

# Leistungssteigerung der Biogasanlage Schneeren

## Projektbeschreibung

Verfasser:

Dr. Born - Dr. Ermel GmbH

- Ingenieure -

Finienweg 7

28832 Achim

Telefon: 04202 / 7 58-0

Telefax: 04202 / 7 58-500

E-Mail: [be@born-ermel.de](mailto:be@born-ermel.de)

Internet: [www.born-ermel.de](http://www.born-ermel.de)

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Veranlassung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Dimensionierungsgrundlagen .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Anlagen- und Betriebsbeschreibung .....</b>	<b>4</b>
3.1	Silageplatten .....	5
3.2	Substratannahme und Einbringung.....	5
3.3	Gärbehälter .....	6
3.4	Nachgärbehälter .....	7
3.5	Gärrückstandsspeicher .....	8
3.6	Gaserfassung .....	9
3.7	Entschwefelung.....	9
3.8	Gasverstromung und Netzeinspeisung .....	10
3.9	Wärmenutzung.....	10
3.10	Maschinen- und Betriebsgebäude .....	10
3.11	Energieabnahme.....	11
3.12	Betriebszeit .....	11

## 1      **Veranlassung**

Der Landwirt [REDACTED] betreibt eine Biogasanlage mit einer Anlagenleistung von 2,3 Mio. Normkubikmetern im Jahr. Die Anlage wird mit nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRos) und Gülle (Rinder- und Schweinegülle) betrieben. Der erzeugte Strom wird komplett an den örtlichen Netzbetreiber (Stadtwerke Neustadt) abgegeben.

Da ausreichend Flächen für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur Verfügung stehen, soll die Leistung der Biogasanlage auf eine Anlagenleistung von 3,2 Mio. Normkubikmetern im Jahr, dies entspricht einer mittleren elektrischen Jahresleistung von rd. 750 kW, gesteigert werden. Nach der Leistungssteigerung erfolgt der Betrieb der Anlage durch die *Biogas Schneeren GbR*.

Zurzeit betreibt [REDACTED] auf dem Anlagenstandort zwei BHKWs mit einer elektrischen Leistung von 366 kW (Gas-Otto-Motor) und 250 kW (Zündstrahlmotor). Weiterhin wird ein Satelliten-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 190 kW (Gas-Otto-Motor) von der Anlage mit Biogas versorgt. Die drei Motoren werden so betrieben, dass die genehmigte Leistung der Biogasanlage von 2,3 Mio. Normkubikmetern Biogas im Jahr nicht überschritten wird. Die Zündölversorgung des Zündstrahlmotors erfolgt über den vorhandenen Heizöltank südlich des Betriebsgebäudes.

Die am Anlagenstandort produzierte Wärme wird zur Beheizung der Behälter sowie zur Heißluftversorgung einer vor dem Betriebsgebäude aufgestellten Trocknungsanlage (Trocknung u.A. von Holzhackschnitzeln und Getreide) genutzt. Seit Herbst 2010 wird die Wärme auch an die *Nahwärme Schneeren eG* (rd. 400 kW) zur Beheizung von Wohnhäusern abgegeben. Die Wärme des Satelliten BHKWs dient zur Beheizung eines Zuchtsauen- und Ferkelstalls.

Mit der Leistungssteigerung auf 3,2 Mio. Normkubikmetern pro Jahr soll ein weiteres BHKW (Größenordnung 500 - 600 kW<sub>el</sub>) für die bedarfsorientierte Flexibilisierung der Stromproduktion installiert werden. Die Aufstellung erfolgt in einem Container auf dem Gelände der Biogasanlage. Der Zündstrahlmotor wird außer Betrieb genommen und dient nur noch als Reserveaggregat für den Fall eines Ausfalls der übrigen Aggregate. Die BHKWs werden so betrieben, dass die genehmigte Leistung von 3,2 Mio. Normkubikmetern pro Jahr nicht überschritten wird.

Die zusätzlich anfallende Wärme wird an die *Nahwärme Schneeren eG* abgegeben. Zur Abdeckung von Spitzenlasten der *Nahwärme Schneeren eG* ist zusätzlich ein Spitzenlastkessel in einem Container installiert.

