



Dipl.-Ing. Univ. Claus Rückert  
Dipl.-Ing. Dominic Pfeufer

## **Substrat-Vergleich für Biogasanlagen**

**Güllebonus mit Rindergülle oder Masthähnchen-Trockenkot**

**Teil 2** aus der Reihe „Zukunftsweisendes Deutsches Biogas-Engineering“

## **Substrat-Vergleich für Biogasanlagen**

© Rückert NatUrgas GmbH  
1. Auflage 2011

### **Autoren:**

Dipl.-Ing. Univ. Claus Rückert  
Dipl.-Ing. Dominic Pfeufer

### **Herausgeber:**

Rückert NatUrgas GmbH  
Marktplatz 17  
91207 Lauf a. d. Pegnitz  
Germany  
Tel +49 (0)9123/78 99-0  
Fax +49 (0)9123/78 99-29  
mail@rueckert-naturgas.de  
www.rueckert-naturgas.de

### **Layout und Herstellung:**

Werbestudio z-point · 91207 Lauf a. d. Pegnitz  
www.z-point-rueckert.de

### **Druck und Verarbeitung:**

Druckerei Schembs · Nürnberg

Für die Ergebnisdarstellung mit Schlussfolgerungen, Konzepten und fachlichen Empfehlungen sowie die Beachtung etwaiger Autorenrechte ist ausschließlich die Rückert NatUrgas GmbH zuständig. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Veröffentlichung berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei betrachtet und damit von jedermann benutzt werden dürften.

Es liegt ein Patentschutz vor.

Es wird auch keine Haftung für die Vollständigkeit und Richtigkeit des Aufbaus, der Gestaltung oder der anzugebenden Daten übernommen.

Urheberrechtlich geschützt.

Der Nachdruck, die Vervielfältigung (auch auszugsweise), die Übersetzung, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung von Rückert Naturgas GmbH unzulässig und strafbar.

## Inhalt

<b>Einsatz von Wirtschaftsdünger zur Biogaserzeugung</b>	<b>Seite</b>	<b>4</b>
<b>Energie- und Nährstoffgehalt verschiedener Wirtschaftsdünger im Vergleich</b>	<b>Seite</b>	<b>4</b>
<b>Einsatz „schwieriger“ Substrate in Biogasanlagen</b>	<b>Seite</b>	<b>5</b>
<b>Vergleich zweier Rückert NatUrgas® Anlagen mit je 500 kW elektrischer Leistung und 40 % Wirtschaftsdünger-Anteil</b>	<b>Seite</b>	<b>6</b>
<b>Vergleich der Substrat-Varianten „Mais/Gülle“ und „Mais/Masthähnchen- Trockenkot“ bezüglich Inputmenge zur Energieausbeute</b>	<b>Seite</b>	<b>8</b>
<b>Vergleich der Kosten und Erlöse der Substrat-Varianten „Mais/Gülle“ und „Mais/Masthähnchen-Trockenkot“</b>	<b>Seite</b>	<b>9</b>
<b>Fazit: Deutlich höhere Erlöse mit Masthähnchen-Trockenkot</b>	<b>Seite</b>	<b>10</b>

## Einsatz von Wirtschaftsdünger zur Biogaserzeugung

Deutschland ist internationaler Vorreiter bei der Förderung erneuerbarer Energien. Hier und im europäischen Ausland etabliert sich neben den allseits bekannten Energien – Solar und Wind – zunehmend auch die Biogasanlagentechnik als hervorragende Möglichkeit zur Erzeugung von „grünem Strom“.

So wird der „Einsatz von Wirtschaftsdünger zur Biogaserzeugung“ in immer mehr Ländern gefördert. Noch immer ist das Potential gewaltig, da in Deutschland bislang nur 18 % aller anfallenden Gülle in Biogasanlagen energetisch genutzt wird (Stand Dez. 2010). Außerhalb Deutschlands ist dieser Anteil vermutlich noch weit geringer.

