

Wirtschaftlichkeit der Flächenverwertung von Biogas und Milcherzeugung sowie regionale Kapazitätsgrenzen der Biogaserzeugung

Clemens Fuchs¹, Vladimir Bogatov¹, Johann Eimannsberger², Susann Keller¹, Matthias Platen³

1 Einleitung

Im Agrarbereich sind zunehmend volatile Märkte zu beobachten. Die Ursache liegt zum Teil darin, dass die (EU)-Agrarpolitik die Marktstützung reduziert und weltweit der Wettbewerb steigt (Globalisierung, Handelsliberalisierung im Rahmen der WTO). Unabhängig davon und bedingt durch den technischen Fortschritt haben sich seit dem Ende des II. Weltkrieges die langfristigen Terms of Trade (Preisrelationen) zwischen Betriebsmitteln und Agrarprodukten zuungunsten der Agrarprodukte verschoben. Besonders Milcherzeuger aber auch Ackerbauern waren in den letzten Jahren von extremen Preisschwankungen mit langen Phasen niedriger Preise betroffen. Durch Wachstum in neuen Geschäftsfeldern, wie z.B. den Erneuerbaren Energien (EE), sollen neue Einkommensmöglichkeiten erschlossen werden (Breuer 2008: 29) und mit der damit einhergehenden Diversifizierung versprechen sich viele, Risiken begrenzen zu können.

Aktuelle Praxisbeispiele aus der Region Brandenburg (Keller 2010) zeigen anhand zweier Betriebe mit Milchproduktion große Unterschiede in der Wirtschaftlichkeit. Während Betrieb 1 mit guter Milchleistung lediglich knapp 6.000 € Überschuss im Jahr 2009 erzielte, hat Betrieb 2 mit sehr guter Milchleistung ca. 185.000 € Gewinn mit der Milch erzielt (Tab. 1).

Tabelle 1: Produktionsdaten sowie jährliche Ein- und Auszahlungen zweier Betriebe für den Betriebszweig Milch (2009)

Produktionsdaten	Betrieb 1		Betrieb 2		Richtwerte (25%-erfolgreichste Betriebe der LMS)
Betriebsfläche, ha	1.380		2.240		
Kühe, Stück	316		460		
Milchleistung, kg	8.639		10.236		
Finanzdaten	€	Ct/kg	€	Ct/kg	Ct/kg
• Milcherlös	709.797	26,0	1.225.560	26,0	27,5*
• Erlös Tierverkauf, Beihilfen & sonstige Erlöse	202.845	7,4	257.143	5,4	9,1
Summe Einnahmen	912.642	33,4	1.482.702	31,5	36,6
• Futtermittel	387.535	14,2	546.220	11,6	16,3
• Besamung, Sperma, Veterinär, Klauenpflege, Wasser, Abwasser, Heizung, s. Direktkosten	109.875	4,1	184.542	4,0	3,3
Direktkosten	497.410	18,2	730.761	15,5	19,6
• Personalaufwand	231.242	8,5	339.600	7,2	5,9
• Energie- und Schmierstoffe, Maschinen- und Gebäudeunterhaltung	76.370	2,8	113.570	2,4	3,0
Arbeits erledigungskosten	307.612	11,3	453.170	9,6	8,9
Fixkosten (AfA, Zinsen, sonstige Kosten)	101.705	3,7	113.672	2,4	3,8
Summe Ausgaben	906.727	33,2	1.297.603	27,5	32,1
Überschuss	5.914	0,2	185.099	3,9	4,5

* durchschnittlich ausgezahlter Milchpreis in Brandenburg für das Jahr 2009

Quelle: Betriebsdaten aus Brandenburg; Überbetriebliche Auswertungen der LMS; eigene Analysen (Keller 2010)

Zusätzlich betreibt dieser zweite Betrieb eine Biogasanlage, mit der er weitere 196.000 € Gewinn erzielt. Mit der eingesetzten Gülle als kostenlosem Rohstoff schneidet er auch pro kWh

¹ Hochschule Neubrandenburg, ² Energieagentur der Investitionsbank Schleswig-Holstein, Kiel,

³ LAB-Landwirtschaftliche Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH, Teltow

elektrischen Strom nahezu so gut ab, wie das erfolgreichste Viertel der Betriebe aus den LMS-Betriebszweigauswertungen² (Tab. 2). Der dritte Betrieb erzeugt den Strom auf der Basis von Silomais, welcher in der Regel teuer produziert werden muss, insbesondere wenn die Nutzungskosten für die Flächen mit berücksichtigt werden.

Tabelle 2: Produktionsdaten sowie jährliche Ein- und Auszahlungen zweier Betriebe für den Betriebszweig Biogas (2009)

Produktionsdaten	Betrieb 2		Betrieb 3		Richtwerte (25%-erfolgreichste LMS-Betriebe)
Betriebsfläche, ha	2.240		2.400		
Leistung, kW	536		376		
Stromerzeugung, kWh	4.324.642		3.176.536		
Finanzdaten	€	Ct/kWh	€	Ct/kWh	Ct/kWh
Einnahmen	756.812	17,5	559.070	17,6	19,9
• Rohstoffkosten	212.981	4,9	176.329	5,6	5,4
• Analysen, Gutachten	3.377	0,1	2.000	0,1	0,1
Direktkosten	216.358	5,0	178.329	5,6	5,5
• Personalaufwand	29.354	0,7	25.200	0,8	0,7
• Energie- und Schmierstoffe	32.922	0,8	30.050	0,9	0,8
• Maschinen-, Gebäudeunterhaltung	106.895	2,5	73.696	2,3	2,3
Arbeitsverledigungskosten	169.172	3,9	128.946	4,1	3,8
• AfA	90.214	2,1	75.949	2,4	2,3
• Zinsen	75.058	1,7	57.592	1,8	1,7
• sonstige Kosten	9.891	0,2	7.500	0,2	0,2
Summe Ausgaben	560.692	13,0	448.315	14,1	13,5
Überschuss	196.120	4,5	110.755	3,5	6,4

Quelle: Betriebsdaten aus Brandenburg; Überbetriebliche Auswertungen der LMS; eigene Analysen (Keller 2010)

Alle drei oben aufgeführten Betriebe bauen auf ihren knappen Flächen Mais an und setzen den Rohstoff Silomais gleichermaßen in der Milchproduktion sowie in der Biogasanlage ein. Aufgrund der bereits dargestellten wirtschaftlichen Unterschiede ergibt sich auch eine sehr differenzierte Verwertung des Maises. Während Betrieb 1 gerade die Gewinnschwelle erreicht, beträgt der Überschussanteil zwischen knapp 50 Cent und 1,15 Euro pro dt Silomais (Tab. 3). Am höchsten war die Verwertung unter den Preisverhältnissen des Jahres 2009 in der Biogasanlage.

