

AUFBEREITUNG & ANALYSE VON DATEN AUS DEM ARBEITSKREIS BIOGAS ZU KOSTEN BESTEHENDER BIOGASANLAGEN

ASS. PROF. DI DR. MICHAEL EDER
DI STEFAN KIRCHWEGER

Auftraggeber der Studie:

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Geschäftsstelle Energiewirtschaft
Wirtschaftskammer Niederösterreich
Niederösterreichische Landes-Landwirtschaftskammer



Inhalt	II
Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis.....	III
1. Einleitung.....	1
2. Daten	2
2.1. Allgemeine Daten	3
2.2. Substrate	3
2.3. Leistungen	3
2.4. Kostenblöcke	3
3. Methoden.....	4
4. Jahresergebnisse der Betriebszweigauswertung	5
4.1. Allgemeine Daten	5
4.2. Investitionssumme	6
4.3. Eingesetzte Substrate	10
4.4. Auslastung der Anlagen.....	14
4.5. Kosten ohne Substrat	14
5. Ergebnisse der Modellkalkulationen zum Einspeisetarif	16
6. Vergleich zur Situation in Deutschland	19
7. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	21
Literatur.....	24

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Anzahl der untersuchten Biogasanlagen nach elektrischer Nennleistung und untersuchtem Jahr	5
Tabelle 2: Rechtsform der Biogasanlagen nach Anlagengröße.....	6
Tabelle 3: Kennzahlen zu den Investitionssummen - gruppiert nach Größe der Anlagen.....	10
Tabelle 4: Substratkosten 2008 - gruppiert nach Anlagengröße	13
Tabelle 5: Substratkosten 2009 - gruppiert nach Anlagengröße	13
Tabelle 6: Ergebnisse zu einzelnen Kostenpositionen	15
Tabelle 7: Kosten ohne Substrat in Cent je kWh Strom nach Anlagengröße	16
Tabelle 8: Erforderliche Einspeisetarife und Wärmeerlöse in Cent je kWh Strom - gruppiert nach Anlagengröße (Werte in Klammern = Anzahl der Datensätze)	18
Tabelle 9: Vergütungssätze für Biogas in Deutschland (EEG 2009).....	20

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entwicklung anerkannter Biogasanlagen 2001- 2009.....	1
Abbildung 2: Anerkannte Biogasanlagen im Größenvergleich.....	2
Abbildung 3: Anteil der Technik an der Gesamtinvestitionssumme	6
Abbildung 4: Investitionssumme und elektrische Leistung der analysierten Biogasanlagen	7
Abbildung 5: Investitionssumme (abzüglich Investitionsförderung) und elektrische Leistung der analysierten Biogasanlagen.....	8
Abbildung 6: Investitionskosten von 48 landwirtschaftlichen Biogasanlagen (Walla und Schneeberger, 2006).....	8
Abbildung 7: Investitionssumme je kW installierter elektrischer Leistung.....	9
Abbildung 8: Investitionssumme je kW installierter elektrischer Leistung unter Berücksichtigung der gewährten Investitionsförderung	10
Abbildung 9: Relative Einsatzhäufigkeit der verwerteten Substrate bei den untersuchten Biogasanlagen	11
Abbildung 10: Gesamtmenge (TS) der eingesetzten Substrate	11
Abbildung 11: Jährlich eingesetzte Substratmengen der einzelnen Biogasanlagen	12
Abbildung 12: Preisindex für Mahlweizen, Futtergerste und Körnermais 2007 bis 2010	13
Abbildung 13: Auslastung des Blockheizkraftwerkes (BHKW) der untersuchten Biogasanlagen	14
Abbildung 14: Kosten je kWh Strom - ohne Substratkosten.....	15
Abbildung 15: Erforderlicher Einspeisetarif je untersuchter Biogasanlage zur Abdeckung der Produktionskosten	17
Abbildung 16: Erforderlicher Einspeisetarif je untersuchter Biogasanlage zur Abdeckung der Produktionskosten - unter Berücksichtigung der Investitionsförderung.....	17
Abbildung 17: Entwicklung der Biogasanlagenzahl und die daraus resultierende elektrisch installierte Leistung in Deutschland (erstellt durch FNR nach DBFZ (2010) und Fachverband Biogas (2010)).....	19

1. EINLEITUNG

Vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung - Geschäftsstelle Energiewirtschaft wurden wir beauftragt eine Studie zur Kostenstruktur bestehender Biogasanlagen, die zwischen 2005 und 2007 in Betrieb gegangen sind und neben Wirtschaftsdünger ausschließlich nachwachsende Rohstoffe (NAWAROS) als Substrat verwenden, zu verfassen. Für die Analysen wurden von der ARGE Kompost & Biogas Österreich Daten zu Biogasanlagen aus dem Arbeitskreis Biogas für die Jahre 2008 und 2009 anonymisiert zur Verfügung gestellt. Die vorliegende Arbeit soll Auskunft zu den Gesamtkosten und der Kostenstruktur bestehender Biogasanlagen differenziert nach Anlagengröße geben. Hintergrund bilden die - gegenüber dem Zeitpunkt der Festlegung der für die untersuchten Anlagen maßgeblichen Einspeisetarife - geänderten Rahmenbedingungen. Zum einen betrifft dies die Steigerungen der Rohstoffpreise, die durch die Einführung des Rohstoffzuschlages abgedeckt werden, zum anderen die laufenden Kosten des Anlagenbetriebes.

Die Biogasbranche verzeichnete in den vergangenen acht Jahren eine dynamische Entwicklung. Mit Ende 2009 sind laut E-Control (2010) in Österreich 341 Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 94,5 MW anerkannt. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, konnte vor allem in den Jahren 2003 bis 2007 ein beträchtlicher Zuwachs an anerkannten Biogasanlagen in Österreich verzeichnet werden. Im Jahr 2005 wurden mit 72 neuen Anlagen die bisher höchste Zahl an Vertragsabschlüssen mit der Ökostromabwicklungsstelle vorgenommen.

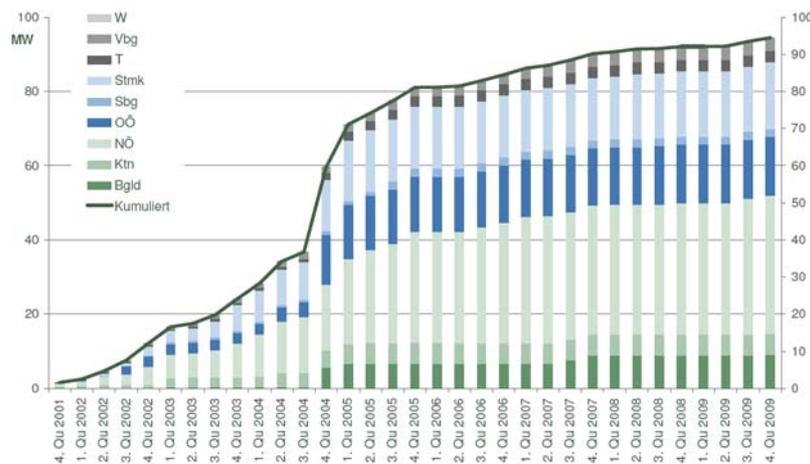


Abbildung 1: Entwicklung anerkannter Biogasanlagen 2001- 2009

Quelle: Energie- Control GmbH, 2010

Die durchschnittliche Anlagengröße beträgt aktuell 277 kW_{el}. Lediglich drei Anlagen verfügen über eine Leistung von mehr als einem MW_{el}. Rund 90% aller Biogasanlagen weisen eine Leistung von weniger als 500 kW_{el} auf (Abbildung 2). Im Vergleich der Bundesländer liegt Niederösterreich mit einer Gesamtleistung von 37,1 MW_{el} bzw. 100 Anlagen an der Spitze. Dahinter folgen die Steiermark mit 18 MW elektrischer Leistung und 47 Anlagen sowie Oberösterreich mit 15,5 MW_{el} und 79 Anlagen.

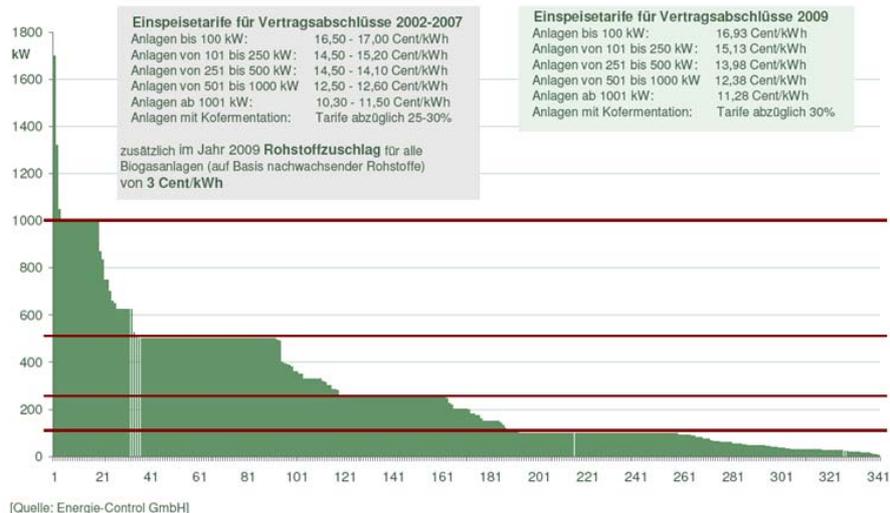


Abbildung 2: Anerkannte Biogasanlagen im Größenvergleich

Seit 2008 werden im Rahmen des Projektes **Arbeitskreis Biogas** Daten von bestehenden Biogasanlagen erhoben und in einem **Datenbanksystem** gespeichert. Die Teilnahme am Projekt ist freiwillig. In den Bundesländern unterstützen die jeweiligen Arbeitskreis-Referenten die Anlagenbetreiber bei der Datenerhebung. Jeder Anlagenbetreiber hat Zugang zur Datenbank und kann die Daten seiner Anlage mittels Zugangscode einsehen, ändern bzw. ergänzen. Neben produktionstechnischen Daten werden auch Daten zu Leistung und Kosten der Biogasanlage erhoben und daraus Kennzahlen ermittelt. Der Vergleich zu den Ergebnissen anderer Anlagen im Datenbanksystem soll dazu beitragen, die Leistungsfähigkeit der eigenen Anlage besser einzuschätzen und mögliche Verbesserungspotenziale auszumachen.

Für die vorliegende Untersuchung konnten aus dem Projekt Arbeitskreis Biogas Daten zu 36 Biogasanlagen über ein bzw. zwei Jahre zur Verfügung gestellt werden. Die analysierten Biogasanlagen sind ausschließlich NAWARO-Anlagen und wurden im Zeitraum 2004 bis 2007 unter den Rahmenbedingungen der Ökostromverordnung (BGBl. II Nr. 508/2002) in Betrieb genommen. Die Einspeisetarife sind für die ersten 13 Betriebsjahre fixiert und nach der Engpassleistung gestaffelt. Anlagen bis 100 kW_{el} erhalten 16,5 Cent je kWh, Anlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 100 bis 500 kW_{el} 14,5 Cent je kWh, Anlagen mit mehr als 500 bis einschließlich 1.000 kW_{el} 12,5 Cent je kWh und Anlagen mit mehr als 1 MW_{el} 10,3 Cent je kWh Strom. Zusätzlich wird seit 2008 im Nachhinein ein jährlich festzusetzender Rohstoffzuschlag gewährt, 2008 waren dies 4 Cent je kWh und im darauf folgenden Jahr 3 Cent je kWh. Mit der vorliegenden Untersuchung soll geprüft werden, in wie weit die gewährten Einspeisetarife die Produktionskosten von bereits mehrere Jahre in Betrieb befindlichen Anlagen auf Basis nachwachsender Rohstoffe abdecken können.

2. DATEN

Grundlage der nachfolgenden Auswertungen und Kalkulationen bilden Daten von Biogasanlagen des Arbeitskreises Biogas. Ausgewählt wurden Anlagen, die ausschließlich nachwachsende Rohstoffe bzw. Wirtschaftdünger als Substrat einsetzen und deren Datengrundlage ausreichend abgesichert ist. Insgesamt konnten 56 Datensätze berücksichtigt werden, davon 32 Datensätze zum Jahr 2008 und 24

zum Jahr 2009. Die Übermittlung der Daten erfolgte als Excel-Dokument mit je einem Datenblatt pro Anlage und ausgewertetem Jahr. Die im Datenblatt dargestellten Werte sind nachfolgend beschrieben.

