

Gutachterliche Stellungnahme

Biogasanlage Bioenergiepark Hof/Saale

im Auftrag der:

enbion Energieernte GmbH
Munstermannskamp 1
21335 Lüneburg

erstellt durch:

BTN Biotechnologie Nordhausen GmbH
Kommunikationsweg 11
D-99734 Nordhausen
Tel. 03631 656 961
Fax: 03631 656 997
www.BTN-Biotechnologie.de
Mail: BTN-GmbH@t-online.de



.....
Prof. Dr. Gerd-Rainer Vollmer

Nordhausen, 20.08.2008

BTN
Biotechnologie Nordhausen GmbH
Kommunikationsweg 11
99734 Nordhausen
Tel. 03631 / 65 69 61
Fax 03631 / 65 69 97

Inhaltsverzeichnis

1	Betrachtung und technologische Bewertung der Hauptkomponenten der Biogasanlage	3
1.1	Einsatzstoffe	3
1.2	Substratbereitstellung	3
1.3	Biogaserzeugung	3
1.4	Biogasverwertung	5
1.5	Darstellung der technischen Hauptausrüstung und Benennen der Hersteller	5
1.6	Referenzanlagen des Anlagenbauers	9
1.7	Bewertung der eingesetzten Komponenten	10
2	Bewertung der energetischen Effizienz	11
2.1	Technische Bewertung	11
2.2	Biogasproduktion / Gaserträge	11
2.3	Anlagenverfügbarkeit	13
2.4	Zusammenfassung	14
3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	14
3.1	Veranlassung	14
3.2	Erträge aus EEG-Vergütung (Strom- und Wärme)	15
3.3	Erträge aus Wärmenutzungskonzept	17
3.4	Abschätzung der Eigenenergieverbräuche und der anlagenspezifischen Betriebskosten	17
4	Zusammenfassung und Empfehlung	19

1 Betrachtung und technologische Bewertung der Hauptkomponenten der Biogasanlage

1.1 Einsatzstoffe

Die jährliche Behandlungskapazität ist 17.800 t.

Die Biogasanlage wird kontinuierlich über das ganze Jahr betrieben.

Folgende Einsatzstoffe werden verarbeitet:

Rindergülle	4.800 t/a
Maissilage	5.100 t/a
Roggen-GPS	2.100 t/a
Stallmist	800 t/a
Grassilage	5.000 t/a

1.2 Substratbereitstellung

Für die Gülleannahme und Zwischenspeicherung wird ein Betonbehälter mit 176 m³ Volumen errichtet, die Durchmischung erfolgt mittels Tauchmotorrührwerk.

Die Pumpe zur Förderung in den Fermenter ist als Vertikal-Gülepumpe ausgeführt.

Die festen Einsatzstoffe werden über eine Spezialeinbringtechnik dem Fermenter zugeführt. Hauptkomponenten sind der Schubbodencontainer und eine NawaRo-Mix-Pumpe.

Der Schubbodencontainer hat ein Bruttovolumen von 80 m³ und dient der Annahme der Feststoffe.

Nach Wägung erfolgt über Förderschnecken und den Rachttrichter die Einbringung in die Pumpe. In der Pumpe werden die festen Substrate wahlweise mit Flüssigkeit aus dem Fermenter, dem Nachgärer oder dem Gärreststofflager intensiv vermischt und der TS-angereicherte Input in den Fermenter gefördert.

1.3 Biogaserzeugung

Fermentation

Im Fermenter lassen sich damit sowohl die Temperatur als auch die organische Belastung - und damit die Gasbildung - auf einem gleichmäßig hohen Niveau halten. Durchschnittlich werden 48,8 t/d Substrat in den Fermenter eingespeist.

Die Fermentation findet im mesophilen Temperaturbereich bei ca. 35 °C statt. Der Fermenter fasst 3.018 m³ (Nettovolumen).

Zur Aufheizung des Frischsubstrates und zum Ausgleich von Abstrahlungs- und Konvektionsverlusten wird der Fermenterinhalt durch einen externen Wärmeübertrager umgewälzt, der vom Heizwasser aus der BHKW-Anlage durchströmt wird.

Das zugeführte Substrat wird in den Umwälzkreis eingespeist und dabei durch den Wärmeübertrager gefördert. Dadurch ergibt sich nicht nur eine gute Erwärmung des Frischsubstrates, sondern auch eine schnelle, intensive Durchmischung mit aktiver Biomasse.

Zur weiteren Zerkleinerung des Fermenterinhalt ist ein Rota-Cut (Nasszerkleinerer) installiert.

Der Fermenter wird mit einem Rührwerk zentral von oben ständig durchmischt, so dass eine Bildung von Schwimmdecken und Sinkschichten ausgeschlossen ist.

Die Aufenthaltszeit im Fermenter beträgt im Mittel 62 Tage.

Durch den anaeroben biologischen Prozess werden organische Inhaltsstoffe der Gülle bzw. der Substrate unter Bildung von Biogas abgebaut. Das erzeugte Biogas strömt mit dem ablaufenden Substrat aus dem Fermenter über einen freien Überlauf in den Nachgärbehälter über.