Tabelle 3: Faktorverwertung von Mais in den drei Beispielsbetrieben (2009)

Betrieb/Betriebszweig		Betrieb 1	Betrieb 2		Betrieb 3
Produktionsdaten	Einheit	Milch	Milch	Biogas	Biogas
Verbrauch Mais	dt	34.944	44.671	34.096	53.331
Herstellungskosten Mais	€/dt	2,50	3,30	3,00	3,30
Finanzdaten					
Gesamtausgaben	€	906.727	1.297.603	448.314	560.691
Anteil Mais an Gesamtkosten	%	10%	11%	23%	31%
Überschuss Betriebszweig	€	5.914	185.098	110.755	196.120
Überschussanteil Mais	€	570	21.028	25.270	61.559
	€/dt	0,02	0,47	0,74	1,15

Quelle: Betriebsdaten aus Brandenburg (siehe Tab.1 und 2); eigene Berechnungen (Keller 2010)

Die offensichtlich hohe Wettbewerbsfähigkeit von Biogas hat dazu geführt, dass bis Ende 2009 ca. 4.950 Anlagen in Deutschland errichtet wurden (DBFZ 2010) und weiter investiert

² Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern

wird. Die Kehrseite dieser Entwicklung ist jedoch, dass gerade die Verwendung von Biomasse in den Erneuerbaren Energien (EE) zu einer Verknappung bei Flächen (Pachtpreise steigen) sowie Futter- und Lebensmitteln führt. Steigende Preise für Nahrungsmittel, unter Umständen angeheizt durch spekulative Leerverkäufe an den Börsen, sind moralisch bedenklich. Der aktuelle Boom bei Erneuerbaren Energien (EE) ist nur durch staatliche Steuerung möglich, entweder durch direkte Förderung der Investition oder steuerliche Vergünstigungen (z.B. Windkraft in den USA) oder durch gesetzlich verordnete „überhöhte“ Vergütung der Energie (z.B. Strom in Deutschland; Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)), die auf den Verbraucher umgelegt werden. Welche genauen Regelungen hierfür in Deutschland bei der Vergütung von Strom aus Biogasanlagen aktuell gelten, wird in Kapitel 2 dargestellt.

Angesichts der Diskussionen um die Zukunft der Förderung stellt sich für das einzelne Unternehmen die Frage, ob nicht auch noch (schnell) in eine Biogasanlage investiert werden kann oder soll. Dies hätte dann größere Umstellungen im Betrieb zur Folge (weniger Getreide-, mehr Silomaisanbau) und es entstehen Opportunitätskosten für Kapital, Fläche und Arbeit. In Kapitel 3 wird die Wirtschaftlichkeit des neuen Betriebszweiges Biogas in Abhängigkeit von der Größe der Anlage und der eingesetzten Rohstoffe untersucht.

In Kapitel 4 wird anhand von gesamtbetrieblichen Konzepten die Wettbewerbsfähigkeit von Ackerbau, Milchproduktion und Biogaserzeugung analysiert. Eine Investition sollte sorgfältig geplant werden und es sollte geprüft werden, wodurch und inwieweit sich die Ziele Einkommenssteigerung und Risikominderung erreichen lassen.

Aus den bereits angedeuteten Gründen (z.B. Verknappung von Lebensmitteln, Verzerrung der Wettbewerbsverhältnisse und negative Umweltwirkungen durch einseitige Fruchtfolgen) werden Erneuerbare Energien (EE) teilweise auch kritisch beurteilt. Daher ist die Erweiterung der Betrachtungsebene vom Einzelbetrieb weg, hin zu den regionalen Standortkapazitäten für Erneuerbare Energien (EE) von besonderem Interesse. Im letzten Abschnitt, in Kapitel 5, sollen daher die regionalen Kapazitätsgrenzen am Beispiel des Bundeslandes Schleswig-Holstein analysiert werden.

2 Förderung Erneuerbarer Energien

Erneuerbare Energien (EE) werden in der EU und speziell in Deutschland durch die Gesetzgebung stark gefördert. Ziel ist es „insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte zu verringern, fossile Energieressourcen zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern.“³ Die gesetzliche Grundlage ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) aus dem Jahr 1999, welches 2004 und 2009⁴ maßgeblich novelliert wurde. Als Erneuerbare Energien werden im EEG folgende Arten gefördert:

Wasserkraft, Deponiegas, Klärgas, Grubengas, Biomasse, Geothermie, Windenergie, Windenergie Repowering, Windenergie Offshore, Solare Strahlungsenergie, Solare Strahlungsenergie an oder auf Gebäuden. Gefördert wird durch Investitionsbeihilfen sowie, und das ist der bedeutendste Teil, durch garantierte Einspeisevergütungen ins Stromnetz. Für Strom aus Biomasse kann je nach Größe der Biogasanlage und in Abhängigkeit von den eingesetzten Rohstoffen sowie der Wärmeverwertung eine Vergütung von beispielsweise 24,77 Cent/kWh

³ Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074), zuletzt geändert 11. August 2010 (BGBl. I S. 1170). http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/eeg_2009/gesamt.pdf (18.09.2009)

⁴ Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) - BGBl I, 1999, S. 2633 v. 07.12.1999, Gesetz zuletzt neugefasst, Gesetz vom 31.07.2004, BGBl I, S. 1918; Novellierung EEG 2009

bei einer 150 kW-Anlage oder noch 15,01 Cent/kWh bei einer 5 MW-Anlage erlöst werden (Tab. 4).

Tabelle 4: Vergütung von Biomasse nach dem EEG 2009 (Cent/kWh)

Boni nach dem EEG 2009/Leistungsschwellen		150 kW	500 kW	5 MW
1.a	Grundvergütung	11,67	9,18	8,25
1.b	Luftreinhaltbonus	1	1	
2.	NawaRo-Bonus	7	7	4
2.a	Landschaftspflegebonus	2	2	
2.b	Güllebonus	4	1	
3.a	Technologiebonus (ohne Gaseinspeisung)	2	2	2
3.b	Technologiebonus (Gaseinspeisung)	In Abhängigkeit von der Größe der Gasaufbereitungsanlage 1 bis 2 Cent		
5.	KWK-Bonus	3	3	3
Beispiel: Summe/Anteile aus 1.a + 2. + 2.b + 5. x 70%¹		24,77	20,93	15,01

¹ Auskopplung und Nutzung der Wärme (KWK) bei 70 % der Stromproduktion

Quelle: EEG 2009; eigene Berechnungen

Landwirte rechnen sich durch die neuen Geschäftsfelder der Erneuerbaren Energien (EE) Möglichkeiten aus, ihr Einkommen zu erhöhen bzw. das Einkommen zu stabilisieren. Hierbei ist Biogas eine tragende Säule im Gesamtkontext der Erneuerbare Energien. Biomasse aus Rückständen (Gülle und anderen pflanzlichen Abfällen) sowie Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) sind die wesentlichen Grundstoffe für die Biogasgewinnung. Damit ist die Landwirtschaft Hauptlieferant der Rohstoffe und gleichzeitig sind die landwirtschaftlichen Unternehmen Hauptinvestoren in dieser Sparte. Aufgrund der Boni für Gülle und NawaRo sind als Rohstoffe für Biogasanlagen Gülle und, wegen seiner hohen Ertragsfähigkeit, der Maisanbau besonders interessant.