2.1. ALLGEMEINE DATEN

Die aus der Datenbank generierte Zusammenstellung für die einzelnen Datensätze enthält zunächst Angaben über den Abrechnungszeitraum der eingegebenen Daten, die Rechtsform in der die Biogasanlage betrieben wird sowie die Größe der Anlage nach elektrischer Nennleistung. Weiters wird noch die produzierte und die verkaufte Jahresarbeit (kWh_{el}) ausgewiesen. Die Investitionssumme wird als Gesamtbetrag ohne Berücksichtigung der Investitionen für das Grundstück und den Fuhrpark erfasst. Gesondert werden noch die Investitionen für das Blockheizkraftwerk (BHKW), Rührwerke, Pumpen, Beschickung und Einbringung summiert und dargestellt. Der tatsächlich zu finanzierende Investitionsbetrag verringert sich um eine allfällig gewährte Förderung beim Bau der Anlage und ist ebenfalls ausgewiesen.

2.2. SUBSTRATE

Neben der Gesamtmenge an Substraten je Biogasanlage sind noch Art und Menge jedes einzelnen Substrates aufgelistet. Die Ermittlung der Menge erfolgte bei den mittleren und größeren Anlagen in der Regel durch Verwiegung, bei den kleineren Anlagen beruhen die Daten meist auf Schätzungen über die eingelagerte Kubatur an Silage. Die Trockensubstanzgehalte stammen entweder aus tatsächlich gemessenen Werten (die Verrechnung der zugekauften Substrate erfolgt in vielen Fällen auf Basis von Tonnen Trockensubstanz) oder wurden auf Grundlage von Standardwerten (LFL, 2010) geschätzt.

2.3. LEISTUNGEN

Die Hauptleistung der Biogasanlagen liegt im Verkauf des produzierten Stromes. Zusätzlich erzielen die Anlagen noch Erlöse durch den Wärmeverkauf, entweder durch den direkten Verkauf der Wärme (z.B. Nah- und Fernwärmekonzepte) oder über die Wärmenutzung angeschlossener Wärmeverwertungsanlagen (z.B. Trocknung). In beiden Fällen sind der zusätzliche Investitionsbetrag und die zusätzlichen laufenden Kosten berücksichtigt. Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich Biogasanlagen mit nachwachsenden Rohstoffen als Substrat untersucht wurden, gibt es keine Erlöse aus Entsorgung von Abfällen. Für das Endsubstrat (Biogasgülle) werden keine Erlöse ausgewiesen bzw. angesetzt. Der Düngerwert der Biogasgülle findet bei den Substratkosten Berücksichtigung.

2.4. KOSTENBLÖCKE

Die einzelnen Kostenpositionen sind in der Betriebszweigabrechnung in Kostenblöcken zusammengefasst. Nachfolgend werden diese Kostenblöcke und die darin summierten Kosten beschrieben. Alle in den Ergebnissen dargestellten Werte sind Nettobeträge ohne Mehrwertsteuer.

Die Substratkosten (getrennt nach Menge und Kosten für Wirtschaftsdünger bzw. nachwachsende Rohstoffe) und die Ausbringungskosten für Fermentationsrückstände sind im Block **Direktkosten** zusammengefasst. Die eingesetzten Mengen an Wirtschaftsdüngern und die nachwachsenden Rohstoffe sind in Tonnen Trockensubstanz angegeben. Angaben zu den Substratkosten sind nicht in allen untersuchten Biogasanlagen ausgewiesen. Dies wird damit begründet, dass die Kosten für den Substratzukauf nicht direkt aus den Werten der Buchhaltung über den Substratzukauf abgeleitet werden können, weil die zeitliche Abgrenzung der Mengen- und Geldströme hinsichtlich der jeweiligen Abrechnungsperiode der Kostenrechnung in den Arbeitskreisen sich als schwierig herausstellt. Die ausgewiesenen Kosten für die Ausbringung der Fermentationsrückstände beruhen auf kalkulatorischen Kosten von 3 € je m³ Fermentationsrückstand.

Die **Betriebskosten** setzen sich aus den Kosten für Wartung und Instandhaltung (getrennt in BHKW, Beschickung, Rührwerke, gasführende und flüssigführende Bestandteile sowie Gebäude und bauliche Anlagen) und dem Stromzukauf zusammen. Wird der Prozessstrombedarf durch eigene Produktion gedeckt, wird die Differenz zwischen ausgewiesener Stromproduktion und Stromverkauf mit Opportunitätskosten bewertet. In den Fällen, wo eine exakte Aufteilung der Wartung und Instandhaltung nach den oben angeführten Gruppen anhand der Buchungen nicht vorgenommen werden kann, werden diese Positionen unter einer Kostenposition Wartung und Instandhaltung zusammengefasst.

Unter dem Begriff **Anlagekosten** sind die kalkulatorischen Kosten für die Abschreibung - getrennt nach Gebäude und bauliche Anlagen bzw. Technik und Maschinen - und die tatsächlich im Jahr angefallenen Zinsen für bestehende Verbindlichkeiten zusammengefasst. Die Abschreibung der Gebäude und bauliche Anlagen erfolgt in der Betriebszweigabrechnung einheitlich auf 13 Jahre, die Technik und Maschinen werden auf 6,5 Jahre abgeschrieben. Dies wird damit begründet, dass die Nutzungsdauer des Blockheizkraftwerkes in der Regel bei einer Laufzeit von ca. 50.000 h liegt und die Einbring- und Rührtechnik speziell bei Anlagen mit hohem Anteil an nachwachsenden Rohstoffen großem Verschleiß unterliegen. Abweichend davon wird für Biogasanlagen mit Vollwartungsvertrag der Abschreibungszeitraum für das Blockheizkraftwerk mit 13 Jahren festgelegt.

Die **Personalkosten** sind getrennt nach den Kosten für Management und Verwaltung bzw. Anlagenbetreuung dargestellt. Da bei den untersuchten Biogasanlagen diese Tätigkeiten in der Regel von den Anlagenbetreibern ausgeführt werden, stellen die ausgewiesenen Werte kalkulatorische Kosten beruhend auf dem jeweiligen Arbeitszeitbedarf dar. Für Management und Verwaltung kommen 25 € je h und für die Anlagenbetreuung 20 € je h zum Ansatz.

Im Kostenblock **Sonstige Kosten** sind die Kosten für die Versicherung explizit ausgewiesen. Der Rest ist unter einer Position summiert und beinhaltet vor allem den Aufwand für Verwaltung (Büro, Telefon), Prozessoptimierung (Analysen, Zusatzstoffe) und Beiträgen bzw. Abgaben.

3. METHODEN

Mit den unter Punkt 2 angeführten Rohdaten aus der Datenbank des Arbeitskreises Biogas wurden zunächst die Jahresdaten für jede einzelne Biogasanlage ermittelt, auf Plausibilität geprüft und allfällige Korrekturen und Ergänzungen nach Rücksprache mit den Arbeitskreis-Referenten bzw. den Anlagenbetreibern eingearbeitet. Die deskriptive Auswertung beruht auf 56 Jahresergebnissen von

36 verschiedenen Biogasanlagen. Bezugsbasis der meisten dargestellten Ergebnisse sind die Kosten je kWh produzierten Strom. Einzelne Kostenpositionen können beim Vergleich unterschiedlicher Jahre auf ein und derselben Anlage erheblichen Schwankungen unterliegen. Dies betrifft vor allem die Substratkosten, die an die Volatilität der Agrarproduktpreise gekoppelt sind, sowie die Instandhaltungs- bzw. Reparaturkosten, die sporadisch anfallen.

Im zweiten Teil der Ergebnisdarstellung werden in einem Modell für die 56 Datensätze die über eine Periode von 13 Jahren erforderlichen konstanten Einspeisetarife zur Abdeckung der Herstellungskosten ermittelt. In diesen Berechnungen sind auch die tatsächlich erzielten Wärmeerlöse und sonstige Erlöse je Biogasanlage berücksichtigt. Bei der Ermittlung der Kapitalkosten kommt im Gegensatz zu den Kalkulationen der Jahresergebnisse - wo die Abschreibung und die tatsächlich bezahlten Zinsen¹ in die Anlagenkosten einfließen - ein einheitlicher Zinssatz für das gesamte eingesetzte Kapital von 5% zum Ansatz. Für Biogasanlagen, bei denen keine Angaben zu den Substratkosten zur Verfügung standen, werden die Kosten je Tonne Trockensubstanz in Anlehnung an die ermittelten durchschnittlichen Kosten der Anlagen mit Angaben zu den Substratkosten für das jeweilige Jahr angenommen.

4. JAHRESERGEBNISSE DER BETRIEBSZWEIGAUSWERTUNG

Die 36 erhobenen Biogasanlagen weisen insgesamt eine installierte elektrische Leistung von 13,7 MW auf und repräsentieren damit knapp 15% der in Österreich installierten elektrischen Leistung von Biogasanlagen. Die durchschnittliche Kapazität liegt mit 381 kW_{el} über der durchschnittlichen Größe aller Anlagen (2009: 277 kW_{el}).

Die Biogasanlagen sind mit einer laufenden Nummer sowie dem ausgewerteten Jahr codiert. Biogasanlagen mit einem Alleinstellungsmerkmal hinsichtlich der elektrischen Leistung sind in den Abbildungen aus Datenschutzgründen nicht dargestellt, sehr wohl aber in den Auswertungen berücksichtigt.

4.1. ALLGEMEINE DATEN

Die Ergebnisse spiegeln die Situation von insgesamt 36 Biogasanlagen wider. Von 20 Biogasanlagen gibt es Ergebnisse zu beiden untersuchten Jahren. Bei 12 weiteren Anlagen liegen Daten nur für das Jahr 2008 und von 4 Biogasanlagen nur für das Jahr 2009 vor. In Tabelle 1 ist die Verteilung der untersuchten Biogasanlagen nach elektrischer Nennleistung und untersuchtem Jahr ersichtlich.

Tabelle 1: Anzahl der untersuchten Biogasanlagen nach elektrischer Nennleistung und untersuchtem Jahr

Nennleistung (in kW _{el})	Anzahl Biogasanlagen 2008	Anzahl Biogasanlagen 2009
kleine Anlagen (100 bis 250)	14	10
mittlere Anlagen (251 bis 500)	15	10
große Anlagen (501 bis 1.000)	3	4

¹ Der jährlich in der Buchhaltung ausgewiesene Zinsaufwand ist von der Laufzeit und - bei flexiblem Zinssatz - vom betreffenden Zinsniveau - abhängig und betrifft nur das Fremdkapital

Hinsichtlich der Rechtsform wurden von 32 der 36 Biogasanlagenbetreibern Angaben gemacht. Elf Anlagen werden als GmbH. geführt, zehn in Form einer Kommanditgesellschaft. Je vier Anlagen sind Aktiengesellschaften bzw. Genossenschaften mit beschränkter Haftung, weitere drei Biogasanlagen haben als Rechtsform eine GmbH. & Co KG (Tabelle 2).

Tabelle 2: Rechtsform der Biogasanlagen nach Anlagengröße

Rechtsform	kleine Anlagen (100 bis 250 kW _{el})	mittlere Anlagen (251 bis 500 kW _{el})	große Anlagen (501 bis 1.000 kW _{el})
Gen.m.b.H.	1	1	2
GmbH. & Co KG		3	
GmbH.	3	6	2
KG	8	1	1
AG		4	
Keine Angaben	3	1	

4.2. INVESTITIONSSUMME

Die Grundlage der nachfolgenden Auswertungen sind die Anschaffungskosten der 36 untersuchten Biogasanlagen. Die Aufteilung der Investitionssumme in Ausgaben für bauliche und technische Anlagen ist in Abbildung 3 dargestellt. Abgesehen von zwei Extremwerten (11% bzw. 59%) liegt der von den Anlagenbetreibern angegebene Wert in den meisten Fällen zwischen 25% und 40%. Der Mittelwert, wie auch der Median, liegt bei einem Anteil von knapp 31%. In weiterer Folge ist dieser Anteil von Relevanz, weil bei der Technik mit nur der halben Abschreibungsdauer der baulichen Anlagen kalkuliert wird.

