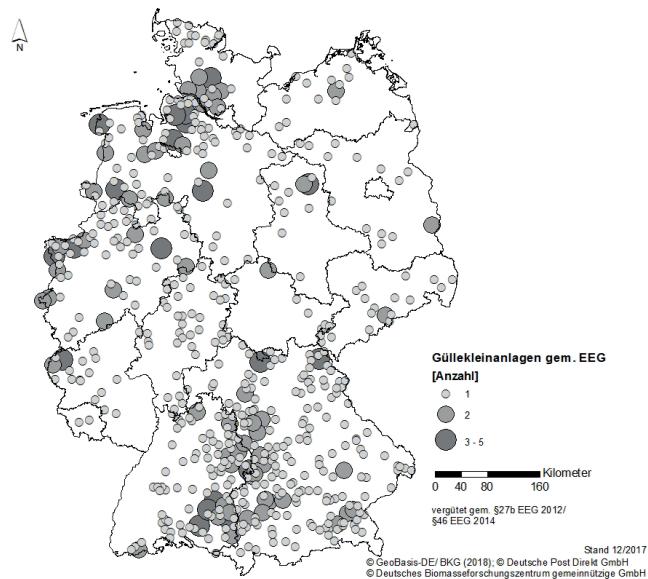


Abbildung 3: Regionale Verteilung der Güllekleinanlagen vergütet gemäß §27b EEG 2012 bzw. §46 EEG 2014 zum Stand 12/2016 auf Datenbasis Auswertungen der BNetzA-Daten und Daten des Anlagenregisters (Daniel-Gromke et al. 2017b)

Neben den gemäß EEG vergüteten Güllekleinanlagen sind zahlreiche weitere Biogasanlagen in Betrieb, in denen Gülle in unterschiedlichen Anteilen am Substratinput zum Einsatz kommt. Dabei wird insgesamt in etwa 70 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen ein Substratinput von > 30 % Gülle erzielt. Mit Hinblick auf den Anlagenbestand sind dies zum Stand Ende 2018 ca. 5600 Biogasproduktionsanlagen. Eine Erhöhung der energetischen Nutzung würde sowohl Emissionen aus der Lagerung tierischer Exkrememente (Methan und Lachgas) als auch durch die Substitution fossiler Energieträger reduzieren. Emissionsminderungen bei der Lagerung haben direkten Einfluss auf das Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie die energetische

Verwertung von tierischen Exkrementen, auch vor dem Hintergrund der sich wandelnden Förderkulisse für Biogasanlagen, stabilisiert und gegebenenfalls weiter angereizt werden kann. Wichtig erscheinen vor allem Anschlusskonzepte für entsprechende Bestandsanlagen, um die derzeit bereits genutzten Güllemengen in Nutzung zu halten.

AKTUELLE GÜLLENUTZUNG IM BIOGASSEKTOR

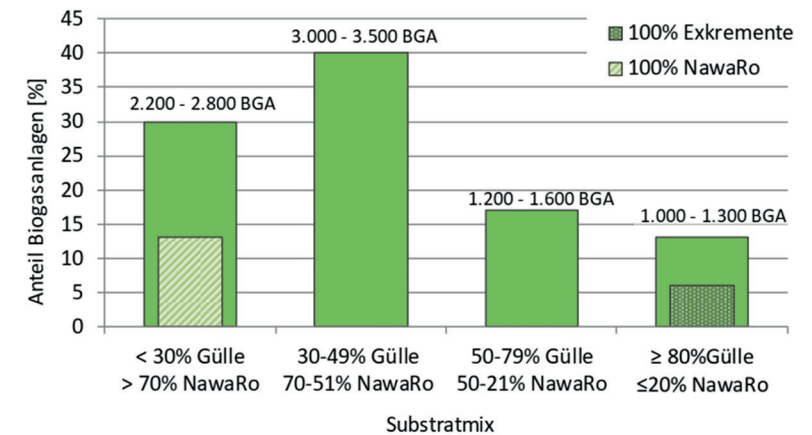
SUBSTRATEINSATZ IN BIOGASANLAGEN

Ende 2018 sind in Deutschland rund 9.000 Biogasproduktionsanlagen inkl. Anlagen mit Aufbereitungsstufen zu Biomethan in Betrieb. Eine Übersicht der Verteilung des Biogasanlagenbestandes differenziert nach Anlagentyp zum Stand 12/2018 ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Verteilung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland nach Anlagentyp, Stand 12/2018 (DBFZ Anlagendatenbank Biogas (Stand 12/2018))

| Anlagentyp | Anlagenzahl |
|---|------------------|
| Landwirtschaftliche Biogasproduktionsanlagen | ca. 8.470 |
| davon Güllekleinanlagen (≤ 75 kWel) gem. §27b EEG 2012/ §46 EEG 2014/ §44 EEG 2017 | ca. 800 |
| Abfallvergärungsanlagen (Anteil org. Abfälle $\geq 90\%$, massebezogen) | 136 |
| Vergärungsanlagen auf Basis von org. Abfällen und Gülle/ NawaRo (Anteil org. Abfälle $< 90\%$, massebezogen) | ca. 200 |
| Biogasaufbereitungsanlagen zu Biomethan | 203 |
| Summe | ca. 9.000 |

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Anlagenkonzepte hinsichtlich Substratinput landwirtschaftlicher Biogasanlagen als Abschätzung der Anlagenzahl bezogen auf den Anlagenbestand.



© DBFZ, 12/2018

Abbildung 4: Verteilung landwirtschaftlicher Biogasanlagen in Deutschland differenziert nach Substratinput und Anlagenzahl (Daniel-Gromke, J., Rensberg, N., Denysenko, V., Trommler, M., Reinholz, T., Völler, T., Beil, M., Beyrich, W. 2017)

Deutlich wird, dass fast alle Biogasanlagen in Deutschland in unterschiedlichen Anteilen Wirtschaftsdünger zur Biogaserzeugung einsetzen. Mit etwa 40 % des Anlagenbestandes dominieren dabei Biogasanlagen mit einem Substratinput (bezogen auf die eingesetzten Mengen) von rund 30 – 50 % Gülle/Festmist und überwiegendem Einsatz von NawaRo. In etwa 13 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen wird ein massebezogener Anteil von mindestens 80 % Wirtschaftsdünger eingesetzt. Bezogen auf den Anlagenbestand entspricht dies Ende 2017 etwa 1.000 - 1.300 Biogasanlagen. Hier sind die gemäß EEG geförderten Güllekleinanlagen enthalten. Etwa 250-300 Biogasanlagen werden dabei als reine Gülleanlagen (Substratinput 100% Gülle/ Festmist) betrieben. Eine Aufschlüsselung des Substratinputs in landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist in Abbildung 5 dargestellt. Bezogen auf die eingesetzten Mengen machen nachwachsende Rohstoffe etwa 48 % des Substratinputs aus, rund 52 % der Inputmengen sind auf Gülle und Festmist zurückzuführen⁴.

⁴ Die derzeitige anteilige Nutzung von Gülle und NawaRo in einem großen Teil des Anlagenbestandes sollte nicht zu der sofortigen Schlussfolgerung führen, dass sich durch

Unter Berücksichtigung der Energiegehalte der eingesetzten Substrate tragen nachwachsende Rohstoffe zu rund 81 % zur Energiebereitstellung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bei. Rund 19 % der Energiebereitstellung resultiert aus dem Einsatz von Wirtschaftsdünger.

