



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

# KOMPAKT-BIOGASANLAGE FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT MIT EFFIZIENTER BHKW-TECHNIK

## P.WYSS (ITTIGEN)

### Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

**Bruno Liesch und Christian Müller, INES Ingenieurbüro**  
Luisenstrasse 14, 3000 Bern 9, info@ines-energy.ch, www.ines-energy.ch

## **Impressum**

Datum: 4. Dezember 2006

**Im Auftrag des Bundesamt für Energie**, Forschungsprogramm Biomasse

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

BFE-Bereichsleiter, [Bruno.Guggisberg@bfe.admin.ch](mailto:Bruno.Guggisberg@bfe.admin.ch)

BFE-Projektnummer: 46695

Bezugsort der Publikation: [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

## **Inhaltsverzeichnis**

Zusammenfassung .....	2
Abstract .....	2
1. Hintergrund.....	3
2. Ziel der Arbeit .....	4
3. Methode.....	4
4. Beschreibung Betriebskonzept.....	4
Tierhaltung: Substratproduktion.....	5
Co-Substrat-Lager .....	5
Vorgrube .....	5
Fermenter .....	6
Maschinenhaus.....	6
Blockheizkraftwerk.....	6
Nachgärer .....	7
Austragung aufs Feld.....	7
5. Ergebnisse.....	8
Biogasproduktion .....	8
BHKW Laufzeit.....	8
Stromproduktion.....	9
Heizölverbrauch .....	9
6. Tägliche Messwerte .....	10
Beschickung des Fermenters .....	10
Vergleich Temperatur von Fermenter & Nachgärer .....	11
8. Energiebilanz.....	12
9. Diskussion und Schlussfolgerungen .....	14
Referenzen .....	14
Anhang .....	14

## **Zusammenfassung**

Der Landwirt Peter Wyss plante auf seinem Tierhaltungsbetrieb den Bau einer Kompakt-Biogasanlage. Die Anlagenplanung basierte auf der Nutzung seines Hofdüngers und von zugeführten organischen Co-Substraten zur Produktion von Strom. Nach verschiedensten bautechnischen Abklärungen konnte im Januar 2005 mit den Bauarbeiten der Biogasanlage begonnen werden. Bis im August 2005 waren die Bauarbeiten soweit fortgeschritten, dass die Inbetriebnahme der Anlage erfolgen konnte. Bereits im November 2005 produzierte die Anlage durchschnittlich 845m<sup>3</sup> Biogas pro Tag. Trotzdem wurden in verschiedenen Bereichen Betrieboptimierungen durchgeführt. Das Güllemanagement mit der Zuführung von Co-Substraten wurde zum Beispiel vereinfacht.

In den folgenden Monaten bis heute wurde die Beschickung der Anlage kontinuierlich gesteigert. Die Zusammensetzung der Co-Substrate änderte im Laufe der Zeit. Heute werden in der Anlage neben Hofdünger mehrheitlich Co-Substrate wie Getreideabgang, Kaffeesatz, Früchte, Gemüse, Maisabgang, Milchfett, Pansen und Darminhalte verwertet.

Die Auslastung des Blockheizkraftwerkes (BHKW) konnte im Laufe des letzten Jahres seit Inbetriebnahme praktisch kontinuierlich gesteigert werden. Die Messwerte der letzten sieben Monate (März 2006 bis September 2006) verzeichnen eine BHKW-Auslastung von rund 98%. Demzufolge ist die jetzige Anlagenkapazität beinahe ausgereizt und die Möglichkeit für eine Anlagenerweiterung gegeben.

## **Abstract**

In January 2005, Peter Wyss a Swiss farmer started to built a biogasification facility next to his agricultural enterprise in Ittigen. The planning of the facility was based on the idea of utilising the manure from his farm supplemented with organic residues from communities or the food industry for power generation. Within few months, until November 2005, the construction work proceeded leading to the implementation of the plant. In November 2005 the facility was already generating biogas in the range of about 845 m<sup>3</sup> per day. Nevertheless, efforts were taken in order to improve the overall performance of the biogasification facility. For example the efficiency of the manure management including the addition and mixing of organic substrates was enhanced.

Within the following months up to today, the infeed of the organic substrate mix was daily increased and the substrate composition was continuously changing. Nowadays, besides manure residues from cereal or coffee production, fruits, vegetables, maize, milk products or residues from slaughterhouses are commonly utilised.

The load of the block heat and power plant could be increased continuously. Within the last seven months (March until Septmenber 2006) measurement results revealed a load of about 98%. Thus, based on the current capacity of the biogasification facility in Ittigen the maximun power production is nearly reached and a plant expansion seems possible.

## **1. Hintergrund**

Der Landwirt Peter Wyss plante auf einer in der Landwirtschaftzone gelegenen Parzelle in Ittigen, bei seinem bestehenden Tierhaltungsbetrieb, den Neubau einer Biogas-Kompaktanlage, bestehend aus einem Fermenter (siehe Beschreibung Betriebskonzept), einem Nachgärer, sowie einem Blockheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 100 kW. Die Anlage wurde realisiert und wird heute mit Gülle des Landwirtschaftsbetriebes sowie mit zugeführten organischen Zusatzstoffen betrieben.

