

Wie viel dürfen Substrate nach EEG 2009 - frei Eintrag – kosten?



Nr. V – 6/2009

auf Aktualität geprüft: 2012

Zusammengestellt von der Arbeitsgruppe V (Betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung)
im „Biogas Forum Bayern“ von:

Ulrich Keymer



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ländliche Strukturentwicklung,
Betriebswirtschaft und Agrarinformatik



Dr. Hubert Pahl

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus

Wie viel dürfen Substrate nach EEG 2009 - frei Eintrag - kosten?

Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) im Sinne des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 25. Oktober 2008 (EEG 2009) sind Pflanzen oder Pflanzenbestandteile, die in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben oder im Rahmen der Landschaftspflege anfallen und die keiner weiteren als der zur Ernte, Konservierung oder Nutzung in der Biomasseanlage erfolgten Aufbereitung oder Veränderung unterzogen wurden. In einer Positiv-/Negativliste hat der Gesetzgeber präzisiert, welche Substrate bzw. Substratgruppen als NawaRo gelten und welche nicht. Zu den erlaubten Einsatzstoffen gehören Kot und Harn, einschließlich Einstreu von Nutztieren **und Pferden, sowie Futterreste**, die im landwirtschaftlichen Betrieb anfallen. Keine NawaRo im Sinne des Gesetzes sind beispielsweise Schlempen aus der Bioethanolerzeugung.

Der Gesetzgeber honoriert die Beschränkung der Einsatzstoffe in landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit einem Zuschlag zur Strom-Grundvergütung, dem NawaRo-Bonus. Zusätzlich zum NawaRo-Bonus gibt es einen Gülle-Bonus, wenn der Anteil von Gülle oder Mist bezogen auf die in den Fermenter eingebrachte Gesamtmasse, nachweislich jeden Tag mindestens 30 Masseprozent beträgt. Die Vergütungen für eine NawaRo-Musteranlage, die im Jahr 2009 in Betrieb gegangen ist, mit 200 Kilowatt installierter elektrischer Leistung, 8.000 Volllaststunden und einem Leitungs- bzw. Transformationsverlust von einem Prozent des erzeugten Stroms errechnet sich wie folgt:

Stromeinspeisung:	$200 \text{ kW}_{\text{el}} * 8.000 \text{ h}$ abzüglich 1% Verluste =	1.584.000 kWh_{el}
Grundvergütung:	$150 \text{ kWh}_{\text{el}} * 8.760 \text{ h/a} * 11,67 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}}$	= 153.343,80 €
	$(1.584.000 \text{ kWh}_{\text{el}} - 1.314.000 \text{ kWh}_{\text{el}}) * 9,18 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}}$	= 24.786,00 €
NawaRo-Bonus:	$1.584.000 \text{ kWh}_{\text{el}} * 7,00 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}}$	= 110.880,00 €
Gülle-Bonus:	$1.314.000 \text{ kWh}_{\text{el}} * 4,00 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}}$	= 52.560,00 €
	$(1.584.000 \text{ kWh}_{\text{el}} - 1.314.000 \text{ kWh}_{\text{el}}) * 1,00 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}}$	= <u>2.700,00 €</u>
		344.269,80 €

Bezogen auf die Kilowattstunde eingespeisten Strom beträgt die Grundvergütung durchschnittlich 11,25 Cent, der NawaRo-Bonus 7,00 Cent und, wenn die Voraussetzungen erfüllt sind, der Gülle-Bonus 3,49 Cent.

Leistungen

Wie hoch die Stromerlöse – hier ohne Wärmenutzung - im Einzelfall sind, hängt wesentlich von folgenden Einflussfaktoren ab:

- den Fähigkeiten des Anlagenbetreibers,
- der Qualität der NawaRo (Nährstoffgehalte und Verdaulichkeit),
- der mittleren hydraulischen Verweilzeit bzw. der Raumbelastung,
- dem elektrischen Wirkungsgrad des BHKW und
- dem Düngerwert des Gärrestes.

Die Gaserträge der NawaRo sind auf Basis durchschnittlicher Nährstoffgehalte (Fett, Eiweiß und Kohlenhydrate) und überdurchschnittlicher Verdauungsquotienten berechnet. Die Gasausbeute von Rinder- und Schweinegülle wurde mit 385 bzw. 440 l_N/kg oTM¹ geschätzt. Für Geflügeltrockenkot sind 550 l_N/kg oTM angenommen.

