



Wirtschaftlichkeit nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen



Ulrich Keymer
Andreas Schilcher

Wirtschaftlichkeit nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen

März 2006

Ulrich Keymer und Andreas Schilcher, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft, und Agrarinformatik, Menzinger Straße 54, 80638 München, Internet: www.LfL.bayern.de, Email: agraroekonomie@LfL.bayern.de

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Leiter: Dr. Hardwin Traulsen

Am Kamp 13, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-847940, Fax: 04331-847950

Internet: www.rkl-info.de; E-mail: mail@rkl-info.de

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 0.4

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiger Beratungsring mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

Gliederung	Seite
1. Einleitung.....	809
2. Wie viel dürfen NawaRo - frei Fermenter – kosten?	809
3. Was kosten NawaRo frei Fermenter?.....	814
4. Stromgestehungskosten ausgewählter Substrate	818
5. Zusammenfassung.....	819

1. Einleitung

Die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 21. Juli 2004 (BGBl I 2004, 1918) hat einen Biogasboom ausgelöst. Der Gesetzgeber honoriert die Beschränkung der Einsatzstoffe auf NawaRo mit einem Zuschlag zur Strom-Grundvergütung, dem NawaRo-Bonus.

Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) im Sinne der Neufassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 21. Juli 2004 (BGBl I 2004, 1918) 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. Leider ist die Legaldefinition unpräzise und führt im Einzelfall zu erheblichen Unsicherheiten. Darüber hinaus gelten Gülle, Mist und Jauche von Nutztieren oder Schlempe aus landwirtschaftlichen Brennereien, für die keine anderweitige Verwertungspflicht nach dem Branntweinmonopolgesetz besteht, als NawaRo.

2. Wie viel dürfen NawaRo - frei Fermenter – kosten?

Zieht man von den Erträgen aus der Verwertung eines Substrates in der Biogasanlage die Kosten der Biogaserzeugung, der Verstromung und der Ausbringung des Gärrestes ab, bleibt der Betrag übrig, der für die Bereitstellung des NawaRo frei Fermenter maximal aufgewendet werden kann (siehe Abbildungen 1 und 2). Aus diesem Betrag müssen sich, mit spitzem Bleistift gerechnet, mindestens die Kosten der Produktion bzw. der Beschaffung (bei betriebsfremden Substraten), der Ernte und Einlagerung, der Entnahme und des Transportes vom Silo zum Fermenter abdecken lassen.

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

Erträge

In der Modellrechnung - gerechnet wird grundsätzlich ohne Mehrwertsteuer - ist eine durchschnittliche Grundvergütung von 11 Ct/kWh_{el.}¹ und ein NawaRo-Bonus in Höhe von 6 Ct/kWh_{el.} angesetzt. Eine Wärmeverwertung bleibt unberücksichtigt. Wie hoch die monetären Erträge im Einzelfall sind, hängt wesentlich von folgenden Einflussfaktoren ab:

- der Qualität der NawaRo (Nährstoffgehalt und Verdaulichkeiten),
- der mittleren hydraulischen Verweilzeit bzw. der Raumbelastung,
- dem elektrischen Wirkungsgrad des BHKW,
- der Qualität des Anlagenbetreibers und
- dem Düngerwert des Gärrestes.

Die Gaserträge der NawaRo sind auf Basis durchschnittlicher Nährstoffgehalte (Fett, Eiweiß und Kohlenhydrate) und Verdauungsquotienten berechnet. Die Gasausbeute von Rindergülle wurde geschätzt. Sie schwankt in Abhängigkeit vom Anteil der Futterreste in der Gülle zwischen ca. 280 und rund 400 l_N/kg oTM¹⁾. Auch für Geflügel-trockenkot liegen keine wirklich abgesicherten Daten vor. Als Anhaltswert sind 500 l_N/kg oTM angesetzt.

Die maximal zulässige Raumbelastung beträgt in der Modellrechnung 3 kg oTM/m³ Fermenterraum und Tag, wobei eine Mindestverweilzeit von 25 Tagen (Flüssigkeiten) bzw. 60 Tagen (Feststoffe) nicht unterschritten werden darf. Der elektrische Wirkungsgrad des BHKW hat großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Größere BHKW mit Gas-Otto-Motoren sollten, über die gesamte Laufzeit betrachtet, im Durchschnitt einen elektrischen Wirkungsgrad von mindestens 33 % erreichen. Zur Verdeutlichung des Einflusses wurde unter sonst gleichen Annahmen zusätzlich mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 38 % gerechnet.