**Hochrentabel:  
Grüner Strom  
aus Biogas**

Begünstigt durch den im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2009 (EEG) vorgesehenen Gülle-Bonus wird in Deutschland bereits für Biogasanlagen, die über 30 % an Wirtschaftsdünger einsetzen, ein extra Bonus auf den kompletten Stromertrag ausbezahlt.

Auch in anderen Ländern der EU zeigt sich, dass der Einsatz von alternativen Substraten, wie Gras,

Ganzpflanzen-Silage (GPS) etc., dem klassischen Mais vorgezogen und besonders honoriert wird. Hier soll dem intensiven Energiepflanzenanbau entgegengewirkt werden.

## Energie- und Nährstoffgehalt verschiedener Wirtschaftsdünger im Vergleich

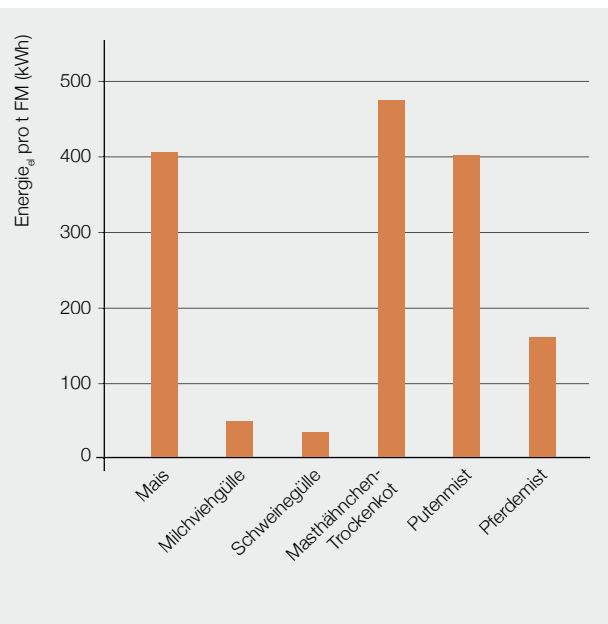
Die Unterschiede in Energie- und Nährstoffgehalt verschiedener tierischer Exkreme sind enorm. Auf diese hochrelevante Problematik geht die Bundesregierung im aktuellen EEG 2009 jedoch noch nicht ein.

Sehr wahrscheinlich wird dies aber mit der anstehenden Novelle des EEG-Gesetzes 2012 zu Gunsten der Betrachtung des Energiepotenzials geändert.

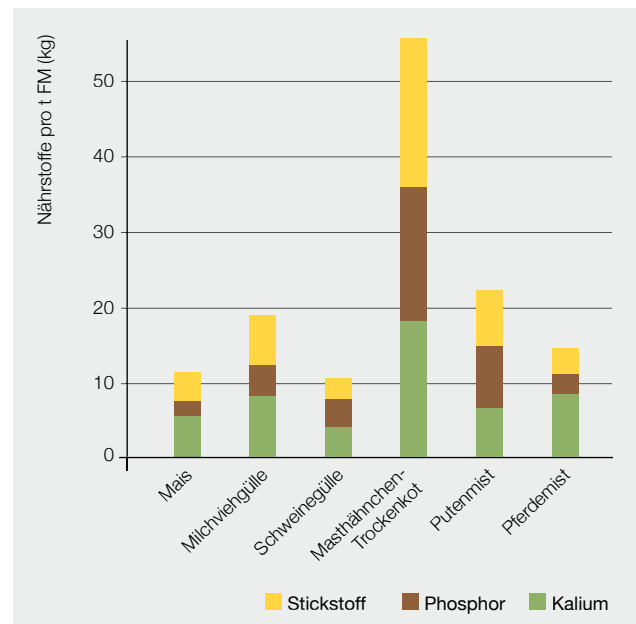
Es wird vermutlich ein Bezug zwischen der Menge an Wirtschaftsdünger und dessen Energiegehalt hergestellt werden.

In der folgenden Grafik 1 werden der Energie- und der Nährstoffgehalt verschiedener Wirtschaftsdünger im Vergleich zu Mais aufgezeigt.

