



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 92 | Ausgabe 3

Dezember 2014

AGRARWISSENSCHAFT
FORSCHUNG
—
PRAXIS



Güllefeststoffe als Gärsubstrat für Biogasanlagen – Ergebnisse einer empirischen Erhebung unter Biogasanlagenbetreibern

Von RHENA KRÖGER, LUDWIG THEUVSEN, JAN ROBERT KONERDING, Göttingen

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren war die Biogasproduktion einer der boomenden Wirtschaftszweige der deutschen Landwirtschaft. So hat sich im Zeitraum von 2000 bis Ende 2012 die Zahl der Biogasanlagen in Deutschland von gut 1.000 auf über 7.500 erhöht; im selben Zeitraum nahm die installierte elektrische Leistung von 78 auf mehr als 3.350 Megawatt (MW) zu (9; 19). Diese dynamische Entwicklung wurde dadurch möglich, dass viele Landwirte und Investoren die Biogasproduktion als neue Einkommensquelle entdeckt und in Biogasanlagen investiert haben (37). Dies führte zu einer empirisch belegbaren Zunahme der Flächenkonkurrenz, in deren Folge in den vergangenen Jahren in Deutschland ein kontinuierlicher, deutlicher Pachtpreisanstieg zu beobachten war (20; 41).

Des Weiteren wurde in der breiteren Öffentlichkeit und den Medien die "Tank-oder-Teller"-Diskussion verstärkt geführt und der – regional allerdings sehr unterschiedlich relevante – Monokulturanbau von Energiemais im gesellschaftlichen sowie politischen Diskurs zunehmend negativ bewertet (51; 36). Aus diesen Gründen wird seit einiger Zeit die Suche nach Substratalternativen zum Energiemais intensiviert. Auch seitens der Politik wird ein Einsatz alternativer Gärsubstrate angestrebt; dementsprechend hat sich die Förderpolitik in Bezug den Substrateinsatz in Biogasanlagen in der jüngeren Vergangenheit bereits erheblich verändert.

So erfolgte die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahr 2012 mit dem Ziel, den mengenmäßigen Einsatz von Mais in Biogasanlagen zu reduzieren und alternative Gärsubstrate zu fördern. Erreicht wurde dieses Ziel im Wesentlichen durch die Veränderung der Vergütungsstruktur für die unterschiedlichen Gärsubstrate. Neben neuen Gärsubstraten wie beispielsweise der Durchwachsenen Silphie oder dem Szarvasigras rücken auch Wirtschaftsdünger dadurch wieder stärker in den Blickpunkt, indem beispielsweise deren Einsatz in Kleinanlagen zur Biogasproduktion gefördert wird (42). In jüngerer Zeit wird die Suche nach alternativen Verwendungsmöglichkeiten für Wirtschaftsdünger zudem aufgrund der erheblichen Nährstoffüberschüsse in Regionen mit hoher Viehdichte sowie daraus resultierender gesetzgeberischer Maßnahmen – exemplarisch sei auf die jüngste Novellierung der Düngeverordnung hingewiesen (49) – verstärkt (47). Der Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen außerhalb der Hochverdichtungsräume der Nutztierhaltung wird in diesem Zusammenhang als ein möglicher Weg gesehen, Nährstoffüberschüsse in Regionen mit hoher Viehdichte abzubauen (24).

Vor dem Hintergrund der Förderung des Wirtschaftsdüngereinsatzes in Biogasanlagen ist ein schon lange bekanntes, bisher aber wenig eingesetztes Substrat erneut in das Zentrum des Interesses gerückt: Feststoffe aus der Gülleseparation. Obwohl das Verfahren der Gülleseparation schon seit den 1970er-Jahren beschrieben wird (1), war es aus der landwirtschaftlichen Praxis fast gänzlich verschwunden. Ein wesentlicher Grund dafür war, dass lange Zeit Absatzmärkte für die anfallenden Endprodukte (Dünggülle und Feststoffe) fehlten (30). In der Folge konnten die Endprodukte nach der Separation keinen Zusatzwert erzielen, der die anfallenden Separationskosten hätte ausgleichen können. Der mögliche Einsatz von

Feststoffen in Biogasanlagen hat das Verfahren jedoch sowohl ökonomisch als auch aufgrund der Möglichkeit, Nährstoffexporte aus Nährstoffüberschussregionen zu ermöglichen, wieder interessanter gemacht (24; 14).

Die Vergärung von Feststoffen bietet darüber hinaus verschiedene weitere Vorteile. So kann die Substitution anderer, flächengebundener Gärsubstrate (zum Beispiel Maissilage oder Grassilage) durch Güllefeststoffe Fläche freisetzen. Dadurch könnte auf den Biogasbetrieben das Risiko der Substratversorgung angesichts einer wachsenden Flächenkonkurrenz, steigender und zunehmend volatiler Agrarpreise sowie häufigerer extremer Witterungsverläufe reduziert werden. Die dank beispielsweise eines verringerten Maisanbaus frei werdende Fläche könnte wiederum zum Anbau anderer Früchte genutzt werden und somit unter anderem dem Monokulturanbau von Mais entgegenwirken. Dies könnte einen Beitrag dazu leisten, die Biodiversität zu erhöhen und das negative Image der Biogasproduktion in Teilen der Bevölkerung zu verbessern. Ferner könnte eine sinkende Nachfrage nach landwirtschaftlichen Nutzflächen zur Folge haben, dass der Druck auf den Pachtmarkt verringert wird und die Pachtpreise nicht weiter steigen oder sogar zurückgehen. Letzteres würde viehhaltende Betriebe in die Lage versetzen, vermehrt Flächen zu pachten und dadurch eine Verringerung von Nährstoffüberschüssen zu erreichen.

Doch trotz der bereits seit einigen Jahren diskutierten Möglichkeit der Gülleseparation mit anschließender Feststoffvergärung und der damit verbundenen möglichen Vorteile werden bisher nur selten Güllefeststoffe in Biogasanlagen vergoren. Daher ist es das Ziel der vorliegenden Studie, die Einstellungen von Biogasanlagenbetreibern gegenüber der Nutzung von Güllefeststoffen in Biogasanlagen aufzuzeigen und auf diesem Wege Ansatzpunkte für die Förderung des Einsatzes von Feststoffen in Biogasanlagen zu identifizieren. Die Grundlage dazu bilden die Ergebnisse einer im Jahr 2014 durchgeführten Online-Umfrage unter Biogasanlagenbetreibern.

Durch den vorliegenden Beitrag wird eine wichtige Forschungslücke geschlossen, da sich Studien zum Wirtschaftsdüngereinsatz in Biogasanlagen oder zum Export von Nährstoffen aus Überschussregionen bislang vorwiegend mit (verfahrens-)technischen Fragen, etwa alternativen Separationstechniken (34; 30; 50), dem Nährstoffgehalt und Gasertrag von Feststoffen (30; 48; 1; 4), der Optimierung von Transportwegen (47) sowie den Kosten der Gülleseparation (30; 33; 31; 25) beschäftigt haben. Die Akzeptanz des Gärsubstrats "Feststoffe aus der Gülleseparation" ist dagegen bislang noch nicht Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen, für die erfolgreiche Etablierung des Verfahrens aber von zentraler Bedeutung.

Der Beitrag ist im Weiteren wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 werden zunächst die Erhebungsmethodik und die Stichprobe beschrieben. Verschiedene Aspekte des Einsatzes von Güllefeststoffen als Gärsubstrat werden auf der Grundlage der empirischen Erhebung in den Abschnitten 3 und 4 dargestellt. Die Ausführungen schließen mit einer Diskussion der Ergebnisse und den sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen (Kapitel 5).

2 Methodik und Stichprobenbeschreibung

Die der Studie zugrunde liegende quantitative Datenerhebung unter Biogasanlagenbetreibern erfolgte im Zeitraum von Februar bis März 2014. Die standardisierte Online-Umfrage wurde mit Hilfe des EFS Surway Global Park durchgeführt. Für die Datenerhebung wurden verschiedene Wege der Verbreitung genutzt. Dank der Unterstützung unter anderem durch einige Redaktionen landwirtschaftlicher Fachmedien konnte der Link auf den Internetplattformen "Topagrar.de", "Carmen-ev.de", "Agrarticker.de", "Landwirt.com" sowie auf der Homepage des Forstfachverlags veröffentlicht werden.

Des Weiteren wurde der Link auf "Facebook" geteilt und an persönlich bekannte Biogasanlagenbetreiber gesendet. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Hannover, verschickte eine E-Mail mit einem Aufruf zur Teilnahme an 800 ihrer Mitglieder. Ferner wurden Artikel zum Thema: "Bereitschaft zum Einsatz von Feststoffen in Biogasanlagen" mit dem dazugehörigen Link in der "Land & Forst" sowie im "Bauernblatt" von Schleswig-Holstein veröffentlicht. Insgesamt wurde der Fragebogen 928-mal aufgerufen. Letztendlich beantworteten 110 Probanden den Fragebogen (annähernd) vollständig. Es wurden Fragen mit fünfstufigen Likert-Skalen (1 = stimme voll und ganz zu bis 5 = stimme überhaupt nicht zu), Rangierungsfragen (1 = weniger wichtig bis 9 = sehr wichtig) sowie Ja-Nein-Fragen gestellt.

2.1 Teilnehmerstruktur

Aus dem gesamten Bundesgebiet nahmen insgesamt 110 Biogasanlagenbetreiber an der Studie teil. Der überwiegende Teil der Teilnehmer stammt aus Niedersachsen (31 Prozent), Bayern (23 Prozent), Nordrhein-Westfalen (11 Prozent) und Baden-Württemberg (11 Prozent) (Abbildung 1).