Der elektrische Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerkes (BHKW) hat großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Über die gesamte Nutzungsdauer betrachtet, sollte ein BHKW mit Gas-Otto-Motor in der Größenklasse von 200 kW_{el} einen durchschnittlichen elektrischen Wirkungsgrad von 36 % erreichen.

Die im Substrat enthaltenen Nährstoffmengen verändern sich durch die Behandlung in der Biogasanlage nicht. Die von den Pflanzen entzogenen Nährstoffe Phosphor und Kali werden über den Gärrest vollständig als Dünger auf die Flächen rückgeliefert. Bei Stickstoff sind Lager- und Ausbringverluste in Höhe von 20 % unterstellt. Allerdings ist nur dann ein Düngerwert anzusetzen, wenn die organische Düngung mit dem Gärrückstand tatsächlich zu einer Verminderung des Mineraldüngerzukaufs führt. In der Modellkalkulation ist angenommen, dass 70 % der Mineraldüngerkosten einzusparen sind. Bei Wirtschaftsdüngern und Futterresten aus der eigenen Landwirtschaft, muss entschieden werden, wer den Düngerwert gut geschrieben bekommt: die Tierhaltung oder die Biogasanlage. In der Regel hat die Tierhaltung die Lager- und Ausbringkosten der Gülle bzw. des anteiligen Gärrestes zu tragen. Deshalb wird der Düngerwert des Wirtschaftsdüngers der Tierhaltung angerechnet und nicht der Biogaserzeugung.

Bereitstellungskosten frei Eintrag

Zieht man von den Leistungen aus der Verwertung eines Substrates in der Biogasanlage die festen und variablen Kosten der Biogaserzeugung, der Verstromung und der Lagerung sowie der Ausbringung des Gärrestes ab, bleibt der Betrag übrig, der für die Bereitstellung des NawaRo frei Fermenter maximal aufgewendet werden kann (siehe Abbildungen).

Aus diesem Betrag müssen sich, mit spitzem Bleistift gerechnet, mindestens die Kosten der Produktion bzw. der Beschaffung, der Ernte, der Einlagerung und der Silierung einschließlich der Fixkosten der Silos, der Entnahme aus dem Lager und des Transportes bis zur Eintragsvorrichtung einschließlich Lohn abdecken lassen.

Der Einsatz eines Substrates ist dann sinnvoll, wenn die Leistungen aus der Verwertung die Kosten der Verwertung und der Bereitstellung des Substrates frei Eintrag übersteigen.

Variable und feste Kosten

Die Instandhaltungskosten für das BHKW betragen in der Modellkalkulation 1,30 Ct/kWh_{el}. Für Feststoffe ist auf Grund des erhöhten Verschleißes bei der Einbringung ein Reparaturkosten-Zuschlag in Höhe von 1,00 €/t Substrat berücksichtigt. Der Stromverbrauch der Anlage soll acht Prozent der erzeugten elektrischen Arbeit betragen. Der benötigte Strom wird für 14 Ct/kWh_{el} zugekauft. Ca. ein Prozent des erzeugten Stroms muss man realistischer Weise als unvermeidliche Leitungs- und Transformationsverluste abschreiben. Unbedingt anzusetzen sind die Kosten für die Ausbringung des ausgefaulten Substrates. Die

¹ l_N/kg oTM = Normliter pro Kilogramm organische Trockenmasse

bodennahe Ausbringung kostet bei überbetrieblicher Mechanisierung und kurzen Transportwegen ca. 4 €/t Gärrest. Der Zeitaufwand für die Betreuung der Anlage hängt wesentlich von der Größe bzw. dem Automatisierungsgrad der Anlage ab. In der Modellrechnung soll der Arbeitszeitbedarf 4 AKh² pro kW elektrischer Leistung und Jahr betragen und mit 25 € pro AKh entlohnt werden. Die Festkosten für die einzelnen Substrate errechnen sich aus den jeweils beanspruchten Kapazitäten (Fermenter und Technik, Feststoffeintrag, Gärrestlager, BHKW) und den entsprechenden Parametern (siehe Tabelle).