Biogasentschwefelung

Bei Zugabe von Luft (max. 5 % der gebildeten Biogasmenge) wird der Schwefelwasserstoff im Biogas im Kontakt mit Biomasse zu elementarem Schwefel oxidiert, der schließlich mit dem vergorenen Substrat aus dem Nachgärer ausgetragen wird. Er bleibt auf diese Weise in der Gülle und damit den Pflanzen als Mikronährstoff erhalten.

Durch eine Membranluftpumpe wird die Entschwefelungsluft kontinuierlich gefördert und mit dem Biogas in Kontakt gebracht. Die Menge wird entsprechend der Gasbildung und dem Schwefelwasserstoffgehalt des Reingases eingestellt und durch einen Durchflussmesser kontrolliert.

Nachgärung und Gasspeicherung

Das Bruttovolumen des Nachgärbehälters beträgt 3.320 m³. Der Behälter ist isoliert aber nicht beheizt. Damit wird das Substrat nicht mehr auf der mesophilen Temperatur gehalten, jedoch reicht die sich einstellende Temperatur aus, um eine Nachgärung zu bewirken. Das Substrat wird durch Rührwerke homogen gehalten und das Aufsteigen der Gasblasen gefördert.

Das Biogas wird in dem über dem Substrat befindlichen Gasspeicher, der ein Volumen von 1.000 m³ aufnehmen kann, gespeichert. Dieser Speicher ist durch ein Tragluftdach abgedeckt. Der Gasspeicher ist mit einer Füllstandserfassung ausgerüstet, die der Leistungsregelung des BHKW-Moduls dient.

In der Leitung zwischen Gasspeicher und BHKW befindet sich der Kondensatschacht.

Der Ablauf des Nachgärers wird dem abgedeckten Gärreststofflager zugeführt.

1.4 Biogasverwertung

Das Biogas wird über einen Kondensatabscheider zum Blockheizkraftwerk geleitet.

Der Kühlwasserkreislauf des Gasmotors liefert Wärme zum betriebseigenen Verbrauch in der Biogasanlage. Überschüssige Wärmeenergie steht externen Verbrauchern zur Verfügung.

Der erzeugte Strom wird in das öffentliche Netz einspeist und an das Energieversorgungsunternehmen verkauft.

1.5 Darstellung der technischen Hauptausrüstung und Benennen der Hersteller

Schubboden-Annahme-Container

Hersteller: Huning

In Kombination mit weiteren Spiralförderschnecken wird ein dosierter Transport fester Einsatzstoffe vollautomatisch realisiert. Stabile Leiterkonstruktion sowie Hydraulikverrohrung vom Aggregat zu den Gleitrahmenantriebszylindern führen zu einer hohen Betriebssicherheit.

Die Gewährleistung für Grünschnitt wird vom Hersteller gegeben.

Eine Wiegeeinrichtung garantiert bei Funktionsfähigkeit die Kontrolle der Substratzufuhr.

- Erprobte Technik mit gehobenem Industriestandard

NawaRo-Mix-Pumpe

Hersteller: Wangen

Ausgeführt als Rachen-Exzentrerschneckenpumpe. Entwickelt für entwässerte Klärschlämme, deshalb auch bei hohem Trockensubstanzgehalt keine Förderprobleme. Stator mit trichterförmigem Eintritt zur optimalen Befüllung der Förderkammer verringert Energiebedarf.

- Erprobte Technik mit Industriestandard

Tauchmotorrührwerke

Hersteller: Eisele

Gleitringdichtung motor- und medienseitig stellt sicher, dass kein Gärsubstrat in das Rührwerk eindringen kann, elektronische Dichtungskontrolle über Dichtungssonde.

- Erprobte Technik mit Industriestandard

Vertikal-Güllepumpe

Hersteller: Eisele

Einströmdüse mit 12 Zwangskanälen garantiert weitere Zerkleinerung des Materials wie Einstreubeimengungen. Im Ölbad laufende hochverschleißfeste Gleitringdichtung garantiert Trockenlaufsicherheit.

- Erprobte Technik mit Industriestandard

Nass-Zerkleinerer

Hersteller: Vogelsang

Fremdkörperabscheidung durch Unratfang sowie Zerkleinerung von Grob- und Faserstoffen. Verhindert Verstopfungen und gewährleistet so den reibungslosen Betrieb der Pumpentechnik.

- Erprobte Technik mit gehobenem Industriestandard

Fermenter

Hersteller: Schachtbau

Der Fermenter ist als Stahl-Flachbodentank mit geschlossenem Stahlboden ausgeführt.

Die Fermentergeometrie wird durch den Durchmesser von 16 m und die zylindrische Höhe von 16 m bestimmt, das Verhältnis ist damit 1:1.

Damit wird eine ideale Durchmischung mit Schlaufenströmung ermöglicht, die das Bilden von Schwimmschichten und Sedimenten wirksam mittels der eingesetzten Rührtechnik unterbindet. Weiterhin werden wesentliche Einsparungen im Energieeintrag (Prozessenergie) erzielt.