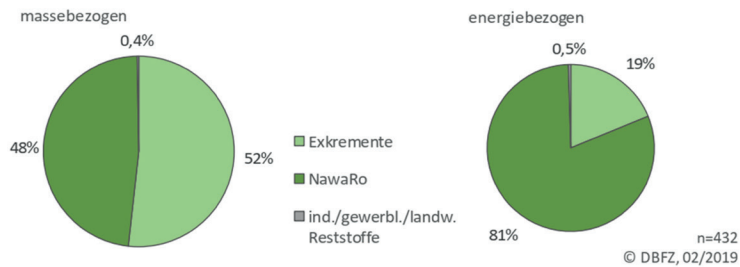


Abbildung 5: Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Deutschland ((Daniel-Gromke, J., Rensberg, N., Denysenko, V., Trommler, M., Reinholz, T., Völler, T. Beil, M., Beyrich, W. 2017))

Seit der Einführung einer gesonderten Vergütungskategorie für güllebasierte Kleinanlagen im EEG 2012 (§27b EEG 2012/ §46 EEG 2014 bzw. §44 EEG 2017) sind zahlreiche neue Biogasanlagen ≤75 kWel in Betrieb gegangen. Zum Stand Ende 2018 sind rund 800 Güllekleinanlagen gemäß EEG in Betrieb (Daniel-Gromke et al. 2018). Die Stromproduktion der Güllekleinanlagen lag in 2017 bei rund 0,3 TWhel (Scholwin et al. 2019). Der durchschnittliche Substrateinsatz in Güllekleinanlagen ist in Abbildung 6 dargestellt. Gülle und Festmist dominieren mit rund 97 % der eingesetzten Mengen den Substratinput, NawaRo stellen rund 3 % des Substratinputs. Werden die Energiegehalte der eingesetzten Substrate berücksichtigt, steigt der Anteil nachwachsender Rohstoffe auf rund 15 % der Energiebereitstellung aus Güllekleinanlagen. Obwohl die Anlagen bis zu 20 % NawaRo einsetzen dürfen, werden nur ca. 3 % verwendet. Das deutet darauf hin, dass die Kosten des Betriebes signifikant niedriger sind, wenn keine NawaRo eingesetzt werden.

eine einfache Substitution von NawaRo und Gülle der Anteil von Gülle in der energetischen Nutzung einfach erhöhen ließe. Für die Bewertung der Erschließbarkeit der Güllepotenziale ist neben dem derzeitigen Substratmix im Anlagenbestand auch die regionale Verteilung der Güllepotenziale von Bedeutung.

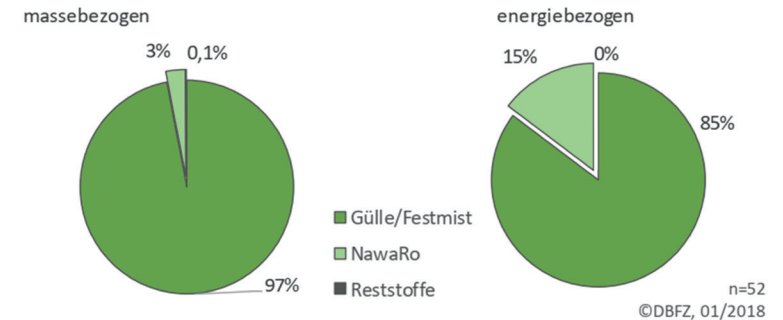


Abbildung 6: Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in Güllekleinanlagen vergütet nach §27b EEG 2012/ §46 EEG 2014/ §44 EEG 2017 (DBFZ Betreiberbefragung 11/2017, Bezugsjahr 2017) (Scholwin et al. 2019)

EINSATZ VON WIRTSCHAFTSDÜNGER IN BIOGASANLAGEN

Die Verteilung des Einsatzes von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen zeigt, dass Rindergülle mit einem Anteil von rund 65 % bezogen auf die eingesetzten Mengen das wesentliche Eingangssubstrat darstellt (vgl. Abbildung 7). Daneben spielen vor allem Schweinegülle und Rinderfestmist eine Rolle.

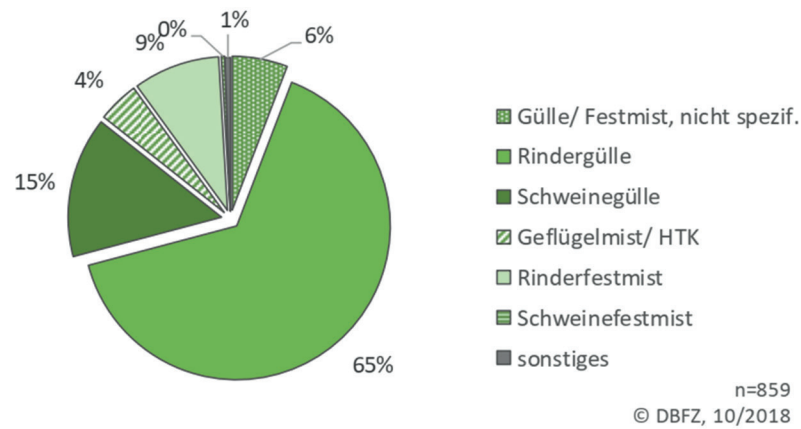


Abbildung 7: Verteilung des Einsatzes von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bezogen auf die eingesetzten Mengen (DBFZ Betreiberbefragung 2016-2018; Bezugsjahre 2015-2017)

Bei Güllekleinanlagen vergütet nach §27b EEG 2012/ §46 EEG 2014 bzw. §44 EEG 2017 dominiert der Einsatz von Rindergülle deutlich stärker den Wirtschaftsdüngerinput. Hier stellt Rindergülle rund 83 % der Einsatzmengen an Gülle/ Festmist. Daneben entfallen weitere 11 % auf den Einsatz von Rinderfestmist. Daraus lässt sich ableiten, dass die Rahmenbedingungen des Güllekleinanlagenkonzeptes nach EEG nicht für die Verwertung von Schweinegülle geeignet sind.

Eine Analyse der Verwertung von Rindergülle in Bestandsbiogasanlagen zeigt, dass in 64 % der Anlagen weniger als 5.500 t FM/a eingesetzt werden (vgl. Abbildung 9), was einem elektrischen Leistungsäquivalent von 38,5 kW entspricht. Hinsichtlich der eingesetzten Rindergülemengen zeigt sich, dass etwa 80 % der gesamt verwerteten Rindergülle in rund 43 % der Anlagen eingesetzt werden. Weiterhin werden 25 % der gesamt verwerteten Rindergülle in 4 % der Biogasanlagen mit vergleichsweise hohem Gülleeeinsatz (>26.000 tFM/a) in Biogasanlagen eingesetzt (vgl. Abbildung 8 und Abbildung 9).

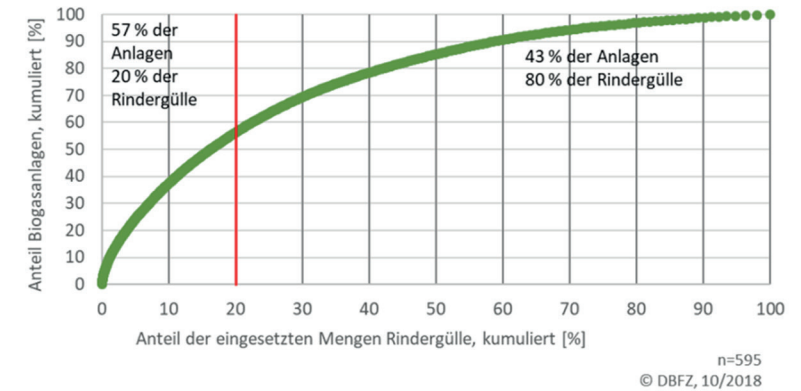


Abbildung 8: Verteilung Anteil eingesetzter Rindergülemengen in Biogasanlagen zum Anteil der Biogasanlagen (DBFZ Betreiberbefragung 2016-2018)

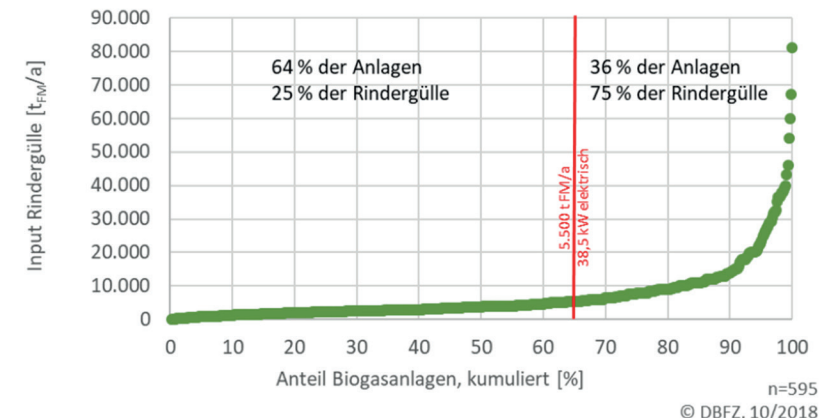


Abbildung 9: Einsatz von Rindergülle in tFM/a in Abhängigkeit vom Biogasanlagenbestand (DBFZ Betreiberbefragung 2016-2018).