Im Januar 2005 wurde mit den Bauarbeiten der Biogasanlage begonnen. Der Aushub, die Inneninstallation im Fermenter und Nachgärer sowie die Baumeisterarbeiten am Maschinenhaus wurden grösstenteils durch Eigenleistungen ausgeführt. Bis im August 2005 waren die Arbeiten soweit fortgeschritten, dass die Inbetriebnahme erfolgen konnte.

Nach zwei Wochen war die Biogasqualität so gut, dass auch das BHKW in Betrieb genommen wurde. Durch die langsame Zumischung von Co-Substraten betrug die Gasausbeute im November 2005 bereits durchschnittlich 845m<sup>3</sup> pro Tag.

Während der Anfahrphase bestanden Probleme beim Aufheizen des Fermenters auf die notwendige Gärtemperatur. Eine Ursache war der relativ hohe Fermenterdurchsatz. Der Grund dafür ist eine grosse Menge Spülgülle, die zum Transport der Gülle mit Mist aus der einen Stallhälfte zur Vorgrube benötigt wurde.

Der produzierte Strom wird ins Netz der Bernischen Kraftwerke AG BKW eingespeist. Trotz mehrmaligen Anfragen und Sitzungen war die BKW nicht bereit, einen Ökostromzuschlag für die gelieferte Energie zu leisten. Der Strom wird somit über die Genossenschaft Ökostrom Schweiz vermarktet.

Die Erkenntnis, dass für landwirtschaftliche Biogasanlage schlechte Rahmenbedingungen herrschen, bewog ein breites Bündnis aus landwirtschaftlichen Kreisen und Umweltschutzorganisationen unter dem Namen „gasgeben.ch“ ein Komitee zu gründen. Unter der Leitung dieses Komitees wurde am 12. November 2005 ein „Tag der offenen Tür“ durchgeführt, an dem rund 1'000 BesucherInnen beiwohnten.

Am 16. September 2005 erfolgte bei der Anlage ein grosser Presseanlass, organisiert durch die Informationsstelle Biomasse von EnergieSchweiz. Das Medienecho war sehr erfreulich. Anlässlich des Besuchs von EU-Kommissar Andris Piebalgs bei Bundesrat Moritz Leuenberger wurde die Biogasanlage der Familie Wyss in Ittigen besichtigt.

Seit Beginn des Anlagenbaus bis heute blieb das Interesse an Betriebsbesichtigungen in Ittigen sehr gross. Interessierte aus dem In- und Ausland nutzen die Möglichkeit sich im Bereich der landwirtschaftlichen Biogastechnologie weiterzubilden.

Die anhaltende Nachfrage ist unter anderem auf die erfreuliche Entwicklung des Anlagenbetriebes zurückzuführen. Aufgrund einer fachgerechten Betriebsführung (Co-Substrat-Management, Beschickung, Wartung etc.) konnte die Anlage soweit hochgefahren werden, dass sie in den letzten Monaten mit einer BHKW-Auslastung von bis zu 98% betrieben werden konnte.

In diesem Bericht werden die innerhalb des ersten Betriebsjahres gemachten Resultate und Erfahrungen zusammengefasst und ausgewertet.

## 2. Ziel der Arbeit

Zu Beginn des Projektes wurde definiert, dass mit dem Bau der Kompakt-Biogasanlage von Peter Wyss in Ittigen ein BHKW mit neuester Technik und hohem Wirkungsgrad eingesetzt wird. Die Anlage sollte die Funktionstüchtigkeit solcher Anlagen hervorheben und mit neuester Technologie wirtschaftlich betrieben werden können. In diesem Bericht soll aufgezeigt werden, inwiefern die Biogasanlage diese Funktionstüchtigkeit erfüllt.

## 3. Methode

Um die Funktionstüchtigkeit der Biogasanlage auf dem Betrieb von Herrn Wyss zu erfassen, wurde eine Messreihe verschiedener Parameter in einem Zeitrahmen von einem Jahr analysiert.

Die in diesem Bericht zusammengestellten Messwerte wurden daher in der Zeit zwischen dem September 2005 und September 2006 erfasst. Die folgenden Parameter wurden in diesem Zeitraum täglich gemessen:

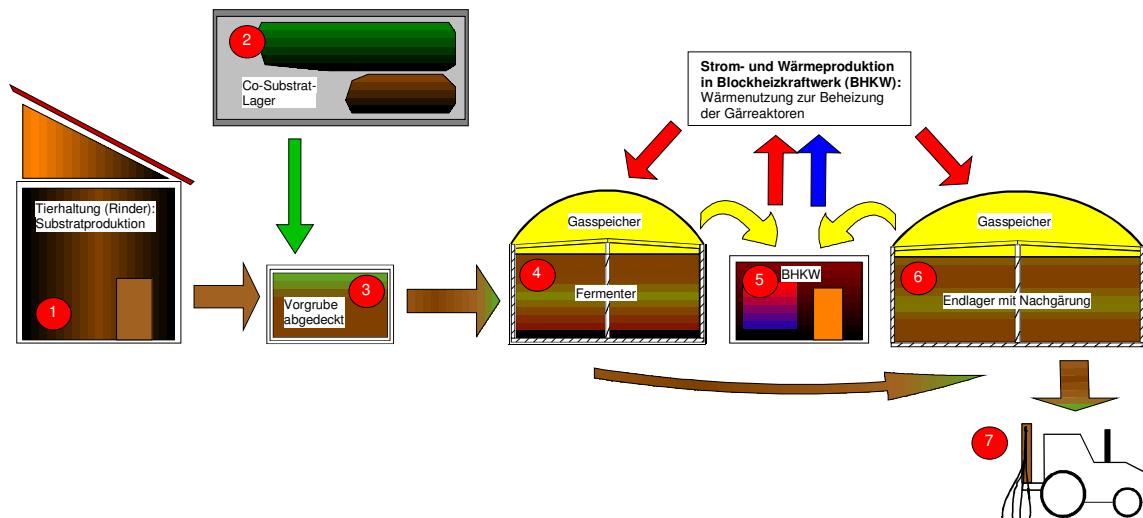
- Biogasproduktion (Erfassung mit Gaszähler)
- BHKW-Laufzeit (Erfassung mit Betriebsstundenzähler)
- Stromproduktion (Erfassung mit Stromzähler)
- Heizölverbrauch (Kontinuierliche Buchführung)
- Beschickungsmenge (Kontinuierliche Buchführung bei der Beschickung)
- Fermenter- und Nachgärtner-Temperaturen (Erfassung mit Wärmesonden in Beton-Fertigelementen)

Die Messreihen wurden analysiert, interpretiert und mit dem Wissen des Anlagenbetreibers P.Wyss ergänzt.

## 4. Beschreibung Betriebskonzept

Der Betrieb der Biogasanlage der Familie Wyss basiert auf der Verwertung organischer Substrate. Dies sind einerseits Hofdünger des Rinder- und Mastbullenbetriebs und andererseits betriebsfremde Co-Substrate aus nahe liegenden Gemeinden und gewerblich-industriellen Betrieben.

Das Betriebskonzept (siehe Schema 1) wird in diesem Kapitel anhand der Abbildungen 1-8 und deren Beschriftungen näher erläutert. Die Nummerierungen (im roten Punkt) der Abbildungen beziehen sich auf die Nummerierungen auf dem Betriebskonzept.



**Schema 1:** Betriebskonzept der Biogasanlage der Familie Wyss. Einzelne Komponenten (siehe Nummerierung) werden im Folgenden detaillierter beschrieben.

## TIERHALTUNG: SUBSTRATPRODUKTION



**Abbildung 1:** Die Tierhaltung (Rinder, Mastbullen) auf dem landwirtschaftlichen Betrieb generiert etwa 2'300 Tonnen Gülle und Mist pro Jahr mit einem Trockensubstanzgehalt von etwa 9%. Die Gülle wird direkt zur Vorgrube geleitet. Der Festmist wird abgetragen und später in der Vorgrube der Gülle beigemischt.

## CO-SUBSTRAT-LAGER



**Abbildung 2:** Die zugeführten organischen Reststoffe (Co-Substrate) werden im Co-Substrat-Lager aufbewahrt bis sie der Vorgrube beigegeben werden. Es werden etwa 1'000 Tonnen Co-Substrate pro Jahr angeliefert.

Beispiele für eingesetzte Co-Substrate sind: Getreideabgang, Kaffeesatz, Früchte, Gemüse, Maisabgang, Milchfett, Pansen, Darminhalte und Mist.

## VORGRUBE



**Abbildung 3:** In der Vorgrube mit einer Kapazität von 90m<sup>3</sup> werden Substrat und Co-Substrate gemischt, gespeichert und in einen pumpfähigen Zustand versetzt, bevor sie in den Fermenter gepumpt werden.

## FERMENTER



**Abbildung 4:** Im Fermenter (Inhalt: 400m<sup>3</sup>) wird das organische Material in Biogas umgewandelt. Das Biogas wird mit Hilfe einer Folienhuppe gespeichert und dann dem BHKW zugeführt. Die durchschnittliche Verweilzeit des Substrates im Fermenter liegt bei etwa 30 Tagen. Das Material wird anschliessend im Nachgärer weitervergoren.

Im Fermenter werden 50 bis 80% der Trockensubstanz abgebaut.

## MASCHINENHAUS



**Abbildung 5:** Das Maschinenhaus dient als zentrale Messstation und als Strom- und Wärmeproduktionseinheit. Das Biogas vom Fermenter und vom Nachgärer wird in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) in Strom und Wärme umgewandelt.