Die Vorteilhaftigkeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- effektive Behälterumwälzung mit nur einem vertikalen Zentralrührwerk mit geringem Energiebedarf
- weitgehende Schwimmdeckenvermeidung durch Schlaufenströmung im Reaktor

- hohe Korrosionsbeständigkeit des Behälters in Verbindung mit einer Innenbeschichtung des Gasraumes (z. B. Stahl-Fermenter der Van Asten Tierzucht mit jeweils 8.000 m³ Reaktorvolumen mit einer Standzeit von bereits mehr als 20 Jahren)
- geringer Platzbedarf infolge Durchmesser / Höhe – Verhältnis von mindestens 1 : 1

Lufteinpressungsanlage

Vollautomatische Lufteinpressung in die Ablaufleitung von Fermenter und Nachgärer zur Vermeidung von Verstopfungen.

- Erprobte Technik des Anlagenbauers

Zentralrührwerk

Hersteller: STAMO

Scherkraftarme Durchmischung des Fermenterinhalt und Beibehaltung der Homogenität auch bei rheologisch anspruchsvollen Medien.

Frequenzumrichter zur Anpassung des Leistungseintrages an die Rührwerksaufgabe.

- Erprobte Technik mit gehobenem Industriestandard

Umwälzpumpe

Hersteller: Wangen

Umwälzung des Fermenterinhalt und Förderung durch den Wärmetauscher durch pulsationsarme, gleichmäßige Förderung. Große Kugeleintrittsöffnung für Medien mit hohem Feststoffgehalt.

- Erprobte Technik mit Industriestandard

Doppelrohr-Wärmeübertrager

Hersteller: Schachtbau

Doppelrohrbauform mit Innenrohr garantiert Sicherheit gegen Verstopfungen. Hohe Wärmeübergangszahl durch turbulente Strömungsführung und damit Verhindern von Fouling (Ansiedlung von Mikroorganismen an der Innenrohrwand) und Scaling (salzartige Ablagerungen).

- Erprobte Technik im gehobenen Qualitätssegment

Nachgärer

Hersteller: Sundermann

Stahlbetonbehälter ausgeführt als offener Rundbehälter, Behälterkrone vorbereitet für Tragluftdach.

Schaugläser mit Wisch-Spüleinrichtung zur Sichtkontrolle und Prüfung des Mikroorganismenbesatzes für die Entschwefelung.

- Fachkundige Baufirma mit entsprechender Referenzlage

Entschwefelungsanlage

Hersteller: Kaeser

Luftdosierung in den Nachgärer und optional in den Fermenter zur Versorgung der Schwefelwasserstoff oxidierenden Mikroorganismen, bestehend aus Luftmembranpumpe, Luftmengenmessung, Sicherheitsüberwachung und Magnetventile und Luftleitung als Ringleitung.

- Erprobte Technik mit Industriestandard

Doppelmembran-Gasspeicher

Hersteller: TECON

Doppelmembran-Gaspeicher bestehend aus Wetterschutzfolie (Gewebe) und hochelastischer Gasspeicherfolie, am Stahlbetonbehälter befestigt durch Verankerungsstahlring.

- Erprobte Technik mit Industriestandard

Pressschnecken-Separator

Hersteller: FAN

Trennung des Fermenterablaufes in faserigen Feststoff und Flüssigkeit über Spaltensieb. Verbesserung des Abscheidegrades durch Filterschicht aus den Fasern, so dass feinere Partikel aus der Flüssigkeit gefiltert werden. Gegenüber alternativen Trennaggregaten stark reduzierte Antriebsleistung (5,5 kW).

- Erprobte Technik mit gehobenem Industriestandard

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Hersteller: Deutz

Elektronische Überwachung aller Funktionen des Gasmotors garantiert hohe Laufzeiten und regelt und optimiert die Biogasverbrennung in den Zylindern, damit elektrischer Wirkungsgrad sicher über 40 %.

- Erprobte Technik mit Industriestandard

Elektro- und Steuerungstechnik

Hersteller: BN-Automation

Die Elektrotechnik ist standardgemäß entsprechend VDE 0116 ausgeführt.

Die Steuerungstechnik mit Visualisierung wird zur Anlagenbedienung und Überwachung der Prozessabläufe eingesetzt.

- Messwerterfassung über installierte Technik
 - Steuerung und Regelung der Anlagentechnik
 - Datenarchivierung
 - Fernwartung (Heimwartzugriff)
- Renommierter Schaltanlagenbauer unter Einsatz von hochwertiger EMSR-Technik

1.6 Referenzanlagen des Anlagenbauers

Die nachfolgenden Anlagen sind dem Gutachter als diejenigen Referenzanlagen der SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH bekannt, auf denen eine der geplanten Ausführung der Biogasanlage Hof identische oder ähnliche Technik zum Einsatz kommt.