Ausgehend vom Anlagenbestand, der Stromerzeugung aus Biogas und der Substratverteilung auf Basis der Betreiberbefragung wird der Substrateinsatz zur Biogaserzeugung ermittelt. Die Auswertungen der Betreiberbefragung 2017 für das Bezugsjahr 2016 ergeben in der Hochrechnung des DBFZ etwa 53,3 Mio. tFM Gülle (Frischmasse), die zur Biogasproduktion eingesetzt werden (Scholwin et al. 2019). Hierbei entfallen rund 48,5 Mio. tFM/a auf Rindergülle, Rinderfestmist und Schweinegülle (vgl. Abbildung 13 und Abbildung 14). Die übrigen tierischen Exkremente tragen nur untergeordnet zur Biogasproduktion bei und werden nur nachrangig genutzt. Der Einsatz von Geflügelmist und Hühnertrockenkot (HTK) liegt bei rund 1,8 Mio. tFM/a, die übrigen Einsatzmengen (rund 3,2 Mio. tFM/a) entfallen auf Schweinefestmist, sonstige oder nicht eindeutig definierte tierische Exkremente (Datenerhebung als „tierische Exkremente, nicht definiert“).

Die Entwicklung des Substratinputs bezogen auf den Einsatz von Gülle für die Produktion von Biogas (ohne Anlagen zur Produktion von Biomethan) ist in Tabelle 2 sowie in Abbildung 10 dargestellt.

Tabelle 2: Einsatz von Gülle zur Biogasproduktion auf der Basis der DBFZ-Biogasbetreiberbefragungen 2011 – 2017 (Bezugsjahre 2010-2016) und der für Biogas zugordneten Stromproduktion auf der Basis der BNetzA-Daten (Scholwin et al. 2019)

| Gülleinsatz und Stromerzeugung | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Mio. tFM/a Substratinput Gülle (Hochrechnung DBFZ*) | 31,1 | 36,1 | 47,3 | 50,8 | 49,8 | 50,5 | 53,3 |
| % Anteil massebezogenen Gülle an Gesamtinput | 45,4 | 43,0 | 43,1 | 43,9 | 42,6 | 41,4 | 40,9 |
| % Anteil energiebezogenen Gülle an Gesamtinput | 13,4 | 12,6 | 13,7 | 13,0 | 13,3 | 12,4 | 13,4 |
| Stromproduktion Biogas (BNetzA) TWh/a | 15,5 | 19,0 | 24,7 | 26,2 | 27,4 | 28,8 | 29,6 |
| Stromerzeugung Biogas aus Gülle [TWh/a] | 2,1 | 2,4 | 3,4 | 3,4 | 3,7 | 3,6 | 4,0 |

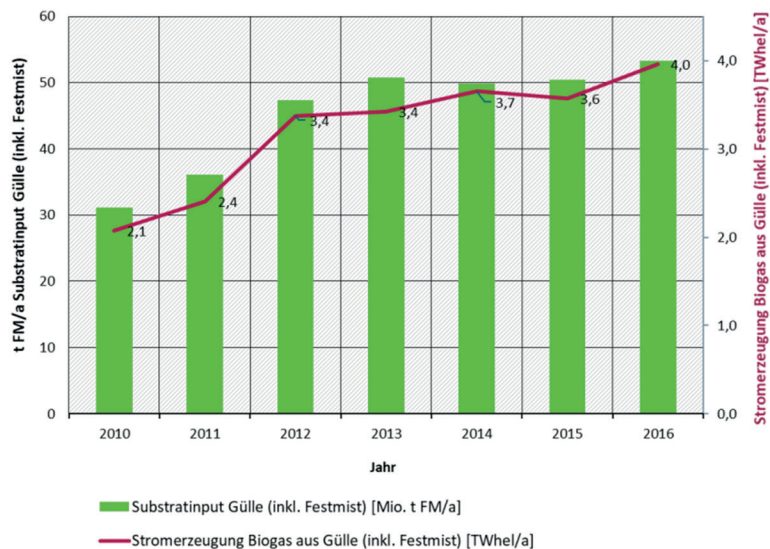


Abbildung 10: Entwicklung des Einsatzes von Gülle zur Stromerzeugung aus Biogas in Deutschland 2010 – 2016 auf der Basis der DBFZ-Biogasbetreiberbefragungen 2011 – 2017 (Bezugsjahre 2010-2016) und der für Biogas zugordneten Stromproduktion auf der Basis der BNetzA-Daten (Scholwin et al. 2019)

TECHNISCHES POTENZIAL VON FESTMIST UND GÜLLE IN DEUTSCHLAND

Unter Berücksichtigung der Tierhaltungsformen können in Deutschland etwa 153 bis über 187 Mio. t FM pro Jahr an tierischen Exkrementen von Rindern und Schweinen technisch genutzt werden (Tabelle 3). Das technische Potenzial wird von den Rinderexkrementen zu über 80 % dominiert. Bei der Berechnung von Biomassepotenzialen existieren bisher keine Standards oder Normen. Daher variieren die Berechnungsergebnisse sowohl zum theoretischen als auch zum technischen Potenzial je nach ausgewählter Berechnungsmethodik, Quelle und Studie.

Tabelle 3: Bandbreite der technischen Biomassepotenziale Festmist und Gülle in Mio. t FM

| Biomasse | Minimum | Maximum | Mittelwert | Anteil |
|------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Rindergülle | 107,1 | 123,2 | 115,2 | 68% |
| Rinderfestmist | 16,7 | 28,5 | 22,6 | 13% |
| Rinderjauche | k.A. | k.A. | k.A. | k.A. |
| Schweinegülle | 27,9 | 33,5 | 30,7 | 18% |
| Schweinefestmist | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1% |
| SUMME | 153,1 | 186,7 | 169,9 | 100% |

In der Abbildung 11 werden diese Zusammenhänge für die 35 Landkreise in Deutschland mit den höchsten Güllemengen, sortiert nach der Exkrementmenge, dargestellt. In diesen Landkreisen fallen fast 40 % der Gesamtmenge in Deutschland an und bereits für die ersten 13 kann ein Anteil von 20 % festgestellt werden. Das bedeutet, dass jede fünfte Tonne in Deutschland aus nur 13 Landkreisen kommt. Dieses Ergebnis identifiziert damit eindeutige Schwerpunktreionen.