3 Produktionsverfahren Biogas

Biogas entsteht durch anaeroben Abbau von Biomasse. In Biogasanlagen werden organische Rohstoffe durch Vergärung in vier Phasen (Hydrolyse, Acidogenese oder Versäuerungsphase, Acetogenese oder essigbildende Phase, Methanogenese oder methanbildende Phase) in die Gase hauptsächlich Methan und CO₂ umgewandelt. Es verbleibt der Gärrest. Aus dem Methan wird in der Folge durch Verbrennung elektrische Energie und Wärme gewonnen. Die Bauteile einer Biogasanlage umfassen, in der Reihenfolge ihrer Nutzung, die Annahme für feste oder flüssige Rohstoffe, den Fermenter, das Gärrestlager sowie das BHKW zur Energiegewinnung vor Ort bzw. die Aufbereitungsanlage bei Einspeisung ins Erdgasnetz.

3.1 Investitionsbedarf

Auch bei Biogasanlagen gibt es Größeneffekte, wobei bei größeren Anlagen die Kosten und der Arbeitsaufwand je installierte kW_{el.} günstiger werden. Die relevanten Grenzen für die Anlagengröße werden durch die Vergütungssätze vorgegeben (Tab. 4) und hängen von den verfügbaren Rohstoffmengen des einzelnen Betriebes ab. Letzteres jedoch nur solange, wie ein Zukauf und Handel nicht berücksichtigt wird. Vom KTBL sind Daten für Biogasanlagen zwischen 50 und 800 kW_{el.} verfügbar (<http://daten.ktbl.de/biogas/biogasanlagen>; 18.09.2010). Der dort angegebene Investitionsbedarf wird im Weiteren zugrunde gelegt.

Die spezifischen Investitionskosten betragen bei kleineren Anlagen etwa 6.000 €/kW_{el.} und sinken auf etwa 2.400 €/kW_{el.} (Abb. 1). Dabei sind jedoch die Kosten für das Grundstück, auf dem die Anlage steht, nicht enthalten. An jährlichem Arbeitszeitbedarf ist bei kleinen Anlagen mit 7,8 h Betreuungsaufwand pro kW_{el.} zu rechnen, der bei größeren Anlagen auf etwa 2,7 h absinkt (FNR 2009, S. 209).

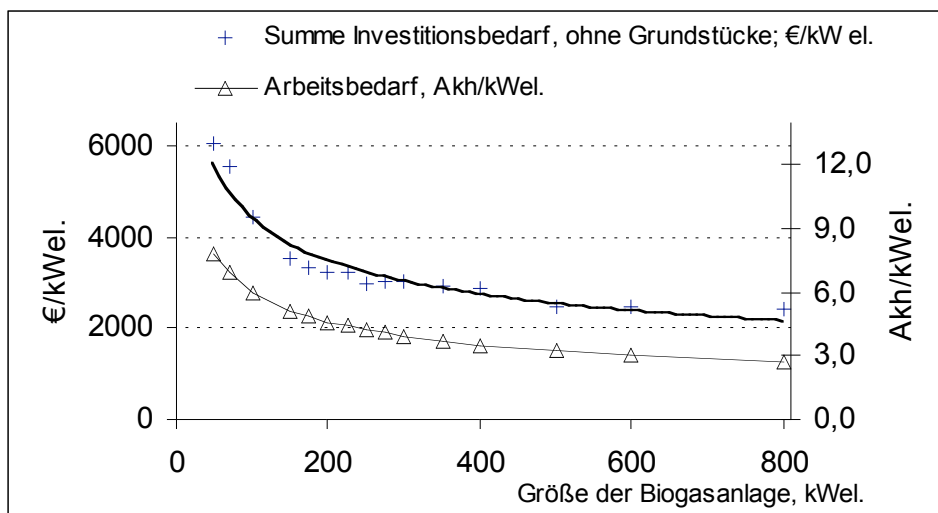


Abb. 1: Kostendegression beim Investitionsbedarf und beim Arbeitsbedarf in Abhängigkeit von der Anlagengröße (installierte elektrische Leistung)

Quelle: KTBL 2010, FNR 2009

Die jährlichen Fixkosten einer Anlage sind die Abschreibung, der Zinsansatz, die Kosten für Reparaturen und Versicherung sowie die Arbeitskosten. Hier spiegelt sich der oben dargestellte Degressionsverlauf wider und je nach Anlagengröße fallen bei kleinen Anlagen ca. 800 € p.a./kW_{el.} bzw. bei größeren Anlagen nur noch ca. 300 € p.a./kW_{el.} an fixen Kosten an (Abb. 2).

Ein Erlös bei durchschnittlich 8.000 Volllaststunden liegt bei 1.494 € p.a./kW_{el.} und sinkt auf 1.214 € p.a./kW_{el.} bei der 800 kW-Biogasanlage. Aus dem Abstand zwischen Erlösen und Fixkosten lassen sich die maximalen Rohstoffkosten ableiten, welche zwischen 720 €/kW_{el.} bzw. 31 €/t FM Silomais und 1.039 €/kW_{el.} bzw. 44 €/t FM Silomais liegen⁵. Am geringsten ist der Abstand bei den kleinen Anlagen, er wird größer hin zu den mittleren Anlagengrößen und nimmt bei großen Anlagen wieder leicht ab.