Lfd.Nr.	Biogasanlage	Anschlusswert	Inbetriebnahme
1)	Schkölen	1 MW	12/06 + 05/07
2)	Niederdorla	500 kW	12/06
3)	Ammern	500 kW	07/07
4)	Kleinfurra	330 kW	12/04
5)	Holzthaleben	330 kW	06/07
6)	Horn-Bad Meinberg	1,5 MW	05/07
7)	Iggenhausen	500 kW	12/07

Die Fermenter-Ausführung in Normalstahl kam erstmals bei der Errichtung der Biogasanlage der Tierzucht Nordhausen 1986 zum Einsatz.

Bei einer in den Jahren 2000/2001 durchgeführten Rekonstruktion war festzustellen, dass trotz damaligen Verzichts auf eine Beschichtung keinen nennenswerten Korrosionserscheinungen im Behälter festzustellen waren. Die Biogasanlage ist bis heute in Betrieb, so dass der Behältertyp eine Standzeit von mehr als 20 Jahren aufweisen kann.

Der Stahlfermenter und der Technikcontainer als kompaktes steuerungs- und maschinentechnisches Herzstück der Anlage kommen mittlerweile auch auf kommunalen Kläranlagen zum Einsatz

1.7 Bewertung der eingesetzten Komponenten

Komponente	Hersteller	Bewertung	Einsatz auf Referenzanlage
Schubboden-Annahme-Container	Huning	+	2), 3), 7)
NawaRo-Mix-Pumpe	Wangen	0	1), 2), 3), 7)
Tauchmotorrührwerke	Eisele	0	1), 2), 3), 7)
Vertikal-Güllepumpe	Eisele	0	1), 2), 3), 7)
Nass-Zerkleinerer	Vogelsang	+	1), 2), 3), 7)
Fermenter	Schachtbau	++	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7)
Lufteinpressungsanlage	Schachtbau	0	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7)
Zentralrührwerk	STAMO	+	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7)
Umwälzpumpe	Wangen	0	1), 2), 3), 7)
Doppelrohr-Wärmeübertrager	Schachtbau	+	1), 3), 7)
Nachgärer	Sundermann	0	1), 2), 3), 7)
Entschwefelungsanlage	Kaeser	0	1), 2), 3), 7)
Doppelmembran-Gasspeicher	TECON	0	2), 3)
Pressschnecken-Separator	FAN	+	-
Blockheizkraftwerk (BHKW)	Deutz	0	7)
Elektro- und Steuerungstechnik	BN-Automation	+	2), 3)

(Bewertung: ++ / + / = / - / -- ; 0 = Standard)

Grundsätzlich kann der Gutachter die für den Standort Hof/Saale gewählte Anlagentechnik nach Auswertung vergleichbarer Referenzanlagen dahingehend bewerten, dass die Betriebssicherheit hoch und damit das technische Risiko der Verfahrenslösungen gering ist.

2 Bewertung der energetischen Effizienz

2.1 Technische Bewertung

Mit der gegenwärtigen Preisdynamik für Energiepflanzen wird die energetische Effizienz von Biogasanlagen mehr denn je zum exponierten Wirtschaftlichkeitsfaktor. Diese wird durch zwei wesentliche Faktoren beeinflusst:

- weitestgehende Nutzung der Energiepotentiale der Einsatzstoffe (Biogasproduktion / Gaserträge)
- höchstmögliche Anlagenverfügbarkeit

2.2 Biogasproduktion / Gaserträge

Aus den eingesetzten Substraten lassen sich gemäß üblichen Literaturangaben nachfolgend aufgeführte Biogaserträge erzielen, die im Weiteren als mid-case-Szenario betrachtet bzw. bezeichnet werden:

Substrateinsatz (gemäß Punkt 1.1)			Biogas aus Frischmasse	Biogas
Substratart	t / a	t / d	m3 / t	m3 / d
Rindergülle	4.800	13,1	25	328
Maissilage	5.100	14	200	2.800
Roggen-GPS	2.100	5,7	195	1.112
Stallmist	800	2,2	60	132
Grassilage	5.000	13,7	190	2.603
Summe	17.800			6.975

Bei einem Methangasanteil im Biogas von 53 % lassen sich daraus 639 kW elektrische Leistung erzielen.

Nach erfahrungsbedingter Einschätzung des Gutachters sind in der Praxis unterschiedlicher Anlagenkonzepte unterschiedlicher Hersteller z.T. niedrigere aber vor allem vermehrt höhere Erträge festzustellen.

Wiederum unter Berücksichtigung der in der nachfolgenden Tabelle nicht mehr explizit aufgeführten Einsatzmengen gemäß Punkt 1.1 ergeben sich als worst-case- und das best-case-Szenario die folgenden Gaserträge:

Substrat- einsatz (gemäß Punkt 1.1.)	Biogas aus Frischmasse	Biogas aus Frischmasse	Biogas	Biogas
	worst	best	worst	best
	m3 / t	m3 / t	m3 / d	m3 / d
Rindergülle	23	29	301	380
Maissilage	190	240	2.660	3.360
Roggen-GPS	185	250	1.055	1.425
Stallmist	50	70	110	154
Grassilage	150	215	2.055	2.946
Summe			6.181	8.265

Bei gleichem Methananteil Bei gleichem Methananteil bedeutet dies für das worst-case-Szenario 566 kW und für das best-case-Szenario 757 kW elektrische Leistung.