**Deutlich erkennbar: Geflügelkot liegt in Sachen Energie- und Nährstoffgehalt weit vor Rinder- und Schweinegülle und sogar vor Mais.**



Grafik 1: Energiegehalt verschiedener Substrate



Grafik 2: Nährstoffgehalt verschiedener Substrate

## Einsatz „schwieriger“ Substrate in Biogasanlagen

Geflügelkot, Putenmist und Pferdemist werden wegen des unterschiedlichen Trockenmassegehaltes als „schwierige“ Substrate für die Vergärung eingestuft. Das optimale Durchmischen der unterschiedlichen Substrate im Fermenter bereitet oft enorme Schwierigkeiten. Die Technik der Anlage muss auf diese Anforderungen ausgelegt sein.

Wie bereits in der Reihe „Zukunftsweisendes Deutsches Biogas-Engineering“ im ersten Teil „Unterschiedliche Fermenter-Konzepte im Vergleich“ ausführlich dargelegt wurde, sind die Rückert NatUrgas® Anlagen auf den Betrieb mit hohen Anteilen „schwieriger“ Substrate ausgelegt.

**Erwiesen:  
Geflügelkot  
mit bester  
Energiebilanz**

### Reibungslose Vergärung durch bewährte Technik in Rückert NatUrgas® Anlagen

- Fermenter mit Hochleistungs-Haspelrührwerken zur Vermeidung von Sink- und Schwimmschichten
- Pumptechnik zur Förderung von Substraten unterschiedlichen Trockenmassegehaltes
- Abscheidung von Sinkstoffen vor dem Lagerbehälter durch Separation
- Speziell für hohe Trockenmasse- und Festmistanteile entwickelte Einbringtechnik

## Vergleich zweier Rückert NatUrgas® Anlagen mit je 500 kW elektrischer Leistung und 40 % Wirtschaftsdünger-Anteil

Folgende Voraussetzungen müssen die Vergleichs-Biogasanlagen grundsätzlich erfüllen:

- Möglichkeit für die Verarbeitung von mehr als 40 % Geflügelkot im Fermenter
- Verfügbarkeit von ausreichend Geflügelkot in guter Qualität

### Basisdaten der Vergleichs-Biogasanlagen:

- Rückert NatUrgas® R-2000 Fermenter mit 2000 m<sup>3</sup> Nutzvolumen
- Faulraumbelastung im Fermenter: 4,85 kg oTS pro m<sup>3</sup> und Tag
- Blockheizkraftwerk-Hersteller ist GE Jenbacher
- **Installierte Leistung:** 526 kW mit 39,4 % elektr. Wirkungsgrad

Substrat	Biogasanlage 1	Biogasanlage 2*
	<b>Energie-Mais mit 40 % Rindergülle</b>	<b>Energie-Mais mit 40 % Masthähnchen-Trockenkot (MHTK)</b>
<b>Substratbedarf/8000 Bh</b>	<b>9.100 t Energie-Mais 6.100 t Rindergülle</b>	<b>5.375 t Energie-Mais 3.800 t MHTK</b>
<b>Kosten des Substrats</b>	<b>349.000 €/a</b> Energie-Mais: 35,- € pro t Rindergülle: 5,- € pro t	<b>245.125 €/a</b> Energie-Mais: 35,- € pro t MHTK: 15,- € pro t  <b>105.125 €/a Ersparnis</b> wegen geringeren Substratkosten
<b>Nährstoffmenge im unseparierten Gärrest</b>	<b>Stickstoff 55 t/a Phosphor 26 t/a Kalium 82 t/a</b>	<b>Stickstoff 95 t/Jahr Phosphor 78 t/Jahr Kalium 98 t/Jahr</b>
<b>Düngerwert</b>	<b>88.100 €/a **</b>	<b>146.900 €/a **</b> <b>+ 58.800 €/a Einnahmen</b> durch erhöhten Düngerwert im Gärrest
<p>* Der Substrat-Input wurde von 40 % Rindergülle auf 40 % Masthähnchen-Trockenkot (MHTK) umgestellt. Bei der Verwertung von MHTK sind je nach Stickstoffgehalt des Wirtschaftsdüngers Anteile an Prozesswasser notwendig.</p> <p>** Quelle: <a href="http://www.anton-knoll.de/duengemittel/huehner trockenkot/haehnchenmist.html">http://www.anton-knoll.de/duengemittel/huehner trockenkot/haehnchenmist.html</a> Stand: 12/2010</p>		