Tabelle: Wesentliche Berechnungsparameter für die Modellanlage mit 200 kW_{el}

Ø Grundvergütung	11,25	Ct/kWh _{el}	Anschaffung langlebige	210	€/m ³
Ø NawaRo-Bonus	7,00	Ct/kWh _{el}	Anschaffung Technik(ohne	140	€/m ³
Ø Gülle-Bonus	3,49	Ct/kWh _{el}	Anschaffung	180	€/kW _{el}
Heizwert Methan	10	kWh/m ³	Anschaffung BHKW	750	€/kW _{el}
Instandhaltungskosten	1,30	Ct/kWh _{el}	Lagerdauer Gärrest	180	Tage
Zuschlag Feststoffe	1,00	€/t	Anschaffung Gärrestlager	50	€/m ³
Wirkungsgrad _{el} GOM	36	%	AfA langlebige Güter	5,0	% v. A.
Eigenstromverbrauch	8	%	AfA Technik	14,3	% v. A.
Stromverlust	1	%	AfA Feststoffeintrag	20,0	% v. A.
Stromzukaufspreis	14	Ct/kWh _{el}	AfA BHKW	14,3	% v. A.
N-Preis	109	Ct/kg	Zinsansatz	6,0	% v. A./2
N-Verlust	20	%	Versicherungen	0,7	% v. A.
P ₂ O ₅ -Preis	128	Ct/kg	Unterhalt langlebige Güter	1,5	% v. A.
K ₂ O-Preis	52	Ct/kg	Unterhalt Technik/Eintrag	5,0	% v. A.
Anlagenbetreuung	4	AKh/kW _{el}	Mindestverweilzeit	60	Tage
Stundenlohn	25	€/AKh	Max. Raumbelastung	2,5	kg oTM/(m ³ *d)
Ausbringkosten Gärrest	4	€/t	BHKW-Volllaststunden	8.000	h/a

1) ohne Gärrestlager und Siloraum

Interpretation der Ergebnisse

In einer NawaRo-Biogasanlage kommen Substrate mit sehr unterschiedlicher Abbaudynamik und sehr unterschiedlichem Trockenmassegehalt zum Einsatz. Dies verlangt einen Kompromiss bezüglich der hydraulischen Verweilzeit und der Raumbelastung. In den Modellrechnungen darf die Raumbelastung 2,5 kg oTM/m³ Fermentervolumen und Tag nicht überschreiten. Die Verweilzeit soll mindestens 60 Tage betragen, um auch bei weniger gut verdaulichen Substraten einen weitgehenden Abbau der organischen Masse zu gewährleisten. Für beide Grenzwerte wird das notwendige Fermentervolumen ermittelt und der jeweils höhere Wert dient als Grundlage zur Berechnung der volumenabhängigen Festkosten. Zwei Beispiele sollen die Zusammenhänge verdeutlichen: Eine Tonne Maissilage mit knapp 32% oTM (33% [TM] x 96% [oTM/TM]) beansprucht ca. 0,35 m³ Fermentervolumen³, wenn die Grenze der Raumbelastung nicht überschritten werden soll. Die korrespondierende Verweilzeit beträgt rund 127 Tage⁴. Bei 60 Tagen Verweilzeit würde ein Fermentervolumen von lediglich 0,16 m³ (1/365*60) ausreichen; die entsprechende

² AKh = Arbeitskraftstunden

³ $\frac{0,33 \cdot 0,96 \cdot 1000}{365 \cdot 2,5} \approx 0,35 \text{ m}^3$ Fermenternutzvolumen, bestehend aus Haupt- und Nachfermentern