## 2 Dimensionierungsgrundlagen

Die Biogasanlage wird weiterhin ausschließlich auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen und Gülle gem. „Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse“ (Biomasseverordnung – BiomasseV) betrieben. Die im Mittel erzeugte elektrische Gesamtleistung von rd. 750 kW<sub>el</sub> wird in das Netz eingespeist.

Die nachfolgende Tabelle zeigt beispielhaft die erforderlichen Substratmengen und die Gaserträge für Biogasanlagen mit einer jährlichen Gasproduktion von rd. 3,2 Mio. Nm<sup>3</sup>.

Einsatzstoff	Anlagengröße 3,2 Normkubikmeter Feuerungswärmeleistung		
	Frischmasse	TS-Fracht	Gasertrag
	[t/d]	[t/d]	[m <sup>3</sup> /d]
Maissilage	27,8	9,6	5.970
Grassilage	10,3	1,4	2.205
Gülle	20,0	1,4	335
<b>Summe</b>	<b>58,1</b>	<b>15,63</b>	<b>8.510</b>

Tab. 1: Einsatzstoffe und Gaserträge

Aus ca. 58 t/d Substrat entstehen bei der Vergärung der Organik unter Sauerstoffabschluss (anaerobe Verhältnisse) rd. 8.500 m<sup>3</sup> Biogas am Tag. Bei einem Heizwert von rd. 5,3 kWh/m<sup>3</sup> und einem Wirkungsgrad der BHKW von rd. 40 % beträgt der die elektrische Leistung rd. 750 kW.

### **3 Anlagen- und Betriebsbeschreibung**

Die Biogasanlage mit einer Leistung von 3,2 Mio. Normkubikmetern besteht aus zwei Gärbehältern mit einem Fassungsvermögen von je 1.200 m<sup>3</sup>. Den Gärbehältern ist ein Nachgärbehälter mit einem Volumen von 2.400 m<sup>3</sup> nachgeschaltet. Der Gärrückstand wird in zwei Gärrückstandsspeichern mit einem Volumen von insgesamt 6.000 m<sup>3</sup> gespeichert. Das Biogas wird in einem Gasspeicher über dem Nachgärbehälter und Gärrückstandsspeicher 1 (Tragluftdach) und einem externen Gasspeicher zwischengelagert und in den BHKW-Anlagen verstromt. Für die Aufstellung der Maschinen und der elektrischen Installationen dient ein Maschinen-/Betriebsgebäude. Die Lagerung der Silage erfolgt auf wasserundurchlässigen Silageplatten. Die Gäräfte und das belastete Niederschlagswasser werden aufgefangen und dem Gärprozess gleichmäßig zugegeben.

Die Biogasanlage bestehen aus folgenden Komponenten:

- Silageplatten
- Substratannahme und Einbringung
- Gärbehälter 1 und 2
- Nachgärbehälter
- Gärrückstandsspeicher 1 und 2
- Gaserfassung und Speicherung inkl. externem Gasspeicher
- Gasverstromung und Netzeinspeisung

### **3.1 Silageplatten**

Die nachwachsenden Rohstoffe (NaWaRo) werden nach der Ernte auf den Silageplatten gelagert und von dort mit einem Teleskoplader über ein Feststoffeintragssystem in die Biogasanlage eingebracht.

#### Größe der Silageplatten

Fläche rd. 4.860 m<sup>2</sup>

Der anfallende Gärssaft wird aufgefangen und in die Biogasanlage gefördert.

### **3.2 Substratannahme und Einbringung**

Der Betrieb der Biogasanlage erfolgt mit Gülle und NaWaRos. Die Gülle wird aus einer Vorgrube am Stall über eine Drehkolbenpumpe in die Gärbehälter gefördert. Um ein Überfüllen der Gärbehälter zu vermeiden, wird vorab ausgegorenes Gärsubstrat in die Nachgärbehälter gefördert bzw. durch den hydraulischen Ausgleich verdrängt. Einen Schutz gegen Überfüllung bieten die Niveaumessungen in den Gär- und Nachgärbehältern, die beim Erreichen eines maximalen Füllstandes einen Alarm absetzen.

Neben der Einbringung der Gülle aus der Vorgrube am Stall besteht weiterhin die Möglichkeit, Gülle von anderen Betrieben über einen separaten Befüllstutzen in die Anlage einzubringen.