<b>Substrat</b>	<b>Biogasanlage 1</b>	<b>Biogasanlage 2</b>
	<b>Energie-Mais mit 40 % Rindergülle</b>	<b>Energie-Mais mit 40 % Masthähnchen-Trockenkot (MHTK)</b>
<b>Trockenmasse (TS)-Gehalt im Fermenter</b>	<b>7,7 %</b>	<b>12,5 %</b> höherer TS-Gehalt wegen des erhöhten Anteils an gelösten Nährstoffen
<b>Errechnete Größe des gasdichten Lagerbehälters</b>	<b>5.300 m<sup>3</sup></b> notwendig wegen der großen Menge an Gülle und der sechs-monatigen Lagerung	<b>4.400 m<sup>3</sup></b> ausreichend, trotz der möglicherweise notwendigen Zugabe an Prozesswasser
<b>Separierter Gärrest mit ca. 28 % TS-Gehalt</b>	<b>ca. 1.400 t/a</b>	<b>ca. 3.000 t/a</b>

Die Rühr- und Verfahrenstechnik der Biogasanlage muss an diesen enormen Unterschied angepasst werden. Die Technik der Rückert NatUrgas® Anlagen erreicht diese Durchmischung durch den Einsatz von großvolumigen, liegenden Fermentern mit zwei Haspelrührwerken. Hierbei werden mindestens 67 % des Gesamtvolumens durch das Haspelrührwerk erreicht. Eine Sedimentation im Rückert NatUrgas® Fermenter ist nicht zu erwarten.

**Geringere Substrat- und Investitionskosten durch Masthähnchen-Trockenkot**

**Bitte lesen Sie hierzu die ausführlichen Erklärungen in der Broschüre „Unterschiedliche Fermenter-Konzepte im Vergleich“ (zu bestellen unter: [www.rueckert-naturgas.de](http://www.rueckert-naturgas.de)).**

## Vergleich der Substrat-Varianten „Mais/Gülle“ und „Mais/MHTK“ bezüglich Inputmenge zur Energieausbeute

In der Grafik 1 wurde bereits anschaulich dargestellt, dass der Energiegehalt von Geflügelkot – insbesondere von Masthähnchen-Trockenkot (MHTK) – erheblich höher liegt, als der von beispielsweise Rindergülle.

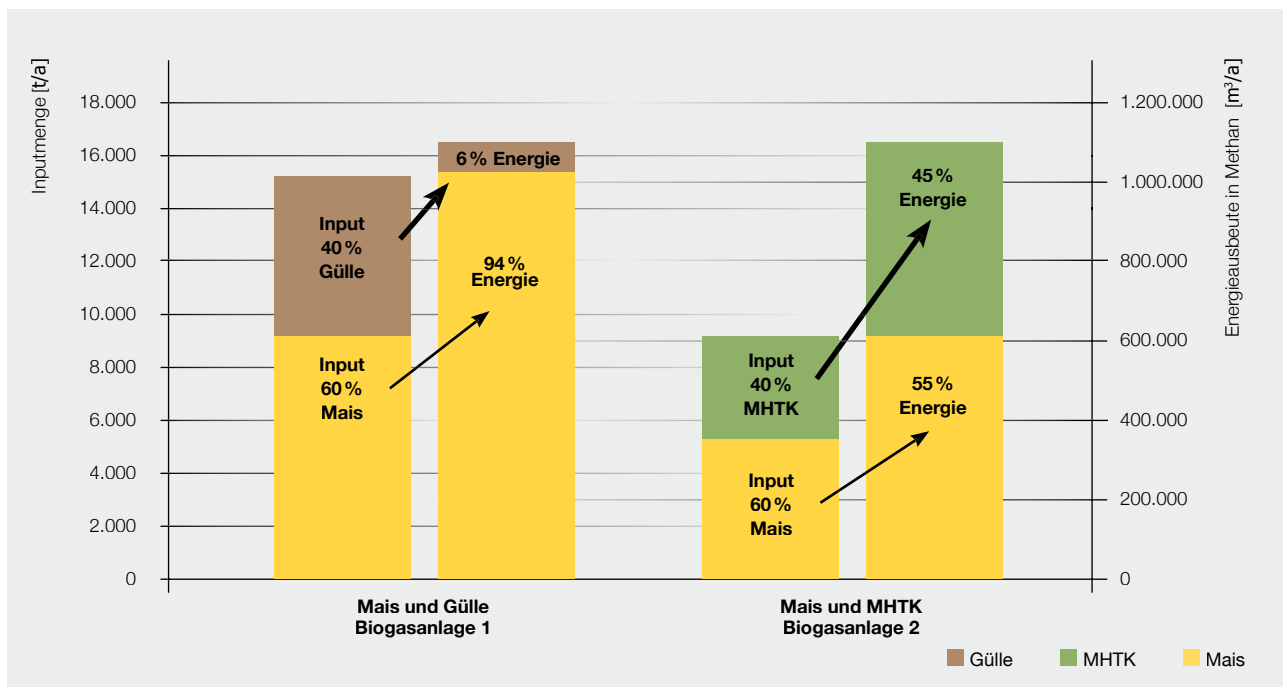
Zum einen ist dies begründet in der schlechteren Futtermittelverwertung des Geflügels im Allgemeinen und zum anderen in der haltungsbedingten Trocknung des Kotes. So liegt der Trockensubstanz (TS)-Gehalt von Rindergülle bei nur etwa 8 %. Der TS-Gehalt von Geflügelkot jedoch zwischen 45 % bis 75 %.