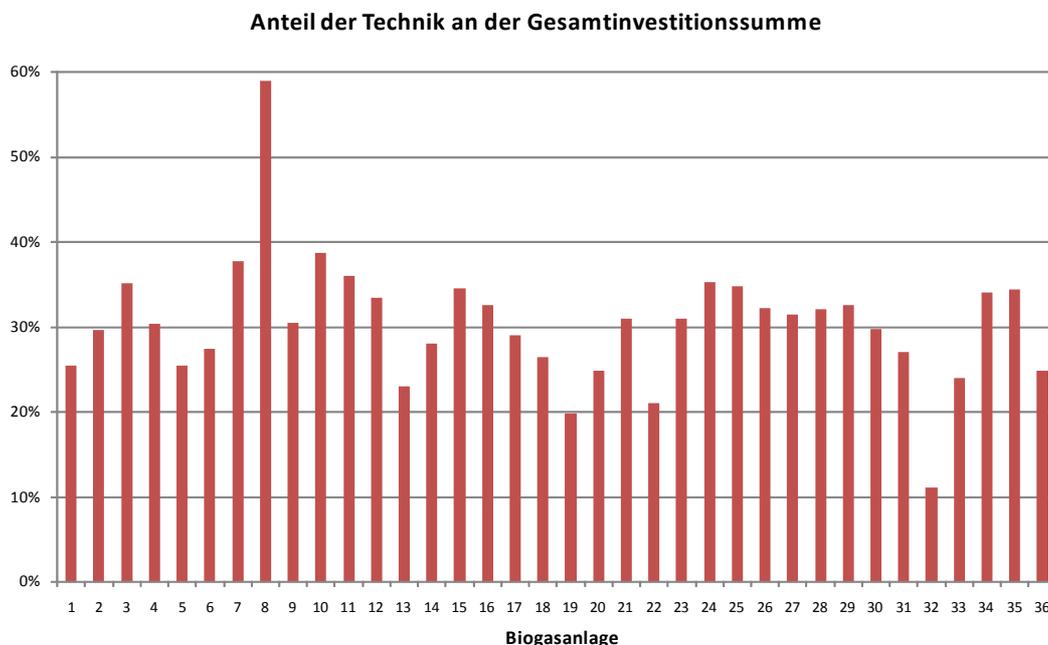
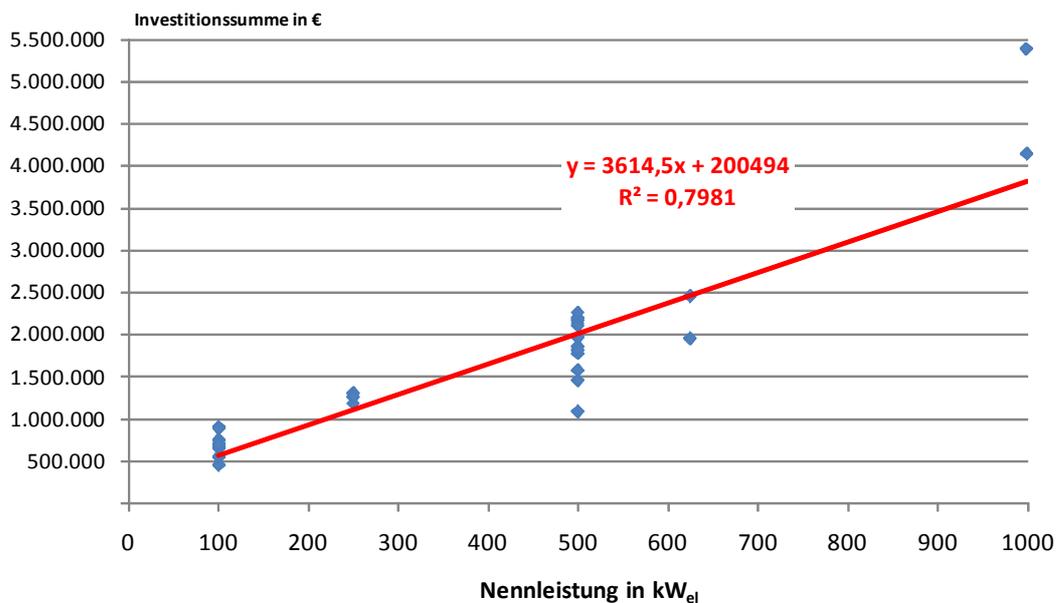


Abbildung 3: Anteil der Technik an der Gesamtinvestitionssumme

Abbildung 4 zeigt die Investitionssumme der Biogasanlagen im Bezug zur installierten elektrischen Leistung im Detail. Die günstigste Anlage (100 kW_{el}) verursachte Investitionen in der Höhe von

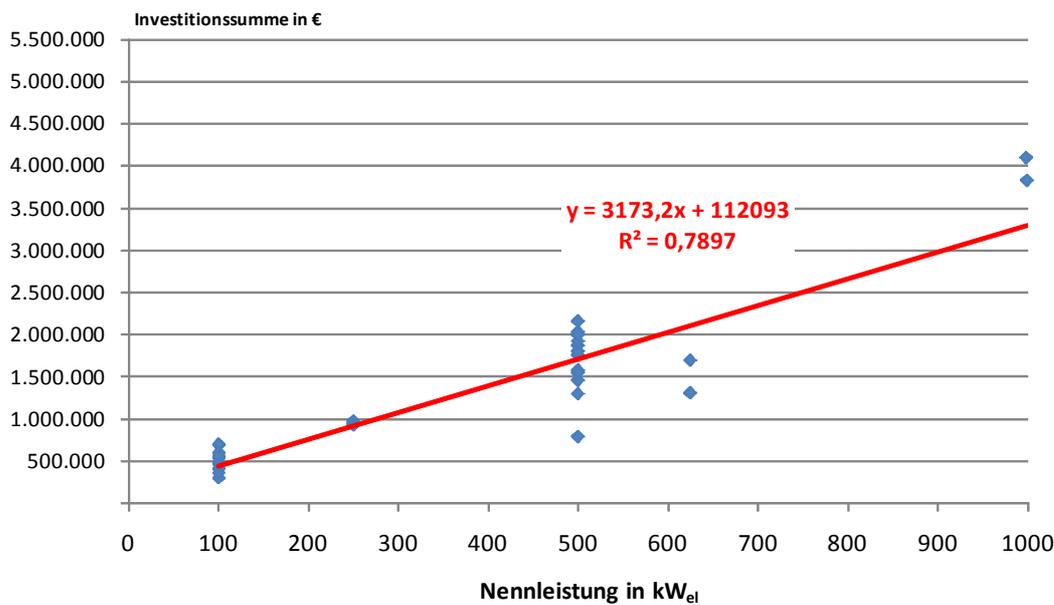
450.000 €, die teuerste (1 MW_{el}) knapp 5,4 Mio. €. Das Bestimmtheitsmaß der linearen Regression zwischen der abhängigen Variable Investitionssumme und der unabhängigen Variable installierte elektrische Leistung beträgt 80%. Laut Regressionsgleichung liegt die Investitionssumme für eine Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 100 kW bei ca. 560.000 € und steigt mit jeder zusätzlich installierten Kilowattstunde um 3.615 € an. Eine Anlage mit 500 kW_{el} erfordert ca. 2 Mio. € und eine 1 MW_{el}-Anlage etwas mehr als 3,8 Mio. € an Kapital.



Anlagen, die aufgrund ihrer Nennleistung eindeutig identifizierbar sind, scheinen nicht als Datenpunkt auf sind jedoch in der Regressionsgeraden berücksichtigt

Abbildung 4: Investitionssumme und elektrische Leistung der analysierten Biogasanlagen

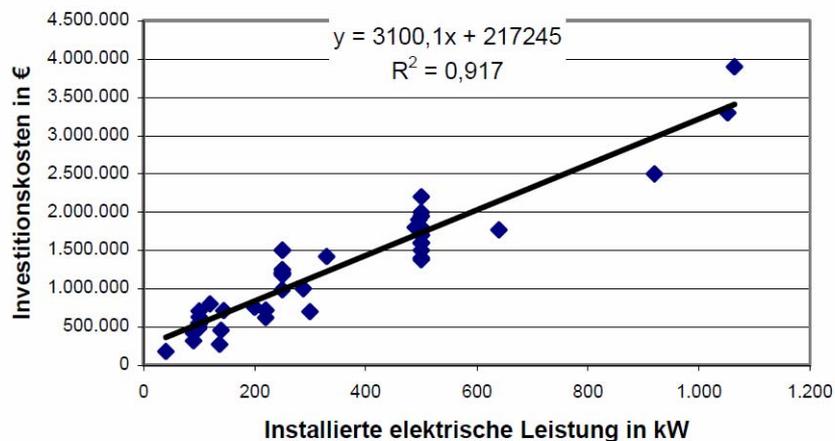
Mit Ausnahme einer Anlage erhielten alle eine Investitionsförderung. Der Anteil dieser Förderung beträgt zwischen 4% und 36% der Investitionssumme (Mittelwert: 19%, Median: 21%). Die Gewährung dieser Förderung wurde in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich gehandhabt. Unter Berücksichtigung der Investitionsförderung ergibt sich der in Abbildung 5 ersichtliche Zusammenhang zwischen Anlagengröße und Investitionssumme. Die tatsächlich aufzubringenden Investitionsmittel verringerten sich damit für die untersuchten Anlagen auf 290.000 € für die günstigste und 4,1 Mio. € für die teuerste Anlage. Das Bestimmtheitsmaß ist mit 79% in etwa gleich hoch wie ohne Förderung. Eine 100 kW_{el}-Anlage benötigt ca. 430.000 € an Kapital, eine 1 MW_{el}-Anlage knapp 3,3 Mio. €.



Anlagen, die aufgrund ihrer Nennleistung eindeutig identifizierbar sind, scheinen nicht als Datenpunkt auf sind jedoch in der Regressionsgeraden berücksichtigt

Abbildung 5: Investitionssumme (abzüglich Investitionsförderung) und elektrische Leistung der analysierten Biogasanlagen

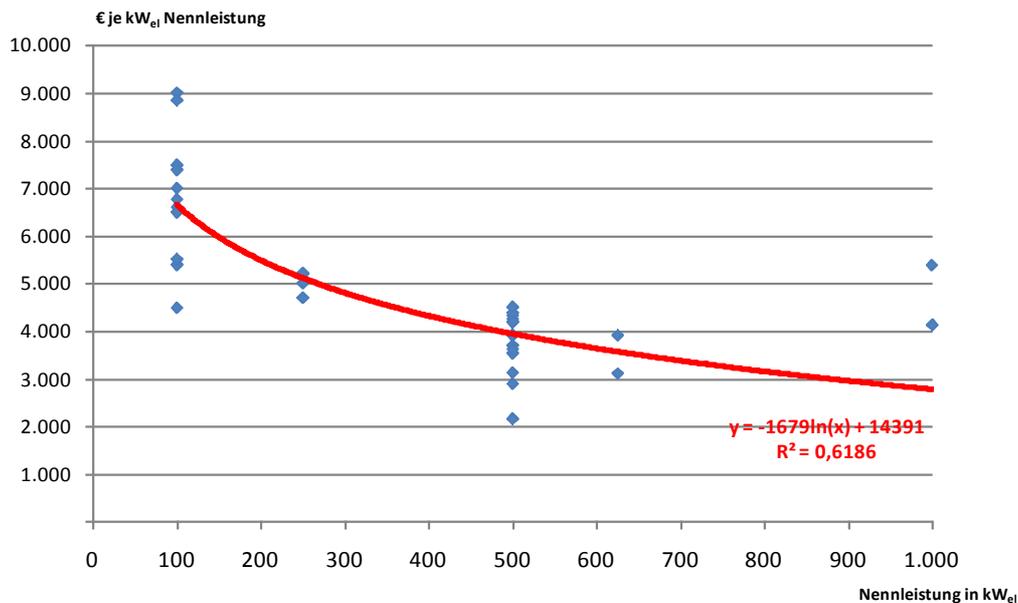
Gegenüber einer früheren Untersuchung (Walla und Schneeberger 2006), die die Investitionsbeträge von 55 Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung zwischen 19 und 1.064 kW_{el} analysierte (Abbildung 6), liegt der Schnittpunkt der Geraden mit der Ordinate niedriger (112.093 gegenüber 217.245), der Regressionskoeffizient ist allerdings geringfügig höher (3.173 gegenüber 3.100). Der Kapitalbedarf stieg demnach in der jüngsten Vergangenheit mit der Größe der Anlagen stärker an als nach der früheren Analyse. Die Größendegression ist in den Anlagen der vorliegenden Untersuchung geringer ausgeprägt. Bei einer Größe von rund 1,4 MW_{el} ergeben beide Funktionen rechnerisch dieselben Investitionskosten (4,7 Mio. €).