## BLOCKHEIZKRAFTWERK



**Abbildung 6:** Blockheizkraftwerk (BHKW) im Maschinenhaus

### Technische Daten BHKW (Zündstrahlaggregat):

Elektrischer Wirkungsgrad: 39%

Elektrische Leistung: 100 kW

Thermischer Wirkungsgrad: 50%

Thermische Leistung: 125 kW

Zündölverbrauch/h: 2.5 Liter

## NACHGÄRER



**Abbildung 7:** Mit dem Nachgärtner (Inhalt: 840m<sup>3</sup>) wird die Verweilzeit des Substrates erhöht. Unvergorenes Restmaterial kann abgebaut werden, was sich positiv auf die Gülleeigenschaften auswirkt.

Das produzierte Biogas wird, wie beim Fermenter, mit einer Folienhaube gefasst und auch dem BHKW zugeführt.

## AUSTRAGUNG AUFS FELD

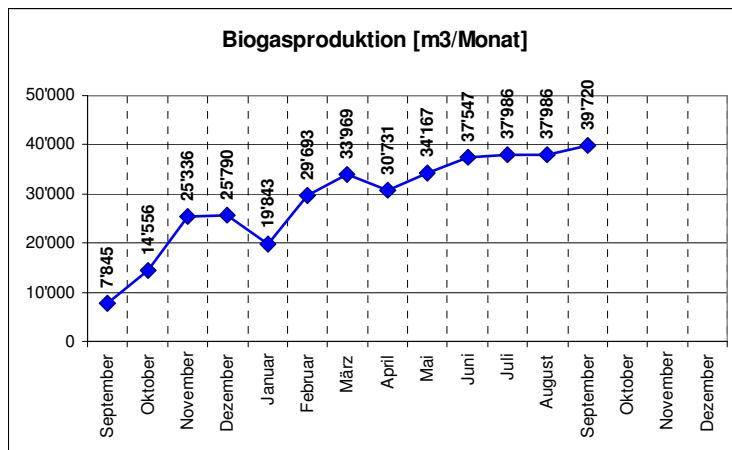


**Abbildung 8:** Das vergorene Material mit einem Trockensubstanzgehalt von 2-8% wird maschinell mit dem Schleppschlauchverfahren ausgetragen.

## 5. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Messwerte der Biogasanlage dargestellt und interpretiert. Nach offizieller Inbetriebnahme im August 2005 konnte die Anlage nur langsam hochgefahren werden. Die Messwerte wurden nicht für alle Parameter während des gesamten Monates September 2005 erfasst. Zur Vergleichbarkeit der monatlichen Messresultate (entspricht der Summe der täglichen Messwerte) werden daher die Werte vom September 2005 in der Interpretation nicht berücksichtigt.

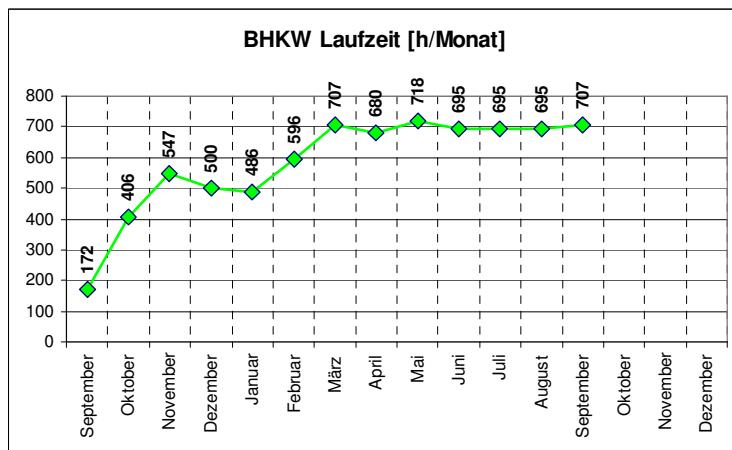
### BIOGASPRODUKTION



**Abbildung 9:** Monatliche Biogasproduktion vom September 2005 bis September 2006.

Aus Abbildung 9 ist ersichtlich, dass die Biogasproduktion seit der Inbetriebnahme im August 2005 praktisch kontinuierlich gesteigert werden konnte. In den ersten Monaten musste sich die Biozönose im Fermenter aufbauen, weshalb die Abbaueffizienz der Mikroorganismen noch gering war. Von einer monatlichen Biogasproduktion von 14'556m<sup>3</sup> (rund 485m<sup>3</sup> Biogas pro Tag) im Oktober 2005 konnte die Produktion innerhalb eines Jahres auf über 39'000m<sup>3</sup> (rund 1300m<sup>3</sup> pro Tag) gesteigert werden. Die aktuelle Produktion von rund 39'000m<sup>3</sup> pro Monat lastet die Anlage optimal aus (siehe BHKW Laufzeit). Wird eine Erhöhung der Biogasproduktion in Betracht gezogen, so muss die Anlage weiter ausgebaut werden.