Die Nährstoffe im ausgefaulten Substrat haben einen Düngerwert. Ökonomisch gesehen, allerdings nur, wenn sich Mineraldünger substituieren oder der Gärrest verkaufen lässt. In der Modellkalkulation ist angenommen, dass die von den Pflanzen entzogenen Nährstoffe Phosphor und Kali über den Gärrest vollständig als Dünger auf die Flächen rückgeliefert werden. Bei Stickstoff sind Lager- und Ausbringverluste

¹ l_N/kg oTM = Normliter/kg organische Trockenmasse

in Höhe von 28 % angesetzt. Die rückgelieferten Nährstoffe sind mit aktuellen Netto-Nährstoffpreisen bewertet (siehe Tabelle 1).

Betriebseigene Wirtschaftsdünger und Futterreste bleiben in dieser Düngerwertberechnung unberücksichtigt. Sie fallen unabhängig davon an, ob eine Biogasanlage betrieben wird. Die Nährstoffmengen verändern sich durch die Behandlung in der Biogasanlage nicht. Sie haben dementsprechend keinen zusätzlichen Düngerwert.

Tabelle 1: Berechnungsparameter

Grundvergütung	11	Ct/kWh _{el.}	Anschaffung langlebige Güter	200	€/m ³
NawaRo-Bonus	6	Ct/kWh _{el.}	Anschaffung Technik (ohne BHKW)	130	€/m ³
Heizwert Methan	10	kWh/m ³	Anschaffung BHKW	800	€/kW
Wartungskosten BHKW	1	Ct/kWh _{el.}	Davon Motor	120	€/kW
Zuschlag Feststoffe	1	€/t	Anschaffung Gärrestlager	45	€/m ³
Wirkungsgrad el. GOM	33/38	%	AfA langlebige Güter	5	% v. A.
Eigenstromverbrauch	5	%	AfA Technik	10	% v. A.
Stromzukaufspreis	12	Ct/kWh _{el.}	AfA BHKW (ohne Motor)	10	% v. A.
Ausbringkosten	4	€/t (Gärrest)	AfA Motor	12,5	% v. A.
N-Preis	69	Ct/kg	Zinsansatz	6	% v. A/2.
P ₂ O ₅ -Preis	58	Ct/kg	Versicherung	0,5	% v. A.
K ₂ O-Preis	30	Ct/kg	Unterhalt langlebige Güter	1,0	% v. A.
BHKW-Volllaststunden	7.500	Std./Jahr	Unterhalt Technik	3,0	% v. A.
Lagerdauer Gärrest	180	Tage	Mindestverweilzeit Feststoffe	60	Tage
Anlagenbetreuung	5	AKh/kW und Jahr	Mindestverweilzeit Flüssigkeiten	25	Tage
Stundenlohn	15	€/Akh	Raumbelastung	3,0	kg oTM

Variable und feste Kosten der Biogasanlage

Die Wartungskosten für das BHKW betragen in der Modellkalkulation 1 Ct/kWh_{el.}. Für Feststoffe ist auf Grund des erhöhten Verschleißes bei der Einbringung zusätzlich ein Reparaturkosten-Zuschlag in Höhe von 1 €/t Substrat berücksichtigt. Der Stromverbrauch der Anlage soll – eine sehr optimistische Annahme – nur 5 % der erzeugten elektrischen Arbeit betragen. Der benötigte Strom wird für 12 Ct/ kWh_{el.} zugekauft. Die Stromerzeugung übernimmt ein Gas-Otto-Motor (GOM). Zündölkosten fallen dementsprechend nicht an. Unbedingt anzusetzen sind die Kosten für die Ausbringung des ausgefaulten Substrates. Die bodennahe Ausbringung kostet bei überbetrieblicher Mechanisierung ca. 4 €/t Gärrest. Der Zeitaufwand für die Betreuung der Anlage hängt wesentlich von der Größe bzw. dem Automatisierungsgrad der An-

lage ab. In der Modellrechnung soll der Arbeitszeitbedarf 5 AKh pro kW elektrischer Leistung und Jahr betragen und mit 15 € pro AKh entlohnt werden.

Die Festkostenanteile der Biogasanlage für die einzelnen Substrate errechnen sich aus den beanspruchten Kapazitäten je Tonne Substrat (Fermenter und Technik, Gärrestlager, BHKW) und den entsprechenden Parametern aus Tabelle 1.