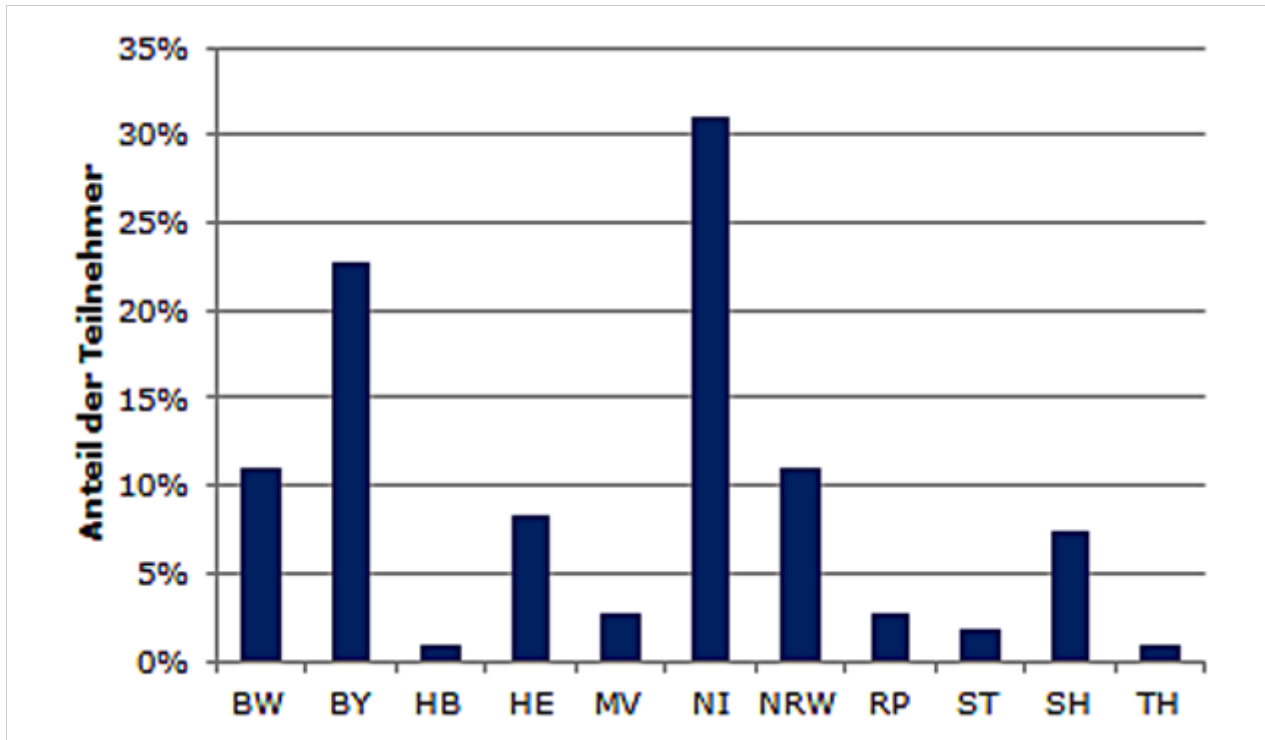


Abbildung 1: Anteil der Teilnehmer nach Bundesländern (n = 110)

Quelle: eigene Darstellung

Aus den Daten des FACHVERBANDES BIOGAS E.V. (2013) geht hervor, dass dies die Bundesländer sind, in denen die meisten Biogasanlagen stehen (13). Dies lässt den Schluss zu, dass durch die Umfrage die Regionen gut abgedeckt werden, in denen die Biogasproduktion von großer Bedeutung ist. Regionen mit geringerer Biogasanlagendichte sind in der Stichprobe unterrepräsentiert; so nahmen aus den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Saarland und Sachsen gar keine Biogasanlagenbetreiber an der Umfrage teil.

Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer lag zum Zeitpunkt der Befragung bei etwa 38 Jahren; der jüngste Teilnehmer war 20, der älteste 65 Jahre alt. Ein Vergleich der Altersstruktur in der Stichprobe mit der Altersverteilung der Betriebsinhaber, Familienangehörigen und ständigen familienfremden Arbeitskräfte in der Landwirtschaft im Jahr 2010 (38) zeigt, dass die Altersklassen "unter 25", "25 bis 34" und "35 bis 44" Jahre in der Stichprobe über-, die anderen Altersklassen hingegen unterrepräsentiert sind (Abbildung 2).

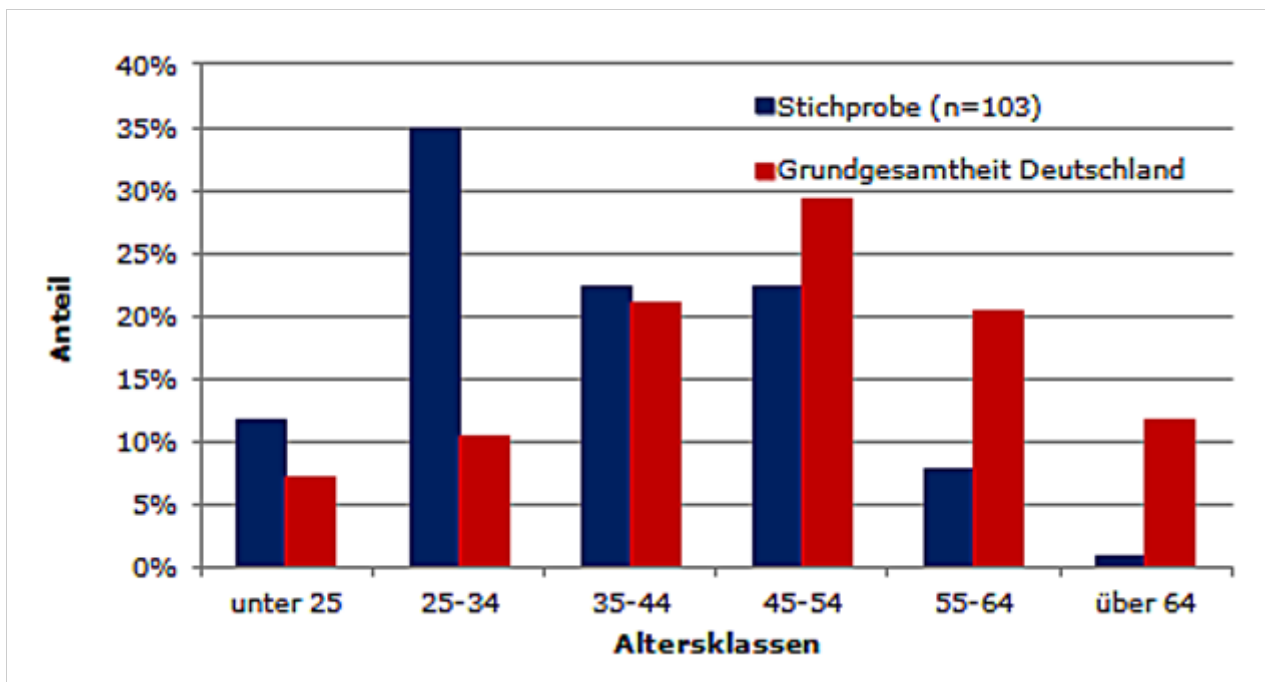


Abbildung 2: Vergleich der Alterstrukturen

Quelle: eigene Darstellung

Dieser Befund ist auf die Art der Umfrage zurückzuführen. So nutzen vor allem jüngere Landwirte das Internet zur Informationsbeschaffung, während – wie auch in der Gesamtbevölkerung (15) – Ältere das Internet seltener in Anspruch nehmen (45; 27).

Die Teilnehmer an der Befragung weisen im Mittel einen hohen Bildungsstand auf. Rund 34 Prozent der Befragten haben einen Universitäts- oder Fachhochschulabschluss. Der Anteil landwirtschaftlicher Meister beträgt etwa 25 Prozent. Unter den Teilnehmern, die einen anderen Abschluss haben, sind Techniker am häufigsten vertreten. Die Stichprobe besteht zu 69 Prozent aus Betriebsleitern; rund 17 Prozent gaben an, dass sie Hofnachfolger sind. Bei den restlichen Befragungsteilnehmern handelt es sich um Familienarbeitskräfte, Gesellschafter und Sonstige.

2.2 Betriebsstruktur

Die Biogasproduktion ist selten der einzige Betriebszweig landwirtschaftlicher Betriebe. Dies wird auch in der Stichprobe deutlich, in der neben der Biogasproduktion durchweg noch andere Betriebszweige von Bedeutung sind. Rund 29 Prozent der 110 Befragungsteilnehmer betreiben neben der Biogasproduktion noch Ackerbau. Die Betriebszweige Solar und Wind (20 Prozent), Milchviehhaltung (13 Prozent) sowie Schweinemast (12 Prozent) sind ebenfalls auf vielen Betrieben neben der Biogaserzeugung vorhanden (Abbildung 3).

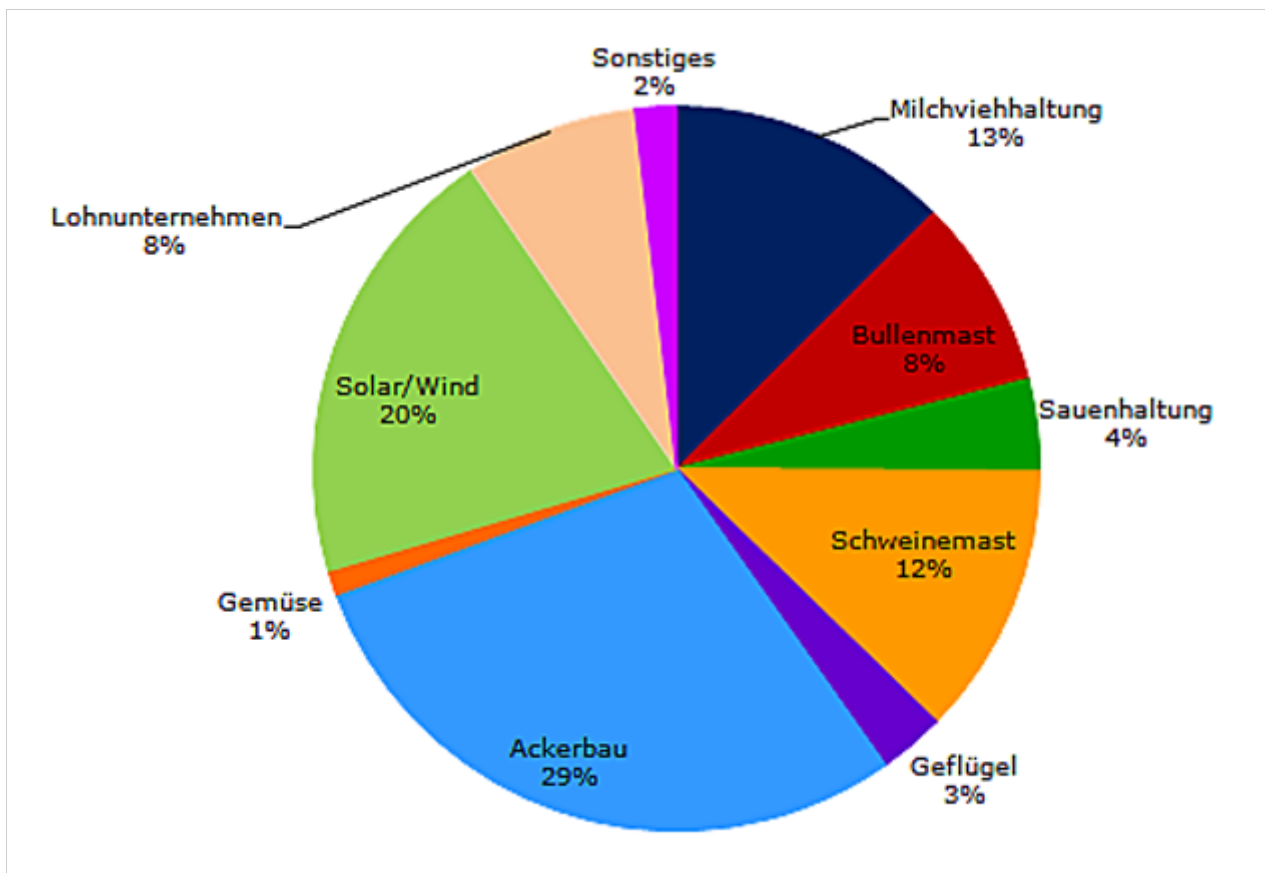


Abbildung 3: Betriebszweige neben der Biogasproduktion (n = 110; Mehrfachnennungen möglich)
Quelle: eigene Darstellung