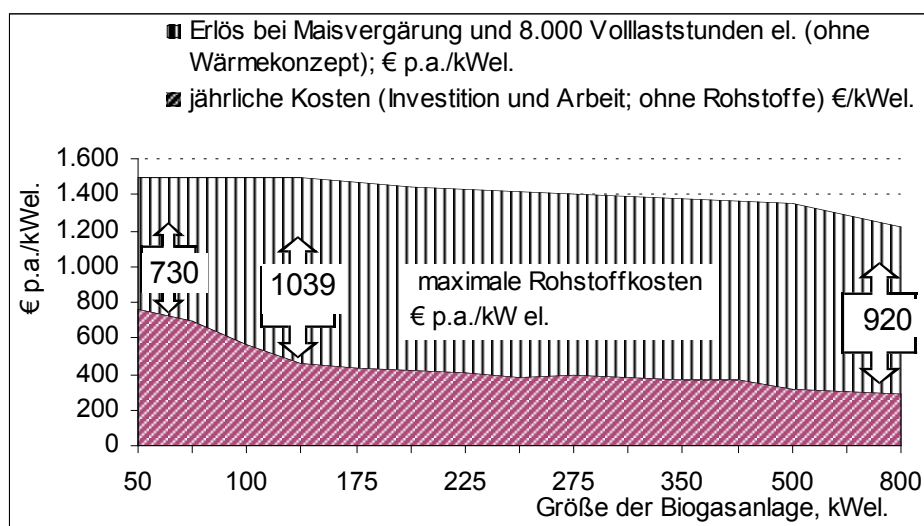


Abb. 2: Degressionsverlauf der jährlichen Kosten aus der Gebäudeinvestition und dem Arbeitsbedarf (Fixkosten, ohne Rohstoffkosten) sowie Erlös bei Maisvergärung und 8.000 Volllaststunden (ohne Wärmekonzept); €/p.a./kW_{el.} in Abhängigkeit von der Anlagengröße

Quelle: KTBL 2010, FNR 2009, eigene Berechnungen

⁵ Eine Verwertung von 340 kWh/t FM Maissilage ist unterstellt.

Entscheidend für den Erfolg der Investition in eine Biogasanlage ist oftmals das Wärmekonzept. Für die Nutzung der Wärme werden Abnehmer benötigt, die in räumlicher Nähe gelegen sind, denn der Wärmetransport lohnt nicht über längere Strecken. Abgegeben und damit von Dritten genutzt werden kann lediglich ein Teil der Wärme, denn die Biogasanlage hat einen Eigenbedarf an thermischer Prozessenergie von etwa 30%⁶ der Wärmeerzeugung insgesamt, z.B. um das Substrat auf den notwendigen Temperaturbereich von ca. 30 – 35 °C (mesophile Phase) oder 35 – 42 °C (termophile Phase) zu erwärmen. Im Folgenden wird von einer Auskopplung und Nutzung der Wärme (KWK⁷) bei 70 % der Stromproduktion ausgegangen. Die Wärmeverwertung ihrerseits erfordert in der Regel weitere Investitionen, deren Kosten keinesfalls höher sein sollten als die Einsparungen an fossilen Energieträgern. Für viele Biogasanlagenbetreiber wäre es bereits lohnend, wenn sie die Wärme abgeben können und im Gegenzug für 70 % ihrer Stromerlöse den KWK-Bonus erhalten. Dies wird im Folgenden zugrunde gelegt, so dass die externen Nutzer der Wärme auch die dafür notwendigen Investitionen übernehmen und diese weiteren Kosten den Betreiber der Biogasanlage (hier den Landwirt) nicht belasten.

Als Referenzsystem werden nachfolgend zunächst Biogasanlagen ohne Wärmekonzept dargestellt, daneben kann jeweils die Alternative mit Wärmekonzept gerechnet werden. Wirtschaftlich empfehlenswert und ökologisch sinnvoll sind Wärmekonzepte. Von Schulz und Heitmann (2007) werden zehn verschiedene prinzipiell wirtschaftlich durchführbare Optionen genannt: Trocknungsanlagen, Gewächshausheizung, Aquakulturen, Latentwärmetransport, Kälteerzeugung, ORC-Anlage als Kombiprozess zum Motor-BHKW, Thermische Gärrestaufbereitung, Wärmebereitstellung für Wäschereien, Frucht- und Gemüsesaftherstellung und Milchveredelung. Inzwischen sind die Förderinstitute, z.B. die Investitionsbank Schleswig-Holstein, dazu übergegangen, dass sie nur noch Biogasanlagen mit Wärmekonzept fördern.

3.2 Rohstoffe und Wirtschaftlichkeit

Als Rohstoffe stehen dem viehhaltenden Betrieb Gülle und weiterhin, Ackerflächen vorausgesetzt, der Silomais zur Verfügung. Für weitere, bei Biogas aber weniger ins Gewicht fallende NawaRo, gibt es Positivlisten (EEG 2009, Anlage II). Wird Gülle eingesetzt, so fordert das EEG (2009) hiervon mindestens 30 % Masseanteile, um den Güllebonus erhalten zu können. Zur Sicherheit wird ein Verhältnis 35% Gülle und 65 % Mais angestrebt.

Die Variante **nur Gülle** einzusetzen ist äußerst lukrativ, da weiterhin der NawaRo-Bonus und der Güllebonus erzielt werden und darüber hinaus die Gülle nichts kostet. Nur Gülle einzusetzen ist jedoch nur bei großen Betrieben oder Gemeinschaftsanlagen möglich, die über entsprechend hohe Tierzahlen verfügen. Der Vorteil der kostengünstigen Rohstoffe relativiert sich wegen der (relativ hohen) Transportkosten mit zunehmender Entfernung von Tierbestand und Biogasanlage⁸. Bei einer Lieferung von ca. 20 m³ Gülle pro Kuh und Jahr benötigt man für eine 50 kW_{el} Anlage bereits einen Tierbestand von ca. 450 Kühen, bei größeren Anlagen entsprechend ein Vielfaches, z.B. für eine 150 kW_{el} Anlage ca. 1.350 Tiere. Selbst in den neuen Bundesländern sind solche Bestände selten.

Die Substitution von Gülle durch Mais ist sehr empfehlenswert, da Mais einen hohen Biomasseertrag liefert, der in Biogas, sprich Methan, umgewandelt, einen hohen Energieertrag ab-

⁶ je nach Bauart zwischen 27 % und 40 %

⁷ Kraft-Wärme-Kopplung

⁸ FUCHS, C., J. EIMANNBERGER und G. NEUMANN: Lohnt sich der Gülletransport? In: DLG-Mitteilungen, 10/2004, S. 44-46.