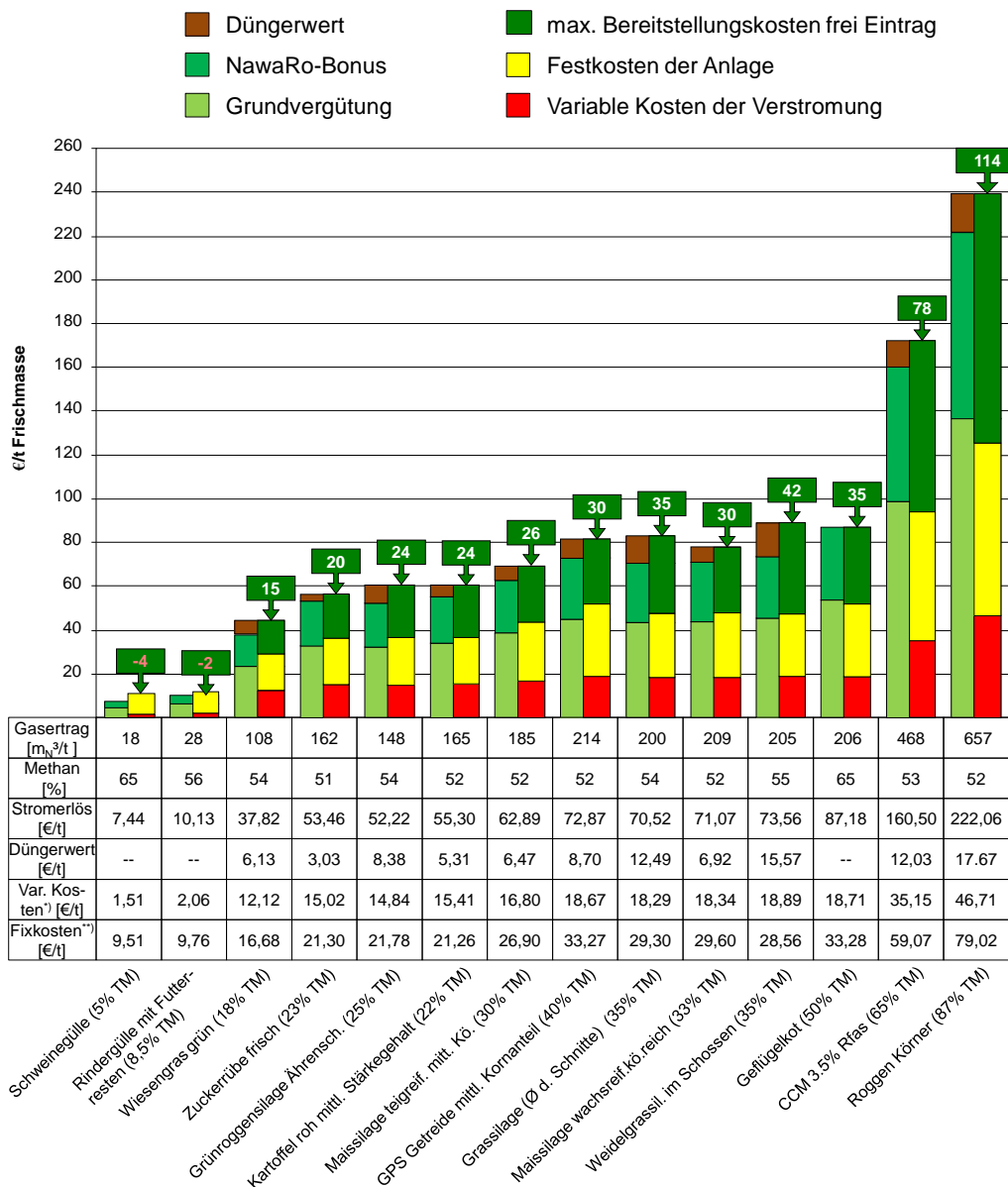
$$\frac{0,33 \cdot 0,95 \cdot 1000}{365 \cdot 2,5} \approx 0,35 \text{ m}^3 \text{ Fermenterraum, bestehend aus Hauptfermentern und Nachfermentern}$$

⁴ Hydraulische Verweilzeit = Nutzvolumen [m³] / täglich zugeführte Substratmenge [m³/d]; Vereinfachende Annahme: Dichte p im Fermenter ≈ 1 000 kg/m³;

Raumbelastung läge dann allerdings mit rund 5,3 kg oTM/(m³*d) deutlich über der angestrebten Belastungsgrenze. Basis für die Ermittlung der volumenabhängigen Festkosten sind also die 0,35 m³ Fermentervolumen. Eine Tonne Schweinegülle mit 4% oTM (5% [TM] *

80% [oTM/TM]) beansprucht bei einer Raumbelastung von 2,5 kg oTM/(m³*d) ca. 0,04 m³ Fermentervolumen. Die korrespondierende Verweilzeit von 16 Tagen unterschreitet die Mindestverweilzeit deutlich. Sollen die 60 Tage eingehalten werden, ergibt sich ein notwendiges Fermentervolumen von 0,16 m³ für eine Tonne Schweinegülle. Die Gülle beansprucht also unter den Modellannahmen sehr viel teuren Fermenterraum.