Quelle: Walla und Schneeberger, 2006

Abbildung 6: Investitionskosten von 48 landwirtschaftlichen Biogasanlagen (Walla und Schneeberger, 2006)

Bezogen auf die getätigte Investitionssumme je kW installierte elektrische Leistung können erhebliche Unterschiede bei den untersuchten Anlagen festgestellt werden. Bei kleineren Biogasanlagen schwanken die Anschaffungskosten zwischen 4.500 und 9.000 € je kW_{el}. Mittlere Anlagen liegen - abgesehen von einer Anlage - zwischen 3.000 und 4.500 €. Bei den größeren Biogasanlagen kann keine wesentliche Kostendegression mehr festgestellt werden. Allerdings ist die Anzahl der untersuchten großen Anlagen zu gering, um abgesicherte Aussagen zu treffen.



Anlagen, die aufgrund ihrer Nennleistung eindeutig identifizierbar sind, scheinen nicht als Datenpunkt auf sind jedoch in der Regressionsgleichung berücksichtigt

Abbildung 7: Investitionssumme je kW installierter elektrischer Leistung

Unter Berücksichtigung der gewährten Investitionsförderung ergibt sich tendenziell ein ähnliches Bild (Abbildung 8). Die in Bezug zur Investitionssumme relativ höheren Investitionszuschüsse bei kleineren Anlagen konnten den Kapitalbedarf auf 3.000 bis 7.000 € je kW_{el} verringern. Bei den mittleren Anlagen trägt die Investitionsförderung nur unwesentlich zu einer Senkung des Kapitalbedarfs zum Bau der Anlagen bei.

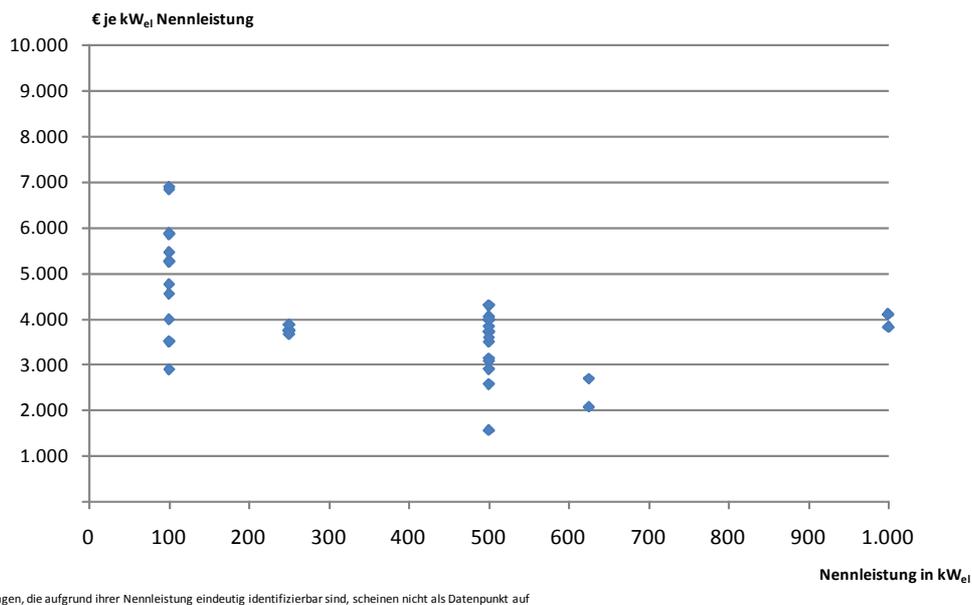


Abbildung 8: Investitionssumme je kW installierter elektrischer Leistung unter Berücksichtigung der gewährten Investitionsförderung

Einen abschließenden Überblick zu Kennzahlen über die getätigten Investitionen gruppiert nach der Größe der Anlagen gibt Tabelle 3.

Tabelle 3: Kennzahlen zu den Investitionssummen - gruppiert nach Größe der Anlagen

	kleine Anlagen (100 bis 250 kW _{el})	mittlere Anlagen (251 bis 500 kW _{el})	große Anlagen (501 bis 1.000 kW _{el})
Anzahl Anlagen	15	16	5
Ø elektr. Nennleistung	133	489	780
Ø Anteil Technik	33,0%	29,5%	25,7%
Ø Anteil Investitionsförderung	26,9%	10,1%	24,6%
Ø Investitionssumme je kW _{el}	6.398	3.791	3.346
Ø Investitionssumme je kW _{el} inkl. Investitionsförderung	4.694	3.429	2.786

4.3. EINGESETZTE SUBSTRATE

Die Auswertung zeigt, dass insgesamt 28 unterschiedliche Substrate in den vorliegenden 56 Datensätzen eingesetzt wurden. Maissilage wurde, bis auf drei Anlagen, in allen Anlagen verwertet und ist somit das bedeutendste Substrat (95% relative Einsatzhäufigkeit). In drei Viertel der Anlagen kam zusätzlich zu nachwachsenden Rohstoffen auch Wirtschaftsdünger zum Einsatz. Weitere bedeutende Substrate waren Grassilage, Maiskornsilage und Ganzpflanzensilage (GPS) aus Getreide sowie Sudangras (Abbildung 9 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

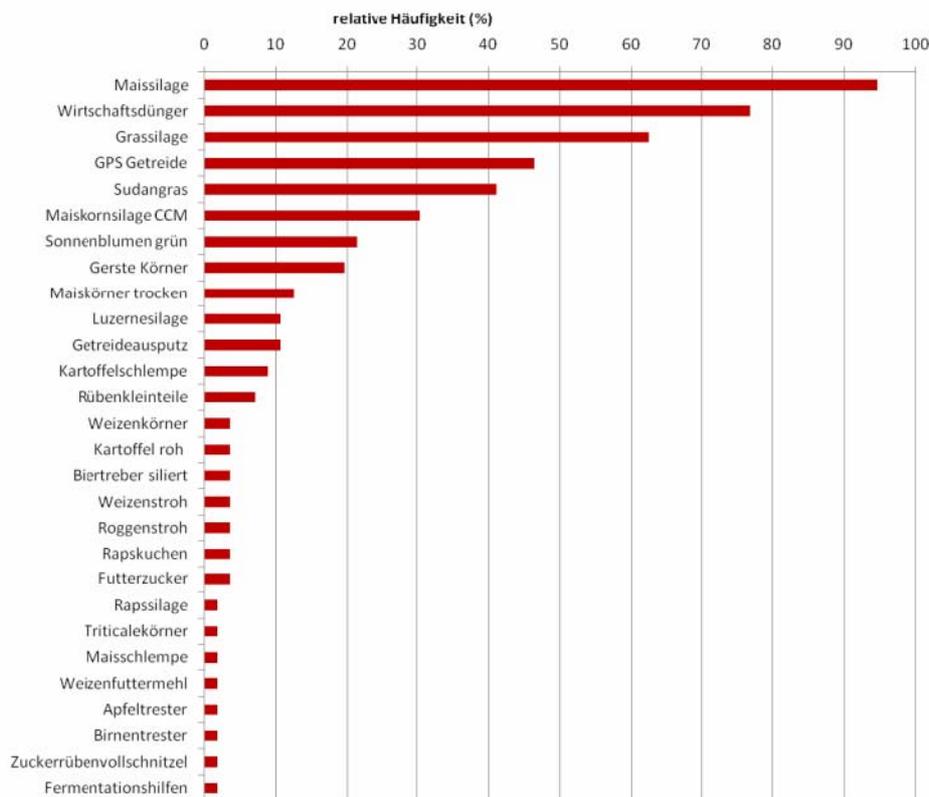


Abbildung 9: Relative Einsatzhäufigkeit der verwerteten Substrate bei den untersuchten Biogasanlagen

Insgesamt beläuft sich die Menge an eingesetztem Substrat auf ca. 150.000 t Trockensubstanz (TS). Die Hälfte davon entfällt mit fast 80.000 t TS auf Maissilage. Weitere wichtige Substrate mit mehr als 10.000 t TS sind GPS-Getreide, Grassilage und Wirtschaftsdünger. Darüber hinaus werden noch fast 8.500 t TS CCM, 6.500 t TS Sudangras und mehr als 4.000 t TS Getreidekörner verwertet (inkl. Körnermais). Luzernesilage und Rapssilage wurden unter sonstiger Silage zusammengefasst und erreichen eine Menge von fast 7.500 t TS. Alle anderen Substrate finden sich unter sonstige Substrate und machen 9.500 t TS aus (Abbildung 10).

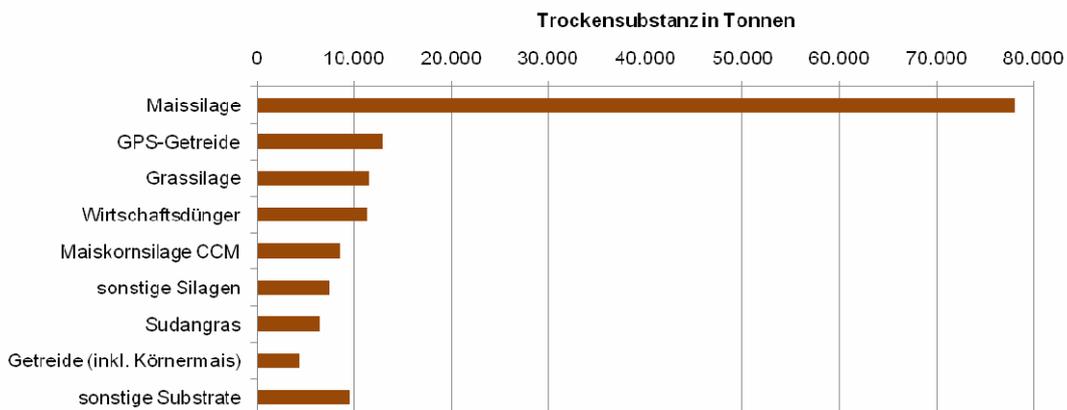


Abbildung 10: Gesamtmenge (TS) der eingesetzten Substrate

Die jährlich je Biogasanlage eingesetzte Substratmenge ist stark von der Nennleistung abhängig und schwankt zwischen 673 und 6.886 t TS (Abbildung 11). Während der Durchschnitt der kleinen Anlagen bei 1.080 t lag, wurden bei den mittleren durchschnittlich 3.621 t und bei den großen

Anlagen 5.196 t verwertet. Im Durchschnitt konnten 1.150 kWh_{el}/t TS produziert werden. Im Biogas-Messprogramm II wurde für die untersuchten Anlagen in Deutschland ein Mittelwert von 1.296 kWh_{el}/ot TS errechnet (vTI, 2009). Bei der Annahme eine durchschnittlichen oTS-Gehaltes von 90% an der Trockensubstanz entspricht ziemlich genau dem in dieser Arbeit ermitteltem Wert. Die Zusammenstellung der eingesetzten Substrate je Anlage gestaltet sich sehr unterschiedlich. Mit Ausnahme der Anlagen 4_08 (Körnermais und Wirtschaftsdünger) und 13_09 (Grassilage und Wirtschaftsdünger) wurden überall mindestens drei unterschiedliche Substrate eingesetzt (Abbildung 11).