Die nachwachsenden Rohstoffe werden in den Fahrsilos am Standort der Biogasanlage gelagert. Die Gäräfte und das belastete Niederschlagswasser von den Siloflächen werden erfasst und mit in die Biogasanlage gegeben.

Von den Fahrsilos werden die Feststoffe über die Feststoffannahme gleichmäßig über den Tag verteilt in die Gärbehälter eingebracht. Diese ist als Schubbodencontainer ausgeführt und neben den Gärbehältern aufgestellt. Die Beschickung der Anlage erfolgt mit dem Teleskoplader. Für die Erfassung der Mengen der Einsatzstoffe kommen Wägezellen zum Einsatz. Der Transport in die Gärbehälter erfolgt über geschlossene Spiralförderschnecken.

### 3.3 Gärbehälter

Die Biogaserzeugung erfolgt in einem zweistufigen Verfahren unter anaeroben, mesophilen Bedingungen. Das vorhandene Gärvolumen beträgt 4.700 m<sup>3</sup> und kann eine optimale Raumbelastung sicherstellen. Das Gärvolumen wird durch zwei 1.200 m<sup>3</sup> fassende Gärbehälter, sowie einen 2.400 m<sup>3</sup> fassenden Nachgärbehälter zur Verfügung gestellt.

Die Gärbehälter sind als zwei zylindrische, isolierte Stahlbetonbehälter mit flacher Sohle und Betondecke realisiert.

Substratmenge	58,1 m <sup>3</sup> /d
Raumbelastung	5,9 kg oTS/m <sup>3</sup> *d
Aufenthaltszeit	41 d
Behälterform	Rundbehälter aus Stahlbeton, mit Mittelstütze und Betondecke
Volumen	2 x 1.200 m <sup>3</sup>
Höhe	6 m
Innendurchmesser	16,0 m

#### Ausrüstung je Behälter:

Umwälzeinrichtung	1 x 15 kW Tauchmotorrührwerk 1 x 15 kW vertikales Rührwerk
Substraterwärmung	Wärmetauscherrohre DN 50, innenliegend
Messtechnik	Ultraschallniveaumessung, Temperaturmessungen, Druckmessung
Sicherheitseinrichtung	Hydraulische Überdrucksicherung im Behälter

Wird ein Gärbehälter beschickt, wird in gleicher Menge Substrat in den Nachgärbehälter gepumpt.

### 3.4 Nachgärbehälter

Das vergorene Substrat wird aus den Gärbehältern in den Nachgärbehälter gefördert. Der Nachgärbehälter wird ebenfalls im mesophilen Temperaturbereich betrieben. Die Temperaturkonstanthaltung erfolgt über an der Wandinnenseite verlegte Wärmetauscherrohre. Für die Durchmischung des Substrates ist der Nachgärbehälter mit einem Vertikalrührwerk und einem Tauchmotorrührwerk ausgerüstet.

Das Nachgärvolumen dient als Puffer bei Belastungsschüben in den Gärbehältern. Kommt es in den Gärbehältern zu Belastungsspitzen, kann durch eine Substratzirkulation aus dem Nachgärbehälter in die Gärbehälter die Belastungsspitze abgebaut werden und in den Nachgärbehälter verlagert werden. Im Nachgärbehälter erfolgt dann der Abbau des Substrates und das Gaspotential geht nicht verloren.

Substratmenge	46,2 m <sup>3</sup> /d
Raumbelastung	0,9 kg oTS/m <sup>3</sup>
Aufenthaltszeit	52 d
Behälterform	Rundbehälter aus Stahlbeton mit Doppelmembrangasspeicher
Volumen	1 x 2.400 m <sup>3</sup>
Höhe	6 m
Innendurchmesser	23,0 m

#### Ausrüstung:

Umwälzeinrichtung	1 x 15 kW Vertikalrührwerk 1 x 15 kW Tauchmotorrührwerk
Substraterwärmung	Wärmetauscherrohre DN 50
Gasspeicherung	Doppelmembrandach (Tragluftdach)
Messtechnik	Füllstand, Temperatur, Druck
Sicherheitseinrichtung	Hydraulische Überdrucksicherung im Behälter

### 3.5 Gärrückstandsspeicher

Das vergorene Substrat gelangt über die Gärbehälter in den Nachgärbehälter und anschließend in die Gärrückstandsspeicher. Das notwendige Lagervolumen für die Gärreste ist durch die Anforderungen der Düngeverordnung geregelt.