Nachdem Biogas nur aus der organischen Trockenmasse gewonnen werden kann, stehen sich TS-Gehalt und Energieausbeute der beiden Wirtschaftsdünger annähernd im gleichen Verhältnis gegenüber.

In der unten stehenden Grafik 3 erkennt man, dass in der Vergleichs-Biogasanlage 1 nur etwa 6 % der gesamten Energieausbeute aus immerhin 40 % Massenanteil Rindergülle gewonnen werden können. Diesen 6 % stehen zum Teil hohe Aufwendungen für Transportkosten gegenüber. Rentabel arbeiten diese Anlagen nur aufgrund der Quersubventionierung durch den Güllebonus des EEG.

Im Gegenzug erkennt man sehr gut, dass die Verwertung von energiereichem Wirtschaftsdünger wie Masthähnchen-Trockenkot oder eben Geflügelkot im Allgemeinen effektiv zur Einsparung an Energiemais oder anderen Energiepflanzen beitragen kann.

Die Möglichkeit der Wärmenutzung in Geflügelställen sei hier nur am Rande erwähnt.



Grafik 3: Vergleich der Substrat-Varianten bezüglich Inputmenge zur Energieausbeute



## Vergleich der Kosten und Erlöse der Substrat-Varianten „Mais/Gülle“ und „Mais/MHTK“

Vergleicht man die zwei Biogasanlagen miteinander, steht die **Vergleichs-Biogasanlage 2 mit den eingesetzten Substraten von Energie-Mais mit 40 % Masthähnchen-Trockenkot (MHTK) deutlich im Vorteil:**

- Geringere Mengen an Substrat bei gleicher Auslastung erforderlich
- Erheblich niedrigere Substratkosten
- Wertschöpfung durch nährstoffreichen Gärrest, bessere Vermarktung möglich
- Optimales Milieu für die Bakterien im Fermenter durch Mehrertrag von Nährstoffen und Spurenelementen durch MHTK, optimale Gasausbeute
- Geringere Investitionskosten aufgrund des geringeren Lagerbedarfs