Die durchschnittliche Betriebsgröße in der Stichprobe beträgt 287 Hektar, davon sind rund 85 Prozent Ackerfläche. Der durchschnittliche Pachtpreis für einen Hektar Ackerland liegt bei 657 Euro, für einen Hektar Grünland bei 367 Euro. Zwischen den Bundesländern sind insoweit deutliche Unterschiede festzustellen. Die höchsten Pachten für einen Hektar Ackerland werden in Nordrhein-Westfalen (durchschnittlich 816 Euro; n=11) und Schleswig-Holstein (durchschnittlich 875 Euro; n=8) gezahlt, die mit Abstand niedrigsten Pachtpreise in Mecklenburg-Vorpommern mit durchschnittlich 277 Euro pro Hektar (n=3). Vergleichbar stellt sich die Situation für Grünland dar. Während dafür in Mecklenburg-Vorpommern im Durchschnitt 166 Euro pro Hektar (n=3) und in Rheinland-Pfalz sogar nur 100 Euro (n=2) gezahlt werden, müssen die Landwirte in Nordrhein-Westfalen im Mittel 475 Euro pro Hektar (n=8) und in Schleswig-Holstein sogar 571 Euro pro Hektar (n=7) aufwenden.

Aufgrund der geringen Stichprobenumfänge sind diese Werte zwar mit Vorsicht zu interpretieren, doch spiegeln sie durchaus die aus der Praxis bekannten Relationen wider. Auch Literaturdaten zeigen, dass in Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein die höchsten Pachtpreise gefordert werden, während Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz und Hessen zu den Bundesländern mit den niedrigsten Pachtpreisen zu zählen sind (20; 7).

2.3 Struktur der Biogasproduktion

Von den 110 befragten Biogasanlagenbetreibern geben 72 Teilnehmer an, ihre Biogasanlage alleine zu bewirtschaften. Hingegen betreiben 36 Probanden ihre Anlage in einer Kooperation; die übrigen zwei Teilnehmer machten dazu keine Angabe.

Der größte Teil der Biogasanlagen (65 Prozent) wird nach dem EEG 2009 vergütet, weitere 22 Prozent nach dem EEG 2004, zehn Prozent nach dem EEG 2012 und nur drei Prozent nach dem EEG aus dem Jahr 2000.

Die Anlagenleistung beträgt nach Angaben der Teilnehmer durchschnittlich 494 kW_{el} (n=100). In der Grundgesamtheit der Biogasanlagen in Deutschland lag nach Prognose der FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (2013a) die durchschnittliche Anlagenleistung im Jahr 2013 bei 454 kW_{el} (10). Die Stichprobe weist somit eine gegenüber dem Bundesdurchschnitt geringfügig höhere Anlagenleistung auf.

Als Gärsubstrat wird von Mais bis Landschaftspflegematerial eine Vielzahl von Substraten verwendet. Mais wird mit Abstand am häufigsten eingesetzt, Gärsubstrate wie Grün- und Rasenschnitt hingegen selten. Auch dies lässt sich durch Daten der Grundgesamtheit der Biogasanlagen in der Bundesrepublik Deutschland bestätigen; Mais ist das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Gärsubstrat aus dem Bereich der nachwachsenden Rohstoffe (11).

Im folgenden ersten Teil der Ergebnisdarstellung (Kapitel 3) steht die Frage im Mittelpunkt, wie Biogasanlagenbetreiber die Bioenergiepolitik sowie die öffentliche Debatte über die Biogasproduktion und Nährstoffüberschüsse wahrnehmen, welches Wissen sie über Substratalternativen haben, welche Anforderungen sie an Substrate für die Biogasproduktion stellen und wie sie Güllefeststoffe im Vergleich zu anderen Substraten rangieren. In Kapitel 4 rücken sodann die Determinanten des Einsatzes von Güllefeststoffen sowie die Zahlungsbereitschaft der Biogasanlagenbetreiber für Güllefeststoffe in das Blickfeld.

3 Güllefeststoffe als Gärsubstrat

Seit einiger Zeit steht die Novellierung des EEG, insbesondere auch die Höhe der Vergütungssätze, auf der politischen Agenda. Die andauernde Diskussion darüber führt bei vielen Anlagenbetreibern zu erheblicher Planungsunsicherheit. So ist es nicht verwunderlich, dass bereits rund 82 Prozent der Teilnehmer darüber nachdenken, wie sie auf die anstehenden Veränderungen im EEG reagieren können. Das Ziel der Politik, vermehrt den Einsatz von Abfall- und Reststoffen zu fördern sowie die Vergütungen für die Einsatzstoffvergütungsklassen zu streichen (5), bewirkt, dass sich viele Anlagenbetreiber Gedanken über Alternativen zum Energiemais machen. Auch bei den Teilnehmern an der Umfrage ist dies der Fall; rund 36 Prozent der Teilnehmer erwägen den Einsatz alternativer Gärsubstrate.

Nicht nur im Rahmen politischer Debatten steht die Biogaserzeugung im Mittelpunkt; auch durch die Bevölkerung und verschiedene Verbände wird die Biogasproduktion häufig kritisch betrachtet. Nach verbreiteter Auffassung führt sie zur "Vermaisung" der Landschaft und damit zum Monokulturanbau, der unter anderem eine Verringerung der Artenvielfalt auf den Ackerflächen zur Folge hat (29). Ein weiterer Aspekt, der die gesellschaftliche Diskussion bestimmt, ist das erhöhte Transportaufkommen zur Maisernte (21). Die verminderte Akzeptanz der Biogasproduktion in der Bevölkerung wird auch von den Probanden wahrgenommen. Von ihnen stimmen 89 Prozent der Aussage zu, dass die Biogasproduktion zunehmend der öffentlichen Kritik ausgesetzt ist und die Akzeptanz seitens der Gesellschaft sinkt. Insoweit werden frühere empirische Untersuchungen zur gesellschaftlichen Bewertung der Biogaserzeugung bestätigt (51). Der Einsatz alternativer Gärsubstrate wird daher auch oft als Möglichkeit gesehen, das Ansehen der Biogaserzeugung in der Gesellschaft wieder zu steigern (Abbildung 4).

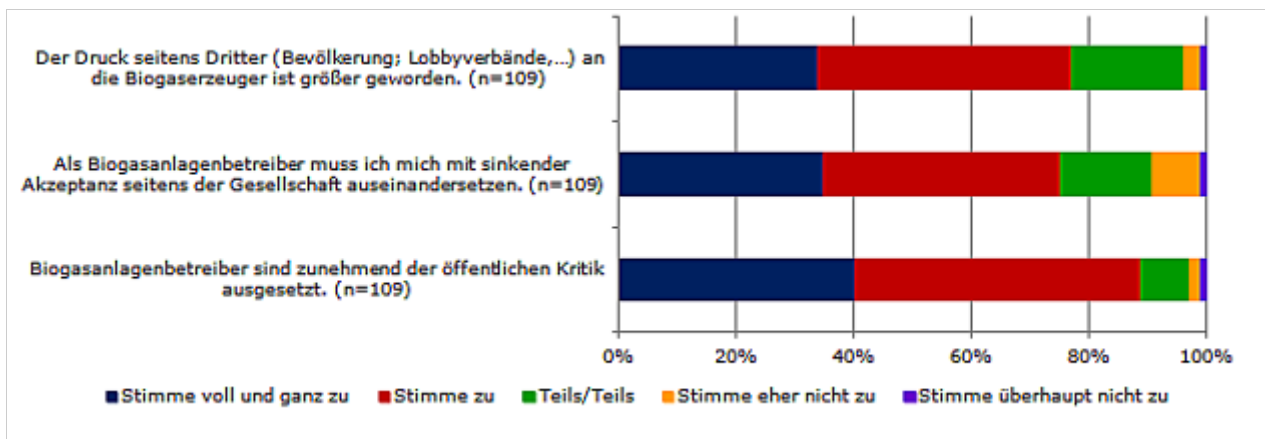


Abbildung 4: Wahrnehmung der öffentlichen Diskussion um die Biogaserzeugung

Quelle: eigene Darstellung

Das Risiko der Substratversorgung führt ebenso wie die politische und die gesellschaftliche Diskussion dazu, dass sich immer mehr Biogasanlagenbetreiber auf die Suche nach Alternativen zur Maissilage begeben. Eine Option sind – neben beispielsweise der Durchwachsenen Silphie oder Resten aus der Landschaftspflege wie Rasenschnitt – Feststoffe aus der Gülleseparation. Ein weiterer Grund für die zunehmende Diskussion, Feststoffe aus der Gülleseparation in Biogasanlagen einzusetzen, ist die sich zuspitzende Nährstoffproblematik in viehdichten Regionen sowie die daraus resultierende Suche nach alternativen Verwertungsmöglichkeiten von Wirtschaftsdüngern (46; 43).

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass den befragten Biogasanlagenbetreibern das Nährstoffproblem aus der eigenen oder aus anderen Regionen bekannt ist. Ferner wird deutlich, dass das Bewusstsein für die Notwendigkeit, andere Verwendungsmöglichkeiten für Wirtschaftsdünger zu finden, bereits vorhanden ist. So stimmten etwa 78 Prozent der Teilnehmer der Aussage zu, dass die zunehmende Nährstoffproblematik zur Suche nach alternativen Verwendungsmöglichkeiten von Gülle führt.

Trotz der in einigen Regionen problematischen Nährstoffsituation wird Mais in Biogasanlagen derzeit nur selten durch Güllefeststoffe substituiert. Gründe dafür kann es viele geben. Eine Vermutung ist, dass das entsprechende Wissen nur bei wenigen Anlagenbetreibern vorhanden ist und dies ein stark begrenzender Faktor für den Einsatz von Feststoffen ist. Die Befragungsergebnisse bestätigen diese Vermutung nicht. Von 110 Befragungsteilnehmern machten 101 Probanden eine Angabe zu ihrem Wissensstand. Immerhin rund 41 Prozent der Probanden schätzen ihr Wissen über den Einsatz von Güllefeststoffen als gut und sogar neun Prozent als sehr gut ein. 39 Prozent meinen, ihr Wissensstand sei als mittelmäßig zu bewerten; nur elf Prozent schätzen ihn als (sehr) schlecht ein. Die Frage, woher das Wissen stammt, wurde unterschiedlich beantwortet: Ein Großteil der Befragten hat über Güllefeststoffe in Büchern oder Fachzeitschriften gelesen (65 Prozent). Weitere wichtige Informationsquellen sind das Internet (56 Prozent), Beratungsgespräche (55 Prozent) sowie Vorträge (51 Prozent). Ferner ist festzustellen, dass zwei Drittel derjenigen, die ihren Wissensstand als sehr gut einschätzen (9 Prozent), entweder selber Gülle separieren oder über einen anderen Betrieb schon praxisnah mit der Technik in Kontakt gekommen sind.