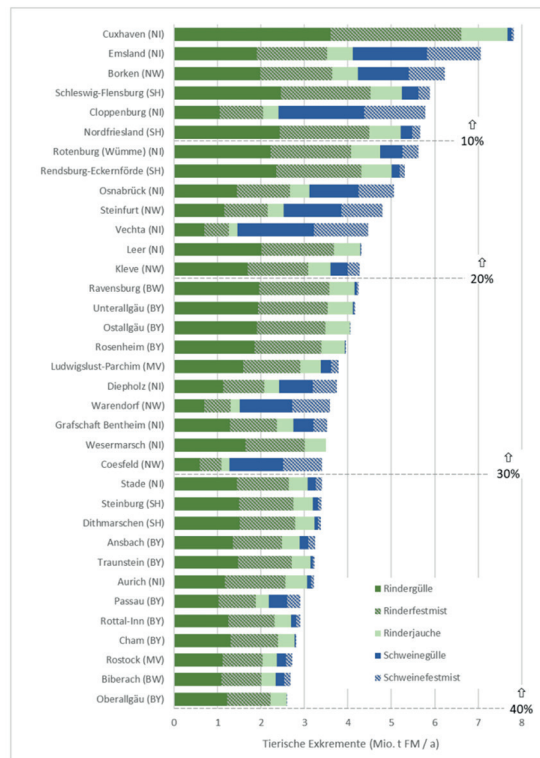


Abbildung 11: Regionale Verteilung der technischen Potenziale für Exkremente von Rind und Schwein. Dargestellt sind die 35 exkrementreichsten Landkreise.

Die nachfolgenden Karten zeigen die räumliche Verteilung der jeweiligen technischen Potenziale auf Landkreisebene. Innerhalb der Veredlungsregionen im Nordwesten und Süden Deutschland sind Hotspot-Regionen identifizierbar, in denen Maßnahmen zur optimierten Verwendung der Exkremente signifikante Auswirkungen haben können.

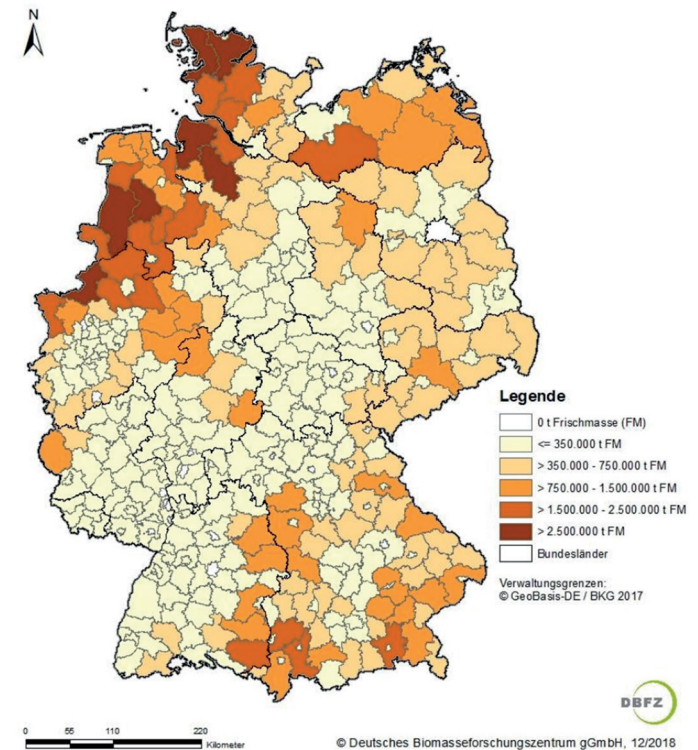


Abbildung 12: Regionale Verteilung der technischen Potenziale für Exkremente von Rinder und Schweine (aufsummiert, in t pro Jahr) auf Frischmassebasis.

Abbildung 13 zeigt die technischen Potenziale für Rindergülle- und Rinderfestmist nach Bestandsgrößenklassen⁵ der Rinderhaltungsbetriebe. Hierfür wird angenommen, dass alle am Betriebsstandort anfallende Rindergülle in der Biogasanlage vor Ort (ohne Berücksichtigung von Transporten) eingesetzt wird. Damit sind die eingesetzten Rindergülemengen Bestandsgrößenklassen zuzuordnen und eine Verteilung des Rindergüleeinsatzes nach Bestandsgrößenklassen kann vorgenommen werden. Es zeigt sich, dass die Größenklasse 100 bis 199 zusammen mit der Größenklasse 200 bis 499 Rinder knapp über 50 % des nationalen Gesamtpotenzials bereitstellt. Deutlich wird, dass in der Bestandsgrößenklasse ≥ 500 Rinder unter den o.g. Annahmen die Rindergülle vollständig für die Biogaserzeugung eingesetzt wird. Hier werden gemäß oben beschriebenem Ansatz mehr als 100 % für Biogas genutzt. Dieser hohe Nutzungsgrad ist auf Transporte zurückzuführen, die in dieser Auswertung größere Mengen am Biogasanlagenstandort suggerieren. In der Bestandsgrößenklasse 200 bis 499 Rinder sind nur rund 21 % der Rindergülle in der Nutzung für Biogas. Im Ergebnis der Auswertung nutzen Betriebe mit weniger als 200 Rindern die anfallende Rindergülle kaum für die Biogaserzeugung. Insgesamt nur rund 1,1 Mio. t FM der insgesamt 38,4 Mio. t FM genutzten Rindergülle werden in diesen Betrieben für die energetische Nutzung eingesetzt (vgl. Abbildung 13).

Wird die für die Bioenergieerzeugung genutzte Rindergülemenge von 38,4 Mio. t FM/a sowie die Rinderfestmistmenge von 4,8 Mio. t FM/a mit einbezogen, zeigt sich, dass sich aktuell 33,4 % der Rindergülle sowie 21,3 % des Festmistes in Nutzung befinden. Dabei enthält allein die Bestandsgrößenklasse 200 bis 499 Rinder Gülemengen, die bei vollständiger Erschließung annähernd 90 % der aktuell in Biogasanlagen genutzten Rindergülle entsprechen. Die Hochrechnung aus der Größenklassenverteilung in Abbildung 13 zeigt deutlich, dass die Nutzung bei den großen Standorten überwiegt. In Abbildung 13 ist allerdings auch zu erkennen, dass auch von deutlich kleineren Standorten Gülemengen eingesetzt werden. Im Vergleich zum Biogasanlagenbestand ist festzustellen, dass die anvisierte Ausdehnung der Nutzung in die Größenklasse von 100-199 Rindern (Äquivalent im

Mittel 11 kW) zu deutlich kleineren Mengen pro Anlage führt, als sie derzeit im Biogasanlagenbestand eingesetzt werden.

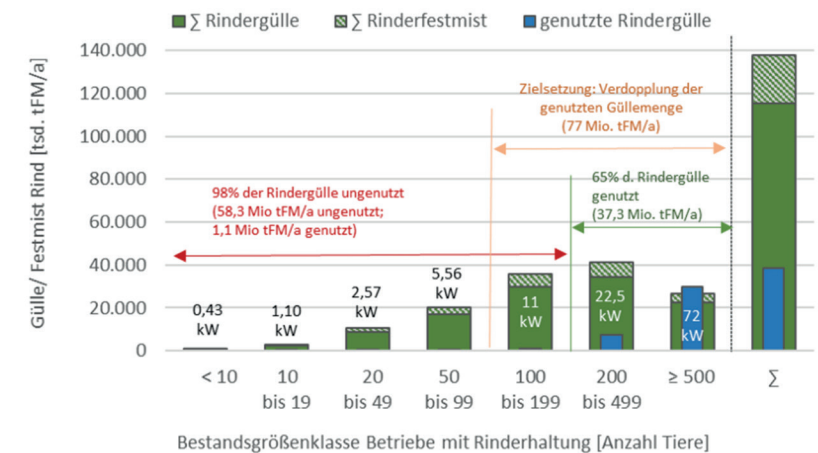


Abbildung 13: Gegenüberstellung der technischen Potenziale von Rindergülle und -festmistmengen und der genutzten Rindergülemengen in Bezug auf die Bestandsgrößenklassen (Anzahl Rinder). Zusätzlich sind die momentan für die Biogaserzeugung genutzte Rindergülemenge sowie die Zielsetzung der Verdopplung der genutzten Gülemenge eingetragen. Für Festmist wurde auf diese Eintragung verzichtet. Die kW Angaben als Orientierungswert beziehen sich auf die jeweilige Klassenmitte.