Neumann, G (2003) Analyse des Einflusses des Substrattransportes auf die Wirtschaftlichkeit von Biogasgemeinschaftsanlagen am Beispiel des Biokraftwerkes Albersdorf, Amt Arkebek. Diplomarbeit, Hochschule Neubrandenburg.

werfen kann. Die Gülle von 15 Kühen ($40 \text{ kW}_{\text{el.}}/\text{t FM}$) entspricht etwa dem Maisertrag von 1 ha ($340 \text{ kW}_{\text{el.}}/\text{t FM}$), unterstellt man 20 m^3 Gülle/Kuh und 40 t FM Mais/ha. Voraussetzung für den Erhalt des Güllebonus sind 30% Masseanteile an Gülle, zur Sicherheit werden oft 35% eingesetzt. Als Faustzahl kann man davon ausgehen, dass genau so viele Kühe, bzw. deren Gülle, wie ha Mais für den Betrieb der BGA eingesetzt werden, z.B. Gülle von 89 Kühen und 82 ha Mais für eine $150 \text{ kW}_{\text{el.}}$ Biogasanlage. Wird nur Mais eingesetzt, z.B. von einem Ackerbauern mit Biogasanlage, dann wird unwesentlich mehr Maisanbau notwendig, z.B. 88 ha Mais für eine $150 \text{ kW}_{\text{el.}}$ Biogasanlage oder 275 ha Mais für eine $500 \text{ kW}_{\text{el.}}$ Biogasanlage.

Die Wirtschaftlichkeit bei einer Nutzungsdauer von 20 Jahren für ganz kleine Anlagen (unter $100 \text{ kW}_{\text{el.}}$) mit teuren Rohstoffen (nur Silomais) und ohne Wärmekonzept ist nicht gegeben. Für alle anderen Anlagen werden Gewinne erzielt, z.B. bis zu 108 T€ p.a. für die $500 \text{ kW}_{\text{el.}}$ -Biogasanlage mit Silomais. Wird eine Anlage dieser Größe mit Gülle und Silomais betrieben, so stiege der Gewinn auf 212 T€ p.a. (Abb. 3). Dabei ist unterstellt, dass 8.000 Volllaststunden p.a. erreicht werden, 15 €/h Lohn bezahlt werden und der Silomais für 35 €/t FM zugekauft werden kann.

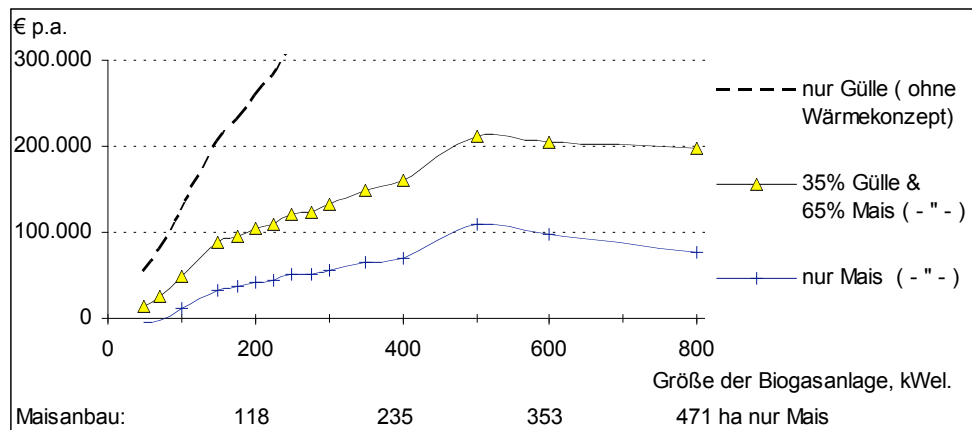


Abb. 3: Gesamtgewinn, € pro Jahr der Varianten ohne Wärmekonzept in Abhängigkeit von der Größe der Biogasanlage (bei 8.000 Volllaststunden und Maispreis 35 €/t FM)

Quelle: KTBL 2010, FNR 2009, eigene Berechnungen

Die optimale Größe einer Biogasanlage wird von zwei Faktoren beeinflusst, zum einen der Kostendegression bei der Investition und dem sinkenden Arbeitsbedarf infolge größerer Anlagen, und zum anderen durch die ebenfalls degressiv gestaffelten Vergütungssätze, welche demgegenüber kleinere Anlagen bevorzugen. Aufgrund dieser gegensätzlichen Tendenz ist zu vermuten, dass die optimale Anlagengröße bei mittleren Größen liegt. Berechnet man den durchschnittlichen Gewinn je $\text{kW}_{\text{el.}}$, so erhält man eine eindeutige Antwort auf die Frage nach der optimalen Anlagengröße, sie liegt recht eindeutig bei den $150 \text{ kW}_{\text{el.}}$ -Anlagen (Abb. 4). Unter dieser normativen Betrachtung wäre es lukrativer mehrere kleine $150 \text{ kW}_{\text{el.}}$ -Biogasanlagen aufzustellen als größere Anlagen.

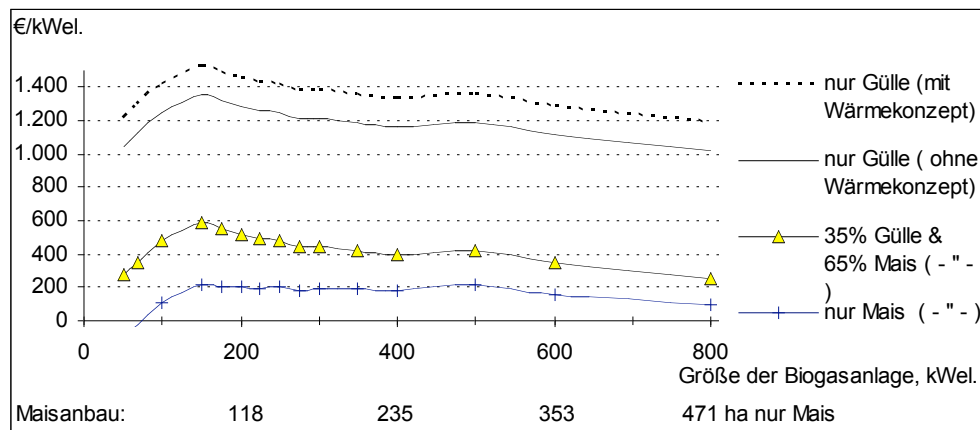


Abb. 4: Durchschnittlicher Gewinn (€/kW_{el.}) in Abhängigkeit von der Größe der Biogasanlage (bei 8.000 Volllaststunden und Silomaispreis 35 €/t FM; aber ohne Transportkosten über größere Entfernungen)

Quelle: KTBL 2010, FNR 2009, eigene Berechnungen

Die bislang durchgeführte Analyse zeigt, dass bei durchschnittlichen Leistungen und Kosten die Biogasanlagen wirtschaftlich betrieben werden können. Gelingt es zudem ein tragfähiges Wärmekonzept⁹ aufzubauen, so wären in Abhängigkeit von der Rohstoffart bei Silomaiseinsatz ca. 45 % höhere Gewinne, bei der Kombination im Verhältnis 35% Gülle und 65 % Mais noch ca. 25 % und bei reinen güllebetriebenen Anlagen noch ca. 20 % Gewinnsteigerung möglich.