Bei der vorgegebenen Laufzeit des BHKW s' von 8.000 Stunden pro Jahr würde dies für das best-case-Szenario eine Reduzierung des Substrateinsatzes bedeuten.

In welchem Szenario der Gasproduktion sich eine Biogasanlage bewegt, hängt neben einer optimierten Betriebsführung ganz entscheidend vom gewählten Anlagenkonzept ab.

Im Anlagenkonzept der Fa. Schachtbau Nordhausen für den Standort Hof/Saale sind Maßnahmen zur Erhöhung der Biogasausbeute, d.h. Erhöhung der Biogasproduktion aus dem Substratangebot an organischer Substanz unter Berücksichtigung des Einsatzes von Gras und Grünschnitt involviert.

- weitergehende Zerkleinerung der festen Einsatzstoffe

Die Biogasausbeute kann durch Zerkleinerung der Einsatzstoffe wesentlich erhöht werden.

Dazu ist ein Nasszerkleinerer (Rota-Cut) installiert. Das Prinzip es Rota-Cut beruht darauf, dass die Faserstoffe vom Flüssigkeitsstrom zu einem Schneidsieb geführt und durch rotierende, selbstscherende Messer zerkleinert werden.

- Verhinderung der Schwimmdeckenbildung
- Vollständige Durchmischung

Durch Wahl einer Fermentergeometrie Höhe : Durchmesser gleich 1 : 1 kann mit der eingesetzten Rührtechnik eine scherkraftarme Schlaufenströmung realisiert werden. Durch diese Schlaufenströmung wird die Entstehung von Sink- und Schwimmschichten wirkungsvoll unterbunden.

Die geringen Scherkräfte werden bei dieser Fermentergeometrie auch durch den Mischeffekt der aufsteigenden Gasblasen unterstützt, so dass im Fermenter eine optimale Durchmischung und Homogenität zu verzeichnen ist. Wenn die Feststoffe in einer Schwimmdecke fixiert sind, sinkt ansonsten mangels Bioverfügbarkeit der organischen Substanz die spezifische Biogasausbeute.

Die Biogaserträge der von der SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH errichteten großtechnischen Anlagen übertreffen unter Einsatz der zuvor beschriebenen Anlagenkonzeption (Einsatzstoffzerkleinerung, Schwimmdeckenverhinderung) das mid-case-Szenario. Die Biogaserträge stehen dabei in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebsführungsregimes.

Auf der Biogasanlage Schkölen (1 MW), in die der Gutachter seit Inbetriebnahme durchgängig Einblick in die Betriebstagebücher hat, sind unter Einsatz von Grassilage Werte nahe dem best-case-Szenario festzustellen.

2.3 Anlagenverfügbarkeit

Eine höchstmögliche Anlagenverfügbarkeit wird durch folgende Maßnahmen gesichert:

➤ **Fermentertechnik**

Die Fermentertechnik ist extern installiert, d.h. sowohl Störungen am Antrieb des Rührwerkes als auch Inspektionen am Wärmetauscher können bei laufendem Anlagenbetrieb durchgeführt werden. Die Installation der Maschinenteknik im Container kann ggf. zu einem kurzfristigen Austausch der entsprechenden Aggregate führen.

Die Funktion des Überlaufes sowohl vom Fermenter als auch Nachgärer ist durch eine Luftdruckanlage sichergestellt.

Kritischer Bereich bei diesem Fermenterkonzept ist der Ausfall des Zentralrührwerkes, das das einzige Rührwerk für den Hauptfermenter ist.

Um zu lange Stillstandszeiten zu vermeiden wurden die Hauptfermenter in der letzten Entwicklungsstufe, die auch in Hof zum Einsatz kommen soll, mit einem komplett außenliegenden "herausziehbaren" Rührwerk ausgestattet.

Die Fa. SCHACHTBAU NORDHAUSEN gibt an, den Austausch bzw. die grundsätzliche Instandsetzung des Zentralrührwerkes innerhalb von 3 Tagen durchführen zu können und unterhält dafür auch ein eigenes Ersatzteillager mit Austauschteilen. In einem Zeitraum von 3 Tagen ist von keinem nennenswerten Abfall der Prozessbiologie auszugehen.

Da der Gasspeicher auf dem Nachgärbehälter angeordnet ist, kann der Fermenter kurzzeitig außer Betrieb genommen werden (z.B. Demontage Rührwerkskomponenten), ohne dass dafür der Speicher entleert werden muss bzw. erhebliche Gasverluste entstehen.

Eine Überprüfung der bestehenden Referenzstandorte hat dazu ergeben, dass am Zentralrührwerk trotz bereits schon längerer Laufzeiten bislang keine Havarie stattgefunden hat, die einen Komplettaustausch des Zentralrührwerkes notwendig gemacht hat.