Ohne Gülle-Bonus ist aus wirtschaftlicher Sicht der Anreiz nicht sehr groß, flüssige Wirtschaftsdünger in einer speziell auf die Vergärung von NawaRo ausgerichteten Biogasanlage zu vergären. Der teure Fermenterraum wird nicht effizient genutzt. Für die am häufigsten eingesetzten Substrate (Mais-, Gras- und Getreideganzpflanzensilagen) liegen die maximal tragbaren Bereitstellungskosten frei Eintrag in einer Größenordnung von 30 bis 40 €/t Silage (siehe Abbildung 1). Getreide dürfte unter den Modellannahmen nur rund 115 €/t kosten.

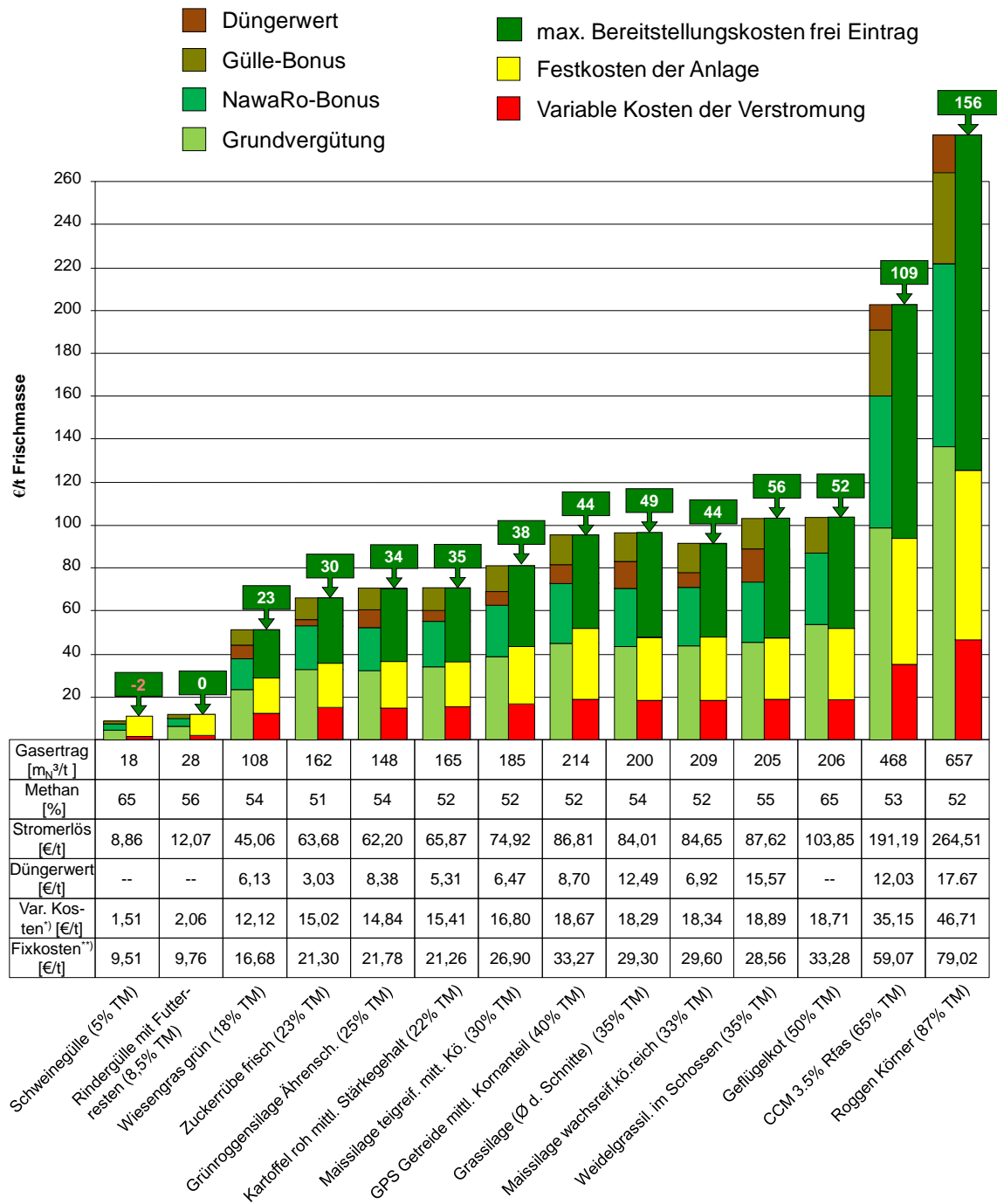


^{*)} einschl. Lohnansatz, Gärrestausbringung; bei Gülle ohne Ausbringung

^{**)} Gülle ohne Festkosten für das Gärrestlager

Abbildung 1: Wie viel dürfen Substrate frei Eintrag - ohne Gülle-Bonus - kosten?

Mit Gülle-Bonus rechnet sich die Gülle etwas besser. Mehr einzusetzen als für den Gülle-Bonus notwendig, macht aber für eine NawaRo-Anlage ökonomisch gesehen keinen Sinn. Muss die Gülle nicht zugekauft und transportiert werden, bleibt für die Bereitstellung der NawaRo mehr Spielraum. Der Gülle-Bonus verbessert dann die relative Vorzüglichkeit der Silagen im Durchschnitt um rund 13 €/t. Die maximal möglichen Bereitstellungskosten für Getreide steigen um gut 40 € auf 156 €/t Getreide (siehe Abbildung 2).



*) einschl. Lohnansatz, Gärrestausbringung; bei Gülle ohne Ausbringung

**) Gülle ohne Festkosten für das Gärrestlager

Abbildung 2: Wie viel dürfen Substrate frei Eintrag - mit Gülle-Bonus - kosten?

Verteuern sich die Substrate, muss die Anlageneffizienz verbessert werden. Eine Steigerung der Raumbelastung führt zu einer besseren Nutzung des teuren Fermenterraums und lässt die spezifischen Festkosten pro Tonne Substrat sinken. Gelingt es beispielsweise unter sonst gleichen Annahmen die Raumbelastung um 0,5 kg oTM/(m³*d) zu steigern, sinkt die Festkostenbelastung um etwa 3 €/t Silage bzw. um mehr als 8 €/t Getreide. Größtes Augenmerk ist auf den elektrischen