Andererseits gibt es zahlreiche Anlagen, die nachgewiesener Maßen wegen geringer Effizienz Verluste einfahren. Dies kann an technischen Faktoren (Qualitätsmängel der eingesetzten Rohstoffe und infolge dessen geringe Gasausbeute oder Reparaturen und Stillstand der Anlage usw.) oder hohen Kosten (teure Rohstoffe, verlorene Boni usw.) liegen. Eine Analyse natürlicher und wirtschaftlicher Risikofaktoren auf Gesamtbetriebsebene erfolgt im nächsten Kapitel.

4 Risikoanalyse

Bisher wurde dargestellt, dass Biogasanlagen, isoliert betrachtet, durchaus wirtschaftlich betrieben werden können. Im Weiteren soll die Wettbewerbsfähigkeit zwischen den traditionellen Betriebszweigen Ackerbau und Milchproduktion mit dem neuen Betriebszweig Biogas dargestellt werden. Die Verflechtungen können hierbei vielfältiger Natur sein, sie reichen von Konkurrenz um die Fläche zwischen allen drei Betriebszweigen bis hin zu Ergänzung, wenn Gülle aus dem Viehbetrieb als günstiger Rohstoff in der Biogasanlage weiterverarbeitet wird. Darüber hinaus sind auch die Risiken unterschiedlich gestreut. Bei Getreide und Ölfrüchten besteht ein Ertrags- und ein Preisrisiko, in der Milchproduktion unter weitgehend kontrollierten Produktionsbedingungen bzw. Absicherungen (z.B. Ertragsausfallversicherung) vor allem ein Preisrisiko, während bei Biogas die Vergütung auf 20 Jahre garantiert wird, dagegen die natürliche Effizienz der Anlage und die Nutzungskosten für die Maisanbaufläche durchaus Schwankungen unterliegen. Diese Risikofaktoren werden im folgenden stochastischen und dynamischen Betriebsmodell mit Hilfe von Dreiecksverteilungen und Monte-Carlo-Simulation berücksichtigt (Tab. 5).

⁹ Hier sind Auskopplung und Nutzung der Wärme (KWK) bei 70 % der Stromproduktion unterstellt.

Tabelle 5: Dreiecksverteilte Variablen für die Betriebsmodelle

Variable	Einheit	Minimalwert	Modalwert	Maximalwert
Rapsertag	dt/ha	25	42	50
Rapspreis	€/dt	20	25	35
Weizen Ertrag	dt/ha	65	75	85
Weizen Preis	€/dt	10	13,5	20
Milchpreis	€/kg	0,2	0,28	0,35
Volllaststunden BHKW	h p.a.	7.496	8.000	8.504

Quelle: eigene Annahmen nach KTBL und FNR

Ziel der Analyse ist es den Erfolg zu ermitteln und gleichzeitig das Risiko darzustellen. Als Erfolgskriterien werden die durchschnittlichen Gewinne nach Steuern bzw. die Veränderung des Eigenkapitals im Zeitraum von 20 Jahren herangezogen. Als Maßstab für das Risiko dient die jeweilige Standardabweichung dieser Größen.

4.1 Beispielsbetrieb mit 250 ha

In sechs Szenarien wird die Investition für einen Ackerbau-Betrieb (Referenz 1) bzw. einen kombinierten Ackerbau-Milchviehbetrieb (Referenz 2) dargestellt. Der Beispielsbetrieb soll 250 ha Pachtfläche bewirtschaften sein und ausgestattet mit 250 T€ eigenen Finanzmitteln alle Investitionen über Banken finanzieren. Im Ackerbau sind die Maschinen nach 10 Jahren abgeschrieben, während Gebäude (Kuhstall und Biogasanlage) 20 Jahre genutzt werden (Abb. 5). Die Planung erfolgt über 20 Jahre mit Hilfe eines Modells zur vollständigen Finanzierung mit betriebswirtschaftlicher Auswertung einschließlich Berücksichtigung des Geldabflusses durch die Einkommensteuer. Die Flächenprämien in Höhe von 300 €/ha könnten ab 2015 auf 250 €/ha sinken. Wegen der gesetzlich festgeschriebenen Biogas-Vergütung, ist bei einer Inflationsrate von 1,5% mit real sinkenden Stromerlösen zu rechnen.

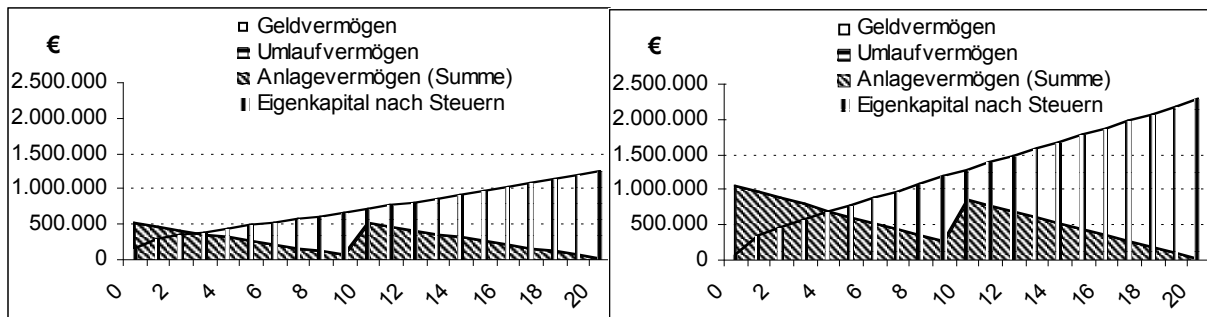


Abb. 5: Vergleich der durchschnittlichen Unternehmensentwicklung von Ackerbau (Referenz 1, links) und Ackerbau, Kuhstall vorhanden & BGA (150 kW_{el}) (Szenario 6, rechts) über 20 Jahre für einen 250 ha Betrieb mit 250 T€ eigenen Finanzmitteln in t_0

Quelle: Eigene Berechnungen

4.2 Sechs Szenarien der Betriebsentwicklung

Ausgehend vom reinen Ackerbau (Referenz 1 und Szenario 1) könnte der Ackerbaubetrieb traditionell in einen neuen Kuhstall (Szenario 2) oder in eine mittelgroße Biogasanlage mit 250 kW_{el} (Szenario 3) oder in beides, Kuhstall und kleine Biogasanlage mit 150 kW_{el} (Szenario 4) investieren. Besteht bereits eine Milchviehanlage auf dem Betrieb (Referenz 2 und Szenario 5), so kann diese ergänzt werden durch eine neue kleine Biogasanlage mit 150 kW_{el} (Szenario 6) (Tab. 6).