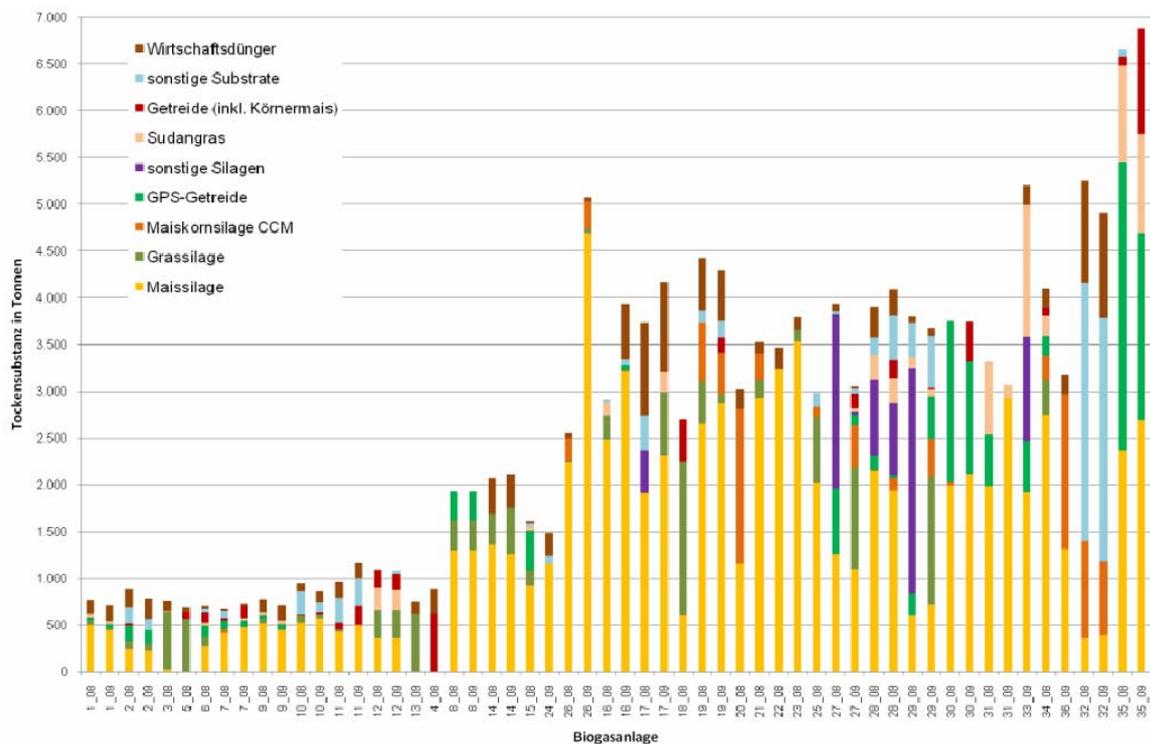
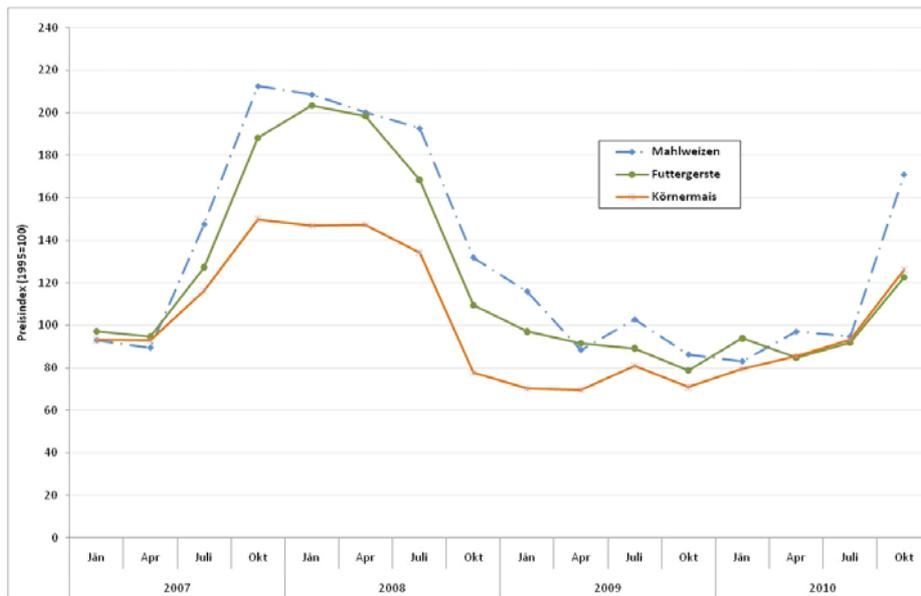


Abbildung 11: Jährlich eingesetzte Substratmengen der einzelnen Biogasanlagen

Die Substratkosten waren vor allem bei NAWARO-Biogasanlagen bereits in der Vergangenheit mit 40 bis 50% der jährlichen Gesamtkosten ein wesentlicher Kostenfaktor (vgl. Walla und Schneeberger, 2008). Durch die in den vergangenen Jahren zunehmende Volatilität der Preise für agrarische Rohstoffe kann der Anteil der Substratkosten einen noch höheren Anteil erreichen. Stellvertretend für die Entwicklung der Agrarrohstoffpreise der zurückliegenden vier Jahre ist der Preisindex für Mahlweizen, Futtergerste und Körnermais in Abbildung 12 dargestellt. Von den Preisen dieser Produkte können die Substratkosten der am häufigsten verwendeten Substrate abgeleitet werden. Ausgehend von einem Preisniveau Anfang 2007, das annähernd dem Preisniveau des Jahres 1995 entsprach, kam es mit der Ernte 2007 zu einer Verdoppelung der Preise für Mahlweizen und Futtergerste bzw. zu einem Anstieg bei Körnermais von rund 50%. Ende 2008 fielen die Preise wieder auf das Ausgangsniveau. Mit der Ernte 2010 ist eine ähnliche Entwicklung wie zur Ernte 2007 zu beobachten.



Quelle: eigene Darstellung mit Daten der LBG, 2010

Abbildung 12: Preisindex für Mahlweizen, Futtergerste und Körnermais 2007 bis 2010

Von 31 der insgesamt 56 Datensätze standen zusätzlich zu den Substratmengen auch Angaben zu den Substratkosten zur Verfügung. In Tabelle 4 und Tabelle 5 sind die Kosten für Substrate aus nachwachsenden Rohstoffen je Tonne Trockensubstanz und je kWh Strom getrennt für 2008 und 2009 ausgewiesen. Über alle Anlagen waren die Substrate im Durchschnitt 2009 um beinahe 20 € je Tonne TS günstiger als 2008. Bezogen auf den produzierten Strom sind dies knapp 2 Cent günstigere Substratkosten. Der Variationskoeffizient lag 2008 ebenfalls über dem Wert von 2009. Die höheren Erzeugerpreise für agrarische Produkte führten 2008 neben wesentlich höheren Substratkosten auch zu einer breiteren Streuung der Substratpreise.

Tabelle 4: Substratkosten 2008 - gruppiert nach Anlagengröße

	Anzahl	Substratkosten in Cent/kWh _{el}				Substratkosten in €/t TS			
		MW	Max	Min	Var.-koeff	MW	Max	Min	Var.-koeff
kleine Anlagen (100 bis 250 kW _{el})	5	8,8	11,0	4,8	0,29	111	140	68	0,24
mittlere Anlagen (251 bis 500 kW _{el})	12	10,2	15,2	5,4	0,29	122	187	71	0,32
große Anlagen (501 bis 1.000 kW _{el})	2	6,6	6,8	6,4	0,04	104	131	76	0,37
Alle Anlagen	19	9,4	15,2	4,8	0,31	117	187	68	0,29

Tabelle 5: Substratkosten 2009 - gruppiert nach Anlagengröße

	Anzahl	Substratkosten in Cent/kWh _{el}				Substratkosten in €/t TS			
		MW	Max	Min	Var.-koeff	MW	Max	Min	Var.-koeff
kleine Anlagen (100 bis 250 kW _{el})	3	9,4	10,9	8,4	0,14	113	126	104	0,10
mittlere Anlagen (251 bis 500 kW _{el})	7	7,2	10,5	5,5	0,24	83	115	63	0,20
große Anlagen (501 bis 1.000 kW _{el})	2	5,7	5,8	5,6	0,03	110	126	95	0,20
Alle Anlagen	12	7,5	10,9	5,5	0,25	95	126	63	0,22

4.4. AUSLASTUNG DER ANLAGEN

Die durchschnittliche Auslastung des Blockheizkraftwerkes (BHKW) der untersuchten Anlagen liegt bei 92%. Die Hälfte der Anlagen erreicht eine Auslastung von 95% und mehr, ein Drittel sogar 98% und darüber. Viele der kleinen Anlagen weisen eine sehr gute Auslastung des BHKW auf. Dies lässt auf einen relativ störungsfreien Betrieb und eventuell vorhandenes zusätzliches Potenzial hinsichtlich Steigerung der installierten elektrischen Leistung bei bestehender Anlagengröße schließen. Das Biogas-Messprogramm II weist für die untersuchten Biogasanlagen in Deutschland eine durchschnittliche elektrische Auslastung von 85% aus (vTI, 2009).

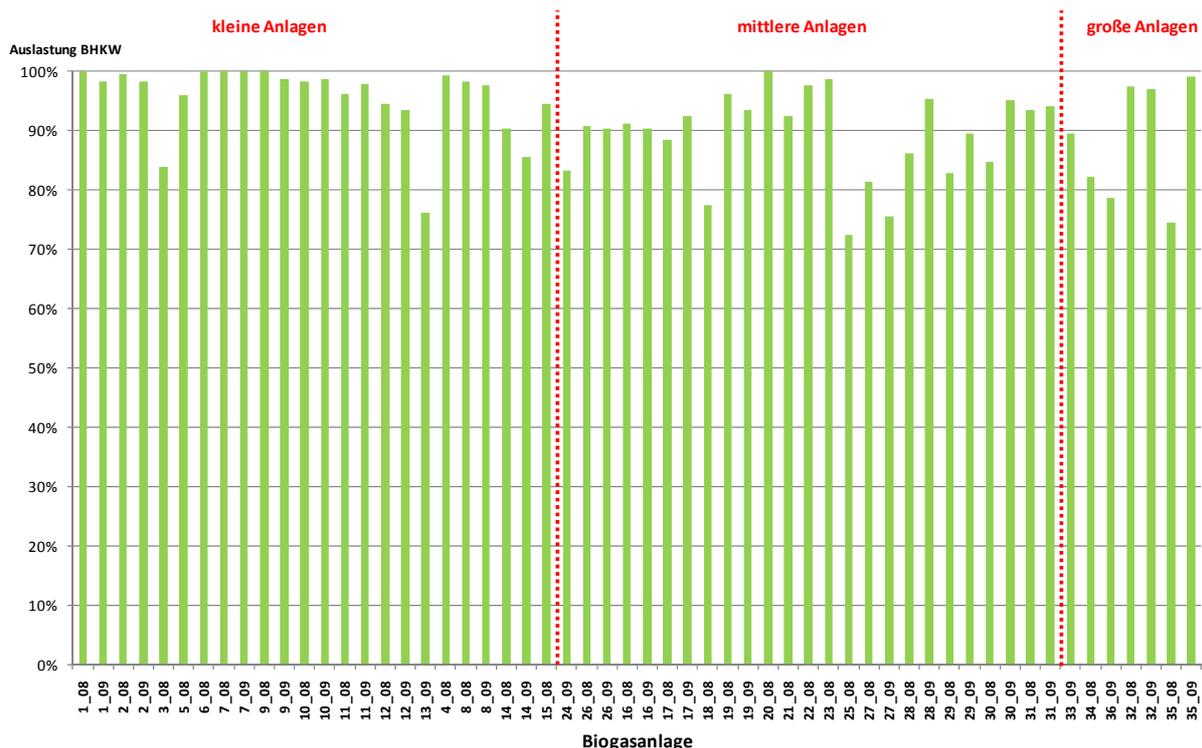


Abbildung 13: Auslastung des Blockheizkraftwerkes (BHKW) der untersuchten Biogasanlagen

Bei nur 57% der untersuchten Jahresdatensätze sind Erlöse für die Wärmenutzung ausgewiesen. Bei der Planung und Entscheidung über die Realisierung der Biogasanlagen dürften Überlegungen zur Wärmenutzung von untergeordneter Rolle gewesen sein. Mit zunehmender Größe der Anlagen steigt auch der Anteil der Anlagen mit Erlösen aus der Wärmenutzung von 46% bei den kleinen Anlagen über 60% bei den mittleren Anlagen bis zu 86% bei den großen Anlagen. Da im Datensatz nur die monetären Werte der Wärmenutzung ausgewiesen sind, kann keine Aussage über den Anteil der tatsächlich genutzten Wärme (ohne genutzter Prozesswärme) an der potentiell zur Verfügung stehenden Wärme gemacht werden.

4.5. KOSTEN OHNE SUBSTRAT

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Auswertung einzelner Kostenpositionen und die Summe der kalkulatorischen Kosten ohne Substrat für alle Datensätze der Jahre 2008 und 2009. Der Variationskoeffizient ist bei den sonstigen Kosten am Höchsten. Verantwortlich dafür ist wahrscheinlich der unterschiedliche Detailierungsgrad der Aufschlüsselung einzelner

Kostenpositionen und damit verbunden deren Zuordnung zu den Kostenblöcken. Die Personalkosten variieren ähnlich stark. Hier schlagen sich allerdings Degressionseffekte mit zunehmender Anlagengröße bei der Betreuung der Anlagen nieder. In der Summe der Kosten ist die relative Streuung allerdings - ähnlich den Anlagekosten - bedeutend geringer.