⁵ Die Bestandsgrößenklassen wurden aus der Größenklassendefinition des Statistischen Jahrbuches Landwirtschaft entnommen

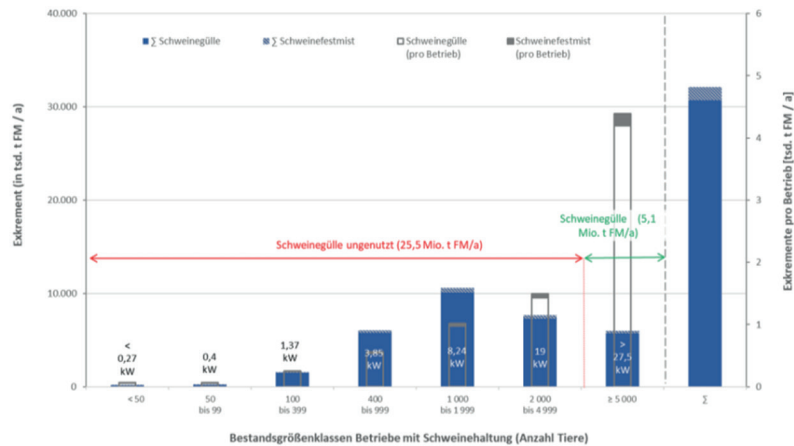


Abbildung 14: Dargestellt sind die Schweinegülle und -festmistmengen in Abhängigkeit zu den Bestandsgrößenklassen und Gülle- sowie Mistaufkommen je Betrieb in der entsprechenden Bestandsgröße. Zusätzlich sind die momentan für die Bioenergie genutzte Schweinegüllemenge unter der Annahme, dass die großen Standorte zuerst erschlossen wurden, eingetragen. Die kW Angaben als Orientierungswert beziehen sich auf die jeweilige Klassenmitte.

ÖKONOMIE UND THG-VERMEIDUNGS-EFFEKTE DER ENERGETISCHEN GÜLLE-NUTZUNG

Die vorangegangenen Abbildungen zeigen deutlich, die Notwendigkeit der Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebsgrößen für die Nutzung bzw. weitere Erschließung vorhandener Güllemengen. Aufbauend auf diesem Ergebnis ist die Nutzung bzw. Erschließung dieser Potenziale technisch mit unterschiedlichen Anlagengrößen zur Biogasproduktion möglich.

Die Stromgestehungskosten sowie die THG-Vermeidungskosten zeigen dabei deutliche Skaleneffekte in Abhängigkeit von der Anlagenkapazität (Annahme: Anlagenneubau). Die Stromgestehungskosten für unterschiedliche Anlagenkapazitäten zur energetischen Gülle-
nutzung sind in Abbildung 15 dargestellt. Die Abbildung zeigt darüber hinaus die degressive Vergütung nach EEG 2017 für Güllekleinanlagen bis 75 kW. Es zeigt sich, dass die aktuelle Förderung für Güllekleinanlagen für einen kostendeckenden Betrieb theoretisch nicht auskömmlich ist. Güllekleinanlagen werden dem zu Folge nur dort gebaut, wo deutliche Kostenvorteile im Gegensatz zum Anlagendurchschnitt vorhanden sind (standortbedingt o. ä.). Darüber hinaus wird deutlich, dass breit angelegte Vergütungsklassen mit konstanter Förderung aufgrund der ausgeprägten Kostendegression nicht geeignet sind, Über- oder Unterförderung in Randbereichen zu vermeiden. Besonders für die Erschließung der bisher nicht genutzten Güllepotenziale in eher kleinen Betriebsgrößen bedarf es sehr enger, abgestufter Vergütungsklassen. Dies stellt für die Auslegung von monetären Fördermaßnahmen einen sehr wichtigen Orientierungspunkt dar. Weiterhin ist festzustellen, dass die zeitlich degressiv gestaltete Vergütung nach EEG 2017 für Güllekleinanlagen im Lauf der Zeit dazu führt, dass die Grenze für kostendeckende Vergütung steigt und damit zunehmend die Nutzung in kleineren Anlagen wirtschaftlich unattraktiv wird. Wird die Förderung nach gasdichten Gärrestlagern gestellt, ist aktuell die Kostendeckungsschwelle

bei Rindergüllekonzepten (Neubau von Anlagen) erst bei ca. 140 kW installierter elektrischer Leistung erreicht, während bei offener Gärrestlagerung (nach 60 Tagen Verweilzeit) aktuell ab ca. 86 kW Kostendeckung erreicht werden kann (Im aktuellen EEG werden Güllekleinanlagen nur bis max. 75 kW Bemessungsleistung gefördert. Unter konkreten Bedingungen einzelner Standorte kann die Kostendeckung auch schon bei 75 kW erreicht werden.). Schweinegülle stellt sich generell als vergleichsweise teurere Option dar.

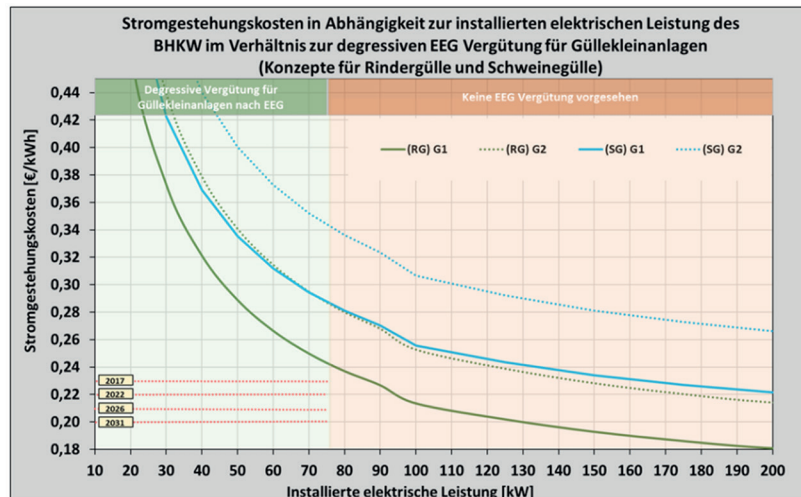


Abbildung 15: Betriebswirtschaftliche Bewertung der Rinder- und Schweinegüllekonzepte (Anlagenneubau) für den Technologiepfad BHKW im Verhältnis zur degressiven EEG Vergütung bezogen auf den Startwert von 0,2314 €/kWhel im Bezugsjahr 2017. Variantenbeschreibung RG = Rindergüllekonzept; SG = Schweinegüllekonzept; G1 = Güllemonovergärung offene Gärrestlagerung; G2 = Güllemonovergärung gasdichte Gärrestlagerung

Wird allein das Ziel verfolgt, Treibhausgasemissionen zu minimieren, stellt das gasdichte Lagern von Gülle mit dem angeschlossenen Abfackeln eine Alternative bzw. eine zu betrachtende Referenz zur Nutzung in Biogasanlagen dar. Biogasanlagen sind aufgrund des höheren technischen Aufwandes gegenüber dem

Abfackeln die teurere Option. Durch eine Vergütung des durch die Biogasanlage erzeugten Stromes (ggf. auch der Wärme) können Mehrkosten allerdings kompensiert werden. Unter den aktuellen Rahmenbedingungen des EEG für Güllekleinanlagen mit einer Vergütung von 0,2314 €/kWhel ist bis zu Güllemengen, die eine Leistung von ca. 83 kW zur Verfügung stellen, eine gasdichte Güllelagerung mit Abfackelung der Lagergase in Hinsicht der Kosten (unter den hier getroffenen Annahmen) die günstigere Variante. Beim Abfackeln wird auf einen energetischen Nutzen verzichtet. Es gehen damit auch die THG-Einsparungen, die aus der Substitution „fossilen“ Stromes und Wärme resultieren, verloren. Abbildung 16 zeigt die Einsparung bei den Gesamtkosten unter der Annahme, dass bei Tierbeständen bis 49 Rindern Gülle in gasdicht geschlossenen Behältern mit Abfackelung des Gases behandelt wird oder die Bestandsgrößenklassen bis 199 Rinder mit Abfackelung des Gases behandelt wird. Weiterhin werden Transportvarianten dargestellt, die durch das Pooling⁶ von Güllemengen zu größeren Anlagen und damit insgesamt zu geringeren Kosten führen.