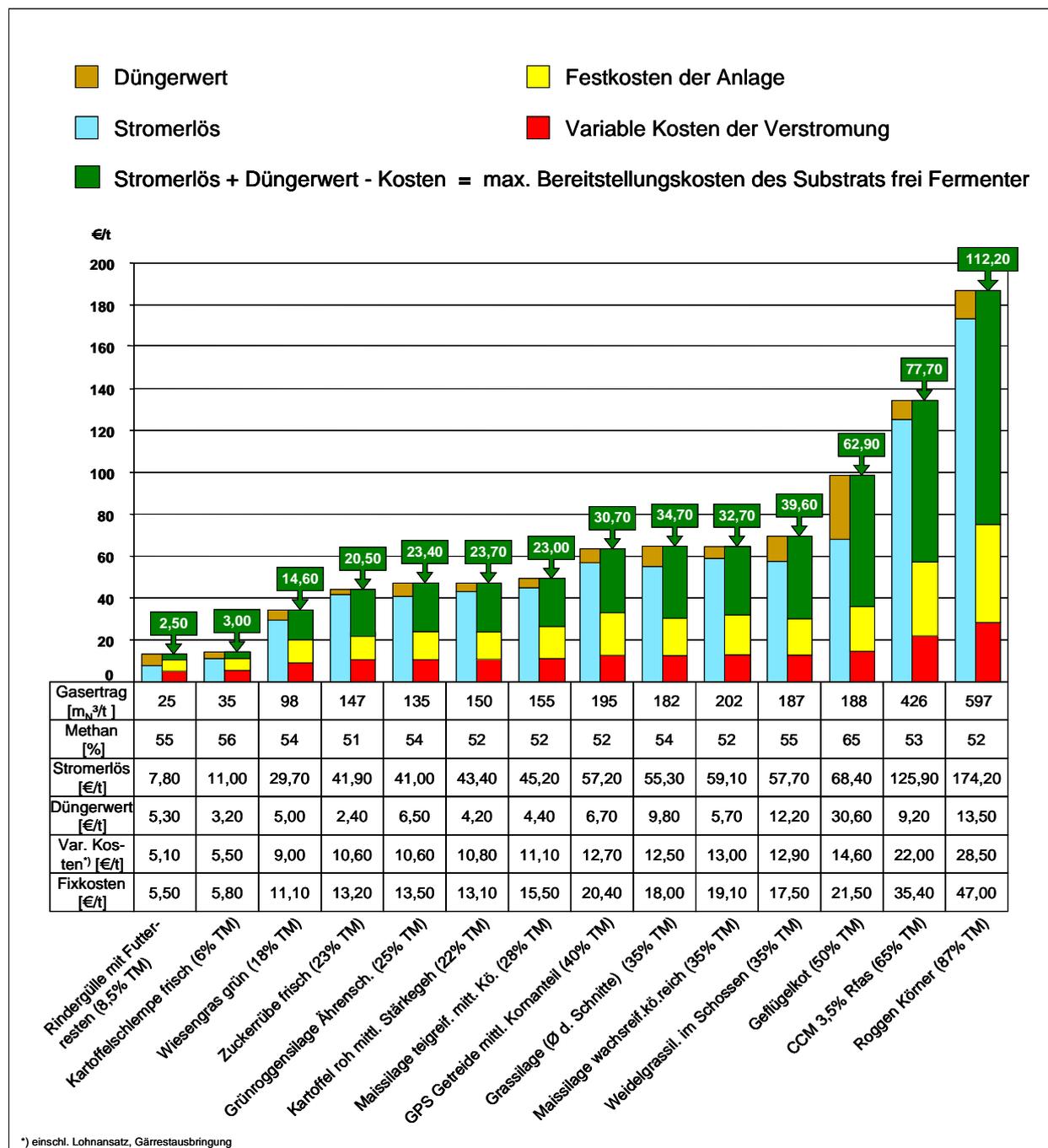


Abbildung 1: Wie viel dürfen NawaRo – frei Fermenter – kosten?
Elektrischer Wirkungsgrad BHKW: 33 %

