

Biogasanlageneffizienz und Optimierungsstrategien am Beispiel einer landwirtschaftlichen Versuchsbiogasanlage

Biogasingenieurbüro - Kirchhoff GmbH
(*Biogasprojektentwicklung, Biogastechnologie,
Prozessbiologie, Gutachten, internationale
Projekte*)

Dr. Burkhard Kirchhoff

Ahornweg 13

D-31863 Coppenbrügge-Bisperode

GERMANY

E-Mail: info@biogasgutachter.de

Tel. 015253596845

Biogasanlageneffizienz und Optimierungsstrategien am Beispiel einer landwirtschaftlichen Versuchsbiogasanlage

- 1. Objekt**
- 2. Versuche**
- 3. Ergebnisse**
- 4. Optimierungen und Erweiterung**
- 5. Anlageneffizienz**
- 6. Fazit und Aussichten**

Biogasanlage mit 3 parallelen Fermenter und Gasanalytik als Versuchsbiogasanlage

Objekt

Anlage: 150 kWel./h nach EEG 2009

1 Feststoffdosierer

**3 Fermenter a 100m³ mit sep.
Gasmesstechnik**

1 EL 1000m³ mit GSP 300m³

1 BHKW 190er MAN

1 Gärrestrockner 150-300 kWth.

IBN Dez. 2011

Substrate:

Rindergülle 50%

Mist 5%

Grassilage 10%

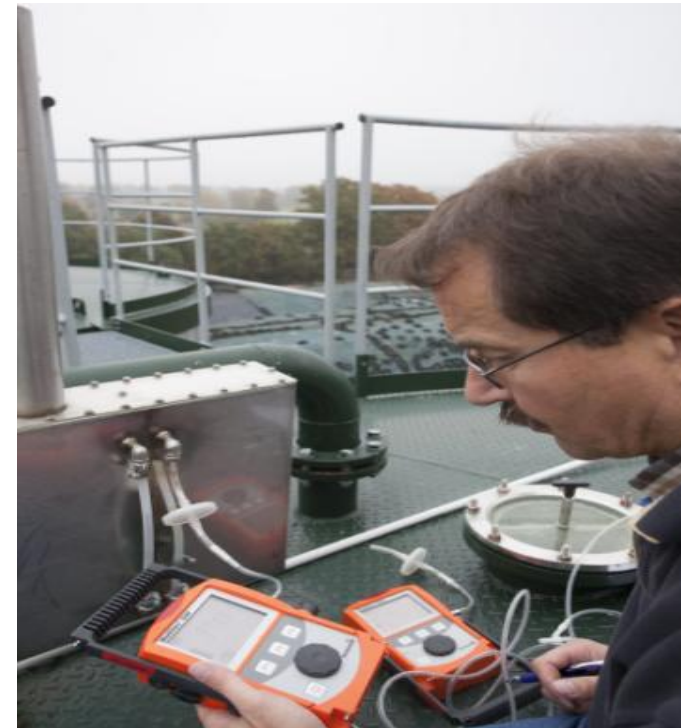
Maissilage 35%



Biogasanlage mit 3 parallelen Fermentern und Gasanalytik als landwirtschaftliche Versuchsbiogasanlage

Versuche

- **technische Belastbarkeit der Komponenten bei hyperthermophilen Anlagenbetrieb im F3 mit bis zu 60°C.**
- **Gasmengenproduktion bei hyperthermophilen Anlagenbetrieb**
- **Gasqualität bei hyperthermophilen Anlagenbetrieb**
- **Einsatz des hyperthermophilen Anlagenbetrieb zur Hygienisierung von landwirtschaftlichen Reststoffen**



Biogasanlage mit 3 parallelen Fermentern und Gasanalytik als landwirtschaftliche Versuchsbiogasanlage

Ergebnisse

- keine Baukomponentenschäden bei hyperthermophilen Anlagenbetrieb mit bis zu 60°C.
- keine signifikant Aussagen zur Gasmengenproduktion beim hyperthermophilen Anlagenbetrieb, durch technische Probleme und geringer Wiederholungen möglich
- die Gasqualität ist bei hyperthermophilen Anlagenbetrieb mit 59°C. nicht schlechter als beim thermophilen Betrieb mit 53°C.
- die Hygienisierung von problematischen, landwirtschaftlichen Reststoffen beim Einsatz des hyperthermophilen Anlagenbetrieb ist möglich
- über ein geeignetes Temperatur- und Fütterungsmanagement kann eine höhere, flexible, bedarfsgerechte Biogasproduktion in den bestehenden Biogasanlagen erreicht werden