### BHKW LAUFZEIT



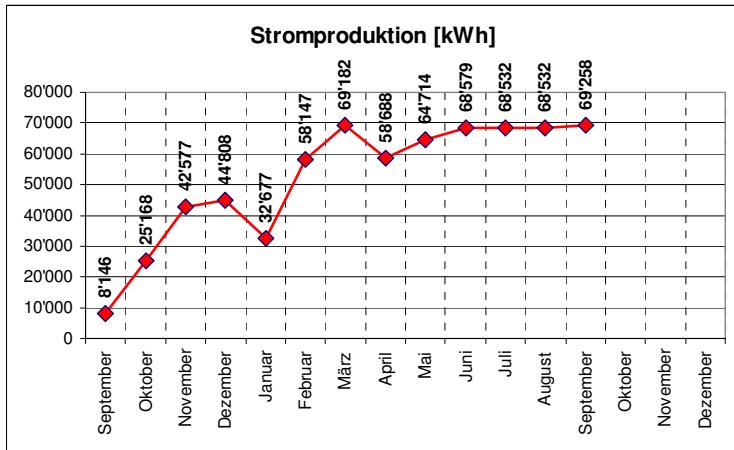
**Abbildung 10:** Monatliche BHKW-Laufzeit vom September 2005 bis September 2006.

Die Messwerte in Abbildung 10 zeigen auf, dass die Anlage im Oktober 2005 erst eine geringe Betriebsauslastung aufwies. Innerhalb eines Jahres wurde die Anlage so beschickt, dass sich die Biozönose im Fermenter gut an das Gär-Milieu anpasste und dadurch höhere Biogaserträge erzielt wurden.

In den ersten zwölf Monaten ab Oktober 2005 wurde das Blockheizkraftwerk 7'432 Stunden betrieben. Dies entspricht rund 85% der maximalen Auslastung. Werden nur die letzten sieben Monate (März bis September 2006) betrachtet, erreichte die Anlage sogar eine Auslastung von rund 96%.

Im Laufe der letzten fünf Monate bis September 2006 (bei guter Auslastung der Anlage) wurden im BHKW durchschnittlich rund 53m<sup>3</sup> Biogas pro Stunde verbraucht. Dies entspricht einem Methangehalt im Biogas von durchschnittlich rund 42% (basierend auf technischen Daten BHKW). Verglichen mit Literaturdaten<sup>1</sup> (40-75% Methan in Biogas) ist dies ein relativ tiefer Methangehalt. Aufgrund dieser Erkenntnis ist der Betreiber P. Wyss bestrebt, die Funktionalität des Gaszählers bzw. die genauen Methangehalte in Biogas in Zukunft zu messen.

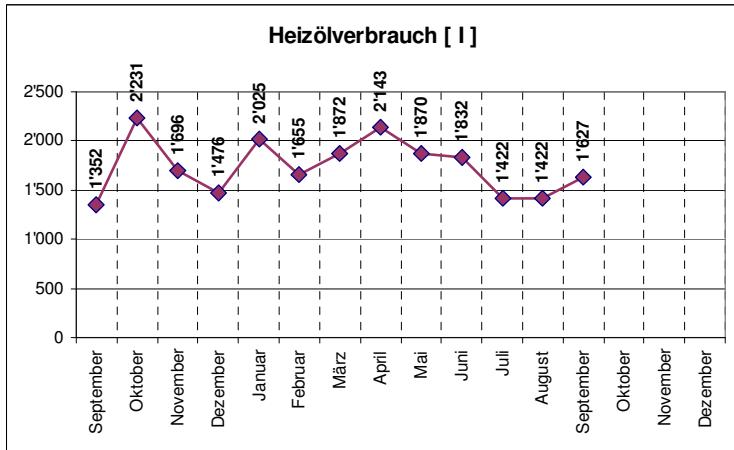
## STROMPRODUKTION



**Abbildung 11:** Monatliche Stromproduktion von September 2005 bis September 2006.

Im Vergleich zu Abbildung 9 zeigt Abbildung 11 auf, dass die Stromproduktion von der Biogasproduktion abhängig ist. Grundsätzlich gilt, je mehr Biogas (bei konstanter Gasqualität) produziert wird, desto mehr Strom kann produziert werden.

## HEIZÖLVERBRAUCH



**Abbildung 12:** Monatlicher Heizölverbrauch von September 2005 bis September 2006.

Beim Einsatz eines Zündstrahlmotors wird dem Biogas noch Zündöl (Heizöl) beigemischt (Einspritzung).

Der monatliche Heizölverbrauch innerhalb der Messperiode von Oktober 2005 bis September 2006 (Abbildung 12) variierte zwischen 1'422 und 2'231 Liter. Durchschnittlich wurden monatlich rund 1860 Liter Heizöl verbraucht. Dies entspricht einem durchschnittlichen Tagesverbrauch von rund 62 Liter. Der überdurchschnittliche Verbrauch im Oktober 2005 (Aufheizbetrieb beim Anfahren) im Januar und April 2006 (Rührwerksdefekt) ist auf eine geringe Biogasproduktion zurückzuführen.