Es zeigt sich, dass unter der Annahme, dass kein Transport stattfindet, die geringsten Kosten anfallen, wenn in den noch zu erschließenden, kleinen Größenklassen abgefackelt wird. Wird Gülle zu Vergärungsanlagen transportiert, um größere Anlagen realisieren zu können, ist das teurer als das Abfackeln, aber immer noch günstiger als die Vergärung am Standort des Gülleanfalles in kleinen Biogasanlagen.

Wird die Abfackelung in Erwägung gezogen, ist allerdings zu berücksichtigen, dass keine Energie bereitgestellt wird. Zudem ist zu berücksichtigen, dass für die Etablierung geeigneter technischer Lösungen verschiedene technische und administrative Herausforderungen zu lösen sind. Für die Abdeckung und Abfackelung von Gasen aus Güllelagern sind dabei u.a. verschiedene Aspekte des Explosionsschutzes relevant.

⁶ Unter Güllepooling versteht die Zusammenfassung mehrere Teilgüllemengen, die für sich alleine keinen wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage zulassen. Die Teilmengen werden zur Nutzung von Skaleneffekten an einen zentralen Standort mit Biogasanlage verbracht, der im optimalen Fall selbst Gülle bereitstellt.

Insgesamt wäre durch die Vollerschließung der bisher ungenutzten Rindergülle eine Bemessungsleistung von ca. 521 MW realisierbar, entsprechend einer jährlichen Arbeit von ca. 4,43 TWhel elektrisch. Durch die gasdichte Lagerung und Abfackelung ginge insgesamt in den Bestandgrößenklassen bis 49 Rindern eine mögliche Leistung von ca. 83 MW elektrisch für die energetische Nutzung verloren (bei BHKW-Nutzung). Dies entspricht ca. 0,7 TWhel elektrischer Arbeit. Wird eine Lagerung und Abfackelung der Gase bis einschließlich einer Bestandgrößenklasse bis 199 Rindern unterstellt beträgt der Verlust an Bemessungsleistung insgesamt 388 MW elektrisch (bei BHKW Nutzung). Dies entspricht ca. 3,3 TWhel elektrischer Arbeit.

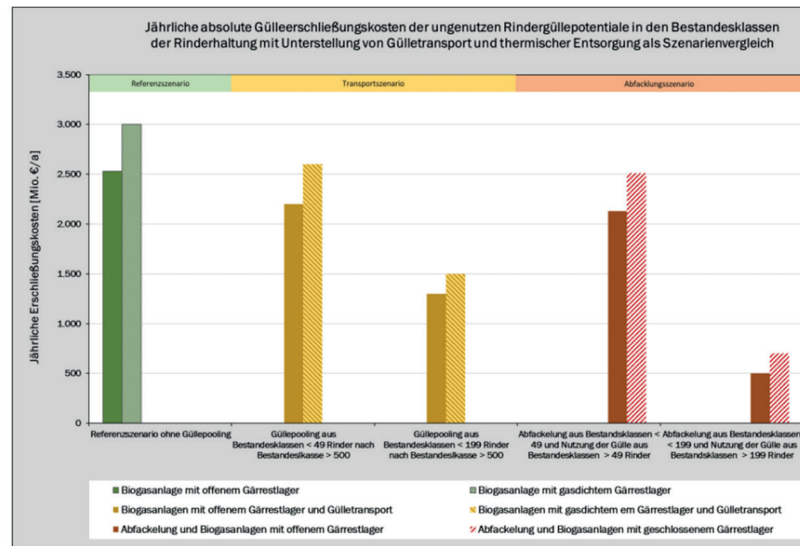


Abbildung 16: Umverteilung der Rindergülle Potenziale in höhere Größenklasse > 500 Rinder zur Nutzung von Skaleneffekten.

Der Transport kann zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Wirtschaftsdüngernutzung beitragen und dazu führen, dass Güllepotenziale erschlossen werden können, die ansonsten aus betriebswirtschaftlicher Sicht für die Biogasnutzung

unattraktiv sind. Dies ist allerdings nur der Fall, wenn die Aufwendungen für den Transport kleiner sind als der Effekt durch die erreichte Absenkung der spezifischen Kosten aufgrund der Anlagenvergrößerung. Dies kann entweder durch Transport zu Zentralanlagen an geeigneten Standorten⁷ im Sinne eines Güllepoolings erfolgen, um an einem Standort eine möglichst hohe Leistung zu erzielen, oder aber als durch einen Ergänzungstransport zu Betrieben, die zwar einen hohen Gülleanfall haben und einen hohen Anteil an Eigengülle in den Anlagenbetrieb einbringen können, jedoch die Wirtschaftlichkeitsschwelle zur Kostendeckung auf Grund ihrer zu hohen spezifischen Kosten nicht erreichen. Hierbei ist zu beachten, dass die wirtschaftliche Vorzüglichkeit des Gülletransportes von den regionalen Gegebenheiten abhängig ist und nicht ohne weiteres pauschalisiert werden kann. Darüber hinaus ist wichtig, dass die hier berechneten Transportkosten nur für die hier unterstellten Transportvarianten mit den zugehörigen Transportentfernungen und Gülleanteilen gültig sind. Wird die Transportentfernung für Gülle weiter erhöht, steigen die Transportkosten an, wodurch die wirtschaftlichen Vorteile der Skaleneffekte kleiner werden. Aus Sicht der betriebswirtschaftlichen Erschließung zusätzlicher Güllepotenziale ist der Transport bis zu der Grenze als sinnvoll zu bewerten, bei der die Transportkosten die Skaleneffekte aufwiegen. Diese Grenze ist, wie oben bereits angemerkt, auch von regionalen Faktoren abhängig.

Die derzeitige energetische Nutzung von jährlich ca. 48,5 Mio. t FM im Bestand der Biogas- und Biomethananlagen ist mit einer Einsparung von 1 – 1,5 Mio. Tonnen CO₂-Äq. pro Jahr verbunden. Diese Einsparung ergibt sich aus vermiedenen Emissionen, welche durch die konventionelle Lagerung entstanden wären. Die ausgewiesenen Einsparungen beinhalten noch nicht die zusätzlichen Einsparungen durch die Erzeugung von Energieträgern aus Gülle und die damit verbundenen Substitutionseffekte in der Energiewirtschaft. Damit sind die ausgewiesenen Einspareffekte der Landwirtschaft zuzuschreiben. Eine Ausweitung der energetischen Nutzung bis auf 100% des technischen Potenzials wäre mit THG-Einsparungen von bis zu insgesamt 6,3 Mio. Tonnen CO₂-Äq. pro Jahr für den landwirtschaftlichen Sektor verbunden.