Tabelle 6: Beschreibung der Szenarien für einen 250 ha-Beispielsbetrieb ha und wahlweise den Betriebszweigen Ackerbau, Milchproduktion und Biogaserzeugung

Szenario	1	2	3	4	5	6
Annahmen	Ackerbau (Referenz 1)	Ackerbau, Milch (Stall- Neubau)	Ackerbau & BGA (250 kW _{el.})	Ackerbau, Stall- Neubau & BGA (150 kW _{el.})	Ackerbau, Kuhstall vorhanden (Referenz 2)	Ackerbau, Kuhstall vorhanden & BGA (150 kW _{el.})
Ackerflächen ha	250	250	250	250	250	250
Kühe, Stück		90		90	90	90
Investitionsbedarf, €/Stallplatz		5.000		5.000		
Biogas kW _{el.}			250	150		150
Investitionsbedarf, €/W _{el.}			2971	3506		3506
Mais für Biogasanlage, ha			147	82		82
Vergütung, ct/kWh _{el.}			17,67	22,67		22,67
Ergebnisse von je 10.000 Simulationen						
Durchschnittlicher Gewinn nach Steuern, €	45.032	3.540	80.173	68.820	48.485	101.761
Std. Abw. Gewinn	5.992	10.781	2.792	4.896	6.334	4.908
Eigenkapitalveränderung _{t0-20} , €	967.050	97.710	1.523.507	1.349.724	1.039.940	2.015.190
Std. Abw. Eigenkapitalabw.	96.809	257.599	45.171	78.869	102.929	80.065
Rangfolge:						
- Gewinn bzw. Eigenkapital- veränderung _{t0-20}	5	6	2	3	4	1
- Risiko (Std. Abw.)	4	6	1	3	5	2

Quelle: Eigene Berechnungen

Das Ergebnis über 10.000 Simulationen zeigt, dass der Ackerbaubetrieb (**Referenz 1**) sich nur verschlechtern könnte, würde er in einen neuen Betriebszweig Milchproduktion investieren. Der Gewinn wäre mit ca. 3,5 T€ stark abgesunken, das EK würde in 20 Jahren nur geringfügig um 97 T€ anwachsen und die Std.Abw. würde sich verdoppeln. Eine Investition, die zeigt, wie schwierig die wirtschaftliche Situation der Milchproduktion zur Zeit ist und die deshalb nicht weiter betrachtet werden soll. Dagegen würde die Investition in eine mittlere Biogasanlage mit 250 kW_{el.} den Gewinn von ursprünglich 45 T€ auf 80 T€ ansteigen lassen bei gleichzeitig stark reduzierten Schwankungen (Szenario 3). Die Verteilungsfunktion für die Variable Gewinn nach Steuern ist in Szenario 3 gegenüber Szenario 1 um ca. 35 T€ nach rechts verschoben und verläuft wesentlich steiler (Abb. 6). Die zusätzliche Investition in einen Kuhstall (Szenario 4), mit dem Effekt, dass günstig Gülle in der Biogasanlage mit verwertet werden könnte, kann nicht mit Szenario 3 konkurrieren, da es in der Rangfolge für Gewinn bzw. Eigenkapitalveränderung_{t0-20} sowie für Risiko (Std. Abw.) hinter Szenario 3 zurückbleibt (Tab. 6).

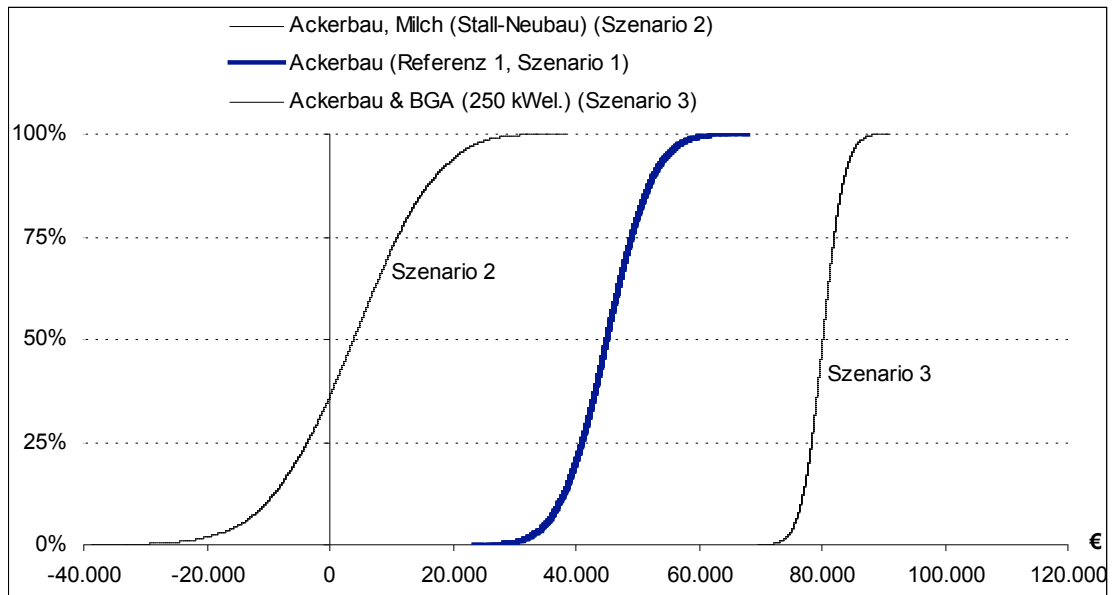


Abb. 6: Verteilungsfunktion für Gewinn nach Steuern für Szenario 1 bis 3 (10.000 Simulationen)
Quelle: Eigene Berechnungen

Besteht bereits ein Kuhstall (**Referenz 2, Szenario 5**), so kann ein um ca. 3,5 T€ geringfügig höherer Gewinn als bei reinem Ackerbau (Szenario 1) erzielt werden (Tab. 6). Gleichzeitig sind die Einkommensschwankungen größer (Abb. 6). Die Erweiterung durch Investition in eine kleine Biogasanlage mit 150 kW_{el.} (Szenario 6) bietet dem Beispielbetrieb die Möglichkeit mit durchschnittlich ca. 100 T€/Jahr einen vergleichsweise hohen Gewinn nach Steuern zu erzielen bei gleichzeitig reduziertem Risiko (Abb. 7). Die Std.Abw. von Gewinn und Eigenkapitalveränderung₁₀₋₂₀ ist nämlich in Szenario 6 geringer als in beiden Referenzsituationen mit nur Ackerbau (Szenario 1) oder Ackerbau und Milchproduktion (Szenario 5).