Im Laufe der letzten fünf Monate bis September 2006 (bei guter Auslastung der Anlage) betrug der Zündölanteil bezogen auf den Bruttoenergiegehalt durchschnittlich rund 9%.

<sup>1</sup> <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/b/biogas.htm>

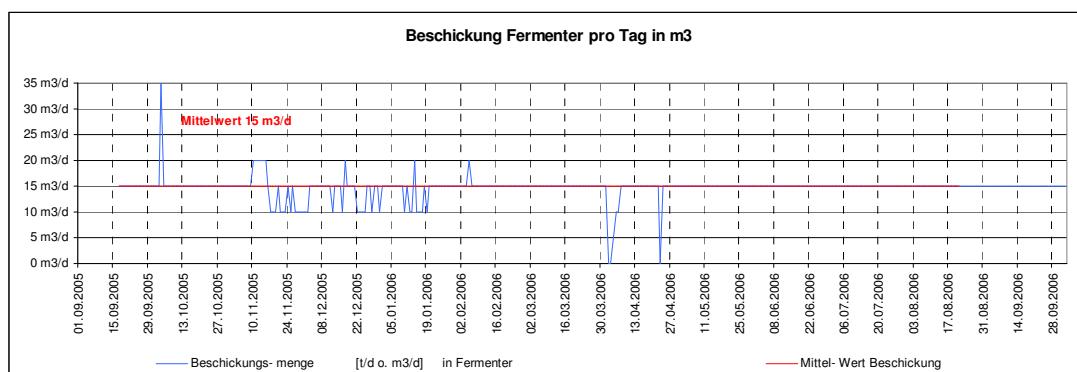
## 6. Tägliche Messwerte

### BESCHICKUNG DES FERMENTERS

In Abbildung 13 sind die Beschickungsmengen pro Tag dargestellt. Der durchschnittliche Wert beträgt rund  $15\text{m}^3$  pro Tag. Die Zugabemenge wird so eingestellt, dass der Fermenter optimal ausgelastet wird. Die Auslastung (Raumbelastung) wird über das Verhältnis der organischen Fracht zum gesamten Raumvolumen definiert. Je nach Substratzusammensetzung kann also der organische Gehalt im Substrat variieren. Durch die Vermischung der Substrate in der Vorgrube, schwanken die Organikgehalte bei der Zugabe vergleichbarer Substanzen nur gering.

Die Anlage in Ittigen wurde seit September 2005 langsam hochgefahren. Dies bedeutet, dass zu Beginn die Beschickung praktisch ausschliesslich mit Gülle erfolgte. Innerhalb des ersten Jahres wurde die zugeführte Menge an Co-Substraten langsam erhöht. Die Biozönose im Fermenter konnte sich dadurch kontinuierlich aufbauen.

Wie in Abbildung 13 ersichtlich, wurde an wenigen Tagen sehr viel ( $35\text{m}^3$ ) oder gar nicht beschickt. Diese Schwankungen der Beschickungsmenge haben unterschiedliche Ursachen, wie z.B. ein Anlagendefekt (Beschickungsunterbruch am 1. bis 6.4.06, wegen Rührwerkdefekt).



**Abbildung 13:** Tägliche Beschickung des Fermenters im  $\text{m}^3$ .

## VERGLEICH TEMPERATUR VON FERMENTER & NACHGÄRER

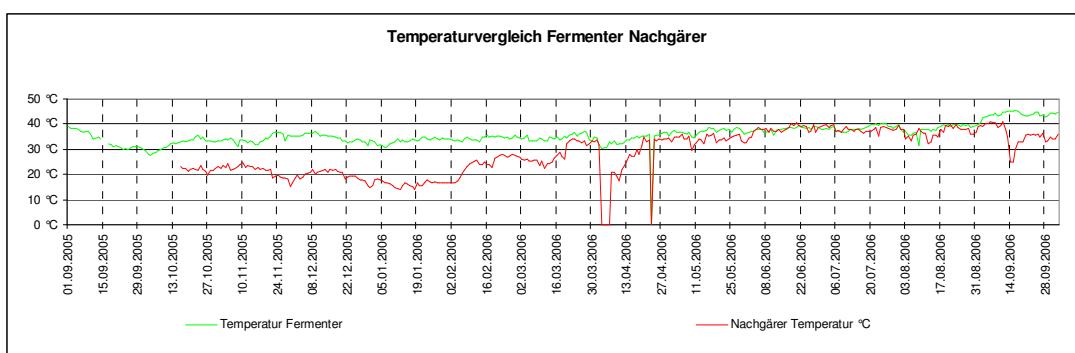
In Abbildung 14 sind die Fermentertemperatur und die Temperatur im Nachgärer dargestellt. Beide Gärbehälter werden mit der Abwärme des BHKW geheizt.

In den ersten drei bis vier Monaten der Messperiode zeigte die Temperatur im Fermenter noch starke Schwankungen von 27.6 bis 37°C auf. Im Laufe der ersten Monate stabilisierte sich die Temperatur im Fermenter auf ein Niveau zwischen etwa 33 und 35°C (ausgenommen, der Rührwerkdefekt im April 2006). Bis im September 2006 wurde die Fermentertemperatur kontinuierlich bis auf ein Niveau von 43 bis 45°C erhöht.