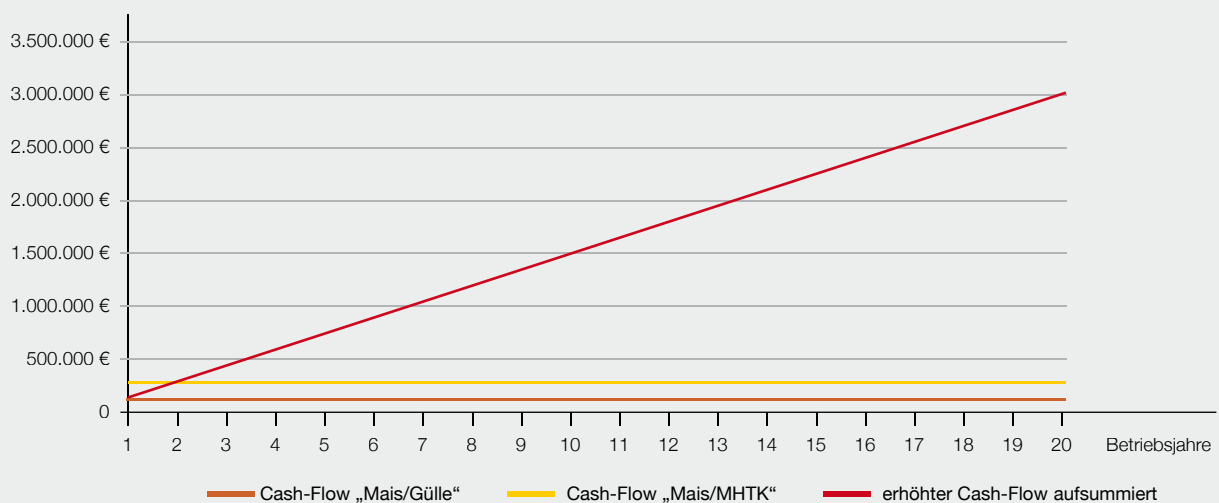
**Fazit:  
Höherer Cash-Flow  
mit Geflügelkot**

Rechnet man alle nötigen Parameter miteinander auf, ergibt sich **jährlich ein um 162.675 € höherer Cash-Flow bei der Vergärung der Substrat-Variante „Energie-mais/MHTK“** im Vergleich zu der herkömmlichen Substrat-Variante „Energie-Mais mit 40 % Rindergülle“.

**Allerdings sind folgende Kriterien Voraussetzung für den höheren Cash-Flow:**

- Abnahme des Gärrests nach Nährstoffqualität
- Langfristige Sicherung von beispielsweise Masthähnchen-Trockenkot in guter Qualität

Die Investitionskosten der Anlage in diesem Beispiel unterscheiden sich lediglich durch die unterschiedliche Lagergröße, was der Vergleichs-Biogasanlage 2 ebenfalls zugute kommt.



Grafik 4: Darstellung des Cash-Flow im Vergleich

## Fazit: Deutlich höhere Erlöse mit Masthähnchen-Trockenkot

Der Einsatz von hohen Mengen Wirtschaftsdünger als Substrat und Energielieferant wirkt sich auf den Ertrag von Biogasanlagen in jeder Hinsicht extrem positiv aus.

An diesem einfachen Beispiel einer durchschnittlichen Biogasanlage in Deutschland wurde gezeigt, dass die Betrachtung der möglichen Substrate einen wesentlichen Einfluss auf den finanziellen Erfolg einer Biogasanlage hat.

Selbst ohne Extra-Subventionierung des Wirtschaftsdüngers im Input-Substratmix ist ein erheblich höherer Erlös die Folge. Weiterhin erhöht ein breites Spektrum im

Input-Substratmix aufgrund flexibler Anlagentechnik die Erträge und kann somit die Gesamtwirtschaftlichkeit der Biogasanlage über die komplette Betriebszeit sichern. (Grafik 4)

Die Planer der Rückert NatUrgas GmbH sehen die Zukunft in jenen Biogasanlagen, die 40 - 70 % Wirtschaftsdünger dauerhaft verarbeiten können.

**Setzen Sie deshalb auf die zukunftsweisende und bewährte Technik der Rückert NatUrgas® Biogasanlagen!**







Rückert NatUrgas GmbH  
Marktplatz 17 · 91207 Lauf a. d. Pegnitz · Germany  
Tel +49 (0)9123-78 99-0 · Fax +49 (0)9123-78 99-29 · [mail@rueckert-naturgas.de](mailto:mail@rueckert-naturgas.de)