Die Probanden wurden gebeten, ihre Zustimmung oder Ablehnung zu unterschiedlichen Statements bezüglich des Einsatzes von Feststoffen aus der Gülleseparation zu äußern. Es zeigt sich, dass rund 88 Prozent der Befragten der Aussage zustimmen, dass durch die Vergärung von Feststoffen der Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen reduziert werden kann. Weiterhin findet die Behauptung, dass Gärreste aus der Feststoffvergärung Mineraldünger substituieren können, große Zustimmung. Nicht ganz so deutlich ist das Meinungsbild zu dem Statement, dass die Vergärung von Feststoffen den Anlagenbetreibern eine flexiblere Anbauplanung ermöglicht (Abbildung 5).

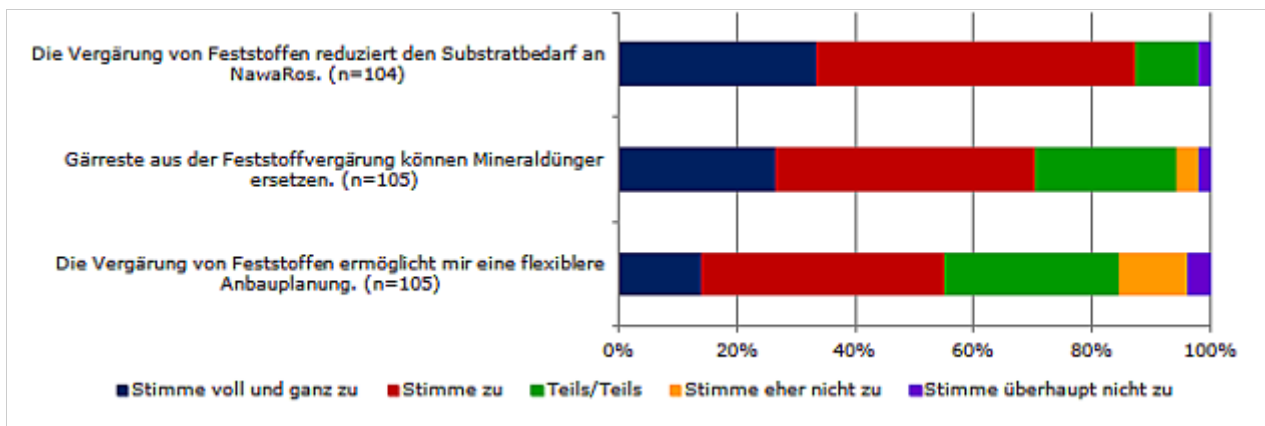


Abbildung 5: Wissen über Eigenschaften von Güllefeststoffen

Quelle: eigene Darstellung

Obwohl die Probanden durchaus die positiven Aspekte der Feststoffvergärung kennen, ist rund ein Viertel davon überzeugt, dass kein Zusatznutzen durch den Einsatz von Feststoffen aus der Gülleseparierung erzielt werden kann.

Rund 36 Prozent der befragten Biogasanlagenbetreiber stimmen der Aussage zu, dass die 2014 anstehende Novellierung des EEG sie veranlasst, über den Einsatz alternativer Gärsubstrate nachzudenken. Obwohl es zahlreiche Alternativen zum Einsatz von Energiemais gibt, sind allerdings nur wenige Substratalternativen gegenwärtig tatsächlich relevant. Die Teilnehmer wurden daher gebeten, neun Substratalternativen nach der für sie wahrgenommenen aktuellen Bedeutung zu rangieren. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Rangierung unterschiedlicher Gärsubstrate nach der wahrgenommenen Wichtigkeit für die Teilnehmer (n = 70)

Substrate	Mittelwert	Standardabweichung	Rang
GPS	6,57	2,31	1
Zuckerrüben	6,33	2,67	2
Grassilage	5,77	2,07	3
Geflügelmist	5,47	2,49	4
Rindergülle	5,47	2,34	5
Feststoffe	5,16	2,03	6
Durchwachsene Silphie	3,83	2,13	7
Schweinegülle	3,49	2,26	8
Schnittgut	2,91	2,27	9

Quelle: eigene Darstellung

Die wichtigsten Alternativen zum Mais sind nach Einschätzung der Probanden die Ganzpflanzensilage (GPS) und die Zuckerrüben. Während die Ganzpflanzensilage ein Substrat ist, das in nahezu allen Regionen geerntet werden kann, sind die Möglichkeiten zum Anbau von Zuckerrüben aufgrund ihrer Standortansprüche regional sehr unterschiedlich. Die Feststoffe aus der Gülleseparation rangieren auf dem sechsten Platz; sie sind damit für die Befragungsteilnehmer derzeit eine bedeutendere Alternative zu Mais als Durchwachsene Silphie, Schweinegülle und Schnittgut von Grünflächen.

Die Bedeutung der Feststoffe als alternatives Gärsubstrat hängt wesentlich von deren Eigenschaften, etwa dem Methanpotenzial und der Verfügbarkeit, ab. Die Probanden wurden daher gebeten, ausgewählte Eigenschaften der Güllefeststoffe nach ihrer Bedeutung zu rangieren, wobei der wichtigsten Eigenschaft der Wert neun und dem unwichtigsten Merkmal der Wert eins zugeordnet werden sollte. Die Ergebnisse sind Abbildung 6 zu entnehmen.

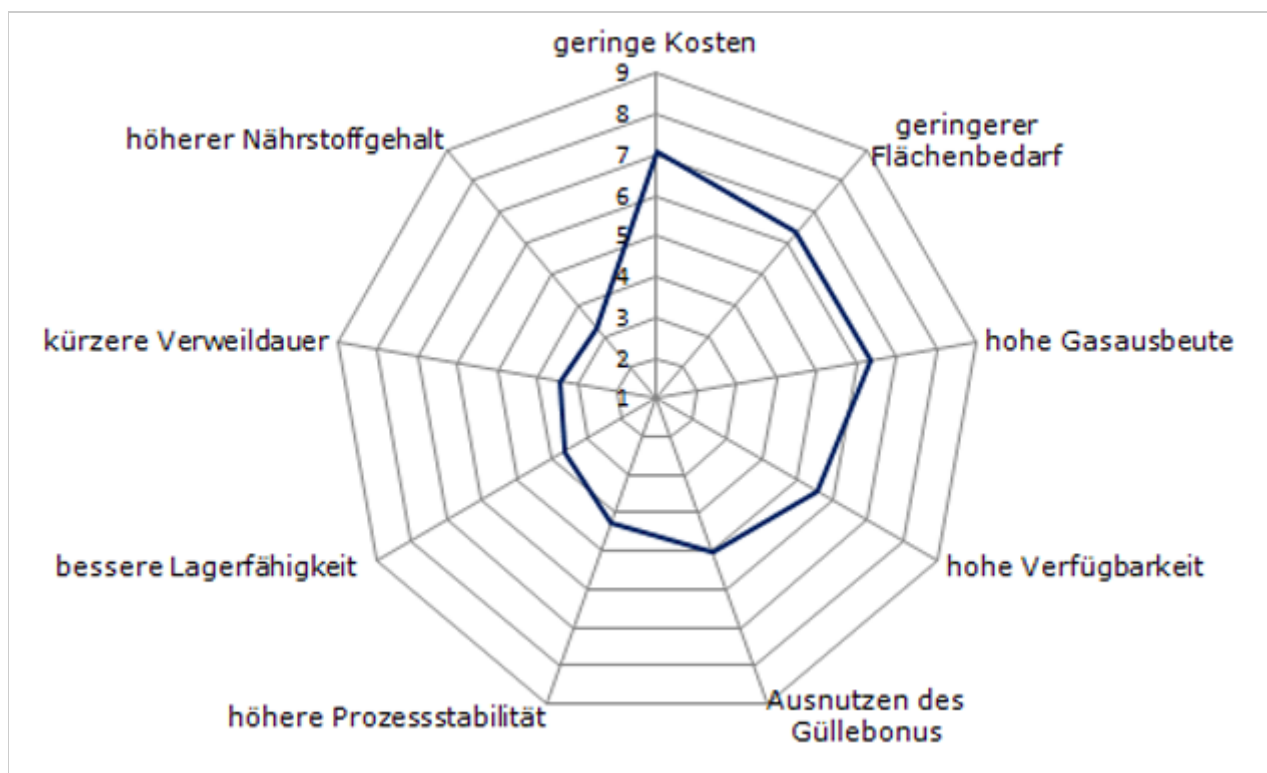


Abbildung 6: Bedeutung ausgewählter Eigenschaften von Güllefeststoffen (n = 75)

Quelle: eigene Darstellung

Die mit Abstand bedeutsamste Eigenschaft ist, dass die Feststoffe kostengünstig zu erwerben sind. Weitere wichtige Faktoren sind unter anderem die Gasausbeute sowie die Verminderung des Flächenbedarfs durch Substitution anderer Substrate. Von geringer Bedeutung sind hingegen vor allem die Verkürzung der Verweildauer, die Lagerfähigkeit und der Nährstoffgehalt.

4 Bereitschaft zum Einsatz von Güllefeststoffen als Gärsubstrat

Etwa 82 Prozent der Probanden halten die Vergärung von Güllefeststoffen für sinnvoll. Zwar attestieren die Befragten Feststoffen aus der Gülleseparation als alternatives Gärsubstrat aktuell nur eine geringe Bedeutung, doch denken bereits 48 Prozent der Probanden über den Einsatz von Feststoffen in der eigenen Biogasanlage nach. 23 Prozent der befragten Biogasanlagenbetreiber beabsichtigen, in nächster Zeit Feststoffe in ihrer Biogasanlage einzusetzen, und 17 Prozent planen dies sogar bereits konkret (Abbildung 7).