➤ Entschwefelung

Die Verfügbarkeit der BHKW-Technik wird wesentlich durch die Ölwechselzyklen determiniert. Durch die installierte Entschwefelung werden sehr niedrige Schwefelwasserstoffkonzentrationen im Biogas erzielt, die Ölwechselzyklen weit über 500 Betriebsstunden ermöglichen.

➤ Fernwartung

Bei Ausfall des BHKW 's und anderer relevanter Aggregate erfolgt die Alarmierung an den Diensthhabenden. Über Fernwartung werden Ausfallzeiten drastisch verkürzt.

Auf den von der SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH ausgerüsteten Referenzanlagen (vgl. Punkt 1.6) werden Anlagenverfügbarkeiten entsprechend 8.000 Betriebsstunden/Jahr erreicht bzw. z.T. deutlich überschritten.

2.4 Zusammenfassung

Aus der Bewertung der dem Gutachter vorliegenden Referenzen der SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH erscheint bei der vorgesehenen Anlagenkonfiguration und den beabsichtigten Einsatzstoffen eine Anlagenverfügbarkeit von über 8.000 Volllaststunden pro Jahr bezogen auf die installierte elektrische Leistung von 716 kW als realistisch.

Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabschlages von 3 % daher von einer einzuspeisenden Energie von 5.556.160 kWh pro Jahr ausgegangen.

3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

3.1 Veranlassung

Im Zusammenhang mit dem Betreiben der Biogasanlage ist eine Stabilitätsanalyse der Wirtschaftlichkeit zwingend erforderlich, da die gesetzlichen Rahmenbedingungen gegenwärtig einer Veränderung unterzogen werden und so ein positives Ergebnis erwartet werden kann.

Daher wird nachfolgend die Ergebnisentwicklung der Biogasanlage in Abhängigkeit von den Erlösen und den zu erwartenden anlagenspezifischen Betriebskosten dargestellt.

3.2 Erträge aus EEG-Vergütung (Strom- und Wärme)

Mit der Verabschiedung des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbare Energien (EEG) am 06.06.2008 und der Zustimmung des Bundesrates vom 04.07.2008 (eine redaktionelle Anpassung erfolgt lediglich in § 17) ist die Vergütungshöhe für Strom aus Biogas ab dem 01.01.2009 neu geregelt.

Für die Berechnung der Leistung der Biogasanlage gilt der Quotient aus der Summe des im jeweiligen Kalenderjahr eingespeisten Stroms und der Summe der vollen Zeitstunden des jeweiligen Kalenderjahres (vgl. § 18 Abs. 2 EEG 2009).

Bei einer Inbetriebnahme in 2008 gilt diese Anlage aus Sicht des neuen EEG, das wie bereits ausgeführt ab 01.01.09 in Kraft treten soll, als Altanlage. Dennoch gelten auch für Altanlagen folgende Vergütungsregelungen des neuen EEG (siehe §66 Übergangsbestimmungen):

- erhöhte Grundvergütung bis 150 kW
- erhöhte Grundvergütung für Einhaltung TA-Luft (Formaldehyd < 60 mg/m³)
- NawaRo-Bonus 7 Cent
- Gülle-Bonus 4 Cent bis 150 kW, 1 Cent bis 500 kW

Nicht generell für Altanlagen gilt der auf 3 Cent erhöhte KWK-Bonus, es sei denn es liegt eine Wärmenutzung gem. Positivliste der Anlage 3.III vor. Dies ist hier gegeben, bzw. alternativ soll der KWK-Betrieb frühestens erst am 01.01.2009 aufgenommen werden, so dass 3 Cent KWK Bonus angesetzt werden können.

Gemäß den zwischenzeitlich vorliegenden Spezifikationen / Angeboten zum BHKW der Fa. SEVA Energie AG (bzw. alternativ 2-G Energietechnik AG) erfüllt das eingesetzte BHKW durch die Nachrüstung mit einem Oxy-Kat und Aktivkohlefiltersystem die Grenzwerte zur TA-Luft, d.h. eine Reduktion auf < 60 mg/m³ wird durch die Anbieter garantiert (siehe Anlage). Für die Befüllung mit Aktivkohle ist nach Herstellerangaben mit jährlichen Kosten von ca. 2000 EUR bei 3 Befüllungsvorgängen zu rechnen.

Bei Einsatz des Substratmixes gemäß Punkt 1.1 – Einsatzstoffe beträgt der Anteil an Gülle und Festmist mehr als 30 Masseprozent des gesamten Inputs, womit die Voraussetzungen für eine Gewährung des Güllebonus gemäß EEG erfüllt sind, sofern dies durch einen entsprechenden Umweltgutachter bestätigt ist.

Basierend auf diesem Inbetriebnahmeszenario und den zuvor angenommenen Gasertragsraten ergibt sich die in der folgenden Tabelle dargestellte Erlösberechnung, als deren Resultat die Biogasanlage damit jährliche EEG-Erlöse von EUR erzielt.