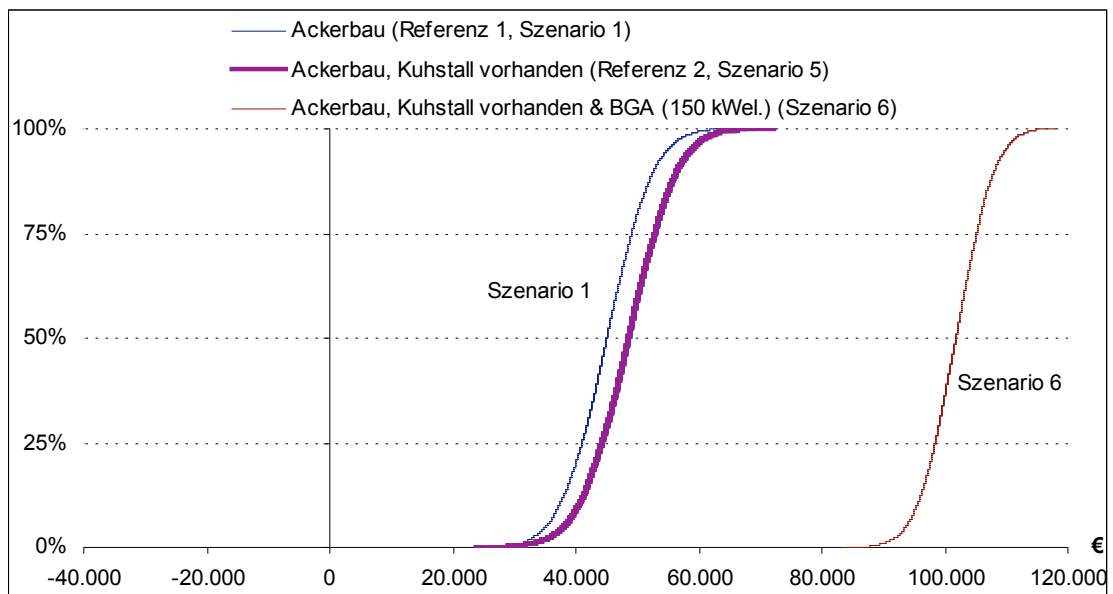


Abb. 7: Verteilungsfunktion für Gewinn nach Steuern für Szenario 1, 5 und 6 (10.000 Simulationen)
Quelle: Eigene Berechnungen

4.3 Bewertung der Förderung von Biogas und Entwicklung der Anlagen

Damit konnte nachgewiesen werden, dass in jedem der hier vorgestellten Fälle die Investition in eine Biogasanlage das Einkommen steigern und das Risiko von Einkommensschwankungen reduzieren würde. Die Landwirte sind gut beraten, diese Investitionsmöglichkeiten zu nutzen. Die Ziele des EEG, einer Förderung der Erneuerbaren Energien (EE) und eine Reduzierung der Abhängigkeit von fossiler Energie werden erreicht, da viele Landwirte bereits in diese Technologie investiert haben und vorerst keine Trendwende zu erkennen ist (Abb. 7).

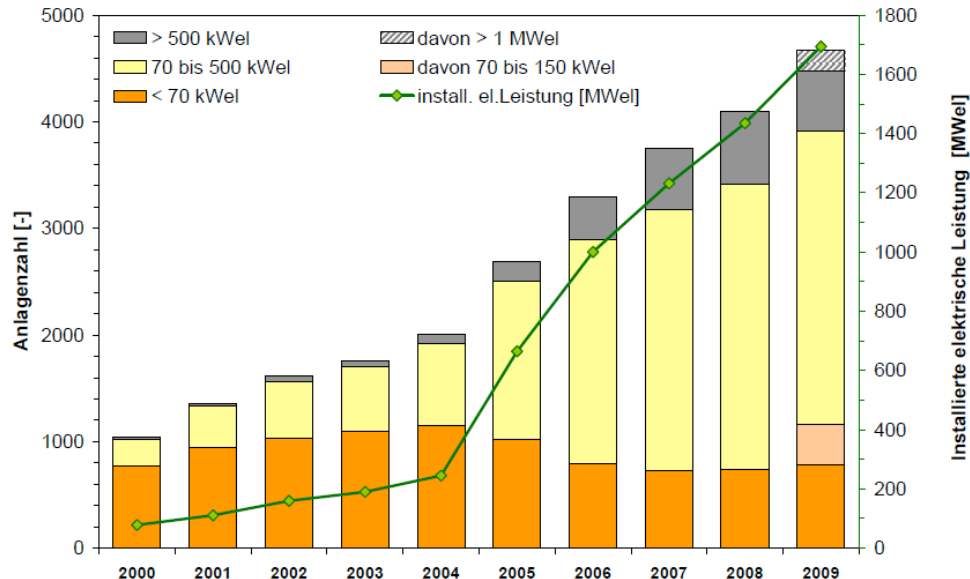


Abbildung 7: Biogasanlagenentwicklung in Deutschland (Anlagenzahl differenziert nach Leistungsklassen und installierter elektrischer Anlagenleistung in MW_{el}), ohne Abbildung von Biogasaufbereitungsanlagen, Deponie- und Klärgasanlagen

Quelle: o.V. (2010) Stromerzeugung aus Biomasse. Deutsches BiomasseForschungszentrum (DBFZ), Leipzig, 31.03.2010. Projektnummer DBFZ: 3330002, S. 24.

Literatur

- Bogatov, V. (2010) Relative Standortvorzüglichkeit der Biogasproduktion in Schleswig-Holstein. Master-Thesis, Hochschule Neubrandenburg.
- Breuer, T. (2008) Bedeutung der Bioenergie für die Landwirtschaft und den ländlichen Raum; in: Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger; KTBL-Schrift 468, Darmstadt
- FNR (2009) Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung; Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR); Gülzow
- Keller, S. (2010) Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion im Vergleich zur Biogasproduktion. Master-Thesis, Hochschule Neubrandenburg; im Druck.
- KTBL (2010) Online-Wirtschaftlichkeitsrechner (<http://daten.ktbl.de/biogas/biogasAnlagen>; 18.09.2010)
- Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern (LMS) Arbeitskreisberichte und Betriebszweigauswertungen, verschied. Jg.
- o.V. (2010) Stromerzeugung aus Biomasse. Deutsches BiomasseForschungszentrum (DBFZ), Leipzig, 31.03.2010. Projektnummer DBFZ: 3330002.
- Schulz, W. und S. Heitmann: Leitfaden - Verwertung von Wärmeüberschüssen bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Bremer Energie Institut und das Bremer Institut für Umweltverfahrenstechnik, 2007

E-Mail-Adresse des Autors/der Autoren: cfuchs@hs-nb.de