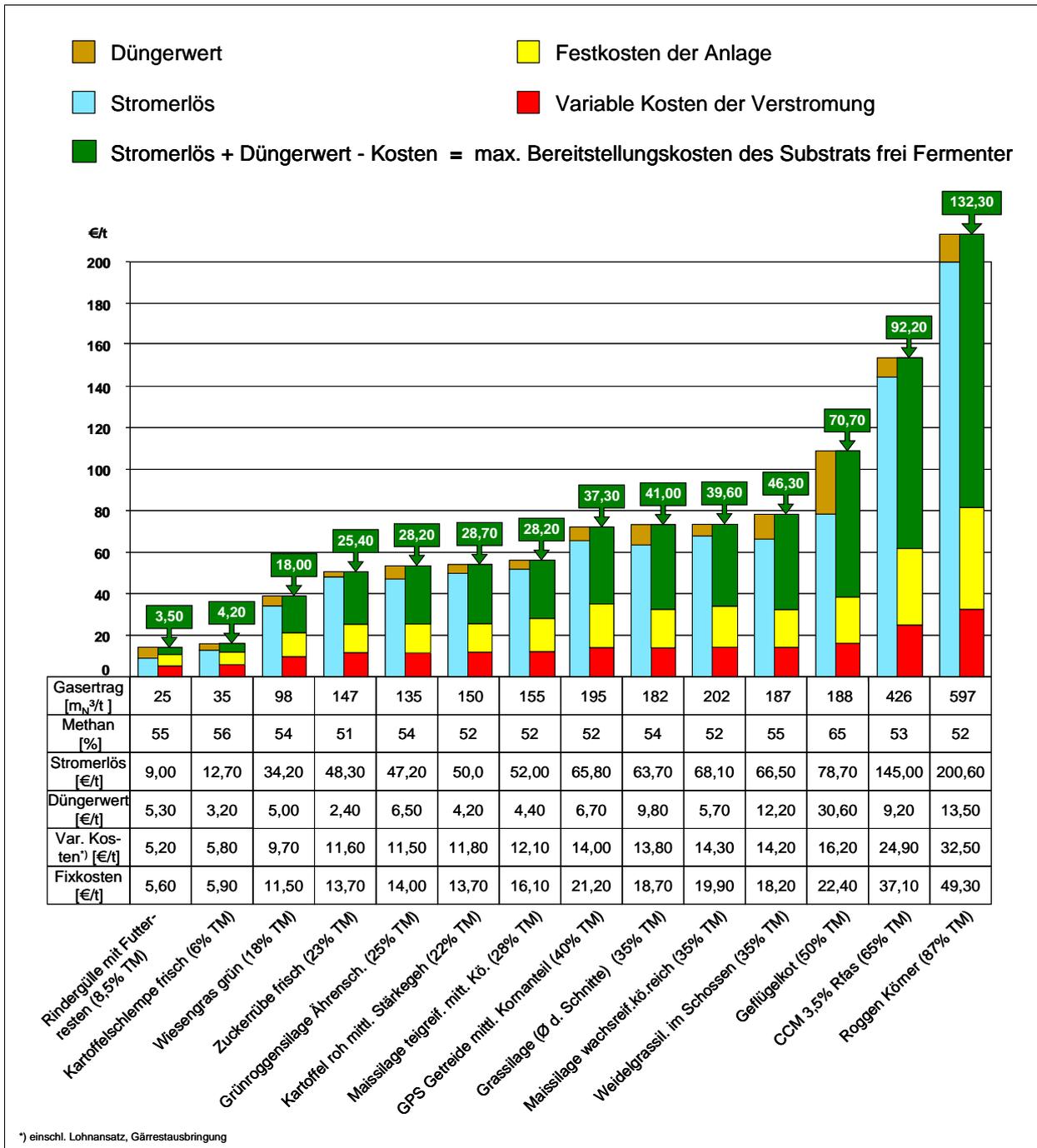


Abbildung 2: Wie viel dürfen NawaRo – frei Fermenter – kosten?
 Elektrischer Wirkungsgrad BHKW: 38 %

3. Was kosten NawaRo frei Fermenter?

Viele NawaRo sind grundsätzlich zur Vergärung in einer Biogasanlage und somit zur Erzeugung von Strom und Wärme geeignet. Lassen sie sich aber für den Preis erzeugen, lagern und zur Biogasanlage transportieren, den die Biogasanlage bezahlen kann?

Was die Bereitstellung von NawaRo frei Fermenter kostet, zeigen die Tabelle 2 und die Abbildung 3, beispielhaft für Maissilage, Ganzpflanzensilage (GPS), Grassilage und Roggenkörner.