Berechnung der Jahresvergütung nach EEG 2009 (ohne Degression):						
Eingespeiste Energie	kWh/a	5.556.160				
Theoretische Betriebsstunden	h/a	8.760				
Jahresdurchschnittliche Leistung	kW _{el}	634				
Abgegebene Wärme	kWh/a	5.100.000				
Strom-/Wärmefaktor	-	0,99				
Strom-Wärme-Äquivalent	kWh/a	5.049.000				
Grundvergütung						
bis 150 kW _{el}	150	23,6%	11,67 c/kWh	x	1.314.000	= 153.343,80 €
150 kW _{el} bis 500 kW _{el}	350	55,2%	9,18 c/kWh	x	3.066.000	= 281.458,80 €
500 kW _{el} bis 5 MW _{el}	134	21,2%	8,25 c/kWh	x	1.176.160	= 97.033,20 €
5 MW _{el} bis 20 MW _{el}	-	0,0%	7,79 c/kWh	x	-	= - €
Summe / Durchschnitt:	634	100,0%	9,572 c/kWh	x	5.556.160	= 531.835,80 €
BONI: NaWaRo-Bonus						
				<input checked="" type="checkbox"/>	(ankreuzen)	
bis 150 kW _{el}	150	23,6%	7,00 c/kWh	x	1.314.000	= 91.980,00 €
150 kW _{el} bis 500 kW _{el}	350	55,2%	7,00 c/kWh	x	3.066.000	= 214.620,00 €
500 kW _{el} bis 5 MW _{el}	134	21,2%	4,00 c/kWh	x	1.176.160	= 47.046,40 €
Summe / Durchschnitt:	634	100,0%	6,365 c/kWh	x	5.556.160	= 353.646,40 €
BONI: Gülleinsatz						
				<input checked="" type="checkbox"/>	(ankreuzen)	
bis 150 kW _{el}	150	23,6%	4,00 c/kWh	x	1.314.000	= 52.560,00 €
150 kW _{el} bis 500 kW _{el}	350	55,2%	1,00 c/kWh	x	3.066.000	= 30.660,00 €
Summe / Durchschnitt:	500	78,8%	1,498 c/kWh	x	5.556.160	= 83.220,00 €
BONI: Landschaftspflegematerial						
				<input type="checkbox"/>	(ankreuzen)	
bis 150 kW _{el}	150	23,6%	2,00 c/kWh	x	-	= - €
150 kW _{el} bis 500 kW _{el}	350	55,2%	2,00 c/kWh	x	-	= - €
Summe / Durchschnitt:	500	78,8%	1,577 c/kWh	x	-	= - €
BONI: Luftreinhaltung						
				<input checked="" type="checkbox"/>	(ankreuzen)	
bis 150 kW _{el}	150	23,6%	1,00 c/kWh	x	1.314.000	= 13.140,00 €
150 kW _{el} bis 500 kW _{el}	350	55,2%	1,00 c/kWh	x	3.066.000	= 30.660,00 €
Summe / Durchschnitt:	500	78,8%	0,788 c/kWh	x	5.556.160	= 43.800,00 €
BONI: Innovative Anlagentechnik						
				<input type="checkbox"/>	(ankreuzen)	
bis 150 kW _{el}	150	23,6%	2,00 c/kWh	x	-	= - €
150 kW _{el} bis 500 kW _{el}	350	55,2%	2,00 c/kWh	x	-	= - €
Summe / Durchschnitt:	500	78,8%	1,577 c/kWh	x	-	= - €
BONI: KWK-Bonus						
(Wärmemenge x Stromfaktor)/kW _{el}		90,9%	3,00 c/kWh			
Summe / Durchschnitt:			2,726 c/kWh	x	5.049.000	= 137.643,99 €
SUMME			20,700 c/kWh			1.150.146,19 €

3.3 Erträge aus Wärmenutzungskonzept

Der Standort verfügt in ca. 500 m Entfernung über einen Industriebetrieb als Wärmeabnehmer. Gemäß Wärmeabnahmevertrag und Angaben der Betreiber beträgt der aktuelle Wärmebedarf des Wärmeabnehmers bis zu 10.000 MW/h pro Jahr.

Die vertragliche Mindestabnahmemenge beträgt 5.000 MWh jährlich, bei einem Preis von 3 Cent in den ersten 10 und 3,2 Cent in den zweiten 10 Jahren des Vertrages.

Bei dem o.g. Ertragsszenario erzeugt die Biogasanlage bei 8.000 Std. eine thermische Energie von jährlich ca. 5.600 MWh.

Der Eigenwärmebedarf der Biogasanlage wurde mit ca. 5 %, entsprechend 280 MWh/a abgeschätzt (siehe Punkt 3.4). Der durch den Lieferanten der Wärmetrasse angegebene Wärmeverlust der Wärmetrasse beträgt ca. 14 MWh jährlich, so dass in Summe ca. 5.300 MWh/a als abzugebende Wärme zur Verfügung stehen.