Wirkungsgrad des BHKW zu legen. Eine Veränderung um einen Prozentpunkt gegenüber den Modellannahmen lässt die maximal tragbaren Bereitstellungskosten für Gras- und Maissilagen um durchschnittlich rund ± 1,30 €/t (ohne Gülle-Bonus) bzw. knapp 1,70 €/t (mit Gülle-Bonus) schwanken. Bei Getreide macht die Veränderung des Wirkungsgrades rund 4 bzw. 5 €/t aus. Technische Maßnahmen zur Wirkungsgradoptimierung dürfen aber nicht zu einer Verschlechterung der Emissionswerte führen.

Das „Biogas Forum Bayern“ ist eine Informationsplattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern

Arbeitsgruppe V (Betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung)

hier erarbeiten Experten Publikationen zu folgenden Themen:

- Gesetzliche und politische Rahmenbedingungen
- Betriebswirtschaft
- Volkswirtschaft
- Organisation und Management
- Finanzierung

Mitglieder der Arbeitsgruppe

- **Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Coburg**
- **Bayerischer Bauernverband**
- **Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit**
- **Biogasanlagenbetreiber**
- **Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N.)**
- **EBA-GmbH**
- **Fachverband Biogas e.V.**
- **Landesanstalt für Landwirtschaft**
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik
- **renergie Allgäu e.V.**
- **Technische Universität München**
Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues

Zitiervorlage

Keymer, U. und Pahl, H. (2009): Wie viel dürfen Substrate nach EEG 2009 - frei Eintrag – kosten?.
In: Biogas Forum Bayern Nr. V – 4/2011, Hrsg. ALB Bayern e.V.,
http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Wie_viel_duerfen_Substrate_nach_EEG_2009_kosten.pdf, Stand [Abrufdatum].



Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik
und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36
85354 Freising
Telefon: 08161/71-3460
Telefax: 08161/71-5307
Internet: <http://www.biogas-forum-bayern.de>
E-Mail: info@biogas-forum-bayern.de