Die Berechnungen basieren auf folgende Quellen bzw. Annahmen:

- Die variablen Maschinenkosten, die Arbeitsgänge der Produktionsverfahren und der Arbeitsaufwand je Hektar sind der KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005 entnommen.
- Der Dieselpreis ist aktualisiert und mit 78 Ct/l angesetzt.
- Die Produktionsmittelkosten sind den Preisstatistiken des Instituts für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft entnommen.
- Die Berechnungen erfolgen ohne Berücksichtigung der Mehrwertsteuer.
- Nutzungskosten oder Pachtansätze sind nicht berücksichtigt.

Ausgangspunkt der Berechnungen sind die jeweiligen Nettoerträge im Silo nach Abzug von Ernte- und Silierverlusten in Höhe von insgesamt 13 % der Trockenmasse (TM) bei der Maissilage, jeweils 9 % TM bei GPS und Grassilage sowie 3 % TM bei Hybridroggen. Die Aufwendungen für Saatgut sowie Dünge- und Pflanzenschutzmittel sind in den Produktionsmittelkosten zusammengefasst. Die Höhe der Düngemittelkosten richtet sich nach den Nährstoffentzügen bei Versorgungsstufe C des Bodens, wobei unvermeidliche N-Verluste in Höhe von ca. 15 % in die Berechnung einfließen. Für das in den Produktionsmitteln gebundene Umlaufkapital ist ein Zins in Höhe von 6 % bei der Berechnung des Zinsansatzes unterstellt. Unterschiedliche Festlegungszeiträume des Umlaufkapitals werden mit einem Faktor von 1,2 für Mais- und Grassilage und mit einem Faktor von 0,8 für GPS und Roggenkörner berücksichtigt.

Feld-Silo-Entfernung und die Schlaggröße haben bei weitgehend standardisierten Arbeitsgängen den größten Einfluss auf die Arbeitserledigungskosten der Produktionsverfahren. In der Modellrechnung ist eine durchschnittliche Entfernung von 2 km und eine Schlaggröße von 5 Hektar unterstellt.

Die Kostenposition „Feste und variable Maschinenkosten“ umfasst nur die Kosten der eingesetzten betriebseigenen Maschinen für den Anbau und die Pflege der NawaRo. Die variablen Kosten der einzelnen Arbeitsgänge sind nach KTBL angesetzt. Die Festkostenanteile errechnen sich aus den jeweiligen empfohlenen Verrechnungssätzen der Maschinen- und Betriebshilfsringe (KBM e. V., 2005) abzüglich der variablen Kosten. Die Ernte und der Transport zum Silo bzw. Lager sowie das Festfahren bzw. Einlagern der NawaRo erfolgt bei allen Fruchtarten überbetrieblich. Die Transportentfernung beeinflusst die Kosten des Gesamtverfahrens maßgeblich. Als Faustzahl kann man mit Kosten von 0,50 € pro Tonne Substrat und Kilometer Transportentfernung rechnen.

Zu den Gemeinkosten gehören alle einem Produktionsverfahren nicht direkt zuordenbaren Kosten. In der Beispielsberechnung ist lediglich ein Berufsgenossenschaftsbeitrag in Höhe von durchschnittlich 30 €/ha angesetzt.

Mais, Gras und GPS werden - wie bei großen Biogasanlagen meist üblich - auf einer Siloplatte siliert. Die Anschaffungskosten sollen 10 €/m³ Silage betragen. Die etwas aufwändigere Lagerung des Roggens erfolgt in einem einfachen Flachlager mit Seitenwänden. Hierfür werden Anschaffungskosten in Höhe von 25 €/m³ angesetzt. Die jährlichen festen Silo- bzw. Lagerraumkosten errechnen sich aus der Abschreibung von 5 % und einem Zinsansatz von 6 %. Für Wartung und Pflege werden jeweils 0,58 €/m³ in Ansatz gebracht. Für die Substratentnahme ist ein pauschaler Betrag von 1,50 €/m³ angenommen. Die Roggenkörner werden zusätzlich für einen schnelleren bakteriologischen Aufschluss im Fermenter gequetscht. Die Quetschkosten sind in den Kosten der Substratvorlage enthalten, die sich somit um 1,20 €/m³ auf 2,70 €/m³ erhöhen. Der Arbeitszeitbedarf beträgt rund 2,5 AKh/ha.

Für die Entnahme aus dem Silo und den Transport zum Fermenter (Feststoffeintrag) sind bei durchschnittlich 100 Meter Transportentfernung knapp 4 Minuten pro m³ Substrat angesetzt.