Tabelle 6: Ergebnisse zu einzelnen Kostenpositionen

	Cent je kWh Strom				
	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Var-koeff.
Kosten Ausbringung Fermentationsrückstände	0,40	1,53	0,88	0,83	0,38
Betriebskosten	0,45	6,72	2,74	2,46	0,45
Anlagekosten	3,58	12,02	7,40	6,83	0,27
Personalkosten	0,35	3,37	1,24	1,07	0,55
Sonstige Kosten	0,16	4,00	1,63	1,43	0,63
Kalkulatorische Kosten ohne Substrat	9,12	21,80	13,89	13,49	0,25
Anlagekosten mit Investitionsförderung	3,13	10,02	5,82	5,43	0,30
Kalk. Kosten mit Invest-Förderung o. Substrat	7,69	19,80	12,31	11,34	0,26

Im Durchschnitt ergeben sich kalkulatorische Kosten ohne Substrat von 13,89 Cent je kWh Strom. Die Anlagekosten machen davon mit 7,4 Cent je kWh_{el} mehr als die Hälfte aus, gefolgt von den Betriebskosten mit 2,74 Cent je kWh_{el}. Unter Einbeziehung der erhaltenen Investitionsförderung sinken die Kosten ohne Substrat auf durchschnittliche 12,31 Cent je kWh_{el} mit einer Bandbreite von 7,69 bis 19,80 Cent je kWh_{el}.

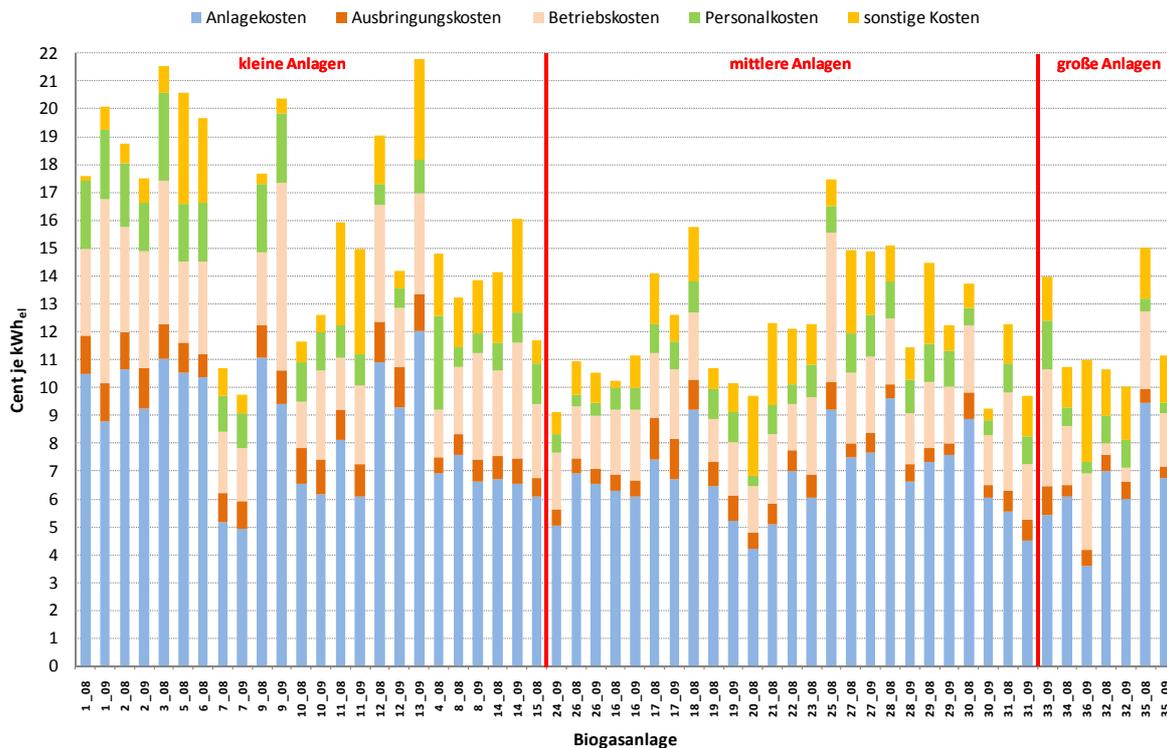


Abbildung 14: Kosten je kWh Strom - ohne Substratkosten

Der Vergleich auf Basis von Jahresdaten zeigt eine große Streuung der Kosten je kWh Strom. Im Durchschnitt produzieren größere Anlagen zu niedrigeren Kosten als kleinere (Abbildung 14). Unter Berücksichtigung der erhaltenen Investitionsförderung beträgt die Differenz bei den Kosten ohne

Substrat zwischen den kleinen und den mittleren Anlagen im Durchschnitt mehr als 3 Cent je kWh_{el} (Tabelle 7).

Tabelle 7: Kosten ohne Substrat in Cent je kWh Strom nach Anlagengröße

	kleine Anlagen (100 bis 250 kW _{el})	mittlere Anlagen (251 bis 500 kW _{el})	große Anlagen (501 bis 1.000 kW _{el})
Anzahl Datensätze	24	25	7
∅ Ausbringungskosten	1,11	0,75	0,59
∅ Betriebskosten	3,32	2,35	2,10
∅ Anlagekosten	8,39	6,75	6,33
∅ Personalkosten	1,66	0,96	0,80
∅ Sonstige Kosten	1,69	1,48	1,97
∅ Summe Kosten ohne Substrat	16,17	12,29	11,79
∅ Anlagekosten mit Investitionsförderung	6,40	5,39	5,36
∅ Summe Kosten mit Investitionsförderung und ohne Substrat	14,18	10,92	10,82

5. ERGEBNISSE DER MODELALKULATIONEN ZUM EINSPEISETARIF

Zur Berechnung des erforderlichen Einspeisetarifes werden die Direktkosten, die Betriebskosten, die Personalkosten und die Sonstigen Kosten direkt aus den Arbeitskreis-Daten übernommen. Bei Anlagen, für die keine Angaben zu den Substratkosten verfügbar waren, werden die ausgewiesenen Substratmengen einheitlich mit 115 €/t TS für 2008 und 95 €/t TS für 2009 festgesetzt. Die Anlagenkosten resultieren auf mit Hilfe der Annuitätenmethode berechneten Kapitalkosten. Die Nutzungsdauer wird mit 13 Jahren bemessen. Ausgenommen davon sind die technischen Anlagen, die mit einer Nutzungsdauer von 6,5 Jahren veranschlagt werden. Besteht für das BHKW ein Vollwartungsvertrag wird die Investition für das BHKW ebenfalls auf 13 Jahre umgelegt. Allfällige Leistungen aus der Wärmenutzung bzw. dem Gasverkauf gehen als Gutschrift und somit als Verringerung des erforderlichen Einspeisetarifes in die Kalkulationen ein.

In Abbildung 15 sind die erforderlichen Einspeisetarife ohne Berücksichtigung der gewährten Investitionsförderung je Biogasanlage und Untersuchungsjahr dargestellt. Der erforderliche Einspeisetarif bewegt sich im Bereich zwischen knapp 14 und mehr als 36 Cent je kWh Strom.

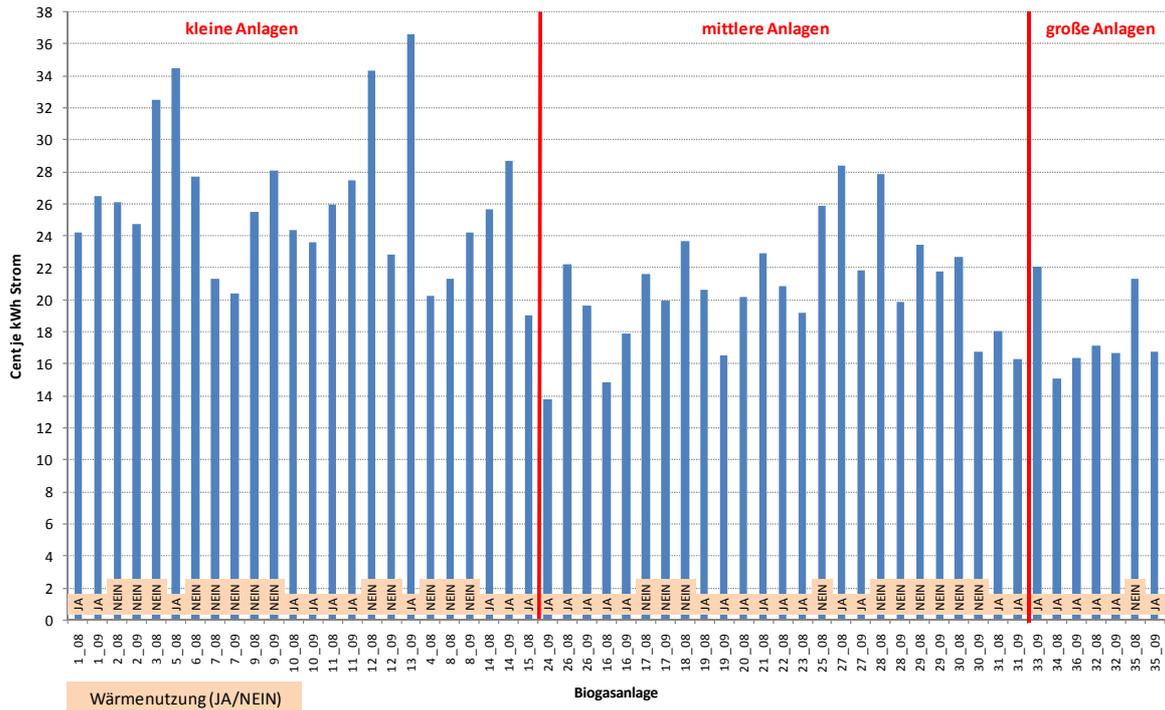


Abbildung 15: Erforderlicher Einspeisetarif je untersuchter Biogasanlage zur Abdeckung der Produktionskosten

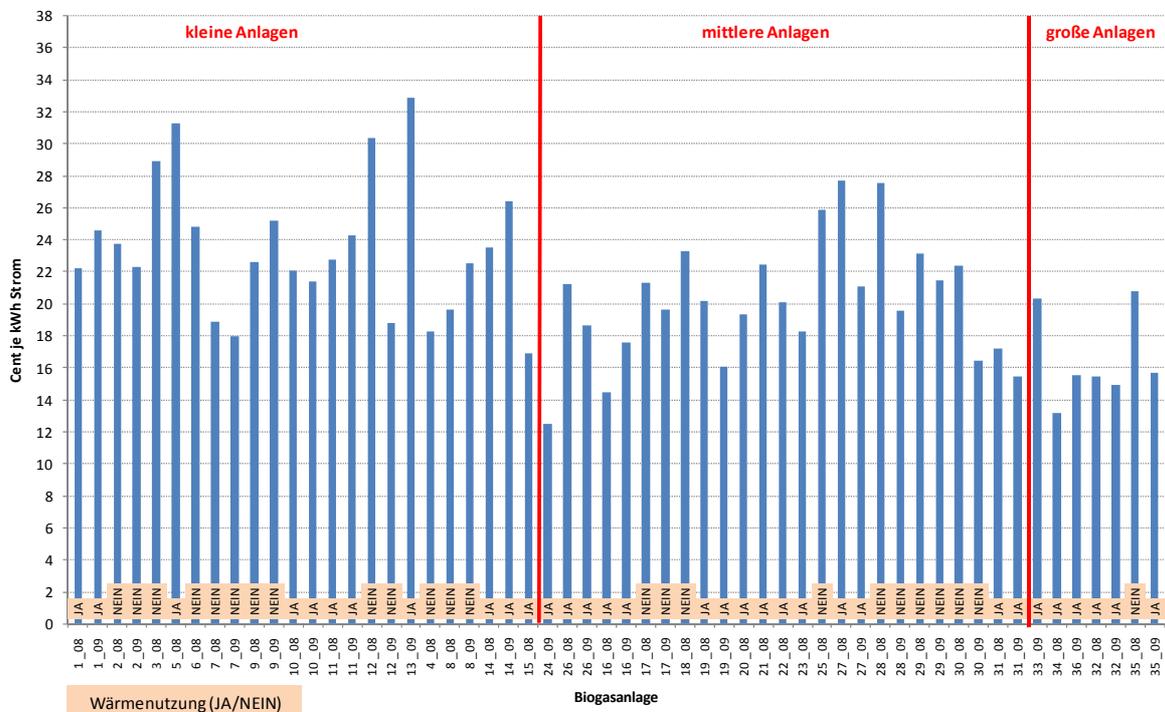


Abbildung 16: Erforderlicher Einspeisetarif je untersuchter Biogasanlage zur Abdeckung der Produktionskosten - unter Berücksichtigung der Investitionsförderung

Da, wie oben erwähnt, bis auf eine Biogasanlage alle eine Investitionsförderung lukrieren konnten, führt dies zu einer Minderung der Kapitalkosten der Anlagen und somit auch zu einem geringeren erforderlichen Einspeisetarif für die einzelnen Biogasanlagen (Abbildung 16). Die Einspeisetarife zur Abdeckung der Kosten bewegen sich in diesem Fall zwischen 12,5 und 33 Cent je kWh Strom.