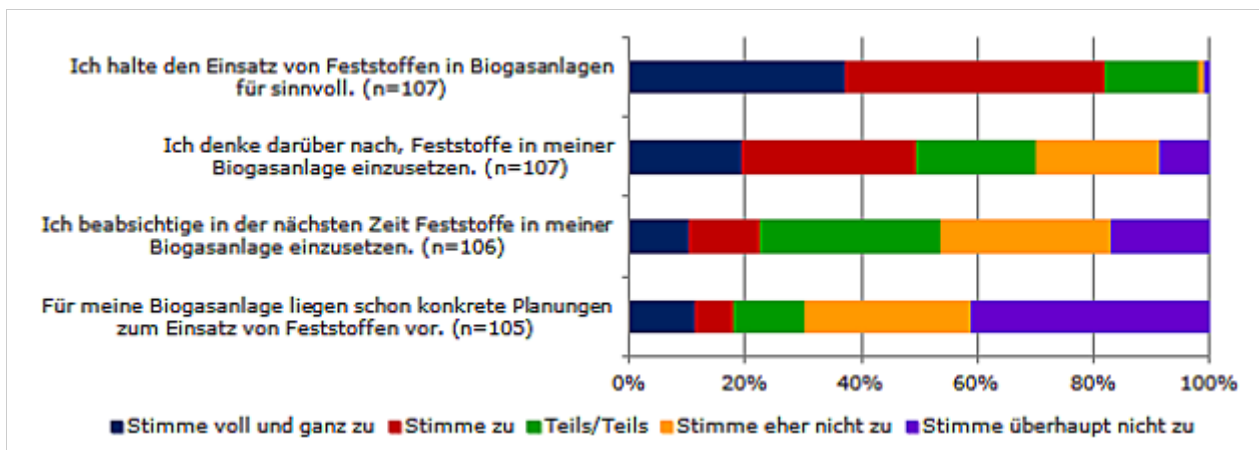


Abbildung 7: Bereitschaft zum Einsatz von Güllefeststoffen in Biogasanlagen

Quelle: eigene Darstellung

Sofern die Planungen Realität werden, wird der Einsatz von Feststoffen in Biogasanlagen zukünftig wichtiger werden. Es zeigt sich, dass die Gruppe der Befragungsteilnehmer, die beabsichtigt, Feststoffe einzusetzen, eine signifikant höhere Innovationsbereitschaft aufweist und verstärkt auf der Suche nach alternativen Gärsubstraten ist.

Mit Hilfe einer Regressionsanalyse wurde analysiert, welche Determinanten einen Einfluss auf die Bereitschaft zur Vergärung von Güllefeststoffen in Biogasanlagen haben. Dazu wurden verschiedene Statements, die das Wissen über die Güllefeststoffvergärung und den sich daraus ergebenden Nutzen, den wahrgenommenen politischen Druck und die Wirtschaftlichkeit der Güllefeststoffvergärung aus Sicht der Probanden abbilden, in die Regressionsanalyse einbezogen. Im Zuge der Durchführung der Regressionsanalyse wurden die Statements zunächst auf Multikollinearität geprüft. Dies erfolgte mittels des Variance Inflation Factor (VIF) (2). Die Analysen zeigen, dass die VIFs der einzelnen Statements sich zwischen 1,158 und 2,143 bewegen und damit den von URBAN und MAYERL (2006) geforderten Toleranzwert von 5,0 nicht überschreiten (44). Es gibt damit nur geringe Hinweise auf Kollinearität.

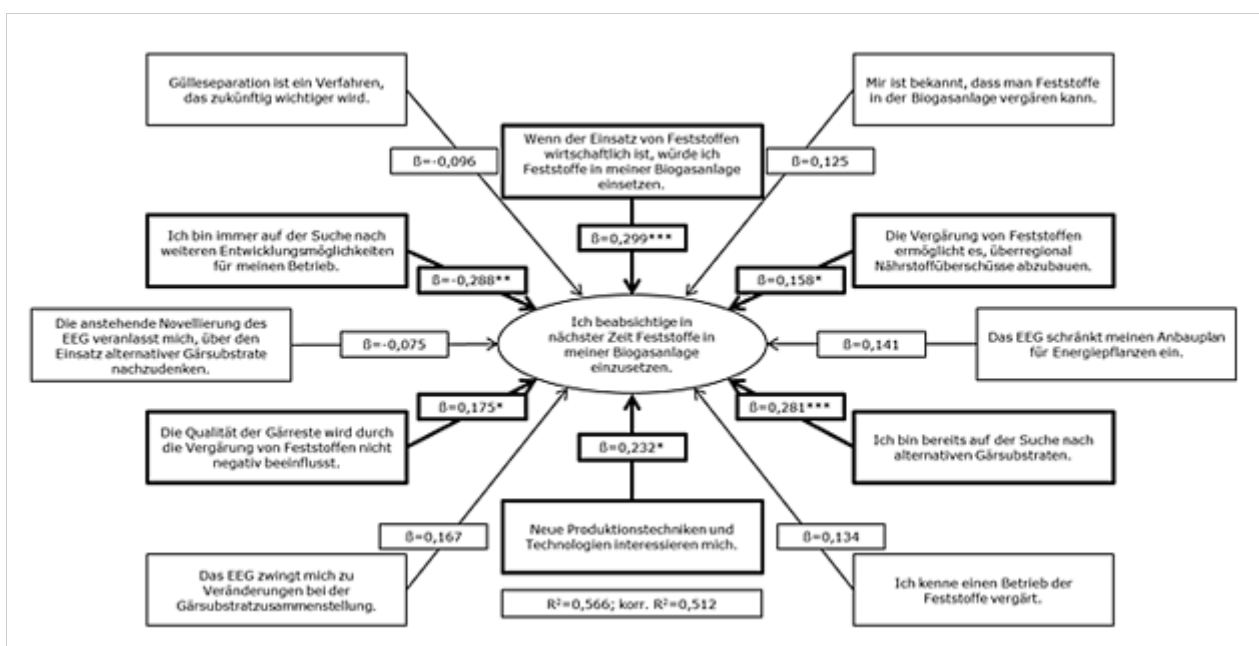


Abbildung 8: Ergebnisse der Regressionsanalyse (Signifikanzniveau * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$)

Quelle: eigene Darstellung

Das in Abbildung 8 dargestellte Regressionsmodell erklärt rund 57 Prozent der Varianz der Bereitschaft der befragten Biogasanlagenbetreiber zur Vergärung von Feststoffen. Der Einfluss der einzelnen unabhängigen Determinanten auf die abhängige Variable kann am jeweiligen standardisierten β -Koeffizienten (Beta) abgelesen werden. Signifikante Variablen mit stark positiven Wirkungen auf die Bereitschaft zum Feststoffeinsatz sind die "Wirtschaftlichkeit der Feststoffvergärung" sowie die "Suche nach alternativen Gärsubstraten". Einen negativen Einfluss hat hingegen das Bestreben, den Betrieb weiterzuentwickeln. Ein Grund für die beobachtete negative Wirkung könnte sein, dass die Betriebsleiter, die sich mit Möglichkeiten der Weiterentwicklung ihres Betriebs beschäftigen, die Entwicklung nicht im Betriebszweig Biogaserzeugung vornehmen oder ihr mutmaßlich knappes Zeitbudget nicht für eine Veränderung des Konzepts ihrer Biogasanlage einsetzen wollen.

Wie schon die Rangierungsfrage nach der Wichtigkeit der Eigenschaften von Güllefeststoffen, so zeigt auch die Regressionsanalyse, dass die Kosten eine sehr wichtige Eigenschaft bei der Entscheidung für oder gegen den Einsatz von Feststoffen in Biogasanlagen sind. Dies wird auch daran deutlich, dass für rund ein Viertel der Probanden der Feststoffeinsatz aufgrund von Transport- und Logistikkosten unattraktiv ist. Aufgrund der großen Bedeutung des Kostenaspekts wurden die Teilnehmer an der Umfrage gebeten, ihre Zahlungsbereitschaft für Feststoffe in Abhängigkeit vom Preis für Maissilage anzugeben. Nach Bereinigung der Daten um Ausreißer und einige nicht realitätsnahe Angaben konnten 47 Antworten in die Auswertung einbezogen werden.

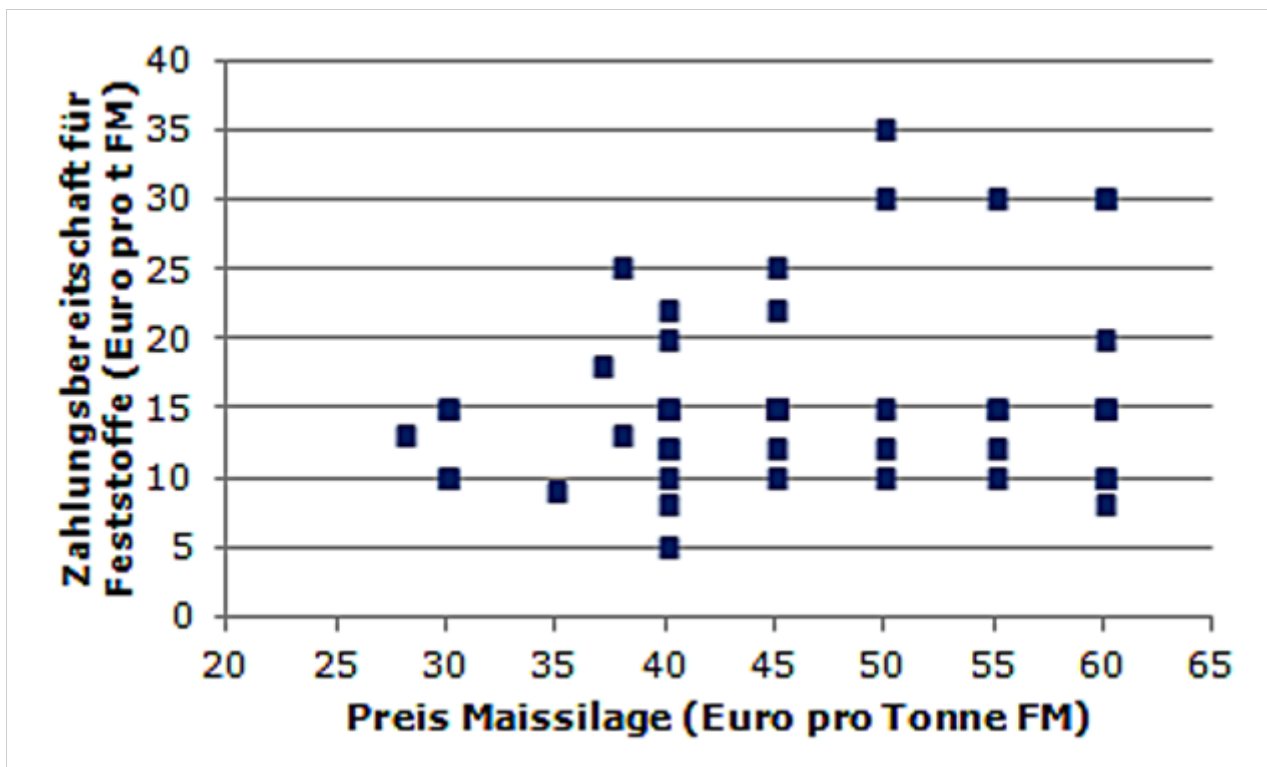


Abbildung 9: Zahlungsbereitschaft für Feststoffe in Abhängigkeit vom Maispreis (n = 47)

Quelle: eigene Darstellung

Die Ergebnisse sind in Abbildung 9 grafisch dargestellt. Deutlich wird eine leicht positive Korrelation zwischen den betrachteten Variablen (Korrelationskoeffizient = 0,22); mit steigendem Maispreis nimmt die Zahlungsbereitschaft für Feststoffe somit erwartungsgemäß zu. Ferner ist festzustellen, dass ein Maispreisniveau von etwa 40 Euro pro Tonne Frischmasse eine Art Schwellenwert darstellt, ab dem mehr

Anlagenbetreiber eine Zahlungsbereitschaft für Feststoffe entwickeln.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Aufgrund der vergleichsweise geringen Zahl der Befragungsteilnehmer und der selektiven Auswahl der Probanden über das Verfahren der Online-Befragung können die empirischen Ergebnisse keinen Anspruch auf Repräsentativität erheben. Aus den angeführten Vergleichen der Stichprobe mit der Grundgesamtheit der Biogasanlagen in Deutschland wird dennoch deutlich, dass die Stichprobe die Grundgesamtheit recht gut abbildet. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie können somit wichtige Hinweise für die betriebliche Praxis und die Politik liefern.