Die Fermenter- und Nachgärttemeratur waren in den ersten acht Betriebsmonaten sehr unterschiedlich. Im Nachgärer variierte die Temperatur seit Beginn der Messperiode bis zum Mitte März 2006 stark und lag rund 10 bis 15°C unterhalb jener im Fermenter.

Diese Temperaturunterschiede sind darauf zurückzuführen, dass der Fermenter isoliert ist und daher die Wärme auch in kalten Monaten besser speichern kann. Ab Mitte März bis Anfang September 2006 erreichte der Nachgärer aufgrund der wärmeren Außentemperaturen dasselbe Temperaturniveau wie der Fermenter.

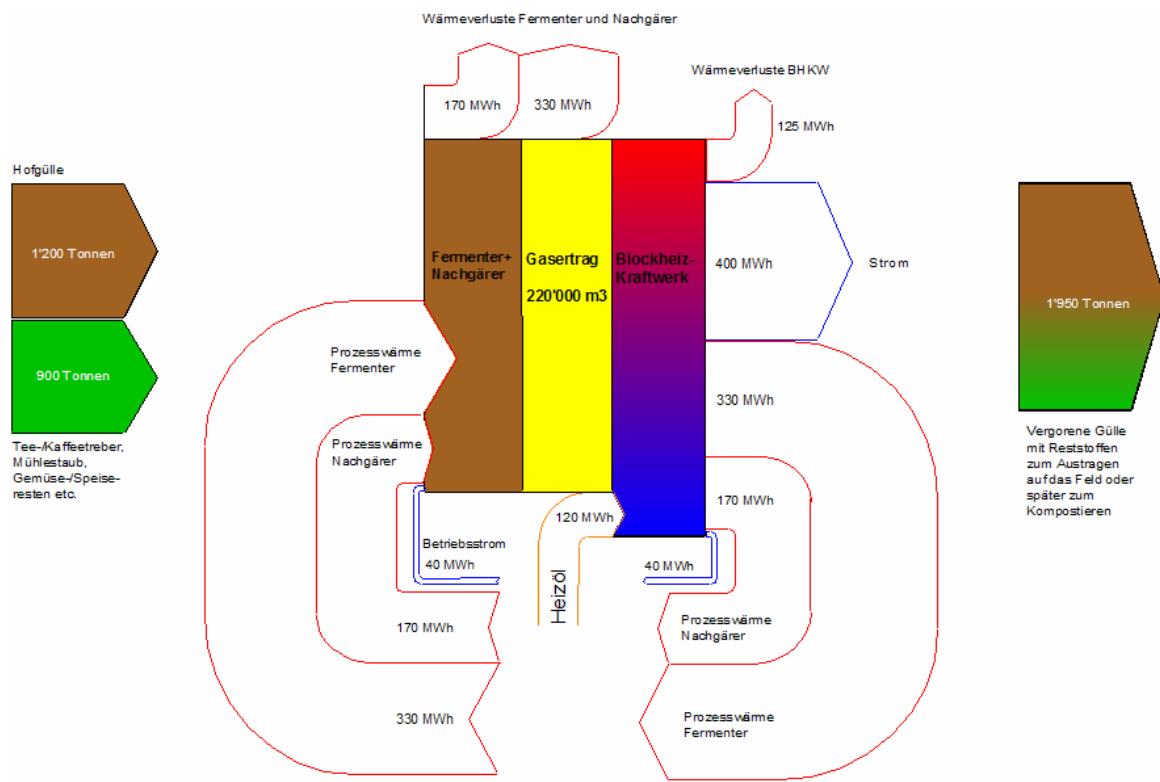
Von Seiten der Bauherrschaft wird geplant, den Nachgärer zu isolieren und die damit überschüssige Wärme in Zukunft zu nutzen. Dies könnte in Form einer Holztrocknungsanlage sein.



**Abbildung 14:** Täglicher Temperaturvergleich von Fermenter und Nachgärer.

## 8. Energiebilanz

Auf Basis der präsentierten Messwerte wurde eine Energiebilanz erstellt, welche schematisch in Abbildung 15 zu sehen ist. Um die Aussagekraft der Bilanz zu erhöhen, wurde diese nicht über das ganze erste Jahr (Oktober 2006 bis September 2006), sondern nur über die letzten sechs Monate (April 2006 bis September 2006) berechnet und zusammengestellt. Berücksichtigt wurden nur die Monate, in welchen die Anlage optimal betrieben werden konnte. Die Startphase, welche das Hochfahren des Fermenters beinhaltet, fliesst daher nicht in die Energiebilanz ein. Fehlende Messwerte wurden mit Hilfe von Erfahrungswerten und Literaturwerten abgeleitet und ergänzt.



**Abbildung 15:** Energiebilanz der Biogasanlage Wyss in Ittigen (basierend auf Messwerten der Monate April bis September 2006).