Die für die untersuchten Biogasanlagen maßgebliche Regelung der Einspeisetarife (siehe Einleitung) sieht eine Staffelung nach der Engpassleistung der Anlagen vor. Eine Aufstellung der zur Abdeckung der Produktionskosten kalkulierten Einspeisetarife nach Anlagengröße zeigt Tabelle 8. Unter Berücksichtigung der gewährten Investitionsförderung und des Erlöses aus dem Verkauf von Wärme ergibt sich für kleine Anlagen ein erforderlicher Einspeisetarif von 23,4 Cent je kWh, für mittlere Anlagen 20,1 Cent je kWh und für große Anlagen 16,5 Cent je kWh. Die Wärmenutzung reduziert bei den kleinen Anlagen den erforderlichen Einspeisetarif um durchschnittlich 0,90 Cent je kWh Strom, bezogen auf die Anlagen mit Wärmenutzung. Bei den mittleren Anlagen sind dies nur 0,66 Cent je kWh, bei den großen Anlagen hingegen 1,36 Cent je kWh. Eine Aufschlüsselung der erforderlichen Einspeisetarife nach Anlagen mit und ohne Wärmenutzung zeigt keine einheitliche Tendenz für die nach Größe eingeteilten Gruppen von Biogasanlagen. Der durch die Wärmeverwertung erzielte positive Effekt wird durch die Streubreite der Kosten im Vergleich der einzelnen Anlagen überlagert. D.h. Biogasanlagen, die eine ungünstige Kostenstruktur bzw. ein weniger gutes Management aufweisen, können dies über die Wärmeverwertung kaum kompensieren.

Tabelle 8: Erforderliche Einspeisetarife und Wärmeerlöse in Cent je kWh Strom - gruppiert nach Anlagengröße (Werte in Klammern = Anzahl der Datensätze)

	kleine Anlagen (100 bis 250 kW _{el})	mittlere Anlagen (251 bis 500 kW _{el})	große Anlagen (501 bis 1.000 kW _{el})
Ø Erf. Einspeisetarif -alle Anlagen	23,4 (24)	20,1 (25)	16,5 (7)
Ø Erlös aus Wärmeverkauf der Anlagen mit Wärmenutzung	0,90 (11)	0,66 (15)	1,36 (6)

Eine Aufsplittung der Ergebnisse nach dem untersuchten Jahr weist im Durchschnitt für 32 untersuchte Anlagen im Jahr 2008 einen erforderlichen Einspeisetarif von 21,9 Cent je kWh aus. Im Jahr 2009 ist der betreffende Wert mit 20 Cent je kWh erheblich niedriger. Ein Großteil dieser Differenz ist mit den unterschiedlichen Substratkosten der beiden Jahre zu erklären.

Stellt man den für jeden Datensatz kalkulierten erforderlichen Einspeisetarif dem tatsächlich lukrierten Einspeisetarif gegenüber, zeigt sich, dass bei lediglich rund einem Viertel der kleinen Anlagen die Kosten mit den bestehenden Tarifen gedeckt sind. Bei den mittleren und großen Anlagen trifft dies für rund die Hälfte der Biogasanlagen zu. Warum trotzdem bisher nur eine geringe Anzahl von Biogasanlagen insolvent wurden, kann durch mehrere Umstände erklärt werden. Gerade bei kleinen Anlagen stellen die Personalkosten in der Regel kalkulatorische Kosten dar. D.h. es gibt keine fixe Entlohnung für die eingesetzte eigene Arbeitszeit. Liegen die errechneten Kosten über den Einspeisetarifen, können die in der Kalkulation angesetzten Stundensätze zur Entlohnung der Arbeit nicht realisiert werden. Ein weiterer Punkt sind die Substratkosten. Anlagenbetreiber, die Substrate selber erzeugen, sind kurzfristig in der Verrechnung bzw. Verteilung der Substratkosten über längere Zeiträume flexibler. Dies trifft in gewissem Maße auch auf Biogasanlagen, die in Form von Gesellschaften geführt werden, zu. Bei Liquiditätsengpässen besteht ferner kurzfristig auch die Möglichkeit - je nach Besicherung des Fremdkapitals - Tilgungspläne der Situation anzupassen. Dies ist in der Regel allerdings wiederum mit zusätzlichen Kosten verbunden. Mittel- und längerfristig bestimmen allerdings die am Markt erzielbaren Erlöse die Substratkosten und somit die

Verfügbarkeit von Substraten. Ebenso muss für einen dauerhaften Betrieb die Deckung der kalkulatorischen Kosten - hier vor allem der eingesetzten eigenen Arbeitskraft - gewährleistet sein.

6. VERGLEICH ZUR SITUATION IN DEUTSCHLAND

Derzeit werden in Deutschland nach Schätzungen knapp 6.000 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 2.300 MW betrieben. Im Jahr 2009 betrug die Stromerzeugung aus Biogas ca. 10 Mrd. kWh, dies entspricht etwa 1,6 % des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland bzw. ca. 11 % der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien (FNR, 2011). In Abbildung 17 ist klar ersichtlich, wie die 1. und 2. Novelle zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) die dynamische Entwicklung des Ausbaues der Biogaserzeugung beeinflusst haben.

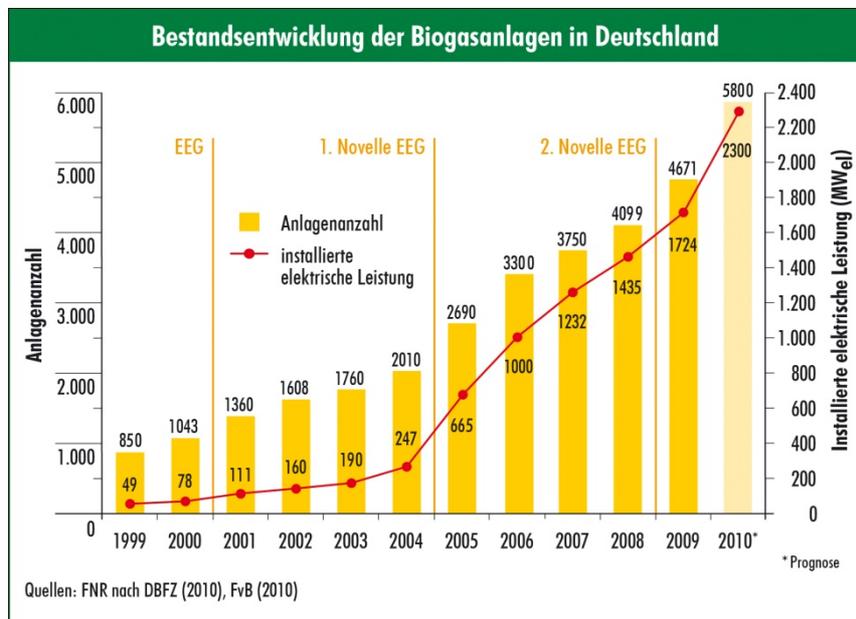


Abbildung 17: Entwicklung der Biogasanlagenzahl und die daraus resultierende installierte elektrische Leistung in Deutschland (erstellt durch FNR nach DBFZ (2010) und Fachverband Biogas (2010))

Die Vergütungssätze im EEG in der gültigen Fassung unterscheiden sich im Vergleich zu den Einspeisetarifen in Österreich in wesentlichen Punkten. Diese werden vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme über einen Zeitraum von 20 Jahren zuzüglich des Inbetriebnahmejahres gewährt. Für Anlagen, die nach 2009 in Betrieb gehen, gilt für jedes Jahr der späteren Inbetriebnahme eine Degression der Vergütungssätze von 1%. Die Grundvergütung ist nach der elektrischen Leistung gestaffelt. Zusätzlich gibt es Boni, die ebenfalls nach Leistung gestaffelt oder gedeckelt sind und eine Degression von 1% pro Jahr der späteren Inbetriebnahme aufweisen (Tabelle 9).

Tabelle 9: Vergütungssätze für Biogas in Deutschland (EEG 2009)

Vergütungsart		Einheit	≤ 150 kW	>150 kW ≤ 500 kW	>500 kW ≤ 5 MW
Grundvergütung		Ct/kWh _{el}	11,67	9,18	8,25
TA-Luft-Bonus		Ct/kWh _{el}	1,00	1,00	--
NawaRo-Bonus		Ct/kWh _{el}	7,00	7,00	4,00
Gülle-Bonus		Ct/kWh _{el}	4,00	1,00	--
Landschaftspflege-Bonus		Ct/kWh _{el}	2,00	2,00	--
Technologie-Bonus	Gasaufbereitung	Ct/kWh _{el}	2,00 (bis 350 Nm³/h)		
		Ct/kWh _{el}	1,00 (bis 700 Nm³/h)		
	Innovative Technik	Ct/kWh _{el}	2,00	2,00	2,00
KWK-Bonus		Ct/kWh _{el}	3,00	3,00	3,00

Quelle: Keymer, 2009

So erhalten Biogasanlagen, die zumindest 30% Wirtschaftsdünger einsetzen, für den Leistungsanteil bis 150 kW_{el} eine Vergütung von 4 Cent/kWh und für den Leistungsanteil von 151 bis 500 kW_{el} eine Vergütung von 1 Cent/kWh. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen wird über den NawaRo-Bonus vergütet. Auch dieser ist gestaffelt mit 7 Cent/kWh für den Leistungsanteil bis 500 kW_{el} und mit 4 Cent/kWh für den Leistungsanteil von 501 bis 5.000 kW_{el}. Daneben können noch ein Landschaftspflege-Bonus bei Einsatz von Pflanzenmaterial aus der Landschaftspflege, ein KWK-Bonus für die ausgekoppelte Wärmenutzung und ein Technologie-Bonus lukriert werden.

Anhand zweier Beispiel wird nachfolgend die Vergütung für eine 100 kW_{el}-Anlage mit nachwachsenden Rohstoffen und Gülle (mind. 30%) als Substrat und eine 500 kW_{el}-Anlage mit nachwachsenden Rohstoffen als Substrat und ausgekoppelter Wärmenutzung aufgezeigt:

Biogasanlage 100 kW installierte elektrische Leistung
Substrat NawaRo + Gülle
Eingespeiste Arbeit 830.000 kWh_{el}
Inbetriebnahme 2009

	Menge	ct/kWh	Vergütung in €
Grundvergütung	830.000	11,67	96.861
NawaRo-Bonus	830.000	7,00	58.100
Gülle-Bonus	830.000	4,00	33.200
Summe Vergütung	830.000	22,67	188.161

Biogasanlage 500 kW installierte elektrische Leistung
ausgekoppelte Wärmenutzung (60% der Stromproduktion)
Substrat NawaRo
Eingespeiste Arbeit 4.150.000 kWh_{el}
Inbetriebnahme 2009

	Menge	ct/kWh	Vergütung in €
Grundvergütung	1.314.000	11,67	153.344
	2.836.000	9,18	260.345
NawaRo-Bonus	4.150.000	7,00	290.500
KWK-Bonus	2.490.000	3,00	74.700
Summe Vergütung	4.150.000	18,77	778.889

Für das Beispiel einer Biogasanlage mit 100 kW elektrischer Leistung errechnet sich inklusive NawaRo- und Gülle-Bonus ein durchschnittlicher Vergütungssatz von 22,67 Cent je kWh eingespeisten Strom. Die 500 kW_{el} Biogasanlage erhält mit NawaRo- und KWK-Bonus durchschnittlich 18,77 Cent je kWh eingespeisten Strom. Ein wesentlicher Unterschied zu den Regelungen in Österreich besteht noch darin, dass auch Altanlagen die Möglichkeit haben, den im EEG 2009 neu eingeführten Gülle-Bonus und den höheren NawaRo-Bonus zu lukrieren.

Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit bestehender Anlagen gibt es auch in Deutschland nur sehr wenige. Die meisten Analysen befassen sich mit der Anlagentechnik und den Prozessabläufen in Biogasanlagen und liefern dazu entsprechende Kennzahlen. Eine bundesweite Datenerhebung von Biogasanlagen, die ausschließlich mit nachwachsenden Rohstoffen und Wirtschaftsdüngern betrieben werden, wurde vom Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik des Johann Heinrich von Thünen-Institutes (vTI) durchgeführt. In diesem sogenannten Biogas-Messprogramm II flossen Daten der Jahre 2006 und 2007 von ausgewählten, seit 2004 neu errichteten Anlagen ein (vTI, 2009). Ein Abschnitt der im Jahr 2009 erschienenen Publikation zu den Ergebnissen befasst sich mit einer ökonomischen Bewertung der untersuchten 61 Biogasanlagen. Ein zweite Quellen stellen noch Auswertungen von Biogas-Pilotanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern dar (Röhling I. und M. Strobl, 2009). Die geringe Anzahl von 10 untersuchten Biogasanlagen lässt allerdings nur bedingt allgemeine Aussagen zu den Kosten der Biogasproduktion bestehender Anlagen in Bayern zu. Hervorzuheben ist bei dieser Untersuchung die detaillierte Verarbeitung der aus der Buchführung stammenden Daten zu den Anlagen und deren Zuordnung zu einzelnen Kostenpositionen. Auswertungen zu dem laufenden Projekt „Benchmarksystem für Biogasanlagen – Teilbereich Ökonomie“ (Laufzeit 2009 bis 2011) sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht publiziert.

7. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die vorliegende Untersuchung analysiert die von den Biogasbetreibern unter Mitwirkung der lokalen Arbeitskreis-Referenten erhobenen Daten von 36 Biogasanlagen der Jahre 2008 und 2009. In Summe verfügen diese Anlagen über 15% der in Österreich installierten elektrischen Leistung von Biogasanlagen. Die Verteilung der untersuchten Anlagen hinsichtlich der Leistung entspricht in etwa der Verteilung aller Anlagen in Österreich. Mit der Einschränkung, die auch für ähnliche Untersuchungen für andere Betriebszweige (z.B. Milchproduktion) Gültigkeit hat, dass sich die Anlagenbetreiber zur Teilnahme am Arbeitskreis freiwillig entschließen und somit eine gewisse „positive“ Selektion stattfindet, können die Ergebnisse als repräsentativ gesehen werden.

Die Anschaffungskosten der untersuchten Anlagen erfahren mit zunehmender Größe der Anlagen einen degressiven Verlauf. Die Skaleneffekte sind speziell in einem Leistungsbereich zwischen 100 und 500 kW_{el} bedeutend. Allerdings ist auch die Streuung innerhalb ein und derselben Leistungsklasse erheblich. Die im Verhältnis hohen Investitionsförderungen für kleinere Anlagen helfen, die Kapitalkosten an die Werte für mittlere und größere Anlagen anzunähern. Im Durchschnitt liegen die zum Bau der Biogasanlagen erforderlichen Geldmittel im Bereich der Ergebnisse aus aktuellen Studien für Österreich und Deutschland (vgl. Röhling und Strobl, 2009; vTI, 2009; Tragner et al., 2008).

Beinahe in allen Anlagen wird Maissilage als Substrat eingesetzt, Wirtschaftsdünger auf drei Viertel der Anlagen. Bezogen auf die Trockensubstanz entfällt die Hälfte der eingesetzten Substrate auf

Maissilage und nur rund 7% auf Wirtschaftsdünger. Der Rest sind vor allem weitere Silagen (Getreideganzpflanzen, Gras, Maiskorn, Sudangras), Getreide- bzw. Maiskörner und Nebenprodukte wie Stroh, Getreideausputz etc. Die Auswertung der im Datensatz vorhandenen Angaben zu den Substratkosten zeigt eine deutliche Differenzierung zwischen den Jahren 2008 und 2009. Grund dafür sind die höheren Erzeugerpreise für agrarische Produkte 2008, die sich sowohl beim Zukauf von Substraten als auch beim Einsatz von Substraten aus eigener Produktion (Nutzungskosten) in den Substratkosten wider spiegeln. Mit 7,5 Cent je kWh_{el} lagen die Substratkosten 2009 geringfügig über den ausgewiesenen Kosten in den Untersuchungen von Röhling und Strobl (2009) bzw. bei vTI (2009). Allerdings liegen diesen beiden Untersuchungen Auswertungen der Jahre 2006 bzw. 2007 zugrunde.

Die Auslastung der elektrischen BHKW-Kapazität kann für die meisten Anlagen als sehr gut eingestuft werden. Potenzial für eine höhere Auslastung ist vor allem bei manchen mittleren und größeren Anlagen noch gegeben. Bei den kleineren Anlagen könnte unter Umständen eine Erhöhung der installierten elektrischen Leistung - bei gleichbleibendem Fermentervolumen - die Effizienz der Gesamtanlage erhöhen. Bei fast der Hälfte der Anlagen bleibt die verfügbare Wärme - außer der benötigten Prozesswärme - ungenutzt. Mit zunehmender Größe der Anlagen verbessert sich die Wärmenutzung.

Die aus den Jahresergebnissen 2008 bzw. 2009 resultierenden kalkulatorischen Kosten der untersuchten Biogasanlagen betragen ohne Substratkosten im Durchschnitt 13,89 Cent je kWh Strom. Unter Berücksichtigung der durch die Investitionsförderung bedingten geringeren Anlagekosten errechnen sich im Mittel Kosten ohne Substrat von 12,31 Cent je kWh Strom. Die Bandbreite der kalkulierten Kosten ist mit 7,69 bis 19,80 Cent je kWh_{el} sehr groß. Im Durchschnitt entfällt beinahe die Hälfte der Kosten ohne Substrat auf die Anlagekosten, gut ein Fünftel auf die Betriebskosten, 13% auf sonstige Kosten, 10% auf Personalkosten und 7% auf die Ausbringungskosten der Biogasgülle.

Die Kosten je kWh produzierten Strom zeigen einen degressiven Verlauf mit zunehmender Anlagengröße. Vor allem bei den Anlagekosten ist eine deutliche Fixkostendegression zu beobachten, die jedoch ab einer Anlagengröße von 500 kW_{el} deutlich abflacht. Bei den ausgewiesenen Personalkosten lässt sich ein ähnlicher Verlauf beobachten. Allgemein kann abgeleitet werden, dass Biogasanlagen mit insgesamt niedrigen Kosten bei allen Kostenpositionen günstige Werte aufweisen. Aufgrund des hohen Anteils der Anlagekosten an den gesamten Kosten reichen günstige Werte bei den anderen Kostenpositionen nicht aus, um insgesamt ein gutes Ergebnis zu erzielen.

Die in einem Modell - unter Einbeziehung der Substratkosten und der Wärmeerlöse - errechneten erforderlichen Einspeisetarife zur Abdeckung aller Kosten belaufen sich für die Gruppe der Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von 100 bis 250 kW_{el} auf durchschnittlich 23,4 Cent je kWh Strom. Die in der Analyse untersuchten mittleren Biogasanlagen (251 bis 500 kW_{el}) benötigen im Durchschnitt einen Einspeisetarif von 20,1 Cent je kWh Strom, große Anlagen (501 bis 1.000 kW_{el}) im Mittel 16,5 Cent je kWh Strom.

Die vorliegende Auswertung der Jahresergebnisse von Biogasanlagen liefert einen Überblick zu Kostenstruktur und Produktionskosten von Biogasanlagen in Österreich. Der große Schwankungsbereich der ermittelten Kosten zeigt, dass generelle Aussagen zur Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen schwierig sind. Die individuellen Voraussetzungen hinsichtlich Anschaffungskosten, Substratauswahl, -verfügbarkeit und -kosten, persönliche Fähigkeiten beim Betrieb und Management der Anlage sowie unterschiedliche Förderregime beeinflussen den wirtschaftlichen Erfolg einer

Biogasanlage maßgeblich. Durch den hohen Fremdfinanzierungsanteil verbunden mit stark schwankenden Substrateinkaufspreisen und dem Einsatz verschleißanfälliger Technik ist trotz gesicherter Einspeisetarife die Gefahr von Liquiditätsproblemen gegeben. Da sich die Fristigkeit des Fremdkapitals in der Regel an die gesetzlich garantierte Vergütungsdauer anlehnt, würde eine Verlängerung der Vergütungsdauer niedrigere jährliche Zahlungen zur Tilgung des Fremdkapitals zur Folge haben und damit eine gewisse Minderung von Liquiditätsengpässen bewirken.

Im Hinblick auf eine positive und nachhaltige Entwicklung ist eine Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen wünschenswert. Für bestehende Anlagen sollten Anreize geboten werden, durch den Einsatz verbesserter und neuer Technologien die Effizienz ihrer Biogasanlagen weiter zu steigern. Mit dem derzeit bestehenden starren Tarifmodell - ohne der Möglichkeit bei Ausweitung oder Umstellung der Produktion in neue Tarifmodelle zu wechseln - sind Maßnahmen zur Effizienzsteigerung aus betriebswirtschaftlicher Sicht oft nicht sinnvoll. Ein flexibleres Einspeisetarifmodell könnte hier Abhilfe schaffen.

Zur Verringerung der Abhängigkeit von zunehmend volatilen Märkten für landwirtschaftliche Rohstoffe sind - ähnlich dem EEG in Deutschland - Boni für den Einsatz von Substraten, die von diesen Marktschwankungen weitgehend unabhängig sind, eine Option. Damit könnte z.B. mit dem Einsatz von Wirtschaftsdünger oder Zwischenfrüchten auch die Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Energieproduktion entschärft werden. Die Frage der Rohstoffverfügbarkeit und eine möglichst optimalen Nutzung der aus den Substraten stammenden Bruttoenergie (Wärmekonzept) müssen bei einer zukünftigen Ausweitung der Biogasproduktion mehr Beachtung finden und in überregionale Standortkonzepten einfließen.

Aufbauend auf die vorliegende Arbeit erscheint eine Weiterführung der Betriebszweiganalyse im Arbeitskreis Biogas sehr sinnvoll. Vor allem durchgehende Auswertungen einer größeren Anzahl an Biogasanlagen über mehrere Jahre und darauf aufbauend einzelbetriebliche Analysen sowohl erfolgreicher als auch weniger erfolgreicher Anlagen könnten dazu beitragen, Faktoren für den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage herauszuarbeiten und ungenutzte Leistungspotenziale auszuschöpfen.

LITERATUR

- E-CONTROL (2010): Ökostrombericht 2010 - Bericht der Energie-Control GmbH gemäß § 25 Abs 1 Ökostromgesetz. Energie-Control GmbH, Wien.
- FNR (2011): Biogasanlagen in Deutschland. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. <http://www.bio-energie.de/biogas/biogasbiogasanlagen-in-deutschland/>
- Keymer, U. (2009): Rentabilität von Biogasanlagen am Grünlandstandort Bayerischer Wald. http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/37852/linkurl_0_2.pdf
- LBG (2010): Agrarpreis-Index Österreich - Oktober 2010, Arbeitstabelle. LBG Wirtschaftstreuhand- und Beratungsgesellschaft m.b.H., Wien. http://www.lbg.at/2960_DE-Excel-Dateien-para_10_Oktober.xls
- LFL (2010): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. 32. Auflage. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- RÖHLING I. UND M. STROBL (2009): Ökonomische Kennzahlen der bayerischen Biogas-Pilotbetriebe. Tagungsband des Biogas-Forum Bayern (2. März 2009), Neumarkt in der Oberpfalz, S.35-44
- TRAGNER, F., LINS, S., HORNBACHENER, D., KRYVORUCHKO, V., KONRAD, G., BOMATTER, A. (2008): Biogas Branchenmonitor. Erhebung von Wirtschaftsdaten und Trends zu Biogas in Österreich. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 41/2008. BM für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- VTI (2009): Biogas-Messprogramm II. Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) / Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik. Braunschweig.
- WALLA, C. UND W. SCHNEEBERGER (2006): Ökostromerzeugung aus Energiepflanzen von konventionell wirtschaftenden Betrieben. Green electricity production using energy crops from conventional farms. Die Bodenkultur 57(3): 143-154.
- WALLA, C., UND W. SCHNEEBERGER (2008): The optimal size for biogas plants, Biomass and Bioenergy 2008; 32: 551-557.