⁷ Geeignete Standorte sind Standorte mit einer günstigen logistischen Lage und mit geeigneten Abnehmerstrukturen für die produzierten Produkte (Vor allem Wärme)

Durch die Nutzung der vorhandenen Rindergüllepotenziale für die Stromproduktion ergibt sich ein Potenzial von ca. 8,2 Mio. t. CO₂-Äq., die jedes Jahr gesamtgesellschaftlich in Land- und Energiewirtschaft eingespart werden könnten. Die Erschließung des Potenzials an Schweinegülle würde potenziell zu zusätzlichen jährlichen THG-Einsparungen in der Höhe von ca. 1,95 Mio. Tonnen CO₂-Äq. führen. Die Abbildung 17 zeigt die kumulierten THG-Einspareffekte und Kosteneffekte aus der energetischen Nutzung der identifizierten Güllepotenziale. Zusätzlich wird den Güllepotenzialen die entsprechende Betriebsgröße und das elektrische Leistungsäquivalent tabellarisch zugeordnet. Dabei wird erneut deutlich, dass mit der zunehmenden Erschließung der Potenziale in kleinen Betriebsgrößen über kleine Biogasanlagen höhere spezifische Erschließungskosten verbunden sind. Die Kosten für die Bestandssicherung der energetischen Nutzung von Rindergülle werden demnach mit ca. ca. 770 Mio. EUR/a abgeschätzt. Für die Erschließung des gesamten technischen Potenzials von ca. 115 Mio. Tonnen FM Rindergülle ergäben sich Kosten in Höhe von ca. 3,2 Mrd. EUR/a.

Neben der Frage zur Emissionsvermeidung aus bislang für die energetische Nutzung unerschlossenen Güllepotenzialen, zeigt die Größenordnung der dargestellten THG-Vermeidungskosten deutlich, dass die bereits genutzten Güllemengen auch nach einem Auslaufen der EEG-Förderung der entsprechenden Anlagen in der energetischen Nutzung gehalten werden sollten. Die bereits genutzten Mengen befinden sich darüber hinaus in Größenklassen, welche nach den hier vorgegenommenen THG-Minderungskosten zu den Vorteilhaften zählen. Die THG-Bilanzen der Anlagen zeigen insgesamt kaum Unterschiede zwischen den Größenklassen (bei ansonsten gleichen Randbedingungen (Gärrestlagerabdeckung, Strombezug, etc.)). Die Hinweise auf die Förderfähigkeit ergeben sich damit vor allem aus der Betrachtung der THG-Vermeidungskosten bzw. der ökonomischen Bewertung.

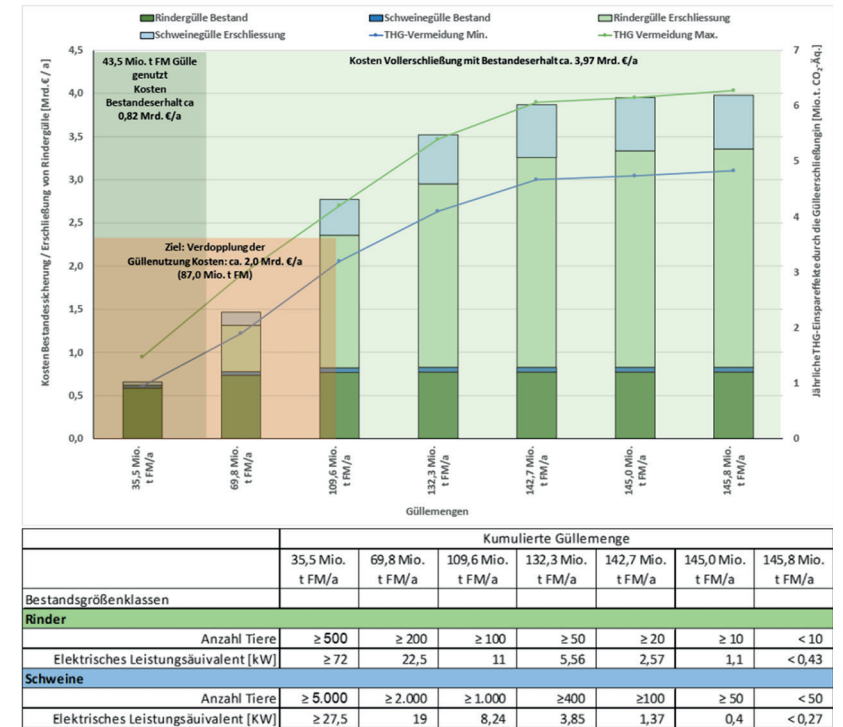


Abbildung 17: Ökonomische und ökologische Gesamteffekte unterschiedlicher Erschließungsgrade für die energetische Nutzung von Gülle. Die Tabelle ordnet den kumulierten Güllemengen den Bestandsgrößenklassen zu.

ERSTE SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DEN VORLIEGENDEN ERGEBNISSEN

1. Im bereits vorhandenen Biogasanlagenbestand ist Gülle in großem Umfang in Nutzung. Hiermit wird bereits heute eine signifikante THG-Einsparung erreicht. Die baulichen Strukturen und nötige Infrastruktur ist vorhanden und etabliert. Diese Anlagen zu ertüchtigen und ggf. für einen höheren Gülleinsatz zu optimieren ist die ressourceneffizienteste Lösung. Die bisher erschlossenen Güllemengen liegen vor allem an Standorten, die über vergleichsweise große Güllemengen verfügen oder sie werden zu diesen Anlagenstandorten transportiert.
2. Zwei Drittel der vorhandenen Güllepotenziale sind noch nicht erschlossen. Sollen diese Mengen erschlossen werden, muss dies durch neue Konzepte für Bestandsanlagen und durch Neuanlagenbau geschehen. Die neu zu erschließenden Güllemengen sind auf den Standort bezogen deutlich kleiner als die verfügbaren Mengen an bereits erschlossenen Standorten. Die Güllemonovergärung ist aus Sicht der THG-Emissionen und der Stromgestehungskosten am günstigsten, womit Güllemonovergärung im Fokus der Betrachtungen stehen sollte. Die Nutzung von Skaleneffekten durch Güllepooling und gemäßigten Nawaro-Einsatz sollte zugelassen werden, vor allem um den Anlagenbestand in großer Breite für die Güllenutzung zu ertüchtigen.
3. Güllepotenziale von kleinen Tierbeständen insbesondere mit ungünstigen infrastrukturellen und regional bedingt ungünstigen Voraussetzungen lassen sich nur mit hohen spezifischen Kosten erreichen. Unter Berücksichtigung aktueller Rahmenbedingungen erscheinen entsprechend notwendige deutliche Steigerung der Vergütungen gegenüber den aktuell im EEG vorgesehenen nicht durchsetzbar. Die zur Kostendeckung erforderlichen zusätzlichen Einnahmen für die Betreiber müssten entsprechend über andere

Instrumente realisiert werden.

4. Eine technische Alternative zur Reduktion der THG-Emissionen wäre die Abdeckung von Güllelagern in Kombination mit der Abfackelung der Lagergase, ohne energetische Nutzung. Dabei steht die kostengünstige THG-Vermeidung im Vordergrund. Technische Konzepte sind hierfür jedoch noch zu entwickeln und besonders Fragen des Explosionsschutzes zu klären. Die dafür hier gezeigten Kosten basieren auf starken Vereinfachungen und auf Grund der bisher fehlenden technischen Lösungen auf den abgedeckten Gärrestlagern von Biogasanlagen.

AUSBLICK

Die voranstehenden Ausführungen zu Kosten und THG-Einspareffekten der energetischen Güllenutzung zeigen das große Potenzial zur THG-Einsparung in der Landwirtschaft. Eine Erhöhung der energetischen Güllenutzung kann damit auch einen Beitrag zum Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung liefern, welches im Sektor Landwirtschaft die Vergärung von Wirtschaftsdüngern als zweite wichtige Maßnahme zur Treibhausgasreduktion sieht.