Die Abbildung 15 zeigt auf, dass innerhalb der Bilanzierungszeit (ein halbes Jahr) mit der Verwertung von 1'200 Tonnen Höfdünger und 900 Tonnen Co-Substrate ein Gasertrag von rund 220'000m<sup>3</sup> erzielt wurde. Durchschnittlich konnte demzufolge ein Gasertrag von rund 105m<sup>3</sup> pro Tonne des Substrat-Mixes erreicht werden. Auf Basis der Stromproduktion von rund 400 MWh wurde mit Hilfe der technischen BHKW-Daten die Gesamtenergiemenge berechnet. Unter Berücksichtigung der Heizoleinspritzung (120 MWh Heizöl) wird das Biogas in rund 400 MWh elektrische und rund 500 MWh thermische Energie umgewandelt. Rund 125 MWh können aus prozesstechnischen Gründen (Gesamtwirkungsgrad des BHKW rund 89%) nicht genutzt werden. Gemäss Erfahrungswerten des Betreibers, wird die thermische Energie zu rund zwei Dritteln als Prozesswärme für die Beheizung des Fermenters und zu einem Drittel für die Beheizung des Nachgärters eingesetzt.

Der Wärmeverbrauch im Fermenter ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass nach der Beschickung das Substratgemisch (Gülle und Co-Substrate) auf Fermentertemperatur aufgeheizt werden muss. Bei der Anlage von P. Wyss mit Vorgabe, muss, im Vergleich zu Anlagen mit Feststoffeintrag, eine grössere Menge beschickt und demzufolge geheizt werden, um die gleiche Raumbelastung im Fermenter zu erreichen. Das Wasser aus der Gülle erzielt keinen Gasertrag, benötigt jedoch sehr viel Prozesswärme.

Wie im Kapitel 6 (unter Vergleich Temperatur Fermenter & Nachgärer) schon erwähnt, ist der Nachgärtner derzeit noch nicht isoliert. Von Seiten der Bauherrschaft wird geplant, den Nachgärer zu isolieren und die überschüssige Wärme für andere Zwecke (z.B Holztrocknung) zu nutzen.

## 9. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Anlage zeigte zu Beginn der Betriebsphase erfreuliche Ergebnisse. Die Temperatur im Fermenter konnte seit Ende des Jahres 2005 kontinuierlich von 33 auf 40°C erhöht werden. Seit September 2006 wird der Fermenter sogar mit Temperaturen bis zu 45°C betrieben. Auch andere gemessene Parameter zeigen einen verbesserten Betriebsablauf.

Aus energietechnischer Sicht kann die Anlage in der Zukunft noch optimiert werden. Ein erster Schritt wird die Isolation des Nachgärters sein, um die damit überschüssige Wärme anderweitig zu nutzen.

Die aktuelle Lage präsentiert sich folgendermassen:

- Die Qualität der zugeführten Co-Substrate ermöglicht einen mehrheitlich reibungslosen Betrieb
- Die Menge an angelieferten Co-Substraten lastet die Anlage aus. Das Angebot an organischen Substraten scheint für den Betrieb von Herrn Wyss mittelfristig gesichert.
- Das Blockheizkraftwerk hatte in den letzten Monaten seit März 2006 eine Auslastung von rund 98%.
- Der Fermenter wird mit einer Temperatur von rund 45°C betrieben
- Die Lagerkapazität für Co-Substrate ist zeitweise ausgelastet

Aufgrund der heutigen Situation kann ein Ausbau der Biogasanlage (unter Berücksichtigung der Bestimmungen des RPG) mittelfristig nicht ausgeschlossen werden.

## Referenzen

[1] Hans-Jürgen-Schnell **Zündstrahlaggregate, für Biogas, Klärgas und Deponegas**, Produktdrospekt

## Anhang

Zusammenfassung Messwerte September 2005 bis September 2006

Monat	Jahr	Stromproduktion [kWh]	Biogasproduktion [m³/Monat]	BHKW Laufzeit [h/Monat]	Heizölverbrauch [l]
September (n.b.)	2005	8'146	7'845	172	1'352
Oktober	2005	25'168	14'556	406	2'231
November	2005	42'577	25'336	547	1'696
Dezember	2005	44'808	25'790	500	1'476
Januar	2006	32'677	19'843	486	2'025
Februar	2006	58'147	29'693	596	1'655
März	2006	69'182	33'969	707	1'872
April	2006	58'688	30'731	680	2'143
Mai	2006	64'714	34'167	718	1'870
Juni	2006	68'579	37'547	695	1'832
Juli	2006	68'532	37'986	695	1'422
August	2006	68'532	37'986	695	1'422
September	2006	69'258	39'720	707	1'627
<b>Total (13 Monate)</b>	<b>2005</b>	<b>679'008 kWh</b>	<b>375'169 m³</b>	<b>7'604 h</b>	<b>22'623 Liter</b>

n.b = nicht berücksichtigt (aufgrund unvollständiger Datengrundlage)