Landwirtschaftliche Versuchsbiogasanlage

Optimierungen und Erweiterung

- der Mist wurde nicht mehr weiter gefüttert, da er zu viele Störstoffe enthält und große Schäden verursachte
- der Versuchsfermenter wurde wieder auf den thermophilen Betrieb mit 53°C. runter gefahren
- mit einem neuen Hochfermenter 200m³, der Abdeckung des vorhandenen Güllelagers(Gasspeicher 900m³) und einem hocheffizienten BHKW(250kWel./h) wurde eine kostengünstige Erweiterung auf 440kWel./h im EEG 2012 durchgeführt und eine wirtschaftliche Optimierung erreicht
- die hohe Beladungsrate wurde noch weiter erhöht und das Feintuning mit Fütterungsanpassung, Mikronährstoffen und Gasaufbereitung wurde deutlich verbessert

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Biogasanlageneffizienzsteigerung

- **Substrateffizienz**
- **biologische Effizienz**
- **bauliche Effizienz**
- **technische Effizienz**
- **Energieeffizienz**
- **Finanzeffizienz, Wirtschaftlichkeit einer BGA**



Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Biogasanlageneffizienzsteigerung

Substrateffizienz:

- Maisanbau, Farbe ins Feld, NAU
Nm³ CH₄/Hektar
- andere Ackerfrüchte: GPS, Z.rüben
- Zwischenfrüchte
- Substrate aus der landw. Tierhaltung
Gülle, Festmist, Störstoffe, Hemmstoffe
- Aufschlussverfahren: Hammermühle
Rotacut, Dissolver, Ultraschall
- Silierverluste, Nacherwärmung, Restgaspotential



Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Biogasanlageneffizienzsteigerung

biologische Effizienz:

- **Hydrolyse- und Methanbakterien**
(Hydrolyse, Acidogenese, Acetogenese, Methanogenese)
- **Temperatur**
- **FOS/TAC**
- **pH-Wert**
- **Ammonium**
- **Fettsäuren**
- **Gasqualität**
- **Hemmstoffe/Antibiotika**
- **Störstoffe/Desinfektionsmittel**
- **Schwefelwasserstoff, biol. Entschwefelung, Fe-Salze**
- **Spurennährstoffmangel**
- **Enzyme**
- **Gärreste und Restgaspotential**

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Biogasanlageneffizienzsteigerung

bauliche Effizienz:

- Fermenter: Betonsäureresistenz
 Beschichtung
 Stahlfermenter
- Endlager (Gaswechselzone)
- Rohrleitungsbau (UV-Beschichtung)
- Heizung
- Gasspeicherdächer, Gasverluste
- Wärmenetze, Wasserqualität



Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Biogasanlageneffizienzsteigerung

technische Effizienz:

- Eintragssysteme
- BHKW Wirkungsgrad, Generator, Stromeinspeisung
- Fördertechnik
- Gasaufbereitung: H₂S, Kühlung
- Pumptechnik
- Betriebsführung (Betreiber, Störstoffe)
- Rührtechnik
- Gärrestausbringung

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Biogasanlageneffizienzsteigerung

Energieeffizienz:

- Wirkungsgrad (38 - 42,6/46%)
(Gasmotoren, Zündstrahler)
- Starts (BHKW Störungen)
(Wartungsintervalle u. Servicekosten, Reparaturen
Eigenelektrizitätsverbrauch 6-12%
ca. 50% für das BHKW kWel. Verbrauch
Ölverbrauch, Motorölwechsel nach Ölqualität
Generalüberholung nach 30 - 40.000 h)
- Gaskühlung, -trocknung
(Überhitzung im Sommer, Teillast BHKW's
Kondensat einfrieren im Winter)
- Stromeinspeisung
(Trafo, Abschaltmechnismen in SH)
- Vollaststunden, Reaktionszeiten
(96%)

Landwirtschaftliche Biogasanlagen



Biogasanlageneffizienzsteigerung

Finanzeffizienz: Wirtschaftlichkeitseinflussfaktoren einer Biogasanlage:

- **Substratpreise**
(Mais 24,-€ Ms. 32,50 – 40)
- **Baukosten**
500 kW 1.8 Mio.?, BGE 8.2 Mio.
(75kW ca. 500.000,-€)
- **variable Kosten**
(Substrate, Energie, Reparaturen)
z.B. Feststoffeinträge, Pumpen etc.
- **Verfügbarkeit der BGA**
(95% m3 Gärv./inst. Leistung)
- **Stromeinspeisevergütung,**
Betriebsgewinn, mind. 20ct//kWel.
- **Kapitaldienst**
(Zins, Tilgung, Rückstellungen)
- **Betreiberlohnkostenerstattung**
(mind. 30,-€/h)
- **Kooperationsmodelle**
(Landwirtschaft – Energiepartner, BGE)
- **IuF (Investitions- und Finanzplan zur**
Projektentwicklung)
- **Controlling**
(Betriebsintern, Banken, Gutachter)
- **Gewinn (Finanzgewinn, Umweltgewinn)**
- **Rendite (in der Energiewirtschaft mind. 10%)**
(sollte bei BGAs über 6% sein)

Landwirtschaftliche Versuchsbiogasanlage

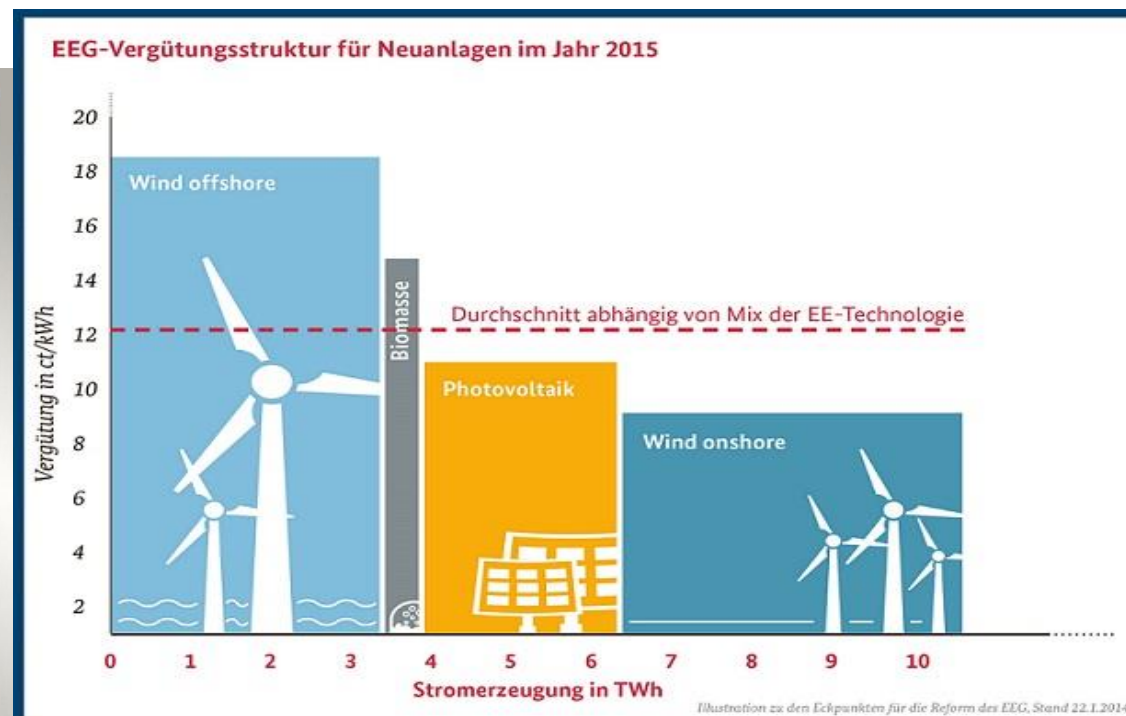
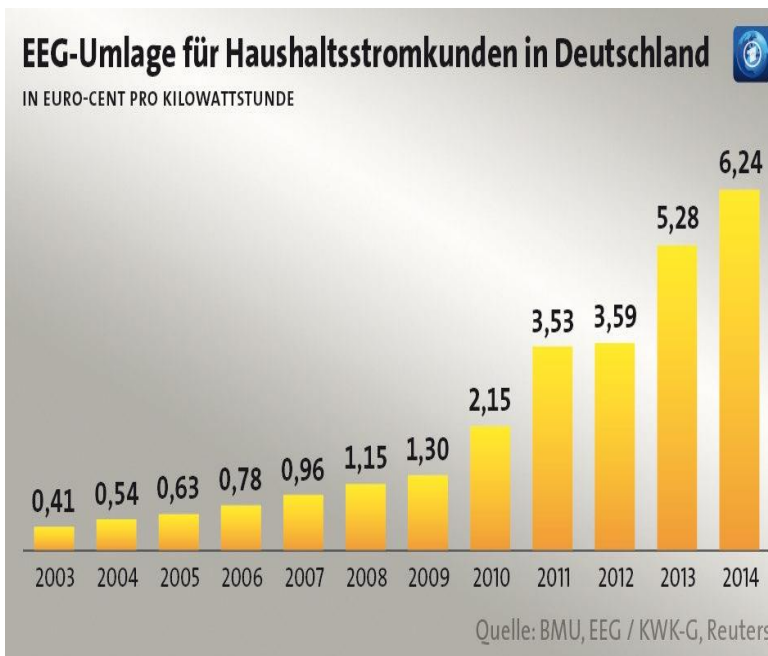
Fazit und Aussichten