Tabelle 2: Bereitstellungskosten frei Fermenter in €/ha und Arbeitszeitbedarf

		Maissilage 35 % TM 7,5 dt/m³	GPS 40 % TM 6,1 dt/m³	Grassilage 35 % TM 6,5 dt/m³	Roggen 87 % TM 8,0 dt/m³
	Nettoertrag im Silo (t/ha)	45	33,1	23,4	7,5
1	Produktionsmittelkosten, Zinsan- satz	591	459	360	375
2	Variable Maschinenkosten	87	91	53	91
3	Feste Maschinenkosten	135	150	57	150
4	Ernte und Transport überbetrieb- lich	222	145	364	135
5	Gemeinkosten, Hagelversicherung	54	46	30	43
6	Produktionskosten frei Silo	1.089	891	864	794
7	Feste und var. Siloraumkosten	83	74	50	24
8	Substratvorlage	90	81	54	25
9	Lohnansatz (15 €/AKh)	120	119	67	114
10	Bereitstellungskosten frei Fer- menter	1.382	1.165	1.035	957
	Arbeitszeitbedarf				
1	Anbau und Management	4,2	4,5	2,2	4,4
2	Entnahme aus dem Silo und Transport zum Fermenter	3,8	3,4	2,3	3,2
3	Arbeitszeit frei Fermenter	8,0	7,9	4,5	7,6

Aus Tabelle 2 lässt sich ableiten, dass bei reiner Grenzkostenbetrachtung beispielsweise für Silomais (35 % TM) stehend ab Feld mindestens 16,30 €/t Erlöst werden müssen, um wenigstens die Kostenpositionen 1,2 und 5 abzudecken. Zu Grenzkosten sollte man allenfalls Übermengen verkaufen. Wer sich längerfristig z. B. über Lieferverträge binden will, muss auch seine Fest- und Lohnkosten bzw. Lohnansprüche - zumindest teilweise - decken. Einschließlich Maschinenfestkosten und Lohnansatz (Anbau und Management) steigt der Mindestverkaufspreis dann auf 20,70 €/t. Wird der Gärrest kostenfrei rückgeliefert und ausgebracht, könnten - unter Ansatz des vollen Düngerwertes – ca. 5,70 €/t Maissilage (siehe Abbildung 1) eingespart werden. Der Mindestverkaufspreis würde sich unter Vollkostenbetrachtung auf 15,00 €/t stehend ab Feld vermindern.

Liegt, gleicher TM-Ertrag je Hektar vorausgesetzt, der TM-Gehalt des Silomaises nur bei 30 %, steigt der Frischmasseertrag um 7,5 Tonnen auf 52,5 t/ha. Unter sonst gleichen Annahmen würden die jeweiligen Mindestverkaufspreise pro Tonne stehend ab Feld um ca. 15 % sinken.

Soll Silomais frei Silo verkauft werden, kommen die Ernte- und Transportkosten dazu. Nutzungskosten oder Pachtzinsen sind in dieser Berechnung noch **nicht** eingepreist!