Die Biogasbranche steht aufgrund ihrer rasanten Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit und des daraus resultierenden zwischenzeitlichen Biogas-Booms vor vielfältigen Herausforderungen. Die Aspekte, die in der Praxis derzeit diskutiert werden, etwa die Novellierung des EEGs und die Suche nach alternativen Gärsubstraten, werden auch von Teilnehmern an der Umfrage als Herausforderungen und Probleme wahrgenommen.

Die Verbringung von Feststoffen aus der Gülleseparation von Veredlungs- in Ackerbauregionen verspricht verschiedene Vorteile (Kapitel 1.). Sie ist allerdings auch mit Transport- und Logistikkosten verbunden. Diese Kosten sowie die Kosten der Gülleseparation führen dazu, dass die Güllefeststoffvergärung für die Biogasanlagenbetreiber häufig wirtschaftlich nicht attraktiv ist. Den hohen Stellenwert wirtschaftlicher Überlegungen verdeutlichen auch die Ergebnisse der Regressionsanalyse, die zeigt, dass die Wirtschaftlichkeit einen signifikant positiven Einfluss auf die Nutzungsabsicht von Güllefeststoffen hat. Dass die Kosten des Feststoffeinsatzes ein wichtiges Entscheidungsmerkmal sind, ist nicht verwunderlich, wenn man berücksichtigt, dass die Substratkosten 50 bis 60 Prozent der jährlichen Gesamtkosten einer Biogasanlage ausmachen (8; 37). Verschiedene Entwicklungen, etwa steigende Düngemittelpreise, abnehmende Lagerbestände bei wichtigen Agrarprodukten, die engere Bindung der Agrarpreise an die Entwicklung des Ölpreises sowie spekulative Einflüsse (40; 39), haben dazu geführt, dass die Beschaffungskosten für Bioenergiepflanzen angestiegen sind. Diese Entwicklung hat der Frage der Wirtschaftlichkeit des Substrateinsatzes nochmals einen höheren Stellenwert verliehen.

Eine Voraussetzung dafür, dass die positiven Effekte der Gülleseparation realisiert werden, ist, dass Landwirte, namentlich Betriebe mit Tierhaltung sowie Biogasanlagenbetreiber in Ackerbauregionen, miteinander kooperieren. Dass die Bereitschaft seitens der Biogasanlagenbetreiber besteht, Güllefeststoffe aufzunehmen, haben die Umfrageergebnisse gezeigt; rund 48 Prozent der Befragungsteilnehmer denken bereits über den Einsatz von Güllefeststoffen in ihrer Biogasanlage nach. Damit eine Kooperation zwischen viehhaltenden Betrieben und Biogasanlagenbetreibern zustande kommt, ist der Abschluss von Lieferverträgen über Güllefeststoffe erforderlich. Wie die Studie von REISE et al. (2012) gezeigt hat, ist für Biogasanlagenbetreiber die Wahl des Vertragspartners für die Biomassebereitstellung ein wichtiger Aspekt beim Abschluss eines Liefervertrages (35). Landwirte werden außerlandwirtschaftlichen Investoren vorgezogen, da Verständnis für die Situation in der Landwirtschaft erwartet wird. Zudem werden Vertragspartner aus der Region bevorzugt, da Anlagenbetreibern eine gesicherte Biomasseversorgung wichtig ist.

Zudem weisen viele Substrate eine geringe Transportwürdigkeit auf, sodass weite Transportentfernungen die Kosten erhöhen würden (18). Angesichts dieser für viele Biogasanlagenbetreiber charakteristischen Präferenzstruktur stellt sich die Frage, inwieweit sie bereit sind, einen Vertrag über die Lieferung von Feststoffen aus der Gülleseparation mit viehhaltenden Betrieben aus anderen Regionen einzugehen. Hier gilt es, in der Praxis anzusetzen und die Landwirte und Biogasanlagenbetreiber bei der Akquise von Vertragspartnern zu unterstützen, passende Vertragsangebote zu entwickeln und die Betreiber von Biogasanlagen davon zu überzeugen, dass Substrate nicht nur regional, sondern auch überregional bezogen werden können. Dabei kommt den Beratungsringen und -unternehmen eine bedeutsame Rolle zu (17). Wichtig ist, dass ein direkter Kontakt zwischen Biogasanlagenbetreiber und Substratlieferant hergestellt wird, leistungsfähige Logistikunternehmen in die Lieferkette eingebunden werden und die notwendigen baulichen Voraussetzungen für eine sichere, ganzjährige Belieferung der Biogasanlagen mit Feststoffen geschaffen

werden (28).

Für Biogaserzeuger empfiehlt es sich, sich intensiver mit der Güllefeststoffvergärung auseinanderzusetzen. Da die Substratkosten 50 bis 60 Prozent der Gesamtkosten einer Biogasanlage ausmachen, ist es angesichts steigender Preise für Biogassubstrate, insbesondere Mais (12), sinnvoll, sich über andere Substrate zu informieren. Während vor einigen Jahren zum Teil noch mit Getreidepreisen von acht Euro/dt kalkuliert wurde, müssen mittlerweile deutlich höhere Preise angesetzt werden (24). Diese Entwicklung stellt die Wirtschaftlichkeit vieler Biogasanlagen in Frage. Hinzu kommt, dass einige Biogasanlagen vor dem Erreichen der 20-Jahre-Grenze stehen, sodass die durch das EEG garantierten Vergütungssätze in näherer Zukunft auslaufen und die Anlagenbetreiber gezwungen sein werden, ohne Unterstützung durch das EEG am Markt zu bestehen. Der damit einhergehende Zwang zu einer effizienter und kostengünstiger arbeitenden Biogasanlage wird dazu führen, dass alternative Gärsubstrate vermehrt ins Blickfeld rücken werden.

Viehhaltende Betriebe sollten das wachsende Interesse der Biogasanlagenbetreiber an der Güllefeststoffvergärung nutzen. Auch wenn die Gülleseparation und der Transport der Feststoffe Kosten verursachen, ist zu bedenken, dass andere Formen der Verwertung überschüssiger Wirtschaftsdüngermengen, zum Beispiel die Flächenzupacht oder die regionale oder überregionale Abgabe (32), ebenfalls mit Kosten verbunden sind. Vor dem Hintergrund des begrenzten Flächenangebots und steigender Pachtpreise (20; 41) sowie der prognostizierten weiteren Konzentration der Viehhaltung in den Veredlungsregionen (26; 3) ist zu erwarten, dass die Alternativen zur Gülleseparation (noch) kostenintensiver werden und mehr Wirtschaftsdünger die Nährstoffüberschussregionen verlassen müssen. Längerfristig besteht daher die Möglichkeit, dass die Gülleseparation und der damit einhergehende Export der Feststoffe durch Abgabe an Biogasanlagen in Ackerbauregionen eine attraktive Möglichkeit zur Verwertung von überschüssigen Wirtschaftsdüngermengen darstellen wird.

GRANOZEWSKI (2013) konnte zeigen, dass in der Biogaserzeugung ökonomische Anreize und wahrgenommene Nutzungskonkurrenzen von großer Bedeutung sind (17). Damit die Bereitschaft zum Einsatz von Güllefeststoffen in Biogasanlagen steigt, ist es daher notwendig, ihren Einsatz für die Anlagenbetreiber wirtschaftlich attraktiver zu machen. Wie die Entwicklungen im Anschluss an die diversen Novellierungen des EEG wiederholt gezeigt haben, führt die finanzielle Förderung bestimmter Einsatzstoffe zu deren vermehrtem Einsatz in Biogasanlagen. Daher könnte eine finanzielle Vergütung der Feststoffvergärung durch das EEG das Interesse der Biogasanlagenbetreiber erheblich steigern. Zwar sind die Chancen, den Güllefeststoffeinsatz in Biogasanlagen zu fördern, mit dem EEG 2014 nicht genutzt und stattdessen die Weichen eher in Richtung eines Auslaufens der Biogasproduktion im Strombereich gestellt worden (23); für die Zukunft sollte diese Option gleichwohl im Auge behalten werden.

Weitere Herausforderungen im Zusammenhang mit dem überregionalen Gülletransport und dem Austausch von Wirtschaftsdüngern sind die Lagerung und die Logistik in der aufnehmenden Region. Um Feststoffe rechtzeitig bereitzustellen und den Transport größerer Mengen wirtschaftlich zu ermöglichen, steigt der Bedarf an Lagermöglichkeiten auf den Biogasanlagen. Problematisch dabei ist, dass politische und rechtliche Rahmenbedingungen den Neubau von Güllelagerstätten erschweren und in Ackerbauregionen nur in wenigen Landkreisen neue Güllebehälter genehmigt werden (16). Hier zeigt sich ein weiterer Ansatzpunkt für die Förderung des überregionalen Nährstoffausgleichs, den es bei zukünftigen politischen Entscheidungen zu berücksichtigen gilt.

Weitere Einflussfaktoren, die in diesem Kontext von Bedeutung sind, sind die Separations- und die Transportkosten. Um einen überregionalen Austausch der Güllefeststoffe attraktiv zu machen, sollte die Forschung in diesem Bereich weiter vorangetrieben werden. Wie Untersuchungen der Gülleseparation zeigen, sind deutliche Unterschiede bezüglich der Kosten und der Abscheidegrade zwischen den verschiedenen Separationsverfahren festzustellen (4; 25; 6). Soll der Einsatz von Feststoffen aus der Gülleseparation attraktiver werden, müssen bestehende Separationsverfahren effektiver und kostengünstiger werden. Ein weiteres Ziel sollte es sein, unterschiedliche Transportmöglichkeiten (Schiffs-, Schienen-, Straßentransport) unter technischen und ökonomischen Aspekten eingehender zu betrachten und die Möglichkeiten ihrer praktischen Umsetzung näher analysiert werden. Mit der Entwicklung von Combi- und Multilibern, die auch die Aufnahme von Rückfracht, etwa Futtergetreide, in den Ackerbauregionen erlauben, sind hier in den letzten Jahren bereits wichtige technische Fortschritte erzielt worden (22).