Zur Zeit sind ein offener Gärrückstandsspeicher mit einem Volumen von 2.000 m<sup>3</sup> und ein gasdicht abgedeckter Gärrückstandsspeicher mit 4.000 m<sup>3</sup> Volumen auf der Anlage vorhanden. Im Zuge der Leistungssteigerung wird der offene Gärrückstandsspeicher zur Reduzierung der Geruchsemissionen mit einem Zeltdach nachgerüstet.

Substratmenge	45,1 m <sup>3</sup> /d
Aufenthaltszeit abgedeckt	133 d
Behälterform	zwei abgedeckte Rundbehälter aus Stahlbeton
Höhe	6 m
Innendurchmesser	30 bzw. 21,5 m
Volumen	4.000 + 2.000 m <sup>3</sup>
Material	wasserundurchlässiger Stahlbeton, beständig gegen saure Milieubedingungen

#### Ausrüstung:

Umwälzeinrichtung	2 x 15 kW Tauchmotorrührwerk
Messtechnik	Füllstand

Mit der Steigerung auf eine Anlagenleistung von 3,2 Mio. Normkubikmeter im Jahr wird weiteres Lagervolumen errichtet. Die Größe des zusätzlich zu schaffenden Lagervolumens richtet sich nach den aktuellen Forderungen aus der Düngeverordnung.

Darüber hinaus kann ein Teilvolumen des Nachgärbehälters (rd. 1.000 m<sup>3</sup>) direkt als Speichervolumen mit genutzt werden, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung des Gärprozesses kommt. Weiterhin stehen noch 1.600 m<sup>3</sup> Speichervolumen beim angrenzenden Boxenlaufstall zur Verfügung und es besteht die Option auf eine Anpachtung eines 1.000 m<sup>3</sup> fassenden Speichersilos.

### **3.6 Gaserfassung**

Der tägliche Biogasanfall bei 3,2 Mio. m<sup>3</sup>N/a beträgt ca. 8.510 m<sup>3</sup>/d. Das Biogas sammelt sich in den Gärbehältern unter der Betondecke in einem Gasdom und gelangt durch geringen Überdruck in den separaten Gasspeicher mit einem Volumen von 500 m<sup>3</sup>. Zusätzlich sind zwei Doppelmembranspeicher mit einem Gasspeichervolumen von rd. 900 m<sup>3</sup> über dem Nachgärbehälter sowie 2.300 m<sup>3</sup> über dem Gärrückstandsspeicher 1 angeordnet.

Das Biogas kühlt sich mit der Speicherung und in den erdverlegten Rohrleitungen ab, wodurch Feuchtigkeit in Form von Kondensat ausfällt. Das Kondensat wird aus den Gasleitungen über Kondensatleitungen zu den Abscheidern geleitet, wo es abgeschieden, gesammelt und dann über Tauchmotorpumpen in die Vorgrube gefördert wird.

Im Herbst werden die Gärrückstandsspeicher geleert um ausreichend Lagerkapazitäten zur Überbrückung der Sperrzeiten für die Ausbringung von Gärresten auf landwirtschaftlichen Flächen zu schaffen. Unmittelbar nach der Leerung beträgt die maximal auf der Anlage vorhandene Lagermenge für hochentzündliche Stoffe (Biogas) rd. 10.855 kg. Anlagen mit einer maximalen Lagermenge für hochentzündliche Stoffe zwischen 10.000 kg und 50.000 kg unterliegen den Grundpflichten der Störfallverordnung (§§3 bis 8 der 12. BImSchV). Die Biogasanlage unterliegt somit aktuell auch diesen Grundpflichten. Die Hieraus resultierenden Auflagen und Forderungen werden vom Betreiber der Anlage berücksichtigt und umgesetzt.

### **3.7 Entschwefelung**

Die Entschwefelung des erzeugten Biogases erfolgt dreistufig.

#### Stufe 1

Die erste Entschwefelungsstufe erfolgt durch die Zugabe von Eisenhydroxid in den Gärprozess

#### Stufe 2

Die zweite Entschwefelungsstufe erfolgt durch Einleiten von Luftsauerstoff in die Gasräume der Gär- sowie des Nachgärbehälters mittels eines kleinen Kompressors.