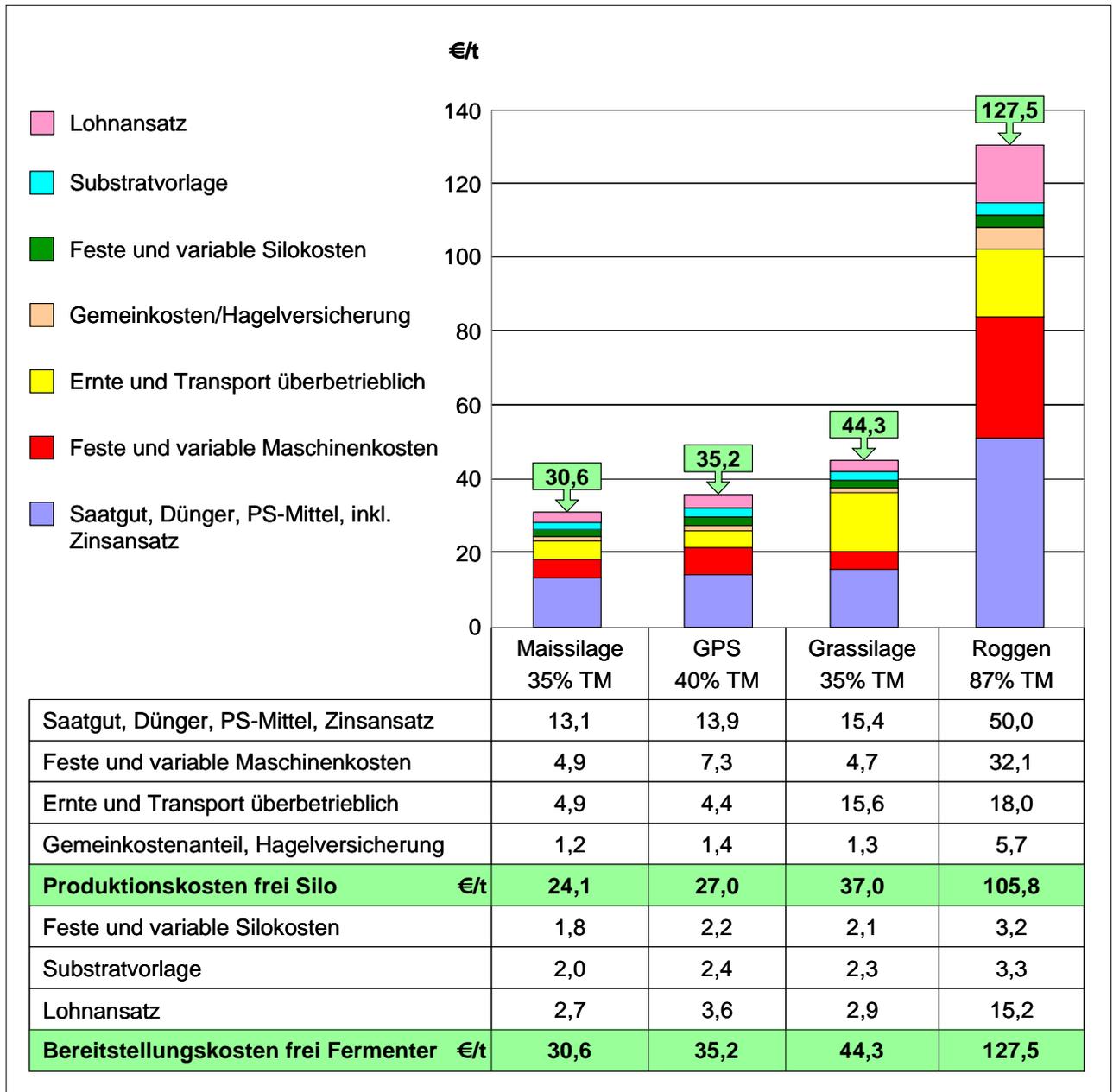


Abbildung 3: Bereitstellungskosten frei Fermenter in €/Tonne Substrat

4. Stromgestehungskosten ausgewählter Substrate

Teilt man die Kosten der Verstromung eines Substrates durch den Stromertrag aus dem Substrat, ergeben sich die substratspezifischen Stromgestehungskosten. In Tabelle 3 sind diese Stromgestehungskosten der ausgewählten NawaRo bei einem elektrischen Wirkungsgrad des BHKW's von 33 % (W33) bzw. 38 % (W38) zusammengestellt und den möglichen Erträgen gegenübergestellt.

Die Bereitstellungskosten der NawaRo (ohne Lohnansatz) verursachen rund 47 % bis 63 % der substratspezifischen Stromgestehungskosten. Deutlich zeigt sich, dass der NawaRo-Bonus zur Kompensation der Produktionskosten auch bei einem sehr hohen elektrischen Wirkungsgrad (W38) alleine nicht ausreicht. Nur wenn zusätzlich der Düngerwert in Ansatz gebracht wird, lässt sich Maissilage und, ganz knapp, GPS kostendeckend erzeugen. Für Grassilage und Roggen reicht das immer noch nicht. Vergleicht man die spezifischen Stromgestehungskosten mit den maximalen Einnahmen, erreicht auch der Roggen, auf den ersten Blick überraschend, knapp die Kostendeckung. Dies liegt im Wesentlichen an dem im Vergleich zu den Silagen deutlich niedrigeren Gärrestvolumen (geringere Lager- und Ausbringkosten). Nur die Grassilage lässt sich unter den Modellannahmen nicht kostendeckend verstromen. Im Durchschnitt fehlen etwas mehr als 2 Cent/kWh_{el} zu einer schwarzen Null.