Ein weiterer Ansatzpunkt für weitere wissenschaftliche Analysen ist die genauere Untersuchung der Zahlungsbereitschaft der Biogasanlagenbetreiber für Güllefeststoffe als Gärsubstrat. Schließlich wäre es interessant zu erforschen, welchen Effekt der Übergang zum EEG 2014 auf das Interesse der Biogasanlagenbetreiber an Güllefeststoffen haben wird.

Zusammenfassung

In dem vorliegenden Beitrag wird die Bereitschaft zum Einsatz von Feststoffen aus der Gülleseparation in Biogasanlagen analysiert. Die Analysen basieren auf den Ergebnissen einer standardisierten Online-Umfrage unter 110 Biogasanlagenbetreibern aus nahezu dem gesamten Bundesgebiet. Der überwiegende Teil der Befragungsteilnehmer stammt aus Bundesländern, in denen die Biogaserzeugung von besonders großer Bedeutung ist.

Die Analysen zeigen, dass das regionale Nährstoffproblem, die 2014 anstehende Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes sowie die Akzeptanz der Biogaserzeugung seitens der Bevölkerung von den Befragungsteilnehmern als Herausforderungen wahrgenommen werden. Das Wissen, dass Güllefeststoffe in Biogasanlagen vergoren werden können, und die Kenntnisse über die vielfältigen positiven Effekte dieses Verfahrens sind unter einem Großteil der befragten Anlagenbetreiber vorhanden. Im Vergleich zu anderen Gärsubstraten wird den Güllefeststoffen gleichwohl aktuell nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung zugewiesen. Jedoch denken fast 50 Prozent der Teilnehmer über den Einsatz von Güllefeststoffen in ihrer Anlage nach; bei rund 17 Prozent liegen bereits konkrete Planungen dazu vor. Es ist daher davon auszugehen, dass Güllefeststoffe als Substrat an Bedeutung gewinnen werden.

Eine wichtige Determinante, die die Relevanz der Güllefeststoffe als Gärsubstrat bestimmt, ist die Wirtschaftlichkeit der Feststoffvergärung. Es zeigt sich, dass ab einem Maispreinsniveau von etwa 40 Euro pro Tonne Frischmasse Feststoffe für viele Anlagenbetreiber wirtschaftlich interessant werden. Aus den Untersuchungsergebnissen ergeben sich sowohl für die landwirtschaftliche Praxis, namentlich viehhaltende Betriebe und Biogasanlagenbetreiber, als auch für die Politik vielfältige Implikationen.

Summary: Manure solids as fermentation substrate for biogas plants – results of an empirical study of biogas plant operators

This paper focuses on the willingness of biogas plant operators to use solids from slurry separation as substrates in their biogas plants. The analyses are based on the results of a standardized online survey of 110 biogas plant operators from nearly all over Germany. The majority of the participants come from those German states where biogas production is of great importance.

The analyses show that the regional nutrient problem, the recently amended German Re-newable Energy Act and the decreasing acceptance of the biogas production are perceived as challenges by the respondents. Most of the participants in the survey know that solids from slurry separation can be fermented in biogas plants. They also know about the various positive effects of this treatment. Compared to other substrates the solids from slurry separation are currently of minor importance. However, about 50 per cent of the respondents consider using these solids in their biogas plants; 17 per cent already have specific plans to use solids. So we can presume that the use of solids as substrate will gain in importance.

The major factor which determines the attractiveness and importance of the solids is their cost competitiveness. It has been found that, as of a corn price level at about 40 Euros per ton of fresh corn, many plant operators consider the use of solids as it then starts to make economic sense. From the results of this analysis important implications for the agricultural practice, i.e. livestock farmers and biogas plant operators, as well as for policy makers can be derived.

Résumé: Emploi de matières solides de lisier comme substrat de digestion pour installations de biogaz – Résultats d’une enquête empirique auprès d’exploitants d’installations de biogaz

Le présent article analyse la propension à l’emploi de matières solides issues de la séparation du lisier dans des installations de biogaz. Les analyses sont basées sur les résultats d’une enquête en ligne standardisée auprès de 100 exploitants d’installations de biogaz de la quasi-totalité du territoire allemand. La majeure partie des participants à l’enquête viennent de régions (Länder) dans lesquelles la production de biogaz joue un rôle particulièrement important.

Les analyses montrent que le problème régional des nitrates, la révision attendue pour 2014 de la loi relative aux énergies renouvelables ainsi que l’adhésion de la population à la production de biogaz sont perçus comme des défis par les participants à l’enquête. Une grande partie des exploitants d’installations interrogés savent que des matières solides de lisier peuvent se digérer dans des installations de biogaz et connaissent les multiples effets positifs de cette technique. Par rapport à d’autres substrats de digestion, les matières solides de lisier ne se voient toutefois accorder actuellement qu’une importance relativement faible. Près de 50 pour cent des participants n’en réfléchissent pas moins à l’emploi de matières solides de lisier dans leur installation, des projets concrets existant déjà chez 17 pour cent. On peut donc considérer que les matières solides de lisier prendront de l’importance comme substrat.

Un déterminant important de la pertinence des matières solides de lisier comme substrat de digestion est la rentabilité de leur digestion. Il apparaît qu’à partir d’un niveau de prix du maïs d’environ 40 euros la tonne fraîchement récoltée, les matières solides peuvent être économiquement intéressantes pour beaucoup d’exploitants d’installations. De multiples implications découlent des résultats de l’enquête, aussi bien pour la pratique agricole, à savoir les éleveurs et les exploitants d’installations de biogaz, que pour la politique.

LITERATUR

1. ALBERS, D., 2010: Möglichkeiten und Nutzen der Gülleseparation in Milchviehbetrieben.
► www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/tier/nav/1092/article/14252.html; Abrufdatum: 14. August 2012.
2. BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; PLINKE, W.; WEIBER, R., 2008: Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. 12. Auflage. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
3. BÄURLE, H.; TAMÁSY, C., 2012: Regionale Konzentrationen der Nutztierhaltung in Deutschland; ISPA Mitteilungsheft 79, Vechta; ► www.uni-vech-ta.de/fileadmin/user_upload/documents/ISPA/Publikationen/ISPA_Mitteilungen/ISPA_Mitteilungsheft_79.pdf; Abrufdatum: 28. November 2013.
4. BRAUCKMANN, H.-J.; BROLL, G., 2013: Biogaserträge der Rindergüllefeststoffe. Vortrag, gehalten beim Praxisforum "Gülleseparation", 02. Juli 2013, Rodenkirchen.
5. BUNDESREGIERUNG, 2014: Entwurf eines Gesetzes zur grundlegenden Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und zur Änderung weiterer Bestimmungen des Energiewirtschaftsrechts.
► www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Gesetz/entwurf-eines-gesetzes-zur-grundlegenden-reform-des-erneuerbare-energien-gesetzes-und-zur-aenderung-weiterer-bestimmungen-des-energiewirtschaftsrechts,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf; Abrufdatum: 12. Mai 2014.
6. CIELEJEWSKI, L.; LAURENZ, L.; LEUER, S., 2014: Überschüssige Gülle separieren? In: top agrar

3/2014, S. S. 14-17.

7. Deutscher Bauernverband, 2012: Situationsbericht 2012/13: Trends und Fakten zur Landwirtschaft. ► www.bauernverband.de/situationsbericht-2012/13-erschieden?redid=532184; Abrufdatum: 13. Mai 2014.
8. DÖHLER, H.; HARTMANN, S.; ECKL, H., 2007: Kosten der Energiepflanzenbereitstellung. In: Energiepflanzen im Aufwind. Wissenschaftliche Ergebnisse und praktische Erfahrungen zur Produktion von Biogaspflanzen und Feldholz. Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 61. Potsdam-Bornim. ► http://opus.kobv.de/slbp/volltexte/2014/5564/pdf/BAB_Heft_61.pdf#page=55, Abrufdatum: 12. Juni 2014.
9. EMMANN, C. H.; SCHAPER, C.; THEUVSEN, L., 2012: Der Markt für Bioenergie 2012. In: German Journal of Agricultural Economics 61. Jg., S. 93-112. ► www.gjae-online.de/news/pdfstamps/outputs/GJAE-5f13aa32ee4c64eeb07121cd82ac3381.pdf; Abrufdatum: 17. Juni 2014.
10. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V., 2013a: Bestandsentwicklung Biogas-anlagen. Infografik. ► <http://mediathek.fnr.de/catalog/product/gallery/id/32/image/1011/>; Abrufdatum: 13. Mai 2014.
11. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V., 2013b: Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen. Infografik. ► <http://mediathek.fnr.de/catalog/product/gallery/id/93/image/1019/>; Abrufdatum: 13. Mai 2014.
12. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V., 2014: Preise Biogassubstrate [€/t FM] - Interaktive Karte. ► <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/preise-und-kosten/preise-biogassubstrate-interaktiv.html>; Abrufdatum: 17. Juni 2014.
13. FACHVERBAND BIOGAS E.V., 2013: Branchenzahlen – Prognose 2013/2014. ► [www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf); Abrufdatum: 07. Mai 2014.
14. FASTJE, L., 2010: Nährstoffmanagement in landwirtschaftlichen Veredlungsbetrieben – Eine Fallstudie zur Wirtschaftlichkeit der Separation von Schweinegülle unter Berücksichtigung der Feststoffvergärung in einer Biogasanlage. Masterarbeit an der Georg-August-Universität.
15. FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN, 2014: Internet-Strukturdaten IV. Quartal 2013. ► www.bvdw.org/medien/forschungsgruppe-wahlen-internet-strukturdaten-iv-quartal-2013?media=5465; Abrufdatum: 10. März 2014.
16. GAUL, T., 2013: Wohin mit Gülle und Gärresten? In: Land & Forst, Nr. 48 vom 28. November 2013, S. 30-31.
17. GRANOZEWSKI, K., 2013: Das Entscheidungs- und Investitionsverhalten von Landwirten im Bereich der Bioenergieerzeugung. Schriftreihe" Agrarwissenschaftliche Forschungsergebnisse", Band 47. Verlag Dr. Kovač, Hamburg.
18. GRANOSZEWSKI, K.; SPILLER, A., 2013: Langfristige Rohstoffsicherung in der Supply Chain Biogas: Status-Quo und Potentiale vertraglicher Zusammenarbeit. Diskussionsbeitrag Nr. 1303 des Departements für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen. URL: ► hdl.handle.net/10419/70910; Ab-rufdatum: 12.06.2014.
19. GUENTHER-LÜBBERS, W.; HENKE, S.; SCHAPER, C.; THEUVSEN, L., 2014: Der Markt für Bioenergie. In: German Journal of Agricultural Economics, 63. Jg., S. 94-111. ► www.gjae-online.de/news/pdfstamps/outputs/GJAE-7ecfbc4eb55ff0d889bc42b3cb1055e1.pdf; Abrufdatum: 12. Juni 2014.
20. HABERMANN, H.; BREUSTEDT, G., 2011: Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. In: German Journal of Agricultural Economics, 60 Jg., S. 85-100. ► www.gjae-online.de/news/pdfstamps/freeoutputs/GJAE-630_2011.pdf, Abrufdatum: 12. Juni 2014.