#### Stufe 3

Die dritte Stufe der Gasreinigung erfolgt durch zwei in reihe geschaltete Filterkolonnen mit Aktivkohlefüllung. Das Aktivkohlevolumen je Filterkolonne beträgt rd. 750 l. Der erste Filter dient als Arbeitsfilter zur Absorption des im Gas enthaltenen Schwefelwasserstoffs. Der zweite Filter dient als Sicherheits- bzw. Polizeifilter.

### **3.8 Gasverstromung und Netzeinspeisung**

Gasverdichter führen das Biogas aus den Gasspeichern kontinuierlich den BHKW-Modulen zu und sorgen für den erforderlichen Vordruck an der Gasregelstrecke. In der Gasregelstrecke wird der Gasüberdruck durch einen Regler auf Atmosphärendruck heruntergeregelt, so dass im Gasmischer Verbrennungsluft und Biogas mit gleichem Druck zu einem homogenen Gemisch aufbereitet werden.

Die Leistungsabgabe erfolgt über elastische Kupplungen an die Drehstrom-Synchron-Generatoren. Über die Leistungsteile der Schaltanlagen und die Niederspannungshauptverteilungen wird die erzeugte elektrische Leistung den Transformatoren zugeführt, welche die Spannung von 400 V auf 20 kV umwandeln und in das EVU-Netz einspeisen.

### **3.9 Wärmenutzung**

Die bei der Verstromung des Biogases entstehende Wärme wird über Wärmetauscher im Kühlwasserkreislauf und Abgasrohr ausgekoppelt. Diese dient zum einen zur Wärmeversorgung der Gärbehälter und des Nachgärbehälters zur Einstellung einer für den Vergärungsprozess optimalen Behältertemperatur, sowie zur Heißluftversorgung einer vor dem Betriebsgebäude aufgestellten Trocknungsanlage (Trocknung u.a. von Holzhackschnitzeln und Getreide). Weiterhin erfolgt eine Wärmeabgabe an die *Nahwärme Schneeren eG*.

Mit der Leistungssteigerung der Anlage soll die zusätzlich produzierte Wärme ebenfalls an die *Nahwärme Schneeren eG* abgegeben werden.

### **3.10 Maschinen- und Betriebsgebäude**

Die BHKW-Anlagen, die Pumpen und die Schaltanlagen sind in dem vorhandenen Betriebsgebäude aufgestellt, bzw. werden in einem separat aufgestellten Container untergebracht.

Das Gebäude ist als geschlossener, schallschutzgedämmter Raum ausgeführt. Dies beinhaltet, dass die Lüftungseinrichtungen und die Abgasrohre mit Schalldämpfern ausgestattet sind.

### **3.11 Energieabnahme**

In Abhängigkeit von den Auslegungswerten des Netzes, kann die Anlage angeschlossen werden. Zur Klärung der Anschlusssituation, hat sich der Betreiber mit dem örtlichen Netzbetreiber in Verbindung gesetzt. Nach Auskunft der Stadtwerke (Stadtwerke Neustadt, Schreiben vom 03.07.2007) ist der derzeitige Netzanschluss für die Aufnahme einer Leistung von bis zu 1,0 MW<sub>el</sub> geeignet.

### **3.12 Betriebszeit**

Die Betriebszeit der Anlage beträgt 24 Stunden täglich (Laufzeit der BHKW abzüglich Stillstandszeiten für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten rd. 8.200 h/a). Es handelt es sich um einen automatisierten Betrieb, der ohne permanent anwesendes Betriebspersonal auskommt. Der Geschäftsbetrieb (Belieferung und Beschickung der Anlage sowie Ausbringung des Gärrestes) findet zwischen 6.00 Uhr und 19.00 Uhr statt. Während der Erntezeit wird die Betriebszeit ausgedehnt. Es werden die Wochenenden durchgearbeitet und der tägliche Geschäftsbetrieb findet zwischen 6.00 Uhr und 21.30 Uhr statt. Die Erntezeit dauert in der Regel zwischen 10 – 12 Tage.

Aufgestellt:	Dr. Born - Dr. Ermel GmbH, Achim, den 18.06.2009	MSC
Geprüft:	Achim, den 18.06.2009	LSCH
Ergänzt:	Achim, den 21.02.2018	MSC