Sichtbar wird aber auch, dass eine Ausweitung der Güllenutzung in Biogasanlagen mit steigenden Kosten einherginge. Da entsprechend höhere Vergütungssätze im EEG politisch wenig aussichtsreich erscheinen und zudem die Kosten für die Energiewende bzw. den Klimaschutz weiter erhöhen würden, sind alternative Optionen zur Schaffung einer langfristigen Perspektive zur Reduktion von Treibhausgasen aus Gülle notwendig. Dementsprechend müssen neue Instrumente geschaffen und bestehende angepasst werden, um die bisherige Nutzung der Wirtschaftsdünger zu sichern und entsprechend der Ziele des Klimaschutzprogramms auszubauen.

LITERATURHINWEISE

BCG; prognos (2018): Klimapfade für Deutschland. Online verfügbar unter <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-fuer-deutschland/>.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Statistik und Berichte des BMEL. Online verfügbar unter <http://www.bmel-statistik.de/>.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (26.05.2017): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV). DüV.

Daniel-Gromke, Jaqueline; Rensberg, Nadja; Denysenko, Velina; Barchmann, Tino; Oehmichen, Katja; Beil, Michael; Beyrich, Wiebke; Krautkremer, Bernd; Trommler, Marcus; Reinholz, Toni; Vollprecht, Jens; Rühr, Christian (2019): Abschlussbericht zum EVUPlan-Vorhaben „Optionen für Biogas-Bestandsanlagen bis 2030 aus ökonomischer und energiewirtschaftlicher Sicht“ (FKZ 37EV 16 111 0.)

Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Denysenko, V.; Erdmann, G.; Schmalfuß, T.; Hüttenrauch, J. et al. (2017a): Efficient Small-Scale Biogas Upgrading Plants - Potential Analysis and Economic Assessment.

Daniel-Gromke, Jaqueline; Liebetrau, Jan; Denysenko, Velina; Rensberg, Nadja; Nelles, Michael (2018): Aktuelle Entwicklungen bei der Erzeugung und Nutzung von Biogas. Tagungsbeitrag 11. Biogas-Innovationskongress. S. 15-31, Osnabrück 2018.

Daniel-Gromke, Jaqueline; Rensberg, Nadja; Denysenko, Velina; Trommler, Marcus; Reinholz, Toni; Völler, Klaus et al. (2017b): DBFZ Report Nr. 30. Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. Leipzig: Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland, 30). Online verfügbar unter https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/DBFZ_Reports/DBFZ_Report_30.pdf, zuletzt geprüft am 28.03.2018.

Deutscher Bundestag (2017a): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2017). EEG 2017, vom 21.07.2014.

European Commission (2013): European Commission guidance for the design of renewables support schemes. SWD, 439 final. Brüssel.

Flessa, Heinz; Müller, Daniela; Plassmann, Katharina et al. (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Sonderheft 361. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig.

Friehe, J.; Schattauer, A.; Weiland, P. (2013): Beschreibung ausgewählter Substrate. 6. Aufl. Hg. v. FNR. Gülzow (Leitfaden Biogas).

Icha, Petra; Kuhs, Gunther (2018): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990-2016. Hg. v. Umweltbundesamt.

Johann Heinrich von Thünen-Institut (2010): Biogas-Messprogramm II. 61 Biogasanlagen im Vergleich. 1. Aufl. Gülzow.

Leopoldina; acatech; Union der deutschen Akademien der Wissenschaften; BDI; dena (2019): Politik gestalten – Energiewende jetzt! Essenz der drei Grundsatzstudien zur Machbarkeit der Energiewende bis 2050 in Deutschland. Online verfügbar unter www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Themen_und_Projekte/Energiesysteme/dena-Leitstudie/Expertise_buendeln_Studienvergleich.pdf.

Majer, Stefan; Oehmichen, Katja (2017): Deliverable D5.5 | Comprehensive methodology on calculating entitlement to CO2 certificates by biomethane producers (BIOSURF Horizon 2020 Project).

Majer, Stefan; Oehmichen, Katja; Kirchmeyr, Franz; Scheidl, Stefanie (2015): D5.3 | Calculation of GHG emission caused by biomethane (BIOSURF Horizon 2020 Project).

Oehmichen, Katja; Thrän, Daniela (2017): Fostering renewable energy provision from manure in Germany. Where to implement

GHG emission reduction incentives. In: Energy Policy (110), S. 471–477. DOI: 10.1016/j.enpol.2017.08.014.

Offenberger; Konrad (LfL); Brandl; Maria (LfL) (2018): Basisdaten Januar 2018. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.

Osterburg, B.; Rüter, S.; Freibauer, A. et al.: Handlungsoptionen für den Klimaschutz in der deutschen Agrar- und Forstwirtschaft. Braunschweig (Thünen Report, 11).

Scholwin, F.; Grope, J.; Clinkscales, A.; Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Denysenko, V. et al. (2019): Aktuelle Entwicklung und Perspektiven der Biogasproduktion aus Bioabfall und Gülle. FKZ 37EV 17 104 0, Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau.

Statistisches Bundesamt (2016): Agrarstrukturerhebung. Tabelle 41141-03-01-4 Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung und Zahl der Tiere - Stichtag. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>.

Statistisches Bundesamt (2019): Regionalstatistik. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>, zuletzt geprüft am 2019.

SVR (2014): Gegen eine rückwärtsgewandte Wirtschaftspolitik. Jahresgutachten 2013/14. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Wiesbaden.

Thrän, Daniela; Adler, Phillip; Brosowski, Andre; Fischer, Elmar; Hermann, André; Majer, Stefan et al. (2013): Methodenhandbuch Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Version 4. Leipzig.

UBA (2014): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 190-2012. Hg. v. Umweltbundesamt.

UBA (2018): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. Hg. v. UBA. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#textpart-1>.

Vetter, Armin; Arnold, Karin (2010): Klima- und Umwelteffekte von Biomethan, Anlagentechnik und Substratauswahl. Wuppertal (Wuppertal Paper, 182).

Vogt, Regine: Basisdaten zu THG-Bilanzen für Biogas-Prozessketten und Erstellung neuer THG-Bilanzen. Institut für Energie- und Umweltforschung. Heidelberg.

Wissenschaftliche Beiräte für Agrarpolitik, Ernährung, gesundheitlichen Verbraucherschutz und Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2016): Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. Gutachten. Online verfügbar unter www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/Klimaschutzgutachten_2016.pdf.



SMART BIOENERGY – INNOVATIONEN FÜR EINE NACHHALTIGE ZUKUNFT

Das DBFZ wurde 2008 durch das ehemalige Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) mit dem Ziel gegründet, eine zentrale Forschungseinrichtung für alle relevanten Forschungsfelder der Bioenergie einzurichten und die Ergebnisse der sehr vielschichtigen deutschen Forschungslandschaft in diesem Sektor zu vernetzen. Der wissenschaftliche Auftrag des DBFZ ist es, die effiziente Integration von Biomasse als eine wertvolle Ressource für eine nachhaltige Energiebereitstellung wissenschaftlich im Rahmen angewandter Forschung umfassend zu unterstützen.

Dieser Auftrag umfasst technische, ökologische, ökonomische, soziale sowie energiewirtschaftliche Aspekte entlang der gesamten Prozesskette (von der Produktion, über die Bereitstellung bis zur Nutzung). Die Entwicklung neuer Prozesse, Verfahren und Konzepte wird durch das DBFZ in enger Zusammenarbeit mit industriellen Partnern begleitet und unterstützt. Gleichzeitig erfolgt eine enge Vernetzung mit der öffentlichen deutschen Forschung im Agrar-, Forst- und Umweltbereich wie auch mit den europäischen und internationalen Institutionen. Gestützt auf diesen breiten Forschungshintergrund soll das DBFZ darüber hinaus wissenschaftlich fundierte Entscheidungshilfen für die Politik erarbeiten.

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Tel. +49 (0)341 2434-112

Fax: +49 (0)341 2434-133

info@dbfz.de

www.dbfz.de

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Telefon: +49 (0)341 2434-112

Fax: +49 (0)341 2434-133

www.dbfz.de