- **wissenschaftliche Versuche sind in einer praktisch orientierten Biogasanlage nicht einfach durchzuführen, da es keine Labortechnik oder ausgereiften Versuchstechnik dafür gibt und wirtschaftliche Sachzwänge Vorrang genießen**
- **der Übertragung von Laborergebnissen in Biogasanlagen sind Grenzen gesetzt**
- **durch den politisch gewollten, fast vollständigen Wegfall beim dt. Biogasanlagenbau verschwinden wichtige Partner im Anlagenbau und bei der Biogasanlagentechnik**
- **die Effizienzsteigerungspotentiale in den bestehenden Biogasanlagen und bei neuen Anlagen, können den Nachteil durch eine nicht kostendeckende Vergütung im EEG 2012 und 2014 sowie durch gestiegene Baukosten bei strengeren Auflagen nicht ausgleichen**
Hierdurch entstand faktisch ein Baustopp und Umbruch mit allen Nachteilen auch für existierende Biogasanlagen

Landwirtschaftliche Versuchsbiogasanlage

Fazit und Aussichten

- durch die erhebliche Strompreisbelastung der Konsumenten wurden die Kostenwüchse der EEG-Umlage bei EE gedeckelt und im EEG 2014 festgeschrieben
- im EEG 2016 wird es wahrscheinlich ein Ausschreibungsverfahren geben; es bleibt abzuwarten ob der Rückbau der Biogasbranche durch technischen Verfall und Insolvenzen gestoppt werden kann.



Landwirtschaftliche Versuchsbiogasanlage

Fazit und Aussichten

- **Biogasanlagen mit einem guten Wärmenutzungskonzept und höheren Anteilen an Reststoffen sollten bessere Zukunftsoption geboten werden**
- **die Biogashofkleinanlagen mit 75 kWel./h rechnen sich beim alleinigen Neubau nicht, hier sollte nachgebessert werden (flexible El. + Substrate)**
- **auch die Biogasanlagen in NRW sind ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz und als Regelenergie(ca. 250 MW) zur Stromnetzstabilisierung für volatilen Wind- und PV-Strom und sollten nicht gefährdet werden**
- **die Biogasbranche sollte durch intensivere, wissenschaftliche Forschung besonders in bereits bestehenden Anlagen weiter unterstützt werden, um die notwendige Effizienzsteigerung der Anlagen zu erreichen und weitere Nutzungs- sowie Verwertungsverfahren zu eröffnen**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Biogasingenieurbüro - Kirchhoff GmbH
(*Biogasprojektentwicklung, Biogastechnologie,
Prozessbiologie, Gutachten, internationale
Projekte*)

Dr. Burkhard Kirchhoff

Ahornweg 13

D-31863 Coppenbrügge-Bisperode

GERMANY

E-Mail: info@biogasgutachter.de

Tel. 015253596845

Gaserträge bei unterschiedlichen Fermentertemperaturen

Versuche von
30.04. 2012 - 21. 04. 2014

Kontrolle

Versuchsfermenter

Gaserträge Gasmessung:

53°C.

bis zu 59°C.

F1 161861m³

F2 180885

F3 141925

100%

78,46%

Eine präzise Beurteilung der Gasmengenproduktion in Abhängigkeit von sehr hohen Temperaturen t ist wegen der Technik, der hohen Streuung und der geringen Anzahl der Wiederholungen mit statistischen Methoden zur Zeit noch nicht möglich.

Produktionsreserve bei unterschiedlichen Fermentertemperaturen mit sehr hoher Raumbelastung

Versuche vom
30.04. 2012 - 21. 04. 2014

Kontrolle

Versuchsanlage

System

Rührkessel
43°C.

Hochfermter
53°C

Gärvolumen

2100 + 2100
(4200) ohne EL

300m³ + 1000m³
(1300) mit EL

Futtermenge: Maiss. etc.

50To./d, 44% Ri.gülle

30To./d 66% Ri.gülle

Leistung

420kWel/h.

180kWel./h.

Potential

580kWel./h ca. 25% (+ EL als Leistungsreserve)