Da der Wärmeabnehmer einen ganzjährigen Wärmebedarf hat mit einem monatlichen Mindestwärmebedarf von kann die Biogasanlage ganzjährig eine Grundlast bedienen und damit die Überschusswärme vollständig verwerten.

Es können daher mind. 5.100 MWh Wärme jährlich verwertet werden und damit Erlöse von 153.000 EUR in den ersten 10 Jahren und 163.200 EUR in den zweiten 10 Jahren erzielt werden.

3.4 Abschätzung der Eigenenergieverbräuche und der anlagen-spezifischen Betriebskosten

Der Eigenwärmebedarf wurde von der Fa. SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH in einer Spanne von 2,6 bis 2,9 % der erzeugten Prozesswärme angegeben.

Unter Würdigung der Tatsache, dass dieser Wert aus Betriebsergebnissen realisierter Biogasanlagen resultiert, erscheint er dem Gutachter für die klimatischen Bedingungen in Hof für zu optimistisch und er empfiehlt für den Jahresdurchschnitt von einem Wert von 5 % auszugehen.

Der Prozessenergiebedarf wurde von der Fa. SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH mit 6,5 % der Elektroenergieproduktion (ohne BHKW, da nicht Lieferumfang).

Eine überschlägige Berechnung der wesentlichen Verbraucher führt zu einem ähnlichen Ergebnis, wobei der benannte Wert aus Sicht des Gutachters den Oberwert darstellt.

Speziell durch die gewählte Fermentergeometrie ist der Elektroenergieaufwand zum Durchmischen gegenüber konventionellen flachen Behältern wesentlich reduziert.

Anders als bei „konventionellen Anlagen“ wo bei Anlagen vergleichbarer Größe bis zu 4 Rührwerke mit 12 – 20 kW /Rührwerk zum Einsatz kommen würden, ist hier ein Zentralrührwerk mit 22 kW vorgesehen.

Beim BHKW hängt der Eigenenergiebedarf vor allem von der Größe der Wärmeabnahme und der reziprok damit verbundenen Kühlleistung ab.

Unter Berücksichtigung der insgesamt günstigen Wärmeabnahme im hier vorliegenden Projekt erscheint im Jahresmittel ein Wert von maximal 8 % der Elektroenergieproduktion als realistisch.

Betreffs der Betriebskosten soll hier sich ausschließlich auf den technischen Betriebskostenbereich der Wartung und Instandhaltung reflektiert werden.

Ein erheblicher Aufwand entsteht aus der Wartung und Instandhaltung der BHKW-Anlage, so dass diese Wartung gesondert berücksichtigt ist.

Nach Auswertung der dem Betreiber vorliegenden Wartungsvertrages und Arbeitskarten sind Wartungskosten in der Höhe von € 42.500,00 für die Biogasanlagentechnik realistisch. Als Wartungsfreundlich ist das Konzept des Maschinencontainers zu werten, da hier die komplette Maschinenteknik zentralisiert ist.

Für das BHKW werden gemäß Vollwartungsvertrag 8,80 € pro Betriebsstunde angesetzt.

Betriebskosten	Euro / a
Wartung BHKW (8,80 €/Bh x 8.000 Bh/a)	70.400
Wartung und Instandhaltung (2,5 % v. Gesamtinvestition)	42.500
8 % Prozessenergie el. 716 kW x 0,13 €/kWh	59.571
Summe	172.471

Für die Betriebskosten müssen ca. 172,5 T€ eingestellt werden. Berücksichtigt wurde hier ausschließlich der technische Betriebskostenbereich der Wartung, der Instandhaltung und des Eigenstrombereichs.

4 Zusammenfassung und Empfehlung

Die Gesamtinvestitionen für die BGA Bioenergiepark GmbH & Hof KG inklusive BHKW und Nachrüstung des Endlagers werden sich auf ca. 2 Mio. € belaufen.

Grundsätzlich kann der Gutachter die für den Standort Hof/Saale gewählte Anlagentechnik nach Auswertung vergleichbarer Referenzanlagen dahingehend bewerten, dass die Betriebssicherheit hoch und damit das technische Risiko der Verfahrenslösungen gering ist.

Unter Berücksichtigung, das BHKW-Aggregat mit optimalem Wirkungsgrad zu betreiben, weist die Biogasanlage einen Ertrag von 1.150 T€ aus.

Referenzstandorte der Firma SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH für Anlagen in der Leistungsklasse bis 1,0 MW liegen zwischen den Mid- und Best-Case-Ertragswerten.

Die Analyse der Gaserträge zeigt, dass im Worst-Case-Szenario mit Ertragseinbußen von bis zu 15 % gerechnet werden muss. Um die Anlage im Bereich zwischen Mid- und Best-Case zu betreiben, ist ein kontinuierliches Anlagenmanagement für die technische Betriebsführung und zudem ein biologisches Prozesskontrollsystem erforderlich und zu empfehlen.

Weiterhin empfehlen wir, zur Absicherung der Boni die geplante Abdeckung des Gärreststofflagers umzusetzen.