Tabelle 3: Stromgestehungskosten

	Einheit	Maissilage		GPS		Grassilage		Roggen	
		W33	W38	W33	W38	W33	W38	W33	W38
Stromerzeugung	kWh _{el} /ha	15.598	17.962	11.076	12.754	7.589	8.739	7.683	8.848
Produktionskosten frei Silo	Ct/kWh _{el}	6,98	6,06	8,04	6,99	11,38	9,89	10,33	8,97
Feste und variable Silokosten	Ct/kWh _{el}	0,53	0,46	0,67	0,58	0,66	0,57	0,31	0,27
Substratvorlage	Ct/kWh _{el}	0,58	0,50	0,73	0,64	0,71	0,62	0,32	0,28
Lohnansatz	Ct/kWh _{el}	0,77	0,67	1,07	0,93	0,88	0,77	1,48	1,29
Bereitstellungskosten frei Fermenter	Ct/kWh _{el}	8,86	7,69	10,51	9,13	13,64	11,84	12,44	10,81
Fixkosten Biogasanlage	Ct/kWh _{el}	5,51	4,99	6,10	5,50	5,55	5,01	4,59	4,18
Variable Kosten Biogasanlage einschließlich Gärrestausrückführung	Ct/kWh _{el}	2,74	2,58	2,81	2,62	2,87	2,70	1,79	1,75
Lohnansatz Biogasanlage	Ct/kWh _{el}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spezifische Stromgestehungskosten	Ct/kWh_{el}	18,11	16,26	20,42	18,26	23,06	20,55	19,82	17,74
NawaRo-Bonus	Ct/kWh _{el}	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Düngerwert	Ct/kWh _{el}	1,64	1,43	2,00	1,74	3,02	2,62	1,32	1,14
Grundvergütung (Beispiel!)	Ct/kWh _{el}	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Maximale Einnahmen (ohne Wärmenutzung)	Ct/kWh_{el}	18,64	18,43	19,00	18,74	20,02	19,62	18,32	18,14

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass Silomais mit seinen hohen Natural- und Energieerträgen auf geeigneten Standorten sowie der kostengünstigen und ausgereiften Erntetechnik, anderen Substraten in der Regel vorzuziehen ist. Sind weite Transporte notwendig, stimmt diese Aussage nicht mehr uneingeschränkt. Vergrößert sich beispielsweise die Transportentfernung zwischen Feld und Silo von 2 km, wie in der Musterkalkulation angenommen, auf 20 km, so erhöhen sich aufgrund gesteigerter Transportkosten die Stromgestehungskosten der Maissilage unter sonst gleichen Annahmen auf 20,00 Cent/kWh_{el.} (W33) bzw. 17,90 Cent/kWh_{el.} (W38). Der Unterschied zu den Stromgestehungskosten **eines gleich weit transportierten Roggens** verringert sich dann je nach elektrischem Wirkungsgrad auf 0,36 bzw. 0,31 Cent/kWh_{el.}. Ab einer Transportentfernung von etwa 28 km ist unter den Bedingungen der Modellrechnung der Anbau von ertragreichem Getreide dem Silomaisanbau vorzuziehen.

5. Zusammenfassung

Die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 21. Juli 2004 hat einen Bio-gasboom ausgelöst. Der Gesetzgeber honoriert die Beschränkung der Einsatzstoffe auf NawaRo mit einem Zuschlag zur Strom-Grundvergütung, dem NawaRo-Bonus. In einem ersten Schritt wird aus Betreibersicht der Frage nachgegangen: Wie viel dürfen NawaRo - frei Fermenter – kosten? Die Höhe dieser maximal tragbaren Bereitstellungskosten wird von einer Vielzahl von Parametern bestimmt. Neben der Qualität der NawaRo und der Raumbelastung sind der elektrische Wirkungsgrad des BHKW und der Anlagenbetreiber wichtige Einflussgrößen.

Im zweiten Schritt zeigen Musterkalkulationen für die Maissilage, Ganzpflanzensilage, Grassilage und Roggen auf, was die Erzeugung von NawaRo kostet: Ausgehend vom Anbau über die Ernte und Einlagerung der NawaRo bis hin zur „Fütterung“ des Fermenters, werden alle substratspezifischen Kosten erfasst.

Abschließend werden die substratspezifischen Stromgestehungskosten ermittelt und den Erträgen aus Stromverkauf (Grundvergütung und NawaRo-Bonus) und Düngewert gegenübergestellt. Die Modellrechnungen zeigen, dass Silomais mit seinen hohen Natural- und Energieerträgen auf geeigneten Standorten sowie der kostengünstigen und ausgereiften Erntetechnik, anderen Substraten in der Regel vorzuziehen ist. Sie machen außerdem deutlich, dass die Verstromung nachwachsender Rohstoffe in vielen Fällen nur bei zusätzlicher Verwertung der anfallenden Wärme ökonomisch sinnvoll ist.