21. HENKE, S.; THEUVSEN, L., 2013: Sozioökonomische Bewertung der Wertschöpfungskette Biogas. In: Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, Band 22 (2), S. 45-54.
▶ http://oega.boku.ac.at/fileadmin/user_upload/Tagung/2012/Short_Paper_2012/25_Henke-Theuvsen-TB_2012.pdf, Abrufdatum: 16. Juli 2014.
22. HESSELBARTH, K. 2014: Gülle raus, Getreide rein. In: DLG-Mitteilungen 1/2014, S. 18-19.
▶ www.gs-agri.de/images/stories/2014/01/dlg2014-1_scan_multiliner_gsagri.pdf, Abrufdatum: 16. Juli 2014.
23. HÖHER, G., 2014: Systemdienstleistungen durch Biogas und Synergien in der Landwirtschaft. Vortrag im Rahmen der Fachtagung "Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten", Hannover, 03. Juli 2014.
24. KOWALEWSKY, H.-H., 2009: Güllefeststoffe in Biogasanlagen einsetzen – Überprüfung der Separierung und Vergärung. Bericht, unveröffentlicht.
25. KRÖGER, R.; THEUVSEN, L., 2013: Separation of cattle slurry: Technical solutions und economic aspects. In: First International Conference on Resource Efficiency in Interorganizational Networks - ResEff 2013, Tagungsband, S. 453-464.
26. LASSEN, B.; ISERMEYER, F.; FRIEDRICH, C., 2008: Milchproduktion im Übergang – eine Analyse von regionalen Potenzialen und Gestaltungsspielräumen. Arbeitsbericht aus der vTI - Agrarökonomie, Braunschweig. ▶ <http://hdl.handle.net/10419/39428>, Abrufdatum: 24. Juni 2013.
27. LANDWIRTSCHAFTSVERLAG MÜNSTER (Hrsg.), 2013: agrar Mediafacts – Kommunikation mit der Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag, Münster. ▶ www.lv.de/agrarmediaservice/bilder/agrima_pdf/AgriMA_2013.pdf?catalogId=8026; Abrufdatum: 14. Mai 2014.
28. LINDENBERG, A., 2014: Praktische Umsetzung von Nährstoffströmen am Beispiel einer Biogasanlage in der Ackerbauregion. Vortrag im Rahmen der Fachtagung "Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten", Hannover, 03. Juli 2014.
29. LINHART, E.; DHUNGEL, A.-K., 2013: Das Thema Vermaisung im öffentlichen Diskurs. In: Berichte über Landwirtschaft, Band 91, Heft 2. ▶ <http://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/22/linhart-html>; Abrufdatum: 12. Mai 2014.
30. MEIER, U., 1994: Gülleseparierung – Eine Technik zur Verbesserung der Gülleeigenschaften. FAT-Berichte, Nr. 445, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (Hrsg.), Tänikon/Schweiz. ▶ www.kohliag.ch/fileadmin/user_upload/Files/Dokumente/Downloads/Wissenswertes/GuelleseparierungZwei.pdf; Abrufdatum: 22. August 2012.
31. MØLLER, H. B.; LUND, I.; SOMMER, S. G., 2000: Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. In: Bioresource Technology 74: S. 223-229.
32. OSTERBURG, B., 2007: Analysen zur Düngeverordnung-Novelle 2006. In: Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer- eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, Osterburg, B.; Runge, T. (Hrsg.), Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 307, S. 267-302. ▶ http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/bitv/dk038387.pdf; Abrufdatum: 16. Juni 2014.
33. RAWERT, K., 1995: Gülleaufbereitungsverfahren – Wirtschaftlichkeit und Auswirkungen auf die regionale Konzentration der Veredlungsproduktion. Europäische Hochschulschriften, Reihe V, Volks- und Betriebswirtschaftslehre, Vol. 1697. Peter Lang, Frankfurt am Main.
34. REIMANN, W.; POTSDAM, M. S., 1991: Fest-Flüssig-Trennung anaerob behandelter Gülle. Landtechnik 46: 11-91.
35. REISE, C., 2012: Nachhaltige Nutzung von Erneuerbaren Energien – Unternehmerisches Innovationsverhalten und Vertragsgestaltung. Dissertation an der Georg-August-Universität Göttingen.
36. SCHÖNE, F., 2011: Auswirkungen des zunehmenden Energiepflanzenanbaus auf die biologische

- Vielfalt. Vortrag anlässlich der Konferenz: Anspruch der Bioenergie an die EEG-Novellierung. 17. Februar 2011, Berlin. ► http://veranstaltungen.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/EEG_2011/07Sch%C3%B6ne-freigegeben.pdf; Abrufdatum: 10. Mai 2014.
37. SCHÜSSELER, P., 2008: Zielsetzung des Fachgesprächs "Messen, Steuern, Regeln bei der Biogaserzeugung". In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche – Messen, Steuern, Regeln bei der Biogaserzeugung. Technische Informationsbibliothek und Universitätsbibliothek; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Hannover; Gülzow bei Güstrow, Band 27, S. 8-16. ► www.biogaspartner.de/fileadmin/biogas/Downloads/pdf_328-gf_band_27_biogaserzeugung_bf.pdf; Abrufdatum: 13. Mai 2014.
 38. Statistisches Bundesamt, 2010: Publikation – Land- & Forstwirtschaft – Statistisches Bundesamt (Destatis) – Arbeitskräfte; ► <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/The-matisch/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftzaehlung/Arbeitskraefte.html>; Abrufdatum: 21. Februar 2014.
 39. TADESSE, G.; ALGIERI, B.; KALKUHL, M.; VON BRAUN, J., 2014: Drivers and Triggers of International Food Price Spikes and Volatility. In: Food Policy 47: 117-128. ► www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919213001188#; Abrufdatum: 22. Juli 2014.
 40. TANGERMANN, S., 2011: Policy Solutions to Agricultural Market Volatility: A Synthesis. International Centre for Trade and Sustainable Development. Issue Paper No. 23. ► www.ictsd.org/downloads/2011/12/policy-solutions-to-agricultural-market-volatility.pdf; Abrufdatum: 17. Juli 2014.
 41. THEUVSEN, L.; PLUMEYER, C.-H.; EMMANN, C. H., 2010: Einfluss der Biogasproduktion auf den Landpachtmarkt in Niedersachsen. Bericht für das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung. ► www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?article_id=59604&navigation_id=1372&psmand=7; Abrufdatum: 10. Mai 2014.
 42. THIERING, J., 2011: Förderung der Biogasproduktion in Deutschland – Rahmenbedingungen, Folgen und alternative Gestaltungsmöglichkeiten unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftsdüngernutzung. Cuvillier Verlag, Göttingen.
 43. THIERING, J.; BAHRS, E., 2011: Biogasproduktion in Deutschland – Sollte die energetische Nutzung von Wirtschaftsdünger explizit gefördert werden? In: German Journal of Agricultural Economics 60 (4), S. 259-275. ► www.gjae-online.de/news/pdfstamps/freeoutputs/GJAE-645_2011.pdf; Abrufdatum: 11. Mai 2014.
 44. URBAN, D.; MAYERL, J., 2006: Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung. 2. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
 45. VENNEMANN, H.; THEUVSEN, L., 2004: Landwirte im Internet: Erwartungen und Nutzungsverhalten. In: Schiefer, G.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Rickert, U. (Hrsg.): Referate der 25. GIL-Jahrestagung in Bonn 2004, S. 241-244. ► https://www.gil.de/dokumente/berichte/DDD/R17_2004_057.pdf; Abrufdatum: 18. Februar 2014.
 46. WARNECKE, S.; BIBERACHER, M.; BRAUCKMANN, H.-J.; BROLL, G., 2009: Effizienzsteigerung durch Energie- und Nährstoffnutzung von Wirtschaftsdüngern – Regionale Aspekte. Poster auf der vTI-Fachtagung "Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel – Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft". ► www.geographie.uni-osnabrueck.de/mitarbeiter/broll/poster/Warnecke_et_al_2009_Poster_vTI_Klimawandel.pdf; Abrufdatum: 12. Mai 2014.
 47. WARNECKE, S.; BIBERACHER, M.; BRAUCKMANN, H.-J.; BROLL, G., 2011: Nachhaltige Verwertung von Nebenprodukten aus der Erzeugung tierischer Nahrungsmittel durch Initiierung eines regionalen Stoffstrommanagements. In: Windhorst, H.-W.; Veauthier, A. (Hrsg.): Nachhaltige Tierproduktion in agrarischen Intensivgebieten. Vechta, S. 107-126.
 48. WEILAND, P., 2002: Möglichkeiten der Nährstoffabtrennung aus Flüssigmist – Technik und

Wirtschaftlichkeit. In: KTBL (Hrsg.): Landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm, Gülle und anderen Düngern unter Berücksichtigung des Umwelt- und Verbraucherschutzes, KTBL-Schrift 404. Darmstadt: 339-348.

49. WÜSTHOLZ, R., 2014: Konsequenzen einer novellierten Düngeverordnung im Kontext einer Anrechnung von Wirtschaftsdüngern pflanzlicher Herkunft auf die N-Ausbringungsobergrenze. Vortrag im Rahmen der Fachtagung "Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten", Hannover, 03. Juli 2014.
50. ZHANG, R. H.; WESTERMAN, P. W., 1997: Solid-liquid separation of animal manure for odor control and nutrient management. Applied Engineering in Agriculture 13: 657-664.
51. ZSCHACHE, U.; VON CRAMON-TAUBADEL, S.; THEUVSEN, L., 2010: Öffentliche Deutungen im Bioenergiegediskurs: eine qualitative Medienanalyse. In: Berichte über Landwirtschaft, Band 88, S. 502-512.

Autorenanschrift

Rhena Kröger, Prof. Dr. Ludwig Theuvsen und Jan Robert Konerding, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen,
► Theuvsen@uni-goettingen.de, ► <https://www.uni-goettingen.de/de/18662.html>